

Dr. Sulartopo, S.Pd., M.Kom.

MANAJEMEN PERIKLANAN



MANAJEMEN PERIKLANAN

Penulis :

Dr. Sulartopo, S.Pd., M.Kom

ISBN : 9 786235 734507

Editor :

Dr. Joseph Teguh Santoso, S.Kom., M.Kom.

Penyunting :

Dr. Mars Caroline Wibowo. S.T., M.Mm.Tech

Desain Sampul dan Tata Letak :

Irdha Yunianto, S.Ds., M.Kom.

Penebit :

Yayasan Prima Agus Teknik Bekerja sama dengan
Universitas Sains & Teknologi Komputer (Universitas STEKOM)

Redaksi :

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. (024) 6723456

Fax. 024-6710144

Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id

Distributor Tunggal :

Universitas STEKOM

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. (024) 6723456

Fax. 024-6710144

Email : info@stekom.ac.id

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin dari penulis

KATA PENGANTAR

Buku ini membahas tentang berbagai manajemen proyek, perencanaan hingga kontrol untuk periklanan, dilengkapi dengan perkembangan terbaru dalam manajemen proyek seperti *Building Information Modeling* (BIM), Tata Kelola, dan Agile PM telah diperbarui untuk mencerminkan teknik terbaru. Buku ini memberikan pemahaman tentang teknologi BIM, masalah bisnis dan organisasi yang terkait dengan implementasinya, dan dampak yang dapat diberikan oleh penggunaan BIM yang efektif kepada semua pihak yang terlibat dalam fasilitas selama masa implementasinya. Buku ini juga menjelaskan bagaimana merancang, membangun, dan mengoperasikan gedung dengan BIM berbeda dari mengejar aktivitas yang sama dengan cara tradisional menggunakan gambar, baik kertas maupun elektronik.

Aspek baru dari manajemen proyek muncul setiap saat, tetapi topik yang membentuk bagian dari Manajemen Integratif, seperti kasus bisnis, kontrol, manajemen informasi, organisasi, perencanaan, manajemen informasi, dan manajemen pemangku kepentingan sebagian besar tidak berubah. Namun, tiga topik baru, yaitu pengumpulan data (termasuk Big Data), yang merupakan bagian dari manajemen informasi, tinjauan dasar, dan keberlanjutan kini juga tersaji dalam buku ini. Selain itu, beberapa mata pelajaran seperti adjudikasi, penjadwal dan pertemuan diperluas dalam pembahasan.

BIM mengubah tampilan bangunan, fungsinya, dan cara pembangunannya. Saya secara sengaja dan konsisten menggunakan istilah "BIM" untuk menggambarkan suatu aktivitas (artinya membangun pemodelan informasi), daripada sebuah objek (membangun model informasi). Ini mencerminkan keyakinan kita bahwa BIM bukanlah sesuatu atau jenis perangkat lunak tetapi sistem sosio-teknis yang pada akhirnya melibatkan perubahan proses yang luas dalam desain, konstruksi, dan manajemen fasilitas. Minimal, sistem BIM berfungsi pada tingkat organisasi (diwujudkan sebagai proyek konstruksi, perusahaan, atau organisasi pemilik). Yang terpenting adalah BIM menciptakan peluang yang signifikan bagi masyarakat luas untuk mencapai proses yang lebih berkelanjutan dan fasilitas kinerja yang lebih tinggi dengan sumber daya yang lebih sedikit dan risiko yang lebih rendah daripada yang dapat dicapai dengan menggunakan praktik tradisional.

Setiap bab dalam buku ini akan membahas topik yang berbeda tapi tetap di jalur benang merah, Bab 1 yang akan membahas berbagai manajemen dan proyek yang mungkin Anda rencanakan sebelumnya, dengan kasus bisnis yang dapat Anda jadikan pemahaman lebih tentang manajemen yang dibahas. Bab 2 dan bab 3 akan masuk ke BIM, diawali dengan sejarah dan pemahaman lebih lanjut tentang BIM, Proses yang berjalan dengan teknologi utama dan Perangkat lunak yang dibutuhkan sebagai evolusi permodelan parametri berbasis objek. Bab 4 menyajikan materi tentang peran dan penggunaan BIM untuk Owner dan Manajer Fasilitas, dengan berbagai masalah untuk dipertimbangkan lebih hati-hati ketika mengadopsi BIM.

Bab terakhir dalam buku ini adalah kumpulan studi kasus penggunaan BIM di berbagai bidang, disana Pembaca akan dapat memahami lebih baik lagi tentang peran dan fungsi BIM dari studi kasus yang berbeda. Sehingga, setelah membaca dan mempelajari seluruh isi dalam buku ini akan membuat pembaca lebih memahami berbagai manajemen, apa yang seharusnya dilakukan dan diputuskan, hingga akhirnya dapat menemukan berbagai strategi manajemen untuk berbagai bisnis yang dijalankan. Akhir kata semoga buku ini berguna bagi para pembaca.

Semarang, Mei 2022
Dr. Sulartopo, M.Kom.

DAFTAR ISI

Halaman judul	i
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
BAB 1 MANAJEMEN DAN PROYEK	1
1.1. Definisi Proyek	1
1.2. Manajemen Program Dan Portofolio	5
1.3. Kasus Bisnis	14
1.4. Manajemen Pemangku Kepentingan	16
1.5. Kriteria Keberhasilan Proyek	18
1.6. Siklus Hidup Proyek	20
1.7. Estimasi	23
1.8. Perencanaan Manajemen Proyek	27
1.9. Manajemen Resiko	30
1.10. Manajemen Kualitas	35
1.11. Manajemen Konfigurasi	41
1.12. Kasus Analisis Manual	42
1.13. Tanggung Jawab Manajer Proyek	44
1.14. Merancang, Membangun, Dan Mengoperasikan Kontrak	67
1.15. Manajemen Nilai	78
1.16. Kesehatan, Keselamatan, Dan Lingkungan	80
1.17. Manajemen Informasi	88
1.18. Komunikasi	93
1.19. Kepemimpinan	102
1.20. Negosiasi	107
1.21. Manajemen Konflik dan Penyelesaian Sanseketa	110
1.22. Penutupan Dan Serah Terima Proyek	120
1.23. Laporan Dan Tinjauan Penutupan Proyek	122
BAB 2 BUILDING INFORMATION MANAGEMENT (BIM)	125
2.1. Sejarah BIM	126
2.2. Desain BIM	129
2.3. Manajemen Konstruksi Beresiko	132
2.4. Studi CIFE Produktivitas Tenaga Kerja Industri Konstruksi	133
2.5. Studi NIST Biaya Inefisiensi Industri Konstruksi	134
2.6. BIM: Alat Baru Dan Proses Baru	135
2.7. Bukan Platform BIM	140
2.8. Manfaat BIM	141

2.9. Manajemen Proyek Tangkas	145
2.10. Apa Itu Agile?	147
2.11. Konstruksi BIM Dan Lean	141
2.12. Tantangan Apa Yang Dapat Diharapkan?	166
2.13. Masa Depan Merancang Dan Membangun Dengan BIM	168
BAB 3 TEKNOLOGI INTI DAN PERANGKAT LUNAK	171
3.1. Evolusi Pemodelan Parametri Berbasis Objek	172
3.2. Kolaborasi Dan Interoperabilitas	177
3.3. Pengantar	178
3.4. Latar Belakang Model Data Produk	185
BAB 4 BIM UNTUK PEMILIK DAN MANAJER FASILITAS	188
4.1. Pendahuluan: Mengapa Pemilik Harus Peduli Dengan BIM	189
4.2. Peran Pemilik Dalam Proyek BIM	190
4.3. Manajemen Biaya Dan Waktu	192
4.4. Masalah Untuk Pemilik Untuk Dipertimbangkan Saat Mengadopsi BIM	199
4.5. Fasilitator Adopsi Dan Implementasi BIM	201
4.6. Kewajiban BIM	202
4.7. Roadmap BIM, Model Kematian, Dan Ukuran	205
4.8. Panduan BIM	212
4.9. Pendidikan Dan Pelatihan BIM	215
4.10. Masalah Hukum, Keamanan, Dan Praktik Terbaik	219
4.11. Proses BIM Dan Tren Teknologi	226
4.12. Tren Dalam Penelitian BIM	230
4.13. Visi 2025	233
BAB 5 STUDI KASUS BIM	237
5.1. Rumah Sakit Anak Nasional, Dublin	237
5.2. Hyundai Motorstudio Goyang, Korea Selatan	249
5.3. Fondation Louis Vuitton, Paris	264
5.4. Dongdaemun Design Plaza, Seoul, Bim Korea Selatan	274
5.5. Saint Joseph Hospital, Denver BIM	287
5.6. Prince Mohammad Bin Abdulaziz International Airport, Medina, UEA	296
5.7. Howard Hughes Medical Institute, Chevy Chase, Maryland	313
5.8. Stanford Neuroscience Health Center, Palo Alto, California	321
DAFTAR PUSTAKA	340

BAB 1

MANAJEMEN DAN PROYEK

1.1 DEFINISI PROYEK

Banyak orang dan organisasi telah mendefinisikan apa itu proyek, tetapi definisi yang paling otoritatif adalah yang diberikan dalam Kosakata Manajemen Proyek BS 6079-2:2000, yang menyatakan bahwa proyek adalah:

Proses unik, terdiri dari serangkaian kegiatan yang terkoordinasi dan terkendali dengan tanggal mulai dan selesai, yang dilakukan untuk mencapai tujuan yang sesuai dengan persyaratan khusus, termasuk kendala waktu, biaya, dan sumber daya.

Pertanyaan berikutnya yang dapat diajukan adalah 'Mengapa seseorang membutuhkan manajemen proyek? Terkhusus untuk manajemen periklanan? Apa perbedaan antara manajemen proyek dan manajemen bisnis atau perusahaan lain? Mengapa manajemen proyek meningkat secara dramatis dalam 20 tahun terakhir? Jawabannya adalah manajemen proyek pada dasarnya merupakan manajemen perubahan, sedangkan menjalankan bisnis fungsional atau berkelanmiliarn adalah mengelola kontinum atau 'bisnis seperti biasa'. Manajemen proyek tidak berlaku untuk menjalankan pabrik, tetapi akan menjadi sistem yang tepat ketika ada persyaratan untuk merelokasi pabrik, membangun perluasan, atau menghasilkan produk lain yang membutuhkan mesin baru, keterampilan, pelatihan staf, dan bahkan teknik pemasaran.

Ada perbedaan mendasar antara manajemen proyek dan manajemen fungsional atau manajemen lini di mana tujuan manajemen adalah untuk melanjutkan operasi yang sedang berlangsung dengan gangguan (atau perubahan) sesedikit mungkin. Hal ini tercermin dari karakteristik kedua tipe manajer tersebut. Sementara manajer proyek berkembang dan proaktif untuk berubah, manajer lini reaktif terhadap perubahan dan membenci gangguan. Dalam praktiknya, hal ini sering menimbulkan gesekan dan masalah organisasi ketika perubahan harus dilakukan.

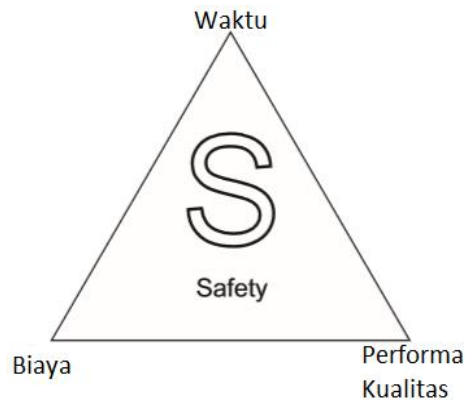
Proyek dapat dilakukan baik untuk menghasilkan pendapatan, seperti memperkenalkan metode untuk meningkatkan arus kas, atau menjadi proyek modal yang memerlukan pengeluaran tambahan dan sumber daya untuk memperkenalkan perubahan pada modal dasar organisasi. Untuk jenis proyek yang terakhir inilah teknik dan metode yang dijelaskan dalam buku ini paling mudah diterapkan. Harus ditekankan bahwa kesesuaian operasi yang dijalankan sebagai proyek tidak tergantung pada ukuran. Teknik manajemen proyek sama-sama cocok untuk membangun katedral atau gudang taman. Pindah rumah, proyek yang sangat umum bagi banyak orang, cocok untuk teknik manajemen proyek seperti analisis tender dan analisis jaringan seperti memindahkan departemen pemerintah utama dari ibu kota ke kota lain. Tidak ada batas atas atau bawah untuk proyek.

Seperti yang dinyatakan dalam definisi, sebuah proyek memiliki titik awal dan akhir yang pasti dan harus memenuhi tujuan tertentu yang ditentukan. Secara umum tujuan ini, yang

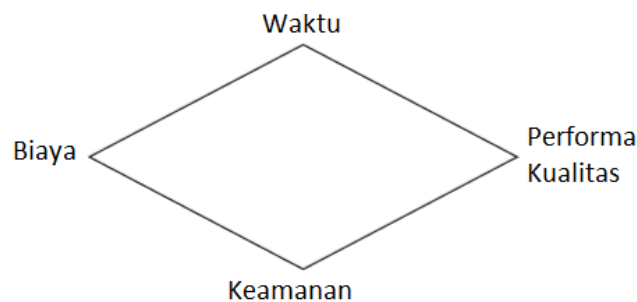
biasanya didefinisikan sebagai bagian dari kasus bisnis dan ditetapkan dalam ringkasan proyek, harus memenuhi tiga kriteria mendasar:

1. Proyek harus selesai tepat waktu.
2. Proyek harus diselesaikan dengan biaya yang dianggarkan.
3. Proyek harus memenuhi persyaratan kualitas yang ditentukan.

Kriteria ini secara grafis dapat diwakili oleh segitiga proyek yang terkenal. Beberapa organisasi suka mengganti kata 'kualitas' dengan 'kinerja', tetapi prinsipnya sama – persyaratan operasional proyek harus dipenuhi.



Gambar 1.1 Segitiga proyek.



Gambar 1.2 Berlian proyek.

Dalam industri tertentu, seperti penerbangan, kereta api, dan pertambangan, kriteria keempat, keselamatan, dianggap sama pentingnya, jika tidak lebih. Dalam organisasi ini, segitiga dapat diganti dengan berlian yang sekarang menunjukkan empat kriteria penting. Urutan prioritas yang diberikan pada salah satu kriteria ini tidak hanya bergantung pada industri tetapi juga pada masing-masing proyek. Misalnya, dalam merancang dan membangun sebuah pesawat terbang, mobil atau gerbong kereta api, keselamatan harus menjadi yang utama. Produk akhir mungkin lebih mahal dari yang dianggarkan atau mungkin terlambat untuk digunakan, dan persyaratan kualitas tertentu dalam hal kenyamanan mungkin harus dikorbankan, tetapi dalam keadaan apa pun keamanan tidak dapat dikompromikan. Pesawat terbang, mobil, dan kereta api harus aman dalam semua kondisi pengoperasian.

Proyek Terikat Waktu

Papan skor untuk turnamen tenis bergengsi harus diselesaikan tepat waktu untuk pertandingan pembukaan, bahkan jika biayanya lebih dari yang diperkirakan dan tampilan beberapa informasi sekunder, seperti kecepatan servis, harus ditinggalkan. Dengan kata lain,

biaya dan kinerja mungkin harus dikorbankan untuk memenuhi tanggal mulai turnamen yang tidak dapat diubah. (Dalam praktiknya, kenaikan biaya mungkin menjadi masalah negosiasi lebih lanjut dan tampilan yang tertunda sementara biasanya dapat ditambahkan kemudian selama jam non-permainan.)

Proyek Terikat Biaya

Pembangunan perumahan pemerintah daerah mungkin harus mengurangi jumlah unit perumahan dan bahkan mungkin melebihi program pembangunan aslinya, tetapi biaya proyek tidak dapat dilampaui, karena hibah perumahan yang dialokasikan oleh pemerintah pusat untuk jenis pembangunan ini dibekukan pada jumlah yang tetap. . Solusi lain untuk masalah ini adalah dengan mengurangi spesifikasi perlengkapan internal daripada mengurangi jumlah unit.

Kinerja (Kualitas)-Proyek Terikat

Pabrik senjata telah dikontrak untuk merancang dan memproduksi peluncur roket tipe baru untuk memenuhi spesifikasi kinerja klien dalam hal jangkauan, akurasi, dan laju tembakan. Bahkan jika pengiriman harus ditunda untuk melakukan lebih banyak tes dan biaya meningkat, spesifikasi harus dipenuhi. Sekali lagi, jika senjata diperlukan selama perang, spesifikasinya mungkin dilonggarkan untuk membawa peralatan ke lapangan secepat mungkin.

Proyek Terikat Keamanan

Keselamatan adalah faktor yang diwajibkan oleh hukum dan diabadikan dalam Undang-Undang Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Tidak hanya praktik yang aman harus dibangun ke dalam setiap proyek, tetapi pemantauan terus-menerus adalah elemen penting dari kebijakan keselamatan. Sejauh itu, dapat dikatakan bahwa semua proyek terikat dengan keselamatan, karena, jika terbukti setelah kecelakaan bahwa keselamatan dikorbankan untuk kecepatan atau keuntungan, beberapa atau semua pemangku kepentingan proyek dapat menemukan diri mereka dalam masalah nyata, bahkan di penjara. Hal ini berlaku untuk hampir setiap industri, terutama pertanian, produksi dan persiapan makanan/minuman, farmasi, bahan kimia, manufaktur mainan, produksi pesawat terbang, manufaktur kendaraan bermotor dan, tentu saja, bangunan dan konstruksi.

Kecelakaan serius yang dapat membunuh atau melukai orang tidak hanya akan menyebabkan kesedihan di antara kerabat, tetapi, meskipun tidak serta merta mengakhiri proyek, dapat menghancurkan perusahaan dengan sangat baik. Untuk alasan ini simbol 'S' ketika ditampilkan di tengah segitiga manajemen proyek lebih menekankan pentingnya. Sementara tiga kriteria lainnya (Biaya, Waktu dan Kualitas/Kinerja) dapat diatur oleh manajer proyek agar sesuai dengan perubahan persyaratan dan lingkungan proyek, keselamatan tidak dapat, dalam keadaan apa pun, dikompromikan. Seperti yang diketahui oleh setiap manajer proyek, durasi (waktu) dapat dikurangi dengan meningkatkan sumber daya (biaya), dan biaya dapat dihemat dengan mengorbankan kualitas atau kinerja, tetapi penurunan keselamatan apa pun dapat dengan cepat menyebabkan bencana, kematian, dan bahkan penutupan proyek. organisasi. Baru-baru ini, Toyota harus menarik miliaran mobil untuk memperbaiki sistem kontrol dan kerusakan yang tidak aman, setelah itu Mr. Toyoda, Ketua perusahaan, secara terbuka menyatakan bahwa prioritas pertama Toyota adalah keselamatan, yang kedua

adalah kualitas, dan yang ketiga adalah volume. (kuantitas). Kejadian-kejadian ini dengan jelas menunjukkan bahwa keselamatan harus menjadi prioritas utama untuk setiap proyek atau organisasi.

Prioritas dari tiga kriteria lainnya tentu saja dapat berubah dengan iklim politik atau kebutuhan komersial klien, bahkan dalam siklus hidup proyek, dan oleh karena itu manajer proyek harus terus-menerus mengevaluasi perubahan ini untuk menentukan prioritas baru. Idealnya, semua kriteria utama harus dipenuhi (dan memang ini adalah kasus untuk banyak proyek yang dijalankan dengan baik), tetapi ada kalanya manajer proyek, dengan persetujuan sponsor atau klien, harus membuat keputusan sulit untuk memenuhi kepentingan terbaik dari sebagian besar, jika tidak semua, pemangku kepentingan.

Perlu dicatat bahwa manajer proyek dapat ditegur atau diberhentikan karena tidak memenuhi salah satu dari tiga 'kriteria sudut', satu pelanggaran di mana manajer proyek sebenarnya dapat dipenjara tidak sesuai dengan ketentuan Kesehatan dan Keselamatan peraturan. Jika seseorang membuat daftar empat kriteria manajemen proyek dalam urutan kepentingannya, urutannya adalah keselamatan, kinerja, waktu dan biaya, yang dapat diingat dengan menggunakan akronim SAPETICA. Alasan pesanan ini adalah sebagai berikut:

- *Jika proyek tidak aman, dapat menelan korban jiwa dan/atau menghancurkan konstruktor dan pemangku kepentingan lainnya.*
- *Jika kinerja tidak dapat diterima, proyek akan membuang-buang waktu dan uang.*
- *Jika proyek tidak tepat waktu, itu masih bisa sukses, tetapi mungkin telah menyebabkan kerugian finansial.*
- *Bahkan jika biayanya melebihi anggaran, proyek tetap dapat berjalan, karena uang tambahan biasanya dapat ditemukan*

Definisi Manajemen

Sebenarnya ada begitu banyak definisi mengenai manajemen, Menurut George Robert Terry, manajemen adalah sebuah proses yang spesial yang terdiri berdasarkan beberapa tindakan, yakni perencanaan, pengorganisasian, menggerakkan, dan pengawasan. Semua itu dilakukan buat memilih dan mencapai sasaran atau target yg ingin dicapai menggunakan memanfaatkan seluruh asal daya, termasuk asal daya insan dan asal daya lainnya. Sedangkan menurut Federick Winslow Taylor manajemen adalah eksperimen yang dilakukan dengan sungguh-sungguh untuk menghadapi setiap masalah yang muncul dalam setiap kepemimpinan, setiap sistem kerjasama yang dilakukan oleh setiap manusia dengan sikap dan jiwa seorang sarjana dan penggunaan alat perumusan.

Manajemen Proyek

Ada banyak definisi manajemen proyek yang diterbitkan (lihat BS 6079 dan ISO 21.500), tetapi definisi berikut mencakup semua unsur penting:

Perencanaan, pemantauan, dan pengendalian semua aspek proyek dan motivasi semua yang terlibat di dalamnya, untuk mencapai tujuan proyek dalam kriteria waktu, biaya, dan kinerja yang disepakati.

Sementara definisi ini mencakup kriteria dasar waktu, biaya dan kinerja, kata operatif, sejauh menyangkut aspek manajemen, adalah motivasi. Sebuah proyek tidak akan berhasil kecuali semua peserta tidak hanya kompeten tetapi juga termotivasi untuk menghasilkan hasil yang

memuaskan. Untuk mencapai hal ini, sejumlah metode, prosedur dan teknik telah dikembangkan bersama dengan manajemen umum dan keterampilan orang, memungkinkan manajer proyek untuk memenuhi kriteria yang ditetapkan dari biaya waktu dan kinerja/kualitas dengan cara yang paling efektif.

Banyak buku teks membagi keterampilan yang dibutuhkan dalam manajemen proyek menjadi keterampilan keras (atau topik) dan keterampilan lunak. Pembagian ini tidak tepat karena beberapa keterampilan jelas saling bergantung. Selain itu, itu tergantung pada jenis organisasi, jenis dan ukuran proyek, wewenang yang diberikan kepada manajer proyek dan topik mana yang terdaftar yang menjadi kewenangannya untuk proyek tertentu. Misalnya, di banyak perusahaan konstruksi besar, manajer proyek tidak diizinkan untuk terlibat dalam perselisihan industri (lokasi) karena perselisihan ini lebih efektif diselesaikan oleh manajer hubungan industrial spesialis yang memahami undang-undang perburuhan saat ini, perjanjian perburuhan nasional atau lokal dan kondisi situs.

Keterampilan keras mencakup mata pelajaran seperti kasus bisnis, pengendalian biaya, manajemen perubahan, manajemen periklanan, siklus hidup proyek, struktur rincian kerja, organisasi proyek, analisis jaringan, analisis nilai yang diperoleh, manajemen risiko, manajemen kualitas, manajemen periklanan, estimasi, analisis tender dan pengadaan. Topik ringan meliputi kesehatan dan keselamatan, analisis pemangku kepentingan, pembangunan tim, kepemimpinan, komunikasi, manajemen informasi, negosiasi, manajemen konflik, penyelesaian sengketa, manajemen nilai, manajemen konfigurasi, manajemen keuangan, pemasaran dan penjualan, serta hukum.

Pemeriksaan cepat dari dua jenis topik menunjukkan bahwa subjek yang sulit sebagian besar diperlukan hanya untuk mengelola proyek tertentu, sedangkan yang lunak dapat diklasifikasikan sebagai manajemen umum dan kurang lebih diperlukan untuk semua jenis operasi bisnis baik menjalankan kantor desain, pabrik, gerai ritel, lembaga jasa keuangan, amal, organisasi layanan publik, pemerintah nasional atau lokal atau hampir semua jenis usaha komersial.

Sejumlah organisasi, seperti APM, PMI, ISO, OGC dan pemegang lisensi PRINCE (proyek dalam lingkungan yang terkendali), telah merekomendasikan dan memajukan metodologi mereka sendiri untuk manajemen proyek, tetapi pada umumnya perbedaannya terletak pada penekanan atau urutan tertentu. topik. Misalnya, PRINCE mengharuskan sumber daya ditentukan sebelum dimulainya penjadwalan waktu dan penetapan tanggal penyelesaian, sedangkan di industri konstruksi tanggal atau jadwal penyelesaian sering ditentukan oleh pelanggan dan kontraktor harus menyediakan (atau merekrut) sumber daya apa pun (tenaga kerja, pabrik, peralatan atau keuangan) yang diperlukan untuk memenuhi tujuan yang ditentukan dan menyelesaikan proyek tepat waktu.

1.2 MANAJEMEN PROGRAM DAN PORTOFOLIO

Manajemen program

Manajemen program dapat didefinisikan sebagai 'Manajemen terkoordinasi dari sekelompok proyek terkait untuk memastikan penggunaan sumber daya terbaik dalam memberikan proyek pada waktu, biaya dan kriteria kualitas/kinerja yang ditentukan'.

Sejumlah organisasi dan otoritas telah menciptakan definisi yang berbeda, tetapi kata operatif dalam definisi apa pun terkait. Kecuali berbagai proyek terkait dengan tujuan bersama, kumpulan proyek akan disebut 'portofolio' daripada 'program'. Oleh karena itu, seorang manajer program dapat didefinisikan sebagai 'Orang yang kepadanya tanggung jawab telah diberikan untuk manajemen keseluruhan aspek waktu, biaya dan kinerja dari sekelompok proyek terkait dan motivasi mereka yang terlibat'.

Sekali lagi, organisasi yang berbeda memiliki definisi yang berbeda untuk peran manajer program atau manajer portofolio. Di beberapa perusahaan, dia akan disebut manajer proyek atau manajer operasi atau direktur operasi, dll., tetapi secara umum dipahami bahwa peran manajer program adalah mengoordinasikan proyek individu yang terkait dengan tujuan bersama. Apa pun definisinya, manajer programlah yang memiliki gambaran keseluruhan tentang komitmen proyek organisasi. Banyak organisasi yang melaksanakan sejumlah proyek memiliki sumber daya yang terbatas. Merupakan tanggung jawab manajer program untuk mengalokasikan sumber daya ini dengan cara yang paling hemat biaya, dengan mempertimbangkan berbagai pencapaian dan tenggat waktu proyek serta batasan biaya yang biasa. Manajer programlah yang mungkin harus memperoleh wewenang lebih lanjut untuk melibatkan sumber daya eksternal apa pun yang diperlukan dan memutuskan disposisi mereka.

Sebagai contoh, pembangunan kapal pesiar besar akan dijalankan oleh manajer program yang mengoordinasikan banyak proyek seperti lambung kapal, sistem propulsi dan mesin, sistem kontrol, sistem catering, dan desain interior. Salah satu proyek terkait bahkan mungkin termasuk perekrutan dan pelatihan kru. Seorang manajer yang bertanggung jawab atas beragam proyek seperti desain, pasokan, dan pemasangan sistem check-out supermarket terkomputerisasi dan sistem kontrol stok, papan skor elektronik untuk lapangan kriket, atau sistem penanganan cek untuk bank akan menjadi manajer portofolio, karena meskipun semua proyek memerlukan sistem komputer, mereka adalah untuk klien yang berbeda di lokasi yang berbeda dan independen satu sama lain. Terlepas dari keragaman proyek ini, manajer portofolio, seperti halnya manajer proyek, masih memiliki tanggung jawab untuk menetapkan prioritas, memaksimalkan penggunaan sumber daya organisasi secara efisien, dan memantau serta mengendalikan biaya, jadwal, dan kinerja setiap proyek.

Seperti halnya manajemen proyek, manajemen program dan cara program dikelola terutama bergantung pada jenis organisasi yang melaksanakan program. Ada dua jenis utama organisasi:

- Organisasi klien
- Organisasi kontraktor

Dalam organisasi tipe klien, proyek atau program mungkin tidak akan menjadi sumber pendapatan utama dan mungkin merupakan atau memerlukan perubahan besar dalam struktur dan budaya manajemen. Sumber daya baru mungkin harus ditemukan dan manajer yang terlibat dalam menjalankan bisnis secara normal mungkin harus dikonsultasikan, dididik, dan akhirnya diyakinkan tentang kebajikan, tidak hanya dari proyek itu sendiri tetapi juga tentang cara pengelolaannya.

Manajer program dalam organisasi semacam itu harus memastikan bahwa proyek tersebut sesuai dengan strategi perusahaan dan memenuhi tujuan organisasi. Dia harus memastikan bahwa prosedur manajemen proyek yang ditetapkan, dimulai dengan kasus bisnis melalui implementasi dan diakhiri dengan pembuangan, digunakan dengan benar. Dengan kata lain, sistem siklus hidup penuh yang menggunakan semua teknik 'lunak' untuk menciptakan lingkungan proyek harus ada di sebuah organisasi yang mungkin diatur untuk 'bisnis seperti biasa', hanya mempekerjakan yang sudah mapan. teknik manajemen lini. Selain itu, manajer program harus memantau semua proyek untuk memastikan bahwa mereka memenuhi tujuan strategis organisasi serta memenuhi persyaratan yang lebih jelas untuk dilakukan dengan aman, meminimalkan dan mengendalikan risiko pada saat yang sama memenuhi biaya, waktu dan kinerja. kriteria untuk setiap proyek.

Namun, manajemen program dapat berarti lebih dari sekadar mengoordinasikan sejumlah proyek terkait. Prioritas proyek itu sendiri, bukan hanya sumber daya yang dibutuhkan, dapat menjadi fungsi dari manajemen program. Manajer programlah yang memutuskan proyek mana, atau jenis proyek mana, yang merupakan investasi terbaik dan mana yang paling hemat biaya untuk dimulai. Bahkan mungkin menguntungkan untuk menggabungkan dua atau lebih proyek kecil menjadi satu proyek yang lebih besar, jika mereka memiliki sinergi yang cukup atau jika sumber daya atau fasilitas tertentu dapat digunakan bersama.

Fungsi lain dari manajemen program adalah untuk memantau kinerja proyek yang merupakan bagian dari program dan memeriksa bahwa hasil yang diharapkan telah menghasilkan manfaat yang ditentukan, baik untuk organisasi induk atau klien. Ini bisa memakan waktu beberapa hari atau bulan tergantung pada proyeknya, tetapi kecuali mungkin untuk mengukur manfaat ini, tidak mungkin untuk menilai keberhasilan proyek atau, memang mengatakan, apakah seluruh latihan itu bermanfaat. Oleh karena itu dapat dilihat bahwa sama pentingnya bagi manajer program untuk menyiapkan sistem pemantauan dan pelaporan penutupan untuk akhir proyek, seperti halnya sistem perencanaan dan pengendalian untuk permulaan.

Dalam organisasi kontrak, perubahan budaya seperti itu tidak akan diperlukan, karena organisasi tersebut akan didirikan berdasarkan proyek, atau perubahan ke perusahaan yang berorientasi proyek akan lebih mudah karena pengiriman proyek adalah 'raison d'être' organisasi. Manajemen program dalam organisasi kontraktor karena itu lebih merupakan koordinasi proyek terkait atau tumpang tindih yang mencakup topik-topik seperti manajemen sumber daya, manajemen biaya dan pengadaan, dan memastikan kesesuaian dengan sistem dan prosedur standar perusahaan. Oleh karena itu, kriteria biaya, waktu dan kinerja/kualitas lebih berhubungan dengan kewajiban kontraktor (selain kinerja) daripada kewajiban klien. Siklus hidup proyek dalam organisasi kontraktor biasanya dimulai setelah studi kelayakan dilakukan dan berakhir ketika proyek diserahkan kepada klien untuk tahap operasional. Jelas ada contoh ketika titik terminal siklus hidup ini terjadi lebih awal atau lebih lambat, tetapi kontraktor jarang memperhatikan apakah tujuan strategis atau bisnis klien telah terpenuhi atau tidak.

Manajemen portofolio

Badan Pengetahuan APM mendefinisikan manajemen portofolio sebagai:

Pemilihan dan pengelolaan semua proyek organisasi, program dan kegiatan operasional terkait dengan mempertimbangkan pembatasan sumber daya.

Manajemen portofolio, yang dapat dianggap sebagai bagian dari manajemen perusahaan, sangat mirip dengan manajemen program, tetapi proyek dalam portofolio manajer program, meskipun tidak selalu terkait, masih diperlukan untuk memenuhi tujuan organisasi. Selanjutnya, portofolio (tidak seperti proyek atau program) tidak harus memiliki tanggal mulai dan selesai yang ditentukan. Memang portofolio dapat dianggap sebagai serangkaian program yang dipantau dalam siklus hidup yang berkelanjutan dari tahap perencanaan strategis hingga pelaksanaan program. Dalam organisasi besar, seorang manajer portofolio mungkin bertanggung jawab atas beberapa manajer program, sementara di perusahaan yang lebih kecil, dia mungkin mengendalikan langsung sejumlah manajer proyek. Perusahaan tidak memiliki sumber daya yang tidak terbatas, sehingga manajer portofolio harus memprioritaskan penyebaran sumber daya ini untuk proyek yang bersaing, yang masing-masing harus dinilai dalam hal:

1. Profitabilitas dan biaya/manfaat
2. Laba atas investasi
3. Arus kas
4. Risiko
5. Prestige
6. Pentingnya klien
7. Strategi dan tujuan perusahaan

Oleh karena itu, manajemen portofolio melibatkan identifikasi atribut proyek ini dan analisis selanjutnya, penentuan prioritas, penyeimbangan, pemantauan, dan pelaporan kemajuan setiap proyek atau dalam kasus organisasi besar, setiap program. Saat setiap proyek berkembang, tekanan dan kebutuhan sumber daya yang berbeda muncul, seringkali sebagai akibat dari perubahan kontrak atau kebutuhan untuk memperbaiki kesalahan atau kelalaian. Masalah lingkungan yang tidak terduga mungkin memerlukan tindakan perbaikan segera untuk memenuhi persyaratan kesehatan dan keselamatan, dan selalu ada bahaya pengunduran diri yang tidak terduga dari anggota kunci dari salah satu tim proyek.

Oleh karena itu, seorang manajer portofolio harus memiliki kemampuan untuk menetapkan kembali sumber daya, baik manusia maupun material (seperti peralatan kantor, pabrik konstruksi, dan material curah), dengan cara yang efektif dan ekonomis, seringkali dalam situasi darurat atau stres lainnya, selalu dengan mempertimbangkan biaya./perhitungan manfaat, kriteria kinerja dan keberlanjutan, serta tujuan strategis organisasi secara keseluruhan.

Perbedaan antara manajemen program dan manajemen portofolio ADALAH yang pertama, proyek yang dikelola terkait dalam beberapa bentuk, sedangkan yang kedua, proyek mungkin terkait atau tidak. Misalnya, proyek yang dikendalikan oleh manajer portofolio mungkin beragam seperti pembaruan sistem TI perusahaan hingga pengembangan gedung komersial atau pusat perbelanjaan. Manajer portofolio biasanya akan menjadi bagian dari tim

manajemen senior yang menentukan proyek mana yang akan dilanjutkan dan mana yang harus ditunda, tidak dimulai atau bahkan ditinggalkan.

Jelas tingkat keterlibatan rinci dalam proyek individu oleh manajer portofolio karena itu harus dibatasi, karena tidak ada yang bisa menjadi ahli dalam segala hal. Sebaliknya, manajer portofolio harus memastikan bahwa proyek di bawah kendalinya memenuhi standar etika dan kualitas perusahaan serta kriteria dasar biaya, waktu, kinerja, dan yang terakhir, namun tidak kalah pentingnya, keselamatan. Seperti halnya manajemen program, urutan prioritas berbagai proyek harus ditetapkan pada tahap awal, tetapi ketika keadaan berubah (seringkali di luar kendali manajer atau bahkan organisasi), prioritas harus disesuaikan dengan sesuai dengan strategi keseluruhan terbaru atau sumber daya (seringkali keuangan) organisasi.

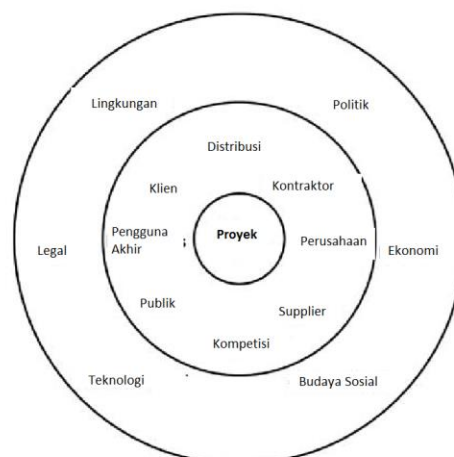
Konteks Proyek (Lingkungan Proyek)

Proyek dipengaruhi oleh banyak faktor yang dapat bersifat eksternal atau internal bagi organisasi yang bertanggung jawab atas pengelolaan dan pelaksanaannya. Hal yang penting bagi manajer proyek adalah untuk mengenali apa faktor-faktor ini dan bagaimana pengaruhnya terhadap proyek selama berbagai fase dari awal hingga serah terima akhir, atau bahkan pembuangan. Pengaruh eksternal atau internal ini dikenal sebagai konteks proyek atau lingkungan proyek. Faktor eksternal yang membentuk lingkungan ini adalah klien atau pelanggan, berbagai konsultan eksternal, kontraktor, pemasok, pesaing, politisi, lembaga pemerintah nasional dan lokal, utilitas publik, kelompok penekan, pengguna akhir dan bahkan masyarakat umum. Pengaruh internal termasuk manajemen organisasi, tim proyek, departemen internal (teknis dan keuangan) dan mungkin pemegang saham.

Semua pengaruh ini dikemas dengan rapi oleh akronim PESTLE, yang merupakan singkatan dari:

- Politik
- Ekonomi
- Sosial
- Teknis
- Legal/Hukum
- Environment/Lingkungan

Sebuah diskusi rinci tentang bidang pengaruh ini diberikan berikut ini.



Gambar 1.3 Lingkungan proyek.

Politik

Dua jenis politik harus dipertimbangkan di sini. Pertama, ada politik internal yang mau tidak mau terjadi di semua organisasi baik pemerintahan, komersial, industri atau akademis, dan yang memanasifestasikan dirinya dalam pendapat dan sikap para pemangku kepentingan yang berbeda dalam organisasi ini. Hubungan pemangku kepentingan ini dengan proyek dapat bervariasi dari yang sangat mendukung hingga yang benar-benar antagonis, tetapi tergantung pada bidang pengaruhnya, hubungan tersebut harus dipertimbangkan dan dikelola. Bahkan dalam proyek yang tampaknya kohesif, kecemburuan tim dan kepentingan pribadi dapat memiliki pengaruh mengganggu yang harus dikenali dan disebarkan oleh manajer proyek. Fakta bahwa sebuah proyek bergantung pada klien, konsultan, kontraktor (dengan banyak subkontraktor mereka), pemasok material dan layanan, otoritas hukum dan, tentu saja, pengguna akhir, yang semuanya mungkin memiliki agenda dan preferensi mereka sendiri, memberikan gambaran tentang potensi masalah politik yang mungkin terjadi.

Kedua, ada politik eksternal, di mana baik sponsor maupun manajer proyek mungkin tidak memiliki banyak kendali, jika ada. Setiap proyek yang memiliki konsekuensi internasional berpotensi mengalami gangguan karena situasi politik nasional atau internasional. Di tengah-tengah proyek, pemerintah dapat mengubah dan memberlakukan pembatasan impor, ekspor atau pertukaran tambahan, memberlakukan kondisi kerja pidana atau bahkan membatalkan kontrak sama sekali. Untuk kontrak konstruksi luar negeri di negara-negara dengan ekonomi atau pemerintahan yang tidak stabil, kudeta atau revolusi mendadak mungkin mengharuskan seluruh tim konstruksi dievakuasi dalam waktu singkat. Situasi seperti itu harus dipertimbangkan, dievaluasi dan direncanakan sebagai bagian dari penilaian risiko politik ketika proyek pertama kali dipertimbangkan. Bahkan pada tingkat yang tidak terlalu dramatis, interaksi politik antara pemerintah pusat dan daerah, pelobi dan kelompok penekan harus dipertimbangkan, seperti yang dapat diapresiasi ketika proyek terdiri dari bypass jalan, waduk, pembangkit listrik atau perluasan bandara.

Ekonomi

Di sini sekali lagi ada dua tingkat pengaruh: internal atau ekonomi mikro, dan eksternal atau ekonomi makro. Ekonomi internal berkaitan dengan kelangsungan hidup proyek dan kesehatan kasus bisnis. Kecuali ada keuntungan bersih, baik finansial maupun non-finansial, seperti yang dipersyaratkan oleh pertimbangan prestise, lingkungan, layanan sosial atau keamanan nasional, tidak ada gunanya bahkan mempertimbangkan untuk memulai suatu proyek. Oleh karena itu penting bahwa model keuangan dan teknik akuntansi terbukti diterapkan selama tahap evaluasi untuk memastikan kelayakan ekonomi proyek. Tes ini harus diterapkan secara berkala sepanjang umur proyek untuk memeriksa bahwa dengan perubahan tak terelakkan yang mungkin diperlukan, masih layak untuk dilanjutkan. Keputusan untuk membatalkan seluruh proyek pada tahap apa pun setelah tahap desain jelas tidak dianggap penting, tetapi begitu argumen ekonomi telah hilang, itu mungkin merupakan pilihan yang lebih baik pada akhirnya. Contoh tipikal adalah kasus pembangkit listrik berbahan bakar minyak yang harus dihentikan pada pertengahan konstruksi, ketika harga bahan bakar minyak naik di atas tingkat di mana pembangkit listrik tidak lagi ekonomis. Bukan hal yang aneh jika

proyek ditunda ketika biaya pembiayaan pekerjaan harus ditingkatkan dan pembayaran bunga yang dihasilkan melebihi pendapatan yang dapat diperkirakan.

Ekonomi eksternal, yang sering dikaitkan dengan iklim politik, dapat memiliki pengaruh yang serius terhadap proyek. Bunga atau nilai tukar yang lebih tinggi, dan pajak tambahan untuk tenaga kerja, bahan atau produk akhir, dapat secara serius mempengaruhi kelangsungan proyek. Pabrikan dapat meninggalkan pembangunan pabrik di negara asalnya dan mentransfer proyek ke luar negeri jika hanya salah satu dari faktor-faktor ini yang cukup berubah untuk membuat langkah tersebut layak secara ekonomi. Sekali lagi, perubahan pada pergerakan fiskal dan bunga harus terus dipantau sehingga representasi dapat dilakukan kepada pemerintah atau proyek dibatasi. Faktor lain yang dapat mempengaruhi proyek adalah hambatan tarif, pajak antar negara bagian, embargo sementara, pembatasan pengiriman seperti hanya diizinkan menggunakan kapal Conference Line dan lisensi khusus.

Sosial (atau Sosiologis)

Banyak proyek, dan tentu saja sebagian besar proyek konstruksi, pasti berdampak pada masyarakat di daerah tempat mereka dilaksanakan. Oleh karena itu, sangat penting untuk menginformasikan kepada penduduk di daerah yang terkena dampak sedini mungkin tentang maksud, tujuan dan manfaat dari proyek tersebut kepada organisasi dan masyarakat. Ini mungkin memerlukan kampanye hubungan masyarakat untuk dimulai, yang mencakup pertemuan, diskusi eksplorasi, konsultasi di berbagai tingkatan dan kemungkinan pertukaran. Hal ini terutama penting ketika pendanaan publik dari pemerintah pusat atau daerah terlibat atau ketika ruang publik dan fasilitas akses terpengaruh. Contoh tipikal dari trade-off adalah ketika seorang pengembang ingin membangun sebuah pusat perbelanjaan, otoritas lokal dapat memintanya untuk memasukkan area rekreasi atau taman rekreasi untuk digunakan secara gratis oleh publik.

Beberapa proyek bahkan tidak dapat dimulai tanpa terlebih dahulu melalui penyelidikan publik, penilaian dampak lingkungan, survei rute atau prosedur perencanaan yang panjang. Selalu ada kelompok penekan yang memiliki kepentingan khusus dalam proyek tertentu, dan sangat penting bahwa mereka diberi kesempatan untuk menyatakan kasus mereka sementara pada saat yang sama memberi tahu mereka tentang implikasi positif dan seringkali kurang diinginkan. Kemampuan untuk mendengarkan sudut pandang mereka dan memberikan perhatian simpatik pada keluhan mereka sangat penting, tetapi karena hampir tidak mungkin untuk memuaskan semua pihak, kompromi mungkin diperlukan. Hal terakhir yang diinginkan oleh manajer proyek adalah demonstrasi dan gangguan yang terus-menerus saat proyek sedang dijalankan.

Di tingkat lain, tujuan keseluruhan proyek mungkin untuk meningkatkan lingkungan dan fasilitas masyarakat, dalam hal ini keterlibatan organisasi lokal dapat sangat membantu dalam memfokuskan pada area yang memberikan manfaat maksimal, dan menghindari jebakan yang hanya dimiliki oleh orang-orang. dengan kearifan lokal yang disadari. Metode yang berguna untuk memastikan keterlibatan lokal adalah dengan membentuk komite penasihat atau bahkan mengundang perwakilan lokal untuk menjadi bagian dari tim manajemen proyek.

Teknis

Apakah proyek tersebut melibatkan peluncuran produk layanan keuangan baru atau pembangunan pembangkit listrik, teknologinya harus ada atau dikembangkan saat pekerjaan berlangsung. Mekanisme di mana persyaratan teknis ini diterapkan harus diperkuat pada tahap yang sangat awal setelah penilaian risiko yang ketat dari semua opsi yang tersedia secara realistis. Setiap opsi kemudian dapat dikenakan studi kelayakan dan penilaian investasi yang terpisah. Alternatif untuk dipertimbangkan mungkin termasuk:

- Haruskah desain, manufaktur, atau instalasi internal atau eksternal digunakan?
- Haruskah fasilitas yang ada digunakan atau haruskah yang baru diakuisisi?
- Haruskah tim manajemen sendiri digunakan atau haruskah manajer proyek spesialis ditunjuk?
- Haruskah komponen (atau dokumen) yang ada digabungkan?
- Apa perkiraan masa pakai produk akhir (dapat diberikan) dan seberapa cepat harus diperbarui?
- Apakah bahan tersedia untuk jangka panjang dan alternatif apa yang dapat diganti?
- Apa sifat dan ukuran pasar dan dapatkah pasar ini diperluas?

Ini dan banyak pertanyaan teknis lainnya harus ditanyakan dan dinilai sebelum keputusan dapat dibuat untuk melanjutkan proyek. Implikasi keuangan dari faktor-faktor ini kemudian dapat dimasukkan ke dalam penilaian investasi secara keseluruhan, yang mencakup pertimbangan komersial dan pembiayaan, dan lingkungan.

Legal/Hukum

Salah satu persyaratan mendasar dari sebuah kontrak, dan implikasinya sebuah proyek, adalah kontrak itu harus legal. Dengan kata lain, jika membangun tempat pembuatan bir di negara tertentu adalah ilegal, hanya sedikit perlindungan yang dapat diharapkan dari undang-undang tersebut. Hubungan antara pihak-pihak yang membuat kontrak harus dikonfirmasi oleh kontrak yang mengikat secara hukum yang mematuhi hukum (dan lebih disukai kebiasaan) dari organisasi yang berpartisipasi. Dokumen itu sendiri harus dapat diterima secara hukum dan adil, dan klausul yang tidak adil dan tidak masuk akal harus dihilangkan.

Jika pemasok bahan, peralatan, atau layanan berbasis di negara selain pihak kontraktor utama, hukum negara tersebut harus dipatuhi untuk meminimalkan masalah di masa mendatang terkait pengiriman dan pembayaran. Dalam hal terjadi perselisihan, hukum di mana kontrak diatur dan diadili harus ditulis ke dalam kontrak bersama dengan lokasi pengadilan untuk litigasi. Umumnya, manajer proyek sangat disarankan untuk selalu mengikuti nasihat hukum dari para ahli hukum kontrak dan khususnya, jika berlaku, dalam hukum internasional.

Konteks proyek mencakup ketentuan kontrak yang ditetapkan dan bentuk serta dokumen standar lainnya yang digunakan oleh industri, dan juga dapat mencakup semua persyaratan hukum, politik, dan komersial yang ditetapkan oleh badan-badan internasional serta pemerintah nasional dan lokal dalam prosedur dan pengadaan manajemen proyek mereka. praktik. Salah satu persyaratan mendasar dari sebuah kontrak, dan implikasinya sebuah proyek, adalah kontrak itu harus legal. Dengan kata lain, jika membangun tempat pembuatan bir di negara tertentu adalah ilegal, hanya sedikit perlindungan yang dapat

diharapkan dari undang-undang tersebut. Hubungan antara pihak-pihak yang membuat kontrak harus dikonfirmasi oleh kontrak yang mengikat secara hukum yang mematuhi hukum (dan lebih disukai kebiasaan) dari organisasi yang berpartisipasi. Dokumen itu sendiri harus dapat diterima secara hukum dan adil, dan klausul yang tidak adil dan tidak masuk akal harus dihilangkan.

Jika pemasok bahan, peralatan, atau layanan berbasis di negara selain pihak kontraktor utama, hukum negara tersebut harus dipatuhi untuk meminimalkan masalah di masa mendatang terkait pengiriman dan pembayaran. Dalam hal terjadi perselisihan, hukum di mana kontrak diatur dan diadili harus ditulis ke dalam kontrak bersama dengan lokasi pengadilan untuk litigasi. Umumnya, manajer proyek sangat disarankan untuk selalu mengikuti nasihat hukum dari para ahli hukum kontrak dan khususnya, jika berlaku, dalam hukum internasional. Konteks proyek mencakup ketentuan kontrak yang ditetapkan dan bentuk serta dokumen standar lainnya yang digunakan oleh industri, dan juga dapat mencakup semua persyaratan hukum, politik, dan komersial yang ditetapkan oleh badan-badan internasional serta pemerintah nasional dan lokal dalam prosedur dan pengadaan manajemen praktek proyek mereka.

Environment/Lingkungan

Beberapa aspek lingkungan dari sebuah proyek telah disinggung di bawah 'Sosial', dari situ menjadi jelas bahwa penilaian dampak lingkungan sangat diinginkan di mana mereka belum diwajibkan. Lokasi proyek jelas memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap biaya dan waktu penyelesaian. Jenis pabrik atau pabrik yang sama dapat dibangun di Indonesia, di gurun Sahara, di Cina, atau bahkan di platform lepas pantai, tetapi masalahnya adalah, biaya, dan waktu konstruksi bisa sangat berbeda. Oleh karena itu, pertimbangan berikut harus dipertimbangkan ketika memutuskan untuk melaksanakan proyek di wilayah tertentu di dunia:

- Suhu (siang dan malam) di musim yang berbeda.
- Musim hujan (muson).
- Musim tornado atau topan.
- Akses melalui jalan darat, kereta api, air atau udara.
- Kondisi tanah dan zona gempa.
- Kemungkinan kontaminasi tanah.
- Sungai dan danau terdekat.
- Apakah proyek di darat atau di lepas pantai?
- Pasang surut dan kondisi badai.
- Tambang terdekat untuk bahan baku.
- Apakah proyek melibatkan penggunaan bahan radioaktif?

Keberlanmiliarn

Ada banyak definisi keberlanmiliarn yang berbeda, tetapi yang paling tepat adalah definisi yang disarankan oleh Komisi Dunia untuk Lingkungan dan Pembangunan:

'Suatu proses perubahan di mana eksploitasi sumber daya, arah investasi, orientasi pengembangan teknologi dan perubahan kelembagaan semuanya

selaras dan meningkatkan potensi saat ini dan masa depan untuk memenuhi kebutuhan dan aspirasi manusia'.

Ini berarti bahwa sistem biologis harus dipelajari dan dikembangkan untuk memastikan bahwa lingkungan, dalam bentuk yang kita inginkan, dapat bertahan selamanya. Pelestarian ekosistem yang ada tidak hanya menjadi tanggung jawab pemerintah dan badan-badan internasional, tetapi juga perusahaan dan organisasi yang kegiatannya berdampak pada lingkungan atau sumber daya alam. Oleh karena itu, manajer program dan proyek harus memastikan bahwa proyek yang berada di bawah kendali mereka menciptakan polusi atmosfer yang minimum (idealnya nol), sumber daya air termasuk air laut, dan kontaminasi minimum terhadap mineral, tanah dan vegetasi (termasuk hutan), dll. Ini melibatkan lingkungan- penilaian dampak yang dilakukan pada tahap perencanaan dan mengembangkan mekanisme yang memastikan bahwa metode dan prosedur yang disepakati pada pertemuan ini benar-benar dilaksanakan.

Untuk perusahaan, ini mungkin (seperti halnya keselamatan) memerlukan perubahan budaya organisasi yang harus mengalir dari ruang rapat ke staf konstruksi dan operator fasilitas. Harus ada kesadaran umum bahwa kesehatan dan ketersediaan sumber daya generasi mendatang tidak dapat terancam punah. Dalam praktiknya, semua perlindungan ini membutuhkan biaya, dan kecuali kita mengalokasikan dana yang cukup sekarang untuk melindungi lingkungan dan memastikan konservasi sumber daya yang terbatas, generasi mendatang akan membayar harganya.

1.3 KASUS BISNIS

Sebelum memulai sebuah proyek, jelas perlu dipahami bahwa akan ada keuntungan baik dalam bentuk uang atau layanan, atau keduanya. Dokumen yang menetapkan keuntungan dan parameter utama proyek disebut kasus bisnis dan (atau seharusnya) diproduksi oleh klien atau sponsor proyek yang sebenarnya menjadi pemilik dokumen. Kasus bisnis yang berlaku menguraikan 'mengapa' dan 'apa' proyek serta membuat kasus keuangan dengan memasukkan penilaian investasi. Seperti halnya semua dokumen, prosedur yang jelas untuk mengembangkan kasus bisnis sangat diinginkan, dan judul-judul berikut memberikan beberapa indikasi tentang pokok-pokok yang harus disertakan:

1. Mengapa proyek diperlukan?
2. Apa yang ingin kita capai?
3. Berapa biaya yang diantisipasi?
4. Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikannya?
5. Apa standar kualitas yang harus dicapai?
6. Apa kriteria kinerjanya?
7. Apa saja indikator kinerja utama (key performance indicators/KPI)?
8. Apa saja risiko utamanya?
9. Apa saja kriteria keberhasilannya?
10. Siapa pemangku kepentingan utama?

Selain itu, setiap informasi yang diketahui, seperti lokasi, personel kunci, persyaratan sumber daya, harus disertakan sehingga penerima, biasanya dewan direksi, berada dalam posisi untuk menerima atau menolak kasus untuk melaksanakan proyek.

Sponsor Proyek

Jelas bahwa kasus bisnis harus disiapkan sebelum proyek dapat dimulai. Memang, kasus bisnis adalah dokumen pertama yang diserahkan ke direktorat organisasi untuk memungkinkan badan ini mendiskusikan tujuan dan manfaat proyek sebelum membuat komitmen keuangan. Oleh karena itu, orang yang bertanggung jawab untuk memproduksi kasus bisnis biasanya tidak bisa menjadi manajer proyek, tetapi harus seseorang yang memiliki kepentingan langsung dalam proyek yang akan datang. Orang ini, yang sering menjadi direktur organisasi klien dengan pengarahannya khusus untuk mengawasi proyek, adalah sponsor proyek (kadang-kadang juga dikenal sebagai juara proyek).

Peran sponsor proyek jauh lebih besar daripada menjadi inisiator atau juara proyek. Bahkan setelah proyek dimulai, peran sponsor adalah:

1. Memantau kinerja manajer proyek
2. Selalu memastikan bahwa tujuan dan kriteria utama proyek terpenuhi]
3. Memastikan bahwa proyek berjalan secara efektif dan efisien
4. Menilai kebutuhan dan kelayakan variasi dan menyetujui untuk implementasinya
5. Membantu mengatasi kesulitan dengan pemangku kepentingan lainnya
6. Mendukung proyek dengan memastikan tersedianya sumber daya yang cukup (terutama keuangan)
7. Bertindak sebagai pemimpin bisnis dan advokat tingkat atas ke dewan perusahaan
8. Memastikan bahwa manfaat yang dirasakan dari proyek direalisasikan

Tergantung pada nilai, ukuran dan kompleksitas proyek, sponsor adalah pemain kunci yang, sebagai pemimpin dan mentor, dapat sangat membantu manajer proyek untuk memenuhi semua tujuan dan KPI proyek.

Manajemen Persyaratan

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, dua komponen utama dari kasus bisnis adalah 'apa' yang diperlukan dan 'mengapa' diperlukan. Manajemen persyaratan berkaitan dengan 'apa'. Klien, pengguna akhir dan memang sebagian besar pemangku kepentingan memiliki persyaratan mereka sendiri tentang apa yang mereka harapkan dari proyek, bahkan jika tujuan utama telah disepakati. Manajemen persyaratan berkaitan dengan memunculkan, menangkap, menyusun, menilai, menganalisis, menguji, memprioritaskan, mengatur dan mendokumentasikan semua persyaratan yang berbeda ini. Banyak dari ini tentu saja merupakan kebutuhan bersama dari sejumlah pemangku kepentingan dan oleh karena itu akan menjadi prioritas utama, tetapi manajer proyeklah yang bertanggung jawab untuk memutuskan kelayakan atau keinginan dari persyaratan tertentu dan untuk menyetujuinya. pemangku kepentingan tentang apakah itu harus atau dapat dimasukkan, dengan mempertimbangkan faktor biaya, waktu dan kinerja yang terkait dengan persyaratan. Setelah disepakati, persyaratan ini menjadi tolok ukur keberhasilan proyek diukur.

Idealnya, semua persyaratan harus dimasukkan sebagai hasil yang jelas dalam tujuan yang diabadikan dalam kasus bisnis dan dikonfirmasi oleh manajer proyek dalam rencana

manajemen proyek. Namun, selalu ada kemungkinan bahwa satu atau lebih pemangku kepentingan mungkin ingin mengubah persyaratan ini baik sebelum atau bahkan setelah ruang lingkup proyek telah disetujui dan diselesaikan. Efek dari perubahan persyaratan tersebut harus diperiksa dengan cermat oleh manajer proyek, yang harus memperhitungkan implikasi biaya, efek pada program proyek, perubahan prosedur dan proses yang diperlukan untuk memasukkan persyaratan baru dan dampak lingkungan. dalam arti yang seluas-luasnya. Dalam situasi seperti itu, manajer proyek harus segera memberi tahu semua pemangku kepentingan yang relevan tentang biaya, waktu, dan implikasi kinerja tambahan dan mendapatkan persetujuan mereka sebelum mengubah tujuan, ruang lingkup, dan biaya proyek.

Jika perubahan persyaratan diminta setelah dimulainya proyek secara resmi, yakni setelah kriteria biaya dan waktu disetujui, persyaratan baru akan tunduk pada proyek normal (atau kontrak)-prosedur perubahan dan manajemen konfigurasi yang dijelaskan di tempat lain. Untuk mencatat dan mengontrol dokumen persyaratan selama umur proyek, 'matriks pelaporan' sederhana, berikut ini, akan sangat membantu.

No.	Dokumen (Permintaan)	Persiapan Oleh	Form Informasi	Kirim atau Copy ke	Tanggal Masuk
-----	----------------------	----------------	----------------	--------------------	---------------

Pengujian dan tinjauan berkala dari berbagai persyaratan akan menetapkan kelangsungan hidup dan efek akhir pada hasil proyek. Berikut ini adalah beberapa karakteristik utama yang harus diperiksa sebagai bagian dari proses pengujian ini:

- Kelayakan, pengoperasian, dan batasan waktu
- Fungsionalitas, kinerja, dan persyaratan kualitas dan keandalan
- Kepatuhan terhadap peraturan kesehatan dan keselamatan dan peraturan daerah
- Kemampuan membangun, pengiriman (transportasi), penyimpanan dan keamanan
- Dampak lingkungan dan sosiologis
- Tenaga kerja, staf, outsourcing dan persyaratan pelatihan

Mungkin ada kesempatan di mana manajer proyek didekati oleh pemangku kepentingan, atau bahkan klien, untuk memasukkan persyaratan 'minor' 'sebagai bantuan'. Bahaya menyetujui permintaan seperti itu tanpa mengikuti prosedur manajemen perubahan yang normal sudah terlihat dengan sendirinya. Permintaan kecil dapat segera meningkat menjadi perubahan besar setelah semua konsekuensi dan efek spin-off menjadi jelas yang mengarah ke 'scope creep' yang terlalu umum. Semua perubahan persyaratan, betapapun kecilnya, harus diperlakukan sebagai resmi dan ditangani sesuai dengan itu. Tentu saja mungkin secara politis bijaksana untuk tidak membebaskan klien untuk persyaratan tambahan apa pun, tetapi ini adalah keputusan komersial yang diambil oleh manajemen senior untuk alasan menciptakan niat baik, memperoleh kemungkinan kontrak di masa depan, atau menyerah pada tekanan politik.

1.4 MANAJEMEN PEMANGKU KEPENTINGAN

Hampir setiap orang atau organisasi yang berkepentingan dengan suatu proyek dapat disebut sebagai pemangku kepentingan. Jenis dan kepentingan pemangku kepentingan sangat penting bagi manajer proyek karena memungkinkannya menggunakan kepentingan ini

untuk keuntungan terbesar proyek. Proses membuat daftar, mengklasifikasikan, dan menilai pengaruh para pemangku kepentingan ini disebut analisis pemangku kepentingan.

Pemangku kepentingan dapat dibagi menjadi dua kelompok utama:

1. Langsung (atau primer)
2. Tidak langsung (atau sekunder)

Pemangku Kepentingan Langsung

Seperti namanya, grup ini terdiri dari semua yang terkait langsung atau terlibat dalam perencanaan, administrasi atau pelaksanaan proyek. Ini termasuk klien, sponsor proyek, manajer proyek, anggota tim proyek, penyedia layanan teknis dan keuangan, konsultan internal atau eksternal, pemasok material dan peralatan, personel lokasi, kontraktor dan subkontraktor serta pengguna akhir. Dengan kata lain, orang atau organisasi yang terlibat langsung dalam semua atau sebagian dari berbagai fase proyek disebut pemangku kepentingan langsung.

Pemangku Kepentingan Tidak Langsung

Grup ini mencakup semua yang secara tidak langsung terkait dengan proyek, seperti manajer internal organisasi dan staf pendukung yang tidak terlibat langsung dalam proyek, termasuk departemen SDM, departemen akun, sekretariat, tingkat manajemen senior yang tidak bertanggung jawab langsung atas proyek, dan terakhir keluarga manajer proyek dan anggota tim. Subbagian pemangku kepentingan tidak langsung adalah mereka yang mewakili otoritas pengatur, seperti pemerintah nasional dan lokal, utilitas publik, organisasi perizinan dan inspeksi, lembaga teknis, badan profesional, dan kelompok kepentingan pribadi seperti pemegang saham, serikat pekerja, dan kelompok penekan.

Masing-masing grup ini dapat berisi:

- Pemangku kepentingan positif yang mendukung maksud dan tujuan proyek, dan
- Pemangku kepentingan negatif yang tidak mendukung proyek dan tidak ingin proyek dilanjutkan.

Pemangku kepentingan langsung terutama terdiri dari pemangku kepentingan positif karena merekalah yang peduli dengan desain dan implementasi proyek dengan tujuan menyelesaikannya dalam parameter waktu, biaya dan kualitas/kinerja yang ditentukan. Mereka termasuk sponsor, manajer proyek dan tim desain proyek dan konstruksi/pemasangan. Grup ini juga dapat memiliki pemangku kepentingan negatif seperti karyawan pengguna akhir, yang lebih memilih untuk mempertahankan fasilitas yang ada karena instalasi baru dapat mengakibatkan relokasi atau bahkan redundansi.

Kelompok tidak langsung memiliki paling banyak pemangku kepentingan negatif potensial. Ini dapat mencakup kelompok penekan lingkungan, serikat pekerja (buruh), asosiasi penduduk lokal dan bahkan politisi (biasanya oposisi) yang menolak proyek pada prinsipnya atau dengan alasan lingkungan. Pergaulan warga setempat bisa bersifat positif atau negatif. Misalnya, ketika diputuskan untuk membangun jalan pintas di sekitar kota, penduduk di kota mungkin lebih memilih untuk mengurangi kemacetan lalu lintas di pusat kota, sementara penduduk di desa luar, yang lingkungannya akan rusak oleh kebisingan dan polusi tambahan, pasti akan memprotes dan akan mencoba menghentikan jalan yang sedang dibangun. Kelompok penekan inilah yang menyebabkan masalah terbesar bagi manajer proyek.

Dalam beberapa situasi, otoritas hukum/peraturan atau bahkan lembaga pemerintah, yang memiliki kekuasaan untuk mengeluarkan atau menahan izin, akses, cuti jalan atau persetujuan lainnya, dapat dianggap sebagai pemangku kepentingan negatif. Diplomasi dan kebijaksanaan sangat penting ketika bernegosiasi dengan organisasi yang berpotensi mengganggu, dan sangat disarankan untuk meminta para ahli untuk berpartisipasi dalam proses diskusi. Sebagian besar organisasi besar mempekerjakan tenaga kerja dan ahli hubungan masyarakat serta pengacara berpengalaman dalam metode untuk berurusan dengan pemangku kepentingan yang sulit. Layanan mereka dapat sangat membantu manajer proyek.

Oleh karena itu, agar manajer proyek dapat memanfaatkan kontribusi positif dari pemangku kepentingan dan melawan yang negatif dengan paling efektif, analisis terperinci harus dilakukan dengan menetapkan kepentingan masing-masing pemangku kepentingan positif dan negatif, dampak kepentingan ini pada proyek, kemungkinan terjadinya, terutama dalam kasus tindakan oleh pemangku kepentingan negatif dan tindakan, atau reaksi, yang akan diambil.

1.5 KRITERIA KEBERHASILAN PROYEK

Salah satu topik dalam rencana manajemen proyek adalah kriteria keberhasilan proyek. Ini adalah atribut dan tujuan paling penting yang harus dipenuhi untuk memungkinkan proyek disebut sukses. Kriteria sukses yang paling dikenal adalah penyelesaian tepat waktu, menjaga biaya proyek sesuai anggaran, dan memenuhi persyaratan kinerja dan kualitas yang ditetapkan dalam spesifikasi. Namun, di beberapa industri ada kriteria tambahan yang sama atau bahkan lebih penting. Ini bisa berupa keamanan, keberlanjutan, keandalan, warisan (kinerja jangka panjang) dan memenuhi manfaat bisnis yang diinginkan. Dapat dikatakan bahwa semua ini diabadikan dalam kinerja, tetapi tidak diragukan lagi ada perbedaan penekanan antara industri, organisasi, dan persepsi publik. Dengan kesadaran bahwa perubahan iklim memiliki dampak yang signifikan terhadap lingkungan dan kehidupan kita di masa depan, keberlanjutan dalam bentuk konservasi energi dan sumber daya alam dan pengendalian emisi karbon semuanya menjadi kriteria kinerja tersendiri, terutama karena ini akan tunduk pada undang-undang pemerintah yang lebih ketat dan lebih ketat di seluruh spektrum industri. Dalam konteks ini, keberlanjutan tentu saja terkait dengan warisan, karena generasi mendatang akan berkembang atau menderita tergantung pada keberhasilan kita dalam memenuhi kriteria penting ini.

Itu selalu mungkin bahwa selama hidup proyek, masalah muncul yang menuntut perubahan tertentu harus dibuat yang mungkin melibatkan kompromi dan trade-off untuk menjaga proyek baik pada program atau dalam batas-batas biaya. Sejauh mana kompromi ini dapat diterima atau diizinkan tergantung pada ruang lingkup dan sifatnya, dan memerlukan persetujuan dari manajer proyek dan mungkin juga sponsor dan klien. Namun, di mana perubahan yang diperkirakan akan mempengaruhi salah satu kriteria keberhasilan proyek, kompromi dari kriteria keberhasilan yang terpengaruh mungkin tidak dapat diterima dalam keadaan apa pun. Misalnya, jika salah satu kriteria keberhasilan proyek adalah proyek selesai pada atau sebelum tanggal tertentu, maka tanggal tersebut tidak dapat dikompromi, tetapi biaya dapat meningkat atau kualitas dapat dikorbankan. Kriteria keberhasilan tentu saja bisa

subjektif dan sering bergantung pada sudut pandang pengamat. Dilihat dari kriteria konvensional dari proyek yang dikelola dengan baik, yaitu biaya, waktu dan kinerja, keberhasilan, kriteria tersebut hanya dapat dicapai jika sejumlah faktor keberhasilan terpenuhi. Yang paling penting dari ini diberikan sebagai berikut:

- Tujuan yang jelas dan ringkasan proyek yang disepakati dengan klien
- Definisi proyek yang baik
- Metode perencanaan dan penjadwalan yang baik
- Kontrol waktu dan sistem umpan balik yang akurat
- Sistem pemantauan dan kontrol kinerja yang ketat
- Prosedur kontrol (variasi) perubahan yang ketat
- Ketersediaan sumber daya yang memadai (keuangan, tenaga kerja, pabrik, material)
- Manajemen puncak penuh dan dukungan sponsor
- Manajemen proyek yang kompeten
- Kontrol keuangan yang ketat
- Prosedur kontrol kualitas yang komprehensif
- Tim yang termotivasi dan terintegrasi dengan baik
- Desain yang kompeten
- Dokumentasi kontrak yang baik
- Komunikasi internal dan eksternal yang baik
- Hubungan klien yang baik
- Sistem pelaporan yang dirancang dengan baik kepada manajemen dan klien
- Stabilitas politik
- Kesadaran akan masalah lingkungan dan undang-undang terkait

Daftar ini tidak lengkap, tetapi bahkan jika salah satu fungsi atau sistem yang terdaftar tidak dilakukan secara memadai, proyek mungkin berakhir dengan kegagalan.

Indikator Kinerja Utama

Key Performance Indicator/Indikator kinerja utama (KPI) adalah kriteria utama yang dapat digunakan untuk mengukur bagian tertentu dari proyek. KPI dapat menjadi milestone yang harus dipenuhi, seperti desain yang telah ditentukan, pengiriman, instalasi, produksi, pengujian, dan tahap commissioning, tanggal pembayaran (masuk atau keluar) atau tahap penting lainnya dalam sebuah proyek. Dalam sebuah pabrik proses, KPI dapat mencakup kewajiban kinerja kontraktual seperti output atau throughput, tekanan, suhu, atau persyaratan kualitas lainnya. Bahkan ketika proyek telah ditugaskan dan diserahkan, KPI yang berkaitan dengan kinerja selama rentang waktu yang ditentukan (keandalan dan pengulangan) masih merupakan bagian dari persyaratan kontrak. Beberapa KPI tidak dapat diukur atau dibuktikan sampai proyek atau operasi setelah penyelesaian proyek telah berjalan selama beberapa tahun, tetapi ini, yang juga dapat mencakup kriteria kinerja dan keberlanjutan, tetap harus dipertimbangkan dan dimasukkan pada tahap perencanaan dan pelaksanaan. .

1.6 SIKLUS HIDUP PROYEK

Sebagian besar, jika tidak semua, proyek melalui siklus hidup yang bervariasi dengan ukuran dan kompleksitas proyek. Untuk proyek menengah hingga besar, siklus hidup umumnya akan mengikuti pola berikut:

- 1 Konsep - Ide dasar, kasus bisnis, pernyataan persyaratan, ruang lingkup
- 2 Kelayakan - Tes untuk kelayakan teknis, komersial dan keuangan, studi teknis, penilaian investasi, arus kas yang didiskontokan, dll.
- 3 Evaluasi - Aplikasi untuk dana, menyatakan risiko, opsi, waktu, biaya, kriteria kinerja
- 4 - Persetujuan Otorisasi, izin, kondisi, strategi proyek
- 5 - Implementasi Pengembangan desain, pengadaan, fabrikasi, instalasi, commissioning
- 6 - Penyelesaian Tes kinerja, serah terima ke klien, penilaian pasca proyek
- 7 - Periode pendapatan Pendapatan Operasi, produksi, pemeliharaan
- 8 - Penghentian Penutupan, penonaktifan, pembuangan

Butir tujuh dan delapan biasanya tidak termasuk dalam siklus hidup proyek, di mana proyek berakhir dengan penerbitan sertifikat penerimaan setelah uji kinerja berhasil diselesaikan. Di mana kedua fase ini disertakan, seperti, misalnya, dengan proyek pertahanan, istilah siklus hidup proyek yang diperpanjang sering digunakan. Siklus hidup proyek dari proyek TI mungkin sedikit berbeda seperti yang ditunjukkan oleh daftar berikut:

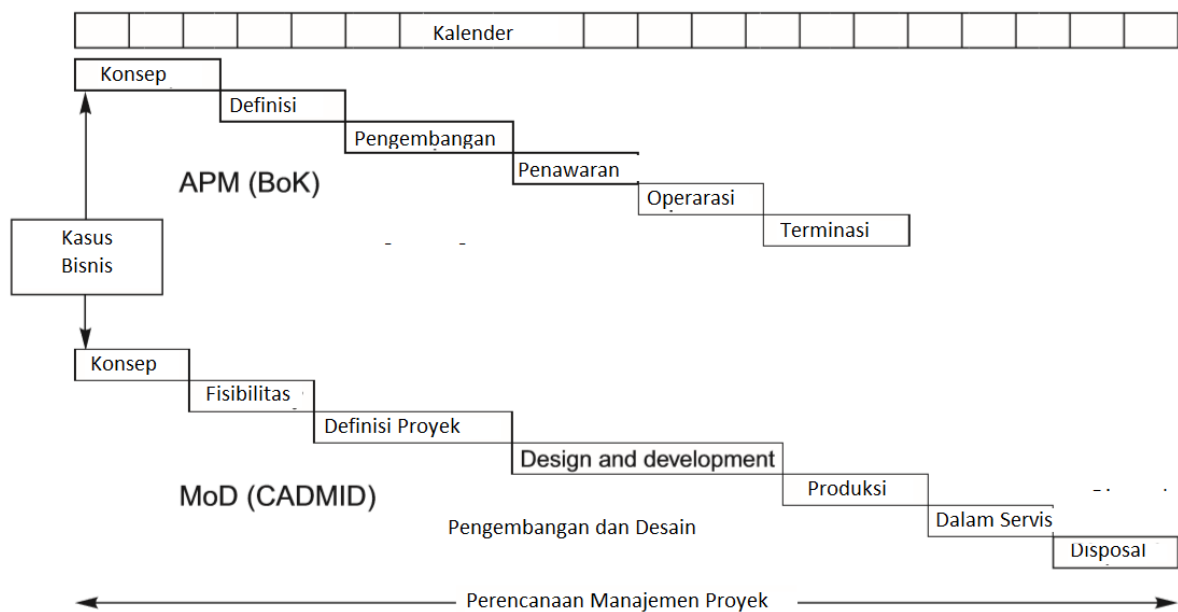
- 1 Kelayakan -
Definisi, manfaat biaya, kriteria penerimaan, waktu, perkiraan biaya
- 2 Evaluasi -
Definisi persyaratan, kriteria kinerja, proses
- 3 Fungsi
- Persyaratan fungsional dan operasional, antarmuka, desain sistem
- 4 Otorisasi -
Persetujuan, izin, prosedur pengetatan
- 5 Desain dan bangun - Desain detail, integrasi sistem, pembuatan layar, dokumentasi
- 6 Implementasi - Integrasi dan pengujian penerimaan, instalasi, pelatihan
- 7 Operasi - Pemuatan data, pengaturan dukungan, serah terima

Berjalan melalui periode siklus hidup adalah sistem kontrol dan tahap keputusan di mana posisi proyek ditinjau. Antarmuka fase siklus hidup membentuk tonggak yang nyaman untuk pembayaran kemajuan dan melaporkan kemajuan ke manajemen puncak, yang kemudian dapat membuat keputusan untuk membatalkan proyek atau menyediakan dana lebih lanjut. Dalam beberapa kasus antarmuka fase tumpang tindih, seperti dalam kasus kontrak desain dan konstruksi tertentu, di mana konstruksi dimulai sebelum desain selesai. Ini dikenal sebagai rekayasa konkuren dan sering digunakan untuk mengurangi program proyek secara keseluruhan.

Seperti yang tersirat dalam siklus kata, fase mungkin harus diubah dalam hal konten, biaya, dan durasi karena informasi baru diumpungkan kembali ke manajer proyek dan sponsor. Proyek pada dasarnya adalah organisasi dinamis yang tidak hanya secara khusus diciptakan untuk menghasilkan perubahan, tetapi juga tunduk pada perubahan. Untuk beberapa proyek, mungkin lebih mudah untuk menunjuk manajer proyek yang berbeda pada perubahan fase. Hal ini sering dilakukan di mana empat tahap pertama ditangani oleh departemen pengembangan atau penjualan, yang kemudian menyerahkan proyek tersebut ke departemen operasi untuk berbagai tahap implementasi dan penyelesaian.

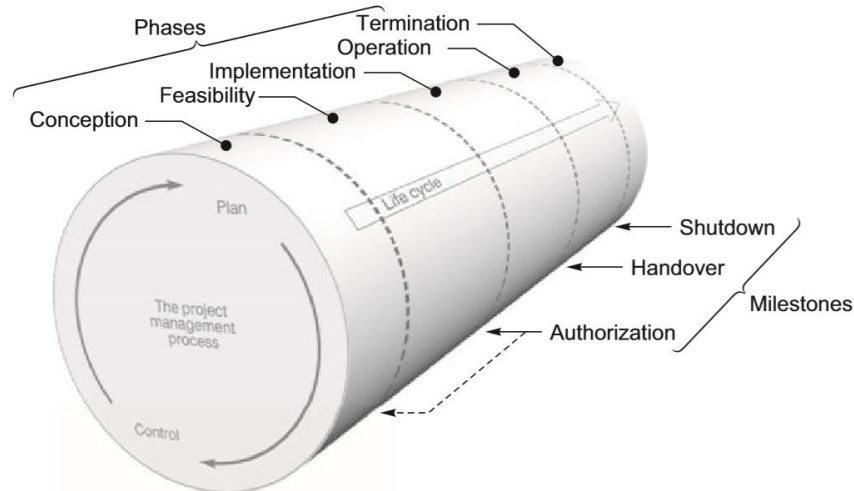
Ketika dekomisioning dan pembuangan disertakan, ini dikenal sebagai siklus hidup yang diperpanjang, karena dua tahap ini dapat terjadi bertahun-tahun setelah commissioning dan dapat dilakukan dengan baik oleh organisasi yang berbeda. Sementara semua institusi yang terkait dengan manajemen proyek menekankan pentingnya siklus proyek, International Standards Organization (ISO) lebih suka menjelaskan operasi apa yang harus dilakukan selama berbagai fase, daripada memberikan nama spesifik untuk fase tersebut.

Organisasi yang berbeda cenderung memiliki deskripsi dan urutan fase yang berbeda, dan Gambar berikut menunjukkan dua siklus hidup tipikal yang disiapkan oleh dua organisasi berbeda. Contoh pertama, seperti yang diberikan oleh Association for Project Management (APM) dalam Body of Knowledge terbaru mereka, adalah siklus hidup generik yang sangat sederhana yang hanya terdiri dari enam fase dasar. Siklus hidup kedua, sebagaimana dirumuskan oleh Kementerian Pertahanan (MoD), dengan jelas menunjukkan fase-fase yang diperlukan untuk sistem persenjataan yang khas, di mana konsep, kelayakan, dan definisi proyek menjadi tanggung jawab Kementerian Pertahanan; desain, pengembangan dan produksi dilakukan oleh pabrik; dan dalam pelayanan dan pembuangan adalah fase ketika senjata berada di tangan angkatan bersenjata.



Gambar 1.4 Contoh siklus hidup proyek.

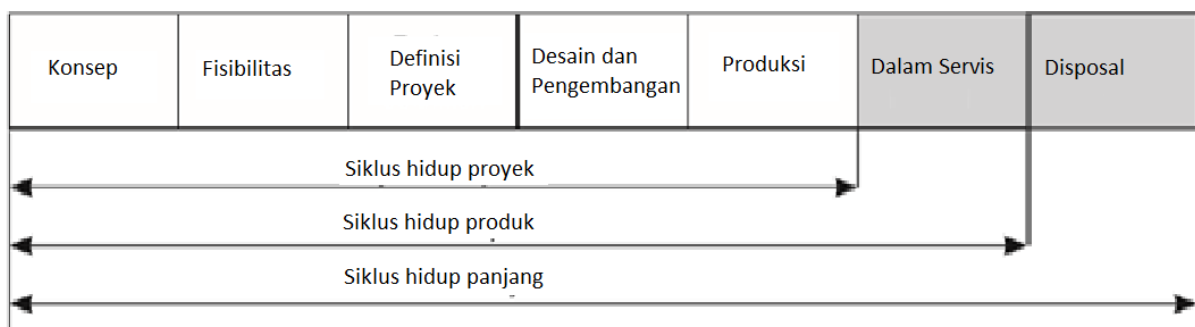
Diagram juga menunjukkan skala kalender di atasnya. Meskipun ini tidak sepenuhnya diperlukan, dapat dilihat bahwa jika panjang batang yang mewakili fase digambar sebanding dengan waktu yang dibutuhkan oleh fase, presentasi seperti itu dapat digunakan sebagai dokumen pelaporan tingkat tinggi, yang menunjukkan fase mana yang lengkap atau sebagian lengkap dalam kaitannya dengan jadwal asli.



Gambar 1.5 Siklus hidup manajemen proyek.

Poin penting untuk dicatat bahwa setiap organisasi harus mengembangkan diagram siklus hidupnya sendiri untuk memenuhi kebutuhan khususnya. Di mana siklus hidup mencakup semua fase dari awal hingga akhir, ini sering disebut siklus hidup program, karena mencakup seluruh program yang dapat disampaikan. Istilah siklus hidup proyek kemudian dibatasi pada fase-fase yang merupakan proyek dalam program (misalnya, periode desain, pengembangan, dan manufaktur).

Titik keputusan atau tonggak (kadang-kadang disebut titik pemicu atau gerbang) berhubungan dengan fase siklus hidup. Di setiap gerbang, pemeriksaan harus dilakukan untuk memastikan bahwa proyek masih layak, bahwa itu masih sesuai jadwal, bahwa biaya masih dalam anggaran, bahwa sumber daya yang cukup tersedia untuk tahap berikutnya dan bahwa risiko yang dirasakan dapat dikelola. Siklus hidup proyek MoD dapat dibagi menjadi siklus hidup proyek, yaitu fase di bawah kendali tim proyek (konsepsi hingga produksi), siklus hidup produk, fase menarik bagi sponsor, yang sekarang mencakup kinerja dalam layanan dan terakhir siklus hidup yang diperpanjang, yang mencakup pembuangan. Dari sudut pandang kontraktor, siklus hidup proyek hanya dapat mencakup desain, pengembangan, dan produksi. Oleh karena itu, dapat dilihat bahwa tidak ada aturan yang tegas tentang di mana titik demarkasi berada, karena setiap organisasi akan menentukan fase dan siklus hidupnya sendiri sesuai dengan metode kerjanya.



Gambar 1.6 Siklus hidup proyek Kementerian Pertahanan.

1.7 ESTIMASI

Estimasi merupakan bagian penting dari manajemen proyek, karena menjadi dasar untuk pengendalian biaya selanjutnya. Jika perkiraan untuk suatu proyek terlalu rendah, perusahaan mungkin akan kehilangan uang dalam pelaksanaan pekerjaan. Jika perkiraan terlalu tinggi, perusahaan mungkin kehilangan kontrak karena harga yang terlalu mahal. Seperti yang dijelaskan pada bagian struktur rincian kerja, ada dua metode dasar estimasi: top-down dan bottom-up. Namun, sayangnya hanya dalam beberapa situasi, biaya tersedia dalam bentuk untuk dimasukkan ke dalam kotak paket pekerjaan. Oleh karena itu, perlu untuk menghasilkan perkiraan yang realistis untuk setiap paket, dan memang untuk keseluruhan proyek, sebelum perkiraan biaya yang berarti dapat dilakukan. Untuk sebagian besar perkiraan yang memerlukan tingkat akurasi yang wajar, metode yang digunakan harus dari bawah ke atas. Prinsip ini digunakan dalam tagihan kuantitas, yang secara harfiah dimulai di bagian bawah proses konstruksi, pembersihan tanah dan pondasi, dan bekerja melalui urutan bangunan ke tahap akhir seperti pengecatan dan dekorasi.

Memperkirakan biaya suatu proyek memerlukan pendekatan terstruktur, tetapi metode apa pun yang digunakan, hal pertama yang harus ditentukan adalah tingkat akurasi yang diperlukan. Ini tergantung pada status proyek dan informasi yang tersedia. Ada empat metode estimasi utama yang digunakan, bervariasi dari yang sangat mendekati hingga yang sangat akurat. Ini adalah:

1. Subyektif (derajat akurasi $\pm 20\%$ – 40%)
2. Parametrik (derajat akurasi $\pm 10\%$ – 20%)
3. Komparatif (derajat akurasi $\pm 10\%$)
4. Analisis (derajat akurasi $\pm 5\%$)

Subyektif

Pada tahap proposal, kontraktor mungkin hanya dapat memberikan 'angka rata-rata' untuk memberi klien atau sponsor perkiraan 'perasaan' tentang kemungkinan biaya. Metode estimasi yang digunakan dalam kasus ini akan menjadi subjektif atau parametrik perkiraan. Dalam kedua kasus, tingkat akurasi akan sangat bergantung pada pengalaman penaksir. Saat menggunakan metode subjektif, penaksir bergantung pada pengalamannya dari proyek serupa untuk memberikan indikasi biaya yang sebagian besar didasarkan pada 'firasat'. Faktor geografis dan politik serta tenaga kerja dan materi yang lebih jelas harus diperhitungkan. Metode perkiraan seperti itu sering diberi nama yang meremehkan 'menebak'.

Parametrik

Metode parametrik akan digunakan pada tahap persiapan anggaran, tetapi bergantung pada pekerjaan atau pengalaman masa lalu berbasis data yang baik. Dengan menggunakan rumus atau rasio empiris yang terkenal, di mana biaya dapat dikaitkan dengan karakteristik khusus dari bagian atau area proyek yang diketahui, adalah mungkin untuk menghasilkan perkiraan yang baik yang menjadi dasar keputusan perusahaan. Jelas, perkiraan tersebut perlu dikualifikasikan untuk memungkinkan faktor eksternal dinilai secara terpisah. Misalnya, seorang arsitek akan dapat memberikan perkiraan parametrik dari sebuah rumah baru setelah ia diberi kubus (tinggi \times panjang \times kedalaman) dari bangunan yang diusulkan dan standar konstruksi atau penyelesaian. Perkiraan akan berada dalam £/meter kubik struktur.

Demikian pula, blok kantor sering diperkirakan dalam £/meter persegi luas lantai. Kualifikasinya adalah lokasi, kondisi tanah, biaya tanah, dll. Contoh lain dari perkiraan parametrik adalah ketika fabrikator baja struktural memberikan harga fabrikasi dalam IDR/ton baja, tergantung pada apakah bagian baja adalah balok berat dan kolom atau kisi-kisi ringan. Dalam kedua kasus, perkiraan mungkin atau mungkin tidak termasuk biaya baja itu sendiri.

Perbandingan (dengan Analogi)

Sebagai alternatif metode parametrik, metode estimasi komparatif dapat digunakan untuk penyusunan anggaran. Ketika sebuah proyek baru sangat mirip dengan proyek lain yang baru saja selesai, perbandingan cepat dapat dibuat dari fitur-fitur yang menonjol. Metode ini didasarkan pada biaya dari jadwal komponen utama yang disederhanakan yang digunakan pada pekerjaan serupa sebelumnya. Bahkan dimungkinkan untuk menggunakan biaya proyek lengkap berukuran serupa yang telah memiliki pengalaman langsung (dan lebih disukai baru-baru ini). Tunjangan karena harus jelas dibuat untuk perbedaan kecil yang tak terelakkan, inflasi dan kemungkinan eskalasi biaya lainnya. Contoh perkiraan komparatif tersebut adalah pemasangan sistem komputer baru di sebuah gedung ketika sistem yang hampir identik (dan terbukti) dipasang 6 bulan sebelumnya di gedung lain. Harus ditekankan bahwa perkiraan seperti itu tidak memerlukan rincian rinci.

Analitis

Setelah proyek disetujui, perkiraan anggaran kerja akan diperlukan untuk mengendalikan biaya proyek. Ini biasanya memerlukan perkiraan analitis atau daftar kuantitas. Jenis perkiraan ini juga mungkin diperlukan jika kontraktor harus mengajukan tender harga tetap, karena setelah kontrak ditandatangani, tidak ada penyesuaian harga kecuali oleh faktor inflasi atau variasi yang diizinkan oleh klien. Seperti namanya, ini adalah metode estimasi yang paling akurat, tetapi membutuhkan proyek untuk dipecah menjadi beberapa bagian, subbagian dan akhirnya komponen individu. Setiap komponen kemudian harus diberi nilai biaya (dan sebaiknya juga kode biaya) termasuk bahan dan tenaga kerja. Nilai-nilai, yang kadang-kadang disebut sebagai 'norma', biasanya diambil dari database, atau arsip perusahaan, dan harus diperbarui secara individual atau diperhitungkan untuk mencerminkan situasi politik dan lingkungan saat ini.

Contoh perkiraan analitis adalah norma yang digunakan oleh industri petrokimia di mana ada nilai untuk pemasangan perpipaan tergantung pada diameter pipa, ketebalan dinding, komposisi material, ketinggian dari permukaan tanah dan apakah berflensa atau dilas. Norma diberikan sebagai biaya/meter linier, yang kemudian dikalikan dengan meteran termasuk penyisihan pemborosan. Kontinjensi, overhead dan keuntungan kemudian ditambahkan ke jumlah total.

Surveyor kuantitas akan membebankan biaya bangunan atau struktur dengan mengukur gambar arsitek dan menerapkan biaya untuk setiap meter persegi dinding atau atap, setiap pintu dan jendela dan sistem seperti pemanas, pipa ledeng, listrik. Perkiraan tersebut dikenal sebagai tagihan kuantitas dan bersama-sama dengan jadwal tarif untuk variasi biaya membentuk dasar dari sebagian besar kontrak bangunan dan teknik sipil. Keakuratan perkiraan tersebut lebih baik dari $\pm 5\%$, tergantung pada kualifikasi yang menyertai perkiraan tersebut. Tarif yang digunakan dalam tagihan kuantitas (bila diproduksi oleh kontraktor)

biasanya termasuk tenaga kerja, bahan, pabrik, biaya overhead dan keuntungan yang diantisipasi, tetapi bila diproduksi oleh surveyor kuantitas independen, dua item terakhir mungkin harus ditambahkan oleh kontraktor.

Sayangnya, tarif gabungan tersebut tidak ideal untuk tujuan perencanaan karena faktor waktu hanya berkaitan dengan konten tenaga kerja. Untuk mengatasi masalah ini, Stasiun Penelitian Pada tahun 1970 mengembangkan jenis tagihan baru yang disebut 'tagihan operasional' di mana tenaga kerja ditampilkan secara terpisah dari komponen lain, sehingga membuatnya kompatibel dengan teknik perencanaan jalur kritis. Namun, metode baru ini tidak pernah benar-benar diterima oleh industri dan terutama oleh profesi survei kuantitas.

Sejumlah buku perkiraan telah diterbitkan untuk membantu penaksir, yang menyediakan bahan dan biaya tenaga kerja dengan sangat rinci untuk hampir setiap operasi atau perdagangan yang digunakan dalam bisnis konstruksi. Biaya ini diberikan secara terpisah untuk tenaga kerja berdasarkan jumlah jam kerja yang dibutuhkan dan biaya bahan sesuai dengan unit pengukuran yang sesuai seperti panjang meter, meter persegi atau meter kubik. Sebagian besar buku-buku ini juga memberikan tarif gabungan termasuk bahan, tenaga kerja, overhead dan laba. Karena tarif bahan dan tenaga kerja berubah setiap tahun karena inflasi atau faktor lain, buku-buku ini harus diterbitkan ulang setiap tahun untuk mencerminkan tarif saat ini. Akan tetapi, penting untuk diingat bahwa buku-buku ini hanyalah panduan dan memerlukan tingkat yang diberikan untuk difaktorkan tergantung pada kondisi lokasi, lokasi geografis, dan faktor lain yang dianggap signifikan oleh penaksir.

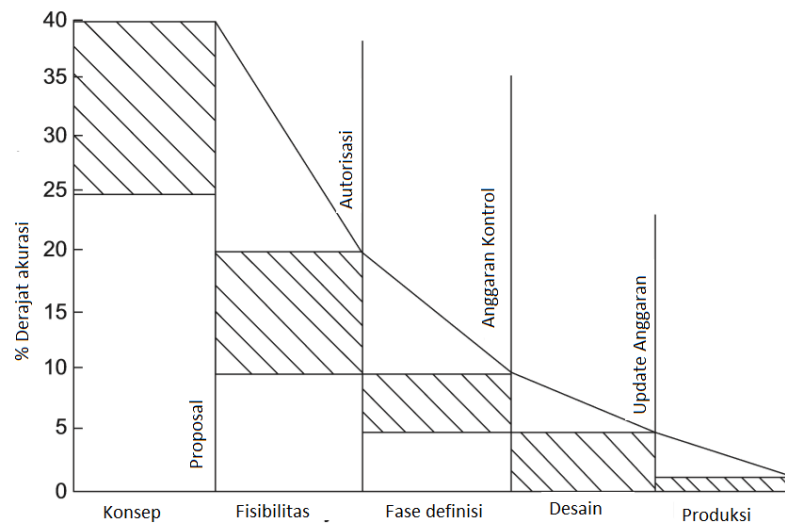
Variasi persentase pada semua tahap harus selalu dicakup oleh penyisihan kontinjensi yang memadai yang harus ditambahkan ke perkiraan akhir untuk menutupi kemungkinan, kemungkinan, dan risiko yang tidak diketahui, yang dapat berupa teknis, politik, lingkungan, administratif, dll. tergantung pada hasilnya analisis risiko yang lebih formal. Penambahan lebih lanjut dari overhead dan laba memberikan harga (yaitu, apa yang diminta untuk dibayar oleh pelanggan). Harus ditekankan bahwa estimasi rinci tersebut tidak terbatas pada industri konstruksi (bangunan atau teknik sipil). Setiap proyek, dengan waktu yang cukup, dapat dipecah menjadi tenaga kerja, bahan, pabrik dan konten overhead dan penetapan biaya dapat dilakukan dengan sangat akurat.

Terkadang, estimasi yang dihasilkan oleh estimator diubah secara drastis oleh manajemen senior untuk mencerminkan kondisi pasar, volume pekerjaan saat ini di perusahaan, atau kekuatan persaingan yang dirasakan. Namun, dari sudut pandang kontrol, perubahan harga akhir seperti itu harus diabaikan, yang dalam hal apapun biasanya terbatas pada bagian overhead dan keuntungan dan berada di luar kendali manajer proyek. Ketika penyesuaian harga seperti itu menurun, setiap upaya harus dilakukan untuk memulihkan 'kerugian' ini dengan mempraktikkan manajemen nilai selama periode proyek. Sistem komputer dan persiapan perangkat lunak, yang jauh lebih sulit untuk diperkirakan daripada pekerjaan konstruksi karena prosesnya yang inovatif dan belum dicoba secara fundamental, dapat diperkirakan dengan menggunakan poin-poin berikut:

1. Analisis titik fungsi, di mana jumlah fungsi perangkat lunak, seperti input, output, file, antarmuka, dll. dihitung, diberi bobot, dan disesuaikan untuk kompleksitas dan

kepentingannya. Setiap fungsi kemudian diberi nilai biaya dan digabungkan untuk menemukan biaya keseluruhan.

2. Baris kode yang akan digunakan dalam program. Nilai biaya dapat dianggap berasal dari setiap baris.
3. Perkiraan jam kerja lain berdasarkan pengalaman pekerjaan sebelumnya atau serupa, dengan mempertimbangkan faktor-faktor baru seperti inflasi, lingkungan baru, dan organisasi klien.



Gambar 1.7 Kurva fase/akurasi.

Meskipun penting untuk menghasilkan estimasi terbaik pada setiap tahap, tingkat akurasi akan bervariasi dengan fase proyek. Ketika proyek berkembang dan informasi tambahan atau lebih akurat tersedia, perkiraan menjadi lebih akurat tidak dapat dihindari. Ini kadang-kadang dikenal sebagai perkiraan gelombang bergulir, dan sementara biaya yang direvisi ini harus digunakan untuk tahap perkiraan berikutnya, setelah tahap anggaran akhir yang sebenarnya telah tercapai dan harga telah diterima oleh klien, penyempurnaan biaya lebih lanjut hanya akan dilakukan berguna untuk memperbarui perkiraan biaya bulanan, yang dapat mempengaruhi laba rugi tanpa mengubah harga atau mengontrol anggaran seperti yang digunakan dalam metode nilai yang diperoleh.

Ketika memperkirakan jam kerja yang terkait dengan aktivitas dalam program jaringan, mungkin sulit untuk meyakinkan orang-orang tertentu untuk berkomitmen memberikan perkiraan jam kerja yang pasti. Dalam kasus seperti itu, hanya untuk memperoleh respons yang realistis, mungkin bermanfaat untuk menggunakan pendekatan 'perkiraan tiga kali', $t = (a + 4m + b)/6$. Dalam rumus ini, t adalah waktu yang diharapkan atau paling mungkin, a adalah waktu yang paling optimis, b adalah waktu yang paling pesimis dan m adalah waktu yang paling mungkin. Dalam kebanyakan kasus m , waktu yang paling mungkin, cukup untuk perkiraan, karena perbedaan numerik antara ini dan hasil yang diperoleh dengan menerapkan rumus secara ketat sangat kecil dalam banyak kasus.

1.8 PERENCANAAN MANAJEMEN PROYEK

Segera setelah manajer proyek menerima instruksi singkat atau proyeknya, dia harus membuat dokumen yang menyaring informasi yang umumnya sangat banyak menjadi bentuk yang ringkas, informatif, dan terorganisir dengan baik yang dapat didistribusikan ke semua anggota tim proyek dan semua pemangku kepentingan dalam proyek. Dokumen ini disebut rencana manajemen proyek (PMP). Itu juga kadang-kadang hanya disebut rencana proyek, atau di beberapa organisasi prosedur koordinasi.

PMP adalah salah satu dokumen kunci yang diperlukan oleh manajer proyek dan timnya. Ini daftar fase dan merangkum semua parameter utama, standar dan persyaratan proyek dalam hal waktu, biaya dan kualitas / kinerja dengan menetapkan 'Mengapa', 'Apa', 'Kapan', 'Siapa', 'Di mana' dan 'Bagaimana' proyek tersebut. Di beberapa organisasi, PMP juga memasukkan 'Berapa', yaitu biaya proyek. Namun, mungkin ada alasan komersial yang baik untuk membatasi informasi ini kepada anggota kunci dari tim proyek. Isi PMP bervariasi tergantung pada jenis proyek. Meskipun dapat berjalan ke beberapa volume untuk proyek petrokimia besar, itu tidak perlu lebih dari pengikat tipis untuk proyek kecil yang tidak canggih. Namun, ada sejumlah area dan aspek yang harus selalu ditampilkan dalam dokumen semacam itu. Ini diatur dengan sangat jelas dalam Tabel 1 dari BS 6079-1-2002. Dengan izin BSI, judul utama dari rencana proyek model diberikan berikut ini, tetapi ditambah dan diatur ulang di bagian yang diberikan di bawah ini.

1. Kata Pengantar
2. Isi, distribusi dan catatan amandemen
3. Pendahuluan
 - a. Buku harian proyek
 - b. Sejarah proyek

Mengapa?
4. Maksud dan tujuan proyek
 - a. Kasus bisnis The What
5. Gambaran umum
 - a. Cakupan
 - b. Persyaratan proyek
 - c. Keamanan dan privasi proyek
 - d. Filosofi manajemen proyek
 - e. Sistem pelaporan manajemen Kapan
6. Manajemen program
 - a. Metode program
 - b. Perangkat lunak program
 - c. Siklus hidup proyek
 - d. Tanggal-tanggal penting
 - e. Tonggak sejarah dan grafik slip tonggak
 - f. Grafik batang dan jaringan jika tersedia The Who
7. Organisasi proyek
8. Manajemen sumber daya proyek

9. Organisasi tim proyek
 - a. Direktori staf proyek
 - b. Bagan organisasi
 - c. Kerangka acuan (TOR)
 - i. Untuk staf
 - ii. Untuk manajer proyek
 - iii. Untuk komite dan kelompok kerja
10. Persyaratan pengiriman
 - a. Persyaratan dan ketentuan lokasi
 - b. Persyaratan pengiriman
 - c. Batasan utama Cara
11. Persetujuan proyek diperlukan dan batas otorisasi
12. Harmonisasi proyek
13. Strategi pelaksanaan proyek
 - a. Rencana pelaksanaan
 - b. Integrasi sistem
 - c. Pekerjaan proyek selesai
14. Prosedur penerimaan
15. Strategi pengadaan
 - a. Kendala budaya dan lingkungan
 - b. Kendala politik
16. Manajemen kontrak
17. Manajemen komunikasi
18. Manajemen konfigurasi
 - a. Persyaratan kontrol konfigurasi
 - b. Sistem manajemen konfigurasi
19. Manajemen keuangan
20. Manajemen risiko
 - a. Risiko utama yang dirasakan
21. Manajemen teknis
22. Pengujian dan evaluasi
23. Jaminan dan jaminan
 - a. Manajemen keandalan
 - b. Ketersediaan, keandalan, dan perawatan (ARM) 23.2 Manajemen mutu
24. Manajemen kesehatan dan keselamatan
25. Masalah lingkungan
26. Manajemen dukungan logistik terpadu (ILS)
27. Prosedur kehilangan

Penomoran judul utama harus distandarisasi untuk semua proyek dalam organisasi. Dengan cara ini pembaca akan cepat belajar mengasosiasikan nomor klausa dengan subjek. Ini tidak hanya akan memungkinkan dia untuk menemukan informasi yang dibutuhkan dengan cepat tetapi juga akan membantu manajer proyek ketika dia harus menulis PMP. Sistem penomoran

akan berlaku sebagai daftar periksa yang nyaman. Jika item atau judul tertentu tidak diperlukan, yang terbaik adalah memasukkan 'tidak berlaku' (atau NA), membiarkan sistem penomoran standar tetap utuh.

Selain memberikan semua informasi penting tentang proyek antara dua sampul, untuk referensi cepat, PMP melayani fungsi lain yang sangat berguna. Di banyak organisasi, ruang lingkup, dan persyaratan teknis dan kontraktual proyek disepakati pada tahap awal oleh proposal atau departemen penjualan. Hanya ketika proyek menjadi kenyataan, manajer proyek ditunjuk. Dengan harus mengasimilasi semua data ini dan menulis PMP semacam itu (biasanya dalam waktu 2 minggu setelah pertemuan serah terima), manajer proyek pasti akan memperoleh pemahaman menyeluruh tentang persyaratan proyek saat dia mencerna dokumentasi yang sering kali sangat banyak yang disepakati dengan klien atau mensponsori. Jelas, tidak setiap proyek memerlukan perincian yang tepat yang diberikan dalam daftar ini, dan setiap organisasi dapat menambah atau memperluas daftar ini agar sesuai dengan proyek. Jika ada perubahan selanjutnya, PMP harus segera diamandemen setelah perubahan terlihat, sehingga setiap anggota tim proyek segera mengetahui revisi terbaru. Perubahan tersebut harus diberi nomor pada catatan perubahan di awal PMP, dan diberi keterangan pada halaman dan klausa yang bersangkutan dengan nomor atau huruf perubahan yang sama.

Metode dan Prosedur

Metode dan prosedur adalah kerangka kerja manajemen proyek dan diperlukan sepanjang siklus hidup proyek. Semua prosedur dan proses yang relevan ditetapkan dalam rencana manajemen proyek, di mana mereka disesuaikan agar sesuai dengan proyek tertentu. Metode dan prosedur harus distandarisasi dalam suatu organisasi untuk memastikan bahwa manajer proyek tidak menggunakan metode kesayangan mereka sendiri atau 'menemukan kembali roda'. Semua metode dan prosedur standar organisasi serta beberapa sistem dan proses utama harus diabadikan dalam manual proyek perusahaan. Ini kemudian harus dibaca dan ditandatangani oleh setiap manajer proyek yang kemudian akan terbiasa dengan sistem perusahaan, dan dengan demikian menghindari duplikasi yang boros dan mahal. Isi utama dari manual tersebut adalah metode dan prosedur yang meliputi:

- Kebijakan dan misi perusahaan
- Organisasi perusahaan dan bagan organisasi
- Akuntabilitas dan tanggung jawab
- Estimasi
- Analisis risiko
- Pengendalian biaya
- Perencanaan dan analisis jaringan
- Manajemen nilai yang diperoleh
- Manajemen sumber daya
- Manajemen perubahan (kontrol perubahan)
- Manajemen konfigurasi
- Pengadaan (penawaran persiapan, pembelian, percepatan, inspeksi, pengiriman)
- Manajemen kontrak dan dokumentasi

- Manajemen dan kontrol kualitas
- Manajemen nilai dan rekayasa nilai
- Manajemen masalah
- Standar desain
- Manajemen informasi dan distribusi dokumen
- Komunikasi
- Kesehatan dan keselamatan
- Manajemen konflik
- Persyaratan dan tinjauan penutupan

Akan terlihat bahwa daftar ini sangat lengkap, tetapi dalam setiap kasus sebagian besar dokumentasi yang diperlukan dapat distandarisasi. Selalu ada situasi di mana metode atau prosedur tertentu harus disesuaikan dengan keadaan atau di mana sistem harus disederhanakan, tetapi standar yang ditetapkan dalam manual membentuk garis dasar yang bertindak sebagai panduan untuk modifikasi yang diperlukan.

Beberapa departemen pemerintah, sejumlah otoritas lokal dan badan publik lainnya telah mengadopsi metodologi manajemen proyek yang disebut PRINCE 2 (singkatan untuk proyek dalam lingkungan yang terkendali). Ini dikembangkan oleh Badan Komputer dan Telekomunikasi Pusat (CCTA) untuk kontrak TI dan pemerintah, tetapi tidak disukai di industri konstruksi karena sejumlah perbedaan dalam pendekatan prosedur pelaporan, tanggung jawab manajemen, dan penilaian jangka waktu sehubungan dengan sumber daya.

1.9 MANAJEMEN RESIKO

Setiap hari kita mengambil risiko. Jika kita menyeberang jalan, kita berisiko terlindas. Jika kita menuruni tangga, kita berisiko kehilangan satu langkah dan terjatuh. Mengambil risiko adalah kejadian umum yang cenderung kita abaikan. Memang, hidup akan menjadi tak tertahankan jika kita terus-menerus khawatir apakah kita harus melakukan tugas atau tindakan tertentu atau tidak, karena risikonya dapat diterima atau tidak.

Namun, dengan proyek, kemewahan mengabaikan risiko ini tidak dapat diizinkan. Sesuai sifatnya, karena proyek secara inheren unik dan sering kali menggabungkan teknik dan prosedur baru, proyek tersebut rentan terhadap risiko dan risiko harus dipertimbangkan sejak awal. Kemudian harus tunduk pada tinjauan reguler dan prosedur investigasi yang disiplin yang dikenal sebagai manajemen risiko. Sebelum menerapkan prosedur manajemen risiko, banyak organisasi membuat rencana manajemen risiko. Ini adalah dokumen yang dihasilkan pada awal proyek yang menetapkan persyaratan strategis untuk penilaian risiko dan prosedur manajemen risiko secara keseluruhan. Dalam situasi tertentu, rencana manajemen risiko harus dibuat pada tahap estimasi atau tender kontrak untuk memastikan bahwa ketentuan yang memadai dibuat dalam peningkatan biaya dokumen tender.

Rencana manajemen proyek (PMP) harus mencakup resume rencana manajemen risiko, yang pertama-tama akan menentukan ruang lingkup dan area di mana manajemen risiko diterapkan, terutama jenis risiko yang akan diselidiki. Ini juga akan menentukan teknik mana yang akan digunakan untuk identifikasi dan penilaian risiko, apakah analisis SWOT (kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman) diperlukan dan risiko mana (jika ada) yang

memerlukan analisis kuantitatif yang lebih ketat seperti metode simulasi Monte Carlo. Rencana manajemen risiko akan menetapkan jenis, isi, dan frekuensi laporan, peran pemilik risiko, dan definisi kriteria dampak dan probabilitas dalam istilah kualitatif dan/atau kuantitatif yang mencakup biaya, waktu dan kualitas/kinerja.

Isi utama dari rencana manajemen risiko adalah sebagai berikut:

- Pengenalan umum. Menjelaskan perlunya proses manajemen risiko;
- Deskripsi Proyek. Hanya diperlukan jika merupakan dokumen yang berdiri sendiri dan bukan merupakan bagian dari PMP;
- Jenis risiko. Politik, teknis, keuangan, lingkungan, keamanan, keselamatan, program, dll.;
- Proses risiko. Metode kualitatif dan/atau kuantitatif, jumlah maksimum risiko yang akan dicantumkan;
- Alat dan teknik. Metode identifikasi risiko, ukuran matriks P-I, analisis komputer, dll.;
- Laporan risiko. Memperbarui periode daftar risiko, laporan pengecualian, laporan perubahan, dll.; dan
- Lampiran. Persyaratan proyek yang penting, bahaya, masalah luar biasa, dll.

Rencana manajemen risiko suatu organisasi harus mengikuti pola standar untuk meningkatkan keakrabannya (bukan seperti kondisi standar kontrak), tetapi setiap proyek akan memerlukan versi yang dipesan lebih dahulu untuk mencakup persyaratan spesifik dan risiko yang diantisipasi.

Manajemen risiko terdiri dari lima tahap berikut, yang jika diikuti secara religius, akan memungkinkan seseorang untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang risiko proyek yang dapat membahayakan kriteria biaya, waktu, kualitas dan keselamatan proyek. Tiga tahap pertama sering disebut sebagai analisis kualitatif dan sejauh ini merupakan tahap proses yang paling penting.

Tahap 1: Kesadaran Risiko

Ini adalah tahap di mana tim proyek mulai menghargai bahwa ada risiko yang harus dipertimbangkan. Risiko mungkin ditunjukkan oleh orang luar, atau tim mungkin dapat memanfaatkan pengalaman kolektif mereka sendiri. Poin penting adalah begitu sikap pikiran ini ditetapkan, yaitu bahwa proyek, atau aspek-aspek tertentu darinya, berisiko, itu mengarah dengan sangat cepat ke identifikasi risiko.

Tahap 2: Identifikasi Risiko

Ini pada dasarnya adalah upaya tim di mana ruang lingkup proyek, sebagaimana ditetapkan dalam spesifikasi, kontrak dan WBS (jika ditarik), diperiksa dan setiap aspek diselidiki untuk kemungkinan risiko. Untuk memulai investigasi, tim mungkin melakukan sesi brainstorming dan menggunakan daftar cepat (berdasarkan aspek spesifik seperti masalah hukum atau teknis) atau daftar periksa yang disusun dari masalah risiko dari proyek serupa sebelumnya. Dimungkinkan juga untuk memperoleh pendapat ahli atau melakukan wawancara dengan pihak luar. Produk akhir adalah daftar panjang aktivitas yang mungkin dipengaruhi oleh satu atau beberapa situasi yang merugikan atau kejadian yang tidak diharapkan. Risiko yang umumnya harus dipertimbangkan dapat dengan mudah dibagi menjadi empat bidang utama.

Setiap risiko yang berlaku di setiap area kemudian dapat diperiksa dengan proses penyaringan lebih lanjut seperti yang ditunjukkan oleh sampel yang diberikan berikut ini:

Resiko Proyek			
Organisasi	Lingkungan	Teknikal	Finansial
Manajemen	Legislasi	Teknologi	Keuangan
Sumber daya	Politik	Kontrak	Tingkat Perubahan
Perencanaan	Tekanan Kelompok	Desain	Ekalasi
Tenaga Kerja	Pajak Lokal	Manufktur	Stabilitas Keuangan dari :
Kesehatan dan Keamanan	Cuaca	Konstruksi	(a) Proyek
Klaim	Emisi	Komisi	(b) Klien
Kebijakan	Keamanan	Tes	(c) Supplier

Beberapa risiko dapat dikategorikan dalam lebih dari satu area atau bagian, seperti kerusakan sipil, yang dapat menjadi masalah politik dan juga masalah keamanan.

Teknis	Teknologi atau bahan baru, kegagalan pengujian
Lingkungan	Kondisi cuaca yang tidak terduga, pembatasan lalu lintas
Operasional	Sistem dan prosedur baru, kebutuhan pelatihan
Budaya	Mendirikan adat dan kepercayaan, hari raya keagamaan
Finansial	Pembekuan modal, kebangkrutan pemangku kepentingan, fluktuasi mata uang
Hukum	Hukum setempat, kurangnya kejelasan kontrak
Komersial	Perubahan kondisi pasar atau pelanggan
Sumber daya	Kekurangan staf, operator, pabrik atau bahan
Ekonomis	Perlambatan ekonomi, perubahan harga komoditas
Politik	Perubahan kebijakan pemerintah atau pemerintah pusat atau daerah
Keamanan	Keamanan, pencurian, perusakan, gangguan sipil

Dampak	Berat			
	Medium			
	Rendah			
	Nil			
		Rendah	Probabilitas Medium	Tinggi

Gambar 1.8 menunjukkan tata letak bagan seperti itu. Sebuah analisis kuantitatif sekarang dapat mengikuti, yang dikenal sebagai evaluasi risiko.

Tahap 3: Penilaian Risiko

Ini adalah tahap kualitatif di mana dua atribut utama risiko, probabilitas dan dampak, diperiksa. Probabilitas risiko menjadi kenyataan harus dinilai dengan menggunakan pengalaman dan/atau data statistik, seperti grafik cuaca historis atau laporan penutupan dari

proyek sebelumnya. Setiap risiko kemudian dapat diberi peringkat probabilitas Tinggi, Sedang atau Rendah. Dengan cara yang sama, dengan mempertimbangkan semua data statistik yang tersedia, sejarah proyek masa lalu dan pendapat ahli, dampak atau efek pada proyek dapat dinilai sebagai Parah, Sedang atau Rendah. Sebuah matriks sederhana sekarang dapat dibuat yang mengidentifikasi apakah suatu risiko harus diambil lebih jauh. Setiap risiko sekarang dapat diberi nomor risiko, sehingga memungkinkan untuk membuat bagan sederhana yang mencantumkan semua risiko yang dipertimbangkan sejauh ini. Bagan ini akan menunjukkan nomor risiko, deskripsi singkat, kategori risiko, peringkat probabilitas, peringkat dampak (dalam arti Tinggi, Sedang atau Rendah) dan pemilik risiko yang bertanggung jawab untuk memantau dan mengelola risiko selama umur proyek.

Tabel probabilitas versus dampak. Tabel tersebut dapat digunakan untuk setiap risiko yang layak untuk penilaian lebih lanjut, dan untuk menilai, misalnya, semua risiko utama terhadap suatu proyek atau program.

Diagram Ringkasan Risiko				
No. Risiko	Deskripsi	Tingkat Probabilitas	Tingkat dampak	Pemilik Risiko

Gambar 1.9 Diagram ringkasan risiko

Tahap 4: Evaluasi Risiko

Sekarang dimungkinkan untuk memberikan nilai komparatif, seringkali dalam skala 1 hingga 10, terhadap probabilitas dan dampak dari setiap risiko dan dengan menyusun matriks risiko, urutan kepentingan atau prioritas dapat ditetapkan. Dengan mengalikan peringkat dampak dengan peringkat probabilitas, peringkat eksposur diperoleh. Ini adalah indikator yang mudah digunakan yang dapat digunakan untuk mengurangi daftar menjadi hanya selusin teratas yang memerlukan perhatian serius, tetapi tetap harus diperhatikan bahkan yang kecil, beberapa di antaranya mungkin tiba-tiba menjadi serius jika keadaan yang tidak terduga muncul.

Cara lain untuk mengukur dampak dan probabilitas adalah dengan memberi nomor pada peringkat. Dengan mengalikan angka yang sesuai di dalam kotak, peringkat paparan numerik (atau kuantitatif) diperoleh, yang memberikan ukuran keseriusan dan karenanya penting untuk penyelidikan lebih lanjut. Teknik lain seperti diagram sensitivitas, diagram pengaruh dan pohon keputusan semuanya telah dikembangkan dalam upaya untuk membuat analisis risiko lebih akurat atau lebih dapat diandalkan. Akan tetapi, harus diingat bahwa jawaban apa pun

hanya sebaik asumsi awal dan data masukan, dan manajer proyek harus memberikan pertimbangan serius mengenai efektivitas biaya metode ini untuk proyek khusus mereka.

Tahap 5: Manajemen Risiko

Setelah membuat daftar dan mengevaluasi risiko dan menetapkan tabel prioritas, tahap selanjutnya adalah memutuskan bagaimana mengelola risiko; dengan kata lain, apa yang harus dilakukan terhadap mereka dan siapa yang harus bertanggung jawab untuk mengelolanya. Untuk tujuan ini, disarankan untuk menunjuk pemilik risiko untuk setiap risiko yang harus dipantau dan dikendalikan. Seorang pemilik risiko mungkin, tentu saja, bertanggung jawab atas sejumlah, atau bahkan semua, risiko. Ada sejumlah pilihan yang tersedia bagi manajer proyek ketika dihadapkan dengan serangkaian risiko. Ini adalah:

- Penghindaran
- Pengurangan
- Berbagi
- Transfer
- Penghormatan
- Mitigasi
- Kontinjensi
- Asuransi
- Penerimaan

Pilihan ini mungkin paling mudah dijelaskan dengan contoh sederhana.

Pemantauan

Untuk menjaga pengendalian risiko, daftar risiko harus dibuat yang mencantumkan semua risiko dan metode pengelolaannya. Risiko harus terus dipantau dan daftar harus dinilai kembali pada periode yang telah ditentukan, dan jika perlu diubah untuk mencerminkan posisi terbaru. Jelas, seiring berjalannya proyek, risiko berkurang jumlahnya, sehingga jumlah kontinjensi yang dialokasikan untuk menutupi risiko kegiatan yang telah diselesaikan dapat dialokasikan ke bagian anggaran lainnya. Ini harus dicatat dalam daftar di bawah judul penutupan risiko. Namun, terkadang muncul aturan baru yang harus diperhitungkan.

Ringkasan prosedur manajemen risiko adalah sebagai berikut:

1. Kesadaran risiko
2. Identifikasi risiko (daftar periksa, daftar cepat, brainstorming)
3. Identifikasi pemilik risiko
4. Penilaian kualitatif
5. Kuantifikasi probabilitas
6. Kuantifikasi dampak (keparahan)
7. Peringkat paparan
8. Mitigasi
9. Kontinjensi ketentuan
10. Daftar risiko
11. Penggunaan perangkat lunak (jika ada)
12. Pemantauan dan pelaporan

Risiko atau Peluang Positif

Meskipun sebagian besar risiko umumnya dianggap negatif atau tidak diinginkan, dan memang sebagian besar strategi mitigasi telah dirancang untuk mengurangi dampak atau kemungkinan risiko negatif, secara paradoks, ada juga yang namanya risiko positif atau risiko oportunistik. Ini pada dasarnya adalah risiko yang diambil oleh setiap pengusaha atau investor ketika dia berinvestasi di perusahaan baru. Kasus sederhana 'Tidak ada yang berani, tidak ada yang didapat'. Sebuah kasus juga dapat muncul di mana risiko negatif yang dirasakan menjadi risiko atau peluang positif. Misalnya, dalam upaya mengurangi risiko selip, produsen mobil dapat menemukan perangkat anti-selip yang dapat dipasarkan secara independen dengan keuntungan. Jika tidak ada risiko, tidak perlu ada penawarnya.

Otoritas lokal cenderung menggunakan istilah 'pengambilan risiko positif' ketika mengacu pada pendekatan proaktif dalam memberikan layanan dan fasilitas kepada bagian tertentu dari masyarakat (biasanya ditentang oleh penyandang disabilitas). Namun, selain mendiskusikan dan menyetujui risiko mereka dengan klien, proses ini sebenarnya merupakan program komprehensif untuk memastikan, memprioritaskan, dan mengurangi risiko yang dirasakan sebelum terjadi.

1.10 MANAJEMEN KUALITAS

Kualitas (atau kinerja) membentuk sudut ketiga dari segitiga waktu-biaya-kualitas, yang merupakan dasar dari manajemen proyek. Sebuah proyek dapat diselesaikan tepat waktu dan dalam anggaran yang ditetapkan, tetapi jika tidak memenuhi kriteria kualitas atau kinerja yang ditentukan, itu akan menarik kritik dan paling buruk dianggap gagal. Mencapai keseimbangan antara memenuhi tiga kriteria penting waktu, biaya dan kualitas adalah salah satu tugas yang paling berat bagi seorang manajer proyek, dan dalam praktiknya biasanya salah satu yang terpenting. Ketika kualitas identik dengan keselamatan, seperti halnya dengan pesawat terbang atau desain nuklir, tidak ada pertanyaan tentang titik mana dari segitiga manajemen proyek yang paling penting. Namun, bahkan jika pilihannya tidak begitu jelas, kegagalan dalam kualitas bisa mahal dan berbahaya, dan dapat menghancurkan reputasi organisasi jauh lebih cepat daripada yang diperlukan untuk membangunnya. Oleh karena itu, manajemen mutu merupakan bagian penting dari manajemen proyek, dan seperti atribut lainnya, hal itu tidak terjadi begitu saja tanpa pendekatan sistematis. Untuk memastikan produk berkualitas itu harus didefinisikan, direncanakan, dirancang, ditentukan, diproduksi, dibangun (atau didirikan) dan ditugaskan ke seperangkat standar yang disepakati yang melibatkan setiap departemen organisasi dari manajemen puncak hingga pengiriman.

Tidak mungkin membangun kualitas menjadi sebuah produk. Jika suatu produk memenuhi kriteria kinerja yang ditentukan untuk waktu minimum yang ditentukan, maka dapat dikatakan sebagai produk yang berkualitas. Apakah biaya untuk mencapai kriteria ini tinggi atau rendah tidaklah penting, tetapi untuk memastikan bahwa kriteria tersebut terpenuhi hampir pasti akan membutuhkan pengeluaran tambahan. Jika biaya ini kemudian ditambahkan ke biaya produksi normal, produk yang terjamin kualitasnya biasanya akan lebih mahal daripada produk yang setara yang belum melalui proses pengendalian kualitas.

Kualitas adalah sikap pikiran, dan untuk menjadi yang paling efektif, setiap tingkat organisasi harus terlibat dan berkomitmen untuk mencapai standar kinerja yang diperlukan dengan menetapkan dan mengoperasikan prosedur dan sistem yang memastikan hal ini. Itu harus meresap ke dalam organisasi mulai dari dewan direksi hingga para operator di lantai toko. Idealnya, setiap orang harus bertanggung jawab untuk memastikan bahwa pekerjaannya memenuhi standar kualitas yang ditetapkan oleh manajemen. Untuk memastikan bahwa standar-standar ini terpenuhi, jaminan kualitas memerlukan pemeriksaan dan audit yang dilakukan secara teratur.

Namun, memproduksi produk yang belum menjalani serangkaian pemeriksaan dan pengujian kualitas dan oleh karena itu tidak memenuhi harapan pelanggan bisa jauh lebih mahal, karena akan ada lebih banyak pengembalian barang yang rusak dan lebih sedikit pengembalian pelanggan. Dengan kata lain, jaminan kualitas adalah bisnis yang baik. Jauh lebih baik untuk melakukannya dengan benar pertama kali, setiap kali, daripada memiliki upaya kedua atau melakukan perbaikan.

Untuk memungkinkan konsistensi kinerja diperoleh (dan dijamin), prosedur jaminan kualitas, pengendalian, tinjauan dan audit harus dilakukan secara terorganisir dan fungsi dan tindakan berikut perlu diterapkan:

1. Standar kualitas telah ditetapkan.
2. Persyaratan mutu telah disebarluaskan.
3. Peralatan yang benar telah disiapkan.
4. Staf dan operator telah dilatih.
5. Bahan telah diuji dan diperiksa kesesuaiannya.
6. Titik kontrol yang memadai telah disiapkan.
7. Komponen yang ditunjuk telah diperiksa pada tahap dan interval yang telah ditentukan.
8. Proses umpan balik dan perbaikan telah disiapkan.
9. Audit kualitas dan tinjauan rutin dilakukan.
10. Semua langkah ini, yang membentuk kendali mutu, diabadikan dalam manual mutu bersama dengan kebijakan mutu, rencana mutu dan program mutu.

Sejarah

Standar kualitas pertama diproduksi di AS untuk militer sebagai MIL-STD dan kemudian digunakan oleh NATO. Pada 1970-an, MOD mengeluarkan Defense Standard seri 05 hingga 20 (Def. Std.) berdasarkan MIL-Q-9858A Amerika, tetapi kemudian digantikan oleh 15 bagian dari Allied Quality Assurance Publication (AQAP). Kontraktor pertahanan dan perusahaan besar lainnya mengadopsi sistem MOD hingga BSI menghasilkan seri Sistem Mutu BS 5750 pada tahun 1979. Sistem ini diperbarui pada tahun 1987 dan kemudian menjadi standar internasional (ISO), seri ISO 9000:1987, yang juga mencakup Eropa seri standar UE 29.000. Untuk memahami subjek, sangat penting bahwa definisi dari berbagai fungsi kualitas dipahami.

Definisi Manajemen Mutu Kualitas

Totalitas fitur dan karakteristik produk, layanan atau fasilitas yang bergantung pada kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan tertentu.

Kebijakan Mutu

Maksud dan arah kualitas keseluruhan dari suatu organisasi sehubungan dengan kualitas, seperti yang diungkapkan secara formal oleh manajemen puncak.

Manajemen mutu

Aspek kualitas itu secara keseluruhan berfungsi yang menentukan dan menerapkan kebijakan mutu.

Jaminan Kualitas (QA)

Semua tindakan terencana dan sistematis yang diperlukan untuk memberikan keyakinan bahwa item, layanan atau fasilitas akan memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Sistem Mutu (Sistem Manajemen Mutu atau SMM)

Ini termasuk struktur organisasi, tanggung jawab, prosedur, proses dan sumber daya untuk menerapkan manajemen mutu.

Kontrol Kualitas (QC)

Tindakan penjaminan mutu yang menyediakan sarana pengendalian dan mengukur karakteristik item, proses atau fasilitas untuk persyaratan yang ditetapkan.

Panduan Kualitas

Ini adalah seperangkat dokumen yang mengomunikasikan kebijakan, prosedur, dan persyaratan mutu organisasi.

Program Kualitas

Dokumen khusus kontrak (proyek) yang mendefinisikan persyaratan mutu, tanggung jawab, prosedur, dan tindakan yang akan diterapkan pada berbagai tahap kontrak.

Rencana Kualitas

Dokumen khusus kontrak (proyek) yang mendefinisikan tindakan dan proses yang akan dilakukan bersama dengan titik tunggu untuk tinjauan dan inspeksi. Ini juga mendefinisikan dokumen kontrol, standar yang berlaku, metode inspeksi dan otoritas inspeksi. Otoritas ini mungkin internal dan/atau mungkin termasuk inspektur klien atau otoritas inspeksi independen/berdasarkan undang-undang.

Audit Kualitas

Pemeriksaan berkala untuk memastikan bahwa prosedur mutu yang ditetapkan dalam rencana mutu telah dilaksanakan.

Ulasan Kualitas

Tinjauan berkala terhadap standar kualitas, prosedur dan proses untuk memastikan penerapannya pada persyaratan saat ini.

Manajemen Kualitas Total (TQM)

Pendekatan seluruh perusahaan terhadap kualitas di luar persyaratan preskriptif standar manajemen mutu seperti ISO 9001.

Penjelasan Definisi***Kebijakan Mutu***

Kebijakan mutu harus ditetapkan oleh manajemen puncak dan dikeluarkan untuk seluruh organisasi, sehingga setiap orang mengetahui apa tujuan manajemen mengenai mutu. Kebijakan mutu mungkin untuk menghasilkan komponen yang bertahan dalam periode waktu tertentu dalam penggunaan normal, tahan terhadap sejumlah siklus pembalikan yang

ditetapkan sebelum retak, tahan terhadap beban atau tekanan yang ditentukan atau, pada skala yang berlawanan, hanya bertahan beberapa tahun. sehingga model selanjutnya dapat diproduksi untuk menggantikannya. Sebuah perusahaan pembangun rumah mungkin memiliki kebijakan kualitas untuk membangun semua rumah mereka dengan standar tertinggi hanya di lokasi yang paling diinginkan, atau manajemen puncak dari produsen mobil mungkin mendikte insinyur desain mereka untuk merancang mobil menggunakan komponen yang tidak akan gagal. selama minimal 5 tahun. Jelas ada implikasi biaya dan pemasaran dalam setiap kebijakan mutu yang harus diperhitungkan.

Manajemen mutu

Manajemen mutu dapat dibagi menjadi dua bidang utama: jaminan kualitas (QA) dan kontrol kualitas (QC). Semua fungsi kualitas, seperti prosedur, metode, teknik, program, rencana, kontrol, tinjauan dan audit, membentuk ilmu manajemen mutu. Ini juga mencakup semua dokumentasi yang diperlukan dan distribusinya, penerapan prosedur dan pelatihan dan penunjukan manajer mutu, penguji, pemeriksa, auditor, dan staf lain yang terlibat dalam manajemen mutu.

Kualitas asuransi

Jaminan kualitas (QA) adalah proses yang memastikan bahwa sistem, proses, dan prosedur kualitas yang memadai telah tersedia. Ini adalah istilah yang diberikan untuk sekumpulan dokumen yang memberikan bukti tentang bagaimana dan kapan prosedur dan sistem kualitas yang berbeda benar-benar diimplementasikan. Dokumen-dokumen ini memberikan bukti bahwa sistem mutu telah ada dan pengendalian yang memadai telah ditetapkan untuk memastikan kepatuhan terhadap kebijakan mutu. Untuk memuaskan dirinya sendiri bahwa kualitas produk yang dia butuhkan sesuai dengan standar yang dipersyaratkan, pembeli dapat meminta semua tenderer atau pemasok untuk menunjukkan dokumen jaminan kualitas mereka dengan penawaran atau tender mereka.

Pedoman manajemen mutu dan standar penjaminan mutu diterbitkan oleh berbagai lembaga nasional dan internasional menerbitkan standar mutu sebagai berikut:

ISO 9000	Manajemen mutu dan standar jaminan kualitas
ISO 9001	Sistem mutu – model untuk jaminan mutu dalam desain dan pengembangan, produksi, pemasangan, dan servis
ISO 9002	Sistem kualitas – model untuk jaminan kualitas dalam produksi dan instalasi
ISO 9003	Sistem kualitas – model untuk jaminan kualitas dalam inspeksi dan pengujian
ISO 9004	Panduan untuk manajemen mutu dan elemen sistem mutu
ISO 10006	Pedoman kualitas dalam manajemen proyek
ISO 10007	Pedoman untuk manajemen konfigurasi

Sistem Kualitas

Sistem mutu atau sistem manajemen mutu, seperti yang sering disebut, adalah prosedur terstruktur yang sebenarnya memungkinkan terwujudnya pengendalian mutu. Sistem yang diperlukan mencakup tingkat tanggung jawab untuk pengendalian kualitas, seperti diagram hierarkis (pohon keluarga) yang menunjukkan siapa yang bertanggung jawab kepada siapa dan untuk bagian spektrum kualitas mana mereka bertanggung jawab, serta prosedur perekrutan dan pelatihan staf dan operator. Sistem lain mencakup prosedur kualitas yang berbeda dan proses yang mungkin umum untuk semua, serta untuk semua komponen

atau spesifik untuk yang tertentu. Sistem mutu juga mencakup pengadaan, pemasangan, pengoperasian dan pemeliharaan peralatan untuk melakukan pemeriksaan mutu. Ini mencakup peralatan seperti alat ukur, ruang pengujian, peralatan pengujian non-destruktif untuk radiografi (sinar-x), scanning partikel magnetik, inspeksi ultrasonik, dan semua teknik berbeda lainnya yang sedang dikembangkan untuk tujuan pengujian.

Dokumentasi memainkan peran penting dalam memastikan bahwa pengujian dan pemeriksaan telah dilakukan sesuai rencana, dan hasilnya dicatat secara akurat dan diteruskan ke otoritas yang ditentukan. Rencana tindakan yang sesuai untuk pemulihan dari penyimpangan kriteria yang ditetapkan juga akan membentuk bagian dari sistem mutu.

Kontrol kualitas

Sarana untuk mengontrol dan mengukur karakteristik suatu komponen, dan metode yang digunakan untuk memantau dan mengukur suatu proses atau fasilitas adalah bagian dari kendali mutu. Pengendalian mencakup tindakan yang harus diambil oleh staf dan operator yang berbeda yang dipekerjakan di lingkungan kualitas dan ketersediaan alat yang diperlukan untuk memungkinkan pekerjaan ini dilakukan. Sekali lagi, penyediaan dokumentasi yang tepat untuk para operator dan penyelesaiannya yang benar, akurat dan tepat waktu harus dikontrol. Pengendalian ini meliputi tahap desain, spesifikasi material, manufaktur, perakitan dan distribusi. Kriteria kinerja sering ditentukan oleh umpan balik dari riset pasar dan persyaratan pelanggan, dan dikonfirmasi oleh manajemen puncak.

Panduan Kualitas

Manual mutu sebenarnya adalah 'kitab suci' manajemen mutu. Ini terutama merupakan dokumen komunikasi yang, di antara sampulnya, berisi kebijakan mutu organisasi, berbagai prosedur mutu, sistem mutu yang akan digunakan dan daftar personel yang terlibat dalam penerapan kebijakan mutu. Manual juga akan berisi berbagai sertifikat uji yang diperlukan untuk operasi tertentu seperti tukang las, jenis pengujian yang akan dilakukan pada bahan dan komponen yang berbeda, dan jalur sumber yang diperlukan untuk bahan tertentu.

Program Kualitas

Ini adalah dokumen yang ditulis khusus untuk proyek yang sedang dikerjakan dan berisi semua persyaratan untuk proyek itu. Berbagai tingkat dan tahapan untuk pemeriksaan atau pengujian kualitas akan dicantumkan bersama dengan nama staf dan operator yang diperlukan pada setiap tahap, bersama dengan prosedur pelaporan dan nama atau organisasi yang berwenang untuk menyetujui atau menolak hasil, dan menginstruksikan tindakan perbaikan apa (jika diperlukan) harus diambil, terutama ketika konsesi untuk ketidakpatuhan diminta.

Rencana Kualitas

Ini juga merupakan dokumen kontrak khusus yang dapat sangat bervariasi dalam konten dan ukuran dari perusahaan ke perusahaan. Sebagai aturan umum itu mendefinisikan dengan sangat rinci:

1. Proses untuk dipekerjakan;
2. Memiliki poin dari setiap proses produksi;
3. Pengujian yang akan dilakukan untuk bahan dan komponen yang berbeda, termasuk:
 - a. Pemeriksaan dimensi dan pemeriksaan berat

- b. Uji bahan (fisik dan kimia)
 - c. Uji non-destruktif (radiografi, ultrasonik, partikel magnetik, dll.)
 - d. Uji tekanan
 - e. Uji kebocoran
 - f. Uji kelistrikan (tegangan, arus, hambatan, kontinuitas, dll.)
 - g. Uji kualifikasi dan kemampuan untuk operator
4. Mengontrol dokumen termasuk laporan dan permintaan konsesi;
 5. Standar yang akan diterapkan untuk komponen yang berbeda;
 6. Metode pemeriksaan; 7. Persentase item atau proses (seperti lasan) yang akan diperiksa;
 7. Otoritas inspeksi, baik internal, eksternal atau undang-undang dan
 8. Kriteria penerimaan untuk pengujian dan pemeriksaan.

Sebagian besar organisasi memiliki standar dan prosedur pengujian mereka sendiri tetapi mungkin juga diharuskan untuk mematuhi standar kualitas klien. Rencana mutu adalah bagian dari rencana manajemen proyek dan karena ukurannya biasanya dilampirkan sebagai lampiran.

Audit Kualitas

Untuk memastikan bahwa berbagai prosedur diterapkan dengan benar, audit kualitas reguler harus dilakukan di seluruh spektrum sistem mutu. Audit ini bervariasi dalam ruang lingkup dan kedalaman dan dapat dilakukan oleh anggota staf internal atau otoritas eksternal. Ketika sebuah organisasi terdaftar secara resmi sesuai dengan standar kualitas tertentu, seperti ISO 9000, audit tahunan oleh otoritas inspeksi independen dapat dilakukan untuk memastikan bahwa standar tersebut masih dipenuhi.

Ulasan Kualitas

Ketika proses manufaktur atau distribusi berubah, tinjauan berkala harus dilakukan untuk memastikan bahwa prosedur mutu masih relevan dan dapat diterapkan dalam kondisi yang berubah. Standar undang-undang mungkin juga telah diperbarui, dan tinjauan ini memeriksa apakah versi terbaru telah dimasukkan. Sebagai bagian dari proses peninjauan, pemasok dan kontraktor yang sudah ada, yang diusulkan atau yang baru harus memastikan kepatuhan mereka terhadap prosedur jaminan kualitas. Semua prosedur sebelumnya kadang-kadang digambarkan sebagai 'alat' manajemen mutu yang dapat ditambahkan teknik berikut:

- Analisis mode kegagalan (analisis sebab dan akibat)
- Analisis Pareto
- Analisis tren

Analisis Mode Kegagalan (Analisis Sebab Akibat)

Teknik ini melibatkan pemilihan item tertentu (biasanya kritis) dan mengidentifikasi semua kemungkinan mode kegagalan yang dapat terjadi selama siklus hidupnya. Probabilitas, penyebab dan dampak dari kegagalan tersebut kemudian dinilai dan kontrol yang diperlukan serta proses perbaikan diterapkan. Jelas, seperti halnya analisis risiko, semakin awal proyek proses ini dilakukan, semakin banyak peluang yang ada untuk mengantisipasi masalah dan, jika perlu, mengubah desain untuk 'merekayasa'-nya. Contoh berikut mengilustrasikan bagaimana teknik ini dapat diterapkan untuk menemukan penyebab utama yang mempengaruhi pengoperasian penyedot debu rumah tangga.

1.11 MANAJEMEN KONFIGURASI

Meskipun dalam konteks manajemen proyek terbatas, manajemen konfigurasi sering dianggap identik dengan kontrol versi dokumentasi atau perangkat lunak, tentu saja jauh lebih jauh jangkauannya di lingkungan proyek total. Dikembangkan awalnya untuk industri kedirgantaraan, dibuat untuk memastikan bahwa perubahan dan modifikasi komponen fisik, perangkat lunak, sistem dan dokumentasi dicatat dan diidentifikasi sedemikian rupa sehingga penggantian, suku cadang dan dokumentasi perakitan sesuai dengan versi dalam pelayanan. Itu juga dikembangkan untuk memastikan bahwa standar dan karakteristik desain tercermin secara akurat dalam produk jadi.

Dapat dilihat bahwa ketika proyek melibatkan sistem yang kompleks seperti di industri kedirgantaraan, pertahanan atau petrokimia, manajemen konfigurasi adalah yang paling penting karena sifat industri ini melibatkan pekerjaan pengembangan dan banyak modifikasi, tidak hanya dari konsep atau desain asli. tetapi juga selama seluruh siklus hidup produk. Melacak semua perubahan pada spesifikasi, gambar, dokumentasi pendukung, dan proses manufaktur adalah inti dari manajemen konfigurasi, yang dapat dibagi menjadi lima tahap utama berikut:

1. Manajemen dan perencanaan konfigurasi. Ini mencakup standar, prosedur, fasilitas pendukung, sumber daya dan pelatihan yang diperlukan, dan menetapkan ruang lingkup, definisi, tinjauan, pencapaian, dan tanggal audit.
2. Identifikasi konfigurasi. Ini mencakup logistik dan sistem dan prosedur. Ini juga mendefinisikan kriteria untuk seleksi di setiap fase proyek.
3. Manajemen perubahan konfigurasi. Ini berkaitan dengan perubahan yang diusulkan dan penyelidikan mereka sebelum penerimaan. Pada tahap ini, perubahan dibandingkan dengan baseline konfigurasi termasuk menentukan tahapan ketika titik keberangkatan formal telah tercapai.
4. Akuntansi konfigurasi-status. Ini mencatat dan mencatat perubahan dan pemberitahuan yang diterima (terdaftar) serta menyediakan keterlacakan semua baseline.
5. Audit konfigurasi. Hal ini memastikan bahwa semua tahapan sebelumnya telah diterapkan dengan benar dan tergabung dalam organisasi. Keluaran dari tahap ini adalah laporan audit.

Dalam semua tahap ini, sumber daya dan fasilitas harus selalu dipertimbangkan, dan pengaturan harus dibuat untuk memberikan umpan balik terhadap komentar ke tahap manajemen. Pada dasarnya, proses identifikasi, evaluasi dan implementasi perubahan memerlukan pemantauan dan pencatatan yang akurat, dan selanjutnya diseminasi dokumentasi kepada pihak-pihak yang berkepentingan. Ini dikendalikan oleh master record index (MRI). Untuk proyek besar, kompleks dan terutama multinasional, di mana desain dan manufaktur dilakukan di negara yang berbeda, upaya besar diperlukan untuk memastikan bahwa konfigurasi produk dipantau dan dikendalikan secara memadai. Untuk tujuan ini, komite kontrol konfigurasi ditunjuk untuk mengepalai grup kontrol antarmuka khusus dan dewan kontrol konfigurasi yang menyelidiki dan, jika diterima, menyetujui semua perubahan yang diusulkan.

1.12 KASUS ANALISIS MANUAL

Meskipun analisis jaringan berlaku untuk hampir semua jenis organisasi, sebagian besar fungsi perencanaan yang dijelaskan dalam buku ini terbatas pada yang terkait dengan proyek konstruksi rekayasa. Kegiatan yang dijelaskan mencakup spektrum penuh operasi dari tahap desain awal, melalui perinci gambar dan manufaktur, hingga dan termasuk konstruksi, dengan kata lain, dari konsepsi hingga serah terima. Di era spesialisasi ini, ada kecenderungan untuk membuat kelompok spesialis untuk melakukan pekerjaan yang sebelumnya dilakukan oleh anggota disiplin ilmu yang lebih konvensional. Salah satu contohnya adalah pengajaran, di mana metode pengajaran, yang sebelumnya dirancang dan disempurnakan oleh guru praktik, sekarang dikembangkan oleh sekelompok orang baru yang disebut pendidik.

Contoh spesialisasi lainnya adalah perencanaan. Pada zaman diagram batang, perencanaan dilakukan oleh para insinyur atau staf produksi dengan menggunakan teknik-teknik terkenal untuk merekam ide-ide mereka di atas kertas dan mengirimkannya ke anggota tim lainnya. Namun, saat ini, perencana atau penjadwal spesialis telah muncul ke depan, meninggalkan waktu bagi insinyur untuk melanjutkan ke bidang teknik.

Perencana

Perencanaan, dalam dirinya sendiri, tidak ada. Itu selalu dikaitkan dengan kegiatan atau operasi lain, yaitu, perencanaan desain, perencanaan konstruksi, perencanaan produksi, dll. Oleh karena itu, logis bahwa seorang perencana desain harus atau seharusnya menjadi seorang desainer, seorang perencana konstruksi harus terbiasa dengan konstruksi. metode dan teknik dan seorang perencana produksi harus memiliki pengetahuan dalam proses dan operasi manufaktur produksi – apakah itu pekerjaan baja, motor mobil atau majalah. Dalam konstruksi, selama perencana spesialis telah lulus dari salah satu disiplin ilmu teknik yang diterima dan akrab dengan masalah proyek tertentu, jaringan yang realistis mungkin dapat dihasilkan. Dengan memanggil spesialis untuk memberi saran di bidang yang tidak sepenuhnya dikuasai insinyur, dapat dipastikan bahwa jaringan akan diterima dengan percaya diri oleh semua pihak yang berkepentingan.

Masalah sebenarnya muncul ketika perencana tidak memiliki latar belakang yang tepat, yaitu ketika dia tidak menghabiskan waktu merancang atau tidak mengalami hambatan dan frustrasi di lokasi konstruksi. Anehnya, semakin tidak akrab seorang perencana dengan pekerjaan yang sedang direncanakan, semakin kecil kecenderungan untuk mencari bantuan. Ini mungkin karena ketidakmampuan insinyur untuk mengajukan pertanyaan yang tepat, atau keengganan untuk membahas masalah teknis karena takut mengungkapkan kurangnya pengetahuan pribadi. Satu hal yang pasti: Jaringan yang tidak didasarkan pada pengetahuan teknis yang baik tidak realistis, dan jaringan yang tidak realistis berbahaya dan mahal, karena keputusan mungkin dibuat untuk alasan yang salah.

Semua yang telah dikatakan sejauh ini adalah kebenaran yang dapat diterapkan tidak hanya pada perencanaan tetapi juga pada setiap aktivitas manusia di mana para ahli diperlukan untuk mencapai hasil yang dapat diterima. Namun, di sebagian besar disiplin ilmu, tidak butuh waktu lama untuk mengetahui efek asisten yang tidak berpengalaman, terutama karena hasil pekerjaan yang dilakukan dapat dipantau dan dinilai dalam jangka waktu yang relatif singkat. Dalam perencanaan, bagaimanapun, efek dari keputusan program mungkin

tidak terasa selama berbulan-bulan, sehingga mungkin sangat sulit untuk memastikan penyebab masalah atau kegagalan berikutnya.

Peran Komputer

Sayangnya, penggunaan komputer telah memungkinkan perencana yang tidak berpengalaman untuk menghasilkan keluaran yang mengesankan yang seringkali sama sekali tidak berguna. Ada bahaya besar dalam mengalihkan penekanan dari pembuatan jaringan ke analisis dan produksi laporan mesin, sehingga banyak orang percaya bahwa untuk melakukan analisis jaringan seseorang harus memiliki komputer. Padahal, komputer hanyalah pengolah angka yang canggih. Itu tidak melihat gambaran keseluruhan, termasuk masalah akses, hambatan politik atau budaya, masalah perburuhan dan keistimewaan staf. Inti dari analisis jaringan adalah merancang, memeriksa, memperbaiki dan merancang ulang jaringan itu sendiri, sebuah operasi yang harus dilakukan oleh tim peserta yang berpengalaman dari pekerjaan yang sedang direncanakan. Untuk memahami pernyataan tersebut perlu melalui tahapan persiapan jaringan dan pemutakhiran selanjutnya.

Persiapan Jaringan

Fungsi pertama perencana dalam hubungannya dengan manajer proyek adalah membagi proyek menjadi blok-blok yang dapat dikelola. Nama ini tepat karena, seperti blok bangunan, mereka dapat ditangani secara individual dan dibentuk sesuai dengan pekerjaan tetapi masih hanya sebagian dari keseluruhan struktur yang akan dibangun. Jumlah dan ukuran setiap blok sangat penting karena, jika dipilih dengan benar, sebuah blok dapat dianggap sebagai entitas yang sesuai dengan fase desain dan konstruksi suatu proyek. Idealnya, kompleksitas setiap blok harus hampir sama, tetapi hal ini jarang dimungkinkan dalam praktik karena kriteria lain seperti sistem dan lokasi geografis harus dipertimbangkan. Jika sebuah blok sangat kompleks, blok tersebut dapat dipecah lebih lanjut, tetapi solusi yang lebih mudah mungkin adalah menghasilkan lebih dari satu jaringan untuk blok semacam itu. Tujuannya adalah untuk menjaga jumlah aktivitas hingga 200–300, sehingga dapat dianalisis secara manual jika perlu.

Saat perencana membuat sketsa logikanya secara kasar, dan dengan pensil di belakang gambar lama, spesialis konstruksi diminta untuk mengomentari jenis dan urutan kegiatan. Dalam praktiknya, sesi-sesi ini – jika dijalankan dengan benar – menghasilkan antusiasme yang menyenangkan untuk dialami. Seringkali aktivitas yang berurutan dapat digabungkan untuk menyederhanakan jaringan, sehingga memudahkan analisis selanjutnya. Secara bertahap, pekerjaan itu 'dibangun', kesulitan dihadapi dan diatasi, dan bahkan spesialis yang belum pernah terlibat dalam perencanaan jaringan sebelumnya terbawa oleh pengungkapan visual program ini.

Tahap selanjutnya adalah meminta setiap spesialis untuk menyarankan durasi kegiatan dalam disiplinnya. Ini dimasukkan ke jaringan tanpa pertanyaan. Sekarang tibalah saat kebenaran. Bisakah pekerjaan itu selesai tepat waktu? Dengan semua peserta hadir, perencana menjumlahkan durasi dan menghasilkan umpan maju. Hampir selalu, total waktu lebih lama dari tenggat waktu yang diizinkan. Ini adalah saat nilai sebenarnya dari analisis jaringan muncul. Logika diperiksa ulang, durasi dikurangi dan metode konstruksi baru

dikembangkan untuk mengurangi keseluruhan waktu. Ketika jaringan terakhir – meskipun mungkin kasar – selesai, rasa pencapaian dapat dirasakan menyelimuti atmosfer.

Prosedur ini, yang sangat penting untuk produksi program yang realistis, tentu saja hanya dapat dilakukan jika 'blok' tidak terlalu besar. Jika jaringan memiliki lebih dari 300 kegiatan, mungkin akan membayar perencana atau manajer proyek untuk memeriksa kembali bagian program tersebut dengan maksud untuk membaginya menjadi dua jaringan yang lebih kecil. Jika perlu, selalu mungkin untuk menggambar jaringan master, biasanya cukup kecil, untuk menghubungkan blok bersama-sama.

1.13 TANGGUNG JAWAB MANAJER PROYEK

Tidak mudah untuk mendefinisikan tanggung jawab seorang manajer proyek, terutama karena ruang lingkup yang dicakup oleh posisi seperti itu bervariasi tidak hanya dari industri ke industri tetapi juga dari satu perusahaan ke perusahaan lain. Namun, tiga bidang tanggung jawab hampir selalu menjadi bagian dari arahan manajer proyek:

1. Untuk membangun pekerjaan sesuai spesifikasi dan untuk memenuhi persyaratan operasional (kinerja, kualitas dan keselamatan).
2. Untuk menyelesaikan proyek tepat waktu.
3. Untuk membangun pekerjaan dalam batasan anggaran yang telah ditetapkan sebelumnya.

Dua yang terakhir, tentu saja, terhubung; umumnya, dapat dinyatakan bahwa jika pekerjaan sesuai jadwal, biayanya tidak melebihi anggaran, atau sumber daya tambahan telah disediakan oleh kontraktor untuk memperbaiki kesalahannya sendiri atau ada alasan yang baik untuk menuntut biaya tambahan dari klien. Jauh lebih sulit untuk mendapatkan uang ekstra jika program telah terlampaui dan klien juga menderita kerugian karena penundaan. Oleh karena itu, waktu sangat penting, dan pengendalian waktu, baik pada tahap desain maupun tahap konstruksi, harus menjadi prioritas utama manajer proyek. Oleh karena itu, mengejutkan bahwa begitu sedikit manajer proyek yang sepenuhnya fasih dengan mekanisme analisis jaringan dan keunggulannya dibandingkan sistem lain. Bahkan jika itu tidak memiliki fungsi lain selain bertindak sebagai dokumen komunikasi polarisasi, itu akan membenarkan penggunaannya daripada metode lain.

Informasi Dari Jaringan

Jaringan yang digambar dengan benar dan diperbarui secara teratur dapat digunakan untuk memberikan informasi penting dan memiliki efek menguntungkan berikut pada proyek.

1. Memungkinkan interaksi berbagai aktivitas ditampilkan secara grafis dan jelas.
2. Memungkinkan waktu luang atau waktu luang dapat ditemukan di mana ada sehingga keuntungan dapat diambil untuk mengurangi sumber daya, jika perlu.
3. Saya tidak dapat menunjukkan potensi kemacetan dan titik masalah.
4. Memungkinkan prioritas yang saling bertentangan untuk diselesaikan dengan cara yang paling ekonomis.
5. Memberikan gambaran kemajuan terkini.
6. Bertindak sebagai dokumen komunikasi antara semua disiplin ilmu dan pemangku kepentingan.

7. Menunjukkan kepada semua pihak yang berkepentingan maksud dari metode konstruksi.
8. Bertindak sebagai fokus diskusi pada pertemuan proyek.
9. Itu dapat diperluas menjadi subnet yang menunjukkan detail yang lebih besar, atau dikontrak untuk menunjukkan pencapaian utama secara keseluruhan.
10. Saya f diperbarui dengan pensil warna, dapat bertindak sebagai pemacu antara geng-geng saingan pekerja.
11. Ini sangat cepat dan murah untuk dioperasikan dan merupakan dasar untuk analisis nilai yang diperoleh (EVA).
12. Dapat dengan cepat diubah jika keadaan memungkinkan.
13. Dapat digunakan saat merumuskan klaim, sebagai bukti gangguan karena keputusan yang terlambat atau gambar dan peralatan yang tertunda.
14. Jaringan pekerjaan masa lalu dapat digunakan untuk menyusun jaringan proposal untuk pekerjaan masa depan.
15. Jaringan-jaringan merangsang diskusi asalkan semua orang yang berkepentingan mengenalnya.
16. Dapat membantu dalam merumuskan bagan arus kas untuk meminimalkan pendanaan tambahan.

Untuk mendapatkan manfaat maksimal dari jaringan, seorang manajer proyek harus dapat membacanya seperti seorang musisi membaca musik. Dia harus merasakan gerakan lambat dan puncak aktivitas dan menggabungkannya menjadi aliran yang harmonis sampai grand final tercapai. Untuk memfasilitasi penggunaan jaringan pada diskusi, lembaran harus dikurangi secara fotografis menjadi A3 (sekitar 42 cm × 30 cm). Dengan cara ini, jaringan dapat dilipat sekali dan disimpan dalam file A4 standar, yang cenderung meningkatkan penggunaannya. Jaringan kecil tentu saja dapat digambar pada lembar ukuran A3 atau A4, sehingga menghemat biaya pengurangan ukuran selanjutnya.

Sering dikatakan bahwa jaringan tidak mudah dipahami oleh orang di lapangan, manajer area atau mandor situs. Argumen ini biasanya didukung oleh pernyataan bahwa orang-orang lapangan dibesarkan di diagram batang dan oleh karena itu, dapat memahami mereka sepenuhnya, atau bahwa mereka bingung dengan semua cetakan komputer, yang terlalu lama untuk dicerna. Kedua pernyataan itu benar. Bagan batang mudah dipahami dan dapat dengan mudah diperbarui dengan menetas atau mewarnai batang. Juga benar bahwa lembar keluaran komputer bisa sangat rumit karena kerumitannya. Bahkan jika keluarannya terbatas pada laporan disiplin, hanya berlaku untuk orang yang bersangkutan, kebingungan sering kali disebabkan oleh banyaknya data. Seperti yang sering terjadi, analisis jaringan dan komputerisasi dianggap sinonim, dan kelemahan dari yang terakhir kemudian digunakan (seringkali tanpa disadari) untuk mendiskreditkan yang pertama.

Pengalaman penulis, bagaimanapun, bertentangan dengan argumen bahwa orang situs tidak dapat atau tidak akan menggunakan jaringan. Sebaliknya, begitu mandor atau petugas kuasa memahami dan menghargai apa yang dapat dilakukan jaringan, ia akan lebih memilihnya daripada diagram batang. Hal ini diilustrasikan oleh contoh berikut, yang menggambarkan situasi aktual pada suatu kontrak.

Kontrak Persiapan Situs

Pekerjaan yang dijelaskan adalah kontrak teknik sipil yang terdiri dari konstruksi pelat dasar oversite, jalan, jalan setapak dan saluran pembuangan air kotor dan air hujan untuk skema perumahan kota besar yang terdiri dari sekitar 250 unit. Kontraktor utama, yang membatasi aktivitas situsnya pada bangunan rumah yang sebenarnya, sangat ingin mulai bekerja sesegera mungkin untuk menyelesaikan sebanyak mungkin sebelum bulan-bulan musim dingin. Oleh karena itu, perlu untuk memberinya jalan yang baik dan situs yang dikeringkan sepenuhnya.

Pemberian kontrak dilakukan pada bulan Juni dan kontraktor utama diprogram untuk memulai operasi pembangunan pada akhir November tahun yang sama. Untuk memungkinkan tahap teknik sipil yang cukup singkat ini selesai tepat waktu, diputuskan untuk membagi lokasi menjadi empat bidang utama yang dapat dimulai pada waktu yang hampir bersamaan. Ukuran dan lokasi area ini ditentukan oleh pertimbangan seperti titik akses, pembukaan lokasi (termasuk area hutan yang cukup luas), drainase alami, dan urutan pembangunan rumah. Setelah prinsip ini ditetapkan oleh manajemen, mandor situs umum dipanggil untuk membantu persiapan jaringan, meskipun diketahui bahwa dia bahkan belum pernah mendengar, apalagi bekerja, program jalur kritis.

Setelah menjelaskan prinsip-prinsip dasar teknik jaringan, mandor ditanya di mana dia akan mulai bekerja, mesin apa yang akan dia gunakan, metode penggalian dan konstruksi apa yang ingin dia ikuti, dll. Saat dia menjelaskan metodenya, langkah-langkahnya dicatat pada bagian belakang cetakan gambar lama dengan metode garis dan titik simpul yang sudah dikenal (diagram panah). Secara bertahap, sebuah jaringan berkembang yang tumbuh di depan matanya dan ketakutan dan skeptisisme sebelumnya mulai mencair.

Ketika jaringan satu area selesai, mandor ditanya tentang perkiraan durasi setiap kegiatan. Setiap jawaban dimasukkan secara religius di jaringan tanpa pertanyaan, tetapi ketika forward pass dibuat, periode keseluruhan melebihi periode kontrak beberapa minggu. Mandor tampak khawatir, tetapi dia sekarang terlibat. Dia meminta untuk diizinkan meninjau beberapa durasinya dan menilai kembali beberapa metode konstruksi. Tanpa tekanan, pria yang belum pernah menggunakan analisis jaringan sebelumnya, memulai proses yang membuat analisis jaringan begitu berharga, yaitu, ia meninjau dan menyempurnakan rencana hingga memenuhi persyaratan kontrak. Latihan itu diulangi dengan tiga area lainnya, dan keesokan harinya seluruh operasi dijelaskan kepada empat orang yang bertanggung jawab atas area tersebut.

Empat jaringan terpisah kemudian digambar, bersama dengan empat diagram batang yang sesuai. Ini disematkan di dinding pondok situs dengan instruksi bahwa salah satu program, baik jaringan atau diagram batang, diperbarui setiap hari. Tekanan besar diberikan pada kebutuhan untuk memperbarui secara teratur, karena pemantauan program yang sering diabaikan begitu rencana telah dibuat. Keputusan tentang program mana yang digunakan untuk merekam kemajuan diserahkan kepada mandor, dan menarik untuk dicatat bahwa jaringan terbukti menjadi format yang dia sukai.

Karena masing-masing petugas dapat membandingkan kemajuan di bidangnya dengan yang lain, semangat bersaing berkembang secara spontan untuk menyenangkan manajemen.

Hasilnya adalah pekerjaan itu selesai 4 minggu lebih cepat dari jadwal tanpa biaya tambahan. Minggu-minggu ekstra di bulan Oktober ini secara alami sangat berharga bagi kontraktor utama, yang bisa mendapatkan lebih banyak unit tahan cuaca sebelum periode dingin Januari hingga Maret. Oleh karena itu, dapat dilihat bahwa dalam hal ini jaringan manual memungkinkan manajer proyek untuk mengontrol program (waktu) dan biaya pekerjaan dengan dokumen minimum. Ini terutama karena orang-orang yang benar-benar melakukan pekerjaan di lapangan terlibat dan yakin akan manfaat program jaringan.

Keyakinan dalam Rencana

Sangat penting bahwa tidak seorang pun, tetapi tidak seorang pun, yang terkait dengan suatu proyek harus kehilangan kepercayaan pada program atau rencana keseluruhan. Ini adalah salah satu tugas utama seorang manajer proyek untuk memastikan bahwa keyakinan ini ada. Ketika celah-celah kecil muncul di jembatan pemahaman yang vital antara departemen perencanaan dan departemen operasional ini, manajer proyek harus melakukan segala daya untuk menutupnya sebelum mereka menjadi jurang kecurigaan dan keputusan. Mungkin perlu untuk memeriksa kembali rencana itu, atau mengubah rencana atau mengadakan pertemuan untuk menjelaskan situasinya kepada semua pihak, tetapi rencana di mana para peserta tidak memiliki keyakinan tidak sebanding dengan kertas yang dibuatnya.

Setelah meyakinkan semua pihak bahwa jaringan adalah alat kontrol yang berguna, manajer proyek sekarang harus memastikan bahwa jaringan itu selalu diperbarui dan informasi baru dikirimkan ke semua pihak yang berkepentingan secepat mungkin. Ini membutuhkan tekanan terus-menerus pada departemen perencanaan, atau insinyur perencanaan, untuk menjaga 'tenggat waktu masalah', dan sama-sama belajar pada departemen operasional untuk mengembalikan dokumen umpan balik secara teratur. Untuk melakukan ini, manajer proyek harus menggunakan kombinasi pendidikan, indoktrinasi, pesona dan tarikan pangkat, tetapi umpan balik harus dikembalikan secara teratur seperti masalah cek gaji perusahaan.

Dokumen yang dikembalikan mungkin hanya mengatakan 'tidak ada perubahan', tetapi jika tautan penting ini diabaikan, jaringan tidak lagi menjadi dokumen langsung. Masalah umpan balik untuk jaringan diselesaikan secara otomatis saat menggunakan sistem pengendalian biaya EVA, karena pengembalian jam kerja berhubungan langsung dengan aktivitas, sehingga memberikan persentase penyelesaian yang sangat akurat dari setiap aktivitas. Ini akan menjadi pengalaman yang menarik dan mengungkapkan untuk melakukan survei di antara manajer proyek dari proyek-proyek besar untuk mendapatkan pendapat yang tidak bias tentang efektivitas jaringan. Sebagian besar manajer, dengan siapa masalah ini dibahas, merasa bahwa ada beberapa manfaat dalam teknik jaringan, tetapi, sama, kebanyakan dari mereka mengeluh bahwa terlalu banyak kertas yang dihasilkan oleh departemen perencanaan.

Pernyataan Jaringan dan Metode

Semakin banyak klien dan konsultan membutuhkan kontraktor untuk menghasilkan pernyataan metode sebagai bagian dari dokumentasi konstruksi mereka. Memang, pernyataan metode untuk operasi kompleks tertentu mungkin merupakan persyaratan ISO 9000 Bagian I. Pernyataan metode pada dasarnya adalah penjelasan tentang urutan operasi

ditambah dengan deskripsi sumber daya (yaitu, derek dan peralatan lainnya) yang diperlukan untuk pekerjaan itu. Harus segera terlihat bahwa jaringan dapat sangat bermanfaat, tidak hanya dalam menjelaskan urutan operasi kepada klien tetapi juga untuk memusatkan pikiran penulis ketika urutan dibuat di atas kertas. Dengan cara yang sama desainer menghasilkan sketsa tangan bebas dari ide-idenya, seorang insinyur konstruksi juga akan dapat menggambar jaringan tangan bebas untuk mengkrystalkan pemikirannya.

Tingkat detail akan bervariasi dengan kompleksitas operasi dan persyaratan klien atau konsultan, tetapi akan selalu menjadi representasi grafis yang jelas dari urutan, yang dapat menggantikan halaman narasi. Sejumlah kegiatan dapat 'digali' dari jaringan untuk penjelasan lebih lanjut atau diskusi mendalam dalam pernyataan tertulis yang menyertainya. Jaringan, yang dapat diproduksi secara manual atau dengan komputer, sebagian besar akan mengikuti jalur konvensional dan tentu saja dapat dalam diagram panah atau format prioritas. Namun, untuk operasi tertentu, seperti pemasangan baja struktural, mungkin menguntungkan untuk menggambar jaringan dalam bentuk tabel, di mana operasi (tegak kolom, balok tegak, tegak lurus, level, dll.) berada dalam baris horizontal. Dengan cara ini, jaringan yang sangat terorganisir dan mudah dibaca dapat dihasilkan. Tidak diragukan lagi ada situasi lain di mana sistem ini dapat diadopsi, tetapi tujuan utama harus selalu kejelasan dan kemudahan pemahaman. Jaringan yang kompleks hanya membingungkan klien dan mencerminkan kurangnya apresiasi terhadap keuntungan dari pernyataan metode.

Sistem Terintegrasi

Trennya adalah untuk memproduksi dan mengoperasikan sistem manajemen proyek terintegrasi. Dengan menggunakan berbagai input reguler yang dihasilkan oleh departemen operasi yang berbeda, sistem ini dapat, sesuai permintaan, memberikan laporan status pekerjaan terbaru kepada manajer proyek dalam hal waktu, biaya, dan sumber daya. Fasilitas ini sangat berharga ketika proyek telah mencapai tahap konstruksi. Mahalnya mesin mainframe dan tidak dapat diandalkan umpan balik reguler – bahkan dengan penggunaan terminal – telah menahan pemanfaatan penuh fasilitas komputasi di lapangan, terutama di lokasi terpencil. PC, dengan biaya rendah, mobilitas dan kemudahan pengoperasian, telah mengubah semua ini sehingga informasi pengendalian proyek yang efektif dapat dihasilkan di tempat.

Daftar berikut menunjukkan jenis fungsi manajemen yang dapat berhasil dilakukan baik di kantor, di bengkel atau di lokasi dengan satu instalasi komputer:

- Akuntansi biaya
- Kontrol material
- Pergerakan pabrik
- Pemuatan mesin
- Analisis jam kerja dan lembar waktu
- Pemantauan kemajuan
- Analisis dan penjadwalan jaringan
- Analisis risiko
- Perhitungan desain teknis, dll.

Tersedia peralatan tambahan untuk menyajikan presentasi dalam bentuk grafik seperti diagram batang, histogram, kurva S dan plot lainnya. Jika diperlukan, ini bisa dalam beberapa warna untuk membantu identifikasi. Namun, dasar dari semua sistem ini masih merupakan metode perencanaan yang baik berdasarkan jaringan dan anggaran yang terdefinisi dengan baik dan realistis. Jika dasar ini kurang, semua perbandingan dan kontrol akan salah. Faktanya, semakin canggih analisis dan pemrosesan data, semakin akurat dan bermakna informasi dasarnya. Ini karena kesalahan cenderung berlipat ganda dengan manipulasi lebih lanjut, dan penyebaran hasil yang lebih luas, jika salah, akan memberi lebih banyak orang data yang salah yang menjadi dasar keputusan manajemen.

Jaringan dan Klaim

Dari sudut pandang kontraktor, salah satu aplikasi presentasi jaringan yang paling berguna (dan menguntungkan) muncul ketika diperlukan untuk merumuskan klaim untuk perpanjangan waktu, gangguan terhadap urutan yang diantisipasi atau penundaan pengiriman peralatan. Tidak ada sistem yang lebih meyakinkan daripada jaringan untuk menunjukkan kepada konsultan profesional bagaimana keterlambatan penyediaan informasi desain telah mempengaruhi kemajuan di lokasi, atau bagaimana keterlambatan pengiriman telah mengganggu metode konstruksi yang telah diantisipasi dan dinyatakan dengan jelas sebelumnya.

Tentu saja, terbukti dengan sendirinya bahwa untuk memanfaatkan jaringan sepenuhnya untuk tujuan klaim, metode konstruksi harus telah disebutkan sebelumnya, sebaiknya juga dalam bentuk jaringan. Kontraktor yang bijaksana akan menyertakan jaringan yang menunjukkan urutan yang diantisipasi dengan tendernya, dan menunjukkan dengan jelas tenggat waktu di mana gambar, detail, dan peralatan diperlukan.

Dalam kebanyakan kasus, jaringan akan diterima sebagai representasi yang adil dari program konstruksi, tetapi ada kemungkinan bahwa klien atau konsultan akan mencoba untuk mengganti kerugian diri mereka sendiri dengan pernyataan seperti bahwa mereka (konsultan) tidak selalu menerima jaringan sebagai hanya urutan logis dari operasi. Oleh karena itu, kontraktor harus menggunakan keahlian dan pengalamannya untuk membangun pekerjaan dengan mempertimbangkan keadaan yang berlaku pada saat itu. Upaya samar-samar seperti itu untuk mencegah klaim asli atas gangguan hanya membawa sedikit bobot dalam diskusi serius di antara orang-orang yang berakal, dan bahkan kurang diperhitungkan jika klaim tersebut dibawa ke arbitrase atau adjudikasi. Kontraktor berhak untuk menerima akses, gambar, dan peralatan yang diterbitkan secara cuma-cuma sesuai dengan metode konstruksi yang dinyatakannya, seperti yang ditetapkan dalam tendernya, dan semua alasan atau penolakan oleh klien atau konsultan tidak dapat mengubah hak ini. Para kontraktor yang menghargai fasilitas ini tidak diragukan lagi mendapat untung besar dengan memanfaatkan sepenuhnya teknik jaringan, tetapi ini tentu saja harus dipersiapkan secara akurat.

Untuk mendapatkan manfaat maksimal dari jaringan, kontraktor harus menunjukkan hal-hal berikut:

1. Program itu masuk akal dan layak secara teknis.
2. Ini merupakan metode konstruksi yang paling ekonomis.

3. Setiap keterlambatan dalam gambar atau bahan klien akan memperpanjang program secara keseluruhan atau meningkatkan biaya, atau keduanya.
4. Setiap percepatan yang dilakukan olehnya untuk mengurangi keterlambatan yang disebabkan oleh orang lain mengakibatkan peningkatan biaya.
5. Penyerapan float yang disebabkan oleh keterlambatan meningkatkan risiko penyelesaian tepat waktu dan harus diimbangi dengan percepatan di area lain atau dengan biaya tambahan.

Poin terakhir ini penting, karena 'float' milik kontraktor. Kontraktorlah yang memasukkannya ke dalam programnya. Kontraktorlah yang menilai risiko dan memutuskan kegiatan mana yang memerlukan tindakan prioritas. Fakta bahwa komponen yang tertunda hanya mengurangi float dari suatu kegiatan, tanpa mempengaruhi program secara keseluruhan, bukanlah alasan untuk menahan kompensasi jika kontraktor dapat menunjukkan peningkatan biaya yang dikeluarkan.

Pemuatan Sumber Daya

Sebagian besar program komputer modern menggabungkan fasilitas untuk pemuatan sumber daya, alokasi sumber daya, dan pemuluan sumber daya. Memang memiliki kemampuan seperti itu. Pada prinsipnya, komputer mengumpulkan sumber daya tertentu dalam periode waktu apa pun dan membandingkannya dengan tingkat ketersediaan yang dimasukkan sebelumnya untuk sumber daya tersebut. Jika ketersediaan kurang dari level yang dibutuhkan, program akan:

1. Sebagaimana kelebihan persyaratan dalam bentuk tabel, sering dalam warna yang berbeda untuk menyoroti masalah; atau
2. Meningkatkan durasi aktivitas yang membutuhkan sumber daya untuk menyebarkan sumber daya yang tersedia dalam periode yang lebih lama, sehingga menghilangkan beban puncak yang tidak dapat dicapai.

Tindakan yang lebih disukai oleh komputer adalah opsi (1), yaitu, laporan sederhana yang menunjukkan kelebihan sumber daya. Selanjutnya terserah kepada manajemen untuk membuat penyesuaian yang diperlukan dengan memperpanjang jangka waktu – jika komitmen kontraktual mengizinkan – atau memobilisasi sumber daya tambahan. Dalam praktiknya, tentu saja, masalahnya diperumit oleh masalah seperti akses atau ruang kerja yang tersedia serta hambatan keuangan, kontrak atau bahkan politik. Seringkali dimungkinkan untuk membuat perubahan teknis yang mengubah campuran sumber daya. Misalnya, kekurangan tukang kayu yang digunakan untuk pemasangan bekisting dapat menyebabkan perlunya peningkatan penggunaan komponen beton pracetak dengan kemungkinan peningkatan biaya tetapi penurunan waktu. Manajemen proyek lebih dari sekadar menulis dan memantau program. Apa yang disebut sistem manajemen proyek yang dipasarkan oleh perusahaan perangkat lunak benar-benar hanya ada untuk menyajikan kepada manajer proyek, secara teratur, posisi proyek hingga saat ini dan konsekuensi yang mungkin terjadi kecuali beberapa bentuk tindakan perbaikan diambil. Jenis tindakan dan waktu pelaksanaannya secara adil dan tepat berada di pundak manajemen.

Pilihan oleh manajemen biasanya cukup luas, asalkan cukup waktu yang diambil untuk memikirkannya. Dalam situasi seperti itulah skenario 'bagaimana jika' adalah fasilitas yang

berguna di komputer. Namun, implikasi sebenarnya hanya dapat dilihat dengan 'memasukkan' berbagai alternatif ke dalam jaringan di atas kertas dan memeriksa efek hilir di perusahaan dengan berbagai spesialis, yang, bagaimanapun, harus melakukan pekerjaan yang sebenarnya. Tidak ada pengganti yang efektif untuk kerja tim yang baik.

Pendekatan Alternatif

Penghalusan sumber daya tentu saja dapat dilakukan dengan sangat efektif tanpa komputer – terutama jika programnya tidak terlalu besar. Setelah jaringan disiapkan, sangat mudah untuk mengubahnya menjadi diagram batang, karena semua 'pemikiran' telah selesai. Dengan menggunakan waktu mulai dan selesai paling awal, batangan dapat ditambahkan ke kertas grid dalam hitungan menit. Memang, operasi terlama dalam menggambar diagram batang (setelah jaringan selesai dibuat) adalah menuliskan deskripsi aktivitas di sisi kiri kertas. Dengan meninggalkan ruang vertikal yang cukup di antara batang dan membagi kisi menjadi kolom minggu (atau hari), tingkat sumber daya untuk setiap aktivitas dapat ditambahkan. Umumnya, tidak perlu memeriksa lebih dari dua jenis sumber daya per bagan, karena hanya yang berpotensi membatasi atau terbatas secara kuantitatif yang menjadi perhatian. Ketika semua bilah aktivitas telah ditandai dengan nilai sumber daya, setiap periode waktu ditambahkan secara vertikal dan totalnya dimasukkan dalam ruang yang sesuai. Langkah selanjutnya adalah menggambar histogram untuk menunjukkan distribusi grafis dari sumber daya. Ini akan segera menyoroti puncak dan palung, dan memicu langkah berikutnya – perataan sumber daya.

Penghalusan sumber daya secara manual mungkin merupakan metode yang paling praktis, karena faktor-faktor yang tidak dapat diprogram seperti akses, ruang kerja, penopang crane, ciri-ciri kepribadian mandor, dll., hanya dapat dipertimbangkan oleh manusia ketika penghalusan dilakukan. Namun demikian, operasi pemulusan tetap harus mengikuti pola logis yang diberikan di bawah ini:

1. Keuntungan harus diambil dari float. Secara teori, kegiatan dengan pelampung bebas harus menjadi yang pertama diperluas, sehingga sumber daya yang terbatas dapat disebarkan dalam periode waktu yang lebih lama. Namun dalam praktiknya, peluang seperti itu relatif jarang, dan untuk semua operasi normal, semua aktivitas dengan total float dapat digunakan untuk tujuan pemulusan. Float dapat ditunjukkan pada batang dengan ekstensi garis putus-putus, sekali lagi dibaca langsung dari jaringan dengan mengurangkan waktu paling awal dari waktu terakhir dari simpul awal aktivitas.
2. Ketika pelampung telah diserap dan sumber daya didistribusikan selama durasi aktivitas yang lebih lama, penambahan vertikal lain dilakukan dari mana histogram baru dapat ditarik.
3. Jika puncak masih melebihi sumber daya yang tersedia untuk jangka waktu tertentu, perubahan logika akan diperlukan. Perubahan ini biasanya dilakukan di jaringan, tetapi dimungkinkan untuk membuat beberapa di antaranya dengan 'mengeser' batang pada diagram batang. Misalnya, masalah umum saat commissioning proses atau pembangkit uap adalah kekurangan insinyur commissioning yang memenuhi syarat. Jika batang-batang dari diagram batang dipotong dan ditempelkan pada karton, dengan sumber daya yang ditulis terhadap setiap periode waktu pada batang aktivitas, berbagai operasi dapat

dipindahkan pada diagram batang skala waktu sampai tingkat sumber daya yang dapat diterima diperoleh. Alasan mengapa tidak selalu perlu menggunakan jaringan adalah dalam operasi commissioning sering kali ada fleksibilitas yang cukup besar untuk mesin mana yang ditugaskan terlebih dahulu. Apakah pompa A digunakan sebelum atau sesudah kompresor B sering kali merupakan masalah pilihan pribadi daripada kebutuhan logis. Ketika solusi yang dapat diterima telah ditemukan, potongan-potongan batangan dapat ditempelkan pada lembaran alas dengan dempul perekat (Blu-Tack) dan (asalkan formatnya berukuran sesuai kebutuhan) difotokopi untuk dibagikan kepada pihak-pihak yang berkepentingan.

4. Jika agregat mingguan (atau harian) dijumlahkan secara kumulatif, kadang-kadang diinginkan untuk menggambar kurva kumulatif (biasanya dikenal sebagai kurva S, karena sering berbentuk huruf S memanjang), yang memberikan gambaran build-up (dan run-down) sumber daya selama periode proyek. Kurva ini juga berguna untuk menunjukkan arus kas kumulatif, yang, bagaimanapun, hanyalah sumber daya lain.

Peramalan Arus Kas

Sangat mudah untuk mengubah jaringan menjadi diagram batang, terutama jika durasi dan angka minggu (atau hari) telah dimasukkan. Memang, metode analisis grafis benar-benar menghasilkan diagram batang saat dikembangkan. Jika sekarang kita membagi diagram batang ini ke dalam beberapa periode waktu (misalnya, minggu atau bulan) adalah mungkin untuk melihat, dengan menjumlahkan secara vertikal, pekerjaan apa yang harus dilakukan dalam periode waktu apa pun. Misalnya, jika jangka waktunya dalam bulan, maka pada bulan tertentu kita dapat melihat bahwa satu bagian sedang digali, yang lain sedang dibeton dan yang lain diranjang dan ditutup, dll.

Dari uraian tersebut, kita dapat mengidentifikasi pekerjaan dan kemudian dapat menemukan tarif yang sesuai (atau total biaya) dari tagihan kuantitas. Jika total jangka waktu pekerjaan itu memakan waktu 6 minggu dan kita telah menghabiskan 4 minggu dalam jangka waktu yang dipertimbangkan, maka kira-kira dua pertiga dari nilai operasi itu telah dilakukan dan dapat disertifikasi. Dengan proses ini, dimungkinkan untuk membangun gambaran yang cukup akurat tentang pengeluaran yang diantisipasi pada awal pekerjaan, yang dengan sendirinya dapat mempengaruhi kebijakan tender secara keseluruhan. Asalkan pekerjaan sesuai program, arus kas dapat dihitung, tetapi, tentu saja, tunjangan harus dibuat untuk metode dan periode retensi, penagihan, dan penggantian yang berbeda. Oleh karena itu, biaya operasi harus dipecah menjadi enam komponen utama:

- Tenaga kerja
- Pabrik
- Bahan dan peralatan
- Subkontrak
- Pendirian lokasi
- Biaya overhead dan keuntungan

Dengan menyusun tabel operasi utama seperti yang ditunjukkan dalam jaringan, dan membagi biaya operasi (atau aktivitas) ini ke dalam enam komponen, adalah mungkin untuk menghitung persentase rata-rata yang terkandung di setiap konstituen dalam kaitannya

dengan nilainya. Namun, sangat penting untuk mengurangi nilai subkontrak dari operasi apa pun dan memperlakukan subkontrak ini secara terpisah. Alasan untuk ini, tentu saja, bahwa subkontrak bersifat mandiri dan seringkali bersifat khusus. Untuk memecah subkontra k menjadi tenaga kerja, pabrik, bahan, dll., tidak hanya akan sangat sulit (karena ini adalah hak prerogatif subkontraktor) tetapi juga akan secara serius mendistorsi distribusi sebenarnya dari sisa proyek.

Pengendalian Biaya dan EVA

Selain memastikan bahwa proyek mereka selesai tepat waktu, semua manajer, baik di kantor, bengkel, pabrik, atau di tempat, juga memperhatikan biaya. Ada sedikit penghiburan dalam menyelesaikan tepat waktu, ketika, dari sudut pandang biaya, seseorang berharap pekerjaan itu tidak pernah dimulai.

Pengendalian biaya telah menjadi fungsi vital manajemen sejak zaman piramida, tetapi istilah tersebut terlalu sering dikacaukan dengan pelaporan biaya belaka. Laporan biaya biasanya merupakan bagian dari laporan bulanan setiap manajer kepada atasannya, tetapi akun pengeluaran bulan lalu hanya menyatakan fakta sejarah. Apa yang dibutuhkan manajer adalah sistem pemantauan yang teratur dan terkini yang memungkinkan dia untuk mengidentifikasi pengeluaran dengan operasi atau tahapan tertentu, menentukan apakah pengeluaran itu hemat biaya, merencanakan atau menghitung tren dan kemudian mengambil tindakan segera jika tren tidak dapat diterima. Analisis jaringan membentuk dasar yang sangat baik untuk setiap sistem pengendalian biaya, karena setiap aktivitas dapat diidentifikasi dan dihitung biayanya, sehingga persentase penyelesaian suatu aktivitas juga dapat memberikan proporsi pengeluaran, jika pengeluaran tersebut terkait dengan waktu. Oleh karena itu, sistem ini ideal untuk lokasi konstruksi, kantor menggambar atau pabrik di mana unit kontrol dasar adalah jam kerja.

SMAC – Kontrol Jam Kerja

Site man-hours and cost (SMAC)¹ adalah sistem pengendalian biaya yang dikembangkan pada tahun 1978 secara khusus pada basis jaringan jalur kritis untuk pemantauan biaya dan kemajuan manual atau komputerisasi, yang memungkinkan kinerja diukur dan tren dievaluasi, sehingga memberikan manajer proyek dengan instrumen yang efektif untuk tindakan lebih lanjut. Sistem, yang sekarang dikenal sebagai analisis nilai yang diperoleh (EVA), dapat digunakan untuk semua operasi di mana jam kerja atau biaya harus dikendalikan, dan karena sebagian besar fungsi dalam lingkungan industri (dan sekarang semakin komersial) didasarkan pada jam kerja dan dapat direncanakan dengan jaringan jalur kritis, pemanfaatan sistem hampir tidak terbatas.

Operasi atau aktivitas berikut dapat mengambil manfaat dari sistem:

1. Lokasi konstruksi
2. Toko fabrikasi
3. Manufaktur (produksi batch)
4. Kantor rawing D
5. Layanan pembuangan
6. Komisioning mesin
7. Fungsi klerikal yang repetitif

8. Pemeliharaan jalan

Kriteria yang ditetapkan ketika sistem pertama kali diperdebatkan adalah:

1. Masukan situs (atau bengkel) minimum. Staf situs harus meluangkan waktu mereka untuk mengelola kontrak dan tidak mengisi formulir yang tidak perlu.
2. Kecepatan. Pengembalian harus dipantau dan dianalisis dengan cepat sehingga tindakan dapat diambil.
3. Akurasi. Pengeluaran jam kerja harus dapat diidentifikasi dengan kegiatan tertentu yang secara alami dicatat pada lembar waktu.
4. Nilai untuk uang. Jam kerja yang berguna pada suatu aktivitas harus sebanding dengan jam aktual yang dikeluarkan.
5. Ekonomi. Sistem harus murah untuk dioperasikan.
6. Pandangan ke depan. Tren harus dilihat dengan cepat sehingga tindakan perbaikan dapat diambil bila diperlukan.

Sistem terakhir memenuhi semua kriteria ini dengan keuntungan tambahan bahwa persentase pengembalian lengkap menjadi umpan balik yang sederhana namun efektif untuk memperbarui program jaringan. Salah satu perbedaan paling signifikan antara EVA dan sistem pelaporan kemajuan konvensional adalah penggantian 'bobot' yang diberikan pada aktivitas individu, dengan konsep 'jam nilai'. Jika setiap aktivitas dipantau berdasarkan jam anggarannya (atau jam yang dialokasikan untuk aktivitas tersebut di awal kontrak), maka 'jam nilai' hanyalah persentase penyelesaian aktivitas tersebut dikalikan dengan jam anggarannya. Dengan kata lain, ini adalah jam yang berguna dibandingkan dengan jam aktual yang tercatat pada lembar waktu. Jika semua nilai jam proyek dijumlahkan dan total dibagi dengan total jam anggaran, persentase keseluruhan proyek akan segera terlihat.

Keuntungan dari sistem ini dibandingkan sistem pembobotan adalah aktivitas dapat ditambahkan atau dihilangkan tanpa harus 'membobot ulang' semua aktivitas lainnya. Selanjutnya, nilai jam adalah parameter nyata, yang, jika diplot pada grafik terhadap jam aktual, jam anggaran, dan jam terakhir yang diprediksi, memberi manajer 'perasaan' tentang kemajuan pekerjaan yang tiada duanya.

Ringkasan Keuntungan

Membandingkan sistem pembobotan dan nilai-jam, keuntungan berikut dari yang terakhir segera terlihat:

1. Sistem nilai-jam dasar hanya membutuhkan enam kolom dibandingkan tujuh sistem pembobotan.
2. Di sini tidak perlu melakukan 'pembobotan' awal yang memakan waktu di awal pekerjaan.
3. Suatu kegiatan dapat ditambahkan, dihapus atau diubah durasinya tanpa perlu menghitung ulang bobot setiap kegiatan. Ini menghemat ratusan jam kerja pada proyek besar.
4. Nilai jam mudah dihitung dan bahkan, dalam banyak kasus, dapat dinilai dengan inspeksi.
5. Kesalahan mudah terlihat, karena nilainya tidak pernah melebihi anggaran.
6. Jam anggaran, jam aktual, jam nilai, dan jam perkiraan semuanya dapat diplot pada satu grafik untuk menunjukkan tren.

7. Metode ini ideal untuk menilai nilai pekerjaan yang benar-benar diselesaikan untuk pembayaran kemajuan kepada utama dan subkontraktor. Karena didasarkan pada jam kerja, ini benar-benar mewakili kemajuan konstruksi terlepas dari biaya material atau pabrik, yang sering kali mendistorsi penilaian.

Pengadaan

Pengadaan adalah istilah yang diberikan untuk proses memperoleh barang atau jasa. Pentingnya pengadaan dalam sebuah proyek dapat diapresiasi dengan memeriksa diagram lingkaran dari mana dapat dilihat bahwa untuk proyek modal biasa, pengadaan mewakili lebih dari 80% nilai kontrak. Fungsi utama yang terlibat dalam proses pengadaan adalah:

1. Strategi pengadaan
2. Daftar pelelangan yang disetujui
3. Survei pelelangan ulang
4. Pemilihan penawar
5. Permintaan penawaran (RfQ)
6. Evaluasi pelelangan
7. Pesanan pembelian
8. Percepatan, pemantauan dan pemeriksaan
9. Shipping dan penyimpanan
10. instalasi
11. Komisioning dan serah terima

Fungsi utama ini berisi sejumlah operasi yang dirancang untuk memastikan bahwa barang yang diinginkan dijelaskan dan dipesan dengan benar, dikirimkan kapan dan di mana diperlukan dan sesuai dengan kriteria kualitas dan kinerja yang ditentukan. Fungsi-fungsi tersebut dijelaskan lebih lanjut diikuti dengan pembahasan yang lebih rinci tentang jenis kontrak dan persyaratan pendukungnya.

Strategi Pengadaan

Sebelum setiap operasi pembelian besar dipertimbangkan, strategi pembelian harus dibuat yang menetapkan kriteria yang harus diikuti. Ini termasuk:

- Kebutuhan dan tujuan pembelian yang diusulkan.
- Apakah barang-barang tersebut harus dibeli atau disewa?
- Haruskah barang-barang itu dibuat sendiri?
- Apakah akan ada elemen konstruksi yang terlibat? Jika ya, perlu untuk membuat dokumentasi subkontrak. Jika tidak ada elemen konstruksi atau perakitan, pesanan pembelian langsung sudah cukup.
- Berapa banyak perusahaan yang akan diundang untuk mengikuti tender?
- Apakah akan ada tender terbuka atau selektif? Ini akan sering tergantung pada nilai dan pembatasan strategis atau keamanan. Apakah ada area terlarang untuk pembelian atau kondisi pengiriman yang membatasi?
- Apa risiko utama yang terkait dengan pembelian di setiap tahap?
- Apa negara yurisdiksi untuk menyelesaikan perselisihan dan prosedur perselisihan apa yang akan dimasukkan?

- Hukum kontrak apa yang berlaku, bahasa apa yang akan digunakan, dan dalam mata uang apa barang tersebut akan dibayar?
- Bagaimana tawaran akan dibuka dan dinilai dan oleh siapa? Dengan otoritas publik, tender biasanya dibuka oleh panitia.

Rantai Suplai

Setiap pembeli harus ingat bahwa sebagian besar item peralatan mengandung komponen yang dialihdayakan oleh produsen atau subkontraktor ke perusahaan spesialis. Perusahaan-perusahaan ini mungkin sendiri mensubkontrakkan subkomponen ke spesialis lain, sehingga pembeli asli benar-benar bergantung pada masing-masing subkontraktor yang ketat dan cerdas secara teknis dan komersial untuk memastikan bahwa kriteria dasar keandalan, pengulangan, dan keberlanjutan dipertahankan melalui keseluruhan rantai pasokan.

Kegagalan teknis dari setiap komponen, atau ketidakpatuhan terhadap undang-undang lingkungan dan kesehatan dan keselamatan yang relevan, dapat berdampak serius pada reputasi dan profitabilitas pembeli. Masalahnya telah diperburuk oleh globalisasi banyak organisasi manufaktur di mana inspeksi komponen sebenarnya atau tempat pabrikan mungkin sulit dan mahal. Oleh karena itu, mekanisme pemantauan dan pelaporan harus ditetapkan melalui rantai pasokan untuk memastikan bahwa standar teknis dan lingkungan dipertahankan. Masalah ini harus dihadapi oleh setiap industri manufaktur baik itu konstruksi, teknik, elektronik, farmasi, tekstil, mainan, dll.

Daftar Tender yang Disetujui

Ketika strategi pengadaan telah disetujui, daftar tender yang disetujui (atau yang dicalonkan oleh klien) dapat dibuat. Untuk banyak proyek infrastruktur atau pembangkit listrik besar, akan bermanfaat untuk mendapatkan saran dari pemasok atau kontraktor spesialis selama tahap desain. Dalam praktiknya, banyak proyek semacam itu akan dibangun oleh konsorsium yang terdiri dari kontraktor dan pabrikan sipil, mekanikal dan elektrikal, sehingga risiko ini telah dialihkan dari klien/operator ke konsorsium.

Sebagian besar perusahaan besar mengoperasikan daftar vendor yang telah melakukan pekerjaan pada kontrak sebelumnya dan telah mencapai tingkat kinerja yang disyaratkan. Ini umumnya disebut sebagai 'daftar vendor yang disetujui' dan hanya boleh berisi nama vendor yang telah disurvei dan yang kapasitasnya telah ditetapkan dengan jelas. Penggunaan komputer memungkinkan daftar tersebut menjadi sangat canggih dan hampir pasti berisi informasi tentang kapasitas dan kinerja perusahaan bersama dengan rincian semua pekerjaan yang telah dilakukan kontraktor dan tingkat kinerjanya dalam setiap kasus. Daftar biasanya disiapkan berdasarkan komoditas, tetapi hanya berguna jika terus diperbarui. Entri khas terhadap vendor dalam daftar tersebut meliputi:

- Nama dan alamat perusahaan
- Nomor telepon, teleks dan telefaks.
- Omset tahunan perusahaan
- Daftar produk utama
- Nilai pesanan terakhir yang ditempatkan
- Peringkat kinerja pada:

- Kepatuhan terhadap harga
- Kepatuhan pada pengiriman
- Kepatuhan terhadap persyaratan kualitas
- Kemampuan untuk menyediakan dokumen tepat waktu
- Kerjasama selama tahap desain
- Tanggapan terhadap situasi darurat

Banyak organisasi juga menyimpan daftar kedua, yang terdiri dari perusahaan yang telah menyatakan keinginan mereka untuk dipertimbangkan untuk bidang pekerjaan tertentu, tetapi tidak ada dalam daftar vendor yang disetujui. Ketika ada kesempatan bagi perusahaan tersebut untuk dipertimbangkan, jika perlu, dikunjungi oleh seorang inspektur. Dengan cara ini, daftar tersebut akan menjadi dokumen dinamis di mana perusahaan baru ditambahkan dan perusahaan yang tidak memuaskan dihapus darinya.

Survei Pra-Tender

Daftar vendor yang disetujui adalah alat yang berguna, tetapi tidak bisa begitu komprehensif untuk mencakup setiap komoditas dan layanan di setiap negara di dunia. Oleh karena itu, untuk komoditas baru atau pasar baru, survei pra-pelelangan diperlukan. Ini khususnya penting ketika seorang kontraktor akan melakukan pekerjaan di negara baru yang undang-undang dan praktik bisnisnya tidak dikenalnya.

Seleksi Penawar

Sebelum penyelidikan dapat diterbitkan, daftar penawar harus disusun. Meskipun nama perusahaan yang memenuhi syarat hampir pasti akan diambil dari daftar vendor yang disetujui pembeli, pemilihan calon penawar yang sebenarnya untuk penyelidikan tertentu memerlukan pertimbangan yang cermat. Selama tahap persiapan permintaan peralatan, sejumlah perusahaan yang sesuai mungkin telah disarankan kepada pembeli oleh manajer proyek, departemen teknik, departemen konstruksi dan, tentu saja, klien. Sementara semua ini, sering kali tidak diminta, saran harus diberikan pertimbangan serius, pilihan terakhir adalah tanggung jawab manajer pengadaan. Namun, dalam kebanyakan kasus, saran klien dan manajer proyek akan disertakan.

Jumlah perusahaan yang diundang untuk menawar tergantung pada produk, kondisi pasar, dan nama yang 'dikenakan' oleh klien. Bagaimanapun juga, jumlah penawar yang diundang tidak boleh kurang dari 3, atau lebih dari 10. Dalam praktiknya, daftar penawaran yang terdiri dari enam perusahaan memberikan selisih harga yang wajar, tetapi jika terlalu banyak perusahaan yang diundang menolak untuk menawar, nama lebih lanjut dapat ditambahkan untuk memastikan kembalinya setidaknya tiga tender yang valid.

Untuk memastikan bahwa jumlah minimum penawaran yang baik diperoleh, beberapa pembeli cenderung menyukai daftar penawar yang panjang. Praktik ini mahal dan memakan waktu, terutama jika dokumentasi pendukung, seperti spesifikasi dan gambar, sangat banyak. Cara yang jauh lebih baik adalah dengan menelepon calon penawar sebelum pertanyaan dikirim dan, setelah menjelaskan paket penawaran secara luas, memperoleh jaminan dari perusahaan yang bersangkutan bahwa mereka memang akan mengajukan penawaran ketika dokumen diterima. Dengan cara ini, daftar dapat disimpan ke ukuran yang wajar. Jika vendor kemudian menolak untuk menawar, dia berisiko dicoret dari daftar penawaran berikutnya.

Meskipun daftar vendor yang disetujui merupakan titik awal yang sangat baik untuk pemilihan penawar, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memastikan bahwa perusahaan yang dipilih mampu memenuhi persyaratan kualitas dan program. Calon vendor harus berpengalaman dalam memproduksi barang yang bersangkutan, memiliki kapasitas untuk memproduksi dalam jumlah tepat waktu, stabil secara finansial dan memenuhi semua persyaratan teknis dan kontrak yang diperlukan. Pembeli yang terus berhubungan dengan kondisi pasar sering kali dapat memperoleh informasi yang berguna dari rekan kerja di perusahaan lain, dari jurnal teknis dan bahkan pers harian tentang beban kerja atau status keuangan pemasok tertentu. Pengumuman di kolom keuangan bahwa perusahaan telah memperoleh pesanan 10.000 pompa yang akan dikirim selama dua tahun harus memicu penyelidikan terhadap total kapasitas perusahaan, sebelum diminta untuk menawar lebih banyak pompa. Memuat pemasok yang baik sampai dia kewalahan dan menjadi pemasok yang buruk bukanlah kepentingan terbaik salah satu pihak.

Ketika pembeli memberitahukan bahwa pertanyaan tertentu akan dikeluarkan, pembeli pasti akan dihubungi oleh banyak perusahaan yang ingin diundang untuk menawar. Informasi yang diberikan oleh penjual dari satu perusahaan harus dibandingkan dengan informasi yang sering bertentangan dari pihak lawan sebelum keputusan yang realistis dapat diambil. Hanya dengan mengenal produk dan kekuatan pasar pada saat penyelidikan, pembeli dapat membuat penilaian yang objektif. Dalam hal apa pun vendor tidak boleh dimasukkan dalam daftar penawaran untuk mencegah penjual atau hanya untuk membuat angka.

Untuk barang yang biasanya tidak dipesan oleh pembeli, diperlukan pendekatan yang berbeda. Kemungkinan besar, tidak ada daftar vendor yang disetujui untuk produk semacam itu dan kecuali seseorang di departemen pengadaan, atau di salah satu departemen teknis lainnya, mengetahui pemasok yang sesuai, sejumlah penelitian harus dilakukan oleh pembeli. Sumber yang paling jelas dari vendor yang sesuai adalah berbagai direktori perdagangan teknis dan indeks teknis yang tersedia di mikrofilm atau mikrofiche. Selain itu, panggilan telepon ke asosiasi perdagangan yang relevan sering kali akan menghasilkan panen yang baik dari calon pemasok. Apa pun sumbernya, dan siapa pun yang terpilih untuk daftar pendahuluan, akan bijaksana untuk mengirimkan kuesioner ke semua perusahaan terpilih, meminta perincian berikut:

- Nama dan alamat lengkap perusahaan (pos dan website)
- Telepon, fax no. dan alamat e-mail
- Omset tahunan perusahaan
- Nama bank
- Nama tiga referensi
- Konfirmasi bahwa produk tertentu dapat dipasok
- Berapa proporsi yang akan disubkontrakkan
- Nama perusahaan induk – jika ada

Jelas dari penjelasan di atas bahwa pertanyaan-pertanyaan ini harus ditanyakan jauh sebelum tanggal penyelidikan. Oleh karena itu, pembeli perlu memindai jadwal permintaan segera setelah dikeluarkan untuk mengekstrak bahan dan item yang tidak ada daftar vendor yang

disusun. Dengan kata lain, pembeli harus melakukan salah satu fungsi terpenting dari manajemen proyek – perencanaan ke depan.

Permintaan Penawaran

Manajer pengadaan pertama-tama akan:

- Membuat daftar akhir penawaran tender yang kompeten
- Memutuskan jumlah minimum dan maksimum penawaran yang akan diundang
- Memastikan spesifikasi dan deskripsi teknis barang atau jasa yang akan dibeli lengkap
- Menentukan jenis pengiriman dan asuransi yang dibutuhkan (ex-works, FAS, FOB, dll.)
- Menyetujui program dengan tanggal pengiriman untuk informasi dan barang dengan manajer proyek
- Memutuskan kondisi umum pembelian atau kontrak yang paling tepat
- Membuat konsep kondisi khusus kontrak (jika diperlukan)
- Memutuskan jenis dan jumlah persyaratan dokumen (manual)
- Setuju dengan manajer proyek tentang jumlah ganti rugi yang disyaratkan terhadap keterlambatan pengiriman
- Membuat draft dan menerbitkan surat RfQ
- Melampirkan dengan RfQ daftar gambar dan data lain yang diperlukan untuk mengajukan penawaran

Penting untuk menyertakan persyaratan khusus di atas dan di atas kondisi kontrak yang biasa dengan dokumen penyelidikan. Kegagalan untuk melakukannya dapat menimbulkan klaim untuk tambahan setelah kontrak berlangsung. Persyaratan tambahan tersebut dapat mencakup kebutuhan dan pembatasan pengiriman khusus, pembatasan akses, prosedur pemantauan seperti EVA, fasilitas inspeksi dan pembatasan mata uang, dll. Diskon dan pembayaran bonus sebaiknya didiskusikan pada wawancara dengan pemasok/kontraktor pilihan setelah tender dibuka.

Informasi berikut harus diminta dari peserta tender di RfQ:

- Harga dan pengiriman seperti yang ditentukan
- Diskon dan syarat pembayaran yang diperlukan
- Tanggal penerbitan data teknis tanggal muka, gambar tata letak, rencana pengaturan, dll.
- Program produksi dan pengiriman
- Mempercepat jadwal untuk suborder
- Daftar suku cadang dan penawaran suku cadang
- Jaminan dan jaminan yang ditawarkan
- Usulan alternatif untuk kemungkinan pertimbangan

Evaluasi Tender

Manajer pengadaan selanjutnya harus:

- Memutuskan prosedur pembukaan tawaran dan tawaran terbuka
- Menerima dan mencatat tawaran saat mereka tiba
- Menilai pengalaman sebelumnya dan memeriksa kontrak atau situs referensi
- Periksa stabilitas keuangan penawar

- Periksa daftar klien sebelumnya
- Atur pertemuan penawar
- Tempat wawancara atau instalasi manajer atau mandor (jika ada)
- Diskusikan diskon kuantitas
- Negosiasikan lebih awal atau diskon pembayaran lainnya
- Dapatkan jaminan perusahaan induk ketika kontrak dengan anak perusahaan
- Setujui periode pemeliharaan (jaminan)
- Diskusikan dan setujui tawaran, kinerja, pemeliharaan dan uang muka obligasi pembayaran
- Membuat ringkasan penawaran (tabulasi penawaran)
- Melakukan evaluasi teknis
- Melakukan evaluasi komersial

Berikut ini adalah item utama yang harus dibandingkan saat menilai tawaran bersaing:

- Biaya dasar
- Ekstra
- Biaya pengiriman dan pengiriman
- Asuransi
- Biaya pengujian dan inspeksi
- Biaya dokumentasi
- Biaya suku cadang yang direkomendasikan
- Diskon
- Jangka waktu pengiriman
- Ketentuan pembayaran
- Jaminan penyimpanan
- Kepatuhan terhadap ketentuan pembelian

Semua harga vendor tentu saja harus dibandingkan dengan anggaran estimator, yang juga akan muncul di lembar. Jika nilai penawaran (atau setidaknya satu penawaran) sesuai dengan anggaran, evaluasi penawaran dapat dilanjutkan seperti yang dijelaskan di bawah ini. Jika, di sisi lain, semua tawaran lebih tinggi dari anggaran, pertemuan harus diadakan dengan manajer proyek di mana salah satu dari empat keputusan harus diambil, sebagian besar tergantung pada program proyek secara keseluruhan:

1. Jika ada waktu, pertanyaan dapat diterbitkan kembali ke daftar vendor baru, menyebar area untuk memasukkan pemasok luar negeri, asalkan pemasok asing tidak dikecualikan oleh ketentuan kontrak.
2. Tinjau ulang desain asli atau standar desain untuk melihat apakah penghematan dapat dilakukan. Meskipun penghematan seperti itu mungkin sulit dilakukan dengan item peralatan, yang harus memenuhi persyaratan teknis yang ditentukan, penghematan biaya dapat dilakukan dalam jenis penyelesaian, atau bahan konstruksi. Misalnya, tangki yang awalnya ditentukan sebagai galvanis mungkin dapat diterima dengan cat yang bagus.

3. Jika tidak ada waktu untuk menerbitkan kembali pertanyaan, mungkin perlu untuk memanggil dua penawar terendah dan menegosiasikan harga mereka ke tingkat anggaran atau meminta mereka untuk menawar kembali dalam beberapa hari berdasarkan beberapa desain yang dapat dipastikan dengan cepat perubahan.
4. Jika ternyata perkiraan anggaran awal terlalu rendah, penawaran terendah (jika dapat diterima secara teknis dan komersial) harus diajukan untuk disetujui oleh manajer proyek.

Perbandingan komersial ini harus dilakukan untuk setiap pertanyaan. Namun demikian, penilaian teknis tambahan harus dilakukan bila bahan dan peralatan tersebut selain barang komoditas umum, yang hanya harus memenuhi spesifikasi bahan.

Meskipun tujuan dari proses evaluasi ini adalah untuk menemukan penawar termurah yang memenuhi spesifikasi dan persyaratan kontrak, kemampuan teknis penawar serta rekam jejak penyelesaian tepat waktu dan hubungan masa lalu (baik atau buruk) dengan pemangku kepentingan lainnya juga harus dipertimbangkan. Ini tentu saja menjadi masalah tersendiri dengan kontrak pemerintah, di mana selalu ada tuduhan pilih kasih atau bahkan nepotisme jika penawar yang paling murah tidak dipilih.

Pesanan Pembelian

Ketika penawaran yang dipilih telah disetujui, pesanan pembelian atau dokumen kontrak harus diterbitkan dengan semua lampiran yang sama, yang merupakan bagian dari RfQ. Satu-satunya dokumen tambahan adalah yang berisi syarat dan ketentuan yang disepakati pada pertemuan penawar atau perjanjian tertulis lainnya yang dibuat selama proses evaluasi penawaran. Ini akan mencakup:

- Tata cara pembayaran sebagaimana diatur dalam kontrak
- Tahapan penerbitan akta penerimaan sementara dan final

Setiap perubahan pada spesifikasi atau gambar, dll. setelah tanggal pesanan pembelian akan diterbitkan sebagai pesanan variasi dan dikendalikan menggunakan prosedur manajemen konfigurasi yang ditetapkan. Selama kontrak berjalan, manajer pengadaan harus:

- Tetapkan prioritas dari program dan revisi program, jika perlu
- Tetapkan area berikat dan penandaan saat pembayaran di muka dipertimbangkan
- Atur untuk melaksanakan laporan percepatan dan pemeriksaan berkala
- Melaksanakan inspeksi tahap dan pengujian tertentu, dan memeriksa laporan inspeksi dan pengujian
- Melaksanakan survei rute (jika diperlukan)
- Mengeluarkan instruksi pengiriman akhir untuk dokumen dan barang
- Mengeluarkan instruksi pengepakan
- Mengeluarkan informasi pengiriman, waktu berlayar
- Memberi nasihat tentang batasan pengiriman (persyaratan jalur konferensi, dll.)
- Nasihat tentang kondisi situs saat ini untuk penyimpanan
- Menyambut dan menyelesaikan prosedur penutupan
- Dapatkan rincian layanan purna jual

Percepatan, Pemantauan dan Inspeksi

Antara waktu penerbitan pesanan pembelian atau dokumen kontrak dan pengiriman barang atau jasa yang sebenarnya, kemajuan produksi (pembuatan) barang harus dipantau jika kualitas dan tanggal pengiriman ingin dipertahankan. Dokumentasi kontrak akan (atau seharusnya) mencakup bagian yang sesuai dari keseluruhan program proyek. Dari sini, kontraktor atau pemasok akan diminta untuk membuat program konstruksi atau manufakturnya sendiri. Ini harus diberikan kepada kontraktor utama atau klien dalam waktu dua atau tiga minggu setelah menerima pesanan dan dapat digunakan untuk memantau kemajuan. Akan bermanfaat jika seorang ekspediter atau inspektur mengunjungi tempat kerja atau kantor pemasok dalam waktu dua minggu setelah pemberian kontrak untuk memastikan bahwa:

1. Dokumen kontrak telah diterima dan dipahami
2. Program kontraktor atau pemasok sendiri telah dimulai atau siap diterbitkan
3. Pemasok atau kontraktor memiliki semua informasi yang dibutuhkan

Secara berkala expediter kemudian akan mengunjungi pemasok dan memeriksa apakah program pemasok itu sendiri telah dipenuhi dan, khususnya, bahwa sub-pesanan untuk bahan dan komponen telah ditempatkan, dengan mengingat waktu tenggang untuk barang-barang ini. Setiap penyimpangan pada program pembeli atau pemasok harus segera dilaporkan kepada manajer proyek sehingga tindakan yang tepat dapat diambil. Di mana waktu sangat penting, sejumlah opsi tersedia untuk mengembalikan pengiriman barang sesuai jadwal. Ini adalah:

1. Program pembeli mungkin memiliki float yang cukup (penundaan yang diizinkan) dalam rangkaian pengiriman, yang mungkin membuat tindakan lebih lanjut tidak diperlukan, tetapi tekanan untuk mengirimkan ke tanggal yang direvisi sekarang harus diterapkan.
2. Jika tidak ada pelampung yang tersedia, pemasok harus didesak untuk bekerja lembur dan/atau akhir pekan untuk mempercepat pembuatan. Mungkin bermanfaat bagi pembeli untuk membayar jam kerja premium ini secara penuh atau sebagian, karena bahkan jika ganti rugi yang dilikuidasi dikenakan dan diperoleh, biaya keuangan penundaan, selain hilangnya prestise atau reputasi, seringkali sangat mahal. Lebih besar dari nilai ganti rugi yang diterima.
3. Jika tidak ada klausul ganti rugi yang dilikuidasi dalam perjanjian atau kontrak pembelian tetapi pengiriman pada tanggal yang ditentukan merupakan persyaratan mendasar, pembeli dapat mengancam pemasok dengan proses hukum, pelanggaran kontrak atau perangkat lain, tetapi sementara ini dapat menghukum pemasok pemasok, itu tidak akan mengirimkan barang. Untuk alasan ini, peringatan dini selip sangat penting.

Karena bahaya dari pengenaan ganti rugi pada umumnya, karena kemungkinan pengiriman yang tertunda, pemasok yang bijaksana, dan terutama kontraktor, harus meminta agar klausul ganti rugi yang dilikuidasi dimasukkan ke dalam kontrak, bahkan jika ini pada awalnya tidak diberikan. Demikian pula, seorang inspektur akan mengunjungi pemasok lebih awal untuk memastikan bahwa bahan dan sertifikat kesesuaian yang diperlukan telah dipesan atau tersedia untuk diperiksa. Proses percepatan dan inspeksi ini harus berlanjut sampai semua barang dikirim atau layanan yang ditentukan dimulai.

Pengiriman dan Penyimpanan

Untuk memastikan bahwa bahan atau peralatan dikirimkan tepat waktu dan di lokasi yang benar, pemeriksaan harus dilakukan untuk memastikan bahwa, dalam hal pengadaan di luar negeri, tidak ada masalah pengiriman, pendaratan atau bea cukai. Pengiriman komponen besar melalui darat mungkin memerlukan survei rute untuk memastikan bahwa jembatan cukup tinggi atau kuat, jalan cukup lebar dan izin otoritas lokal yang diperlukan serta pengawalan polisi tersedia. Perhatian khusus harus diberikan pada kontrak ketika berhadapan dengan industri konstruksi. Di sini, waktu pengiriman harus diperhitungkan secara hati-hati untuk memastikan bahwa ada cukup ruang bongkar muat dan penyimpanan, tersedia cukup rongsokan, tidak ada gangguan dengan pengguna situs lain dan bahwa bahan pelindung sementara yang memadai telah siap. Dalam hal pembangunan perkotaan, gangguan terhadap lalu lintas atau masyarakat umum harus diminimalkan.

Instalasi

Setelah di lokasi, pekerjaan fabrikasi, dan pemasangan harus dipantau secara teratur menggunakan teknik nilai yang diperoleh, yang terkait dengan program konstruksi. Hanya dengan cara ini efisiensi subkontraktor dapat dinilai dan prediksi mengenai biaya akhir dan penyelesaian dapat dibuat. Karena biaya keterlambatan penyelesaian bisa berkali-kali lipat lebih besar daripada kerugian produksi atau penggunaan fasilitas yang sedang dibangun, pengenaan ganti rugi yang dilikuidasi (bahkan jika mungkin) tidak akan memulihkan kerugian dan paling-paling menjadi penghalang. Perlindungan yang jauh lebih baik terhadap penyelesaian yang terlambat adalah desakan bahwa program konstruksi yang realistis dan diperbarui diproduksi, secara teratur (lebih disukai setiap minggu) dipantau dan, dengan bantuan analisis jaringan dan teknik EVA, tetap tepat sasaran. Meskipun ini mungkin memerlukan sumber daya dan insentif tambahan, ini mungkin merupakan pilihan terbaik.

Karena sebagian besar kontrak konstruksi akan ditempatkan berdasarkan serangkaian persyaratan kontrak yang disepakati (apakah umum atau khusus), maka perlu untuk memeriksa apakah persyaratan tersebut sepenuhnya terpenuhi, khususnya yang berkaitan dengan kualitas, penyelesaian tahap, dan kesehatan. dan keamanan. Juga perlu untuk memastikan bahwa gambar-gambar dan prosedur-prosedur komisioning yang memadai telah siap ketika tahap kontrak itu dimulai. Selama proses manufaktur atau konstruksi, dokumen seperti prosedur operasi dan pemeliharaan, daftar suku cadang dan gambar kerja harus disusun dan diberi indeks agar dokumen tersebut dapat diserahkan dalam keadaan lengkap saat serah terima resmi dilakukan.

Komisioning dan Serah Terima

Sebelum pabrik diserahkan untuk operasi, itu harus diperiksa dan diuji. Proses ini disebut commissioning dan melibatkan kontraktor dan operator dari fasilitas yang telah selesai. Perencanaan yang cermat diperlukan, terutama jika pembangkit adalah bagian dari fasilitas yang ada yang harus tetap beroperasi penuh dengan gangguan minimal selama proses komisioning. Integrasi dengan sistem yang ada (terutama ketika komputer terlibat) harus mulus, dan ini mungkin memerlukan sistem yang ada dan yang baru untuk dioperasikan secara bersamaan sampai semua masalah pertumbuhan telah diselesaikan.

Dalam jenis pembangkit tertentu, peralatan harus dioperasikan 'dingin', yaitu, tanpa cairan operasi (gas, cairan atau bahkan padatan) yang melewati sistem. Hanya ketika tahap ini telah berhasil diselesaikan, commissioning 'panas' dapat dimulai dengan media yang diperlukan diproses dalam kondisi operasi akhir (suhu, viskositas, tegangan tekanan, dll.) dan pada tingkat penggunaan yang ditentukan (aliran, watt, kecepatan, dll.). Seringkali lebih mudah untuk melibatkan personel operasi dalam proses komisioning sehingga mereka dapat terbiasa dengan sistem dan prosedur operasi baru.

Setelah berbagai tes dan uji coba telah selesai dan kriteria operasi dan KPI telah dipenuhi untuk kepuasan klien, fasilitas baru dapat secara resmi diserahkan untuk dioperasikan. Ini melibatkan penyerahan semua dokumen yang ditetapkan, seperti gambar yang dibuat, instruksi pengoperasian dan pemeliharaan, jadwal pelumasan dan daftar suku cadang, serta catatan commissioning, sertifikat pengujian peralatan, bahan dan operator, sertifikat asal dan kepatuhan, jaminan dan garansi. Sebuah laporan penutupan harus ditulis, yang mencatat peristiwa besar dan masalah yang dihadapi selama tahap manufaktur, konstruksi dan commissioning. Ini akan diindeks dan diajukan untuk memungkinkan manajer proyek masa depan belajar dari pengalaman masa lalu.

Jenis Kontrak

Kontrak terdiri dari tiga jenis utama:

1. Kontrak lump sum
2. Kontrak yang diukur kembali
3. Kontrak yang dapat diganti

Dimungkinkan untuk memiliki subkontrak yang merupakan kombinasi dari dua atau bahkan ketiga jenis. Misalnya, subkontrak mekanis dapat memiliki konten desain yang merupakan biaya tetap lump sum, bagian pemasangan pipa yang diukur ulang, dan bagian yang dapat diganti untuk pengangkatan berat di mana klien ingin terlibat secara mendalam. Perbedaan utama antara ketiga jenis tersebut adalah sebagai berikut.

Kontrak Lump Sum

Prasyarat untuk kontrak lump sum (harga tetap), dengan atau tanpa klausul eskalasi, adalah satu set lengkap spesifikasi dan gambar konstruksi. Dokumen-dokumen ini akan memungkinkan subkontraktor untuk mendapatkan gambaran yang jelas tentang pekerjaan, menilai ruang lingkup dan persyaratan kualitas dan menghasilkan tender yang tidak digelembungkan oleh tunjangan risiko yang tidak perlu atau dilindungi nilai dengan berbagai kualifikasi. Kecenderungan di Amerika Serikat adalah untuk memiliki semua desain dan gambar yang lengkap sebelum tender diundang dan, asalkan item risiko biasa seperti sub-tanah, kondisi iklim dan seismik diberikan dengan jelas, harga kompetitif yang baik dapat diharapkan.

Kebanyakan dokumen kontrak lump sum harus, bagaimanapun, berisi jadwal tarif, sehingga variasi dapat dengan cepat dan ramah dihitung dan disepakati. Jelas, variasi ini harus dijaga seminimal mungkin dan tidak boleh melebihi batas yang wajar, karena tarif yang digunakan oleh subkontraktor didasarkan pada gambar dan kuantitas tender dan perubahan besar dapat memengaruhi distribusi jam kerja, tingkat pengawasan, dan organisasi lokasinya. Batas kasar umum yang diterima sebagai wajar adalah nilai variasi 15% dari nilai kontrak.

Harus dinyatakan bahwa variasi dapat berupa penurunan maupun peningkatan cakupan dan meskipun kuantitas dapat dikurangi oleh klien, penurunan harga tidak akan sebanding dengan pengurangan tersebut. Memang, ketika subkontrak mencakup elemen desain, pengurangan perangkat keras (misalnya penghapusan pompa kecil), dapat meningkatkan nilai kontrak karena perubahan penarikan dan biaya pembatalan yang mahal.

Kontrak yang Diukur Kembali

Sebagian besar subkontrak teknik sipil di berbagai negara dibiarkan sebagai kontrak yang diukur ulang. Dengan kata lain, pekerjaan tersebut diukur dan dihitung biayanya (biasanya bulanan) seperti yang dilakukan sesuai dengan tagihan harga kuantitas yang disepakati antara pembeli dan subkontraktor. Dokumen-dokumen yang diperlukan untuk tender adalah:

1. Spesifikasi
2. Gambar susunan umum
3. Bills of quantity

Tagihan kuantitas biasanya disiapkan oleh surveyor kuantitas yang dipekerjakan oleh pembeli dan sebenarnya hanya perkiraan, karena satu-satunya gambar yang tersedia untuk memproduksi tagihan adalah gambar pengaturan umum dan beberapa detail atau sketsa yang disiapkan oleh desainer. Jelas, semakin banyak detail yang tersedia, semakin akurat tagihan kuantitas, tetapi karena salah satu tujuan dari jenis kontrak ini adalah untuk mengundang tender secepat mungkin setelah tahap desain dasar, detail lengkap jarang tersedia untuk surveyor kuantitas. Subkontraktor memberi harga barang-barang dalam daftar kuantitas, dengan mempertimbangkan informasi yang diberikan dalam gambar, spesifikasi, pembukaan dalam tagihan dan, tentu saja, lokasi dan kondisi lokasi yang diusulkan. Meskipun item dalam daftar kuantitas sering dijelaskan dengan sangat rinci, item tersebut dimasukkan hanya untuk tujuan penetapan biaya dan bukan merupakan spesifikasi. Dengan cara yang sama, jumlah yang diberikan dalam tagihan hanya untuk tujuan penetapan biaya dan tidak ada jaminan bahwa itu akan menjadi jumlah sebenarnya yang dibutuhkan.

Seperti halnya kontrak lump sum, variasi, yang pasti terjadi, tidak boleh melebihi batas wajar di kedua arah, karena ini dapat membatalkan harga satuan yang dimasukkan oleh subkontraktor. Misalnya, jika tagihan kuantitas meminta 10.000 m³ penggalian sedalam 2 m, dan kemudian ternyata hanya 1000 m³ yang harus digali, subkontraktor berhak untuk meminta penilaian ulang item ini dengan alasan bahwa ekskavator yang berbeda harus digunakan, yang harganya lebih mahal per meter kubik daripada mesin yang dibayangkan pada saat tender. Dalam subkontrak yang diukur ulang, merupakan praktik umum untuk melakukan penilaian bulanan di lokasi sebagai dasar pembayaran kemajuan kepada subkontraktor. Penilaian ini terdiri dari tiga bagian:

1. Nilai bahan di lokasi, tetapi belum dimasukkan ke dalam pekerjaan
2. Nilai pekerjaan yang dilaksanakan dan diukur sesuai dengan metode pengukuran yang tercantum dalam daftar kuantitas
3. Nilai perkiraan barang sementara dan jumlah sementara yang ditetapkan dalam Tagihan

Nilai bahan yang telah dibayar pada bulan sebelumnya (pada saat diserahkan, tetapi belum dimasukkan ke dalam pekerjaan), dipotong dari pekerjaan yang diukur pada bulan berikutnya (pada saat itu dimasukkan) sejak tagihan tarif akan mencakup biaya bahan serta tenaga kerja dan pabrik. Pada akhir periode kontrak, akur akhir akan memerlukan rekonsiliasi lengkap antara biaya dan nilai, sehingga setiap kelebihan atau kekurangan pembayaran akan diseimbangkan.

Kontrak yang Dapat Dikembalikan

Ketika klien (atau pembeli) ingin membuat kontrak sedini mungkin, tetapi tidak dalam posisi untuk menyediakan gambar atau spesifikasi yang memadai, atau ketika ruang lingkup belum sepenuhnya ditentukan, kontrak yang dapat diganti adalah sarana yang paling nyaman. Dalam bentuknya yang paling sederhana, kontraktor (atau subkontraktor) akan memasok semua bahan, peralatan, pabrik dan tenaga kerja sebagaimana dan bila diperlukan, dan akan menagih klien dengan biaya, ditambah persentase yang disepakati untuk menutupi biaya overhead dan keuntungan. Untuk memastikan 'permainan yang adil', klien memiliki hak untuk mengaudit pembukuan kontraktor, memeriksa faktur dan pengembalian tenaga kerja, dll., tetapi ia memiliki sedikit kendali atas metode kerja atau efisiensinya. Memang, karena kontraktor akan mendapatkan persentase untuk setiap jam kerja, ia memiliki sedikit insentif baik dalam meminimalkan pengeluaran jam kerjanya atau menyelesaikan pekerjaan lebih awal.

Untuk mengatasi kekurangan yang jelas dari kontrak langsung yang dapat diganti (atau biaya-plus), sejumlah variasi telah dirancang selama bertahun-tahun untuk memberikan insentif kepada kontraktor untuk menjadi efisien dan/atau menyelesaikan pekerjaan tepat waktu. Sebagian besar kontrak yang dapat diganti biayanya memiliki dua komponen utama:

1. Komponen biaya yang dapat menutupi biaya desain, biaya manajemen lokasi dan proyek, overhead dan keuntungan
2. Komponen biaya utama yang mencakup peralatan, bahan, bahan habis pakai, pabrik, tenaga kerja di lokasi, subkontrak, dan pendirian lokasi

Dalam beberapa kasus, pendirian situs mungkin dalam komponen biaya atau biaya desain mungkin dalam porsi biaya utama. Fleksibilitas kontrak yang dapat diganti memungkinkan permutasi yang paling nyaman untuk diadopsi. Dengan menyetujui bagian biaya 'tetap', kontraktor memiliki insentif untuk menyelesaikan pekerjaan secepat mungkin, karena biaya dan keuntungannya dapat diperoleh kembali dalam periode yang lebih singkat dan kemudian ia dapat melepaskan sumber dayanya untuk kontrak lain. Lebih jauh lagi, karena dia hanya memulihkan pengeluaran biaya utamanya dengan biaya, dia sama sekali tidak memiliki keuntungan dalam memperpanjang kontrak – memang, reputasinya hampir tidak akan meningkat jika dia selesai terlambat dan menghabiskan lebih banyak uang kepada klien.

Jika ruang lingkup pekerjaan ditingkatkan oleh klien, kontraktor biasanya berhak atas kenaikan biaya tetap dengan persentase yang disepakati, tetapi seringkali peningkatan seperti itu hanya berlaku jika biaya ruang lingkup melebihi 10% dari kontrak asli nilai. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan ketika memutuskan konstitusi komponen biaya tetap dan biaya utama adalah:

1. Waktu yang tersedia untuk desain

2. Tingkat keterlibatan klien dalam perencanaan dan desain
3. Tingkat keterlibatan klien dalam pengawasan dan inspeksi lokasi
4. Perlu izin operasi tempat yang berdekatan untuk dilanjutkan selama konstruksi. Hal ini sangat penting dalam perluasan untuk pabrik, hotel, rumah sakit atau pabrik proses
5. Kepentingan finansial klien dalam bisnis kontraktor atau sebaliknya
6. Lokasi situs dalam kaitannya dengan area utama pembuatan peralatan
7. Pentingnya finishing pada tanggal yang ditentukan, misalnya, jendela cuaca untuk operasi lepas pantai atau penjualan produk yang berkomitmen
8. tata cara bagi hasil tabungan atau insentif lainnya; dapat dilihat bahwa jika kedua belah pihak sepakat, kontrak dapat disesuaikan untuk memenuhi persyaratan tertentu, tetapi klien hanya memiliki perkiraan biaya akhir

Kontrak Target

Untuk mengatasi beberapa kelemahan dari kontrak langsung yang dapat diganti, kontrak target telah dirancang. Dalam kontrak ini, perkiraan pekerjaan telah disiapkan oleh pemberi kerja (atau konsultannya) dan disepakati dengan kontraktor terpilih. Biaya utama kemudian dibekukan sebagai biaya target kontraktor tidak boleh melebihi. Komponen biaya adalah tetap, tetapi dapat juga dihitung sebagai variabel sedemikian rupa sehingga kontraktor memiliki insentif untuk menyelesaikan pekerjaan di bawah target atau sesuai program atau keduanya.

Sekali lagi, ada banyak variasi dari tema ini, tetapi berikut ini adalah metode operasi yang lebih umum:

1. Jika biaya utama yang diukur akhir kurang dari nilai target, selisihnya dibagi antara para pihak dalam proporsi yang disepakati sebelumnya. Jika biaya akhir melebihi nilai target, kontraktor membayar selisihnya secara penuh. Porsi biaya tetap.
2. As in 1, tetapi porsi biaya meningkat dengan persentase yang disepakati saat porsi biaya utama menurun. Ini memberi kontraktor insentif ganda untuk menyelesaikan kontrak di bawah nilai target dan dengan demikian meningkatkan biaya dan memastikan penghematan.
3. Seperti dalam 1, tetapi porsi biaya meningkat dengan persentase yang disepakati untuk setiap minggu penyelesaian sebelum tanggal penyelesaian kontrak.
4. Pemberi kerja membayar biaya utama akhir atau biaya target, mana yang lebih rendah, tetapi selisihnya, jika ada, tidak dibagi dengan kontraktor. Biaya, bagaimanapun, meningkat jika ada penghematan biaya utama atau waktu atau keduanya.

Jika kontraktor bertanggung jawab untuk membeli peralatan sebagai bagian dari porsi biaya utama, biaya pengadaan seperti pembelian, percepatan dan inspeksi dapat diganti dengan tarif per jam (tergantung tinjauan tahunan), tetapi semua diskon, termasuk pembayaran massal dan cepat diskon, harus dikreditkan ke pemberi kerja. Kontraktor masih memiliki insentif untuk mendapatkan harga terbaik, karena prime cost akan lebih rendah.

1.14 MERANCANG, MEMBANGUN, DAN MENGOPERASIKAN KONTRAK

Jenis kontrak ini telah dikembangkan sejak tahun 1992 untuk mengurangi beban keuangan pada dompet publik. Proses ini dikenal sebagai *private public partnership* (PPP).

Bagian dari PPP adalah *inisiatif keuangan swasta* (PFI). Jenis kontrak baru ini memiliki sejumlah variasi seperti yang dijelaskan di bawah ini, tetapi tujuan utamanya adalah agar sektor swasta mengambil sebagian besar, jika tidak semua, risiko keuangan dan menggunakan pengetahuan khusus dan pengalaman komersial mereka, yang tidak selalu tersedia untuk publik. sektor. Umumnya, perusahaan jasa khusus yang dikenal sebagai *Special Service Vehicle* (SPV) dibentuk, terdiri dari kontraktor (bangunan, pemeliharaan dan operasi) dan pemodal (bank atau lembaga keuangan lainnya) untuk membangun, memelihara dan mengoperasikan aset untuk suatu jangka waktu yang disepakati secara kontrak. Perusahaan ini kemudian menandatangani kontrak dengan otoritas publik (pusat atau lokal) dan mengatur setiap sewa dengan organisasi operasi yang sebenarnya, seperti penjara atau rumah sakit.

Perbedaan besar antara PFI dan kontrak yang lebih konvensional adalah kontraktor membiayai seluruh proyek dari sumber dayanya sendiri, dan kemudian menutup biaya dan keuntungan dari pendapatan operasi atau dari pungutan yang dibebankan pada organisasi sektor publik yang memberikan kontrak. Tiga contoh berikut menjelaskan berbagai jenis.

Berdiri Bebas

Contoh tipikal dari jenis kontrak PFI ini adalah di mana otoritas publik menyusun spesifikasi kinerja untuk jembatan baru dan meminta sejumlah kontraktor besar untuk menyerahkan skema biaya. Kontraktor yang berhasil kemudian merancang, membangun dan memelihara jembatan untuk jangka waktu tertentu. Selama periode operasi ini, biaya dan keuntungan diperoleh kembali oleh kontraktor/operator dari biaya tol yang dibebankan untuk penyeberangan. Kontraktor menanggung risiko bahwa volume lalu lintas tidak akan mencapai tingkat yang diharapkan untuk menghasilkan pendapatan yang dibutuhkan, mungkin karena pengguna akhir, masyarakat umum, menganggap tarif tol terlalu tinggi.

Retribusi di Sektor Publik

Contoh kontrak semacam itu adalah di mana pemerintah membutuhkan penjara baru. Kontraktor yang berhasil merancang dan membangun penjara sesuai spesifikasi klien dan mengoperasikannya sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh layanan penjara. Karena pengguna akhir, para narapidana, hampir tidak dapat diharapkan untuk membayar sewa, retribusi operasi dibebankan pada layanan penjara untuk menutupi biaya bangunan, pembiayaan dan operasi ditambah keuntungan.

Joint Ventures

Proyek joint venture PFI sering digunakan untuk pembangunan jalan dimana pengguna jalan tidak mengenakan biaya tol. Di sini, biaya desain dan konstruksi dibagi dengan jumlah yang disepakati oleh sektor publik dan swasta, dan kontraktor memperoleh kembali biayanya dengan biaya berdasarkan formula keuntungan/pendapatan yang disepakati sebelumnya. Dalam semua jenis kontrak ini, kontraktor tidak dipilih berdasarkan harga termurah, tetapi berdasarkan kelayakan bisnisnya, konsep desain, pengalaman, keahlian teknis, rekam jejak, dan dukungan keuangan. Dalam banyak kasus, kontraktor memimpin konsorsium kontraktor spesialis, konsultan desain dan lembaga keuangan.

Persyaratan Dasar untuk Sukses

Formula mana pun yang disepakati, jelas bahwa dalam setiap kontrak yang dapat diganti, pemberi kerja tetap memegang kendali dan karenanya memiliki tanggung jawab yang

cukup besar. Jika pemberi kerja juga terlibat dalam proses desain, pelepasan informasi proses, gambar konstruksi dan prosedur operasi harus menjadi bagian dari program dan harus ditandai sebagai serangkaian tanggal penting yang harus disimpan jika kepatuhan terhadap program sangat penting.

Namun, keberhasilan suatu kontrak (atau subkontrak) bergantung pada lebih banyak faktor daripada serangkaian ketentuan kontrak yang disusun dengan baik, dan poin-poin berikut tidak boleh diabaikan:

1. Pengendalian biaya yang baik atas item biaya utama
2. Manajemen lokasi yang baik
3. Perencanaan dan pemrograman yang cermat
4. Pelepasan informasi yang tepat waktu ke lokasi
5. Pengiriman peralatan dan material yang tepat waktu
6. Penghapusan perubahan desain yang terlambat
7. Baik hubungan perburuhan
8. Hubungan yang baik antara pihak-pihak yang mengadakan kontrak

Obligasi

Obligasi adalah jaminan yang diberikan oleh pihak ketiga, biasanya bank atau perusahaan asuransi, bahwa pembayaran tertentu akan dilakukan oleh pemasok atau kontraktor kepada klien jika persyaratan tertentu yang ditentukan belum terpenuhi. Ada empat jenis obligasi utama yang mungkin diminta klien untuk diajukan sebelum kontrak ditandatangani. Ini ditunjukkan dalam urutan penyerahan:

1. Obligasi id
2. Obligasi pembayaran uang muka
3. Obligasi kinerja
4. Obligasi retensi

Salah satu dari obligasi ini dapat berupa kondisional atau sesuai permintaan. Obligasi bersyarat, yang biasanya diterbitkan oleh perusahaan asuransi atau lembaga keuangan serupa, membawa biaya tunggal yang tidak tergantung pada waktu obligasi itu berlaku dan hanya dapat dipanggil jika kondisi tertentu yang telah ditentukan telah dipenuhi. Kondisi seperti itu mungkin termasuk bahwa pemasok atau kontraktor harus setuju bahwa obligasi itu disebut (yaitu, bahwa uang itu dibayarkan kepada klien), atau bahwa klien atau pembeli harus membuktikan kerugian untuk kepuasan rumah penerbit karena default pemasok. Meskipun obligasi semacam itu mungkin sangat menguntungkan bagi pemasok, namun sering kali dianggap tidak dapat diterima oleh pembeli, karena pengumpulan dan penyerahan bukti wanprestasi atau bukti kerugian dapat menjadi bisnis yang memakan waktu.

Obligasi berdasarkan permintaan, di sisi lain, tidak memiliki batasan seperti itu. Sesuai dengan namanya, ini memungkinkan pembeli untuk memanggil obligasi segera setelah dan ketika dia yakin bahwa default oleh pemasok telah terjadi. Obligasi semacam itu biasanya diterbitkan oleh bank yang diakui dan akan dibayar tanpa pertanyaan dan tanpa perlu pembenaran segera setelah permintaan pembayaran dilakukan oleh pembeli. Jelas, elemen utama dari ikatan semacam itu adalah kepercayaan. Baik bank maupun pemasok memercayai pembeli untuk bersikap wajar dan terhormat untuk tidak membatalkan obligasi sampai

persyaratan kontrak mengizinkannya. Obligasi ini harganya lebih mahal daripada obligasi bersyarat dan hanya untuk jangka waktu tetap, biasanya pada tahap proyek tertentu. Namun, mereka dapat diperpanjang untuk periode selanjutnya dengan biaya tambahan.

Terlepas dari keuntungan pembayaran yang lebih cepat jika pemasok gagal bayar, keuntungan lain bagi pembeli obligasi semacam itu adalah, karena biaya obligasi tergantung pada persepsi bank tentang risiko dan peringkat keuangan pemasok, ukuran posisi pemasok dapat diperoleh. Biaya obligasi yang rendah biasanya berarti bahwa pemasok dianggap oleh bank sebagai bank yang dapat diandalkan dan stabil secara finansial. Bid Bond Dalam kontrak-kontrak besar, banyak klien luar negeri membutuhkan bid bond untuk diserahkan dengan dokumen tender. Tujuan dari obligasi ini, yang biasanya merupakan obligasi berdasarkan permintaan, adalah untuk mencegah penawar untuk menarik penawarannya setelah pengajuan. Hal ini dapat menjadi potensi bahaya yang cukup besar bagi peserta lelang yang mengetahui, setelah penawaran dikirimkan, bahwa ada kesalahan dalam harga lelangnya atau bahwa persyaratan kontraktual lainnya telah diabaikan. Kecuali jika harga awalnya lebih tinggi dari pesaingnya, penawar yang malang harus memutuskan apakah akan melanjutkan kontrak yang berpotensi merugi atau kehilangan ikatannya.

Klien tidak diragukan lagi akan berargumen bahwa tujuan utama dari obligasi adalah untuk menghilangkan tawaran sembrono dan memastikan bahwa tawaran yang diajukan tidak hanya serius tetapi juga tegas. Namun, ada kerugian finansial yang cukup besar bagi seorang penawar karena obligasi penawaran, jika diterbitkan oleh banknya, setara dengan cerukan, sehingga modal kerja dapat sangat dikurangi untuk jangka waktu yang cukup lama. Ketika seseorang mempertimbangkan bahwa dapat memakan waktu antara tiga bulan dan satu tahun untuk mengetahui apakah kontrak besar telah dimenangkan atau hilang, kerugian fasilitas pembiayaan dan biaya bunga untuk obligasi dapat menjadi begitu besar sehingga menghalangi semua kecuali kontraktor terbesar dari tender.

Spesifikasi teknis

Bagian teknis dari dokumen subkontrak terdiri dari enam bagian utama:

1. Uraian pekerjaan
2. Spesifikasi dan persyaratan pengujian
3. Daftar kuantitas (jika ada)
4. Daftar gambar
5. Daftar laporan yang harus diserahkan dan rincian kode biaya
6. Jadwal pembayaran (jika terkait dengan paket kerja)

Beberapa organisasi juga memasukkan jadwal perencanaan dan persyaratan asuransi di bagian ini, tetapi kedua item ini secara logis merupakan bagian dari persyaratan lokasi dan akan dibahas nanti.

Uraian pekerjaan

Bagian ini dibagi menjadi dua bagian:

1. Uraian lokasi dan pernyataan umum tentang tujuan yang berkaitan dengan proyek secara keseluruhan
2. Uraian bagian pekerjaan yang berkaitan dengan subkontrak yang bersangkutan

Jadi, bagian 1 menyatakan tujuan proyek (misalnya, untuk memproduksi 1000 ton semen per hari menggunakan proses kering, dll.). Bagian 2 menjelaskan (dalam kasus subkontrak sipil) struktur mana yang terbuat dari beton, yaitu baja dengan kelongsong, luas jalan, paving dan saluran pembuangan, dan kondisi tanah yang mungkin ditemui. Tak perlu dikatakan, deskripsi teknis yang lebih rinci akan muncul pada gambar, dalam spesifikasi teknis dan dalam daftar kuantitas, memberikan, pada dasarnya, ruang lingkup subkontrak.

Ganti Rugi Likuidasi (atau Ganti Rugi Likuidasi yang Dapat Dipastikan)

Ganti rugi yang dilikuidasi telah didefinisikan oleh Lord Dunedin dalam kasus pengadilan pada tahun 1913 sebagai 'perkiraan kerusakan yang dijanjikan sebelumnya', dan dengan demikian merupakan pembayaran kompensasi oleh vendor kepada pembeli ketika barang tidak dikirimkan pada tanggal kontrak. Dalam kasus subkontrak, ganti rugi yang dilikuidasi dapat dikenakan jika kontrak tidak diselesaikan pada tanggal yang disepakati.

Ganti rugi yang dilikuidasi bukanlah hukuman. Mereka terutama dirancang untuk menutupi kerugian yang diderita oleh pembeli karena barang atau jasa tidak tersedia baginya pada tanggal yang disepakati. Karena jumlah ganti rugi yang dilikuidasi telah disepakati sebelumnya oleh kedua belah pihak, pembeli tidak perlu membuktikan bahwa ia telah kehilangan uang. Fakta bahwa barang terlambat adalah alasan yang cukup untuk mengklaim kerusakan. Namun, selama bertahun-tahun, ganti rugi yang dilikuidasi telah dinilai dengan cara yang sewenang-wenang yang tidak ada hubungannya dengan kerugian yang diderita. Biasanya, mereka dihitung sebagai persentase dari nilai kontrak dan bervariasi dengan jumlah hari atau minggu dimana barang telah tertunda.

Dalam kebanyakan kasus Pengadilan akan menegakkan klausul seperti itu, asalkan jumlah sebenarnya dari ganti rugi yang dilikuidasi kurang dari jumlah yang secara realistis dapat ditunjukkan sebagai kerugian. Dikatakan bahwa kedua belah pihak tahu pada saat penandatanganan kontrak bahwa kerugian mungkin akan lebih besar, tetapi setuju dengan angka yang lebih rendah. Sebaliknya, jika jumlahnya lebih besar dari kerugian yang sebenarnya dan vendor dapat menunjukkan kepada Pengadilan bahwa pembeli sebenarnya sedang menjatuhkan hukuman, maka klausul tersebut tidak akan dapat dilaksanakan.

Angka normal yang digunakan untuk menilai ganti rugi yang dilikuidasi adalah keterlambatan 0,5% per minggu dengan maksimum 2,5%. Ini berarti bahwa kewajiban maksimum vendor menjadi berlaku setelah penundaan 5 minggu dan dibatasi hingga 2,5% dari nilai kontrak. Jika pembeli tidak benar-benar membutuhkan barang tersebut, bahkan setelah penundaan lima minggu, ia masih dapat mengklaim 2,5%-nya, yang sebenarnya merupakan keuntungan murni. Di sisi lain, jika, karena keterlambatan satu item peralatan, seluruh pabrik tetap tidak beroperasi, kerugiannya bisa sangat besar. Penerimaan 2,5% yang menyedihkan dari nilai satu barang yang relatif kecil tidak signifikan.

Dengan demikian dapat dilihat bahwa tujuan sebenarnya dari ganti rugi yang dilikuidasi adalah untuk mendorong vendor untuk memberikan tepat waktu, karena kerugian 2,5% mewakili sebagian besar keuntungannya. Sangat naif untuk menyarankan bahwa vendor harus membayar nilai sebenarnya dari kerugian yang bisa diderita oleh pembeli, yang bisa berkali-kali lebih besar daripada biaya barang yang bersangkutan.

Jika tidak ada klausul ganti rugi yang dilikuidasi yang disertakan dalam pesanan pembelian, pembeli dapat menuntut ganti rugi secara besar-besaran, dan memang, dapat memperoleh kembali seluruhnya, atau sebagian besar dari jumlah penuh kerugiannya, karena keterlambatan barang. Untuk alasan ini, banyak vendor sebenarnya meminta agar klausul ganti rugi yang dilikuidasi dimasukkan, sehingga tanggung jawab mereka terbatas pada jumlah yang disepakati. Untuk subkontrak besar, adalah bijaksana untuk menghasilkan beberapa bentuk perhitungan untuk menilai jumlah ganti rugi yang dilikuidasi, karena jika ditentang, mereka harus terbukti masuk akal. Ada beberapa cara untuk menilainya:

1. Jika seluruh pabrik dicegah untuk menghasilkan produk yang diinginkan, kerugian laba bersih per minggu produksi dapat digunakan sebagai dasar.
2. Jika pekerjaan menghasilkan pendapatan nonprofit, seperti jalan atau waduk, pembayaran bunga mingguan tambahan atas biaya modal adalah titik awal yang realistis.
3. Jika item yang tertunda menunda pekerjaan oleh subkontraktor lain, waktu tunggu untuk pabrik dan overhead situs tambahan dianggap sebagai kerugian nyata. Untuk ini dapat ditambahkan waktu siaga tenaga kerja, jika tidak dapat dialihkan ke pekerjaan lain.

Kerusakan yang dilikuidasi dapat dikenakan pada kontrak total atau pada bagian. Ini berarti bahwa keterlambatan pengiriman tata letak atau bahkan gambar akhir dapat dikenakan ganti rugi. Jumlah kerusakan ini dapat dengan mudah dihitung sebagai jam kerja waktu tunggu oleh para insinyur yang ditahan untuk mendapatkan informasi. Setelah semua perhitungan ini dibuat, nilai total kerusakan harus dibandingkan dengan nilai kontrak barang. Jika jumlahnya tinggi dalam kaitannya dengan nilai kontrak, itu harus dikurangi menjadi angka yang dapat diterima vendor. Di penghujung hari, jika pembeli membutuhkan barang, dia harus mencari penjual yang siap menyediakannya.

Pertanggung

Biasanya pembeli-kontraktor mengharuskan barang-barangnya diasuransikan sepenuhnya dari titik pembuatan hingga tahap ketika klien telah mengambil alih seluruh proyek. Dalam praktiknya, asuransi ini dipengaruhi dalam beberapa tahap, yang bervariasi sesuai dengan ketentuan kontrak utama antara kontraktor dan kliennya. Metode yang lebih umum diadopsi adalah sebagai berikut:

1. Pabrikasi mengasuransikan barang sejak mereka meninggalkan pekerjaannya hingga saat diturunkan di lokasi. Pertanggungansian asuransi untuk tahap ini berhenti ketika derek kontraktor mengangkat barang dari pengangkutan. Polis asuransi semua risiko kontraktor sekarang mencakup barang sampai barang tersebut benar-benar diambil alih oleh klien.
2. Pabrikasi mengasuransikan barang seperti di atas – polis asuransi lokasi klien secara keseluruhan mencakup barang segera setelah diangkat dari pengangkutan. Dalam keadaan seperti itu, barang-barang tersebut akan dibayar pada tahap pembayaran berikutnya dan akan menjadi milik klien, meskipun barang-barang itu mungkin, pada kenyataannya, belum didirikan atau dipasang. Bergantung pada persyaratan kondisi

pembelian, barang akan menjadi milik pembeli saat dikirim ke lokasi atau dibayar, mana yang lebih dulu.

Untuk proyek modal besar, metode kedua lebih umum karena alasan berikut:

1. Sebuah situs besar mungkin melibatkan sejumlah kontraktor, yang semuanya harus mengasuransikan pekerjaan mereka. Biaya asuransi ini, jika disediakan oleh kontraktor yang berbeda, pada akhirnya harus dibayar oleh klien sebagai bagian dari jumlah kontrak. Dengan mengambil asuransi sendiri untuk nilai total semua pekerjaan berbagai kontraktor, klien akan dapat menegosiasikan persyaratan yang jauh lebih baik dengan perusahaan asuransi besar daripada jika pekerjaan yang berbeda diasuransikan secara individual.
2. Sebagian besar kontraktor memerlukan pembayaran untuk bahan yang dikirim atau dipasang sesuai dengan persyaratan pembayaran yang disepakati, yang merupakan bagian dari kontrak. Ketika pembayaran ini dilakukan, bagian dari pekerjaan yang telah selesai menjadi milik klien. Oleh karena itu, masuk akal bagi klien untuk bertanggung jawab atas asuransi juga. Dapat dilihat bahwa jika asuransi kontraktor akan menanggung barang dari penerimaan di lokasi hingga tanggal pembayaran, seluruh rangkaian tanggal penggantian asuransi harus disepakati. Masalah administrasi tambahan akan memakan waktu dan biaya.
3. Dalam banyak kasus, pekerjaan baru akan dibangun di lokasi yang dekat dengan, atau bahkan terintegrasi dengan, pabrik operasional yang ada yang dimiliki atau dijalankan oleh klien. Setiap kerusakan pada pabrik yang ada, karena kecelakaan pada pabrik baru, dapat ditanggung oleh polis asuransi yang sama.
4. Proyek, meskipun besar itu sendiri, mungkin hanya menjadi bagian dari proyek yang lebih besar, misalnya, terminal minyak darat dapat menjadi bagian dari pengembangan besar ladang minyak lepas pantai yang melibatkan sejumlah rig minyak. Dalam situasi seperti itu, klien akan menegosiasikan polis asuransi besar-besaran, mungkin dengan konsorsium perusahaan asuransi, dengan harga yang sangat menarik.

Tak perlu dikatakan, barang hanya akan ditanggung oleh kebijakan klien setelah mereka tiba di lokasi kerja. Jika barang harus disimpan sementara di gudang di luar lokasi, kontraktor harus mengatur asuransi, bahkan jika barang telah dibayar dalam bentuk uang muka. Tahap yang tepat, di mana risiko asuransi berpindah dari penjual ke pembeli, tergantung pada kondisi pembeli dan syarat pengiriman. Untuk penjelasan lebih rinci, lihat bagian Incoterms, yang membahas tanggung jawab pengiriman yang digunakan secara internasional oleh semua negara perdagangan.

Diskon

Selama diskusi pre-order dengan calon pemasok, pembeli harus berusaha untuk mengurangi harga sebanyak mungkin. Hal ini dapat dicapai dengan meminta pemasok untuk memberikan pengurangan harga dalam bentuk diskon. Pengurangan ini, biasanya cukup besar, dapat berupa:

1. Diskon yang dinegosiasikan dan disembunyikan
2. Diskon pembelian massal
3. Diskon pesanan tahunan

4. Diskon pembayaran cepat
5. Diskon untuk obligasi retensi

Diskon Negosiasi dan Tersembunyi

Ada tahap selama sebagian besar negosiasi ketika semua poin teknis telah diselesaikan dan semua kondisi komersial disetujui. Namun, harga akhir masih belum dapat ditentukan karena poin yang sangat teknis dan komersial yang dibahas mungkin mempengaruhi penawaran awal. Inilah saatnya bagi pembeli untuk mengajukan pertanyaan tentang diskon. Argumentasi yang diajukan dapat berupa:

1. Persyaratan teknis sekarang ke spesifikasi yang berbeda membutuhkan lebih sedikit bahan, dll.
2. Kondisi komersial sekarang kurang berat.

Kedua perubahan ini dapat menjamin penurunan harga. Sebaliknya, jika sebaliknya, yaitu spesifikasinya lebih tinggi atau kondisinya lebih keras, 'diskon tersembunyi' dapat diperoleh dengan bersikeras bahwa harga tetap seperti yang ditenderkan. Untuk mendapatkan kesepakatan, vendor mungkin menyetujui hal ini pada tahap ini. Seorang salesman akan sangat enggan untuk kembali ke Kantor Pusatnya tanpa perintah, karena sudah sejauh ini dalam negosiasi.

Harus diingat bahwa tidak ada yang namanya persentase keuntungan tetap. Sebagian besar penjual diizinkan untuk bernegosiasi di antara batas yang ditentukan, dan tugas pembeli adalah memanfaatkan margin ini. Ketika analisis penawaran disiapkan, diskon yang diperoleh harus ditunjukkan secara terpisah sehingga harga penawaran dapat dicocokkan dengan dokumen lelang asli. Hal ini terutama penting jika harga penawaran terdiri dari sejumlah harga individual yang harus dibandingkan dengan harga pesaing.

Diskon Pembelian Massal

Ketika sejumlah besar bahan tertentu harus dibeli, vendor, untuk membuat penawaran lebih menarik, dapat menawarkan diskon pembelian massal atas dasar bahwa beberapa skala ekonomi dapat dibagi dengan pembeli. Jika diskon tersebut tidak secara sukarela oleh vendor, itu masih dapat disarankan oleh pembeli.

Diskon Pesanan Tahunan

Vendor dapat menawarkan (atau dibujuk untuk menawarkan) diskon jika pembeli membeli barang yang nilai totalnya selama setahun melebihi jumlah yang telah ditentukan. Ini akan mendorong pembeli untuk memesan semua item peralatan yang serupa, katakanlah motor listrik, dari vendor yang sama. Barang-barang tersebut mungkin memiliki ukuran atau spesifikasi yang berbeda, tetapi akan tetap diperoleh dari pemasok yang sama. Pada akhir tahun, persentase dari nilai total semua pesanan dibayarkan kembali kepada pembeli sebagai diskon.

Diskon Pembayaran Cepat

Meskipun kondisi penjualan dapat menetapkan pembayaran dalam waktu 30 hari dari tanggal faktur (dengan asumsi barang telah diterima oleh pembeli dalam kondisi baik), banyak perusahaan cenderung tidak membayar tagihan mereka kecuali vendor telah mengeluarkan permintaan berulang atau bahkan mengancam aksi legal. Untuk mendorong pembayaran faktur yang cepat, diskon tambahan sering ditawarkan. Nilai ini biasanya hanya beberapa

persen dan mencerminkan biaya pembiayaan yang mungkin harus dibayar vendor karena keterlambatan penerimaan uang tunai.

Diskon Retensi Obligasi

Sebagian besar kontrak atau subkontrak berisi klausul retensi, yang mensyaratkan persentase dari nilai kontrak yang harus dipertahankan oleh pembeli untuk jangka waktu 6-12 bulan. Untuk meningkatkan arus kas vendor, ikatan retensi sering kali dapat diterima oleh pembeli, yang menjamin nilai retensi, tetapi ini akan menghalangi pembeli dari penggunaan uang ini selama periode retensi. Untuk mengkompensasi pembeli untuk ini, vendor dapat menawarkan diskon, yang berlaku sebagai proporsi dari biaya bunga vendor harus membayar untuk meminjam jumlah retensi dari bank. Prosedur yang biasa adalah membagi biaya bunga 50:50 antara pembeli dan vendor. Dengan cara ini, kedua belah pihak mendapatkan keuntungan dari transaksi tersebut. Dapat dilihat bahwa diskon seringkali dapat diperoleh dari pemasok, terutama jika itu adalah pasar pembeli. Dalam sebagian besar kontrak biaya yang dapat diganti, semua diskon kecuali diskon pembayaran segera harus diberikan kepada klien yang barang atau jasanya telah dibeli. Untuk alasan ini, semua negosiasi termasuk diskon yang ditawarkan harus terbuka dan didokumentasikan dengan baik sehingga mereka dapat bertahan untuk audit berikutnya.

Konter-Perdagangan

Terlepas dari namanya, ini tidak dimaksudkan untuk merujuk pada perdagangan yang dilakukan di konter toko, meskipun penggunaan istilah ini biasanya diterapkan pada barang-barang yang dikumpulkan dari tempat pedagang grosir. Dalam kasus bisnis internasional, istilah ini mengacu pada pembayaran barang atau jasa dengan sesuatu selain uang. Dengan kata lain, ini mirip dengan barter kuno yang baik. Perbedaan antara barter dan counter-trade adalah dalam barter, satu jenis barang atau jasa ditukar dengan yang lain tanpa melibatkan uang, sedangkan dalam counter-trade, barang yang dipasok oleh pembeli diserahkan kepada pihak ketiga yang menjualnya (biasanya pada keuntungan) untuk kepentingan penjual yang kemudian menerima uang tunai.

Incoterms

Perdagangan dunia mau tidak mau mengharuskan barang dikirim dari satu negara ke negara lain. Bahan mentah harus diangkut dari negara-negara kurang berkembang ke negara-negara maju, dari mana barang jadi dikirim ke arah yang berlawanan. Kedua pergerakan harus dikemas, diasuransikan, diangkut, melewati bea cukai dan dibongkar di tempat tujuan, dan untuk menstandarisasi kondisi berbeda yang dibutuhkan oleh mitra dagang, Incoterms dikembangkan. Persyaratan perdagangan ini mencakup 14 variasi utama dan mencakup spektrum biaya dan risiko pengiriman dari 'bekas pekerjaan' di mana pembeli memiliki semua risiko dan membayar semua biaya, hingga 'bea yang diserahkan' di mana penjual mengontrak untuk menutupi biaya pengiriman dan Pertanggung.

Bekas Pekerjaan

'Bekas pekerjaan' berarti bahwa satu-satunya tanggung jawab penjual adalah menyediakan barang di tempatnya (yaitu, tempat kerja atau pabrik). Secara khusus, penjual tidak bertanggung jawab untuk memuat barang ke dalam kendaraan yang disediakan oleh pembeli, kecuali jika diperjanjikan lain. Pembeli menanggung biaya penuh dan risiko yang

terlibat dalam membawa barang dari sana ke tujuan yang diinginkan. Dengan demikian, istilah ini mewakili kewajiban minimum bagi penjual.

Free Carrier (Bernama Point)

Istilah ini telah dirancang untuk memenuhi persyaratan transportasi modern, khususnya transportasi 'multi-moda' seperti lalu lintas peti kemas atau 'roll-on roll-off' dengan trailer dan feri. Ini didasarkan pada prinsip utama yang sama dengan FOB, kecuali bahwa penjual memenuhi kewajibannya ketika ia menyerahkan barang-barang ke dalam penguasaan pengangkut di tempat yang disebutkan. Jika tidak ada titik yang tepat dapat disebutkan pada saat kontrak penjualan, para pihak harus merujuk ke tempat atau jangkauan di mana pengangkut harus membawa barang ke tanggung jawabnya. Risiko kehilangan atau kerusakan barang dialihkan dari penjual kepada pembeli pada saat itu juga dan bukan pada pagar kapal. 'Pengangkut' berarti setiap orang yang dengannya atau atas namanya kontrak pengangkutan melalui jalan darat, kereta api, udara, laut atau kombinasi moda, telah dibuat. Ketika penjual harus memberikan bill of lading, waybill atau tanda terima pengangkut, dia memenuhi kewajiban ini dengan menunjukkan dokumen yang dikeluarkan oleh orang yang ditentukan.

FOR/FOT

FOR dan FOT berarti 'free on rail' dan 'free on truck'. Istilah-istilah ini sinonim karena kata 'truk' berhubungan dengan gerbong kereta api. Mereka hanya boleh digunakan ketika barang akan diangkut dengan kereta api.

FOB Airport

Bandara FOB didasarkan pada prinsip utama yang sama dengan istilah FOB biasa. Penjual memenuhi kewajibannya dengan menyerahkan barang kepada pengangkut udara di bandara keberangkatan. Risiko kehilangan atau kerusakan barang berpindah dari penjual kepada pembeli pada saat barang telah diserahkan.

FAS

FAS berarti 'gratis di samping kapal'. Di bawah istilah ini kewajiban penjual dipenuhi ketika barang telah ditempatkan di samping kapal di dermaga atau di korek api. Ini berarti bahwa pembeli harus menanggung semua biaya dan risiko kehilangan atau kerusakan barang sejak saat itu. Perlu dicatat bahwa, tidak seperti FOB, istilah ini mengharuskan pembeli untuk membersihkan barang untuk ekspor.

FOB

FOB berarti 'gratis di kapal'. Barang ditempatkan di atas kapal oleh penjual di pelabuhan pengapalan yang disebutkan dalam kontrak penjualan. Risiko kehilangan atau kerusakan barang berpindah dari penjual kepada pembeli pada saat barang melewati pagar kapal.

C&F

C&F berarti 'biaya dan pengiriman'. Penjual harus membayar biaya dan ongkos angkut yang diperlukan untuk membawa barang ke tujuan yang disebutkan, tetapi risiko kehilangan atau kerusakan barang, serta setiap kenaikan biaya, dialihkan dari penjual kepada pembeli pada saat barang lewat. rel kapal di pelabuhan pengapalan.

CIF

CIF berarti 'biaya, asuransi dan pengiriman'. Istilah ini pada dasarnya sama dengan C&F tetapi dengan tambahan bahwa penjual harus mengadakan asuransi laut terhadap risiko kehilangan atau kerusakan terhadap barang selama pengangkutan. Penjual membuat kontrak dengan perusahaan asuransi dan membayar premi asuransi. Pengangkutan Barang – Dibayar ke ... Seperti C&F, 'pengangkutan atau pengangkutan – dibayar ke ...' berarti penjual membayar ongkos angkut untuk pengangkutan barang ke tujuan yang disebutkan. Namun, risiko kehilangan atau kerusakan barang, serta setiap kenaikan biaya, dialihkan dari penjual kepada pembeli pada saat barang telah diserahkan ke dalam penguasaan pengangkut pertama dan bukan di pagar kapal. Ini dapat digunakan untuk semua moda transportasi termasuk operasi multi-modal dan kontainer, atau lalu lintas roll-on atau roll-off dengan trailer dan feri. Ketika penjual harus memberikan bill of lading, waybill atau tanda terima pengangkut, dia memenuhi kewajiban ini dengan menunjukkan dokumen yang dikeluarkan oleh orang yang dengannya kontrak pengangkutan ke tujuan yang disebutkan ditandatangani. Pengangkutan Barang – dan Asuransi yang Dibayarkan kepada ... Istilah ini sama dengan 'pengiriman atau pengangkutan yang dibayarkan kepada ...' tetapi dengan tambahan bahwa penjual harus mengadakan asuransi pengangkutan terhadap risiko kehilangan atau kerusakan barang selama pengangkutan. Penjual membuat kontrak dengan perusahaan asuransi dan membayar premi asuransi.

Bekas Kapal

'Ex ship' berarti penjual harus menyediakan barang untuk pembeli di atas kapal di tempat tujuan yang disebutkan dalam kontrak penjualan. Penjual harus menanggung semua biaya dan risiko yang terlibat dalam membawa barang ke sana.

Ex Quay

'Ex quay' berarti bahwa penjual menyediakan barang untuk pembeli di dermaga (dermaga) di tempat tujuan yang disebutkan dalam kontrak penjualan. Penjual harus menanggung semua biaya dan risiko yang terlibat dalam membawa barang ke sana. Ada dua kontrak 'ex quay' yang digunakan, yaitu 'ex quay (duty paid)' dan 'ex quay (duties on buyer's account)' di mana kewajiban untuk menyelesaikan barang untuk impor harus dipenuhi oleh pembeli, bukan oleh penjual. Para pihak dianjurkan untuk selalu menggunakan deskripsi lengkap dari istilah-istilah ini, yaitu 'ex quay (tugas dibayar)' dan 'ex quay (tugas pada rekening pembeli)', atau mungkin timbul ketidakpastian mengenai siapa yang harus bertanggung jawab atas kewajiban untuk menghapus barang untuk diimpor.

Dikirim di Perbatasan

'Delivered at frontier' berarti kewajiban penjual dipenuhi ketika barang telah tiba di perbatasan – tetapi sebelum 'perbatasan pabean' negara yang disebutkan dalam kontrak penjualan. Istilah ini terutama dimaksudkan untuk digunakan ketika barang akan diangkut dengan kereta api atau jalan raya, tetapi dapat digunakan terlepas dari moda transportasinya.

Tugas yang Disampaikan Dibayar

Sementara istilah 'bekas pekerjaan' menandakan kewajiban minimum penjual, istilah 'bea yang diserahkan dibayar', bila diikuti dengan kata-kata yang menyebutkan tempat pembeli, menunjukkan ekstrem lainnya - kewajiban maksimum penjual. Istilah 'bea masuk

yang telah dibayarkan' dapat digunakan terlepas dari moda transportasinya. Jika para pihak ingin penjual membebaskan barang untuk impor tetapi beberapa biaya yang harus dibayar atas impor barang harus dikecualikan - seperti PPN dan/atau pajak serupa lainnya - ini harus diperjelas dengan menambahkan kata-kata untuk efek ini (mis., 'tidak termasuk PPN dan/atau pajak').

1.15 MANAJEMEN NILAI

Dalam lingkungan yang terus berubah, metode dan prosedur harus terus-menerus ditantang dan diperbarui untuk memenuhi kebutuhan dan aspirasi satu atau lebih pemangku kepentingan proyek. Kebutuhan akan perbaikan terus-menerus ini secara ringkas diungkapkan untuk pertama kalinya oleh Henry Ford ketika dia mengatakan bahwa dia tidak dapat hidup tanpa peningkatan terbaru dari sebuah mesin.

Manajemen nilai dan subsetnya, rekayasa nilai, bertujuan untuk memaksimalkan kinerja organisasi dari ruang dewan hingga lantai pabrik. Manajemen nilai terutama berkaitan dengan pertanyaan strategis tentang 'apa' yang harus atau dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja, sedangkan rekayasa nilai lebih berkonsentrasi pada masalah taktis tentang 'bagaimana' perubahan ini harus dilakukan. Nilai dapat didefinisikan sebagai rasio fungsi/biaya, jadi dalam istilah yang paling sederhana, tujuannya adalah untuk meningkatkan fungsionalitas atau kegunaan suatu produk sekaligus mengurangi biaya keseluruhannya. Ini adalah pencarian konstan untuk mengurangi biaya di semua disiplin dan struktur manajemen organisasi tanpa mengorbankan kualitas atau kinerja yang membuat manajemen nilai dan rekayasa nilai menjadi persyaratan penting dan bermanfaat.

Rintangannya pertama yang harus diatasi dalam mendorong budaya manajemen nilai adalah kelembaman. Konservatisme yang melekat pada 'jika tidak rusak, jangan diperbaiki' harus diganti dengan 'bagaimana hal yang baik bisa dibuat lebih baik?'. Materi baru, teknik yang lebih baik, mesin yang lebih cepat, program yang lebih canggih, dan metode yang lebih efektif terus dikembangkan, dan dalam ekonomi global yang kompetitif, organisasi yang dapat memanfaatkan perkembangan ini dan menyesuaikannya dengan produk atau layanannya sendiri yang akan bertahan.

Oleh karena itu, pencarian dan pertanyaan harus dimulai dari atas. Setelah strategi ditetapkan, proses dapat didelegasikan. Implementasi, yang dapat mencakup setiap departemen dan dapat mencakup pembuatan prototipe, pemodelan dan pengujian, kemudian harus dipantau dan diperiksa untuk memastikan bahwa latihan tersebut memang meningkatkan rasio fungsi/biaya. Proses ini disebut analisis nilai.

Sasarannya harus satu atau lebih dari hal berikut: menghilangkan pemborosan, menghemat bahan bakar, mengurangi emisi berbahaya, mengurangi biaya, mempercepat produksi, meningkatkan pengiriman, meningkatkan kinerja, meningkatkan desain, menyederhanakan prosedur, memotong biaya overhead, meningkatkan fungsionalitas, dan meningkatkan daya jual. Yang diperlukan hanyalah 'berpikir nilai' dan menantang praktik masa lalu, bahkan jika itu berhasil. Dalam upaya untuk menemukan bidang bisnis apa yang harus menjadi sasaran analisis nilai, sesi brainstorming atau pertemuan tinjauan reguler dapat diselenggarakan, tetapi sementara pertemuan semacam itu pada dasarnya tidak terstruktur,

mereka membutuhkan fasilitator yang baik untuk mencegahnya menyimpang terlalu jauh dari yang rute ditentukan.

Untuk dua fase pertama masih pada tahap 'What' dan bisa disebut value planning, sedangkan pada tahap implementasi sekarang berada pada tahap 'How' dan dikenal dengan value engineering. Diagram telah digambar untuk menunjukkan manajemen nilai selama fase proyek, yaitu, sebelum serah terima. Namun, manajemen nilai dapat sama-sama berguna ketika dilakukan selama fase operasi dan pembongkaran untuk mengurangi biaya atau waktu pembuatan suatu produk, atau menyederhanakan operasi pembongkaran, terutama ketika, seperti halnya pembangkit listrik tenaga nuklir, fase dekomisioning dapat dilakukan. sebuah proyek besar dalam dirinya sendiri.

Selain brainstorming, sejumlah teknik telah dikembangkan untuk mensistematisasikan atau menyusun proses rekayasa nilai yang salah satu yang paling terkenal adalah teknik sistem analisis fungsi (FAST). Teknik ini memiliki tahapan yang ditentukan sebagai berikut:

1. Kumpulkan dan susun semua informasi yang tersedia tentang produk yang akan dipelajari dari semua departemen terkait, klien, pelanggan, dan pemasok.
2. Lakukan analisis fungsional menggunakan teknik 'Verb and Noun'.
Ini memecah produk menjadi komponen-komponennya dan fungsi (kata kerja) dari setiap komponen didefinisikan. Kata benda yang sesuai kemudian dapat ditambahkan untuk memungkinkan nilai biaya dipastikan. Ini dijelaskan dalam contoh berikut. Telah diputuskan untuk menganalisis unit janda berlapis ganda prefabrikasi. Fungsi dari segi kata kerja dan kata benda adalah: Setiap fungsi dan komponen sekarang dapat diberikan nilai biaya dan persentasenya dari total biaya yang dihitung.
3. Temukan solusi alternatif. Misalnya, dimungkinkan untuk mengurangi ketebalan kaca tetapi tetap mempertahankan karakteristik kehilangan panas dengan meningkatkan celah udara di antara panel. Mungkin juga lebih murah untuk memasukkan kunci ke dalam pegangan sebagai pengganti yang terpisah.
4. Evaluasi. Perubahan yang disarankan sekarang dihitung biayanya dan dianalisis untuk kemungkinan penghematan dan rasio fungsi/biaya dibandingkan dengan desain aslinya.
5. Penerimaan. Perubahan yang diusulkan sekarang harus disetujui oleh manajemen dalam hal belanja modal tambahan, daya jual, potensi penjualan, tanggapan pelanggan, dll.
6. Implementasi. Ini adalah tahap produksi dan distribusi.
7. Audit. Ini dilakukan setelah produk berada di pasar untuk waktu yang telah ditentukan dan akan mengkonfirmasi (atau sebaliknya) bahwa latihan tersebut memang memberikan nilai tambah atau rasio fungsi/biaya yang dirasakan. Jika hasilnya negatif, prosesnya mungkin harus diulang.

Manajemen nilai tidak hanya memenuhi kriteria keberhasilan atau indeks kinerja utama yang telah ditetapkan, tetapi juga meningkatkannya melalui tinjauan berkala. Setelah sebelumnya melakukan analisis pemangku kepentingan dan mengidentifikasi kebutuhan mereka, persyaratan ini harus dapat dipenuhi meskipun biaya telah dikurangi. Memang kepuasan

pelanggan dapat ditingkatkan dan kerusakan lingkungan berkurang, menghasilkan situasi win-win bagi semua pihak.

1.16 KESEHATAN, KESELAMATAN, DAN LINGKUNGAN

Mengingat beberapa perusahaan spektakuler runtuh menyusul penyimpangan serius dan kekurangan dalam keselamatan, kesehatan dan keselamatan sekarang berada di bagian paling atas agenda manajemen proyek. Terlepas dari rasa sakit dan penderitaan yang dialami karyawan dan masyarakat oleh kecelakaan yang disebabkan oleh kurangnya pemeliharaan standar keselamatan, ketidakmampuan untuk memberikan standar keselamatan yang tinggi dan lingkungan yang sehat hanyalah bisnis yang buruk. Reputasi baik yang dibangun selama bertahun-tahun dapat hancur dalam sehari karena satu kecelakaan serius yang disebabkan oleh kelalaian atau kurangnya perhatian terhadap standar keselamatan. Selain itu, di bawah Corporate Manslaughter Act 2007, direktur perusahaan sekarang dapat dimintai pertanggungjawaban atas kematian yang disebabkan oleh pelanggaran peraturan H&S.

Perundang-undangan selanjutnya antara lain:

- Peraturan Manajemen Kesehatan dan Keselamatan 1992
- Pengendalian Asbes di Peraturan Kerja 1987
- Kebisingan di Tempat Kerja 1989
- Peraturan Tempat Kerja (H, S & Kesejahteraan) 1992
- Peraturan Alat Pelindung Diri 1992
- Peraturan Operasi Penanganan Manual 1992
- Undang-Undang Kecelakaan Fatal 1976
- Corporate Manslaughter Act 2007
- Serta sejumlah arahan Komunitas Eropa seperti EC Directive 90/270/EEC.

Undang-undang tersebut membentuk Eksekutif Kesehatan dan Keselamatan yang memiliki kekuasaan luas untuk mengizinkan inspektornya memasuki tempat dan mengeluarkan pemberitahuan perbaikan atau larangan serta menghasut penuntutan di mana lingkungan yang tidak aman telah diidentifikasi. Undang-undang ini juga memberikan tanggung jawab hukum kepada pemberi kerja, karyawan, wiraswasta, perancang, produsen, pemasok, dan orang-orang yang umumnya mengendalikan tempat di mana pekerjaan dilakukan. Masing-masing kelompok ini telah diidentifikasi mengenai tanggung jawab mereka terhadap kesehatan, keselamatan dan kesejahteraan, yang secara garis besar adalah sebagai berikut.

Pemberi pekerjaan

- Menyediakan dan memelihara peralatan yang aman
- Menyediakan sistem yang aman dan sehat
- Menyediakan tempat kerja yang aman dan sehat
- Memastikan penanganan dan penyimpanan yang aman dari bahan kimia dan zat beracun
- Menyusun pernyataan kebijakan kesehatan dan keselamatan
- Memberikan informasi, pelatihan, instruksi, dan pengawasan terkait untuk masalah keselamatan

Karyawan

- Bekerja sama dengan majikan
- Menjaga kesehatan dan keselamatan diri sendiri
- Menjaga kesehatan dan keselamatan orang lain
- Tidak menyalahgunakan peralatan keselamatan
- Tidak mengganggu alat keselamatan

Wiraswasta

- Tidak boleh membahayakan orang lain dengan cara kerja mereka

Desainer, produsen, pemasok, dan pemasang

- Harus menggunakan bahan yang aman
- Harus memastikan desain aman
- Harus memastikan operasi pengujian dan konstruksi aman
- Harus memberikan informasi, instruksi, dan prosedur untuk pengoperasian dan penggunaan yang aman Orang yang mengendalikan tempat
- Pastikan tempat tersebut aman dan sehat

Untuk memastikan bahwa persyaratan *Peraturan Kesehatan dan Keselamatan Kerja* terpenuhi, pengusaha diwajibkan untuk mengelola pengenalan dan pengoperasian langkah-langkah keselamatan dengan mengikuti prosedur:

- Menyiapkan prosedur perencanaan, pengendalian dan pemantauan
- Pelatihan dan penunjukan orang yang kompeten
- Menetapkan prosedur darurat
- Melaksanakan penilaian risiko secara teratur
- Prosedur audit dan peninjauan
- Menyebarkan informasi kesehatan dan keselamatan

Undang-undang ini diberikan oleh pembentukan otoritas penegakan yang disebut Eksekutif Kesehatan dan Keselamatan (HSE), yang menunjuk inspektur dengan kekuasaan luas untuk melakukan penyelidikan, memasuki tempat dan lokasi, mengambil foto dan sampel, mengeluarkan, jika perlu, perbaikan atau larangan pemberitahuan dan bahkan memulai penuntutan. Namun, organisasi yang dikelola dengan baik akan memastikan bahwa kunjungan dari HSE tidak diperlukan. Semboyannya harus selalu: mencegah lebih baik daripada mengobati. Kecelakaan tidak terjadi begitu saja. Mereka disebabkan oleh perawatan yang buruk, peralatan yang tidak tepat, praktik yang tidak aman, kelalaian, kecerobohan, ketidaktahuan, dan sejumlah kelemahan manusia.

Karena kecelakaan disebabkan, maka dapat dicegah, tetapi ini memerlukan upaya sadar untuk mengidentifikasi dan menilai risiko yang dapat terjadi, dan kemudian memastikan bahwa segala kemungkinan kecelakaan atau bahaya dapat dihindari. Penilaian risiko semacam itu merupakan persyaratan hukum dan memang membantu dalam meningkatkan kesadaran akan kesehatan dan keselamatan, dan mengurangi biaya kecelakaan yang tinggi. Bentuk kecelakaan yang paling umum di komersial, manufaktur dan konstruksi atau bahkan bangunan domestik disebabkan oleh faktor-faktor berikut:

- Kegagalan peralatan

- Kebakaran
- Listrik
- Zat berbahaya
- Kondisi tidak sehat
- Desain yang buruk
- Praktik pengoperasian yang tidak aman
- Kebisingan dan pencahayaan

Masing-masing faktor di atas dapat diperiksa untuk menemukan bahaya atau kekurangan apa yang dapat menyebabkan kecelakaan.

Kegagalan peralatan

- Perawatan yang buruk
- Tepi tajam pada komponen
- Titik jebakan atau belitan
- Pengeluaran produk jadi
- Temperatur tinggi pada permukaan yang terbuka
- Pelindung yang tidak pas atau tidak aman
- Tidak ada fitur keselamatan (perangkat pelepas beban atau tekanan)
- Tombol berhenti darurat di lokasi yang salah
- Kurangnya manual atau prosedur pengoperasian
- Kurangnya pelatihan operator
- Kelelahan operator

Api

- Peralatan yang terlalu panas
- Percikan api dari peralatan listrik
- Api telanjang
- Permukaan panas
- Cairan panas
- Cairan mudah terbakar
- Sampah yang mudah terbakar
- Gas yang mudah meledak
- Merokok
- Ventilasi tersumbat
- Sabotase (pembakaran) yang disengaja • Kurangnya alat pemadam kebakaran

Listrik

- Insulasi yang buruk
- Pembumian yang buruk
- Sekering yang berlebihan
- Kurangnya pelindung beban berlebih
- Kabel atau sakelar yang diremehkan
- Sirkuit yang tidak terlindungi
- Tidak ada pemutus sirkuit otomatis

- Tidak ada tanda peringatan
- Kabel tertinggal
- Operator atau pemasang yang tidak memenuhi syarat
- Perawatan yang buruk
- Kurangnya fasilitas pengujian
- Peralatan kotor

Zat berbahaya

- Wadah yang tidak tertutup rapat
- Wadah yang berkarat
- Penyimpanan yang buruk
- Penutup yang tidak dapat dibuka kuncinya
- Kurangnya prosedur keluar
- Ventilasi yang buruk
- Tata graha yang buruk, kotoran, tumpahan
- Pakaian pelindung yang tidak memadai
- Kurangnya stasiun penetral darurat
- Peralatan penanganan yang dirancang dengan buruk
- Kurangnya pelatihan staf

Kondisi tidak sehat

- Area kerja kotor
- Area kerja berdebu
- Kurangnya ventilasi
- Asap atau suasana berdebu
- Asap
- Bau berbahaya
- Pencahayaan buruk
- Kurangnya peralatan pelindung
- Panas atau dingin yang berlebihan
- Getaran pegangan
- Lantai licin, dll.

Desain buruk

- Tidak ada fitur keselamatan
- Posisi pengoperasian yang canggung
- Kurangnya pelindung
- Desain ergonomis yang buruk
- Garis pandang yang buruk
- Getaran
- Titik perawatan yang buruk
- Petunjuk pengoperasian yang buruk
- Titik pengisian yang canggung

Praktik pengoperasian yang tidak aman

- Tidak ada sistem izin
- Peralatan angkat yang tidak memadai
- Peralatan penanganan yang tidak memadai
- Pakaian pelindung yang buruk
- Tangga yang tidak terikat
- Tidak ada aturan wajib untuk topi keras, sepatu bot, dll.
- Pagar yang tidak memadai
- Pemberitahuan peringatan yang buruk
- Pengawasan yang buruk
- Prosedur pelaporan yang buruk
- Tidak ada lampu peringatan bahaya , dll.
- Pintu keluar darurat yang diblokir atau tidak memadai
- Tidak ada prosedur darurat
- Tidak ada petugas keselamatan
- Pemberitahuan evakuasi yang buruk
- Jam kerja yang panjang

Noise dan pencahayaan

- Kebisingan yang berlebihan
- Kebisingan bernada tinggi
- Getaran dan gema
- Penutup kebisingan yang tidak memadai
- Peredam yang tidak memadai
- Tidak ada pelindung telinga
- Desain baffle yang buruk
- Pencahayaan yang buruk
- Silau
- Kilatan lampu yang berkedip-kedip
- Jarak pandang yang buruk
- Kabut atau kabut

Semua bahaya di atas dapat diidentifikasi dan dihilangkan atau dikurangi. Jelas, penilaian risiko seperti itu harus dilakukan secara berkala, katakanlah setiap 6 bulan, karena kondisi berubah, dan praktik baru dapat dimasukkan saat proyek berkembang. Terlepas dari efek langsung dari kecelakaan dan penyakit yang berhubungan dengan kesehatan pada individu yang mungkin menderita sakit fisik dan mental yang hebat, konsekuensinya jauh jangkauannya. Daftar berikut memberikan beberapa indikasi implikasinya:

- Biaya perawatan medis
- Biaya perbaikan atau penggantian
- Tidak adanya pihak yang dirugikan
- Biaya denda dan penalti
- Biaya klaim kompensasi

- Hilangnya kepercayaan pelanggan
- Hilangnya citra publik
- Hilangnya pasar karena gangguan pasokan
- Hilangnya produksi
- Kerusakan karena keterlambatan
- Hilangnya moral
- Premi asuransi yang lebih tinggi
- Biaya hukum
- Kemungkinan hilangnya kebebasan (penjara)
- Biaya penutupan

Peraturan Konstruksi, Desain dan Manajemen

Serangkaian peraturan khusus mulai berlaku pada tahun 1994 untuk mencakup pekerjaan di industri konstruksi, yang memiliki catatan keselamatan yang buruk. Peraturan ini disebut Peraturan Konstruksi (Desain dan Manajemen) 1994 (CDM). Ini berkaitan dengan manajemen kesehatan dan keselamatan, dan berlaku untuk proyek konstruksi termasuk tidak hanya klien dan kontraktor tetapi juga desainer, penasihat profesional terkait dan, tentu saja, pekerja lokasi. Tugas lima pihak utama yang tercakup dalam peraturan ini adalah sebagai berikut:

1. Klien
 - a. Pastikan sumber daya yang memadai tersedia sehingga proyek dapat dilaksanakan dengan aman.
 - b. Tunjuk hanya desainer, kontraktor, dan supervisor perencanaan yang kompeten.
 - c. Berikan supervisor perencanaan dengan informasi kesehatan dan keselamatan yang relevan.
 - d. Pastikan rencana kesehatan dan keselamatan telah disiapkan sebelum memulai konstruksi.
 - e. Pastikan file kesehatan dan keselamatan tersedia untuk diperiksa di akhir proyek. Tugas-tugas ini tidak berlaku untuk pekerjaan rumah tangga di mana klien adalah perumah tangga.
2. Desainer
 - a. Rancang struktur yang aman dan gunakan metode konstruksi yang aman.
 - b. Meminimalkan risiko terhadap kesehatan dan keselamatan saat struktur sedang dibangun dan dipelihara.
 - c. Berikan informasi yang memadai tentang kemungkinan risiko.
 - d. Desain aman untuk melekat pada gambar, spesifikasi, dan dokumen lainnya.
 - e. Kurangi risiko pada sumbernya, dan hindari risiko terhadap kesehatan dan keselamatan jika memungkinkan.
 - f. Bekerja sama dengan supervisor perencanaan dan desainer lainnya.

3. Pengawas Perencanaan
 - a. Mengkoordinasikan aspek kesehatan dan keselamatan dari fase desain dan perencanaan.
 - b. Membantu menyusun rencana kesehatan dan keselamatan.
 - c. Simpan file kesehatan dan keselamatan.
 - d. Pastikan desainer bekerja sama satu sama lain dan memenuhi kebutuhan kesehatan dan keselamatan.
 - e. Beritahu proyek ke HSE.
 - f. Memberikan nasihat tentang kesehatan dan keselamatan kepada klien, desainer dan kontraktor.
4. Kontraktor Utama
 - a. Mempertimbangkan masalah kesehatan dan keselamatan selama persiapan tender.
 - b. Mengembangkan dan mengimplementasikan rencana kesehatan dan keselamatan situs.
 - c. Mengkoordinasikan kegiatan subkontraktor untuk mematuhi undang-undang kesehatan dan keselamatan.
 - d. Memberikan informasi dan pelatihan untuk kesehatan dan keselamatan.
 - e. Berkonsultasi dengan karyawan dan wiraswasta tentang kesehatan dan keselamatan.
 - f. Pastikan subkontraktor memiliki sumber daya yang memadai untuk pekerjaan di domain mereka.
 - g. Pastikan pekerja di lokasi mendapat pelatihan yang memadai.
 - h. Pastikan pekerja diberi informasi dan konsultasi tentang kesehatan dan keselamatan. saya. Memantau kinerja kesehatan dan keselamatan.
 - i. Pastikan hanya orang yang berwenang yang diperbolehkan berada di lokasi.
 - j. Tampilkan pemberitahuan HSE proyek.
 - k. Bertukar informasi tentang kesehatan dan keselamatan dengan supervisor perencanaan. m. Pastikan subkontraktor menyadari risiko di lokasi.
5. Subkontraktor dan wiraswasta
 - a. Bekerja sama dengan kontraktor utama dalam masalah kesehatan dan keselamatan.
 - b. Memberikan informasi tentang kesehatan dan keselamatan kepada kontraktor utama dan karyawan.
 - c. Memberikan informasi tentang risiko kesehatan dan keselamatan dan metode mitigasi.

Peraturan CDM berlaku untuk faktor-faktor berikut:

- a. Pekerjaan konstruksi yang dapat diberitahukan, yaitu jika berlangsung lebih dari 30 hari.
- b. Pekerjaan yang akan melibatkan lebih dari 500 hari kerja orang (sekitar 4000 jam kerja).
- c. Pekerjaan yang tidak dapat diberitahukan yang melibatkan lima orang atau lebih berada di lokasi pada satu waktu.

- d. Pekerjaan pembongkaran terlepas dari waktu yang dibutuhkan atau jumlah pekerja.
- e. Pekerjaan desain terlepas dari waktu yang dibutuhkan atau jumlah pekerja di lokasi.
- f. Properti residensial tempat bisnis juga dilakukan.

Peraturan tersebut tidak berlaku untuk faktor-faktor berikut:

- a. Tempat tinggal rumah tangga
- b. Karya yang sangat kecil

Namun, persyaratan desainer tetap berlaku dan proyek harus diserahkan ke HSE.

Rencana Kesehatan dan Keselamatan

Rencana kesehatan dan keselamatan terdiri dari dua tahap:

1. Rencana kesehatan dan keselamatan tender ulang
2. Rencana kesehatan dan keselamatan tahap konstruksi

Rencana Kesehatan dan Keselamatan Pra-Tender

Ini dibuat oleh majikan di bawah arahan supervisor perencanaan. Tujuan utamanya adalah untuk menetapkan pola rencana tahap konstruksi dan harus mencakup hal-hal berikut:

- a. Gambaran umum pekerjaan yang akan dilakukan
- b. Program dan tonggak penting untuk proyek
- c. Tabel risiko yang dipertimbangkan pada tahap ini dan pengaruhnya terhadap pekerja dan staf
- d. Informasi yang harus disampaikan oleh kontraktor untuk menunjukkan kemampuannya mengenai sumber daya dan manajemen
- e. Informasi yang harus disampaikan oleh kontraktor mengenai penyusunan rencana kesehatan dan keselamatan untuk tahap konstruksi dan pengaturan kesejahteraan

Rencana Kesehatan dan Keselamatan Tahap Konstruksi

Rencana ini disiapkan oleh kontraktor utama dan harus diserahkan kepada supervisor perencanaan untuk mendapatkan persetujuan sebelum pekerjaan dapat dimulai di lokasi. Konstituen utamanya adalah sebagai berikut:

- a. Pengaturan kesehatan dan keselamatan untuk semua orang di lokasi atau yang mungkin terpengaruh oleh pekerjaan konstruksi
- b. Mengelola dan memantau kesehatan dan keselamatan pekerjaan konstruksi
- c. Pengaturan rinci fasilitas kesejahteraan situs
- d. Bukti pengaturan untuk menjaga file kesehatan dan keselamatan

File Kesehatan dan Keselamatan

File kesehatan dan keselamatan adalah catatan kejadian di lokasi yang berkaitan dengan kesehatan dan keselamatan, dan khususnya, risiko yang dihadapi dan mitigasinya serta kemungkinan risiko yang masih harus diantisipasi. Berkas tersebut harus diserahkan kepada klien pada akhir kontrak untuk memungkinkannya mengelola dan menangani kemungkinan risiko selama pelaksanaan renovasi atau perbaikan berikutnya.

Supervisor perencanaan bertanggung jawab untuk memastikan bahwa file dikompilasi dengan benar saat proyek berjalan dan diserahkan kepada klien pada akhir proyek. Klien harus membuat file tersebut tersedia untuk semua orang yang terlibat dalam desain masa depan struktur serupa atau mereka yang peduli dengan perubahan, penambahan, pemeliharaan atau pembongkaran struktur.

Tanda peringatan

Tanda-tanda peringatan standar telah dikembangkan untuk menarik perhatian untuk melarang tindakan tertentu, mengambil tindakan pencegahan keselamatan tertentu atau memperingatkan bahaya lingkungan tertentu.

1.17 MANAJEMEN INFORMASI

Informasi, bersama dengan komunikasi, adalah sumber kehidupan manajemen proyek. Sejak awal proyek, informasi diperlukan untuk memungkinkan seseorang menyiapkan perkiraan biaya dan waktu, dan keakuratan serta kemudahan memperoleh informasi inilah yang menentukan kualitas perkiraan. Keberhasilan suatu proyek sangat tergantung pada perolehan, persiapan, pertukaran, penyebaran, penyimpanan dan pengambilan informasi yang lancar dan tepat waktu, dan untuk memungkinkan semua fungsi ini dilakukan secara efisien, sistem informasi yang diabadikan dalam rencana kebijakan informasi adalah hal yang penting. bahan dari rencana manajemen proyek.

Seperti banyak prosedur, dokumen kebijakan yang dikeluarkan oleh manajemen adalah titik awal dari sebuah sistem informasi. Jika diterbitkan di tingkat perusahaan, dokumen kebijakan informasi semacam itu memastikan tidak hanya bahwa prosedur tertentu yang ditetapkan diikuti untuk proyek tertentu, tetapi bahwa setiap proyek yang dilakukan oleh organisasi mengikuti prosedur yang sama dan menggunakan sistem yang sama. Daftar berikut menunjukkan topik yang paling penting untuk ditetapkan dalam rencana kebijakan informasi:

1. Maksud dan tujuan dibuatnya rencana pengelolaan informasi
2. Jenis dokumen yang akan dicakup dalam rencana
3. Kewenangan untuk membuat dokumen tertentu
4. Metode penyebaran informasi
5. Metode penyimpanan informasi dan perlindungan virus
6. Metode untuk mengambil informasi dan izin akuisisi/modifikasi
7. Metode untuk mengakui penerimaan informasi
8. Pengaturan keamanan untuk informasi, terutama dokumen rahasia
9. Sistem pemulihan bencana
10. Kontrol konfigurasi untuk berbagai jenis informasi
11. Jadwal distribusi untuk dokumen yang berbeda
12. Standar yang harus diikuti
13. Persyaratan hukum mengenai jangka waktu untuk penyimpanan informasi
14. Risiko yang dapat diperkirakan terkait dengan informasi

Rencana pengelolaan informasi ini menetapkan prinsip-prinsip dasar, tetapi rincian aktual dari beberapa topik kemudian harus disesuaikan dengan proyek tertentu. Misalnya, jadwal pendistribusian dokumen, yang menetapkan dokumen mana yang diproduksi oleh siapa dan siapa yang menerimanya, harus secara jelas spesifik proyek. Demikian pula, metode distribusi tergantung pada ketersediaan sistem TI yang kompatibel dengan jenis informasi yang akan disebarluaskan dan jenis dan gaya dokumen yang dihasilkan.

Maksud dan Tujuan

Tujuan menjelaskan tujuan dokumen kebijakan adalah untuk meyakinkan pembaca bahwa itu bukan birokrasi, tetapi bantuan penting untuk kelancaran proyek. Tidak diragukan lagi bahwa ada banyak proyek yang dijalankan yang tidak memiliki dokumen seperti itu, tetapi dalam kasus ini prosedurnya merupakan bagian dari dokumen lain atau sudah diketahui dan dipahami oleh semua pihak karena kebiasaan dan praktik perusahaan.

Jenis Dokumen

Jenis dokumen yang dicakup meliputi korespondensi dengan klien dan pemasok, spesifikasi, lembar data, gambar, laporan teknis dan keuangan, risalah rapat, catatan percakapan telepon, dan data terpilih lainnya. Semua data ini akan tunduk pada manajemen konfigurasi untuk memastikan distribusi dan penyimpanan yang benar.

Wewenang

Jenis dokumen tertentu hanya dapat diterbitkan oleh personel tertentu. Ini mencakup terutama dokumen keuangan dan komersial seperti pesanan pembelian, faktur dan cek.

Distribusi Informasi

Distribusi informasi dapat dilakukan secara elektronik atau hard copy. Sementara dalam kebanyakan kasus, pengirim memiliki pilihan yang mana untuk digunakan, dokumen tertentu hanya dapat dikirim dengan metode tertentu. Misalnya, di beberapa organisasi, dokumen hukum dapat dikirim melalui email atau faks, tetapi juga harus ditindaklanjuti dengan salinan cetak melalui surat. Umumnya saat ini, sebagian besar data tersedia secara elektronik dan dapat diakses oleh pemangku kepentingan tertentu menggunakan kode akses atau kata sandi yang sesuai.

Menyimpan Informasi dan Perlindungan Virus

Sebagian besar data dapat disimpan secara elektronik baik oleh pengirim atau penerima, tetapi jika tindakan khusus harus diambil, instruksi yang sesuai harus diberikan. Data harus dilindungi dari virus dan peretas, serta harus diatur dan diarsipkan secara terstruktur menurut hierarki yang telah ditentukan berdasarkan struktur departemen atau operasional seperti struktur rincian kerja atau area kerja. Dalam beberapa kasus, salinan dokumen dan gambar harus diajukan secara fisik di mana sarana elektronik tidak tersedia, seperti, misalnya, di lokasi konstruksi yang jauh. Dokumen penting seperti sewa gedung, pesanan pembelian resmi dan kontrak memerlukan ruang penyimpanan yang harus mudah diakses dan aman dari bencana alam dan pencurian. Fasilitas penyimpanan khusus tahan api dan tahan air mungkin harus dipasang.

Mengambil Informasi dan Izin Akuisisi/Modifikasi

Mengambil data secara elektronik umumnya tidak akan menjadi masalah asalkan sistem manajemen konfigurasi yang baik dan metode pengindeksan dan identifikasi yang efektif tersedia. Dalam banyak kasus, hanya personel tertentu yang dapat mengakses file dan hanya sebagian yang memiliki wewenang untuk melakukan perubahan. Perangkat lunak yang sesuai harus diinstal untuk mengubah data dari sumber eksternal, dalam bentuk email, faks, spreadsheet, atau proses transmisi data terkomputerisasi lainnya, ke dalam format yang kompatibel dengan database yang digunakan. Saat menangani salinan cetak, metode pengarsipan dokumen dalam sistem pengarsipan pusat harus ditetapkan dengan kuat dan

urutan pencarian disepakati. Misalnya, pengarsipan dapat dilakukan berdasarkan nama pemasok (berdasarkan abjad), berdasarkan jenis produk, berdasarkan nomor pesanan, berdasarkan nomor permintaan, atau berdasarkan tanggal. Sekali lagi, beberapa organisasi memiliki sistem perusahaan, sementara yang lain mengajukan berdasarkan proyek. Sistem apa pun yang digunakan, banyak waktu akan terbuang sia-sia untuk mencari dokumen jika sistem pengarsipan dirancang dengan buruk dan, yang sama pentingnya, tidak diperbarui secara teratur.

Mengakui Penerimaan Informasi

Dalam banyak kasus, mungkin perlu untuk memastikan bahwa informasi yang dikirim diterima dan dibaca. Oleh karena itu, kebijakan untuk mengakui dokumen tertentu harus ditetapkan. Penerima mungkin melirik surat atau memindai e-mail tanpa menghargai pentingnya. Untuk memastikan bahwa penerima telah memahami pesan tersebut, permintaan harus dibuat untuk membalas baik secara elektronik atau, dalam hal salinan cetak, dengan meminta pengembalian slip 'konfirmasi penerimaan' terlampir. Ini sangat penting ketika dokumen seperti gambar dikirim ke sejumlah penerima yang berbeda. Hanya dengan menghitung slip pengembalian, pengirim dapat memastikan bahwa semua dokumen telah diterima.

Pengaturan Keamanan

Dokumen rahasia atau sensitif komersial biasanya memiliki sirkulasi terbatas. Oleh karena itu, tindakan khusus harus dilakukan untuk memastikan dokumen tidak jatuh ke tangan yang salah. Di beberapa departemen pemerintah, semua meja harus dibersihkan setiap malam dan semua dokumen dikunci. Data elektronik dalam kategori ini memerlukan password khusus yang mungkin harus diubah secara berkala. Dokumen yang tidak lagi diperlukan harus diparut dan bila perlu dibakar. Diketahui bahwa beberapa penyelidik swasta telah mengambil kantong kertas bekas dari luar kantor dan memasang kembali sobekan kertas tersebut.

Sistem Pemulihan Bencana

Mengingat kedua bencana alam besar, seperti gempa bumi dan angin topan, dan serangan teroris, pemulihan bencana, juga dikenal sebagai kelangsungan bisnis, sekarang menjadi kebutuhan nyata. Pengaturan harus dibuat untuk mengunduh data penting secara teratur (biasanya setiap hari) pada disk, tape atau bahkan film dan menyimpannya di lokasi yang cukup jauh dari kantor untuk memastikan bahwa data tersebut dapat diambil kembali jika data dasar telah dihancurkan. Juga perlu membuat pengaturan untuk penggantian sistem perangkat keras dan perangkat lunak yang mungkin telah rusak atau rusak.

Kontrol Konfigurasi

Manajemen konfigurasi merupakan bagian integral dari manajemen informasi. Kontrol versi, kontrol perubahan, dan kontrol distribusi sangat penting untuk memastikan bahwa semua orang bekerja dengan edisi terbaru dan mengetahui keputusan, instruksi, atau tindakan terbaru. Rencana kebijakan informasi harus menarik perhatian pada prosedur dan sistem manajemen konfigurasi yang digunakan.

Jadwal Distribusi

Distribusi dokumen dapat dikontrol baik oleh sistem distribusi data terkomputerisasi terpusat yang diaktifkan oleh pembuat dokumen atau oleh departemen khusus yang ditugaskan untuk mengoperasikan sistem manajemen konfigurasi yang disepakati. Salah satu bagian kunci dari rencana manajemen proyek adalah jadwal distribusi dokumen, yang menetapkan siapa yang membuat dokumen dan siapa yang menerimanya dalam bentuk tabel. Jika hard copy harus dikirim, terutama dalam hal gambar, jumlah salinan untuk setiap penerima juga harus disebutkan. Jika jadwal ini diajukan ke kantor proyek atau petugas distribusi, orang yang tepat akan menerima salinan versi terbaru dokumen dalam jumlah yang tepat pada waktu yang tepat. Sementara sebagian besar distribusi dokumen akan dilakukan secara elektronik, salinan cetak mungkin masih diperlukan untuk lokasi terpencil atau kontraktor, pemasok, atau bahkan klien yang tidak canggih.

Standar yang Harus Diikuti

Prosedur standar yang berkaitan dengan manajemen informasi harus diikuti sedapat mungkin. Standar ini dapat berupa standar atau pedoman perusahaan, kode praktik atau rekomendasi yang dikeluarkan oleh lembaga nasional atau internasional. BSI telah mengeluarkan panduan atau kode praktik untuk manajemen konfigurasi, manajemen proyek, manajemen risiko, dan manajemen desain, yang semuanya berdampak pada manajemen informasi. Standar Internasional BS ISO 15489-1-2001 'Informasi dan Dokumentasi - Manajemen Arsip - Bagian 1 - Umum' sangat penting.

Persyaratan resmi

Setiap proyek dibatasi oleh undang-undang, instrumen hukum dan persyaratan hukum lainnya dari negara tuan rumah. Adalah penting bahwa pemangku kepentingan menyadari kendala-kendala ini dan merupakan bagian dari proses manajemen informasi untuk menyebarkan standar-standar ini kepada semua personel yang sesuai. Undang-Undang Kebebasan Informasi dan Undang-Undang Perlindungan Data hanyalah dua undang-undang hukum yang harus dipatuhi. Mungkin juga ada persyaratan hukum untuk menyimpan dokumen (biasanya sekitar 7 tahun) sebelum dapat dimusnahkan.

Risiko yang Dapat Diprediksi

Semua proyek membawa sejumlah risiko, dan sangat penting bahwa peringatan tentang risiko ini disebarluaskan secara tepat waktu kepada semua pemangku kepentingan yang relevan. Selain menerbitkan daftar risiko biasa, yang mencantumkan risiko yang dirasakan dan strategi mitigasi yang tepat, peringatan akan risiko yang tidak terduga atau serius, pergolakan politik yang akan segera terjadi atau potensi bencana iklim harus segera dikeluarkan untuk memungkinkan tindakan pencegahan yang efektif dapat diambil. Hal ini membutuhkan serangkaian prosedur yang telah direncanakan dan dilatih sebelumnya yang dapat diimplementasikan dengan sangat cepat. Penunjukan manajer risiko informasi akan menjadi bagian dari prosedur tersebut.

Bagian penting dari manajemen informasi adalah menerbitkan laporan. Seorang manajer proyek harus menerima laporan dari anggota organisasi lainnya untuk memungkinkan dia menilai status proyek dan pada gilirannya menghasilkan laporannya sendiri kepada manajemen yang lebih tinggi. Sistem harus dibentuk untuk memastikan bahwa

laporan-laporan ini dihasilkan secara akurat, teratur dan tepat waktu. Laporan yang biasa dibutuhkan oleh manajer proyek mencakup kemajuan, biaya, kualitas, pengecualian, risiko, nilai yang diperoleh, tren, varians, dan status pengadaan atau produksi. Data ini kemudian akan diringkas menjadi laporan kemajuan reguler (biasanya bulanan) kepada manajer program, sponsor atau klien sesuai kasusnya. Template dan format standar sangat membantu dalam produksi laporan ini dan teknologi modern memungkinkan sebagian besar data ini diubah menjadi grafik, bagan, dan diagram, tetapi presentasi tidak pernah dapat menggantikan akurasi.

Pengumpulan data

Seiring kemajuan teknis TI berkembang, semakin banyak data akan dikumpulkan dan disaring oleh semakin banyak organisasi dan perusahaan. Data ini kemudian digunakan untuk sejumlah besar alasan mulai dari keamanan dan pertahanan hingga pengendalian stok, pemasaran, desain dan pemeliharaan terencana, serta mengisi sistem pakar. Cara pengumpulan data juga bervariasi dari tatap muka langsung atau wawancara telepon dan kuesioner, melalui teknik pencatatan data seperti yang digunakan oleh perusahaan utilitas untuk membaca penggunaan meteran domestik atau komersial, hingga metode canggih yang digunakan oleh dinas keamanan untuk memantau percakapan telepon. dan lalu lintas internet. Namun, meskipun kuantitas datanya mungkin mengesankan, itu akan sia-sia, jika tidak berbahaya, jika kualitasnya meragukan. Sama pentingnya adalah waktu, karena data yang terlambat dapat secara serius mempengaruhi pengambilan keputusan atau masalah laporan. Ada dua jenis utama pengumpulan data: kualitatif (kedalaman) dan kuantitatif (luas).

Kualitatif

Metode ini meliputi teknik-teknik seperti wawancara terstruktur, observasi langsung, diskusi kelompok. Banyak tergantung pada keterampilan pewawancara atau pemimpin diskusi yang harus tetap berpikiran terbuka dan tidak mengajukan pertanyaan yang mengarah. Keuntungannya termasuk tingkat respons yang tinggi dan kemampuan untuk mengeksplorasi secara lebih mendalam setelah analisis awal.

Kuantitatif

Ini mencakup kuesioner yang dikirim melalui surat atau email, survei telepon, survei sampel berdasarkan sejumlah besar peserta, dll. Survei semacam itu, yang memperhitungkan usia, etnis, golongan pendapatan, dan lokasi geografis sering digunakan oleh pemerintah, peneliti akademis, bisnis ritel dan produsen. Hasil survei tersebut dapat mempengaruhi kebijakan dan strategi pemasaran. Harus ada strategi korporat dalam pengelolaan data yang meliputi pengoperasian basis data pusat, akses ke data, keamanan, metode verifikasi kualitas, teknik evaluasi, diseminasi dan kendala waktu atau biaya.

Big Data

Ini adalah istilah yang diberikan untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, mengkategorikan, dan mendistribusikan sejumlah besar data yang terlalu banyak untuk ditangani oleh database relasional konvensional. Pengumpulan, analisis, dan pemrosesan Big Data dilakukan oleh hampir setiap aspek masyarakat modern termasuk pemerintah pusat dan daerah, industri, layanan medis, lembaga komersial dan keuangan, lembaga ilmiah, pengecer, distributor makanan, dan, tentu saja, organisasi survei. Laporan komite terpilih House of

Commons Science and Technology baru-baru ini mengatakan bahwa 90% dari data elektronik dunia dibuat dalam dua tahun terakhir dan akan tumbuh setiap tahun sebesar 40% per tahun selama 10 tahun ke depan. Pengambilan sejumlah data ini dan analisisnya akan berdampak besar pada industri dan layanan publik di seluruh dunia.

Mekanisme pengumpulan Big Data juga beragam, meliputi jaringan telepon seluler, internet, bidikan surat, foto udara, identifikasi frekuensi radio, survei massal, dan sensor jarak jauh. Salah satu contoh persiapan Big Data adalah penyediaan braket khusus di pabrik konstruksi untuk banyak sensor yang diperlukan untuk menangkap data. Semua informasi ini harus diuji keakuratannya sebelum dapat dianalisis, dikategorikan, dan didistribusikan kepada pengguna yang membutuhkannya untuk tujuan keamanan, pemasaran, atau ilmiah. Kecepatan diseminasi penting karena hal ini akan memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih baik dan lebih cepat.

1.18 KOMUNIKASI

Meskipun sangat penting bagi seorang manajer proyek untuk memiliki sistem informasi yang baik, tanpa sistem komunikasi yang sama baiknya, informasi tersebut tidak akan tersedia saat dibutuhkan. Umumnya, semua komunikasi eksternal yang bersifat kontraktual, terutama perubahan ruang lingkup atau biaya, harus disalurkan melalui manajer proyek atau kantornya. Ini berlaku terutama untuk komunikasi dengan klien dan pemasok/subkontraktor. Bahaya dari tidak melakukan ini adalah perubahan kecil yang disepakati antara para ahli teknis dapat memiliki dampak keuangan atau program (atau bahkan politik) yang cukup besar karena para ahli tidak mengetahui gambaran keseluruhan. Kecuali seorang manajer proyek memutuskan untuk melakukan semuanya sendiri, yang seharusnya tidak terjadi, dia harus mengomunikasikan ide, rencana, dan instruksinya kepada orang lain. Ini membutuhkan komunikasi, baik secara lisan, tertulis, melalui surat, secara elektronik atau dengan merpati pos.

Komunikasi dapat bersifat formal dan informal, dan meskipun informasi kontrak, organisasi, dan teknis harus selalu mengikuti jalur formal, komunikasi antar anggota tim seringkali paling efektif bila dilakukan secara informal. Ada banyak kesempatan ketika seorang manajer proyek memiliki kesempatan untuk bertemu dengan anggota timnya, klien atau pemangku kepentingan lainnya, yang semuanya akan memungkinkan dia untuk mendiskusikan masalah, memperoleh informasi, memperoleh pendapat dan membangun hubungan saling percaya yang penting untuk manajemen proyek yang baik.

Management by walkabout adalah metode komunikasi informal yang diterima, yang tidak hanya memungkinkan terjadinya pertukaran informasi dan ide, seringkali dalam suasana santai, tetapi juga memiliki keuntungan melihat apa yang sebenarnya terjadi serta menetapkan kerangka kerja untuk membangun hubungan pribadi.

Mungkin lebih banyak kesalahan terjadi dalam sebuah proyek karena komunikasi yang buruk daripada penyebab lainnya. Ide dan instruksi sering disalahpahami, disalahartikan, salah dengar, atau diabaikan begitu saja karena satu dan lain alasan; dengan kata lain sistem komunikasi telah rusak. Setiap komunikasi melibatkan pengirim dan penerima. Pengirim memiliki tanggung jawab untuk memastikan bahwa pesannya jelas dan tidak ambigu, dan

penerima harus memastikan bahwa itu dipahami, ditafsirkan, dikonfirmasi, dan ditindaklanjuti dengan benar. Ada sejumlah alasan mengapa dan bagaimana kegagalan dalam komunikasi dapat terjadi. Yang paling umum dari ini, umumnya dikenal sebagai hambatan komunikasi, adalah sebagai berikut:

- Perbedaan budaya
- Perbedaan bahasa
- Pengucapan
- Kesalahan terjemahan
- Jargon teknis
- Pemisahan lokasi secara geografis
- Peralatan atau kegagalan transmisi
- Kesalahpahaman
- Sikap karena bentrokan kepribadian
- Masalah persepsi karena ketidakpercayaan
- Mendengarkan secara selektif karena tidak menyukai pengirim
- Asumsi dan prasangka
- Agenda tersembunyi
- Kepemimpinan yang buruk menyebabkan instruksi yang tidak jelas
- Tujuan yang tidak jelas
- Sistem distribusi dokumen yang buruk
- Sistem penyimpanan atau pengarsipan dokumen yang buruk
- Lingkungan kerja yang buruk, seperti kebisingan latar belakang
- Pesan panjang yang tidak perlu
- Informasi yang berlebihan, seperti terlalu banyak e-mail
- Pemotongan informasi
- Memori buruk atau retensi pengetahuan

Jelas, beberapa hambatan ini terkait erat. Beberapa di antaranya telah dikumpulkan dan akan dibahas lebih rinci pada bagian berikut, bersama dengan teknik yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah komunikasi ini.

Rapat

Rapat adalah bagian penting dari manajemen proyek, karena memungkinkan dua atau lebih pemangku kepentingan untuk berkomunikasi dan mendiskusikan masalah sedemikian rupa sehingga keputusan cepat dapat dibuat dan diimplementasikan. Pertemuan dapat dilakukan secara tatap muka atau melalui tautan video, telekonferensi atau sistem virtual lainnya.

Jenis utama pertemuan adalah sebagai berikut:

Rapat dewan di tingkat direktur Rapat pra-penawaran dengan calon pemasok atau subkontraktor Memulai rapat di awal proyek; ini mungkin di kantor atau di tempat Rapat kemajuan secara berkala (biasanya bulanan) Rapat di tempat yang mungkin ad hoc atau terkait dengan kemajuan Rapat ad hoc untuk membahas masalah yang tidak terduga Rapat

teknis antara para ahli Rapat dengan pemangku kepentingan lain (klien, otoritas publik, kontraktor, dll.) Rapat tim atau staf

Apapun jenis atau tujuannya, rapat harus selalu terstruktur, dimulai dengan permintaan maaf atas ketidakhadiran, persetujuan risalah rapat terakhir dan diskusi yang timbul dari poin-poin yang berkaitan dengan rapat sebelumnya. Agenda dan daftar hadir yang telah disusun sebelumnya harus dibagikan terlebih dahulu kepada semua peserta. Ketua/ketua rapat harus memastikan bahwa pokok bahasan yang dibahas tidak menyimpang dari topik yang dipermasalahkan dan harus menahan godaan untuk menghabiskan terlalu banyak waktu pada pokok pembicaraan mereka atau pada bidang-bidang yang menjadi disiplin atau keahlian dasarnya. Demikian pula, kecuali jika masalahnya mendesak atau krusial, diskusi detail oleh para ahli harus dipersingkat dan ditunda ke pertemuan lanmiliarn di mana subjek dapat didiskusikan dan diperiksa secara lebih mendalam.

Jika manajer proyek tidak hadir pada pertemuan tersebut, salah satu peserta harus mengeluarkan laporan singkat tentang hasil diskusi dan rekomendasi yang dibuat. Untuk semua rapat, risalah harus disimpan dari semua topik yang dibahas dan diedarkan ke semua peserta dalam beberapa hari setelah rapat. Semua risalah rapat harus menyertakan kolom tindakan untuk setiap topik, yang berisi nama orang yang ditunjuk untuk melakukan tindakan dan tanggal penyelesaiannya.

Rapat mahal karena biasanya dihadiri oleh orang-orang berpangkat manajerial, ahli atau spesialis, yang semuanya mendapat gaji tinggi. Oleh karena itu, rapat hendaknya hanya dihadiri oleh orang-orang yang terkait dengan masalah yang dibicarakan dan hanya selama topik yang dibicarakan. Setelah diskusi yang mereka sumbangkan selesai, manajer departemen dan spesialis harus diizinkan untuk kembali ke departemen mereka. Ada beberapa kebenaran dalam pepatah sinis lama yang menyatakan bahwa 'Keberhasilan sebuah pertemuan berbanding terbalik dengan jumlah orang yang hadir'. Pedoman untuk mengelola rapat harus menjadi bagian dari standar perusahaan, yang harus mencakup format standar untuk risalah rapat.

Membangun Tim dan Motivasi

Proyek besar atau kompleks biasanya membutuhkan banyak keterampilan berbeda yang tidak dapat ditemukan dalam satu orang. Untuk alasan ini, tim harus dibentuk yang anggotanya mampu menyatukan berbagai bidang keahlian dan pengalaman mereka untuk memenuhi kebutuhan proyek dan memenuhi kriteria yang ditetapkan. Manajer proyek biasanya adalah pemimpin tim dan mungkin menjadi tanggung jawabnya untuk memilih anggota tim, meskipun dalam banyak kasus dia mungkin diberitahu oleh manajemen senior atau departemen SDM yang akan dialokasikan ke tim. Jika proyek dijalankan sebagai organisasi tipe matriks, anggota tim spesialis yang berbeda hampir pasti akan dipilih oleh manajer departemen fungsional yang relevan, sehingga manajer proyek harus menerima siapa pun yang telah dialokasikan.

Ada keuntungan yang cukup besar dalam beroperasi sebagai sebuah tim, yang tidak perlu mengharuskan semua anggota untuk sepenuhnya dialokasikan ke proyek sepanjang waktu. Namun demikian, manajer proyek harus menciptakan suasana kerjasama dan semangat apakah anggota tetap atau tidak.

Keuntungan utama dari tim adalah sebagai berikut:

- Tim menimbulkan semangat yang mendorong motivasi dan kerjasama.
- Keterampilan dan keahlian yang berbeda namun saling melengkapi dapat diterapkan dalam proyek.
- Masalah dapat diselesaikan dengan memanfaatkan pengalaman gabungan dari anggota tim.
- Ide-ide baru dapat 'dipantulkan' di antara anggota tim untuk membuat hipotesis kerja.
- Anggota mendapatkan wawasan tentang cara kerja disiplin lain dalam tim.
- Bekerja sama membentuk hubungan dekat yang mendorong saling membantu.
- Jalur komunikasi pendek.
- Pemimpin tim seringkali mampu membuat keputusan tanpa campur tangan pihak luar.

Ciri-ciri berikut adalah beberapa manifestasi dari tim yang sukses:

- Saling percaya
- Rasa memiliki
- Semangat tim yang baik
- Kepemimpinan yang tegas tetapi adil
- Saling mendukung
- Loyalitas terhadap proyek
- Komunikasi terbuka
- Kerja sama dan partisipasi
- Kebanggaan menjadi bagian dari tim
- Perpaduan bakat dan keterampilan yang baik
- Keyakinan akan kesuksesan
- Kesiediaan untuk mengatasi masalah
- Tujuan dan sasaran yang jelas
- Antusiasme untuk menyelesaikan pekerjaan
- Tim yang baik cenderung menerima dukungan yang baik dari manajemen puncak dan sponsor. Mereka sering dianggap sebagai contoh manajemen proyek yang baik selama diskusi dengan klien yang ada dan klien potensial.

Jelas, jika terlalu banyak karakteristik di atas tidak ada, tim tidak akan efektif. Hanya menyatukan sejumlah orang dengan tujuan mencapai tujuan bersama tidak membuat tim. Perbedaan antara kelompok dan tim ADALAH tim memiliki seperangkat tujuan yang sama, dan mampu bekerja sama dan tampil sebagai satu kesatuan selama periode proyek. Namun, untuk menciptakan tim seperti itu memerlukan upaya sadar oleh manajer proyek untuk mengintegrasikan dan memotivasi mereka, dan menanamkan semangat korps untuk menciptakan unit yang efisien, baik mereka di industri, di angkatan bersenjata atau di lapangan permainan.

Pengembangan Tim

Membangun tim membutuhkan waktu, dan ukuran serta konstituennya dapat berubah selama masa proyek untuk mencerminkan fase yang berbeda. Pengembangan tim

diteliti oleh Tuckman yang menemukan bahwa sebuah tim harus menjalani empat tahap sebelum dapat dikatakan beroperasi sebagai entitas yang sukses. Tahapan tersebut adalah:

1. Membentuk
2. Meremas
3. Membentuk
4. Melakukan

Untuk ini dapat ditambahkan tahap kelima yang disebut berkabung, yang terjadi ketika proyek selesai dan tim dibubarkan.

Membentuk

Seperti yang tersirat dari kata tersebut, ini adalah tahap ketika anggota tim yang berbeda pertama kali berkumpul. Sementara beberapa dari mereka mungkin mengenal satu sama lain dari proyek sebelumnya, yang lain akan menjadi baru dan tidak yakin, tidak hanya tentang diri mereka sendiri tetapi juga tentang apa yang harus mereka lakukan. Akan ada konflik yang tak terhindarkan antara kepentingan pribadi anggota tim dan persyaratan proyek, yang dapat menimbulkan tekanan yang disebabkan oleh tenggat waktu dan pembatasan biaya. Jelas, pada tahap ini manajer proyek harus 'menjual' proyek kepada tim dan menjelaskan peran apa yang akan dimainkan setiap anggota. Mungkin ada keberatan dari beberapa orang yang merasa bahwa keterampilan mereka tidak diberikan kendali penuh, atau sebaliknya bahwa mereka tidak menganggap diri mereka cocok untuk posisi tertentu. Manajer proyek harus mendengarkan dan mendiskusikan masalah seperti itu, mengingat bahwa keputusan akhir ada di tangannya dan setelah diputuskan, harus dipatuhi. Tidak ada gunanya memaksa pasak persegi ke dalam lubang bundar.

Menyerbu

Setelah tim secara nominal terbentuk dan peran utama dialokasikan, tahap penyerbuan akan dimulai. Di sini kepribadian dan aspirasi individu akan menjadi jelas. Tipe yang lebih dominan mungkin ingin meningkatkan lingkup pengaruh atau batas otoritasnya, sedangkan tipe yang kurang agresif mungkin merasa diasingkan. Akan ada beberapa perebutan posisi dan beberapa upaya untuk menulis kerangka acuan mereka sendiri, dan pada tahap inilah keterampilan manajemen konflik dari manajer proyek paling dibutuhkan. Sangat penting bahwa manajer proyek menegaskan otoritasnya dan memastikan bahwa kepentingan pribadi individu menjadi tunduk pada kebutuhan proyek.

Norma

Ketika storming selesai, proyek harus berjalan lancar ke tahap norming. Di sini, semua anggota tim telah menetap dan menerima peran dan tanggung jawab mereka, meskipun manajer proyek mungkin menggunakan pendekatan yang lebih partisipatif dan melakukan beberapa 'penyetelan yang baik'. Yang penting adalah memastikan bahwa tim senang bekerja sama, sepenuhnya menyadari tujuan proyek dan peraturan serta standar yang diperlukan, dan termotivasi untuk berhasil.

Performa

Pada tahap ini, tim sekarang dapat dianggap sebagai entitas kerja yang terintegrasi dengan baik dengan setiap anggota yakin akan perannya. Semua energi akan difokuskan pada kesejahteraan proyek daripada individu. Komunikasi terjalin dengan baik dan moral tinggi.

Manajer proyek sekarang dapat berkonsentrasi pada pekerjaan yang ada, tetapi harus tetap melakukan pemeliharaan pada tim. Organisasi sekarang harus berjalan sebagai 'di atas kastor yang diminyaki dengan baik' dengan semua orang sepenuhnya menyadari tiga kriteria proyek utama: biaya, waktu dan kualitas/kinerja.

Duka

Ada antiklimaks yang tak terelakkan ketika sebuah proyek telah berakhir. Anggota tim proyek mungkin merasakan apa yang dirasakan tentara di akhir perang. Ada campuran kelegaan, kepuasan, dan kekhawatiran tentang apa yang akan terjadi selanjutnya. Kecuali ada proyek serupa lainnya yang siap dimulai, tim tersebut kemungkinan akan dibubarkan. Beberapa orang akan kembali ke departemen disiplin dasar mereka, beberapa akan pergi atas kemauan mereka sendiri dan beberapa akan diberhentikan. Ada rasa sedih ketika persahabatan putus dan hubungan yang dibangun selama berbulan-bulan, berdasarkan rasa hormat dan kerja sama, tiba-tiba berhenti.

Manajer proyek sekarang harus mengambil jubah petugas personalia dan menjaga semangat tim tetap hidup sampai akhir. Selalu ada risiko, pada proyek besar yang berjalan lama, bahwa saat akhir proyek mendekat, beberapa orang akan pergi sebelum penyelesaian akhir untuk memastikan pekerjaan lebih lanjut tanpa istirahat. Kemudian mungkin perlu bagi organisasi untuk menawarkan bonus pemutusan hubungan kerja kepada staf kunci untuk meyakinkan mereka agar tetap bekerja, sehingga memastikan ada sumber daya yang cukup untuk menyelesaikan pekerjaan.

Tipe Tim Belbin

Sementara syarat utama seorang anggota tim harus keahlian atau pengalamannya di bidangnya, dalam tim yang ideal, tidak hanya keterampilan teknis tetapi juga karakteristik anggota tim harus saling melengkapi. Sayangnya, dalam praktiknya, sangat kecil kemungkinannya bahwa orang-orang dengan keterampilan yang tepat dan karakteristik pribadi yang ideal akan duduk di bangku menunggu untuk dipilih. Lebih sering daripada tidak, manajer proyek harus mengambil staf apa pun yang ditugaskan oleh manajemen puncak atau manajer fungsional. Namun, manfaat dari karakteristik Belbin masih dapat diperoleh dengan mengenali apa yang Belbin 'tipe' setiap anggota tim, dan kemudian memanfaatkan kekuatannya (dan mengenali kelemahannya) untuk kepentingan proyek. Bagaimanapun, kebanyakan orang adalah campuran dari karakteristik Belbin, tetapi beberapa tidak diragukan lagi akan lebih dominan daripada yang lain.

Kesembilan karakteristik Belbin adalah sebagai berikut:

- Pabrik
- Penyelidik sumber daya
- Koordinator
- Pembentuk
- Pemantau/penilai
- Pekerja tim
- Pelaksana
- Penyempurna/penuntas
- Spesialis

Kekuatan dan kelemahan masing-masing karakteristik tersebut adalah sebagai berikut.

Saham

Orang-orang seperti itu kreatif, inovatif, imajinatif, mandiri dan senang memecahkan masalah sulit sering menggunakan ide-ide baru dan pendekatan segar. Perilaku mereka yang tidak ortodoks dapat membuat mereka canggung untuk diajak bekerja sama dan ketidaksukaan mereka terhadap kritik, disiplin, dan protokol dapat membuat mereka sulit dikendalikan.

Penyelidik Sumber Daya

Orang-orang ini sangat komunikatif, mungkin ekstrovert, menunjukkan rasa ingin tahu dalam ide-ide baru dan antusias dalam menanggapi tantangan baru. Begitu tantangan atau daya tarik awal selesai, minat mereka cenderung berkurang.

Koordinator

Koordinator adalah orang yang menguasai diri, stabil, tenang, percaya diri, dapat memperjelas maksud dan tujuan serta pandai mendelegasikan dan memaksimalkan potensi orang. Ketika diberi kesempatan mereka cenderung memegang panggung.

Pembentuk

Orang-orang ini ramah, dinamis, dan berkembang dalam tekanan. Dorongan dan keberanian untuk membentuk peristiwa, mengatasi kesulitan dan keinginan untuk menantang inersia atau kepuasan diri adalah bagian dari karakter mereka. Oleh karena itu mereka mungkin cemas, tidak sabar dan mudah tersinggung oleh penundaan dan penyumbatan.

Pemantau/Evaluator

Orang-orang ini sadar, bijaksana dan mampu mengevaluasi pilihan. Mereka memiliki rasa penilaian yang baik, analitis dan dapat membuat penilaian kritis dan akurat. Mereka dapat dengan mudah menghakimi dan kritik mereka yang tidak bijaksana dapat merusak.

Pekerja Tim

Orang-orang seperti itu kooperatif, sensitif, berorientasi sosial dan membantu membangun tim yang baik. Mereka sering hanya diperhatikan ketika mereka tidak ada. Mereka mungkin mengalami kesulitan dalam mengambil keputusan dan cenderung mengikuti orang banyak.

Pelaksana

Disiplin dan dapat diandalkan, konservatif dan praktis, orang-orang seperti itu mengubah ide menjadi tindakan secara sistematis dan efisien. Mereka bisa menjadi tidak fleksibel dan menolak metode baru yang tidak konvensional.

Penyempurna/Penyelesai

Orang-orang seperti itu adalah perfeksionis yang telaten, teliti dan mengendalikan diri dengan rasa urgensi yang kuat. Mereka pandai memeriksa dan mencari kesalahan dan kelalaian. Mereka cenderung terlalu peduli dengan kesalahan kecil dan sulit untuk menyerah.

Spesialis

Spesialis memasok keterampilan yang tidak banyak tersedia. Mereka cenderung berpikiran tunggal, mandiri dan berdedikasi pada profesi mereka. Kemandirian mereka tidak mudah dikendalikan, apalagi jika mereka tahu bahwa mereka sulit untuk digantikan. Karena asyik dengan spesialisasi mereka, mereka kadang-kadang mengalami kesulitan dalam melihat gambaran yang lebih besar.

Motivasi

Definisi kamus motivasi yang paling sederhana adalah 'keinginan untuk melakukan'. Kekuatan atau derajat tergantung pada karakter individu dan alasan atau penyebab keinginan tersebut. Dalam banyak kasus, individu mungkin memiliki motivasi diri, karena keyakinan batin bahwa tindakan atau perilaku tertentu diperlukan untuk alasan pribadi, politik atau agama, tetapi dalam konteks proyek, mungkin diperlukan stimulan eksternal untuk diterapkan. Tidak diragukan lagi fungsi manajer proyek untuk memotivasi semua anggota tim proyek dan meyakinkan mereka bahwa proyek itu penting dan bermanfaat. Raison d'etre dan manfaat yang dirasakan, baik itu politik, ekonomi, sosial atau komersial, harus dijelaskan secara sederhana namun jelas sehingga setiap anggota tim menghargai pentingnya perannya dalam proyek. Dalam skenario masa perang, motivasi bisa menjadi pertanyaan untuk bertahan hidup dan sering kali merupakan hasil dari kebanggaan nasional atau propaganda yang meyakinkan, tetapi tujuan yang jelas seperti itu jarang terjadi dalam proyek masa damai yang normal, yang berarti bahwa manajer proyek harus menyediakan kebutuhan yang diperlukan. motivasi, dorongan dan semangat.

Ada sedikit keraguan bahwa sebagian besar keberhasilan Olimpiade London 2012 adalah karena pendekatan kolaboratif, semangat tim dari tim desain/konstruksi dan motivasi untuk menyelesaikan proyek tepat waktu, untuk apa yang dianggap oleh semua orang sebagai proyek kebanggaan nasional dan kepentingan internasional.

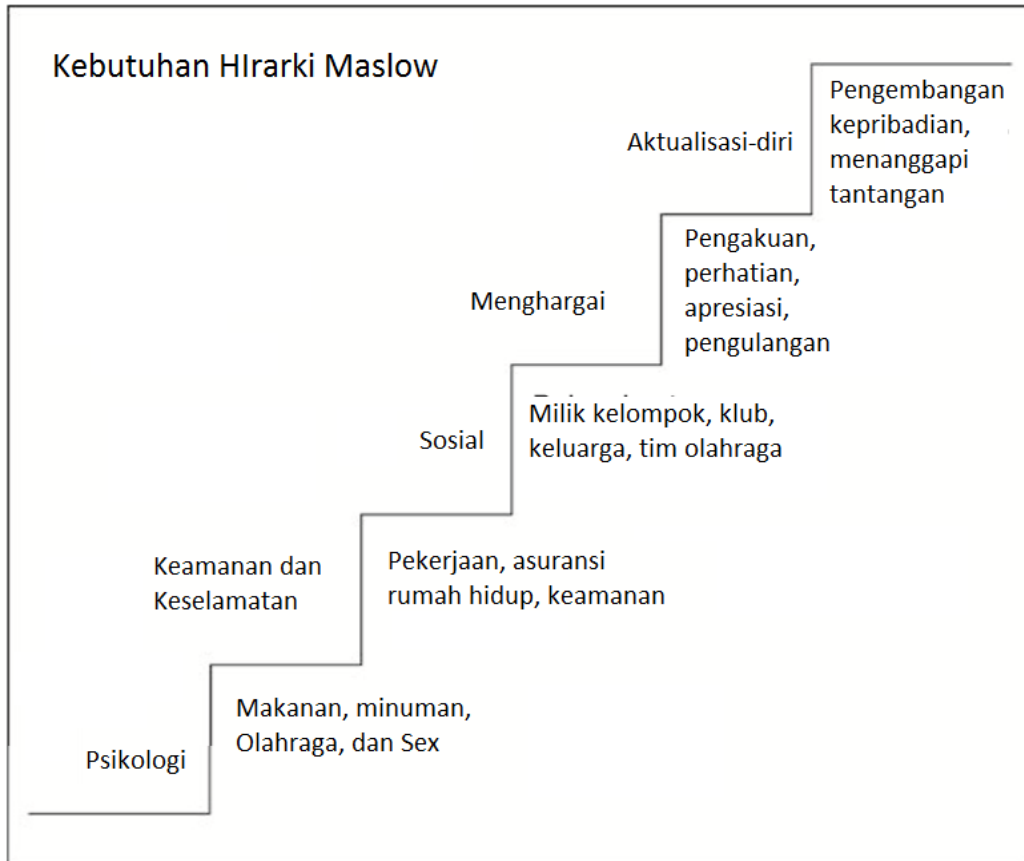
Terlepas dari indoktrinasi awal dan pembicaraan singkat berikutnya, seorang manajer proyek dapat memperkuat pesan tersebut dengan praktik manajemen konvensional memberikan kredit di tempat yang seharusnya, menunjukkan penghargaan atas kinerja yang baik dan menawarkan bantuan di mana seorang individu menunjukkan tanda-tanda stres atau tampak berjuang. , mental atau fisik.

Contoh yang baik tentang pengaruh memotivasi orang dengan menjelaskan tujuan suatu proyek atau bahkan paket pekerjaan ditunjukkan dalam cerita kecil berikut ini. Seorang pria yang berjalan di sepanjang jalan memperhatikan bahwa seorang tukang batu yang membangun tembok sangat lesu, jelas tidak antusias dan umumnya terlihat tidak senang dengan pekerjaannya.

- "Mengapa kamu begitu tidak bahagia?" dia bertanya pada pekerja itu.
- 'Saya baru saja diberitahu untuk membangun tembok ini. Menempatkan satu batu bata di atas batu bata yang lain saja sudah monoton dan membosankan' adalah jawabannya.
- Pria itu berjalan lebih jauh ke jalan dan bertemu dengan tukang batu lain yang jelas-jelas sedang membangun ujung lain dari dinding yang sama. Pekerja ini, di sisi lain, bekerja dengan cepat, jelas tertarik pada pekerjaan itu dan bersiul dengan nada gembira sambil meletakkan batu bata.
- "Mengapa kamu begitu bahagia?" dia bertanya pada pria itu.
- Pria itu mendongak dengan mata bersinar dan berkata dengan bangga: 'Saya sedang membangun sebuah katedral'.

Hirarki Kebutuhan Maslow

A. H. Maslow melakukan penelitian tentang mengapa orang bekerja dan mengapa beberapa lebih antusias daripada yang lain. Dia menemukan bahwa secara umum ada, apa yang dia sebut, hierarki kebutuhan manusia, yang harus dipenuhi dalam urutan menaik. Ini dapat dengan mudah didemonstrasikan sebagai serangkaian langkah dalam sebuah tangga di mana seseorang harus menaiki satu langkah sebelum melanjutkan ke langkah berikutnya.



Gambar 1.10 Tingkatan Kebutuhan Hirarki Maslow

Lima tingkat kebutuhan Maslow adalah: fisiologis, keamanan dan keselamatan, sosial, harga diri dan aktualisasi diri. Maslow berpendapat bahwa kebutuhan pertama adalah kebutuhan yang memungkinkan tubuh manusia melakukan fungsinya, yaitu udara untuk paru-paru, makanan dan air untuk sistem pencernaan, olahraga untuk otot dan, tentu saja, seks untuk kelangsungan spesies. Setelah kebutuhan ini terpenuhi, kebutuhan berikutnya adalah tempat tinggal, keamanan dalam pekerjaan dan lingkungan yang aman. Hal ini kemudian diikuti oleh penerimaan sosial di masyarakat yang sering dikunjungi, seperti di tempat kerja, klub atau pub dan, tentu saja, keluarga. Langkah selanjutnya adalah harga diri, yaitu kebutuhan untuk dihargai dan dihormati. Pujian, perhatian, pengakuan, dan perasaan diinginkan secara umum, semuanya menghasilkan kepercayaan diri dan kesejahteraan. Aspirasi terakhir adalah aktualisasi diri. Ini adalah kebutuhan untuk memaksimalkan semua potensi yang dimiliki, memanfaatkan sepenuhnya kemampuan dan mampu menghadapi tantangan baru.

Seperti dalam semua teori, ada pengecualian. Artis kelaparan pepatah di lotengnya lebih peduli tentang harga dirinya dan aktualisasi diri daripada keamanannya atau bahkan penerimaan sosial. Demikian pula, cita-cita misionaris lebih diutamakan daripada keinginan untuk kenyamanan fisik. Namun, bagi sebagian besar penerima upah atau gaji, teori tersebut sah dan harus bermanfaat bagi mereka yang ingin memahami dan berusaha memenuhi kebutuhan orang-orang yang menjadi tanggung jawabnya.

Teori Motivasi Kebersihan Herzberg

Herzberg telah mencoba menyederhanakan faktor motivasi dengan menyarankan dua jenis:

- Faktor kebersihan
- Motivator

Faktor Higiene

- Kebutuhan Fisiologis
- Keamanan
- Keamanan
- Sosial

Motivator

- Pengakuan pencapaian
- Pekerjaan yang menarik
- Tanggung jawab
- Kebebasan kerja
- Kondisi kerja yang menyenangkan
- Prospek kemajuan dan pertumbuhan

Faktor kebersihan mewakili tiga langkah pertama kebutuhan Maslow, yaitu kebutuhan fisiologis, keamanan dan keselamatan, dan sosial. Motivatornya kemudian adalah harga diri dan aktualisasi diri. Dari sudut pandang manajemen, tiga yang pertama hampir dapat diterima begitu saja, karena tanpa gaji atau keamanan yang wajar, staf tidak akan tinggal. Untuk mendapatkan komitmen maksimal dari seorang karyawan (atau bahkan diri sendiri) motivator seperti pengakuan prestasi, pekerjaan yang menarik atau menantang, tanggung jawab, kebebasan kerja, kondisi kerja yang menyenangkan dan kemungkinan kemajuan dan pertumbuhan harus ada.

Secara umum, orang suka melakukan apa yang mereka kuasai dan apa yang memberi mereka kepuasan. Pada saat yang sama, mereka cenderung menghindari apa yang mereka kurang mampu atau apa yang membuat mereka bosan. Oleh karena itu, bermanfaat bagi organisasi untuk memperkuat perilaku ini, setelah mereka diidentifikasi.

1.19 KEPEMIMPINAN

Kepemimpinan dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk menginspirasi, membujuk atau mempengaruhi orang lain untuk mengikuti tindakan atau perilaku menuju tujuan yang ditentukan. Dalam konteks politik, ini bisa untuk kebaikan atau kejahatan, tetapi dalam lingkungan proyek umumnya dapat diasumsikan bahwa kepemimpinan yang baik adalah atribut yang sangat diinginkan dari seorang manajer proyek. Kepemimpinan tidak sama

dengan manajemen. Kepemimpinan adalah tentang memotivasi, mempengaruhi dan memberikan contoh kepada tim dan individu, sedangkan manajemen berkaitan dengan aspek administrasi dan organisasi dari sebuah proyek atau perusahaan. Oleh karena itu, dapat dilihat bahwa seorang manajer proyek yang baik harus dapat menggabungkan keterampilan kepemimpinan dan manajemennya untuk kepentingan proyek.

Apakah kepemimpinan dikaitkan dengan kelahiran, lingkungan atau pelatihan masih menjadi bahan perdebatan, tetapi atribut yang dibutuhkan oleh seorang pemimpin adalah sama. Daftar berikut memberikan beberapa karakteristik paling penting yang diharapkan dari seorang pemimpin yang baik. Untuk menghilangkan kesan bahwa ada prioritas kualitas, mereka diberikan dalam urutan abjad. Sementara atribut 'paragonial' ini (selain menjadi karismatik) sayangnya tampaknya tidak diperlukan dalam politisi, atribut tersebut diinginkan dalam pemimpin proyek dan pada kenyataannya banyak manajer proyek yang baik memiliki kualitas ini yang, dalam praktiknya, menghasilkan sebagai berikut: kemampuan:

- Keterampilan komunikasi yang baik, seperti memberikan instruksi yang jelas dan tidak ambigu dan mendengarkan orang lain sebelum membuat keputusan.
- Mengilhami tim dengan menetapkan tujuan dan sasaran secara jelas, dan menekankan pentingnya proyek bagi organisasi atau bahkan, di mana hal ini terjadi, negara.
- Membina iklim di mana saran dan ide-ide baru didorong dan memberikan penghargaan yang tepat kapan dan di mana ini dapat diterapkan.
- Mengalokasikan peran dan tugas kepada anggota tim yang dipilih agar sesuai dengan keterampilan, kemampuan, dan karakteristik pribadi setiap anggota tanpa memandang ras, keyakinan, warna kulit, jenis kelamin, atau orientasi.
- Mendapatkan kepercayaan dan rasa hormat dari anggota tim dengan menyelesaikan masalah personel secara adil, segera, dan simpatik.

Kepemimpinan Situasional

Kepemimpinan situasional berarti bahwa gaya manajemen harus disesuaikan dengan situasi aktual yang dihadapi pemimpin. Menurut Hersey dan Blanchard, yang mempelajari hal ini sejak tahun 1960, manajer atau pemimpin harus mengubah gaya manajemennya sesuai dengan tingkat kedewasaan individu atau kelompok. Kedewasaan dapat didefinisikan sebagai campuran dari pendidikan, kemampuan, kepercayaan diri dan kemauan untuk mengambil tanggung jawab. Bergantung pada tingkat kedewasaan ini, seorang pemimpin kemudian harus memutuskan, ketika mengalokasikan tugas tertentu, apakah akan memberikan instruksi yang tegas dan jelas tanpa mengundang pertanyaan atau mendelegasikan kinerja tugas, memberi pengikut kebebasan virtual. Ini adalah titik paling luar (berlawanan) dari kurva perilaku. Di antara dua ekstrem ini terletak sebagian besar perilaku manajemen. Untuk kenyamanan, tingkat kedewasaan dapat dibagi menjadi empat kategori:

- *Kategori 1* - Keterampilan rendah, percaya diri rendah, motivasi rendah
- *Kategori 2* - Keterampilan sedang, percaya diri cukup, kemampuan cukup, motivasi baik
- *Kategori 3* - Keterampilan baik, percaya diri cukup, kemampuan baik, motivasi tinggi
- *Kategori 4* - Keterampilan tinggi, percaya diri tinggi, kemampuan tinggi, motivasi tinggi

Tingkat arahan atau dukungan yang diberikan kepada pengikut akan tergantung pada persepsi pemimpin tentang kedewasaan pengikut, tetapi selalu dalam kaitannya dengan tugas tertentu. Jelas, seseorang dapat lebih percaya diri tentang satu tugas atau lainnya, sebagian besar tergantung pada tingkat pengalamannya dari tugas itu, tetapi teori kepemimpinan situasional hanya dapat diterapkan pada situasi (tugas) yang akan dilakukan pada waktu tertentu.

Cara paling sederhana untuk menggambarkan perilaku situasional adalah dengan melihat cara tugas-tugas dialokasikan di ketentaraan.

- *Tugas tinggi, dukungan rendah* - Seorang sersan akan memberikan arahan yang jelas kepada rekrutan kategori 1, yang tidak akan dia tanyakan. Akan ada sedikit dukungan teknis atau emosional – hanya perintah biasa untuk melakukan tugas tersebut.
- *Tugas tinggi, dukungan tinggi* - Seorang kapten akan memberikan perintah kepada sersan (kategori 2) tetapi akan mendengarkan setiap pertanyaan atau bahkan saran yang mungkin dibuat oleh sersan, karena pengikut ini mungkin memiliki pengalaman yang cukup.
- *Tugas rendah, dukungan tinggi* - Seorang kolonel akan menyarankan tindakan kepada seorang mayor, tetapi juga akan mendiskusikan ketakutan atau masalah yang mungkin muncul sebelum memutuskan taktik yang tepat.
- *Tugas rendah, dukungan rendah* - Seorang panglima akan menjelaskan strateginya kepada staf umumnya, mendengarkan pandangan mereka dan kemudian akan membiarkan mereka melanjutkan pelaksanaan tugas tanpa gangguan lebih lanjut.

Jelas, dalam setiap kasus pemimpin harus terus memantau kinerja pengikut atau kelompok mana pun, tetapi ini akan bervariasi dengan tingkat kepercayaan yang dimiliki pemimpin terhadap pengikut. Pada level terendah, itu bisa berupa cek setiap setengah jam. Pada level tertinggi, bisa berupa laporan bulanan.

Tidak mungkin menerapkan model matematika untuk mengelola orang-orang yang tidak hanya berbeda satu sama lain, tetapi juga dapat mengubah diri mereka sendiri dari hari ke hari tergantung pada situasi emosional atau fisik mereka saat itu. Pemimpin dapat membantu mengembangkan kedewasaan pengikut dengan secara bertahap mengurangi perilaku tugas, yang berarti menjelaskan alasan instruksi dan meningkatkan dukungan dengan memuji atau menghargai pencapaian segera setelah terjadi. Harus ada dorongan tingkat tinggi dengan mendiskusikan kesalahan secara terbuka tanpa kritik langsung atau menyalahkan. Pemantauan bertahap dan mekanisme umpan balik yang terstruktur dengan baik akan menyoroiti masalah sebelum menjadi tidak terkendali, tetapi mungkin poin terpenting yang harus diselesaikan adalah keyakinan bahwa pemimpin dan pengikut berada di pihak yang sama, memiliki minat yang sama untuk mengurangi efek kesalahan dan karena itu harus bekerja sama untuk menyelesaikan masalah segera setelah menjadi jelas.

Ketakutan akan kritiklah yang menghambat pengungkapan awal masalah atau kesalahan, yang cenderung menjadi lebih buruk kecuali dihadapi dan diperbaiki sesegera mungkin. Bahkan manajer senior berisiko dipecat secara instan jika mereka dengan sengaja menyampaikan informasi yang tidak benar atau terlalu menahan posisi keuangan yang tidak menyenangkan dari dewan direksi.

Pemimpin yang percaya diri dengan kemampuan mereka dan mampu mempraktikkan gaya tugas rendah dan dukungan rendah akan dapat mendelegasikan tanpa sepenuhnya melepaskan tanggung jawab mereka sendiri. Pendelegasian berarti mengalihkan tanggung jawab dan wewenang kepada orang lain, tetapi tetap memiliki hak untuk memantau kinerja jika diperlukan. Jelas, jika pemantauan ini dilakukan terlalu sering atau terlalu mencolok, kepercayaan pengikut segera dirusak. Secara umum, laporan bulanan adalah metode yang masuk akal untuk mempertahankan kendali secara keseluruhan, asalkan laporan tersebut mutakhir, jujur, dan benar secara teknis.

Profesionalisme dan Etika

Semua lembaga profesional utama mengharapkan anggotanya untuk mematuhi aturan perilaku yang telah dirancang untuk memastikan bahwa standar perilaku etis yang ditetapkan dalam piagam dan oleh undang-undang lembaga dipatuhi.

Aturan mengatur tugas anggota profesional terhadap majikan dan klien mereka, profesi mereka dan lembaganya, sesama anggota mereka, masyarakat umum dan lingkungan. Aturan-aturan ini berlaku sama untuk para profesional dalam pekerjaan penuh atau paruh waktu dan mereka yang bertindak sebagai konsultan atau penasihat profesional dengan bayaran untuk dan atas nama klien swasta atau publik. Pelanggaran terhadap kode ini dapat mengakibatkan proses disipliner dan kemungkinan penangguhan, atau bahkan pengusiran dari institusi.

Manajemen proyek adalah profesi yang relatif baru jika dibandingkan dengan profesi yang sudah mapan seperti hukum, kedokteran, arsitektur, akuntansi, teknik sipil dan survei. Oleh karena itu, kode etik standar dibuat oleh Association for Project Management (APM), yang menetapkan standar perilaku profesional yang diharapkan dari manajer proyek. Tugas dan tanggung jawab ini dapat dibagi menjadi tiga kategori utama sebagai berikut.

Tanggung Jawab kepada Klien dan Pemberi Kerja

- Pastikan bahwa persyaratan keterlibatan dan ruang lingkup disetujui oleh kedua belah pihak.
- Bertindak secara bertanggung jawab dan jujur dalam segala hal.
- Menerima tanggung jawab atas tindakannya sendiri.
- Menyatakan kemungkinan konflik kepentingan.
- Perlakukan semua data dan informasi sebagai rahasia.
- Bertindak demi kepentingan terbaik klien atau pemberi kerja.
- Jika diperlukan, sediakan asuransi ganti rugi profesional yang memadai.
- Berhenti dari pekerjaan subkontrak tanpa persetujuan klien

Tanggung jawab terhadap Proyek

- Tidak memberi atau menerima hadiah atau bujukan, selain dari nilai nominal, dari individu atau organisasi yang terkait dengan proyek.
- Memprediksi dan melaporkan nilai realistis dalam hal biaya, waktu dan kinerja, serta kualitas.
- Pastikan peraturan kesehatan dan keselamatan yang relevan ditegakkan.
- Memantau dan mengontrol semua tugas.

- Pastikan kecukupan dan penggunaan sumber daya yang efisien saat dan bila diperlukan.
- Mengambil langkah-langkah untuk mengantisipasi dan mencegah perselisihan kontrak.
- Bertindak adil dan setara dalam menyelesaikan perselisihan jika diminta untuk melakukannya.

Tanggung Jawab Profesi Manajemen Proyek

- Hanya menerima tugas yang dia anggap kompeten.
- Berpartisipasi dalam pengembangan profesional berkelanjutan.
- Mendorong pendidikan lebih lanjut dan pengembangan profesional staf.
- Menolak untuk bertindak sebagai manajer proyek menggantikan anggota profesional lain tanpa instruksi dari klien dan pemberitahuan sebelumnya kepada manajer proyek lainnya
- Selalu bertindak dengan cara yang tidak merusak harkat dan martabat profesi, atau lembaga profesi terkait.

Biasanya, salah satu syarat keanggotaan lembaga profesional adalah seseorang menerima aturan perilaku tanpa pertanyaan dan bahwa keputusan apa pun oleh komite disiplin bersifat final.

Kompetensi

Kompetensi manajer proyek dapat digambarkan sebagai campuran pengetahuan teknis, pengalaman, kemampuan untuk menangani orang dan kemampuan untuk bekerja di lingkungan yang terkadang penuh tekanan. Sponsor atau direktur senior suatu organisasi harus cukup yakin bahwa seseorang yang ditunjuk sebagai manajer proyek atau direktur proyek memiliki atribut yang dijelaskan di atas dan oleh karena itu memenuhi syarat untuk proyek tertentu yang akan dilaksanakan. Karena proyek bervariasi dalam ukuran dan kompleksitas, kompetensi manajer proyek juga akan bervariasi, dan merupakan tugas sponsor untuk memastikan bahwa profil kompetensi manajer proyek sesuai dengan persyaratan proyek.

Sementara beberapa organisasi telah mengembangkan kerangka kompetensi mereka sendiri untuk staf mereka sendiri, kebutuhan akan seperangkat metrik yang lebih universal jelas merupakan langkah ke arah yang benar sehingga organisasi yang lebih kecil dengan sumber daya terbatas dan maturitas manajerial yang kurang berkembang dapat memperoleh manfaat dari standar yang diterima. Untuk alasan ini, Asosiasi Manajemen Proyek (APM) merancang dan menerbitkan Kerangka Kompetensi APM yang mudah digunakan pada tahun 2015, dan dengan izin mereka beberapa saran utama mereka untuk mengukur kompetensi dijelaskan di bawah ini.

Kerangka kerja ini berlaku sama untuk manajemen proyek, manajemen program, manajemen portofolio, konteks proyek dan kantor proyek. Seorang manajer di salah satu dari lima konsep kunci ini harus memenuhi tiga domain yang relevan dari kompetensi teknis, kompetensi perilaku dan kompetensi kontekstual. Dari jumlah tersebut, domain teknis dan domain perilaku telah disempurnakan oleh 30 dan 9 elemen kompetensi masing-masing, yang dapat diukur dengan relatif mudah untuk memungkinkan penilaian dibuat dari kompetensi manajer untuk proyek tertentu yang akan dilakukan. APM kemudian mendefinisikan empat

tingkat kompetensi A sampai D, yang menggambarkan pengalaman yang dibutuhkan untuk setiap tingkat mulai dari direktur proyek, melalui dua tingkat manajer proyek hingga manajer proyek asosiasi. Sebuah matriks penilaian untuk pengetahuan dan pengalaman kemudian dapat dibuat baik oleh manajer senior atau dengan penilaian sendiri.

Dalam praktiknya, banyak penilaian kompetensi dilakukan (seringkali secara informal) pada wawancara kerja. Manajer senior yang berpengalaman dapat, dengan mengajukan pertanyaan yang tepat dan mempelajari CV pelamar, memperoleh gambaran yang cukup baik tentang kompetensi teknis dan perilaku orang yang diwawancarai. Pengalaman pada proyek serupa dalam hal ukuran dan kompleksitas, yang berhasil diselesaikan, mungkin merupakan ukuran kompetensi terbaik

1.20 NEGOSIASI

Betapapun baiknya suatu proyek dikelola, tidak dapat dihindari bahwa cepat atau lambat perselisihan akan muncul antara dua orang atau pihak, baik itu pemangku kepentingan yang berbeda atau anggota tim proyek yang sama. Jika perselisihan ini meningkat menjadi perselisihan formal, ada sejumlah resolusi perselisihan yang telah dirancang untuk menyelesaikan masalah. Namun, jauh lebih baik, dan tentu saja lebih murah, jika ketidaksepakatan, yang mungkin bersifat finansial, teknis atau organisasional, dapat diselesaikan melalui negosiasi. Negosiasi dapat didefinisikan sebagai upaya untuk mencapai hasil melalui diskusi yang dapat diterima oleh kedua belah pihak. Ini tidak berarti bahwa salah satu atau kedua belah pihak sangat senang dengan hasilnya, tetapi kompromi apa pun yang telah disepakati, bisnis atau hubungan antara para pihak dapat terus berlanjut.

Negosiasi yang ideal akan berakhir dalam situasi menang-menang, di mana kedua belah pihak puas bahwa tujuan utama mereka telah terpenuhi, bahkan dengan mengorbankan beberapa konsesi kecil. Lebih sering, bagaimanapun, satu pihak tidak dapat mencapai hasil yang diinginkan dan mungkin meninggalkan meja perundingan dengan sedih, tetapi fakta bahwa pekerjaan dapat berlanjut dan perselisihan tidak meningkat ke tingkat yang lebih tinggi, atau bahwa kesepakatan komersial tercapai. daripada putusannya hubungan bisnis, menunjukkan bahwa negosiasi telah berhasil. Setelah disepakati oleh kedua belah pihak untuk melakukan negosiasi, kedua belah pihak harus mengikuti serangkaian tahapan atau tahapan untuk mencapai manfaat maksimal dari negosiasi.

Fase 1: Persiapan

Seperti halnya klaim atau proses hukum, negosiasi akan memiliki peluang lebih besar untuk berhasil jika argumen didukung oleh dokumentasi yang baik. Tahap persiapan sebagian besar terdiri dari pengumpulan dan penyusunan dokumen-dokumen ini, dan menyaringnya menjadi satu set data ringkas yang cocok untuk diskusi. Data ini dapat berupa data teknis, hasil pengujian, dan prakiraan komersial, dan dapat mencakup preseden dari diskusi sebelumnya. Sebenarnya tidak ada batasan seperti apa dokumentasi cadangan ini, tetapi tindakan membaca data ini dan memadatkannya menjadi beberapa halaman akan memberi negosiator gambaran yang jelas tentang apa masalahnya.

Fase 2: Perencanaan

Tidak ada gunanya bahkan mempertimbangkan proses negosiasi jika tidak ada niat untuk berkompromi. Tingkat kompromi dan batas konsesi yang dapat diterima harus ditetapkan dalam fase ini. Biasanya ada ambang batas, di bawah (atau di atas), yang harus dihormati, dan batas atas dan bawah dalam hal waktu, pengiriman, uang dan pengaturan pembayaran serta tingkat kompromi yang berbeda untuk setiap area harus ditetapkan terlebih dahulu. . Harus ada apresiasi yang jelas tentang konsesi apa yang dapat diterima dan pada tahap apa seseorang harus mengakui atau meninggalkannya.

Umumnya, pihak yang paling diuntungkan dari penyelesaian yang dirundingkan secara otomatis berada pada posisi yang lebih lemah. Selain itu, faktor-faktor seperti kekuatan finansial, hubungan bisnis di masa depan, kemungkinan publisitas (baik atau buruk), tekanan waktu dan batasan hukum semuanya harus dipertimbangkan. Lokasi negosiasi harus dipertimbangkan karena mungkin perlu untuk memanggil penasihat atau ahli pada tahap tertentu. Ada beberapa keuntungan psikologis dalam melakukan negosiasi di tempat asal seseorang dan untuk alasan ini pihak lain mungkin menuntut tempat yang netral seperti hotel atau pusat konferensi.

Fase 3: Perkenalan

Negosiasi dilakukan oleh orang-orang dan pembentukan hubungan dan hubungan yang baik bisa sangat bermanfaat. Pengetahuan tentang latar belakang budaya dan norma bisnis pihak lain dapat membantu menenangkan pihak lain, terutama jika ritual sosial penting bagi mereka. Usaha koperasi masa lalu harus disebutkan, dan diskusi tentang kenalan, aliansi, dan kepentingan yang sama semuanya membantu memecahkan kebekuan dan cenderung membuat semua pihak merasa nyaman. Tinjauan singkat tentang tujuan bersama serta perbedaan memungkinkan para pihak untuk fokus pada isu-isu penting, yang kemudian dapat dikategorikan untuk tahap selanjutnya.

Fase 4: Proposal Pembukaan

Salah satu pihak harus membuat penawaran awal yang menjelaskan kasus dan persyaratan mereka. Kata-kata dalam pembukaan ini akan memberikan beberapa indikasi fleksibilitas sebagai dorongan untuk mencapai penyelesaian yang dapat diterima bersama. Seringkali persyaratan langkah awal dinaikkan untuk meningkatkan margin negosiasi, tetapi pihak lain mungkin akan mengadopsi taktik yang sama. Pada tahap pembukaan inilah bahasa tubuh pihak lain seperti gerakan tangan, postur, gerakan mata, dan ekspresi wajah dapat memberikan petunjuk tentang diterima atau tidaknya saran atau tawaran tertentu. Identifikasi umum dari poin-poin penting akan membantu mengarahkan diskusi ke fase berikutnya.

Fase 5: Tawar-menawar

Tujuan tawar-menawar adalah untuk mencapai kesepakatan yang terletak di antara posisi ekstrem awal yang diambil oleh para pihak. Kedua belah pihak mungkin menggunakan taktik terkenal seperti ancaman terselubung, ledakan kemarahan atau kemarahan yang dibuat-buat, ancaman keluar atau perangkat lain, tetapi ini semua adalah bagian dari proses. Seringkali konsesi pada satu aspek dapat diimbangi dengan peningkatan pada aspek lainnya. Misalnya, pemasok dapat menurunkan harganya ke tingkat yang diminta oleh pembeli,

asalkan periode produksinya (dan karenanya pengirimannya) dapat ditingkatkan beberapa minggu atau bulan. Pembeli harus memutuskan aspek mana yang diprioritaskan: uang atau waktu.

Konsesi harus selalu diperdagangkan untuk mendapatkan keuntungan di area lain, yang mungkin tidak harus dalam unit atau istilah yang sama. Misalnya, penurunan harga dapat diseimbangkan dengan peningkatan jumlah unit yang dipesan atau pengiriman selanjutnya. Harus selalu ada sejumlah isu di atas meja untuk didiskusikan, sehingga kesepakatan *quid pro quo* dapat dicapai di antara mereka.

Fase 6: Kesepakatan

Negosiasi hanya berhasil jika diakhiri dengan kesepakatan. Jika kedua belah pihak pergi tanpa kesepakatan, satu atau lainnya (atau mungkin keduanya) dari negosiator tidak melakukan pekerjaan mereka dan kasusnya mungkin akan berakhir di adjudikasi, arbitrase atau litigasi. Konsesi, yang tidak diberikan begitu saja, tidak boleh dianggap sebagai tanda kelemahan, tetapi kesadaran bahwa pihak lain memiliki sudut pandang yang sah dan patut dipertimbangkan. Kedua belah pihak harus cukup puas untuk ingin terus bekerja atau berdagang bersama dan keduanya mungkin menyadari bahwa selalu ada risiko bahwa biaya hukum dari suatu tindakan dapat melebihi jumlah yang dipersengketakan. Kesadaran ini seringkali mengkonsentrasikan pikiran untuk menyepakati suatu penyelesaian. Bahkan mungkin bijaksana, jika tidak ada tekanan waktu yang besar, untuk membiarkan pintu terbuka untuk diskusi lebih lanjut di kemudian hari, atau membiarkan diskusi di masa depan berlangsung di tingkat manajemen yang lebih tinggi.

Fase 7: Penyelesaian

Ketika kesepakatan telah tercapai, kesepakatan harus diformalkan dengan pernyataan tertulis yang menetapkan persyaratan perjanjian. Ini harus ditandatangani oleh kedua belah pihak yang menghadiri negosiasi. Dalam beberapa kasus, kesepakatan yang dicapai akan diratifikasi oleh manajemen senior, tetapi jika penyelesaiannya wajar, konfirmasi tersebut biasanya diberikan tanpa pertanyaan. Adalah fakta bahwa semakin jauh seseorang disingkirkan dari 'muka batu bara' sengketa, semakin besar kemungkinan dia untuk meratifikasi suatu penyelesaian. Harus ditunjukkan bahwa negosiasi yang melibatkan perselisihan perburuhan paling baik dilakukan oleh negosiator spesialis yang berpengalaman dalam hubungan industrial dan perjanjian nasional, praktik kerja lokal dan undang-undang perburuhan. Prosedur negosiasi semacam itu, yang sering berakhir dengan permohonan ke dewan konsiliasi atau pengadilan, berada di luar cakupan buku ini. Namun, perbedaan pendapat terkadang dapat didamaikan dengan menggunakan mediasi yang melibatkan bantuan pihak ketiga yang independen. Ketika kesepakatan antara para pihak tampaknya tidak mungkin, tetapi tidak ada pihak yang menyukai gagasan arbitrase atau litigasi yang berpotensi mahal dan berlarut-larut, langkah praktis berikutnya adalah bagi kedua belah pihak untuk mempertimbangkan menggunakan proses mediasi yang relatif murah dan cepat. Jika prosedur ini gagal, masih ada opsi adjudikasi

1.21 MANAJEMEN KONFLIK DAN PENYELESAIAN SENGKETA

Manajemen konflik mencakup berbagai bidang perselisihan mulai dari meredakan perbedaan pendapat sederhana hingga menyelesaikan perselisihan industri besar. Proyek, seperti kehidupan pada umumnya, cenderung memiliki konflik. Di mana pun terdapat beragam individu dengan aspirasi, sikap, pandangan, dan pendapat yang berbeda, ada kemungkinan bahwa apa yang dimulai sebagai kesalahpahaman meningkat menjadi konflik. Merupakan salah satu fungsi manajer proyek untuk merasakan di mana konflik semacam itu dapat terjadi dan, setelah berkembang, menyelesaikannya sedini mungkin untuk mencegah konfrontasi besar-besaran yang dapat berakhir dengan pemogokan, pengunduran diri massal, atau pemogokan. penghentian total operasi. Konflik dapat disebabkan oleh perbedaan pendapat, latar belakang budaya atau adat istiadat, tujuan proyek, aspirasi politik atau sikap pribadi. Faktor lain yang cenderung menyebabkan konflik adalah komunikasi yang buruk, manajemen yang lemah, persaingan untuk sumber daya yang tersedia, tujuan yang tidak jelas dan argumen tentang metode dan prosedur. Konflik antar organisasi seringkali dapat ditelusuri kembali ke pengaturan kontrak yang longgar, dokumentasi yang ceroboh atau ambigu dan tidak adanya konfirmasi tertulis dalam pernyataan atau instruksi. Thomas dan Kilman menerbitkan sebuah studi tentang manajemen konflik dan menyarankan lima teknik yang dapat digunakan untuk menyelesaikan konflik. Ini adalah:

- Memaksa
- Menghadapi masalah
- Berkompromi
- Menghaluskan
- Menarik diri

Pemaksaan melibatkan satu pihak menggunakan otoritasnya yang diperoleh berdasarkan posisi dalam organisasi, pangkat atau pengetahuan teknis untuk memaksa melalui sudut pandangnya. Sementara situasi seperti itu tidak jarang di angkatan bersenjata yang didukung oleh disiplin yang ketat, itu hanya boleh digunakan di lingkungan proyek di mana ada masalah kesehatan dan keselamatan, atau dalam keadaan darurat yang menimbulkan risiko kerusakan fisik yang serius. Dalam sebagian besar situasi di mana pemaksaan telah digunakan untuk menyelesaikan konflik, satu pihak hampir pasti merasa dirugikan dengan akibat yang merugikan pada moral dan kerja sama di masa depan.

Menghadapi masalah, sebaliknya, adalah metode yang lebih positif. Dalam situasi ini, kedua belah pihak akan mencoba untuk memeriksa apa masalah sebenarnya dan akan melakukan upaya bersama untuk menyelesaikannya dengan mempertimbangkan dan menunjukkan sikap saling menghormati sudut pandang masing-masing. Situasi yang paling mungkin di mana metode ini akan berhasil adalah ketika kedua belah pihak menyadari bahwa kegagalan untuk menyepakati akan menjadi bencana bagi semua orang, dan ketika kesuksesan akan meningkatkan posisi mereka berdua, terutama ketika dipahami bahwa kerjasama di masa depan sangat penting untuk keberhasilan proyek. . Seringkali ada produk sampingan yang berguna seperti solusi inovatif atau pemahaman yang lebih baik tentang gambaran yang lebih luas.

Berkompromi mungkin merupakan metode yang paling umum untuk menyelesaikan perselisihan, tetapi umumnya kedua belah pihak harus menyerahkan sesuatu atau bagian dari sesuatu, apakah itu poin prinsip, klaim keuangan, hak pensiun atau perbaikan kondisi. Ini berarti bahwa penyelesaian mungkin hanya bersifat sementara dan perselisihan dapat berkobar lagi ketika salah satu pihak yakin bahwa dirinya berada dalam posisi tawar yang lebih baik. Tidak ada yang benar-benar menang, namun keduanya kehilangan sesuatu dan mungkin akan menjadi subjek penyesalan di kemudian hari ketika efek kompromi menjadi nyata. Seringkali tekanan komersial atau waktu (program) membuat perlu untuk mencapai solusi kompromi yang cepat, yang berarti bahwa jika tekanan ini tidak ada, diskusi yang lebih rasional dapat menghasilkan hasil yang lebih tahan lama.

Smoothing pada dasarnya adalah satu pihak menyetujui tuntutan pihak lain karena sikap yang lebih kuat tidak akan menjadi kepentingan terbaik mereka. Ini bisa terjadi di mana satu pihak memiliki lebih banyak otoritas atau kekuasaan (keuangan, politik atau organisasi) atau di mana argumen yang diajukan lebih meyakinkan. Menghaluskan tidak berarti menyerah sepenuhnya, karena mungkin saja tidak tepat atau bijaksana secara politik pada saat ini untuk lebih tegas. Penarikan berlaku berarti menghindari masalah atau mengabaikannya. Meskipun ini mungkin tampak sebagai tanda kelemahan, mungkin ada alasan bagus untuk mengambil sikap ini. Seseorang mungkin menyadari bahwa perselisihan akan berakhir ketika kemarahan pihak lain telah mereda atau konfrontasi kemungkinan akan semakin mengobarkan situasi. Orang mungkin juga merasa bahwa kemungkinan memenangkan argumen itu kecil, sehingga dengan membuat apa yang dianggap sebagai konsesi kecil, hubungan baik tetap terjaga. Dalam prakteknya, prosedur ini hanya cocok untuk masalah kecil karena dengan mengabaikan yang penting, masalah hanya disimpan dan harus diselesaikan di kemudian hari. Jika masalahnya adalah masalah besar dan tidak mungkin diselesaikan dengan empat opsi lainnya, mungkin masih benar bagi satu atau kedua belah pihak untuk menarik diri dan setuju untuk membawa perselisihan ke adjudikasi, arbitrase atau litigasi seperti yang dijelaskan kemudian.

Apapun teknik yang diadopsi dalam menyelesaikan perselisihan, kepribadian manajer proyek atau fasilitator memainkan peran utama. Kesabaran, kebijaksanaan, kesopanan, dan kepala dingin sangat penting terlepas dari kekuatan atau kelemahan kasus teknis. Setiap kesepakatan atau keputusan yang dibuat oleh manusia sebagian besar bersifat subjektif, dan atribut manusia (atau bahkan kegagalan) seperti kehormatan, kebanggaan, status atau penyelamatan muka harus diperhitungkan. Adalah politik yang baik untuk membiarkan pihak yang kalah menjaga harga diri dan harga diri mereka. Anggota tim mungkin atau mungkin tidak menyukai satu sama lain, tetapi perasaan seperti itu tidak boleh mengurangi profesionalisme yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan mereka.

Secara umum, konfrontasi lebih disukai daripada penarikan, tetapi untuk mengikuti kursus seperti itu, manajer proyek harus mempraktikkan hal berikut:

- Menjadi panutan dan memberi contoh kepada anggota tim dalam menunjukkan empati kepada pihak yang berkonflik.
- Pertahankan kebijakan pintu terbuka dan dorong diskusi awal sebelum berkembang menjadi masalah yang lebih serius.
- Dengarkan orang-orang dan biarkan mereka terbuka sebelum berkomentar.

- Cari agenda tersembunyi dan coba cari tahu apa yang sebenarnya terjadi karena konflik mungkin memiliki akar yang berbeda (seringkali bersifat pribadi).

Ketika perselisihan melibatkan organisasi di luar tim proyek, seperti pemasok, subkontraktor atau serikat pekerja, bantuan khusus profesional sangat penting dalam bentuk pengacara komersial atau petugas hubungan industrial (perburuhan). Ketika konflik terjadi antara dua organisasi dan tidak ada kesepakatan yang dapat dicapai melalui diskusi atau negosiasi antara para pihak, mungkin perlu untuk menggunakan salah satu dari lima metode penyelesaian perselisihan yang tersedia untuk semua pihak dalam suatu kontrak. Ini, kira-kira dalam urutan biaya dan kecepatan, adalah:

- Konsiliasi
- Mediasi
- Ajudikasi
- Arbitrase
- Litigasi

Perdamaian

Tujuan utama dari konsiliasi, yang tidak terlalu sering digunakan dalam perselisihan komersial, adalah untuk menjalin komunikasi antara para pihak sehingga negosiasi dapat dilanjutkan. Para konsiliator tidak boleh mencoba untuk menyalahkan, tetapi untuk fokus pada kepentingan bersama para pihak dan alasan sistemik untuk putusya hubungan.

Mediasi

Dalam mediasi, para pihak yang bersengketa menghubungi dan melibatkan pihak ketiga baik secara langsung maupun melalui jasa mediasi salah satu lembaga profesi yang didirikan. Meskipun para pihak mempertahankan kendali atas hasil akhir, yang tidak dapat ditegakkan, mediator, yang tidak memihak dan sering mengalami perselisihan semacam itu, memiliki kendali atas proses dan kecepatan proses mediasi. Mediator sama sekali tidak boleh menunjukkan dirinya menghakimi atau memberikan nasihat atau pendapat, bahkan jika diminta untuk melakukannya. Fungsi utamanya adalah untuk mengklarifikasi dan mengeksplorasi semua kepentingan dan masalah bersama serta opsi yang memungkinkan, yang dapat mengarah pada penyelesaian yang saling menguntungkan dan dapat diterima. Setelah kesepakatan tercapai, itu harus dicatat secara tertulis.

Jika mediasi dimulai cukup awal sebelum perbedaan menjadi mengakar, kemungkinan penyelesaian damai tinggi. Jika penasihat hukum tidak dipekerjakan, satu-satunya biaya adalah biaya mediator, yang membuat prosedurnya jauh lebih murah dan tentu saja lebih cepat daripada salah satu dari tiga prosedur penyelesaian sengketa yang lebih formal dan mengikat secara hukum yang dijelaskan di bawah ini.

Pengadilan

Meskipun ajudikasi selalu menjadi pilihan dalam menyelesaikan sengketa, namun membutuhkan kesepakatan kedua belah pihak. Ini juga berarti bahwa kedua belah pihak harus menyepakati siapa yang akan menjadi juri. Karena hal ini sendiri dapat menjadi sumber ketidaksepakatan, ini bukanlah metode penyelesaian sengketa yang umum sampai Undang-Undang Konstruksi 1996, lebih tepatnya disebut 'Undang-Undang Hibah Perumahan, Konstruksi dan Regenerasi 1996' (sekarang digantikan oleh Demokrasi Lokal, Pembangunan

Ekonomi & Undang-Undang Konstruksi 2009), disahkan. Undang-undang ini mengizinkan satu pihak untuk mengajukan kepada salah satu dari sejumlah lembaga terdaftar yang disebut Badan Pencalonan Ajudikator (ANB) untuk menunjuk seorang hakim independen. Pihak lain kemudian diwajibkan oleh hukum untuk menerima baik proses adjudikasi maupun adjudicator yang ditunjuk. Jenis kontrak tertentu tidak tercakup seperti pertambangan (ekstraksi), minyak dan gas, dan pembangkit listrik.

Proses adjudikasi harus mengikuti prosedur yang ketat yang dapat sedikit berbeda tergantung pada ANB, yang sebagian besar telah menghasilkan serangkaian prosedur adjudikasi mereka sendiri. Dengan tidak adanya prosedur ANB seperti itu, tindakan tersebut mensyaratkan bahwa prosedur yang harus diikuti adalah yang ditetapkan dalam 'Skema untuk Peraturan Kontrak Konstruksi 1998' yang dikenal sebagai 'Skema'. Skema yang sedikit berbeda berlaku untuk Skotlandia, tetapi sebagian besar prosedur yang dibuat oleh berbagai ANB mengikuti prinsip skema tersebut. Pihak pemrakarsa, yang disebut pihak pengarah, dapat memilih ANB mana yang akan digunakan dan juga dapat memutuskan apakah akan menggunakan skema atau prosedur ANB yang dipilih.

Prosedur yang harus diikuti adalah sebagai berikut:

1. Pihak perujuk menyampaikan pemberitahuan adjudikasi kepada pihak lain yang sedang bersengketa, yang dikenal sebagai pihak penanggap dan kepada adjudicator.
2. Setelah ditunjuk, juri harus mengikuti persyaratan yang ditentukan dalam kontrak.
3. Juri mengundang pihak yang merujuk, untuk menyampaikan rincian sengketa, yang disebut rujukan, yang juga harus dikirimkan kepada pihak yang menanggapi
4. Juridikator mengeluarkan program yang memberikan tanggal dimana dokumen-dokumen tertentu harus diserahkan.
5. Setelah sekitar 7 hari, pihak yang menanggapi harus mengeluarkan tanggapan yang mengajukan kasus mereka.
6. Juri kemudian meninjau pengajuan ini bersama dengan surat-surat atau bukti lain yang mungkin dia minta, dan wajib memberikan keputusan (disebut keputusan) dalam waktu 28 hari setelah rujukan. Namun, pihak yang merujuk dapat memberikan perpanjangan 14 hari lagi. Perpanjangan waktu lebih lanjut hanya dimungkinkan dengan persetujuan kedua belah pihak. Meskipun pada masa-masa awal adjudikasi, adjudikator harus diminta untuk memberikan alasan atas keputusannya, dalam banyak kasus memberikan alasan sekarang menjadi hal yang lumrah.

Dalam praktiknya, prinsip-prinsip manajemen proyek harus digunakan, misalnya, hanya satu orang yang harus dinominasikan dari masing-masing pihak untuk berkomunikasi dengan pihak lain termasuk juri. Konfirmasi penerimaan untuk semua surat, e-mail dan faks harus diminta dan diajukan dengan aslinya. Seperti semua dokumen, sangat penting untuk membaca cetakan kecil. Awalnya, juri berurusan langsung dengan dua pihak yang berselisih. Sekarang kedua belah pihak menunjuk pengacara atau konsultan klaim untuk mempersiapkan kasus mereka. Hal ini tak terhindarkan telah meningkatkan biaya dan mengarah pada penekanan pada prosedur, yang sering kali mengakibatkan hakim tunduk pada taktik intimidasi dan tantangan terhadap yurisdiksi hakim. Karena hakim tidak dapat menegaskan yurisdiksinya sendiri, hal ini menyebabkan beberapa kebingungan yang mungkin harus diputuskan oleh

pengadilan. Kadang-kadang, keputusan oleh juri ditentang oleh konsultan atau pengacara murni berdasarkan dugaan ketidakpatuhan prosedur, dan ini juga harus diputuskan oleh pengadilan.

Sementara pengadilan umumnya akan menegakkan keputusan hakim, putusan Pengadilan Tinggi pada tahun 2012 menetapkan bahwa jika keputusan hakim telah dicabut sebagai akibat dari wanprestasi atau kesalahan, hakim kehilangan bayarannya kecuali jika klausul khusus dimasukkan dalam kontrak hakim dengan para pihak, yang mengatur pembayaran bahkan dalam hal keputusan yang tidak dapat dilaksanakan. Biaya-biaya yang dibebankan oleh adjudicator dipungut secara tanggung renteng, sehingga apabila salah satu pihak menolak membayar, maka pihak yang lain bertanggung jawab atas pembayaran termasuk bunga atas keterlambatan pembayaran.

Arbitrasi

Banyak kontrak mengandung klausul arbitrase, yang, dalam kasus perselisihan, mengharuskan para pihak untuk menyetujui penunjukan arbiter atau meminta salah satu lembaga sewaan yang diakui untuk menunjuk arbiter independen. Arbiter meminta pengajuan dari kedua belah pihak (sebaiknya secara tertulis), dan memiliki kekuasaan untuk membuka semua buku dan dokumen yang berkaitan dengan sengketa, memanggil saksi dan meminta pendapat ahli. Dalam kebanyakan kasus, kedua belah pihak akan dibantu oleh penasihat hukum dan teknis, yang dapat menimbulkan biaya yang cukup besar. Tidak seperti seorang adjudicator, arbiter memiliki hak untuk memberikan semua atau sebagian dari biaya perkara terhadap salah satu atau kedua belah pihak yang dianggap perlu. Umumnya, ada batas waktu tiga bulan, tetapi ini dapat diperpanjang oleh arbiter, jika perlu.

Dalam beberapa kasus, terutama dalam kontrak luar negeri, mungkin perlu untuk menunjuk dua arbiter. Jika ini tidak dapat menyepakati penghargaan, masalah tersebut harus diselesaikan oleh orang ketiga yang disebut wasit. Dalam sengketa teknis, arbiter idealnya ahli di bidang itu, tetapi jika sengketa bersifat non-teknis, pada akhirnya mungkin lebih baik diselesaikan dengan litigasi, yaitu di pengadilan. Namun, ini berarti bahwa privasi yang diberikan oleh arbitrase akan hilang. Arbitrase dirancang untuk lebih cepat dan lebih murah daripada proses pengadilan, tetapi saat ini kedua belah pihak menunjuk sekelompok penasihat hukum dan saksi ahli, yang dapat membuat arbitrase, jika tidak lebih, mahal seperti tindakan pengadilan. Seperti halnya adjudikasi, kini arbiter perlu memberikan alasan atas keputusannya.

Proses pengadilan

Setiap perselisihan dapat dibawa ke pengadilan apakah itu teknis, kontrak, keuangan, hukum, lingkungan, pribadi, dll., asalkan ada dasar yang berlaku untuk tindakan hukum. Prosedur pengadilan yang lebih formal, dan, karena berada di pengadilan terbuka, tidak memiliki privasi arbitrase, melibatkan penggunaan pengacara dan pengacara yang mengajukan kasus tersebut kepada hakim. Selain itu, akan ada saksi ahli yang direkrut oleh kedua belah pihak yang pembuktiannya dapat diberikan di bawah sumpah dan dapat dilakukan pemeriksaan silang. Jika proses tersebut tidak diselesaikan sebelum mereka pergi ke pengadilan, mereka cenderung sangat mahal baik dari segi penghargaan dan kerugian berikutnya, jika kasus hilang, dan juga dalam biaya, yaitu biaya pengadilan dan terutama biaya

hukum yang dikeluarkan. oleh kedua tim hukum, yang dapat segera meningkat jika kasusnya memakan waktu berminggu-minggu atau berbulan-bulan. Lebih lanjut, aturan tentang bukti apa yang dapat diajukan dan bagaimana hal itu disajikan tidak sefleksibel di pengadilan seperti dalam arbitrase. Terakhir, jadwal pengadilan dan kebutuhan untuk mematuhi prosedur pra-persidangan tertentu dapat berarti diperlukan waktu berbulan-bulan atau bahkan bertahun-tahun agar kasus litigasi dapat diadili. Untuk alasan ini, setiap upaya harus dilakukan untuk menyelesaikan sengketa teknis dan kontraktual dengan salah satu dari dua metode penyelesaian sengketa lainnya. Bahkan ketika klausul arbitrase adalah bagian dari kontrak, pengadilan akan meminta prosedur arbitrase yang harus diikuti sebelum mengizinkannya untuk didengar oleh hakim.

Manfaat litigasi adalah layanan hakim bebas dan putusan dapat menjadi kepentingan umum sehingga bertindak sebagai preseden penting untuk kasus-kasus di masa depan. Selanjutnya, meskipun ada kepastian pelaksanaan putusan, ada hak banding ke pengadilan yang lebih tinggi. Tak perlu dikatakan, proyek yang dikelola dengan baik, mendapat manfaat dari penggunaan dokumen kontrak dan prosedur perubahan yang ketat tetapi adil dan adil, tidak boleh mengharuskan manajer proyek untuk menjalankan salah satu dari tahapan ini. Sebagian besar argumen dan perbedaan pendapat harus diselesaikan sedini mungkin dengan diskusi dan negosiasi sebelum perselisihan berlarut-larut dan kemarahan berubah menjadi permusuhan.

Tata Kelola Manajemen Proyek

Organisasi memerlukan tujuan yang ditetapkan, dan penentuan cara untuk mencapai tujuan ini dan pemantauan kinerja. Sebagaimana dirangkum oleh Dewan Pelaporan Keuangan Indonesia, tata kelola perusahaan adalah sistem di mana perusahaan diarahkan dan dikendalikan. Tata kelola ini berlaku untuk semua aktivitas organisasi yang sedang berlangsung dan sekali saja. Penerapannya pada aktivitas sekali saja disebut sebagai tata kelola manajemen proyek (GoPM). Dalam sebuah perusahaan, dewan direksi bertanggung jawab atas tata kelola. Namun pencapaian tata kelola tidak dilakukan oleh satu badan saja, melainkan melibatkan hubungan antar pihak yang berkepentingan. Bagi korporasi, pihak-pihak yang berkepentingan ini termasuk dewan, manajemen, pemegang saham serta legislatif dan pemangku kepentingan lainnya. Untuk organisasi sektor publik, perusahaan sosial, dan organisasi non-korporat lainnya, pihak yang bertanggung jawab dan menyediakan tata kelola akan berbeda.

Pelaksanaan tata kelola memerlukan kegiatan seperti rapat umum tahunan, rapat dewan, benchmarking, prosedur standar, jaminan, pemasaran dan siaran pers. Kesadaran dan menanggapi perubahan dalam konteks dalam salah satu faktor STEEPLE (sosial, teknis, ekonomi, lingkungan, politik, hukum dan peraturan, etika) adalah kompetensi kunci lainnya. Praktik yang baik dibuktikan baik dengan perilaku yang diamati maupun dengan dokumen inti seperti nota kesepahaman, kebijakan yang diadopsi, deskripsi pekerjaan, jadwal wewenang yang didelegasikan dan laporan manajemen serta dengan hasil yang berkelanjutan. Kegiatan sekali-sekali paling baik dikelola melalui disiplin manajemen proyek; karenanya penting bagi semua organisasi untuk GoPM mereka. GoPM adalah kerangka kerja di mana proyek dikelola.

Oleh karena itu, tata kelola satu proyek tertentu merupakan bagian khusus dari GoPM, yaitu tata kelola semua portofolio, program, dan manajemen proyek dalam suatu organisasi.

Semua perubahan dalam organisasi dibawa melalui kegiatan sekali-sekali. Kompetensi dan kapasitas untuk perubahan semakin diakui sebagai keunggulan kompetitif di dunia bisnis dan persyaratan di sektor publik. Oleh karena itu, pentingnya GoPM sekarang secara luas diapresiasi sebagai pendorong utama untuk kinerja yang efektif dan berkelanjutan. Signifikansi ini diperkuat oleh persyaratan bagi perusahaan untuk mengeluarkan laporan strategis yang pada gilirannya bergantung pada tata kelola inisiatif perubahan yang berlangsung lebih dari satu tahun.

Untuk membantu direktur dan yang setara untuk memastikan bahwa tata kelola yang baik berlaku untuk manajemen proyek di seluruh perusahaan mereka, 13 prinsip dapat diidentifikasi. Ini diterbitkan oleh Association for Project Management (APM) dalam 'Mengarahkan perubahan: Panduan tata kelola manajemen proyek'. Dengan izin yang baik dari APM, prinsip-prinsip ini diulang di bawah ini:

1. Dewan memiliki tanggung jawab keseluruhan untuk tata kelola manajemen proyek.
2. Organisasi membedakan antara kegiatan berbasis proyek dan non proyek.
3. Peran dan tanggung jawab untuk tata kelola manajemen proyek didefinisikan dengan jelas. (Untuk proyek tertentu, ini harus diabadikan dalam rencana manajemen proyek.)
4. Pengaturan tata kelola yang disiplin, didukung oleh budaya, metode, sumber daya, dan kontrol yang tepat diterapkan di seluruh siklus hidup proyek. Setiap proyek memiliki sponsor. (Dari konsepsi hingga penghentian.)
5. Di sini terlihat hubungan yang koheren dan mendukung antara portofolio proyek dan strategi dan kebijakan bisnis, misalnya etika dan keberlanjutan. (Ini harus menjadi bagian dari kasus bisnis.)
6. Semua proyek memiliki rencana yang disetujui yang berisi poin otorisasi di mana kasus bisnis, termasuk biaya, manfaat dan risiko ditinjau. Keputusan yang dibuat pada titik otorisasi dicatat dan dikomunikasikan.
7. Anggota badan otorisasi yang didelegasikan memiliki perwakilan, kompetensi, wewenang, dan sumber daya yang memadai untuk memungkinkan mereka membuat keputusan yang tepat. (Ini biasanya tercakup dalam komposisi, kerangka acuan dan tanggung jawab individu dan komite.)
8. Kasus bisnis proyek didukung oleh informasi yang relevan dan realistis yang memberikan dasar yang dapat diandalkan untuk membuat keputusan otorisasi. (Ini adalah dasar untuk menghasilkan dan memelihara kasus bisnis.)
9. Dewan atau agen yang didelegasikan memutuskan kapan pengawasan independen terhadap proyek atau sistem manajemen proyek diperlukan dan menerapkan jaminan tersebut sesuai dengan itu.
10. Di sini didefinisikan dengan jelas kriteria untuk melaporkan proyek dan untuk eskalasi risiko dan masalah ke tingkat yang diperlukan oleh organisasi. (Ini ditetapkan dalam rencana manajemen proyek.)
11. Organisasi memupuk budaya perbaikan dan pengungkapan internal yang jujur dari informasi proyek.

12. Pemangku kepentingan proyek terlibat pada tingkat yang sepadan dengan kepentingan mereka bagi organisasi dan dengan cara yang menumbuhkan kepercayaan.

13. Proyek ditutup ketika tidak lagi dibenarkan sebagai bagian dari portofolio organisasi. Komponen utama manajemen portofolio, program dan proyek yang perlu diperiksa untuk memastikan kepatuhan terhadap prinsip-prinsip tata kelola yang baik adalah:

1. Arah portofolio
2. Sponsor proyek
3. Kemampuan manajemen proyek
4. Pengungkapan dan pelaporan

Arah Portofolio

Harus dipastikan bahwa:

- Portofolio proyek dan bagian-bagian penyusunnya selaras dengan tujuan bisnis organisasi yang mencakup profitabilitas, reputasi, layanan pelanggan, keberlanjutan, keamanan dan pertumbuhan, dan dampak dari berbagai proyek dapat diterima untuk operasi organisasi yang sedang berlangsung.
- Kontrol keuangan termasuk proses perencanaan dan peninjauan pengeluaran, diterapkan baik pada portofolio maupun pada program dan proyek individu.
- Organisasi membedakan secara efektif antara kegiatan yang membutuhkan manajemen proyek dan kegiatan lain yang harus dikelola sebagai operasi non-proyek. Prioritas proyek dalam portofolio ditinjau secara berkala untuk memastikan bahwa bauran tersebut memenuhi strategi perusahaan.
- Risiko proyek dinilai secara teratur untuk menentukan dampak gabungannya terhadap organisasi secara keseluruhan.
- Kapasitas organisasi konsisten dengan portofolio proyek.
- Organisasi sponsor dan pemangku kepentingan eksternal seperti pemasok, pelanggan, pendukung, penyedia keuangan, dan regulator harus cukup terlibat dan terlibat untuk memastikan pengembangan organisasi yang berkelanjutan serta diselaraskan dengan keberhasilan proyek.

Sponsor Proyek

Untuk memastikan bahwa tata kelola diterapkan, penting bahwa:

- Semua proyek memiliki sponsor yang kompeten yang mewakili seluruh organisasi dan yang dapat membuat keputusan yang jelas dan tepat waktu.
- Sponsor mencurahkan waktu yang cukup untuk proyek mereka mulai dari konsep hingga obral dan serah terima akhir.
- Sponsor tetap up to date dengan kemajuan dan manajemen umum proyek dengan mengadakan pertemuan rutin dengan manajer proyek mereka, dan siap untuk mencari nasihat independen untuk membantu mereka dalam proses penilaian.
- Sponsor memastikan bahwa sumber daya yang cukup (keuangan, material, dan manusia) tersedia dan personel terampil yang sesuai disediakan bila diperlukan.

- Sponsor memelihara kasus bisnis (yang mereka miliki) dan menerima pertanggungjawaban atas realisasi manfaat yang ditentukan. Ini memerlukan metode untuk menilai manfaat dan menghubungkannya kembali dengan Sponsor

Kemampuan Manajemen Proyek

Keberhasilan proyek tergantung pada pengalaman dan kualitas kepemimpinan para manajer, keterampilan anggota tim, ketersediaan sumber daya yang diperlukan tepat waktu dan proses serta prosedur yang digunakan. Oleh karena itu perlu dipastikan bahwa:

- Kasus bisnis sepenuhnya mencerminkan tujuan strategis organisasi.
- Proyek memiliki tujuan yang jelas, definisi ruang lingkup, hasil bisnis yang dibayangkan dan kriteria keberhasilan kritis yang akan memungkinkan pengambilan keputusan yang realistis.
- Proses manajemen proyek organisasi, prosedur dan alat manajemen sesuai untuk proyek yang bersangkutan.
- Jika sesuai, metode Agile disesuaikan dengan portofolio organisasi.
- Manajer proyek, anggota tim dan operator kompeten, sadar akan peran dan tanggung jawab mereka dan termotivasi untuk meningkatkan kinerja dan pelaksanaan proyek.
- Prosedur manajemen pemangku kepentingan yang dinamis dikembangkan dan dipelihara, dengan penekanan khusus pada komunikasi ke, dari dan antar pemangku kepentingan.
- Pemasok, kontraktor, dan penyedia layanan (internal dan eksternal) memiliki staf yang kompeten dan sumber daya yang memadai untuk memenuhi persyaratan proyek dalam hal waktu, biaya, dan kinerja.
- Menetapkan prosedur untuk perubahan dan manajemen risiko dan memastikan bahwa prosedur tersebut dipatuhi dan diterapkan.
- Tunjangan telah dibuat untuk kontinjensi, yang dikendalikan oleh orang yang berwenang.

Pengungkapan dan Pelaporan

Informasi manajemen proyek mengalir ke atas, ke bawah dan ke seberang serta ke dan dari organisasi. Pengungkapan dan pelaporan yang teratur, tepat waktu dan dapat diandalkan adalah bagian penting dari manajemen proyek yang baik. Pemeriksaan harus dilakukan untuk memastikan bahwa prosedur pelaporan sesuai dengan kebijakan perusahaan.

Laporan tingkat atas pada proyek apa pun harus mencakup:

- Kemajuan
- Prakiraan keuangan
- Prakiraan penyelesaian
- Masalah utama terkait risiko
- Masalah kualitas utama
- Masalah kinerja keseluruhan
- Kepatuhan atau penyimpangan dengan indikator kinerja utama
- Penjaminan independen apa pun

Penilaian berkala direkomendasikan, oleh rekan sejawat dan/atau kelompok eksternal, atas kompleksitas dan nilai arus informasi termasuk laporan untuk memastikan bahwa upaya minimum dikeluarkan untuk menghasilkan hanya informasi yang diperlukan. Budaya organisasi harus mendorong laporan yang jujur dan terbuka. Seharusnya tidak menghalangi whistle blower. Wawasan dari model keluar, suara dan loyalitas Hirschman harus diterapkan untuk bekerja untuk perbaikan berkelanmiliarn.

Etika

GoPM harus mewajibkan manajemen proyek untuk mematuhi kebijakan organisasi sponsor termasuk etika. Oleh karena itu, tugas praktisi manajemen proyek untuk sepenuhnya diinformasikan tentang organisasi mereka dan kebijakan profesi mereka tentang etika. Sebagai contoh yang baik, Kantor Audit Nasional memasukkan dalam Kode Etiknya sendiri pernyataan: Bahwa semua orang yang menjadi anggota atau mahasiswa badan profesional harus menjunjung tinggi kode etik badan tersebut di samping kewajiban mereka berdasarkan Kode ini.

Praktik keterbukaan dan keterbukaan bersama dengan sifat dasar kejujuran akan memastikan bahwa praktik korupsi potensial atau aktual terbongkar dan ditolak. Namun, ada konteks di mana standar seperti itu tidak ada. Memang, mungkin sulit, jika bukan tidak mungkin, untuk menjalankan operasi bisnis di negara-negara tertentu kecuali 'biaya', sering disebut biaya mobilisasi halus, biaya pengenalan atau pembayaran fasilitasi, ditambahkan ke dalam jumlah kontrak. Tunjangan tersebut sering ditambahkan ke biaya yang dibayarkan kepada agen yang mewakili organisasi di negara itu dan itu adalah akhir dari masalah sejauh menyangkut perusahaan. Kehati-hatian harus dilakukan dalam semua kasus untuk mematuhi persyaratan Undang-Undang Penyuapan 2010 atau jika berlaku Undang-Undang Praktik Korupsi Asing 1977.

Kesulitan lain untuk penerapan etis dan pemantauan prinsip adalah di mana kontrol perusahaan dikacaukan karena pengaturan kompleks yang dibuat melalui surga pajak di mana sumber keuangan, peraturan yang berlaku, kepemilikan efektif, pembayaran bunga dan dividen dikaburkan. Kasus-kasus seperti itu semakin umum. Profesional harus berhati-hati bahwa mereka beroperasi dalam kode etik mereka, terutama yang berkaitan dengan kepentingan publik. Tidaklah cukup hanya mengandalkan kinerja penatagunaan investor institusional atau regulator.

Pada tingkat yang lebih pribadi, selalu ada dilema tentang seberapa jauh seseorang dapat melangkah ketika memberi atau menerima hadiah musiman, menghibur klien atau dihibur oleh pemasok. Mungkin jawaban paling jelas untuk pertanyaan ini diberikan oleh seorang manajer senior sebuah perusahaan konstruksi kepada seorang manajer proyek yang meminta klarifikasi tentang hadiah apa yang dapat diterima atau diizinkan. Nasihat yang diberikan adalah: 'Anda dapat menerima apa saja, asalkan Anda dapat membawanya pulang dengan perut Anda'. Kode Etik Kantor Audit Nasional memberikan tiga halaman panduan yang sangat baik tentang topik ini.

Bukti

Dengan meningkatnya fokus pada tata kelola, pihak kedua dan ketiga seperti klien, investor, pemasok, dan regulator mencari bukti tata kelola yang baik. Beberapa telah

mengembangkan sistem penilaian untuk maturitas tata kelola, termasuk tata kelola perubahan. Kesulitan harus dikenali dalam penilaian eksternal ini. Pengaturan tata kelola untuk suatu organisasi harus disesuaikan dengan kebutuhannya sendiri. Kesulitan yang timbul dalam menerapkan model tata kelola standar terutama di mana satu organisasi tidak memiliki kendali tunggal atas satu atau lebih proyek. Masalah tata kelola tertentu muncul di sektor publik, seperti arah politik, kendala kerahasiaan dan kesulitan dalam menerapkan kode etik profesional. Ini memerlukan perlakuan yang berbeda dibandingkan dengan di sektor swasta seperti yang berhasil ditunjukkan oleh Kantor Audit Nasional yang menghargai pendekatan hadiah dan keramahmatan berdasarkan tiga prinsip: tujuan, proporsionalitas, dan penghindaran konflik kepentingan.

Buktinya beragam, apakah organisasi yang mendapat skor lebih tinggi pada skema tata kelola objektif berkinerja lebih baik bagi pemangku kepentingan. Beberapa studi sektoral, seperti di sektor minyak dan gas, menunjukkan hubungan yang positif, tetapi beberapa studi yang lebih luas tidak. Namun demikian, penelitian kualitatif tahun 2014 oleh APM menemukan bahwa tata kelola yang efektif adalah salah satu dari tiga faktor utama dalam keberhasilan proyek. Namun, ada bukti anekdot dari perusahaan teknologi yang sangat sukses seperti Apple dan Google bahwa hakim terbaik dari tata kelola yang tepat adalah pemimpin mereka sendiri dan bukan pembuat standar pihak ketiga.

Kualitas tata kelola yang diterapkan juga sulit diukur. Kenyataannya adalah keputusan tata kelola yang dinamis dapat dibuat di bawah tekanan dan tunduk pada dinamika kelompok yang tidak dicatat. Skema jaminan terlalu sering bergantung sepenuhnya pada bukti terdokumentasi yang dapat diverifikasi. Ini hanya menangkap sebagian dari kenyataan yang signifikan, seperti dalam kasus sebuah bank di Indonesia pada tahun 2007 di mana keunggulan dalam kepatuhan tata kelola yang dilaporkan mendahului krisis besar yang kemudian dikaitkan dengan 'kegagalan nyata dalam tata kelola perusahaan' termasuk perilaku yang tidak pantas. .

Kesimpulan

Terlalu banyak proyek yang gagal bukan karena manajemen proyek yang buruk, tetapi karena rezim tata kelola proyek dan penerapannya kurang berkembang, tidak terintegrasi ke dalam tata kelola organisasi yang lebih luas dan oleh karena itu merusak. Menerapkan prinsip-prinsip di atas melalui empat komponen yang dijelaskan dengan pendekatan etika yang tepat akan sangat membantu untuk memastikan pengiriman proyek yang andal yang berkontribusi pada keberhasilan organisasi yang berkelanjutan. Pendekatan pertanyaan bersyarat lebih disukai daripada standar mana pun.

1.22 PENUTUPAN DAN SERAH TERIMA PROYEK

Penutupan

Sebagian besar proyek yang melibatkan pekerjaan konstruksi atau instalasi mencakup tahap commissioning di mana pengujian kinerja yang ditentukan dan uji coba operasi dilakukan dengan tujuan untuk membuktikan kepada klien bahwa kiriman adalah seperti yang ditentukan dan sesuai dengan kriteria kinerja yang disyaratkan. Proses snagging, yang seharusnya terjadi segera sebelum dimulainya commissioning, sering kali tumpang tindih

dengan tahap commissioning sehingga penyesuaian dan bahkan modifikasi kecil mungkin diperlukan. Commissioning sering dilakukan dengan bantuan operasi klien, untuk memastikan bahwa orang yang menjalankan pabrik atau sistem belajar bagaimana mengoperasikan kontrol dan membuat penyesuaian yang diperlukan. Hal ini berlaku untuk instalasi komputer sebagai pembangkit listrik. Pada proyek yang lebih kompleks, mungkin perlu untuk menjalankan program pelatihan dan pengenalan khusus untuk staf dan operator klien, baik di tempat kerja maupun di ruang kelas.

Ketika proyek selesai dan semua kiriman diuji dan disetujui, proyek harus ditutup secara resmi. Ini melibatkan sejumlah pemeriksaan yang harus dilakukan dan dokumen yang harus dilengkapi untuk memastikan bahwa tidak ada 'tetesan' jam kerja yang dipesan terhadap proyek. Kecuali jika instruksi close-out resmi dan bertanggung dikeluarkan untuk semua anggota tim proyek, selalu ada risiko waktu dan uang yang dikeluarkan untuk pekerjaan tambahan yang awalnya tidak direncanakan. Bahkan di mana pekerjaan itu direncanakan, ada kemungkinan pekerjaan itu diseret karena tidak ada batas waktu yang ditetapkan. Semua kontrak (dan subkontrak) harus ditutup dengan benar dan (jika mungkin) semua klaim dan biaya balik (termasuk ganti rugi yang dilikuidasi) disetujui dan diselesaikan.

Beberapa tugas yang tidak populer, tetapi perlu, sebelum commissioning adalah pengumpulan, pengindeksan, dan penjilidan semua manual pengoperasian dan pemeliharaan, gambar, sertifikat uji, jadwal pelumasan, jaminan, dan daftar harga cadangan yang seharusnya dikumpulkan dan disimpan selama pelaksanaan proyek. Apakah dokumentasi ini dalam format elektronik atau hard copy, prosesnya sama. Memang beberapa organisasi klien memerlukan keduanya, dan biaya persiapan dokumentasi ini sering kali diremehkan.

Banyak dari dokumen-dokumen ini yang diperoleh dan disusun selama berbagai fase proyek harus diikat dan diserahkan kepada klien yang memungkinkan instalasi atau sistem untuk dioperasikan dan dipelihara. Tak perlu dikatakan bahwa semua dokumen ini harus diperiksa dan diperbarui untuk mencerminkan versi terbaru dan kondisi bawaan. Daftar berikut memberikan beberapa dokumen yang termasuk dalam kategori ini:

- Sertifikat penerimaan panggung.
- Sertifikat serah terima akhir.
- Instruksi pengoperasian dalam format elektronik atau hard copy atau keduanya.
- Instruksi atau manual perawatan.
- Daftar suku cadang operasional dan strategis dengan daftar harga saat ini dan periode pengiriman yang diantisipasi yang diperoleh dari masing-masing pemasok. Ini dibagi menjadi suku cadang operasi dan strategis.
- Jadwal pelumasan.
- Catatan kendali mutu dan jejak audit.
- Sertifikat uji material termasuk konfirmasi keberhasilan pengujian sertifikat uji operator (terutama tukang las) dan hasil uji kinerja.
- Radiografi dan catatan pengujian non-destruktif (NDT) lainnya.
- Sebuah berkas dari berbagai peralatan, bahan dan jaminan dan jaminan sistem.
- Uji peralatan dan sertifikat kinerja.

Setelah selesai, situs harus dibersihkan; semua bangunan sementara, struktur dan pagar harus disingkirkan dan jalan akses harus diperbaiki. Pengaturan harus dibuat untuk membuang peralatan yang tidak terpakai atau bahan sisa. Ini dapat dijual kepada klien dengan harga diskon atau disimpan untuk digunakan pada proyek lain. Namun, bahan tertentu, seperti katup, instrumen, dan bahkan pipa dan kabel tertentu, tidak dapat digunakan pada pekerjaan lain kecuali jika sertifikat uji dan sertifikat asal yang ditentukan secara harfiah disambungkan ke item yang disimpan. Bahan yang tidak termasuk dalam kategori ini harus dijual untuk memo dan hasilnya dikreditkan ke proyek.

Manajer proyek yang ingin menghargai tim mereka dapat memutuskan untuk menggunakan uang ini untuk pesta penutupan. Tim sekarang harus dibubarkan, sebuah proses yang merupakan tahap 'berkabung' dari fase tim Tuckman. Pada proyek-proyek besar yang membutuhkan tim untuk bekerja bersama selama berbulan-bulan atau bertahun-tahun, penutupan bisa menjadi antiklimaks yang mengerikan dan aspek manusia harus ditangani secara diplomatis dan simpatik.'

Serahkan

Serah terima formal melibatkan pertukaran dokumen, yang mengkonfirmasi bahwa proyek telah diselesaikan oleh kontraktor atau pemasok dan diterima oleh klien. Dokumen-dokumen ini, termasuk sertifikat penerimaan yang ditandatangani, akan memungkinkan kontraktor untuk menyerahkan sertifikat pembayaran terakhirnya, dengan tunduk pada retensi yang disepakati. Jika ikatan retensi telah diterima oleh klien, pembayaran harus dilakukan secara penuh.

1.23 LAPORAN DAN TINJAUAN PENUTUPAN PROYEK

Laporan Penutupan

Saat ini, sebagian besar organisasi memerlukan manajer proyek untuk membuat laporan penutupan di akhir proyek. Hal ini sering dianggap oleh beberapa manajer proyek sebagai tugas yang memakan waktu, karena dalam banyak kasus manajer proyek telah dialokasikan untuk proyek baru yang ingin dia mulai sesegera mungkin.

Asalkan buku harian proyek yang cukup rinci telah disimpan oleh manajer proyek selama berbagai tahap proyek, tugas menghasilkan laporan penutupan tidak seberat yang akan terlihat. Tentu saja jika proyek termasuk tahap konstruksi situs, buku harian manajer situs, yang di sebagian besar perusahaan merupakan dokumen wajib, akan menghasilkan banyak data yang berguna untuk dimasukkan dalam laporan penutupan. Informasi yang diberikan dalam laporan harus mencakup tidak hanya apa yang salah dan mengapa, tetapi juga keberhasilan dan pencapaian dalam mengatasi masalah yang sangat menarik.

Berikut ini adalah daftar beberapa topik yang harus disertakan dalam laporan penutupan:

- Se jauh mana tujuan awal telah terpenuhi
- Tingkat kepatuhan dengan ringkasan proyek (kasus bisnis)
- Se jauh mana KPI asli telah dicapai
- Tingkat kepuasan yang diungkapkan oleh klien atau sponsor
- Perbandingan antara biaya awal (dianggarkan) dan biaya akhir aktual
- Alasan pembengkakan biaya (jika ada)

- Perubahan besar yang dimasukkan karena:
 - Persyaratan yang disetujui Klien
 - Modifikasi internal yang disebabkan oleh kesalahan atau kelalaian
 - Alasan lain yang mungkin (peraturan, lingkungan, hukum, kesehatan, dan keselamatan, dll.)
- Perbandingan antara waktu proyek asli dan total waktu aktual yang dihabiskan
- Alasan untuk kelebihan atau kekurangan waktu
- Penundaan besar dan penyebab penundaan ini
- Tindakan khusus yang diambil untuk mengurangi atau mengurangi penundaan tertentu
- Metode penting atau menarik atau baru diadopsi untuk meningkatkan kinerja
- Kinerja dan sikap anggota tim proyek secara umum dan beberapa secara khusus
- Kinerja konsultan dan penasihat khusus
- Kinerja kontraktor, subkontraktor, dan pemasok
- Sikap dan perilaku manajer proyek klien (jika ada)
- Sikap dan perilaku staf dan karyawan klien
- Komentar tentang efektivitas dokumen kontrak
- Komentar tentang kejelasan atau sebaliknya dari spesifikasi, lembar data, atau dokumen lain
- Rekomendasi untuk tindakan pada proyek serupa di masa mendatang
- Rekomendasi untuk dokumentasi di masa mendatang untuk menutup celah
- Komentar tentang persiapan dan penerapan/pengoperasian alat manajemen proyek utama seperti CPA, EVA, dan pengumpulan/pemrosesan data.

Laporan tersebut akan dikirim ke pemangku kepentingan yang relevan dan dibahas pada pertemuan tertutup formal di mana para pemangku kepentingan akan dapat mengungkapkan pandangan mereka tentang keberhasilan (atau sebaliknya) proyek. Pada akhir pertemuan ini proyek dapat dianggap ditutup secara resmi.

Ulasan Close-Out

Menggunakan laporan penutupan sebagai dasar, tugas akhir manajer proyek adalah melakukan tinjauan pasca proyek (atau tinjauan pasca implementasi), yang harus mencakup sejarah singkat proyek dan analisis keberhasilan. dan kegagalan bersama dengan deskripsi tentang bagaimana kegagalan ini ditangani. Kajian tersebut juga akan membahas kinerja tim proyek dan kontribusi (positif dan negatif) dari pemangku kepentingan lainnya. Semua informasi ini kemudian dapat diperiksa oleh manajer proyek masa depan yang dipekerjakan pada proyek serupa atau bekerja dengan klien/pemangku kepentingan yang sama, sehingga mereka dapat mengetahui kesulitan dan masalah yang dihadapi dan memastikan (sejauh dapat dilakukan) bahwa masalah yang sama tidak muncul. Belajar dari kesalahan sebelumnya adalah proses alami yang dikembangkan sejak kecil. Yang lebih bermanfaat dan tentunya lebih luas jangkauannya, adalah belajar dari kesalahan orang lain. Misalnya, di mana manajer proyek baru menemukan bahwa dia harus berurusan dengan orang-orang, baik di kamp klien atau kontraktor, yang digambarkan sebagai 'sulit' dalam laporan penutupan sebelumnya, dia

harus menghubungi manajer proyek sebelumnya dan temukan cara terbaik untuk 'menangani' orang-orang ini.

Untuk alasan ini tinjauan tutup, bersama dengan laporan penutupan yang lebih formal, harus diindeks dan diarsipkan dengan benar dalam bentuk cetak atau format elektronik agar mudah diambil. Mottonya adalah: 'Diperingatkan sebelumnya'.

BAB 2

PEMODELAN INFORMASI BANGUNAN (BIM)

Pengantar

Building Information Modeling (BIM) telah ditetapkan sebagai pendukung proses yang tak ternilai harganya untuk arsitektur modern, teknik, dan konstruksi (AEC). Dengan teknologi BIM, satu atau lebih model virtual bangunan yang akurat dibangun secara digital. Mereka mendukung semua fase desain, memungkinkan analisis dan kontrol yang lebih baik daripada proses manual. Ketika selesai, model komputer ini berisi geometri yang tepat dan data yang diperlukan untuk mendukung kegiatan konstruksi, fabrikasi, dan pengadaan melalui realisasi, pengoperasian, dan pemeliharaan bangunan.

BIM juga mengakomodasi banyak fungsi yang diperlukan untuk memodelkan siklus hidup bangunan, menyediakan dasar untuk desain baru dan kemampuan konstruksi serta perubahan peran dan hubungan di antara tim proyek. Ketika diadopsi dengan baik, BIM memfasilitasi desain dan proses konstruksi yang lebih terintegrasi yang menghasilkan bangunan berkualitas lebih baik dengan biaya lebih rendah dan durasi proyek yang lebih singkat. BIM juga dapat mendukung peningkatan manajemen fasilitas (FM) dan modifikasi gedung di masa mendatang. Tujuan dari buku ini adalah untuk memberikan pengetahuan yang diperlukan agar pembaca dapat memahami baik teknologi maupun proses bisnis yang mendasari penggunaan BIM secara produktif.

Teknologi untuk mengakses dan mengontrol informasi konstruksi terus berubah berdasarkan persyaratan biaya atau penghematan waktu, dan informasi proyek yang relevan selalu diperlukan untuk dapat diakses dan diedit di berbagai perangkat dan platform. Misalnya, bahkan mempersiapkan bab ini telah melibatkan penyimpanan informasi di The Cloud, yang dihubungkan dari smartphone, tablet, berbagai laptop dan PC, semuanya pada platform yang berbeda, dan ini hanya untuk mengontrol teks dan beberapa file grafis. Industri konstruksi beralih ke pengiriman proyek tim desain terintegrasi digital pada platform seperti Trimble Connect (www.connect.trimble.com) atau Bentley ProjectWise, dengan semua informasi yang diperlukan (spesifikasi, model, point cloud, gambar, laporan, dll.) yang tersedia pada setiap tahap kontrak dan seterusnya. Setiap tim desain proyek dapat dibentuk dari banyak pemain berbeda tergantung pada persyaratan dan konten kerja yang sebenarnya. Misalnya, tim desain dapat menyertakan klien; arsitek; insinyur; MEP (mekanikal, elektrikal dan perpipaan); kontraktor; dll. Salah satu proses yang mendukung perkembangan tersebut adalah membangun information modeling (BIM). BIM bukanlah aplikasi 3D tunggal, tetapi sebuah proses yang merampingkan konten dan pengiriman model produk. Sebaiknya berkonsentrasi pada bagian 'Informasi' dari B'I'M sebelum membahas proses BIM yang sebenarnya itu sendiri. Informasi selalu perlu dikumpulkan dan terkandung dalam objek atau sistem fisik. Dari sudut pandang sejarah, ini bisa saja pada banyak gambar atau saat ini sebuah 'perpustakaan proyek' dapat disediakan untuk pembaca atau pemirsa. Ini benar-benar sama dengan BIM; namun, seluruh informasi proyek tidak hanya tersedia sebagai ensiklopedia online, tetapi dipecah menjadi nugget informasi tingkat objek untuk kemudahan referensi.

Model produk dapat dibangun atau ditentukan dengan aplikasi 3D atau 4D, di mana yang terakhir adalah informasi 3D yang juga merangkum informasi waktu yang relevan. Ini juga dapat mencakup informasi manufaktur, tanggal mulai dan selesai, informasi pemeliharaan dan bahkan prosedur pembongkaran khusus yang diperlukan, karena model dapat mendukung siklus hidup penuh bangunan atau proyek. Namun, model BIM tidak terbatas hanya pada informasi 4D, karena penetapan biaya juga dapat disertakan, yang terkadang disebut sebagai informasi 5D, atau apa pun yang ingin dilacak dan dikendalikan oleh pengguna (informasi nD).

Terkadang, BIM dianggap hanya sebagai layanan lain yang menyediakan pengguna dengan akses online instan ke aliran data digital yang terus berkembang dan diperbarui secara instan. Namun, jika prosesnya ada maka kontrol proyek yang sebenarnya dimungkinkan. Sering dikatakan bahwa: 'Saat ini untuk mengganti pompa secara fisik di lokasi bangunan relatif sederhana. Namun, mengubah semua model 3D, gambar, sketsa, spesifikasi, dll. adalah bagian yang sulit dan memakan waktu.' Mengadopsi proses BIM akan merevolusi ini, karena informasi hanya dapat diubah sekali dengan pembuatan aplikasi, setelah itu anggota tim desain lainnya dapat dengan mudah memasukkan kembali 'model referensi' baru, dengan semua informasi terbaru, memastikan semua model mutakhir.

2.1 SEJARAH BIM

Sistem gambar 2D telah digunakan sejak awal 1990-an hanya sebagai 'papan gambar elektronik', menyalin dan menempelkan detail atau 'blok' untuk mereproduksi gambar lebih cepat daripada proses manual yang lebih lama. Namun, sejauh menyangkut interoperabilitas, tidak ada keuntungan nyata. Berbagai aplikasi memungkinkan gambar atau blok yang berbeda untuk diimpor ke dalam gambar kerja, menggunakan beberapa bentuk opsi 'XREF', yang benar-benar merupakan awal dari konsep model referensi.

Alat desain berbantuan komputer (computer-aided design/CAD) umum digunakan untuk sementara waktu, yang mengarah ke solusi dipesan lebih dahulu yang dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan setiap industri atau anggota tim desain. Misalnya, alat yang digunakan oleh arsitek akan memerlukan fungsionalitas yang berbeda dari alat yang dibutuhkan oleh para insinyur. Juga, aplikasi rekayasa struktural akan memiliki persyaratan gambar yang berbeda dari solusi mekanik, listrik dan perpipaan (MEP). Sangat menarik untuk dicatat bahwa di banyak perusahaan teknisi akan menghasilkan gambar, dengan insinyur hanya menyelesaikan bagian proyek atau sketsa yang khas.

Di sektor bangunan dan konstruksi, 'pemodelan informasi', biasanya didefinisikan sebagai representasi komputer dari sebuah bangunan atau struktur, termasuk semua informasi relevan yang diperlukan untuk pembuatan dan konstruksi elemen yang dimodelkan. Unsur-unsur atau objek-objek dituntut untuk cerdas dan oleh karena itu harus mengetahui apa itu; bagaimana mereka harus berperilaku dalam keadaan yang berbeda dan mengetahui sifat mereka sendiri dan hubungan yang valid. Contoh sederhana dari hal ini adalah perkuatan pada pondasi pad. Jika ukuran pondasi diubah, maka tulangan yang tertanam harus secara dinamis diperbarui dan memposisikan ulang sesuai dengan itu. Ini sangat berbeda dari

model yang dihasilkan komputer, yang dibangun untuk tujuan visualisasi murni, di mana setiap objek adalah elemen yang tidak terkait.

Industri baja struktural biasanya dikenal sebagai sektor terdepan dalam solusi pemodelan 3D, dan perkembangannya dapat ditelusuri kembali selama 30 tahun terakhir dengan aplikasi seperti pelopor Tekla Structures. Jenis aplikasi ini memungkinkan rangka baja 3D dimodelkan dan koneksi diterapkan oleh makro yang ditentukan pengguna, yang memungkinkan produksi otomatis gambar pengaturan umum, detail fabrikasi, dan kemudian, setelah beberapa tahun lagi, pengembangan tautan ke CNC mesin (dikontrol secara numerik komputer), untuk memotong dan mengebor profil baja dan perlengkapannya.

Setelah teknologi pemodelan 3D diperluas untuk memasukkan pemodelan parametrik (benda padat sejati), sistem deteksi bentrokan kemudian dikembangkan. Deteksi benturan keras atau lunak (memungkinkan akses) memungkinkan aplikasi mengidentifikasi kemungkinan kondisi tumpang tindih material atau objek yang ada di ruang yang sama. Saat ini, ID unik global atau pengidentifikasi unik global (GUID) tersedia di sebagian besar aplikasi, yang merupakan string unik yang biasanya disimpan sebagai integer 128-bit yang terkait dengan objek. GUID digunakan untuk melacak objek antara aplikasi untuk manajemen perubahan. Beberapa sistem memungkinkan dukungan untuk GUID internal dan eksternal. Istilah GUID biasanya, tetapi tidak selalu, mengacu pada standar pengenalan unik universal (UUID) Microsoft.

Pada tahap awal BIM, hanya gambar dan laporan yang tersedia untuk orang lain, karena model BIM yang sebenarnya selalu terbatas pada kantor tempat komputer yang lebih kuat berada. Namun, seiring dengan kemajuan komputer, model sekarang dapat diakses di laptop dan, selama beberapa tahun terakhir bahkan di tablet untuk penggunaan situs, baik yang terletak di perangkat atau tersedia dari cloud.

Apa itu BIM

Jadi apa itu BIM? Ini secara sederhana dapat didefinisikan sebagai alat kolaborasi yang berkembang pesat yang memfasilitasi desain terpadu dan manajemen konstruksi. Pentingnya 'I' di BIM tidak boleh diremehkan, karena ini menjadi proyek atau dukungan untuk kerangka kerja perusahaan perusahaan dan bukan hanya sarana untuk 'membangun model'. Informasi ini berarti bahwa lebih banyak pekerjaan dapat dilakukan lebih awal dalam proyek untuk mendukung konsep isu hijau, karena lebih sedikit limbah yang menghemat bahan dan energi. BIM memungkinkan model multidimensi termasuk kendala ruang, waktu, biaya, bahan, desain dan informasi manufaktur, selesai, dll untuk dibuat dan bahkan memungkinkan dukungan untuk kolaborasi real-time berbasis informasi. Informasi ini dapat digunakan untuk mendorong teknologi terbaru lainnya termasuk model berukuran kota, peralatan augmented reality yang digunakan di lokasi, point cloud dari bangunan dan peralatan yang ada, tag identifikasi frekuensi radio (RFID) untuk melacak komponen dari pabrik ke lokasi dan bahkan penggunaan 3D printer.

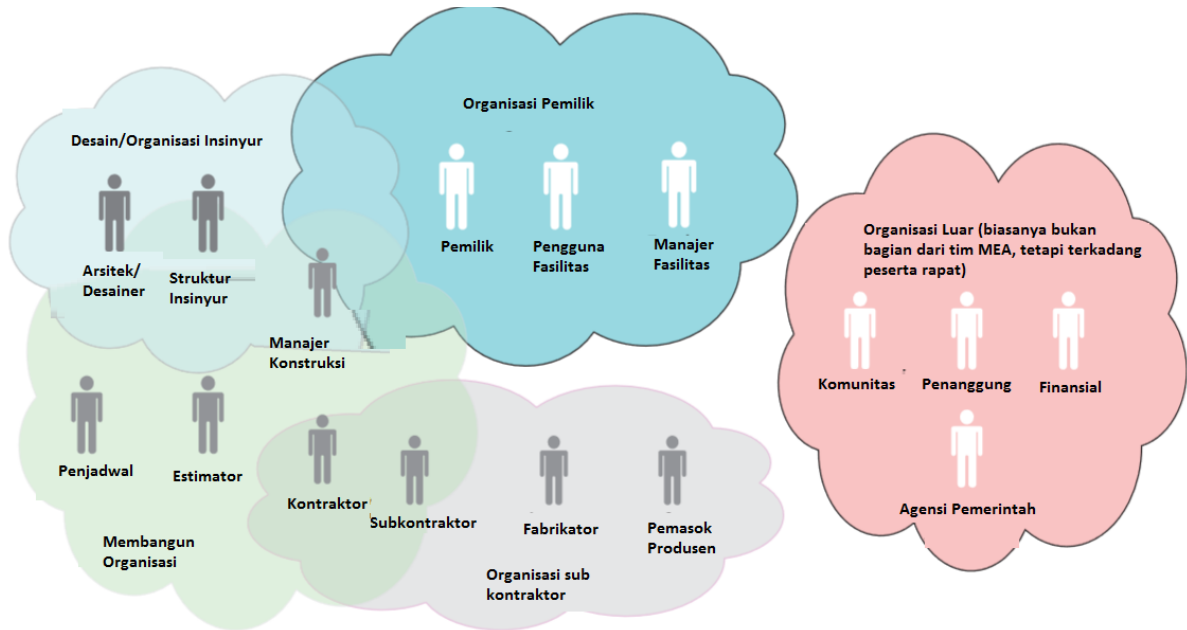
Mungkin berguna untuk mempertimbangkan pemain yang ingin memiliki akses ke model BIM. Tidak membatasi daftar yang dapat mereka masukkan – klien internal dan eksternal, otoritas lokal, arsitek, insinyur (struktural, sipil dan MEP), kontraktor utama, subkontraktor pekerjaan baja dan beton, kontraktor bekisting dan semua personel lokasi.

Sampai beberapa tahun terakhir BIM baru saja tersedia sebagai solusi untuk arsitek, insinyur dan kontraktor baja, dll, meninggalkan orang lain hanya untuk bekerja dengan gambar 2D yang mungkin spesifik industri, tetapi tidak sepenuhnya dapat dibaca tanpa pengetahuan tentang lingkungan itu.

Berbagai referensi telah dibuat untuk model BIM arsitek atau BIM struktural. Namun, mereka benar-benar sama, karena batas antara model dan kontennya terus berkurang. Model BIM arsitek akan mencakup anggota struktural; namun, model yang mereka hasilkan biasanya tidak memerlukan termasuk tingkat material, reaksi dan penyelesaian, sedangkan model yang diproduksi oleh kontraktor pekerjaan baja akan mencakup setidaknya rincian manufaktur dan semua informasi yang diperlukan untuk memesan, membuat, mengirimkan dan memasang anggota. . Kontraktor MEP juga dapat menentukan lokasi pemasangan pada versi model mereka, karena kontraktor ingin mengetahui kapan rakitan akan dikirim ke lokasi, di mana akan diperbaiki atau dituangkan, dan berapa biaya barangnya. Pandangan klien tentang anggota yang sama adalah untuk kontrol dan untuk kemungkinan pemeliharaan situs. Untuk alasan ini, berbagai model dibuat dalam aplikasi authoring 'best-of-breed' dan dibagikan dengan anggota tim desain lainnya sebagai model referensi, yang biasanya dalam bentuk file kelas pondasi industri (IFC) untuk semua struktur kecuali pabrik dan pasar luar negeri, di mana Standar Integrasi CIMsteel (cis/2) dan file format dgn adalah format model transfer interoperabilitas yang dominan.

Jauh lebih mudah untuk bekerja dengan model BIM dan menjelajahi gedung dalam 3D dengan informasi yang kaya, daripada melihat ratusan atau ribuan gambar dan harus memahami konvensi menggambar industri. Sekarang pengguna cukup mengklik objek dan mendapatkan semua informasi yang mereka butuhkan baik melalui objek asli, jika pada aplikasi pembuat, atau melalui model referensi atau bahkan dari penampil atau alat kolaborasi langsung dari cloud.

Untuk lebih memahami perubahan signifikan yang diperkenalkan BIM, bab ini dimulai dengan deskripsi desain berbasis kertas dan metode konstruksi dan model bisnis dominan yang secara tradisional digunakan oleh industri konstruksi. Kemudian menjelaskan berbagai masalah yang terkait dengan praktik ini, menguraikan apa itu BIM, dan menjelaskan perbedaannya dari desain berbantuan komputer (CAD) 2D dan 3D. Kita menjelaskan secara singkat jenis masalah yang dapat dipecahkan oleh BIM dan model bisnis baru yang dimungkinkannya. Bab ini diakhiri dengan presentasi tentang masalah paling signifikan yang mungkin muncul saat menggunakan teknologi, yang, meskipun telah digunakan secara komersial selama 20 tahun, masih terus berkembang.



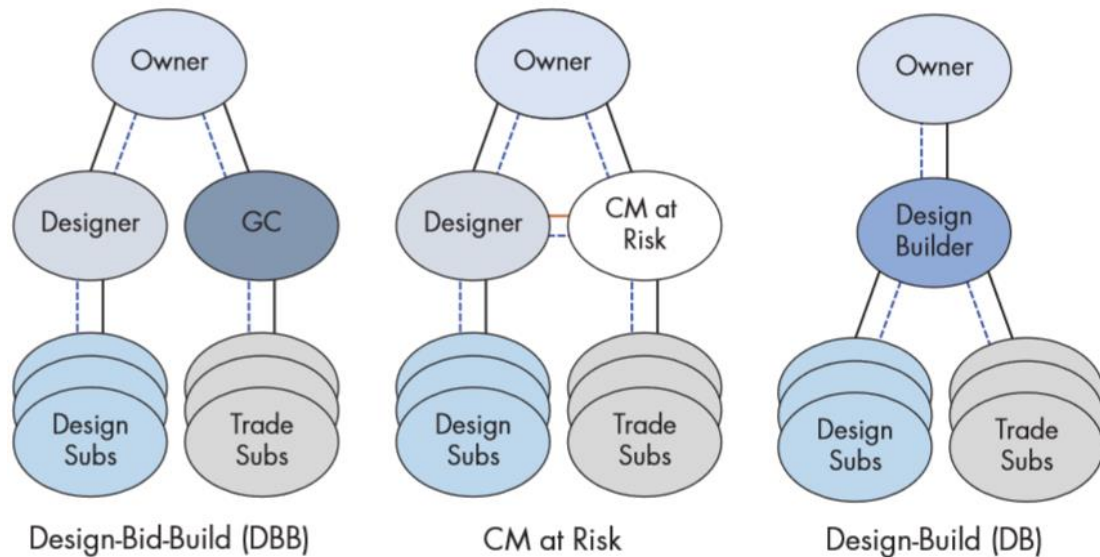
Gambar 2.1 ini mengilustrasikan tipikal anggota tim proyek dan berbagai batasan organisasi mereka.

2.2 DESAIN BIM

Sebagian besar bangunan dibangun dengan menggunakan pendekatan DBB. Dua manfaat utama dari pendekatan ini adalah penawaran yang lebih kompetitif untuk mencapai harga serendah mungkin bagi pemilik dan lebih sedikit tekanan politik untuk memilih kontraktor tertentu. Dalam model DBB, klien (pemilik) menyewa seorang arsitek, yang kemudian mengembangkan daftar persyaratan bangunan (program) dan menetapkan tujuan desain proyek. Arsitek melanjutkan melalui serangkaian fase: desain skema, pengembangan desain, dan dokumen kontrak. Dokumen akhir harus memenuhi program dan memenuhi kode bangunan dan zonasi setempat. Arsitek mempekerjakan karyawan atau mengontrak konsultan untuk membantu merancang komponen struktural, HVAC (pemanas, ventilasi, dan pendingin udara), perpipaan, dan perpipaan. Desain ini direkam pada gambar (rencana, elevasi, visualisasi 3D), yang kemudian harus dikordinasikan untuk mencerminkan semua perubahan saat diidentifikasi. Gambar dan spesifikasi akhir harus berisi detail yang cukup untuk memfasilitasi penawaran konstruksi. Karena kewajiban potensial, seorang arsitek dapat memilih untuk memasukkan lebih sedikit detail dalam gambar atau menyisipkan bahasa yang menunjukkan bahwa gambar tidak dapat diandalkan untuk akurasi dimensi. Praktik-praktik ini sering menyebabkan perselisihan dengan kontraktor, karena kesalahan dan kelalaian terdeteksi dan tanggung jawab serta biaya tambahan dialokasikan kembali.

Tahap dua melibatkan mendapatkan tawaran dari kontraktor umum. Pemilik dan arsitek dapat berperan dalam menentukan kontraktor mana yang dapat mengajukan penawaran. Setiap kontraktor harus dikirim satu set gambar dan spesifikasi yang kemudian digunakan untuk menyusun survei kuantitas independen. Kontraktor menggunakan jumlah ini, bersama dengan tawaran dari subkontraktor, untuk menentukan perkiraan biaya mereka. Subkontraktor yang dipilih oleh kontraktor harus mengikuti proses yang sama untuk bagian

proyek yang melibatkan mereka. Karena upaya yang diperlukan, kontraktor (umum dan subkontraktor) biasanya menghabiskan sekitar 1 persen dari perkiraan biaya mereka dalam menyusun penawaran.¹ Jika kontraktor memenangkan kira-kira satu dari setiap 6 hingga 10 pekerjaan yang mereka ajukan, biaya per penawaran yang berhasil rata-rata dari 6 sampai 10 persen dari seluruh biaya proyek. Biaya ini kemudian ditambahkan ke biaya overhead umum dan subkontraktor.



Gambar 2.2 diagram konseptual yang mewakili tim proyek MEA dan batas-batas organisasi yang khas.

Kontraktor pemenang biasanya adalah kontraktor dengan tanggung jawab terendah, termasuk pekerjaan yang harus dilakukan oleh kontraktor umum dan subkontraktor terpilih. Sebelum pekerjaan dapat dimulai, sering kali kontraktor perlu memberi warna merah mentah pada beberapa gambar untuk mencerminkan proses konstruksi dan tahapan pekerjaan. Ini disebut gambar pengaturan umum. Subkontraktor dan fabrikator juga harus membuat gambar kerja mereka sendiri untuk mencerminkan detail akurat dari item tertentu, seperti unit beton pracetak, sambungan baja, detail dinding, jalur pipa, dan sejenisnya.

Kebutuhan akan gambar yang akurat dan lengkap meluas ke gambar kerja, karena ini adalah representasi paling rinci dan digunakan untuk fabrikasi yang sebenarnya. Jika gambar-gambar ini akurat atau tidak lengkap, atau jika didasarkan pada gambar-gambar yang ketinggalan zaman atau mengandung kesalahan, inkonsistensi, atau kelalaian, maka konflik yang mahal dan memakan waktu akan muncul di lapangan. Biaya yang terkait dengan konflik ini dapat menjadi signifikan. Inkonsistensi, ketidaktepatan, dan ketidakpastian dalam desain membuat sulit untuk membuat material di luar lokasi. Akibatnya, sebagian besar fabrikasi dan konstruksi harus dilakukan di tempat dan hanya setelah kondisi yang tepat ditetapkan. Pekerjaan konstruksi di tempat lebih mahal, lebih memakan waktu, dan cenderung

¹ Ini didasarkan pada dua pengalaman pribadi penulis dalam bekerja dengan industri konstruksi. Biaya ini meliputi biaya untuk memperoleh dokumen penawaran, melakukan quantity take off, berkoordinasi dengan pemasok dan subkontraktor, dan proses estimasi biaya.

menghasilkan kesalahan yang tidak akan terjadi jika pekerjaan dilakukan di lingkungan pabrik di mana produktivitas lebih tinggi, pekerjaan lebih aman, dan kontrol kualitas lebih baik.

Seringkali selama fase konstruksi, banyak perubahan dibuat pada desain sebagai akibat dari kesalahan dan kelalaian yang sebelumnya tidak diketahui, kondisi lokasi yang tidak terduga, perubahan ketersediaan material, pertanyaan tentang desain, persyaratan klien baru, dan teknologi baru. Ini perlu diselesaikan oleh tim proyek. Untuk setiap perubahan, prosedur diperlukan untuk menentukan penyebabnya, menetapkan tanggung jawab, mengevaluasi implikasi waktu dan biaya, dan mengatasi bagaimana masalah tersebut akan diselesaikan. Prosedur ini, baik yang dimulai secara tertulis atau dengan menggunakan alat berbasis web, melibatkan Permintaan Informasi (RFI), yang kemudian harus dijawab oleh arsitek atau pihak terkait lainnya. Selanjutnya, Change Order (CO) dikeluarkan, dan semua pihak yang terkena dampak diberitahu tentang perubahan tersebut, yang dikomunikasikan bersama dengan perubahan yang diperlukan dalam gambar. Perubahan dan penyelesaian ini sering menyebabkan perselisihan hukum, biaya tambahan, dan penundaan. Produk situs web untuk mengelola transaksi ini memang membantu tim proyek tetap berada di atas setiap perubahan, tetapi karena tidak mengatasi sumber masalah, mereka hanya mendapat manfaat kecil.

Masalah juga muncul setiap kali kontraktor menawar di bawah perkiraan biaya untuk memenangkan pekerjaan. Dihadapkan dengan “kutukan pemenang”, kontraktor sering menyalahgunakan proses perubahan untuk menutup kerugian yang timbul dari penawaran awal. Ini, tentu saja, menyebabkan lebih banyak perselisihan antara pemilik dan tim proyek. Selain itu, proses DBB mengharuskan pengadaan semua bahan diadakan sampai pemilik menyetujui penawaran, yang berarti bahwa item dengan waktu tunggu yang lama dapat memperpanjang jadwal proyek. Untuk alasan ini dan lainnya (dijelaskan selanjutnya), pendekatan DBB seringkali memakan waktu lebih lama daripada pendekatan DB.

Tahap terakhir adalah commissioning bangunan, yang berlangsung setelah konstruksi selesai. Ini melibatkan pengujian sistem bangunan (pemanas, pendinginan, listrik, pipa ledeng, alat penyiram api, dan sebagainya) untuk memastikan mereka bekerja dengan baik. Tergantung pada persyaratan kontrak, gambar akhir kemudian diproduksi untuk mencerminkan semua perubahan yang telah dibangun, dan ini dikirimkan ke pemilik bersama dengan semua manual dan jaminan untuk peralatan yang dipasang. Pada titik ini, proses DBB selesai.

Karena semua informasi yang diberikan kepada pemilik disampaikan dalam 2D (di atas kertas atau file elektronik yang setara), pemilik harus berusaha keras untuk menyampaikan semua informasi yang relevan kepada tim manajemen fasilitas yang bertugas memelihara dan mengoperasikan gedung. Prosesnya memakan waktu, rentan terhadap kesalahan, mahal, dan tetap menjadi penghalang yang signifikan untuk operasi dan pemeliharaan gedung yang efektif. Sebagai akibat dari masalah ini, pendekatan DBB mungkin bukan pendekatan yang paling cepat atau hemat biaya untuk desain dan konstruksi. Pendekatan lain telah dikembangkan untuk mengatasi masalah ini.

Desain-Bangun

Proses design-build (DB) dikembangkan untuk mengkonsolidasikan tanggung jawab untuk desain dan konstruksi menjadi entitas kontrak tunggal dan untuk menyederhanakan

administrasi tugas untuk pemilik (Beard et al., 2005). Dalam model ini, pemilik kontrak langsung dengan tim desain-bangun (biasanya kontraktor dengan kemampuan desain atau bekerja dengan arsitek) untuk mengembangkan program bangunan yang terdefinisi dengan baik dan desain skematis yang memenuhi kebutuhan pemilik. Kontraktor DB kemudian memperkirakan total biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk merancang dan membangun gedung. Setelah semua modifikasi yang diminta oleh pemilik diimplementasikan, rencana tersebut disetujui dan anggaran akhir untuk proyek tersebut ditetapkan. Penting untuk dicatat bahwa karena model DB memungkinkan modifikasi dilakukan pada desain bangunan lebih awal dalam prosesnya, jumlah uang dan waktu yang dibutuhkan untuk memasukkan perubahan ini juga berkurang. Kontraktor DB menjalin hubungan kontraktual dengan desainer khusus dan subkontraktor sesuai kebutuhan. Setelah titik ini, konstruksi dimulai dan setiap perubahan lebih lanjut pada desain (dalam batas yang telah ditentukan) menjadi tanggung jawab kontraktor DB. Hal yang sama berlaku untuk kesalahan dan kelalaian. Gambar konstruksi rinci tidak harus lengkap untuk semua bagian bangunan sebelum dimulainya konstruksi pada fondasi dan elemen bangunan awal. Sebagai hasil dari penyederhanaan ini, bangunan biasanya selesai lebih cepat, dengan komplikasi hukum yang lebih sedikit, dan dengan biaya total yang sedikit lebih rendah. Di sisi lain, ada sedikit fleksibilitas bagi pemilik untuk membuat perubahan setelah desain awal disetujui dan jumlah kontrak ditetapkan.

2.3 MANAJEMEN KONSTRUKSI BERESIKO

Manajemen konstruksi berisiko (CM@R) pengiriman proyek adalah metode di mana pemilik mempertahankan seorang desainer untuk memberikan layanan desain dan juga mempertahankan seorang manajer konstruksi untuk menyediakan layanan manajemen konstruksi untuk sebuah proyek di seluruh tahap prakonstruksi dan konstruksi. Layanan ini dapat mencakup persiapan dan koordinasi paket penawaran, penjadwalan, pengendalian biaya, rekayasa nilai, dan administrasi konstruksi. Manajer konstruksi biasanya adalah kontraktor umum berlisensi dan menjamin biaya proyek (harga maksimum yang dijamin, atau GMP). Pemilik bertanggung jawab atas desain sebelum GMP dapat diatur. Tidak seperti DBB, CM@R membawa konstruktor ke dalam proses desain pada tahap di mana mereka dapat memiliki input definitif. Nilai metode pengiriman berasal dari keterlibatan awal kontraktor dan berkurangnya kewajiban pemilik untuk pembengkakan biaya.

Pengiriman Proyek Terintegrasi

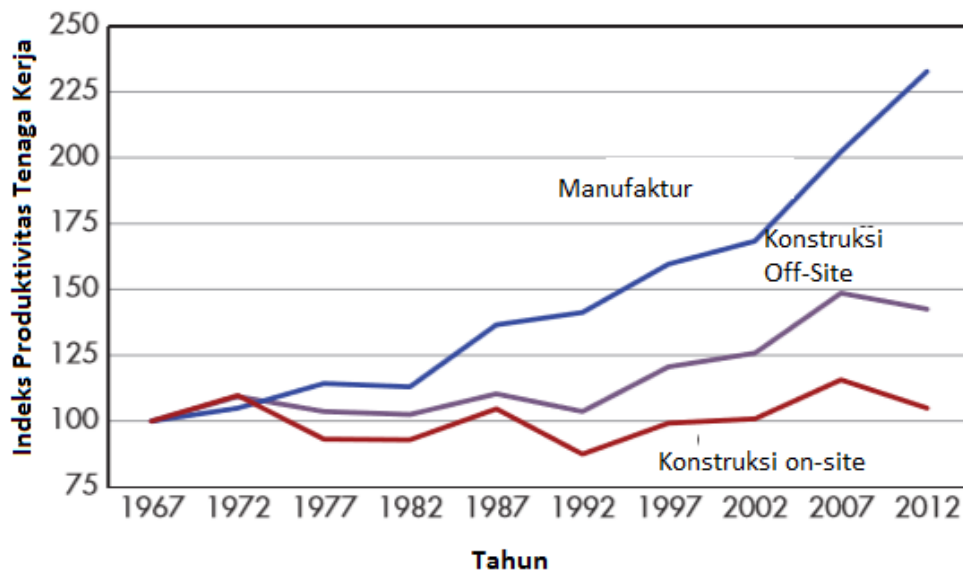
Pengiriman proyek terintegrasi (IPD) adalah proses pengadaan yang relatif baru yang semakin populer seiring dengan meluasnya penggunaan BIM dan industri manajemen fasilitas AEC (AEC/FM) belajar bagaimana menggunakan teknologi ini untuk mendukung tim terintegrasi. Ada beberapa pendekatan untuk IPD sebagai eksperimen industri dengan pendekatan ini. American Institute of Architects (AIA), Association of General Contractors (AGC), dan organisasi lain telah menerbitkan contoh formulir kontrak untuk keluarga versi IPD (AIA, 2017). Dalam semua kasus, proyek terintegrasi dibedakan oleh kolaborasi yang efektif antara pemilik, desainer utama (dan mungkin sub-), dan kontraktor utama (dan mungkin sub-). Kolaborasi ini berlangsung sejak awal desain dan berlanjut hingga serah terima proyek. Konsep kuncinya adalah tim proyek ini bekerja bersama menggunakan alat kolaboratif terbaik yang

mereka miliki untuk memastikan bahwa proyek akan memenuhi persyaratan pemilik dengan waktu dan biaya yang berkurang secara signifikan. Entah pemilik perlu menjadi bagian dari tim ini untuk membantu mengelola proses atau konsultan harus disewa untuk mewakili kepentingan pemilik, atau keduanya dapat berpartisipasi. Pertukaran yang selalu menjadi bagian dari proses desain dapat dievaluasi dengan baik menggunakan BIM—biaya, energi, fungsionalitas, estetika, dan konstruksi. Dengan demikian, BIM dan IPD berjalan bersama dan mewakili jeda yang jelas dengan proses linier saat ini yang melindungi dan membatasi arus informasi dengan representasi produk yang tidak jelas dan hubungan yang berlawanan. Jelas bahwa pemilik adalah penerima manfaat utama IPD, tetapi hal itu mengharuskan mereka cukup memahami untuk berpartisipasi dan menentukan dalam kontrak apa yang mereka inginkan dari para peserta dan bagaimana hal itu akan dicapai. Masalah hukum IPD sangat penting.

2.4 STUDI CIFE PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA INDUSTRI KONSTRUKSI

Biaya tambahan yang terkait dengan desain tradisional dan praktik konstruksi telah didokumentasikan melalui berbagai studi penelitian. Paul Teicholz pertama kali meminta perhatian pada perbedaan yang signifikan dalam produktivitas antara industri konstruksi dan nonpertanian dalam makalah diskusi yang dipublikasikan secara luas yang diterbitkan pada tahun 2001. Data yang dikumpulkan baru-baru ini menunjukkan bahwa tren produktivitas konstruksi yang semakin lemah bila dibandingkan dengan manufaktur terus berlanjut, tetapi juga menunjukkan kesenjangan antara kegiatan konstruksi off-site dan on-site. Jelas bahwa fabrikasi di luar lokasi lebih produktif daripada konstruksi di lokasi.

Nilai indeks produktivitas dihitung dengan membagi dolar nilai tambah konstan dengan jumlah karyawan. Sektor manufaktur mencakup semua kode NAICS 31-33. Nilai konstruksi di luar lokasi dihitung dari sekeranjang sektor fabrikasi, termasuk manufaktur jendela dan pintu logam, balok dan tulangan batang logam struktural fabrikasi, manufaktur produk beton, kontraktor baja dan beton pracetak, dan manufaktur elevator dan tangga bergerak. Nilai di lokasi menggunakan sekeranjang sektor yang mencakup kontraktor kaca dan kaca, kontraktor beton, dan kontraktor drywall dan insulasi. Selama periode 45 tahun yang dicakup, produktivitas industri manufaktur meningkat lebih dari dua kali lipat. Sementara itu, produktivitas pekerjaan konstruksi yang dilakukan di lokasi relatif tidak berubah. Hal ini dipengaruhi dari waktu ke waktu oleh kemerosotan ekonomi, seperti yang terjadi setelah krisis ekonomi 2008, yang dinyatakan dalam sensus ekonomi 2012. Konstruksi di luar lokasi, yang sebagian besar dianggap sebagai bagian dari industri manufaktur untuk tujuan sensus ekonomi, menunjukkan peningkatan produktivitas, tetapi juga dipengaruhi oleh iklim ekonomi dalam konstruksi. Tentu saja, banyak perbaikan material dan teknologi telah dilakukan pada bangunan dalam empat dekade terakhir. Hasilnya mungkin lebih baik daripada yang terlihat, karena kualitas telah meningkat secara substansial dan prefabrikasi di luar lokasi menjadi faktor yang lebih besar.



Gambar 2.3 Indeks produktivitas tenaga kerja untuk manufaktur, perdagangan konstruksi di luar lokasi, dan perdagangan konstruksi di lokasi, 1967–2015.

Tentu saja, banyak perbaikan material dan teknologi telah dilakukan pada bangunan dalam empat dekade terakhir. Hasilnya mungkin lebih baik daripada yang terlihat, karena kualitas telah meningkat secara substansial dan prefabrikasi di luar lokasi menjadi faktor yang lebih besar. Kontraktor lebih banyak menggunakan komponen di luar lokasi yang memanfaatkan kondisi pabrik dan peralatan khusus. Jelas ini telah memungkinkan untuk kualitas yang lebih tinggi dan biaya produksi komponen yang lebih rendah, dibandingkan dengan pekerjaan di tempat (Eastman dan Sacks, 2008).

Sementara alasan penurunan nyata dalam produktivitas konstruksi tidak sepenuhnya dipahami, statistiknya dramatis dan menunjukkan hambatan struktural yang signifikan dalam industri konstruksi. Jelas bahwa efisiensi yang dicapai dalam industri manufaktur melalui otomatisasi, penggunaan sistem informasi, manajemen rantai pasokan yang lebih baik, dan alat kolaborasi yang lebih baik, belum tercapai dalam konstruksi lapangan. Kemungkinan alasan untuk ini termasuk:

2.5 STUDI NIST BIAYA INEFISIENSI INDUSTRI KONSTRUKSI

Institut Nasional Standar dan Teknologi (NIST) melakukan studi tentang biaya tambahan yang dikeluarkan oleh pemilik bangunan sebagai akibat dari interoperabilitas yang tidak memadai (Gallaher et al., 2004). Studi ini melibatkan pertukaran dan pengelolaan informasi, di mana sistem individu tidak dapat mengakses dan menggunakan informasi yang diimpor dari sistem lain. Dalam industri konstruksi, ketidakcocokan antar sistem sering menghalangi anggota tim proyek untuk berbagi informasi dengan cepat dan akurat; itu adalah penyebab banyak masalah, termasuk biaya tambahan. Studi NIST termasuk bangunan komersial, industri, dan institusional dan berfokus pada konstruksi baru dan "ditetapkan di tempat" yang terjadi pada tahun 2002. Hasilnya menunjukkan bahwa interoperabilitas yang

tidak efisien menyebabkan peningkatan biaya konstruksi untuk konstruksi baru dan untuk operasi dan pemeliharaan (O&M), menghasilkan total biaya tambahan.

Dalam studi NIST, biaya interoperabilitas yang memadai dihitung dengan membandingkan aktivitas bisnis saat ini dan biaya dengan skenario hipotetis di mana ada arus informasi yang mulus dan tidak ada entri data yang berlebihan. NIST menetapkan bahwa biaya berikut dihasilkan dari interoperabilitas yang tidak memadai:

- Penghindaran (sistem komputer yang berlebihan, manajemen proses bisnis yang tidak efisien, staf pendukung TI yang berlebihan)
- Mitigasi (masuk kembali data secara manual, permintaan manajemen informasi)
- Penundaan (biaya untuk karyawan yang menganggur dan sumber daya lainnya)

Dari biaya ini, sekitar 68 persen dikeluarkan oleh pemilik dan operator gedung. Perkiraan ini bersifat spekulatif, karena ketidakmungkinan menyediakan data yang akurat. Akan tetapi, hal-hal tersebut signifikan dan layak untuk dipertimbangkan dan diusahakan secara serius untuk mengurangi atau menghindarinya sebanyak mungkin. Adopsi BIM secara luas dan penggunaan model digital yang komprehensif di seluruh siklus hidup bangunan akan menjadi langkah ke arah yang benar untuk menghilangkan biaya tersebut yang dihasilkan dari interoperabilitas data yang tidak memadai.

2.6 BIM: ALAT BARU DAN PROSES BARU

Bagian ini memberikan gambaran tentang terminologi, konsep, dan kemampuan fungsional terkait BIM; dan membahas bagaimana alat ini dapat meningkatkan proses bisnis.

Platform dan Alat BIM

Semua sistem CAD menghasilkan file digital. Mereka menghasilkan file yang terutama terdiri dari vektor, jenis garis terkait, dan identifikasi lapisan. Ketika sistem ini dikembangkan lebih lanjut, informasi tambahan ditambahkan untuk memungkinkan blok data dan teks terkait. Dengan pengenalan pemodelan 3D, definisi geometri lamiliarn ditambahkan dan definisi permukaan kompleks ditambahkan. Karena sistem CAD menjadi lebih cerdas dan lebih banyak pengguna ingin berbagi data yang terkait dengan desain yang diberikan, fokus bergeser dari gambar dan gambar 3D ke data itu sendiri. Model bangunan yang diproduksi oleh alat BIM dapat mendukung beberapa tampilan berbeda dari data yang terkandung dalam satu set gambar, termasuk 2D dan 3D. Sebuah model bangunan dapat dideskripsikan berdasarkan isinya (objek apa yang digambarkannya) atau kemampuannya (jenis kebutuhan informasi apa yang dapat didukungnya). Pendekatan yang terakhir lebih disukai, karena mendefinisikan apa yang dapat Anda lakukan dengan model daripada bagaimana database dibangun (yang akan bervariasi dengan setiap implementasi).

Proses BIM

Untuk tujuan buku ini, kita mendefinisikan BIM sebagai teknologi pemodelan dan serangkaian proses terkait untuk memproduksi, mengomunikasikan, dan menganalisis model bangunan. BIM adalah akronim dari "Building Information Modeling," yang mencerminkan dan menekankan aspek proses, dan bukan "Building Information Model." Objek dari proses BIM adalah membangun model, atau model BIM. Model bangunan dicirikan oleh:

- Membangun komponen yang direpresentasikan dengan representasi digital (objek) yang membawa atribut grafik dan data yang dapat dihitung dengan hati-hati mengidentifikasinya ke aplikasi perangkat lunak, serta aturan parametrik yang memungkinkannya dimanipulasi dengan cara yang cerdas.
- Komponen yang mencakup data yang menggambarkan bagaimana mereka berperilaku, yang diperlukan untuk analisis dan proses kerja, seperti lepas landas kuantitas, spesifikasi, dan analisis energi.
- Konsisten dan non data yang berlebihan sehingga perubahan pada data komponen direpresentasikan dalam semua tampilan komponen dan rakitan yang menjadi bagiannya

Berikut ini adalah visi dan definisi teknologi BIM yang disediakan oleh Komite National Building Information Modelling Standard (NBIMS) dari National Institute of Building Sciences (NIBS) Facility Information Council (FIC). Visi NBIMS untuk BIM adalah “peningkatan perencanaan, desain, konstruksi, operasi, dan proses pemeliharaan menggunakan model informasi terbaca mesin standar untuk setiap fasilitas, baru atau lama, yang berisi semua informasi yang sesuai dibuat atau dikumpulkan tentang fasilitas itu dalam format dapat digunakan oleh seluruh siklus hidupnya” (NIBS, 2008). Inisiatif NBIMS mengkategorikan Model Informasi Bangunan (BIM) tiga cara:

1. sebagai produk
2. sebagai IT-enabled, berbasis standar terbuka yang dapat disampaikan, dan proses kolaboratif
3. sebagai persyaratan manajemen siklus hidup fasilitas

Kategori-kategori ini mendukung penciptaan rantai nilai informasi industri, yang merupakan evolusi terakhir dari BIM. Lingkup BIM tingkat perusahaan (industri) ini adalah area fokus NBIMS, menyatukan berbagai kegiatan implementasi BIM dalam komunitas pemangku kepentingan. Metodologi yang digunakan oleh NBIMS berakar pada aktivitas membangun SMART International (sebelumnya International Alliance for Inter operability) (building SMART, 2017). Mereka termasuk persiapan Manual Pengiriman Informasi (IDM), Model View Definitions (MVD), dan Kamus Yayasan Industri (IFD).

Cara lain untuk mengkarakterisasi BIM adalah dengan mendefinisikan kemajuan tingkat maturitas penerapan teknologi informasi dalam konstruksi yang mengungkapkan tingkat kolaborasi dalam proses serta tingkat kecanggihan penggunaan alat individu. Dalam pandangan ini BIM dilihat sebagai serangkaian tahapan berbeda dalam perjalanan yang dimulai dengan menggambar dengan bantuan komputer dan membawa industri ke era digital. Sejak Kelompok Tugas BIM Pemerintah mengadopsi konsep “Tingkat BIM”, bagan berikut dan empat tingkat yang ditentukannya (Level 0 hingga Level 3) telah menjadi definisi kriteria yang diadopsi secara luas untuk sebuah proyek dianggap sesuai dengan BIM.

Level 0

BIM Tingkat ini didefinisikan sebagai CAD yang tidak dikelola. Ini mungkin 2D, dengan informasi yang dibagikan melalui gambar kertas tradisional atau dalam beberapa kasus, secara digital melalui PDF, pada dasarnya sumber informasi terpisah yang mencakup informasi aset dasar. Mayoritas industri sudah jauh di depan ini sekarang.

Level 1

BIM Ini adalah tingkat di mana banyak perusahaan saat ini beroperasi. Ini biasanya terdiri dari campuran 3DCAD untuk pekerjaan konsep, dan 2D untuk penyusunan dokumentasi persetujuan wajib dan Informasi Produksi. Standar CAD dikelola ke BS 1192:2007, dan berbagi data secara elektronik dilakukan dari lingkungan data umum (CDE), sering kali dikelola oleh kontraktor. Model tidak dibagikan di antara tim proyek.

Level 2

BIM Ini dibedakan dengan kerja kolaboratif—semua pihak menggunakan model 3D mereka sendiri, tetapi mereka tidak bekerja dalam satu model bersama. Kolaborasi merupakan bentuk bagaimana informasi dipertukarkan antara berbagai pihak—dan merupakan aspek penting dari level ini. Informasi desain dibagikan melalui format file umum, yang memungkinkan organisasi mana pun untuk menggabungkan data tersebut dengan data mereka sendiri untuk membuat model BIM gabungan, dan untuk melakukan pemeriksaan interogatif terhadapnya. Oleh karena itu perangkat lunak CAD apa pun yang digunakan masing-masing pihak harus mampu mengekspor ke format file umum seperti IFC (Industry Foundation Class) atau COBie (Construction Operations Building Information Exchange). Ini adalah metode kerja yang telah ditetapkan sebagai target minimum oleh pemerintah untuk semua pekerjaan pada pekerjaan sektor publik, pada tahun 2016.

Level 3

BIM Tingkat ini mewakili kolaborasi penuh antara semua disiplin ilmu dengan menggunakan satu model proyek bersama yang disimpan dalam repositori terpusat (biasanya database objek di penyimpanan cloud). Semua pihak dapat mengakses dan memodifikasi model yang sama, dan keuntungannya adalah menghilangkan lapisan terakhir dari risiko informasi yang saling bertentangan. Ini dikenal sebagai "Buka BIM." Dari "Apa itu BIM dan mengapa Anda membutuhkannya?", TMD Studio, London dan Praha, Jan Gasperek dan Ondrej Chudy

Dengan demikian, BIM memajukan industri dari otomatisasi tugas saat ini dari proyek dan proses yang berpusat pada kertas (level 0) (3D CAD, animasi, database terkait, spreadsheet, dan 2DCAD) menuju alur kerja yang terintegrasi dan dapat dioperasikan di mana tugas-tugas ini diciutkan menjadi proses terkoordinasi dan kolaboratif yang membutuhkan keuntungan maksimal dari kemampuan komputasi, komunikasi web, dan agregasi data ke dalam penangkapan informasi dan pengetahuan (Level 3). Semua ini digunakan untuk mensimulasikan dan memanipulasi model digital untuk mengelola lingkungan binaan dalam proses keputusan yang berulang dan dapat diverifikasi yang mengurangi risiko dan meningkatkan kualitas tindakan dan produk di seluruh industri.

Desain dan Konstruksi Virtual (VDC) adalah praktik menggunakan pemodelan informasi bangunan secara khusus sebagai studi pertama dari proses konstruksi. Studi yang dijalankan pertama adalah praktik standar dalam lean manufacturing dan lean construction—studi tersebut mendukung peningkatan proses dengan memfokuskan perhatian manajemen secara sangat dekat pada proses produksi untuk rangkaian produk pertama. Dengan VDC, desainer dan pembangun menguji produk dan proses konstruksi secara virtual dan menyeluruh sebelum melaksanakan pekerjaan di lapangan untuk membangun gedung. Mereka memeriksa model kinerja multidisiplin terpadu proyek desain-konstruksi, termasuk

fasilitas, proses kerja, rantai pasokan, dan tim proyek untuk mengidentifikasi dan menghilangkan kendala, sehingga meningkatkan kinerja proyek dan fasilitas yang dihasilkan.

Definisi Objek Parametrik

Konsep objek parametrik sangat penting untuk memahami BIM dan diferensiasinya dari objek 2D tradisional. Objek BIM parametrik didefinisikan sebagai berikut:

- Terdiri dari definisi geometris dan data serta aturan terkait.
- Geometri terintegrasi secara nonredundan, dan tidak memungkinkan adanya inkonsistensi. Saat objek ditampilkan dalam 3D, bentuk tidak dapat direpresentasikan secara internal secara berlebihan, misalnya, sebagai beberapa tampilan 2D. Rencana dan elevasi objek tertentu harus selalu konsisten. Dimensi tidak bisa "dipalsukan."
- Aturan parametrik untuk objek secara otomatis memodifikasi geometri terkait saat objek baru dimasukkan ke dalam model bangunan atau saat perubahan dilakukan pada objek terkait. Misalnya, sebuah pintu akan masuk secara otomatis ke dinding, sebuah saklar lampu akan secara otomatis ditempatkan di sebelah kanan pintu, sebuah dinding akan secara otomatis mengubah ukurannya sendiri ke langit-langit atau atap, dan seterusnya.
- Objek dapat didefinisikan pada tingkat agregasi yang berbeda, sehingga kita dapat mendefinisikan dinding serta komponen terkaitnya. Objek dapat didefinisikan dan dikelola pada sejumlah tingkat hierarki yang relevan. Misalnya, jika berat subkomponen dinding berubah, berat dinding juga harus berubah.
- Aturan objek dapat mengidentifikasi ketika perubahan tertentu melanggar kelayakan objek mengenai ukuran, kemampuan manufaktur, dan sebagainya.
- Objek memiliki kemampuan untuk menautkan atau menerima, menyiarkan, atau mengeksport set atribut, misalnya, bahan struktural, data akustik, data energi, dan sejenisnya, ke aplikasi dan model lain.

Teknologi yang memungkinkan pengguna untuk menghasilkan model bangunan yang terdiri dari objek parametrik dianggap sebagai alat pembuat BIM.

Dukungan untuk Kolaborasi Tim Proyek

Antarmuka terbuka harus memungkinkan impor data yang relevan (untuk membuat dan mengedit desain) dan mengeksport data dalam berbagai format (untuk mendukung integrasi dengan aplikasi dan alur kerja lain). Ada empat pendekatan utama untuk integrasi tersebut: (1) untuk tetap berada dalam satu produk vendor perangkat lunak, (2) untuk menggunakan perangkat lunak dari vendor yang telah berkolaborasi untuk menyediakan pertukaran file langsung melalui Application Programming Interface (API) dari salah satu atau kedua pasangan. aplikasi yang menggunakan format file milik salah satu vendor, (3) untuk menggunakan perangkat lunak dari berbagai vendor yang dapat bertukar data menggunakan standar industri terbuka, terutama skema Industry Foundation Classes (IFC), atau (4) model berbasis server pertukaran data melalui sistem manajemen basis data (DBMS). Pendekatan pertama memungkinkan integrasi yang lebih erat dan lebih mudah di antara produk dalam berbagai arah. Misalnya, perubahan model arsitektur akan menghasilkan perubahan pada model sistem mekanis, dan sebaliknya. Ini membutuhkan, bagaimanapun, bahwa semua anggota tim desain menggunakan perangkat lunak yang disediakan dari vendor yang sama.

Bim Sebagai Platform Lifecycle

BIM mendukung evaluasi ulang penggunaan TI dalam pembuatan dan pengelolaan siklus hidup fasilitas. Pemangku kepentingan termasuk real estat; kepemilikan; keuangan; semua bidang arsitektur, teknik, dan konstruksi (AEC); manufaktur dan fabrikasi; pemeliharaan fasilitas, operasi, dan perencanaan; kepatuhan terhadap peraturan; manajemen aset; keberlanjutan; dan pembuangan dalam siklus hidup fasilitas. Dengan tumbuhnya mandat lingkungan, keberlanjutan, dan keamanan masyarakat, kebutuhan akan data infrastruktur kritis yang terbuka dan dapat digunakan kembali telah tumbuh melampaui kebutuhan mereka yang saat ini memasok layanan dan produk ke industri. Responden pertama, lembaga pemerintah, dan organisasi lain juga membutuhkan data ini.

BIM memiliki banyak kesamaan dengan manajemen siklus hidup produk (PLM), yang berasal dari industri otomotif pada pertengahan 1980-an dan menyebar luas pada akhir 1990-an. PLM adalah proses pengelolaan produk sepanjang siklus hidupnya, yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk dan mengurangi pemborosan serta risiko melalui integrasi proses desain dan rekayasa serta penggunaan kembali informasi. BIM dan PLM sangat mirip dalam konsep sehingga banyak orang menyebut BIM sebagai proyek lifecycle management (PLM) atau building lifecycle management (BLM), menekankan pentingnya BIM sebagai platform untuk pembuatan dan pengelolaan informasi tentang bangunan sepanjang desain, konstruksi, dan masa pakainya.

Secara konseptual, BIM di Level 3 memainkan peran platform siklus hidup dengan menyediakan sumber informasi tunggal, yang memungkinkan peserta proyek untuk menanyakan, melihat, dan (kembali) menggunakan informasi saat ini. Namun, dengan teknologi dan praktik komersial saat ini, informasi masih dihasilkan dan dikelola oleh banyak sistem dan banyak pihak melalui fase proyek yang berbeda. Akibatnya, sangat penting untuk memiliki interoperabilitas data dan teknologi integrasi yang dapat meminimalkan kehilangan data selama proses pertukaran, berbagi, dan integrasi data. Pertukaran data melalui format data standar seperti IFC adalah salah satu pendekatan. Repositori data proyek tunggal yang terintegrasi seperti sistem berbasis cloud adalah hal lain. Sebuah database federasi atau terdistribusi adalah pendekatan ketiga. Pertukaran data melalui format file berpemilik atau tautan data langsung antara sistem yang berbeda melalui Antarmuka Pemrograman Aplikasi (API) juga merupakan pendekatan umum dalam praktik.

Meskipun tidak satu pun dari metode ini bebas dari kehilangan data, peran BIM sebagai platform siklus hidup berkembang, menghasilkan istilah baru seperti BIM FM, BIM hijau, BIM bidang dan BIM ke fabrikasi. BIM FM—integrasi model BIM dengan sistem FM dengan grafik dan data peralatan yang didukung oleh kedua sistem, yang secara tradisional merupakan sistem yang terpisah—merupakan area yang telah mengalami kemajuan yang sangat pesat.

Area pengembangan lainnya adalah penggunaan perangkat sensor yang terhubung ke internet (Internet of Things, IoT) yang terhubung dengan Building Automation Systems. Parn dkk. (2017) memberikan gambaran yang sangat baik tentang peluang BIM siklus hidup dan area masalah dalam makalah mereka "The Building Information Modeling Trajectory in Facilities Management: A Review." Mereka meringkas sebagai berikut: "Integrasi awal dari

data geometris dan semantik ini akan terbukti sangat berharga bagi tim FM selama hunian gedung, terutama yang berkaitan dengan pemantauan kinerja gedung. Pada gilirannya, pengukuran kinerja bangunan yang lebih akurat dalam penggunaan memberikan lingkaran virtual dan peluang umpan balik berbasis pengetahuan yang berharga bagi desainer dan kontraktor untuk meningkatkan pengembangan proyek masa depan yang ditugaskan.”

2.7 BUKAN PLATFORM BIM

Istilah BIM mencakup teknologi dan proses. Mengingat keduanya tersebar luas, istilah ini sering digunakan dalam cara yang cukup dangkal, kata kunci populer yang digunakan oleh pengembang perangkat lunak untuk menggambarkan kemampuan yang ditawarkan produk mereka dan oleh berbagai jenis profesional untuk menggambarkan layanan mereka. Ini menimbulkan kebingungan. Untuk memberikan kejelasan tentang platform BIM, paragraf berikut menjelaskan solusi pemodelan yang bukan merupakan platform BIM. (Lingkungan BIM, platform BIM, dan alat BIM dijelaskan di Bagian 2.3.) Ini termasuk aplikasi yang membuat jenis model berikut:

- **Model yang hanya berisi data 3D dan tidak ada (atau sedikit) atribut objek:** Ini adalah model yang hanya dapat digunakan untuk visualisasi grafis dan tidak memiliki kecerdasan pada tingkat objek. Mereka baik untuk visualisasi tetapi memberikan sedikit atau tidak ada dukungan untuk integrasi data dan analisis desain. Aplikasi SketchUp Trimble, misalnya, sangat bagus untuk pengembangan yang cepat desain skema bangunan dan untuk memvisualisasikan bentuk, tetapi penggunaannya terbatas untuk jenis analisis lainnya karena tidak memiliki pengetahuan tentang fungsi objek dalam desain. Rhino 3D McNeel, ketika digunakan untuk pemodelan permukaan, dapat dimasukkan ke dalam alur kerja BIM, tetapi bukan pemodelan BIM itu sendiri. Ini adalah alat BIM sejauh mereka mendukung proses BIM, tetapi mereka bukan platform BIM.
- **Model tanpa dukungan perilaku:** Ini adalah model yang mendefinisikan objek tetapi tidak dapat menyesuaikan posisi atau proporsinya karena tidak menerapkan perilaku parametrik. Hal ini membuat perubahan menjadi sangat padat karya dan tidak memberikan perlindungan terhadap penciptaan pandangan model yang tidak konsisten atau tidak akurat.
- **Model yang terdiri dari beberapa file referensi CAD 2D yang harus digabungkan untuk mendefinisikan bangunan:** Tidak mungkin untuk memastikan bahwa model 3D yang dihasilkan akan layak, konsisten, atau dapat dihitung, dan menampilkan kecerdasan sehubungan dengan objek yang terkandung di dalamnya .
- **Model yang memungkinkan perubahan dimensi dalam satu tampilan yang tidak secara otomatis tercermin dalam tampilan lain:** Ini memungkinkan kesalahan dalam model yang sangat sulit untuk dideteksi (mirip dengan menimpa formula dengan entri manual dalam spreadsheet).

2.8 MANFAAT BIM?

Teknologi BIM dapat mendukung dan meningkatkan banyak praktik bisnis. Meskipun tidak semua keuntungan yang dibahas di bawah ini tercapai di semua proyek, kita mencantulkannya untuk menunjukkan seluruh ruang lingkup perubahan yang dapat diharapkan seiring dengan perkembangan proses dan teknologi BIM. BIM adalah inti dari cara di mana desain bangunan dan proses konstruksi dapat menanggapi tekanan yang meningkat untuk kompleksitas yang lebih besar, pengembangan yang lebih cepat, peningkatan keberlanjutan, pengurangan biaya, dan pengoperasian dan pemeliharaan bangunan yang lebih efektif dan efisien. Praktik tradisional tidak mampu merespon tekanan tersebut. Bagian selanjutnya secara singkat menjelaskan bagaimana peningkatan kinerja ini dapat dicapai.

Manfaat Prakonstruksi bagi Pemilik

Konsep, Kelayakan, dan Manfaat Desain.

Sebelum pemilik menyewa seorang arsitek, perlu untuk menentukan apakah sebuah bangunan dengan ukuran tertentu, tingkat kualitas, dan persyaratan program yang diinginkan dapat dibangun dengan anggaran biaya dan waktu tertentu. Dengan kata lain, dapatkah suatu bangunan memenuhi persyaratan keuangan pemiliknya? Jika pertanyaan-pertanyaan ini dapat dijawab dengan relatif pasti, pemilik kemudian dapat melanjutkan dengan harapan bahwa tujuan mereka dapat dicapai. Menemukan bahwa desain tertentu secara signifikan melebihi anggaran setelah sejumlah besar waktu dan usaha telah dikeluarkan adalah pemborosan. Sebuah model bangunan perkiraan (atau "makro") dibangun ke dalam dan terkait dengan database biaya dapat menjadi nilai yang luar biasa dan bantuan untuk pemilik.

Peningkatan Kinerja dan Kualitas Bangunan.

Mengembangkan model skema sebelum menghasilkan model bangunan rinci memungkinkan evaluasi yang lebih hati-hati dari skema yang diusulkan untuk menentukan apakah memenuhi fungsional bangunan, keberlanjutan, dan persyaratan lainnya. Evaluasi awal alternatif desain menggunakan alat analisis/simulasi meningkatkan kualitas bangunan secara keseluruhan.

Peningkatan Kolaborasi Menggunakan Pengiriman Proyek Terintegrasi.

Ketika pemilik menggunakan Integrated Project Delivery (IPD) untuk pengadaan proyek, BIM dapat digunakan oleh tim proyek dari awal desain untuk meningkatkan pemahaman mereka tentang persyaratan proyek dan untuk mengekstrak perkiraan biaya saat desain dikembangkan. Hal ini memungkinkan desain dan biaya untuk lebih dipahami dan juga menghindari penggunaan pertukaran kertas dan penundaan terkait.

Manfaat untuk Desain

Desain melibatkan penyempurnaan dan artikulasi proyek, dalam semua aspek—ekonomi, struktur, energi, estetika, fungsional, dan lain-lain—untuk memenuhi tujuan klien. Ini berdampak pada semua fase selanjutnya.

Visualisasi Desain yang Lebih Awal dan Lebih Akurat.

Model 3D yang dihasilkan oleh perangkat lunak BIM dirancang secara langsung daripada dihasilkan dari beberapa tampilan 2D. Ini dapat digunakan untuk memvisualisasikan desain pada setiap tahap proses dengan harapan akan konsisten secara dimensi di setiap tampilan.

Koreksi Tingkat Rendah Otomatis Saat Perubahan Dibuat pada Desain.

Jika objek yang digunakan dalam desain dikendalikan oleh aturan parametrik yang memastikan keselarasan yang tepat, maka model 3D akan bebas dari kesalahan geometri, keselarasan, dan koordinasi spasial. Ini mengurangi kebutuhan pengguna untuk mengelola perubahan desain.

Pembuatan Gambar 2D yang Akurat dan Konsisten pada Setiap Tahap Desain.

Gambar yang akurat dan konsisten dapat diekstraksi untuk setiap set objek atau tampilan tertentu dari proyek. Ini secara signifikan mengurangi jumlah waktu dan jumlah kesalahan yang terkait dengan menghasilkan gambar konstruksi untuk semua disiplin desain. Ketika perubahan pada desain diperlukan, gambar yang sepenuhnya konsisten dapat dihasilkan segera setelah modifikasi desain dimasukkan.

Kolaborasi Sebelumnya dari Beberapa Disiplin Desain.

Teknologi BIM memfasilitasi pekerjaan simultan oleh berbagai disiplin desain. Meskipun kolaborasi dengan gambar juga dimungkinkan, namun pada dasarnya lebih sulit dan memakan waktu daripada bekerja dengan satu atau lebih model 3D terkoordinasi di mana kontrol perubahan dapat dikelola dengan baik. Ini mempersingkat waktu desain dan secara signifikan mengurangi kesalahan dan kelalaian desain. Ini juga memberikan wawasan sebelumnya tentang masalah desain dan memberikan peluang untuk desain untuk terus ditingkatkan. Ini jauh lebih hemat biaya daripada menunggu sampai desain hampir selesai dan kemudian menerapkan rekayasa nilai hanya setelah keputusan desain utama dibuat.

Verifikasi Mudah Konsistensi terhadap Maksud Desain.

BIM menyediakan visualisasi 3D sebelumnya dan mengkuantifikasi area ruang dan jumlah material lainnya, memungkinkan perkiraan biaya lebih awal dan lebih akurat. Untuk bangunan teknis (laboratorium, rumah sakit, dan sejenisnya), maksud desain sering kali didefinisikan secara kuantitatif, dan ini memungkinkan model bangunan digunakan untuk memeriksa persyaratan ini. Untuk persyaratan kualitatif (misalnya ruang ini harus berdekatan), model 3D juga dapat mendukung evaluasi otomatis.

Ekstraksi Perkiraan Biaya selama Tahap Desain.

Pada setiap tahap desain, teknologi BIM dapat mengekstrak tagihan kuantitas dan ruang yang akurat yang dapat digunakan untuk estimasi biaya. Pada tahap awal desain, perkiraan biaya didasarkan pada formula yang disesuaikan dengan jumlah proyek yang signifikan, misalnya, jumlah tempat parkir, luas area kantor seluas kaki persegi dari berbagai jenis, atau biaya unit per kaki persegi. Seiring perkembangan desain, jumlah yang lebih rinci tersedia dan dapat digunakan untuk perkiraan biaya yang lebih akurat dan terperinci. Dimungkinkan untuk membuat semua pihak menyadari implikasi biaya yang terkait dengan desain yang diberikan sebelum berlanjut ke tingkat perincian yang diperlukan dari tawaran konstruksi. Pada tahap akhir desain, perkiraan berdasarkan jumlah untuk semua objek yang terdapat dalam model memungkinkan penyusunan perkiraan biaya akhir yang lebih akurat. Akibatnya, dimungkinkan untuk membuat keputusan desain yang lebih terinformasi mengenai biaya menggunakan BIM daripada sistem berbasis kertas. Saat menggunakan BIM untuk perkiraan biaya, jelas diinginkan untuk memiliki kontraktor umum dan mungkin kontraktor perdagangan utama yang akan bertanggung jawab untuk membangun struktur, sebagai bagian dari tim proyek.

Pengetahuan mereka diperlukan untuk perkiraan biaya yang akurat dan wawasan yang dapat dibangun selama proses desain.

Peningkatan Efisiensi dan Keberlanjutan Energi.

Menghubungkan model bangunan ke alat analisis energi memungkinkan evaluasi penggunaan energi selama fase desain awal. Ini tidak praktis menggunakan alat 2D tradisional karena waktu yang dibutuhkan untuk menyiapkan input yang relevan. Jika diterapkan sama sekali, analisis energi dilakukan pada akhir proses desain 2D sebagai persyaratan peraturan, sehingga mengurangi peluang untuk modifikasi yang dapat meningkatkan kinerja energi bangunan. Kemampuan untuk menghubungkan model bangunan dengan berbagai jenis alat analisis memberikan banyak peluang untuk meningkatkan kualitas bangunan.

Manfaat Konstruksi dan Fabrikasi

Penggunaan Model Desain sebagai Dasar untuk Komponen Fabrikasi.

Jika model desain ditransfer ke alat fabrikasi BIM dan dirinci ke tingkat objek fabrikasi (model toko), itu akan berisi representasi akurat dari objek bangunan untuk fabrikasi dan konstruksi. Karena komponen sudah didefinisikan dalam 3D, fabrikasi otomatisnya menggunakan mesin kontrol numerik difasilitasi. Otomatisasi seperti itu adalah praktik standar saat ini dalam fabrikasi baja dan beberapa pekerjaan lembaran logam. Ini telah berhasil digunakan dalam komponen pracetak, fenestrasi, dan fabrikasi kaca. Hal ini memungkinkan vendor di seluruh dunia untuk menguraikan model, untuk mengembangkan detail yang diperlukan untuk fabrikasi, dan untuk memelihara tautan yang mencerminkan maksud desain. Di mana maksud untuk membuat atau merakit lebih awal diperkenalkan cukup awal dalam proses desain, BIM secara efektif memfasilitasi fabrikasi di luar lokasi dan mengurangi biaya dan waktu konstruksi. Keakuratan BIM juga memungkinkan komponen desain yang lebih besar untuk dibuat di luar lokasi daripada yang biasanya dicoba menggunakan gambar 2D, karena kemungkinan kebutuhan untuk perubahan di lokasi (pengerjaan ulang) dan ketidakmampuan untuk memprediksi dimensi yang tepat hingga item lainnya selesai dibangun di lapangan. Ini juga memungkinkan kru pemasangan yang lebih kecil, waktu pemasangan yang lebih cepat, dan ruang penyimpanan di tempat yang lebih sedikit.

Respon Cepat terhadap Perubahan Desain.

Dampak dari perubahan desain yang disarankan dapat dimasukkan ke dalam model bangunan, dan perubahan pada objek lain dalam desain akan diperbarui secara otomatis. Beberapa pembaruan akan dilakukan secara otomatis berdasarkan aturan parametrik yang ditetapkan. Pembaruan lintas sistem tambahan dapat diperiksa dan diperbarui secara visual atau melalui deteksi bentrokan. Konsekuensi dari perubahan dapat secara akurat tercermin dalam model dan semua pandangan selanjutnya tentangnya. Selain itu, perubahan desain dapat diselesaikan lebih cepat dalam sistem BIM karena modifikasi dapat dibagikan, divisualisasikan, diperkirakan, dan diselesaikan tanpa menggunakan transaksi kertas yang memakan waktu. Memperbarui dengan cara ini sangat rawan kesalahan dalam sistem berbasis kertas.

Penemuan Kesalahan Desain dan Kelalaian sebelum Konstruksi.

Karena model bangunan 3D virtual adalah sumber untuk semua gambar 2D dan 3D, kesalahan desain yang disebabkan oleh gambar 2D yang tidak konsisten akan dihilangkan. Selain itu, karena model dari semua disiplin ilmu dapat disatukan dan dibandingkan, antarmuka

multisistem dengan mudah diperiksa baik secara sistematis (untuk bentrokan keras dan jarak bebas) dan secara visual (untuk jenis kesalahan lainnya). Konflik dan masalah konstruktibilitas diidentifikasi sebelum dideteksi di lapangan. Koordinasi antara desainer dan kontraktor yang berpartisipasi ditingkatkan dan kesalahan kelalaian berkurang secara signifikan. Ini mempercepat proses konstruksi, mengurangi biaya, meminimalkan kemungkinan perselisihan hukum, dan memberikan proses yang lebih lancar bagi seluruh tim proyek.

Sinkronisasi Desain dan Perencanaan Konstruksi.

Perencanaan konstruksi menggunakan CAD 4D memerlukan menghubungkan rencana konstruksi ke objek 3D dalam desain dan melengkapi model dengan objek peralatan konstruksi (shoring, scaffolding, crane, dll.), sehingga memungkinkan untuk mensimulasikan proses konstruksi dan menunjukkan apa yang bangunan dan situs akan terlihat seperti pada setiap titik waktu. Simulasi grafis ini memberikan wawasan yang cukup tentang bagaimana gedung akan dibangun dari hari ke hari dan mengungkapkan sumber masalah potensial dan peluang untuk perbaikan yang mungkin (lokasi, kru dan peralatan, konflik ruang, masalah keselamatan, dan sebagainya).

Implementasi yang Lebih Baik dari Teknik Konstruksi Lean.

Teknik konstruksi ramping memerlukan koordinasi yang cermat antara kontraktor umum dan semua sub untuk memastikan bahwa hanya pekerjaan yang dapat dilakukan (yaitu, semua prasyarat terpenuhi) yang ditugaskan kepada kru. Ini meminimalkan upaya yang sia-sia, meningkatkan aliran kerja, dan mengurangi kebutuhan akan inventaris material di lokasi. Karena BIM menyediakan model desain yang akurat dan sumber daya material yang diperlukan untuk setiap segmen pekerjaan, BIM memberikan dasar untuk perencanaan dan penjadwalan subkontraktor yang lebih baik dan membantu memastikan kedatangan orang, peralatan, dan material yang tepat waktu. Ini mengurangi biaya dan memungkinkan kolaborasi yang lebih baik di lokasi kerja. Model ini juga dapat digunakan dengan komputer tablet untuk memfasilitasi pelacakan material, kemajuan instalasi, dan pemosisian otomatis di lapangan.

Sinkronisasi Pengadaan dengan Desain dan Konstruksi.

Model bangunan lengkap memberikan jumlah yang akurat untuk semua (atau sebagian besar, tergantung pada tingkat pemodelan 3D) bahan dan objek yang terkandung dalam desain. Kuantitas, spesifikasi, dan properti ini dapat digunakan untuk pengadaan bahan dari vendor produk dan subkontraktor (seperti sub beton pracetak).

Manfaat Pasca Konstruksi

Peningkatan Komisioning dan Serah Terima Informasi Fasilitas.

Selama proses konstruksi, kontraktor umum dan kontraktor MEP mengumpulkan informasi tentang material yang dipasang dan informasi pemeliharaan untuk sistem di gedung. Informasi ini dapat dihubungkan ke objek dalam model bangunan dan dengan demikian tersedia untuk diserahkan kepada pemilik untuk digunakan dalam sistem manajemen fasilitas mereka. Ini juga dapat digunakan untuk memeriksa bahwa semua sistem berfungsi seperti yang dirancang sebelum bangunan diterima oleh pemiliknya. Ini dapat dicapai dengan mengunduh data satu kali dari sistem BIM ke FM menggunakan standar COBie atau menggunakan sistem BIM-FM terintegrasi.

Manajemen dan Pengoperasian Fasilitas yang Lebih Baik.

Model bangunan menyediakan sumber informasi (grafik dan spesifikasi) untuk semua sistem yang digunakan dalam bangunan. Analisis sebelumnya yang digunakan untuk menentukan peralatan mekanis, sistem kontrol, dan pembelian lainnya dapat diberikan kepada pemilik, sebagai sarana untuk memverifikasi keputusan desain setelah bangunan digunakan. Informasi ini dapat digunakan untuk memeriksa bahwa semua sistem bekerja dengan baik setelah pembangunan selesai.

Integrasi dengan Sistem Operasi dan Manajemen Fasilitas.

Model bangunan yang telah diperbarui dengan semua perubahan yang dibuat selama konstruksi menyediakan sumber informasi yang akurat tentang ruang dan sistem yang dibangun dan memberikan titik awal yang berguna untuk mengelola dan mengoperasikan bangunan. Model informasi bangunan mendukung pemantauan sistem kontrol waktu nyata, karena menyediakan antarmuka alami untuk sensor dan untuk pengoperasian fasilitas jarak jauh. Banyak dari kemampuan ini baru mulai diimplementasikan, tetapi BIM menyediakan platform yang ideal untuk penerapannya.

2.9 MANAJEMEN PROYEK TANGKAS

Memiliki proses pengembangan yang dapat beradaptasi yang dapat merespons kondisi ekonomi yang berubah dengan cepat adalah salah satu cara organisasi dapat bersaing secara efektif. Manajemen proyek yang gesit meningkatkan kemampuan tim dan organisasi untuk bereaksi terhadap perubahan ini. Pendekatan tradisional untuk manajemen proyek sering kali memerlukan mengikuti rencana yang ditetapkan, dan jika ada perbedaan dari rencana ini, manajer proyek sering diharapkan untuk memperbaikinya atau meminta persetujuan untuk rencana yang direvisi. Pendekatan tangkas, bagaimanapun, mengakui bahwa tujuan pasti akan berubah dan bahwa mencapai nilai bagi klien harus menjadi pertimbangan yang paling penting.

Sering terjadi bahwa selama proses pengembangan persyaratan akan berubah secara substansial. Semakin lama interval waktu dari pengumpulan persyaratan hingga pengiriman, semakin besar kemungkinan klien akan menunjukkan bahwa apa yang telah dikembangkan tidak memenuhi kebutuhan mereka. Selain itu, kecil kemungkinannya banyak persyaratan akan tetap dianggap penting setelah beberapa bulan atau bahkan pada awal pengembangan. Saat workshop dengan klien, sering terjadi bahwa setiap peserta mengajukan setidaknya satu persyaratan, tetapi jika setelah menguraikan daftar ini ada peluang voting untuk prioritas persyaratan ini, kemungkinan banyak dari mereka yang tidak dipilih sama sekali. Bukan hanya tim klien perlu melihat prototipe, seringkali untuk memahami apa yang sebenarnya mereka inginkan, tetapi juga kemungkinan bahwa perangkat lunak apa pun yang dikembangkan dapat mengubah proses bisnis sedemikian rupa sehingga membuat persyaratan asli menjadi lebih usang.

Salah satu cara untuk mengurangi risiko pengembangan terlepas dari apa yang sebenarnya dibutuhkan oleh klien adalah dengan memberikan umpan balik yang lebih sering kepada klien termasuk apa yang sedang dikembangkan. Manajemen proyek yang gesit mempercepat siklus umpan balik dan secara aktif melibatkan pelanggan dalam

memprioritaskan persyaratan dan desain produk. Mengirimkan produk setelah 12 atau 18 bulan menimbulkan risiko bahwa kebutuhan bisnis telah berubah atau bahwa tim klien menyadari saat melihat perangkat lunak itu bukan apa yang sebenarnya mereka inginkan. Lebih baik memiliki siklus umpan balik reguler yang terus-menerus memprioritaskan fungsionalitas yang paling berharga dan memberikan beberapa utas perangkat lunak yang berfungsi untuk dikomentari klien. Memproduksi perangkat lunak atau produk nyata secara berkala dan memiliki siklus komunikasi berkelanmiliarn, yang melibatkan klien, adalah inti dari metode tangkas.

Perencanaan tradisional biasanya didasarkan pada konsep memberikan proyek dalam anggaran yang ditetapkan dalam jadwal yang ditetapkan. Filosofi tangkas mencakup pengiriman produk atau perangkat lunak bernilai tinggi secepat mungkin. Memastikan bahwa penyampaian ini mendapat manfaat dari umpan balik reguler akan meningkatkan nilai ini. Ini juga memastikan bahwa dalam waktu yang tetap, nilai terbesar dalam hal fungsionalitas seperti yang diprioritaskan oleh klien disampaikan. Pergeseran untuk organisasi dan manajer proyek adalah satu dari pengiriman proyek ke jadwal dan anggaran ke salah satu pengiriman nilai tertinggi dalam waktu dan batasan lain yang ditetapkan.

Melalui siklus iterasi dan rilis, dengan perangkat lunak pengembangan produk yang bekerja terus-menerus, kepercayaan dibangun, dan klien dapat melihat bahwa setiap rilis memberikan peningkatan fungsionalitas dan nilai bisnis.

Paradoks

Manajer biasanya ingin tahu berapa banyak dan berapa lama proyek akan berlangsung, namun mereka masih ingin memiliki fleksibilitas untuk menanggapi lingkungan bisnis dan merangkul inovasi. Bagaimana kita bisa mencapai fleksibilitas dan menanggapi perubahan, dan pada saat yang sama mengikuti rencana? Jawabannya sebagian dalam perincian, mengingat kemampuan pada tingkat abstraksi yang tinggi untuk perencanaan dan memungkinkan tim pengembangan untuk menentukan tugas spesifik sesuai dengan kebutuhan proyek. Agile secara inheren dapat diukur karena siklus reguler yang jelas dan tindakan internal dan eksternal. Pada abstraksi tingkat tinggi, ini adalah rilis reguler yang ditentukan oleh kebutuhan proyek, domain, dan metode tangkas, seringkali setiap 90-120 hari. Di dalamnya ada iterasi 1 bulan atau siklus yang lebih pendek. Dan selanjutnya, dalam sehari ada siklus harian yang mengidentifikasi apa yang telah disampaikan, apa masalahnya dan apa yang akan dilakukan selanjutnya. Dalam hal ini, terutama dalam pengembangan perangkat lunak, ada siklus yang dicapai dalam periode yang lebih singkat oleh tim pengembangan menggunakan pengembangan yang digerakkan oleh pengujian dan teknik pengujian otomatis.

Definisi Sukses Adalah Bagian dari Masalah

Jika kita mengukur keberhasilan dalam hal mencapai spesifikasi asli, maka mengukur proyek tangkas yang dirancang untuk memasukkan perubahan tujuan untuk mencapai nilai bisnis maksimum bagi klien pasti akan bermasalah. Apa yang dibutuhkan adalah untuk mendasarkan tindakan pada apa yang klien anggap nilai dan untuk ini terus diperbarui. Dalam metode tangkas, dan khususnya dengan metode Scrum, ini dicapai melalui pemilik produk yang merupakan perwakilan klien dalam tim. Biasanya, pemilik produk adalah bagian dari tim pengembangan yang mewakili dan bekerja sama dengan klien atau tim klien untuk

menentukan kemampuan dan fitur penyusun yang paling berharga. Pada awal setiap iterasi, mereka semua akan terlibat dalam memprioritaskan fitur dari kemampuan yang telah mereka identifikasi menjadi detail fungsionalitas yang diharapkan dari sistem. Tergantung pada metode, persyaratan mungkin dalam bentuk cerita pengguna untuk mendapatkan beberapa ide tentang bagaimana pengguna akan menggunakan sistem. Melalui proses inilah pemilik produk dengan tim pengembangan memprioritaskan cerita yang paling berharga untuk iterasi yang akan datang. Siklus ini berlanjut sehingga pada titik tertentu proyek telah memberikan fungsionalitas nilai tertinggi seperti yang didefinisikan oleh klien.

Salah satu keuntungan dari pengurangan waktu siklus adalah tim segera mempelajari apa yang berhasil dan apa yang tidak, dan dapat memperbaiki perkembangan yang diperlukan. Keuntungan lain adalah perangkat lunak atau produk kerja yang berharga digunakan lebih awal, mulai memberikan kontribusi manfaat ekonomi, sehingga proyek mencapai titik impas dan memberikan pengembalian investasi (ROI) lebih cepat.

2.10 APA ITU AGILE?

Jim Highsmith (2010) menguraikan bahwa menjadi tangkas bukanlah peluru perak untuk memecahkan masalah pengembangan atau manajemen proyek Anda. Dia mencirikan tangkas dalam dua pernyataan: 'Kelincahan adalah kemampuan untuk menciptakan dan merespons perubahan untuk mendapatkan keuntungan dalam lingkungan bisnis yang bergejolak. Kelincahan adalah kemampuan untuk menyeimbangkan fleksibilitas dan stabilitas' (Highsmith, 2002).

Konsep pengembangan berulang dan inkremental bukanlah hal baru, dan pengembang pada 1980-an dan 1990-an merancang metode ringan yang ditujukan untuk melibatkan tim pengembangan dan pelanggan dalam kolaborasi yang lebih erat. Aliansi pengembang ini bertemu di Snowbird, Utah, pada Februari 2001 untuk melihat apakah ada kesamaan antara berbagai metodologi yang digunakan pada saat itu. Mereka menyetujui manifesto yang tangkas dan nilai-nilai (di bawah) yang mendukung manifesto tersebut. Pembaruan terbaru untuk ini dapat ditemukan di www.AgileAlliance.org:

- Prioritas tertinggi kita adalah untuk memuaskan pelanggan melalui pengiriman perangkat lunak yang berharga secara dini dan berkelanjutan.
- Menyambut perubahan persyaratan, bahkan terlambat dalam pengembangan. Proses tangkas memanfaatkan perubahan untuk keunggulan kompetitif pelanggan.
- Mengirimkan perangkat lunak yang berfungsi sesering mungkin, dari beberapa minggu hingga beberapa bulan, dengan preferensi pada skala waktu yang lebih pendek.
- Pelaku bisnis dan pengembang harus bekerja sama setiap hari selama proyek berlangsung.
- Bangun proyek di sekitar individu yang termotivasi. Beri mereka lingkungan dan dukungan yang mereka butuhkan, dan percayai mereka untuk menyelesaikan pekerjaan.
- Metode penyampaian informasi yang paling efisien dan efektif ke dan di dalam tim pengembangan adalah percakapan tatap muka.
- Perangkat lunak yang berfungsi adalah ukuran utama kemajuan.

- Proses tangkas mendorong pembangunan berkelanjutan.
- Sponsor, pengembang, dan pengguna harus dapat mempertahankan kecepatan yang konstan tanpa batas.
- Perhatian terus menerus pada keunggulan teknis dan desain yang baik meningkatkan kelincahan.
- Kesederhanaan – seni memaksimalkan jumlah pekerjaan – sangat penting.
- Arsitektur, persyaratan, dan desain terbaik muncul dari tim yang mengatur diri sendiri.
- Secara berkala tim merefleksikan bagaimana menjadi lebih efektif, kemudian menyesuaikan dan menyesuaikan perilakunya.

Salah satu aspek terpenting dari proses tangkas adalah refleksi dan adaptasi yang berkelanjutan. Banyak dari nilai-nilai ini juga telah diadopsi oleh pendekatan manajemen proyek tangkas, terutama konsep yang tertanam dalam salah satu metode, scrum, termasuk panjang iterasi yang ditetapkan yang disebut sprint, pertemuan stand-up harian dan ulasan, sebagai bagian dari proses. Di akhir setiap sprint, produk nyata dikirimkan dan di akhir serangkaian sprint, rilis, versi produk yang berfungsi saat ini dirilis ke pelanggan untuk tinjauan terperinci.

Lean

Proses lean ditandai dengan berkurangnya persediaan dan waktu siklus. Ada banyak konsep yang sama antara agile dan lean terutama dalam proses untuk menghilangkan pemborosan dan pengerjaan ulang. Latar belakang gerakan lean dapat dilihat di sektor manufaktur Jepang dan juga dalam inisiatif peningkatan kualitas Six Sigma. Seperti banyak metode dan pendekatan tangkas, beberapa ide berakar pada praktik sebelumnya.

Grant Rule (2011), selama kuliah tamunya di UCL, 2010, menguraikan konsep serupa yang digunakan dalam teknik lini produksi membangun kapal perang di puncak kerajaan Venesia, beberapa ratus tahun sebelum konsep jalur produksi otomotif. Selama periode ekspansi ini, kapal perang kayu harus melindungi kepentingan perdagangan Venesia dan karena ruang terbatas di Arsenale, inventaris dan limbah dijaga agar tetap minimum dan tekanan konflik berarti mereka harus mengurangi waktu siklus dan melepaskan kapal untuk melindungi rute dan wilayah mereka sesering mungkin. Ini akan sama dengan memproduksi perangkat lunak yang berfungsi secara sering kepada pelanggan. Ada bukti perbaikan terus-menerus dalam proses meskipun apakah ini memungkinkan waktu tim untuk refleksi dan pengorganisasian diri sangat tidak mungkin.

Pentingnya rilis perangkat lunak yang sering adalah pusat dalam manajemen proyek yang gesit. Hal ini memungkinkan umpan balik dari klien untuk membangun kepercayaan dan produk efektif yang memberikan nilai tertinggi dalam waktu tertentu. Karena persyaratan sering masuk ke dalam profil yang mirip dengan analisis Pareto dengan hanya 20% fungsi yang digunakan 80% dari waktu, memberikan nilai dan fungsionalitas tertinggi terlebih dahulu seringkali sudah cukup karena banyak persyaratan tambahan mungkin sudah usang, jarang digunakan, atau perlu untuk diganti.

Untuk memanfaatkan sepenuhnya metode tangkas, praktik lean perlu diadopsi di seluruh organisasi (Salloway, Beaver, dan Trott, 2010). Memang benar bahwa tantangan

utama dalam suatu organisasi seringkali adalah perubahan budaya yang diperlukan, yang mencakup pemberdayaan tim, menciptakan lingkungan kepercayaan untuk memungkinkan tim menentukan pendekatan mereka sendiri untuk pengembangan. Agile bukanlah obat mujarab. Tidak ada resep yang harus diikuti, tetapi ada beberapa pola yang mungkin harus diikuti oleh semua proyek. Salah satu polanya adalah gagasan untuk mengatur waktu setiap aspek dari siklus proyek. Ini bukan hanya waktu yang ditentukan tetapi waktu sesingkat mungkin untuk mempercepat umpan balik dan siklus pembelajaran terkait. Ini termasuk diskusi dengan klien serta pertemuan tinjauan.

Dua Tingkat Perencanaan

Teknik tangkas mendorong perencanaan pada dua tingkat abstraksi. Pelanggan atau klien yang diwakili oleh pemilik produk biasanya memiliki ide awal untuk kemampuan produk yang dikembangkan. Hal ini memungkinkan untuk rencana kemampuan tingkat tinggi untuk dikembangkan di mana kemampuan dapat dinilai. Dean Leffingwell (2007) menyarankan pendekatan fitur nilai di mana fitur diberi prioritas dan nilai, memberikan segera beberapa indikasi nilai proyek serta pendekatan untuk melacak kemajuan dalam hal nilai pada tingkat tinggi.

Pada tingkat iterasi, kemampuan perlu didekomposisi lebih lanjut menjadi fitur dan cerita dan diprioritaskan. Inilah yang memberikan pelacakan tingkat kedua dan dapat dicapai dalam hal cerita dan ukuran yang diperkirakan dalam hal poin cerita. Tim kemudian memutuskan bagaimana tugas-tugas ini dipecah dan berkomitmen untuk tingkat harian pengiriman pekerjaan ini.

Terminologi

Seperti halnya praktik profesional lainnya, sering kali ada istilah yang mungkin sulit ditafsirkan oleh orang luar. Dalam hukum, fase Latin sering digunakan, meskipun semakin banyak di bidang lain seperti kedokteran, tampaknya bahasa tersebut menyatu dengan istilah yang lebih mudah dipahami. Glosarium istilah tangkas dapat ditemukan di Panduan Praktik Agile <http://guide.agilealliance.org/>. Mungkin terkadang mereka yang tidak terlibat dalam manajemen dan pengembangan proyek tangkas agak bingung dengan istilah-istilah seperti scrum dan perencanaan poker. Apakah ini semacam permainan yang kita mainkan? Ya, sebagian dari jawabannya adalah ya, karena proses perencanaan yang sangat interaktif dan kolaboratif telah disebut sebagai 'permainan' oleh beberapa pendukung tangkas terkemuka (Cockburn, 2002). Sebuah permainan yang melibatkan pelanggan pada intinya dan memberikan nilai bisnis tertinggi dalam periode tertentu.

Bagaimana Pengembangan Agile Generik dan Proyek Berjalan?

Lokakarya mungkin diperlukan untuk menentukan keseluruhan proses dan pendekatan manajemen proyek. Teknik tangkas yang berbeda mendukung pendekatan yang berbeda, dan menggunakan istilah yang berbeda. Semua menguraikan kebutuhan untuk memprioritaskan persyaratan. Dalam beberapa metode, seperti pengembangan berbasis fitur (FDD), ini dikenal sebagai fitur dan mirip dengan pendekatan lain yang menggabungkan pemahaman tentang bagaimana pengguna menggunakan sistem, seperti cerita pengguna.

Cerita pengguna cenderung lebih jelas jika dikembangkan bersama dengan klien, dan waktu dihabiskan untuk mempertimbangkan bagaimana mereka akan diuji. Kisah pengguna

disimpan dalam jaminan simpanan produk dan pemilik produk atau perwakilan dari organisasi klien menentukan nilai masing-masing dan memprioritaskannya. Tim pengembangan kemudian menentukan mana yang dilakukan dalam iterasi berikutnya. Hal ini dicapai dengan pertemuan perencanaan awal di awal iterasi yang sering kali hanya berlangsung selama 2 jam di mana cerita diperkirakan oleh tim pengembangan mengenai berapa lama waktu yang dibutuhkan. Tim juga mempertimbangkan prioritas dalam product backlog untuk cerita mana yang akan dikembangkan untuk iterasi berikutnya, dan meninjaunya saat iterasi selesai.

Stand-up Meeting

Di awal setiap hari, ada stand-up meeting. Idenya adalah untuk menjaga agar rapat tetap singkat hingga maksimal 15 menit dan mendorong agar komentar tetap ringkas. Di sini anggota tim menguraikan secara singkat apa yang mereka lakukan kemarin, apa hambatan untuk menyelesaikan tugas tertentu dan apa yang akan mereka capai hari ini. Tugas dan siapa yang menulis dan meringkas di papan tulis, dan karena komitmen ini dibuat untuk kelompok, ada kecenderungan untuk mencapai apa yang telah digariskan individu sebagai tugas mereka. Setelah pertemuan singkat, setiap masalah teknis yang didiskusikan seringkali akan segera diselesaikan oleh orang lain dalam kelompok tergantung pada apakah itu masalah arsitektur, pemrograman, atau sumber daya. Ada umpan balik reguler. Biasanya, ada retrospektif atau tinjauan di akhir setiap iterasi untuk menguraikan apa yang berjalan dengan baik dan apa yang tidak berjalan dengan baik, tetapi ada juga tinjauan harian dan pertemuan stand-up membantu menyoroiti masalah lebih awal.

Kuncinya adalah sistem ulasan bawaan di setiap level.

Dengan kelompok penelitian saya setelah proyek mereka, saya bertanya kepada mereka, apakah mereka diizinkan untuk mengulangi proyek mereka, berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai hasil yang sama? Sebagian besar telah bekerja hampir 6 bulan dan setuju bahwa untuk mengulangi pekerjaan mereka dan mencapai hasil yang sama akan memakan waktu kurang dari separuh waktu. Sebagian besar ini disebabkan oleh kurva pembelajaran, mencari cara untuk memecahkan masalah, memutuskan metrik yang valid, mengembangkan prosedur pengujian yang efektif, merancang pengujian dan memperkenalkan prosedur pengujian otomatis jika memungkinkan. Inilah pentingnya mempercepat waktu siklus untuk mendapatkan hasil dengan cepat dan belajar darinya. Untuk mengembangkan kode dan mengirimkannya ke klien setelah enam bulan tanpa peninjauan dengan klien adalah resep bencana. Mereka akan selalu mengatakan bahwa ini tidak seperti yang mereka bayangkan. Umpan balik diperlukan baik untuk pembelajaran tim dan juga untuk memastikan bahwa tim memberikan produk yang tepat untuk pelanggan dan memastikan bahwa apa yang mereka berikan adalah nilai dan kualitas tertinggi. (Collins 2013)

Penting bagi kelompok penelitian untuk mempertimbangkan nilai dari pendekatan manajemen proyek dan menganggapnya sebagai bantuan daripada sebagai biaya tambahan. Teknik dalam pengujian memperjelas tujuan dan jika pengujian dilakukan secara otomatis akan mempercepat proses. Pendekatan yang lebih fasilitatif untuk manajemen proyek diperlukan baik dalam penelitian maupun pengembangan. Dalam metode scrum, ini didukung

oleh peran ScrumMaster yang berfungsi untuk memastikan bahwa proses yang ditentukan oleh grup diikuti.

Perkiraan

Dalam pendekatan tradisional, manajer memperkirakan dan mencoba menetapkan rencana yang dapat diprediksi, dan setiap penyimpangan dari ini dipandang sebagai masalah dengan tim pengembangan. Pendekatan ini, sering dikombinasikan dengan urutan persyaratan air terjun untuk pengumpulan, desain, pengembangan, dan pengujian, sering kali gagal. Daftar panjang persyaratan yang mungkin membutuhkan waktu berbulan-bulan untuk dikumpulkan seringkali sudah ketinggalan zaman sebelum desain dimulai. Inilah sebabnya mengapa sangat penting untuk membangun sesuatu untuk dilihat klien secara berkala untuk memeriksa apakah apa yang sedang dibangun memenuhi persyaratan.

Mike Cohn (2004) dengan bercanda menunjukkan dalam bukunya tentang cerita pengguna, menggunakan analogi berdasarkan belanja, bahwa tugas-tugas yang tampaknya sepele seringkali membutuhkan waktu beberapa jam untuk diselesaikan. Ini adalah cara untuk memperkenalkan beberapa poin penting tentang optimisme berlebihan dalam estimasi, dan tidak memberikan cukup waktu untuk pengembangan teknis atau pengujian menyeluruh.

Tentu saja, ada kalanya manajer proyek mungkin dengan sengaja memberi tahu manajemen senior apa yang ingin mereka dengar, dan menyetujui jadwal singkat yang tidak realistis yang tidak dapat dicapai oleh tim pengembangan. Dengan manajemen proyek yang gesit, aspek-aspek ini berkurang secara substansial. Pertama, skenario 'death march' tanpa waktu dan perencanaan yang tidak realistis dari manajer proyek dihindari karena tim memperkirakan pekerjaan mereka sendiri. Prioritas yang ditentukan oleh klien sebenarnya memutuskan apa yang harus diambil dari backlog produk dan dimasukkan ke dalam iterasi berikutnya. Backlog ini kemudian dapat digunakan sebagai ukuran yang jelas untuk melindungi tim dari tuntutan tambahan yang tidak masuk akal. Jika tugas lebih lanjut ditambahkan ke backlog produk, prioritas setiap tugaslah yang menentukan urgensinya. Karena hanya sejumlah cerita tertentu dalam hal kesulitan dan durasi relatif dalam poin cerita yang dapat dicapai dalam setiap iterasi, ada indikasi langsung apakah mungkin atau bahkan jika itu adalah prioritas untuk menambahkan cerita baru ke dalam cerita saat ini. pengulangan. Pekerjaan kemudian disampaikan dengan kecepatan yang berkelanmiliarn dengan cara yang dapat diprediksi, dan jadwal proyek disesuaikan dengan lebih banyak proses dan metrik proyek yang tersedia.

Salah satu aspek gesit adalah menggunakan 'kebijaksanaan orang banyak', memanfaatkan fakta bahwa kelompok dapat memperkirakan dengan hasil prediksi yang lebih baik dan lebih cepat daripada anggota tim individu. Pendekatan sebelumnya telah menggunakan teknik Delphi berdasarkan rata-rata dan memberikan peringkat yang lebih tinggi untuk nilai pusat. Dalam beberapa tahun terakhir, teknik populer yang telah diadopsi oleh komunitas tangkas adalah 'perencanaan poker'. Hal ini memungkinkan estimasi cepat dari cerita pengguna dan akan memungkinkan, berdasarkan estimasi ini, tim untuk merencanakan serangkaian cerita pengguna yang realistis dan tugas konstituen untuk iterasi saat ini. Hal ini didasarkan pada konsep bahwa mereka yang melakukan pekerjaan paling baik

ditempatkan untuk melakukan estimasi. Selain itu, karena banyak manfaat dari estimasi dapat dicapai dengan cukup cepat, upaya yang lebih keras telah mengurangi pengembalian akurasi. Setiap tim pengembangan memiliki satu set kartu yang ditandai dengan serangkaian angka Fibonacci. Ini terdiri dari dua angka sebelumnya yang ditambahkan, 1, 2, 3, 5, 8, 13, dengan kartu yang lebih besar tidak harus sesuai dengan urutan, katakanlah 100. Ada varian lain dari seri ini yang dimulai dengan 0 dan 0,5, yang lain berdasarkan kelipatan 10 dan lainnya bahkan dengan tanda tanya untuk keputusan yang awalnya sulit dibuat. Idenya adalah relatif mudah untuk menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan suatu tugas dibandingkan dengan tugas lain, tetapi ini menjadi lebih sulit seiring dengan bertambahnya ukuran. Karena semakin sulit untuk membedakan antara angka berurutan saat tugas menjadi lebih besar, kesenjangan yang semakin lebar membuatnya lebih mudah untuk memperkirakan (misalnya, lebih mudah untuk menentukan apakah tugas akan memakan waktu lebih dekat ke 8 atau 13 unit daripada katakanlah 11 dan 13 unit waktu).

Untuk setiap cerita pengguna, setiap anggota tim memperkirakan dalam poin cerita upaya relatif yang diperlukan untuk mengembangkan dan menempatkan kartu pilihan mereka dengan nilai tertutup. Segera setelah semua orang melakukan ini, mereka membalik kartu mereka untuk mengungkapkan perkiraan mereka pada saat yang sama. Mungkin ada konsensus pada angka-angka, katakanlah 3, 3, 3 dan 5 dalam hal ini kartu yang mewakili nilai yang disepakati secara umum diambil. Namun, jika ada variasi, angka rendah dan tinggi, katakanlah, mereka yang memilih nilai-nilai ini menguraikan perspektif mereka, dan mungkin karena ini ada asumsi dan masalah teknis yang belum dipertimbangkan oleh orang lain, dan ada putaran lain dari pemungutan suara. Jika ada konsensus, tim dapat melanjutkan ke cerita berikutnya. Putaran tanpa diskusi, sebagaimana digariskan oleh Amr Elssamadi (2009), memungkinkan refleksi dan konsensus, tetapi mungkin memiliki konsekuensi individu terlalu dipengaruhi oleh pemimpin yang dirasakan dalam kelompok.

Jika tim bekerja dengan cerita pengguna, maka mereka perlu memperkirakan ukuran relatif cerita ini di awal iterasi sebagai tim. Mike Cohn (2004) menunjukkan bahwa ini dapat dilakukan dalam poin cerita, yang dapat dikaitkan dengan praktik dan pengalaman kerja tim itu sendiri. Namun, ukuran kerja yang sebenarnya menjadi jelas dari ukuran kecepatan tim itu sendiri, berapa banyak poin cerita mereka yang mereka selesaikan dalam seminggu atau iterasi. Ukuran ini kemudian dapat digunakan sebagai cuaca kemarin, untuk memberikan perkiraan tingkat pekerjaan yang lebih baik, dan garis dasar yang lebih baik sebagai ukuran penyelesaian cerita pengguna dan tugas konstituen mereka untuk menyelesaikannya (Cohn, 2006).

Tim menggunakan langkah-langkahnya sendiri seperti grafik kecepatan dan 'pembakaran' yang menunjukkan cerita yang tersisa untuk dikembangkan. Ketika kemampuan dan fitur menjadi semakin jelas dan stabil dari manajemen, dan tim memperoleh tingkat pengembangan yang berkelanjutan, data pengujian akan mendukung angka yang menunjukkan kapan proyek akan selesai. Data uji termasuk persentase kelulusan uji penerimaan, jumlah perubahan kode (churn) dan tingkat kerusakan akan menjadi sangat penting dalam pengembangan perangkat lunak dan akan digunakan bersama untuk menetapkan perkiraan realistis untuk penyelesaian keseluruhan proyek.

Utang Teknis

Selama proses perencanaan iterasi, penting untuk mempertimbangkan kualitas produk dan memastikan atribut seperti skalabilitas dan keamanan. Ini mungkin tidak selalu digariskan oleh pelanggan atau pemilik produk, tetapi untuk menghindari hutang teknis dan kode yang sulit untuk dipertahankan dan diperluas, masalah ini perlu ditangani. Hal ini penting dalam proses perencanaan bahwa masalah arsitektur ditangani. Salah satu cara untuk membantu mencapai hal ini adalah dengan mempertimbangkan tidak hanya fungsionalitas pengguna atau cerita pengguna tetapi juga tugas yang harus dicapai untuk menjaga aspek arsitektur tetap diperlukan. Hal ini dapat dicapai melalui pemetaan ketergantungan seperti yang digariskan oleh Brown et al. (2010).

2.11 KONSTRUKSI BIM DAN LEAN

Ide utama dari konstruksi ramping adalah untuk mengoptimalkan nilai bagi pelanggan melalui perbaikan proses berkelanjutan yang mengoptimalkan aliran dan mengurangi pemborosan. Prinsip-prinsip dasar diambil dari produksi lean, dan banyak yang telah dipelajari dari Toyota Production System (TPS). Secara alami, adaptasi yang signifikan diperlukan sebelum ide dan alat TPS diterapkan pada konstruksi. Adaptasi bersifat praktis dan teoretis, dan proses tersebut telah memunculkan cara berpikir baru tentang produksi dalam konstruksi, seperti konsep Transformasi-Aliran-Nilai (TFV) yang didefinisikan oleh Koskela (1992).

Banyak alat dan teknik konstruksi ramping, seperti Sistem Perencana Terakhir (Ballard, 2000), memerlukan komitmen dan pendidikan, tetapi umumnya dapat diimplementasikan dengan sedikit atau tanpa dukungan perangkat lunak. Namun demikian, terdapat sinergi yang kuat antara konstruksi ramping dan BIM, dalam hal penggunaan BIM memenuhi beberapa prinsip konstruksi ramping dan sangat memudahkan pemenuhan prinsip-prinsip lean lainnya. Ada banyak penyebab pemborosan dalam konstruksi yang dihasilkan dari cara informasi dihasilkan, dikelola, dan dikomunikasikan menggunakan gambar, seperti inkonsistensi antara dokumen desain, aliran informasi desain yang terbatas dalam batch besar, dan waktu siklus yang panjang untuk permintaan informasi. BIM tidak hanya menghilangkan pemborosan ini, tetapi juga melakukan sesuatu yang lebih—memperbaiki alur kerja bagi banyak pelaku dalam proses konstruksi, bahkan jika mereka tidak menggunakan BIM secara langsung.

Dalam sebuah studi tentang hubungan ini, Sacks et al. (2010) mendaftar 24 prinsip lean, 18 fungsi BIM dan mengidentifikasi 56 interaksi eksplisit di antara mereka, 52 di antaranya adalah interaksi positif. Area pertama dari sinergi yang signifikan adalah penggunaan BIM mengurangi variasi. Kemampuan untuk memvisualisasikan bentuk dan mengevaluasi fungsi, generasi alternatif desain yang cepat, pemeliharaan informasi dan integritas model desain (termasuk ketergantungan pada satu sumber informasi dan pengecekan bentrok), dan pembuatan laporan otomatis, semuanya menghasilkan lebih konsisten dan dapat diandalkan. Informasi yang sangat mengurangi pemborosan pengerjaan ulang dan menunggu informasi. Ini mempengaruhi semua anggota tim desain bangunan, tetapi dampak ekonominya terhadap mereka yang terlibat langsung dalam konstruksi lebih besar.

Area sinergi kedua adalah BIM mengurangi waktu siklus. Dalam semua sistem produksi, tujuan penting adalah untuk mengurangi waktu keseluruhan yang diperlukan untuk suatu

produk untuk maju dari masuk ke sistem sampai selesai. Ini mengurangi jumlah barang dalam proses, akumulasi inventaris, dan kemampuan sistem untuk menyerap dan merespons perubahan dengan pemborosan minimal. Ini relevan dalam manajemen desain, perencanaan konstruksi, dan dalam perencanaan dan pengendalian produksi di lokasi.

Ketiga, BIM memungkinkan visualisasi, simulasi, dan analisis produk dan proses konstruksi. Visualisasi sangat meningkatkan pemahaman klien tentang desain bangunan, dan pengambilan persyaratan ditingkatkan. BIM membantu menyelaraskan model mental berbagai anggota tim proyek proyek, menghilangkan banyak pemborosan yang dihasilkan dari desain yang tidak konsisten lintas disiplin ilmu. Desainer dapat mensimulasikan dan menganalisis kinerja bangunan untuk meningkatkan desain fungsional. Untuk kontraktor dan pemasok mereka, memvisualisasikan proses konstruksi mendukung perencanaan dan pengendalian produksi yang lebih baik. Akhirnya, dan mungkin yang paling jelas, di mana digunakan secara efektif, BIM meningkatkan arus informasi.

Mempertimbangkan sinergi ini, menjadi jelas mengapa dokumen American Institute of Architects tentang Pengiriman Proyek Terpadu, yang pada dasarnya merupakan pendekatan ramping (Eckblad et al., 2007), menyatakan, “Meskipun mungkin untuk mencapai Pengiriman Proyek Terpadu tanpa Pemodelan Informasi Bangunan, itu adalah pendapat dan rekomendasi dari studi ini bahwa sangat penting untuk secara efisien mencapai kolaborasi yang diperlukan untuk Pengiriman Proyek Terpadu.”

Mendefinisikan Arsitektur Sistem

Arsitektur suatu sistem menggambarkan keseluruhan struktur, komponen, antarmuka, dan perilakunya. Definisi bervariasi tetapi sering mencakup perspektif atau pandangan dari struktur (Bass, Clements, dan Kazman, 2003). Salah satu area yang ditekankan oleh satu contoh proses terpadu generik (UP) dan proses terpadu rasional (RUP) adalah konsep persyaratan. Dalam hal ini, seringkali fungsionalitas pengguna melalui kasus pengguna dan subset skenario yang menunjukkan fungsionalitas apa yang dibutuhkan pengguna atau aktor dari sistem.

Beberapa metode tangkas seperti pemrograman ekstrim (XP) mendukung penggunaan pemahaman sistem dengan cara eksplorasi, melalui pengembangan kode, meningkatkan desain tanpa mempengaruhi perilaku, yaitu, refactoring. Jadi, misalnya, mengembangkan pemeriksaan keamanan dalam sistem perbankan akan memerlukan pemahaman struktur dan pengkodean fitur ini akan memverifikasi dan dengan cepat membangun arsitektur, jika model belum tersedia.

Kecuali masalah arsitektur ditangani, akan ada inkonsistensi dalam kinerja saat sistem diskalakan. Cacat ini akan membutuhkan lebih banyak refactoring untuk menghindari masalah desain. Oleh karena itu, beberapa pertimbangan desain diperlukan untuk menghindari masalah di kemudian hari. Proses pertimbangan perencanaan arsitektur ini disebut landasan arsitektur, memungkinkan transisi dan pengerjaan ulang yang mulus dan untuk menghindari hutang teknis. Perencanaan ke depan, arsitektur dapat dialokasikan pada proses yang direncanakan seperti yang dianjurkan dalam penyediaan arsitektur tangkas (Brown et al., 2010). Di sini, elemen arsitektur yang diperlukan untuk atribut kualitas (non-fungsional) seperti keamanan dialokasikan ke backlog iterasi dan disediakan dalam periode ini untuk

secara hati-hati menguraikan persyaratan fungsional dan non-fungsional, yang sangat penting dalam menentukan penskalaan dan faktor kinerja. Alasan untuk keputusan arsitektur harus dicatat dan dapat dimasukkan dalam perencanaan iterasi. Sebuah pendekatan alternatif tetapi serupa akan memasukkan lonjakan desain pada saat yang bertanggung jawab terakhir (LRM) untuk memastikan fleksibilitas arsitektur. Ketika ada pilihan arsitektur, ini kemudian dapat memungkinkan pendekatan yang berbeda untuk estimasi nilai. Alih-alih menggunakan analisis biaya-manfaat statis, yang biasanya didasarkan pada perkiraan dan arsitektur statis, penyelidikan opsi alternatif, dan perubahan relatifnya di masa depan dapat diselidiki dan ditafsirkan melalui analisis opsi nyata (Bahsoon dan Emmerich, 2004). Pendekatan ini, yang awalnya dikembangkan di pasar keuangan, semakin banyak digunakan untuk menentukan sifat yang berubah secara dinamis dari opsi yang layak di berbagai bidang seperti penyediaan sumber daya seperti dalam penyediaan cloud dalam sektor TI (Collins, 2011). Sifat rekayasa berubah dan semakin 'menyusun sistem dari sumber terbuka, komersial, dan komponen berpemilik' (Bosch, 2011), dan di lingkungan yang gesit di mana fokusnya adalah pada eksplorasi awal, 'keputusan pemilihan dan pertukaran' harus ditangkap termasuk alasan yang akan membantu untuk memahami mengapa produk lebih baik dan mengapa itu sedang dibangun (CMMI, 2010). Optimalitas Pareto dan bagaimana ini dapat diterapkan untuk menyeimbangkan persyaratan serta keputusan trade-off untuk tujuan dalam proyek dan manajemen program adalah bidang penelitian saat ini di Fakultas Ilmu Teknik di UCL.

Berbagi Ilmu dan Refleksi

Tim peneliti terkenal karena sinergi mereka. Jeff Sutherland (2005) menguraikan antusiasme ini dalam proyek tangkas dan Dean Leffingwell (2007) menguraikan konsep-konsep ini termasuk bagaimana tim dapat menciptakan sudut pandang baru dan menyelesaikan masalah melalui dialog. Dalam lokakarya, khususnya dalam penelitian dan inovasi ilmiah, akan berguna untuk memungkinkan dialog, tidak harus mempertahankan ide Anda, dan waktu lebih jauh untuk mengeksplorasi kemungkinan. Ini menyegarkan, karena seringkali penekanannya adalah pada diskusi untuk menyelesaikan masalah dalam jangka waktu tertentu, yaitu time-boxing. Leffingwell juga menunjukkan bahwa dalam semangat scrum, di antara banyak atributnya termasuk komitmen dan otonomi, 'pemimpin memberikan kekacauan kreatif'. Inilah tepatnya konsep yang disampaikan Sir Paul Nurse, selama kuliah BBC David Dumbleby pada tahun 2012, ketika ia menjelaskan bagaimana menciptakan lingkungan kolaboratif bagi para peneliti untuk unggul di Crick Institute di masa depan. Untuk setiap proyek, tingkat pemahaman tujuan, desain yang muncul perlu dipertimbangkan dan pola yang sesuai harus ada. Pengembangan dan penelitian yang gesit membutuhkan kerangka kerja proses dan tata kelola.

Nilai yang Diperoleh

Dengan kemajuan manajemen proyek tradisional didasarkan pada pelacakan tugas antara, seperti produksi dokumen persyaratan dan artefak desain, yang dapat dicapai tanpa produk yang dapat dibuktikan atau berfungsi. Membiarkan langkah-langkah yang tidak terkait dengan produk kerja dapat memberikan rasa kemajuan yang salah. Dengan tangkas, fokusnya adalah pada apakah perangkat lunak berfungsi, apakah itu yang diinginkan klien atau bernilai.

Ini dilakukan melalui umpan balik terus-menerus melalui rilis untuk menunjukkan dan memungkinkan umpan balik untuk meningkatkan produk dan nilai.

Untuk melacak kemajuan menuju tujuan dalam proyek teknologi dan TI di mana ada desain yang muncul, ini perlu dicapai pada tingkat abstraksi yang lebih tinggi. Dalam proyek penelitian, gagasan yang jelas tentang tujuan awal atau eksplorasi konsep masih membutuhkan perencanaan yang matang; jika tidak, kecil kemungkinan dana akan diberikan. Mungkin ada fase eksplorasi yang setara dengan studi kelayakan di mana satu atau dua lokakarya direncanakan untuk menguraikan strategi atau mengembangkan arsitektur untuk mengembangkan teknologi. Tahap awal ini akan memiliki tujuan yang jelas dan harus memiliki alasan yang jelas bagi mereka yang diundang. Karena dibatasi oleh waktu dan biaya konsultan dan fasilitator, anggaran dapat dengan mudah dipastikan. Ini mungkin terjadi jika para pihak menyetujui fase desain eksplorasi, kemudian fase pengembangan.

Selama fase awal, untuk menentukan ruang lingkup atau batasan penelitian atau pengembangan, itu akan mencakup tujuan yang dalam banyak hal akan dipecah lebih lanjut ke kapabilitas sesuai dengan jenis proyek inovasi atau pengembangan. Kemampuan, istilah yang sering digunakan dalam proyek militer, menentukan apa yang dibutuhkan tanpa menentukan bagaimana hal ini akan dicapai. Jika ini adalah proyek pengembangan perangkat lunak, ini dapat dibagi lagi menjadi fitur dan cerita. Terkadang, istilah epik dalam pengembangan tangkas sering digunakan untuk agregasi fitur yang lebih besar. Kisah pengguna mewakili apa yang dibutuhkan klien atau pemilik produk. Persyaratan ini sering ditulis sebagai garis besar pendek pada kartu dan kemudian diuraikan lebih lanjut menjadi tugas. Pemilik produk berdiskusi dengan tim tentang prioritas dan urutan pengembangan terkait dengan masalah pengembangan termasuk arsitektur perangkat lunak.

Penggunaan manajemen nilai yang diperoleh (EVM) dikembangkan dengan baik di sektor manajemen proyek tertentu termasuk industri konstruksi dan semakin diamanatkan dalam proyek-proyek pertahanan. Ini dapat diterapkan pada pengembangan perangkat lunak dan tangkas. Inti dari pengembangan tangkas adalah komunikasi kolaboratif bersama antara klien dan tim pengembangan, memastikan nilai bagi klien dan tim pengembangan yang termotivasi. Meskipun manajemen dapat digunakan untuk menggunakan ukuran nilai yang diperoleh, ini perlu dikembangkan untuk proses yang gesit sehingga tim pengembangan tidak melihat ini sebagai overhead, dan kedua kelompok dapat bekerja sama secara kolaboratif. Satu kritik, bagaimanapun, EVM adalah ini tidak memberikan indikasi kualitas. Salah satu manfaat dari mengadaptasi pendekatan ini dalam hubungannya dengan manajemen proyek tangkas adalah proses yang meningkatkan kualitas, seperti refactoring, sering dimasukkan ke dalam praktik pengembangan tangkas.

Jika EVM diperlukan oleh manajemen senior atau melalui proses tata kelola proyek, satu pendekatan adalah membuat pelaporan pada dua tingkat; satu untuk pelacakan kemampuan dan satu berdasarkan cerita, yang dapat dihasilkan dengan overhead minimal sebagai bagian dari proses perencanaan.

Dalam pengembangan tangkas, ada prioritas berkeadilan pada tingkat iterasi, yang dirancang untuk durasi yang sama. Nilai yang diperoleh dapat diterapkan ke cerita pengguna ini, tetapi ada perbedaan tipis dalam penerapannya. Rekonsiliasi tampaknya sulit, karena

cerita pengguna terus diprioritaskan menurut klien tentang apa yang mereka anggap sebagai cerita pengguna yang paling berharga. Cerita-cerita ini disimpan di backlog untuk seleksi selama setiap iterasi, dan tim memperkirakan seberapa besar mereka dalam hal poin cerita. Cerita menurut prioritas dipilih untuk iterasi oleh klien berdasarkan nilai yang mereka rasakan. Jika tabel diawali dengan nilai fungsional atau nilai bisnis, urutan prioritas bisa lebih jelas, meskipun prioritas tertinggi harus berada di bagian atas backlog, dan proses pengembangan kemudian menarik rangkaian cerita dan tugas berikutnya. Seperti dapat dilihat dari gambar, nilai yang diperoleh dapat diturunkan dari jumlah pekerjaan yang diselesaikan. Untuk cerita pertama, dengan prioritas tertinggi pada daftar dan nilai bisnis, cerita selesai dan karena itu mendapatkan semua poin.

Meskipun cerita memakan waktu sedikit lebih lama dari yang diharapkan (yaitu, 120 jam), itu selesai dan karena itu mendapatkan nilai penuh 100. Ketika cerita tidak selesai, itu dialokasikan nol. Dari angka-angka tersebut, indeks kinerja jadwal (SPI) dan indeks kinerja biaya (CPI) dapat dipastikan memberikan indikasi kemajuan (Collins, 2006). Beberapa berpendapat bahwa kecepatan lebih penting. Ini tidak sama dengan nilai yang diperoleh. Kecepatan adalah tingkat di mana tim bekerja dan merupakan ukuran internal yang berguna seperti grafik burndown, yang menunjukkan pekerjaan yang tersisa dan dapat bertindak sebagai motivator bagi tim.

Namun, meskipun dapat dilihat bahwa nilai yang diperoleh valid dalam suatu iterasi, ada interpretasi yang berbeda tentang bagaimana hal ini dapat bekerja pada tingkat abstraksi yang lebih tinggi dan nilai bagi manajemen proyek pada tingkat proyek. Craig Larman (2004) menyarankan penggunaan perkiraan dalam hal anggaran. Ini paling mudah dicapai dalam hal jam kerja. Dia juga menguraikan konsep penghitungan ulang pekerjaan yang direncanakan untuk setiap iterasi, dan garis dasar diperbarui saat lebih banyak informasi muncul. Untuk tugas-tugas untuk mendapatkan nilai, adalah bijaksana untuk hanya mempertimbangkan ini ketika sepenuhnya selesai. Namun, menilai ini perlu pertimbangan yang cermat karena pengembangan setiap cerita biasanya dianggap selesai ketika semua tes termasuk tes integrasi dan penerimaan selesai. Dapat dilihat bahwa menggunakan spreadsheet sederhana sebagai produk sampingan dari perkiraan tim, sistem EV dapat digunakan sebagai indikator kemajuan dalam hal nilai bisnis.

Tren yang Muncul untuk Manajemen Proyek Agile

Manajemen proyek yang gesit memberikan kesempatan untuk memberikan perangkat lunak, layanan, dan produk dengan cepat untuk memenuhi tuntutan kebutuhan pelanggan yang selalu berubah. Kebutuhan untuk mengembangkan perangkat lunak dan proses digital dengan cepat menggunakan metode agile menjadi semakin penting untuk dapat bersaing di pasar digital, bahkan bagi banyak organisasi menjadi vital untuk kelangsungan hidup mereka. Salah satu trennya adalah penyediaan pengiriman perangkat lunak dan layanan yang berkelanjutan. Pendekatan ini menggunakan konsep dari metode agile dan lean manufacturing, menggabungkan rilis yang sering dan otomatisasi jika memungkinkan. Umpan balik reguler dari pelanggan memastikan kualitas penerapan dan apa yang disampaikan benar-benar memenuhi kebutuhan pelanggan.

Pengiriman berkeadilan bisa jauh lebih efektif dengan integrasi tim pengembangan dengan tim pengiriman. Keuntungan lebih lanjut yang cukup dapat dibuat jika perangkat lunak, layanan dan pengiriman proyek dapat diintegrasikan dengan proses bisnis lainnya. Tantangan bagi manajer adalah untuk memastikan bahwa semua proses yang relevan dioptimalkan, memberikan kesempatan untuk mengurangi biaya dan kompleksitas proses di seluruh organisasi.

Proyek tangkas menjadi semakin didorong oleh data untuk memastikan bahwa mereka memenuhi tujuan proyek dan selaras dengan apa yang dibutuhkan pelanggan. Kemajuan proyek sekarang sering dilacak secara real time, berdasarkan perangkat lunak yang berfungsi atau solusi dan umpan balik dari pelanggan. Ini adalah aspek tata kelola dan kepatuhan dari manajemen proyek yang semakin penting dalam pendekatan tangkas, memastikan bahwa peningkatan proses, tujuan bisnis, dan peraturan terpenuhi. Bagian berikut membahas beberapa tren dan tantangan utama: memahami kebutuhan pelanggan, penggunaan data dan visualisasi, mencapai kolaborasi lintas tim dan memberikan otonomi kepada tim sehingga mereka dapat memilih metode ramping dan gesit mana pun yang mereka anggap menambah nilai untuk mencapai strategi bisnis.

Memberikan Agility Perusahaan

Meskipun ada keberhasilan yang cukup besar dalam pengiriman perangkat lunak menggunakan metode tangkas, tantangannya sekarang, seperti Rigby et al. (2016) garis besar dalam artikel Harvard Business Review mereka, Merangkul Agility, adalah banyak organisasi perlu memanfaatkan kelincahan di seluruh organisasi. Dalam pasar yang semakin kompetitif, perlu untuk mendapatkan keuntungan dari kemampuan beradaptasi yang disediakan oleh proses tangkas. Bukti manfaat ekonomi telah ditunjukkan oleh survei yang dilakukan pada tahun 2007 oleh *Center for Information Systems Research (CISR)* di MIT Sloan, yang menunjukkan bahwa perusahaan yang gesit dapat meningkatkan laba sebesar 37% (Weill, 2007). Selain itu, Peter Weill dan Stephanie Woerner (2016) telah menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam pendapatan dan margin keuntungan bagi organisasi yang merangkul digitalisasi dan memahami pelanggan mereka dengan lebih baik.

Penelitian yang diterbitkan oleh McKinsey menunjukkan bahwa banyak organisasi menggunakan manajemen proyek tangkas untuk mengirimkan barang dan jasa dengan efisiensi yang lebih besar (Comella-Dorda et al., 2016). Ini juga membawa tantangan lebih lanjut dari pelanggan 'selalu aktif' yang mengharapkan ketersediaan dan keandalan yang berkeadilan. Untuk memanfaatkan peluang pasar baru dan beradaptasi secara dinamis tidak hanya membutuhkan kemampuan beradaptasi di dalam jalur pengiriman tetapi juga di seluruh perusahaan. Seperti yang dijelaskan Ross, Weill dan Robertson dalam buku mereka, *Creating a Foundation for Business Execution*, untuk mengikuti perubahan lingkungan bisnis, juga perlu memiliki fleksibilitas dalam proses digital dan arsitektur perusahaan (Ross et al., 2006). Dengan manajemen proyek yang gesit, organisasi dapat memanfaatkan peluang bisnis digital baru ini dan mempercepat waktu ke pasar.

Memahami Nilai Bisnis dan Nilai Pelanggan

Membentuk kemitraan strategis dan mencari ide di luar organisasi merupakan salah satu cara untuk mempercepat inovasi. Hal ini dapat dibantu dengan pendekatan yang lebih gesit yang

memungkinkan tim untuk memutuskan bagaimana menyusun percakapan ini dan mengubah cara tim berbagi informasi di awal proyek, melalui lokakarya atau sebagai alternatif hackathon.² Pendekatan ini memberikan wawasan tentang proses dan aliran nilai dari berbagai kelompok. Untuk pelanggan, ini dapat memberikan wawasan lebih lanjut dalam aliran nilai mereka, dari permintaan mereka hingga pemenuhan pesanan mereka.

Proses Agile semakin terintegrasi dengan perspektif yang berbeda sehingga tim lebih memahami perjalanan pelanggan. Kebutuhan pelanggan semakin digabungkan pada tahap awal, tidak hanya setelah solusi rekayasa, seperti yang sering kita lihat sekarang, terintegrasi dengan proses tangkas pemetaan pengalaman pelanggan (CX).³ Proses memerlukan desain dan pertimbangan yang cermat, apakah mereka memberikan nilai untuk bisnis atau pelanggan, atau keduanya. Misalnya, nilainya terbatas jika, aplikasi yang membantu pelanggan menemukan toko yang menjual produk yang mereka inginkan (melalui lokasi geografis di ponsel pintar mereka), jika sistem ini tidak terintegrasi ke dalam rantai pasokan dan toko membutuhkan waktu berminggu-minggu untuk memesan produk. Seluruh rantai pasokan perlu dipertimbangkan. Mark Schwartz menyoroti dalam bukunya, *The Art of Business Value*, bahwa manajer perlu memastikan bahwa makna nilai dipertimbangkan dari perspektif bisnis, mitra, dan apa yang dinilai pelanggan (Swartz, 2016).

Integrasi Proses

Banyak organisasi menggunakan manajemen proyek tangkas untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dan meningkatkan integrasi proses mereka. Siemens adalah contoh organisasi global yang tidak hanya berfokus pada pengembangan perangkat lunak yang gesit tetapi menggunakan manajemen proyek yang gesit untuk fokus pada nilai bisnis, mengurangi waktu tunggu dan waktu rilis, dan mendapatkan umpan balik dari pelanggan mereka. Proses ini memungkinkan fleksibilitas, sehingga jika sesuatu tidak memenuhi kebutuhan bisnis, atau pelanggan, dapat disesuaikan. Siemens juga mengintegrasikan manajemen siklus hidup aplikasi (ALM) mereka ke manajemen siklus hidup produk (PLM), misalnya, dengan pembuatan sistem tertanam. Berbagi informasi di seluruh proses ini membuat produksi sistem tertanam ini mulus dan menurunkan biaya produksi. Ini juga memungkinkan persyaratan untuk dilacak dengan lebih mudah. Mengintegrasikan perangkat lunak PLM dan praktik pengembangan perangkat lunak yang gesit meningkatkan sistem informasi dan dipandang sebagai kebutuhan untuk membantu mewujudkan strategi perusahaan. Ini tidak hanya memungkinkan konsolidasi sistem yang berbeda tetapi juga memungkinkan kelompok teknik global untuk berkolaborasi dan meluncurkan produk sebagai satu tim, mengurangi waktu ke pasar.

² Hackathon adalah tempat tim termasuk pakar domain, pembuat kode (pemrogram perangkat lunak) dan manajer proyek bekerja sama secara intensif dan mengembangkan prototipe dengan cepat, seringkali hanya dalam 1 atau 2 hari.

³ Humbel dkk. (2015) membuat perbedaan antara pelanggan, yang membayar perangkat lunak dan sering terlibat dalam pengembangan, dan pengguna yang mungkin menggunakan perangkat lunak dalam pekerjaan sehari-hari mereka dan juga dapat berkontribusi untuk pengembangan melalui jejaring sosial. Perspektif yang berbeda perlu dipertimbangkan apakah ini melalui (CX) atau pengalaman pengguna (UX) atau pendekatan desain lainnya.

Siemens juga mencapai umpan balik yang cepat dalam prototipe mereka, misalnya, dalam sistem manufaktur robot otonom mereka, bagian dari sistem manufaktur tangkas Siemens (SiAMS). Di kampus Pusat Teknologi Perusahaan Siemens Princeton, mereka sedang membangun robot mekanik seperti laba-laba untuk bekerja di area yang sulit diakses, di bidang manufaktur atau persiapan permukaan. Mereka mengoptimalkannya untuk bekerja sama menggunakan algoritme yang meniru berbagi pengetahuan dan kolaborasi tim tangkas manusia (Siemens, 2016). Faktanya, robot-robot ini dirancang untuk atribut lain yang mungkin Anda harapkan dari tim kecil yang diberdayakan, pengembangan diri, dan kemampuan untuk berbagi tugas secara mandiri. Untuk memanfaatkan sepenuhnya proses tangkas, perusahaan tidak hanya membutuhkan proyek tangkas individu yang berkinerja tinggi tetapi memanfaatkan metode tangkas di seluruh organisasi sehingga seluruh rantai pasokan diperiksa dan dioptimalkan.

Pengiriman terus menerus

Masalah biasanya muncul ketika tim bekerja dalam isolasi. Mengintegrasikan tim yang bertanggung jawab untuk pengembangan dan operasi (DevOps) memungkinkan jalur pengiriman berkelanjutan. Rilis fungsionalitas kecil dapat dibuat tersedia dalam peningkatan yang lebih kecil untuk mendapatkan umpan balik dari pelanggan dan mengurangi risiko. Jika ada masalah dengan rilis, fakta bahwa hanya sejumlah kecil perangkat lunak yang terpengaruh berarti ini dapat diperbaiki dengan cepat. Ini semakin ditingkatkan dengan apa yang dikenal sebagai penyebaran biru-hijau, yang memiliki dua aliran produksi yang identik 'biru' dan 'hijau'. Biru akan hidup dan memiliki lalu lintas produksi, sedangkan hijau akan berada di tahap akhir pengujian. Ketika hijau sepenuhnya diuji dan siap, itu diaktifkan sehingga hidup, menghilangkan waktu henti. Selain itu, jika masalah memang terjadi, maka mungkin ada pengembalian segera ke versi biru untuk mengurangi risiko.

Pergeseran Budaya

DevOps dapat dianggap sebagai perubahan budaya, merangkum filosofi tim lintas fungsi, dengan pengembangan dan operasi yang berkolaborasi secara efektif untuk meningkatkan aliran dan pengiriman produk. Agar sepenuhnya efektif, hal ini perlu melibatkan unit bisnis terkait lainnya juga. Ini bisa lebih mudah dicapai dalam organisasi yang sepenuhnya menganut metode tangkas daripada memiliki solusi bimodal, di mana mode tradisional dan tangkas hidup berdampingan. Namun, memiliki hasil yang dapat diprediksi dan pindah ke keadaan yang lebih eksploratif, jika dikelola secara efektif, dapat memfasilitasi transisi dari proses tradisional ke proses digital sekaligus mengurangi risiko 'big-bang', transisi sekaligus.

Kemajuan alami dalam DevOps adalah memastikan bahwa semua aspek yang relevan dari bisnis dan pengembangan terlibat dalam proses, termasuk jaminan kualitas dan kantor manajemen proyek (PMO). PMO mendukung pengiriman proyek dalam suatu organisasi, memantau tinjauan pengiriman proyek dan memberikan dukungan keputusan.

Kondisi keberhasilan proyek, seperti yang ditunjukkan oleh survei Asosiasi Manajemen Proyek (APM, 2015) mencakup, 'tata kelola yang efektif, proyek harus memiliki jalur pelaporan yang jelas dan komunikasi yang efektif antara semua pihak'. Kerangka kerja tata kelola memastikan tujuan dan standar diikuti dan memungkinkan organisasi membuat keputusan

investasi. Saat mengintegrasikan praktik tangkas, peran PMO perlu dipertimbangkan untuk memastikan kesesuaian yang sesuai dengan strategi. Namun, dapat menjadi tantangan bagi PMO untuk memiliki keterampilan yang diperlukan dan terkini untuk memberikan saran bagi tim pengiriman berkelanmiliarn. Lloyds Bank telah mengakui bahwa memiliki kemampuan teknis dalam PMO sangat penting, dan Sanjeev Sharma, CTO, DevOps Technical Sales and Adoption, IBM, menjelaskan di DevOps Summit London bahwa bank menyematkan pakar dari tim DevOps dalam PMO untuk memfasilitasi proses ini (Sharma, 2016).

Untuk organisasi yang berfokus pada tangkas, di mana prioritasnya adalah mendukung transformasi digital, seringkali dibutuhkan PMO khusus. Struktur ini dapat dianggap sebagai analog dengan struktur program, dengan PMO memiliki spesialisasi berbeda yang mendukung kelompok proyek yang relevan. Hal ini dapat meningkatkan tata kelola dan kepatuhan dalam organisasi global seperti halnya IBM, yang mengadopsi struktur semacam ini dengan PMO khusus untuk setiap lini produknya. Namun, seperti yang ditunjukkan Guy Barlow di blog Oracle-nya, berbagi informasi secara real-time menjadi lebih penting jika peran PMO didesentralisasi (Barlow, 2014).

DevOps ketika terintegrasi dengan unit bisnis lain yang bertanggung jawab untuk memahami kebutuhan pelanggan, jaminan kualitas (QA) dan PMO dapat sangat mempercepat keberhasilan penerapan perangkat lunak dan layanan. Kolaborasi di semua tim yang terkait dengan pengiriman dan penerapan, memastikan jalur pengiriman perangkat lunak yang andal dan tangguh yang terus disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan.

Berbasis Data

Perubahan ini memunculkan tantangan baru sehingga perangkat lunak dan perusahaan semakin didorong oleh data. Ada pergeseran dalam manajemen proyek tangkas menuju proyek yang didorong oleh data waktu nyata. Melalui eksperimen terus-menerus ini menggunakan metode empiris dan pendekatan tangkas dan ramping, berdasarkan metode ilmiah, proyek dapat dikelola dalam lingkungan digital yang bergerak cepat. Meskipun perencanaan dapat dikurangi dalam proyek digital eksplorasi dan bergerak cepat, umpan balik mengenai apakah proyek tersebut memenuhi tujuan pelanggan dan bisnis sering ditingkatkan. Organisasi menyadari bahwa aspek manajemen proyek dari proses tangkas sangat ideal untuk tata kelola yang diperlukan, kepatuhan, dan pelacakan bahwa strategi dan kebutuhan pelanggan telah terpenuhi.

Umpan balik reguler NASA dari pengembangan perangkat lunak yang berpusat pada pelanggan dari pembuatan malam mereka juga membantu mereka melacak. Prioritas tim NASA adalah untuk menekankan pada pelacakan kode dan tujuan mereka melalui umpan balik harian dari pelanggan mereka daripada perencanaan di muka (Trimble dan Webster, 2013). Ukuran kemajuan mereka semakin menjadi kode yang berfungsi. Analisis ini menjadi lebih penting dalam pengiriman berkelanmiliarn di mana masalah dapat diidentifikasi secara real time.

Ini adalah kemampuan untuk dengan cepat mendapatkan umpan balik dari pelanggan yang mengubah perencanaan proyek menjadi penekanan pada proses berbasis data yang menetapkan apakah kita memenuhi tujuan pelanggan. Ini mungkin dalam bentuk pengujian A/B, di mana sebagian lalu lintas web diarahkan ke satu kelompok pelanggan untuk melihat

apakah ada peningkatan penjualan, dan jika demikian maka seluruh lalu lintas dialihkan ke yang baru. Versi: kapan. Humble, Molesky dan O'Reilly menguraikan dalam buku mereka, *Lean Enterprise*, bahwa metode ini menggunakan data dari metode ini digunakan oleh organisasi teknologi, seperti Amazon dan Microsoft, untuk melihat apakah fitur dalam proyek mereka bahkan akan menambah nilai sebelum dibangun (Humble et al., 2015).

Ketika organisasi bergerak ke pengiriman berkelembagaan, ini memunculkan tantangan lebih lanjut. Manajer perlu menyediakan lingkungan keamanan dan kepercayaan psikologis, agar tim mereka mau bereksperimen dan terus meningkatkan, melalui proses, seperti kata perbaikan,⁴ seperti Humble et al. (2015) garis besar. Skelton dan O'Dell (2016) menunjukkan bahwa itu adalah masalah budaya, mendukung tim melalui beban kerja yang dapat dikelola dan memastikan arsitektur perangkat lunak selaras dengan struktur tim yang penting. Joe McKendrick, mengutip CTO Amazon, Werner Vogel, menguraikan bahwa Amazon memudahkan pengembang untuk "menekan tombol" menyebarkan aplikasi mereka' dan merilis pembaruan untuk pelanggan, pada dasarnya, mencapai penerapan pada tingkat yang setara dengan satu setiap detik (McKendrick, 2015). Jika organisasi ingin meniru kesuksesan Google dan Amazon, dan dapat menyesuaikan proses mereka dalam hitungan detik dan memenuhi kebutuhan pelanggan yang selalu berubah, diperlukan metode yang gesit dan ramping yang menggabungkan umpan balik cepat dan data waktu nyata.

Visi Bersama

Untuk menghindari silo ide dan untuk memastikan proyek memperhitungkan semua sudut pandang yang diperlukan, lokakarya biasanya diadakan. Lokakarya yang difasilitasi pada awal proyek merupakan bagian integral dari banyak pendekatan tangkas, seperti metode pengembangan sistem dinamis (DSDM, 2008). Rally Software, sekarang bagian dari CA Technologies, juga mengintegrasikan lokakaryanya dengan perencanaan rilis. Pendekatan mereka yang disebut, 'perencanaan ruang besar yang tangkas' dirancang untuk memastikan unit bisnis di seluruh organisasi disatukan dan berkolaborasi dari awal sehingga semua orang berada di halaman yang sama. Sebagai bagian dari proses ini, tim bekerja sama untuk berpartisipasi dalam proses perencanaan. Ini memastikan komunikasi dengan bisnis, bahwa proyek selaras dengan tujuan bisnis dan bahwa seluruh organisasi terlibat dan memiliki masukan untuk pengiriman produk atau layanan yang sedang dikembangkan. Seagate, sebuah organisasi penyimpanan data, mengadopsi metode ini untuk mengidentifikasi hambatan dalam prosesnya dan meningkatkan prediktabilitas, mencapai irama reguler untuk perencanaan rilis.

Penelitian oleh Dingsøyr et al. (2016) telah menunjukkan bahwa penting dalam pengembangan perangkat lunak tangkas bahwa tim memiliki model mental bersama (Dingsøyr, 2016). Memiliki visi bersama ini sama pentingnya saat kita menskalakan proyek dan mengintegrasikan unit lain di seluruh organisasi. Ini dapat ditingkatkan dengan alat visualisasi, yang dapat diadopsi untuk DevOps, untuk membawa tugas untuk kedua aliran operasi dan pengiriman ke dalam koordinasi yang lebih baik.

⁴ Peningkatan katas adalah salah satu pendekatan untuk proses perbaikan. Salah satu fiturnya adalah menetapkan tujuan dengan target yang jelas, untuk setiap iterasi.
Manajemen Periklanan (Dr. Sulartopo)

Kanban adalah konsep lean yang semakin diadopsi untuk meningkatkan visibilitas kemajuan di seluruh tim, mengurangi pemborosan, dan memastikan bahwa pekerjaan yang sedang berjalan (WIP) dijaga agar tetap minimum. Tugas ditulis pada catatan tempel berwarna, yang ditempatkan di papan tulis, yang disebut papan Kanban, untuk melacak kemajuan di seluruh tahap pengembangan. Jaguar Land Rover menggunakan perangkat lunak Kanban untuk mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan aliran. Perangkat lunak ini juga memungkinkan umpan balik terus menerus, memungkinkan tim teknik yang berbeda untuk menambahkan komentar dan meningkatkan keputusan. Visibilitas kemajuan lebih ditingkatkan, dengan menunjukkan status setiap kegiatan, termasuk penilaian. Ketika kegiatan dinilai baik, 'dinilai OK', atau 'tidak OK' diposting. Yang terakhir ini terkait dalam perangkat lunak untuk kategori yang berbeda, mengapa penilaian belum memenuhi standar yang diperlukan dan diskusi real-time untuk pekerjaan lebih lanjut yang perlu diselesaikan. Keputusan-keputusan penting juga dicatat termasuk poin-poin keras arsitektur, seperti jarak sumbu roda atau posisi tempat duduk sehubungan dengan fitur-fitur lainnya. Diskusi dan diagram yang menggambarkan setiap masalah yang timbul juga dapat ditampilkan pada saat yang bersamaan, sehingga penyelesaian masalah yang mulus dapat dicapai.

Systematic, sebuah perusahaan perangkat lunak internasional telah berhasil menerapkan dan meningkatkan metode tangkas untuk pengembangan perangkat lunaknya. Proses tangkas diterapkan di seluruh organisasi, termasuk sistem manajemennya, meningkatkan visibilitas, dan mengurangi beban kerja dokumen. Tim mereka telah menjadi pengadopsi awal visualisasi dan otomatisasi dan dalam jalur pengiriman berkelanmiliarn mereka untuk klien. Hal ini mengakibatkan Systematic menjadi salah satu organisasi pertama yang diakreditasi dengan Capability Maturity Model Integration (CMMI) level 5 yang menunjukkan tingkat pengulangan yang tinggi dalam prosesnya. Efisiensi ini memungkinkan fokus pada area kritis bisnis dan kepuasan pelanggan.

Memastikan Semua Orang Berkontribusi

Tim yang gesit semakin banyak menggunakan aplikasi perpesanan open source, seperti Slack, untuk berbagi komunikasi mereka. Ini sebagian telah memunculkan pengembangan gesit perusahaan, semakin menyediakan lingkungan yang lebih interaktif dan sering kali memungkinkan pengembang untuk berdiskusi dan berbagi ide dengan cara sosial. Alat komunikasi yang menggabungkan dimensi sosial dapat memastikan bahwa gagasan yang lebih luas dieksplorasi. Para eksekutif mulai menyadari bahwa memanfaatkan kreativitas pemangku kepentingan eksternal serta tim internal mereka dapat meningkatkan berbagi pengetahuan dan menjadi katalisator inovasi. Harrysson dan rekan peneliti menunjukkan bahwa teknologi sosial dapat memperkuat kolaborasi dan membantu mengembangkan wawasan strategis (Harrysson et al., 2016).

Salah satu tantangan dalam menskalakan manajemen proyek tangkas sering kali merupakan batas antara tim, terutama dengan pemangku kepentingan eksternal (Strode, 2012). Di sini, strategi komunikasi perlu dikelola dengan hati-hati. Seringkali manajer proyek diperlukan dalam peran ini untuk mengoordinasikan tim-tim ini, meskipun ada berbagai pendekatan untuk menskalakan dan menetapkan peran berdasarkan scrum, termasuk kerangka kerja tangkas skala yang digariskan oleh Richard Knaster dan Dean Leffingwell

(Knaster dan Leffingwell, 2016). Namun diakui dalam metode bahwa perwakilan dengan pengetahuan rinci tentang bisnis (atau pemilik produk) adalah pusat prioritas tujuan, dan harus, seperti yang ditekankan oleh Mike Cohn, idealnya datang dari domain bisnis untuk sepenuhnya menghargai dan mengomunikasikan prioritas bisnis. (Cohn, 2014).

Menyelaraskan tim dengan arsitektur sistem dapat meningkatkan komunikasi antara tim pengembangan. Menyelaraskan tim ke fungsi tradisional dapat menyebabkan banyak pekerjaan tambahan dengan penyerahan, dan menunggu tim untuk mengirimkan pekerjaan ke tim lain dalam prosesnya. Penting untuk merancang tim sesuai dengan struktur komunikasi menggunakan Hukum Conway: yang menguraikan bahwa organisasi 'dibatasi untuk menghasilkan desain yang merupakan salinan dari struktur komunikasi organisasi ini'. Sam Newman menguraikan perlunya arsitektur fleksibel dan ini memberikan peluang bagi arsitektur modular untuk mencerminkan struktur tim guna meningkatkan efisiensi komunikasi (Newman, 2014).

Nvidia menggunakan metode tangkas selama proses pengembangannya. Misalnya, dalam pengembangan prosesor grafisnya, ia mengatur interaksi waktu nyata dengan pelanggan untuk menyempurnakan desain mereka. Ini tidak hanya menggunakan interaksi waktu nyata dan umpan balik dari pelanggan selama pengembangan produk, tetapi juga menggunakan produknya dalam desain bangunan untuk memfasilitasi interaksi dan kolaborasi. Deborah Shoquist, wakil presiden operasi Nvidia dikutip di International New York Times menguraikan penggunaan 'kekuatan dan teknologi komputasional mereka untuk memodelkan gedung baru mereka di Silicon Valley' (Markoff, 2016). Nvidia menggunakan perangkat lunak rendering yang sangat interaktif bersama dengan prosesor grafis mereka untuk mendesain kantornya. Hal ini memungkinkan tim arsitek, desainer, dan insinyur untuk bekerja sama dengan realitas virtual (VR) yang canggih. Tim desain ini dapat membuat perubahan pada masalah yang hanya terlihat ketika mereka berinteraksi dengan model visual 3D, menghindari perubahan yang mahal di kemudian hari dalam proyek.

Dingsøyr dkk. (2016) telah menunjukkan validitas prinsip tangkas dan tujuan yang jelas. Mereka juga telah menetapkan bahwa penting bahwa keputusan didiskusikan. Bahkan diskusi di mana ada ketidaksepakatan untuk proses atau pendekatan teknis yang diperlukan telah terbukti meningkatkan kerja tim. Selain itu, penelitian yang dipublikasikan di jurnal IEEE Software oleh Van Heeach et al. (2014) menunjukkan bahwa penting juga untuk mencatat keputusan-keputusan kunci. Ini, misalnya, telah terbukti efektif dalam desain tinjauan arsitektur keputusan-sentris mereka, di mana tidak hanya keputusan yang dipilih tetapi juga alternatif didokumentasikan, pro dan kontra untuk solusi yang dipilih, serta masalah masa depan yang dibayangkan yang mungkin terjadi. Mereka yang tidak setuju dengan keputusan perlu didengar pendapatnya, jika tim akan menghargai pendapat satu sama lain dan mempercepat pembelajaran dan kinerja mereka.

Agile Bukan Berarti Akhir dari Perencanaan

Sayangnya, masih ada kesalahpahaman di antara beberapa eksekutif senior bahwa tangkas tidak membutuhkan proses dan bahwa tangkas sama saja dengan anarki. Rigby dkk. menyoroti kesan ini dalam artikel Harvard Business Review mereka (Rigby et al., 2016). Namun, untuk benar-benar memanfaatkan manajemen dan proses proyek yang gesit, yang terjadi

adalah kebalikannya: jalur komunikasi, peran, dan tanggung jawab yang jelas diperlukan. Ada juga kebutuhan untuk pendekatan berbasis konsensus yang adil, inklusif dan transparan.

Arsitektur yang terdokumentasi tentu memberikan kejelasan tetapi strategi dan proses bisnis masih perlu dipertimbangkan dalam hal lingkungan operasi dan perubahan regulasi. Pengesampingan oleh CEO perusahaan perangkat lunak middleware Software AG 'jika Anda gesit, Anda tidak memerlukan strategi' yang dilaporkan oleh David Cassidy PCPro, Agustus 2016, menunjukkan bahwa jika Anda adalah organisasi yang gesit dan mengadopsi rangkaian perangkat lunak perusahaan mereka, strategi tidak diperlukan (Cassidy, 2016). Sangat tidak mungkin bahwa perangkat lunak modular yang ditujukan untuk alur kerja dapat sepenuhnya memahami kebutuhan pelanggan dan bisnis Anda, masalah keamanan dan penyimpanan data. Jika sesuatu yang gesit harus memungkinkan tim teknis untuk fokus secara mendalam pada arsitektur dan pengembangan, dan karena itu membebaskan lebih banyak waktu bagi manajemen untuk fokus pada strategi organisasi mereka. Pengembangan tangkas juga akan memungkinkan tim untuk dengan cepat mengasah kebutuhan pelanggan yang diinginkan dan menguji apakah strateginya benar dan mengembangkannya sesuai kebutuhan mereka. Dengan penerapan pengiriman berkelanmiliarn, Anda tidak dapat memiliki arsitektur monolitik tetapi memerlukan arsitektur modular, seperti layanan mikro: layanan kecil yang berfokus pada domain. Arsitektur modular tentu membantu tetapi tetap membutuhkan pertimbangan yang cermat, jika ini akan menjadi tangguh dan skalabel.

Memberikan Nilai Bukan Birokrasi

Tim tangkas biasanya diberikan otonomi, sehingga tim memutuskan praktik dan alat tangkas mana yang harus mereka adopsi dan menjadikannya lebih produktif sebagai sebuah tim. Spotify mengurangi birokrasi dengan mendorong timnya untuk memprioritaskan prinsip tangkas daripada praktik tertentu serta mendorong tim, yang disebut 'skwad', untuk memilih proses yang mereka anggap memiliki nilai tambah. Jadi, misalnya, sebuah regu dapat menghilangkan grafik burndown jika mereka menganggap ini tidak menambah keefektifan mereka. Spotify juga memastikan bahwa anggota memperlakukan satu sama lain secara setara: setiap aspek dirancang untuk mencerminkan hal ini. Bahkan label untuk peran ScrumMaster, yang dapat diartikan sebagai seseorang yang bertanggung jawab, bukan penguasaan proses, disebut sebagai 'pelatih yang gesit', seperti yang dijelaskan oleh Henrik Kniberg, untuk menekankan bahwa peran ini harus menjadi pemimpin yang melayani (Kniberg, 2014). Biasanya tim tangkas diberdayakan dan menentukan apa yang penting untuk memberikan fungsionalitas. Brian Bergstein mengilustrasikan, dengan contoh dari MIT, bahwa manajer juga perlu menyadari bahwa kolaborasi tingkat tinggi, dan terkadang kemauan untuk melanggar aturan, yang memicu inovasi (Bergstein, 2016). Sepanjang proses tangkas, manajer dan tim perlu memastikan bahwa birokrasi dijaga agar tetap minimum.

Pengamatan dari sejarah memberikan pengingat akan pentingnya otonomi. Dalam menulis tentang produksi industri di Arsenale, galangan kapal di Venesia, selama abad ke-17, Joanne Ferraro menguraikan bahwa pemerintah saat itu 'berhasil mengkooptasi dukungan pekerja dengan mengizinkan mereka mengatur diri sendiri' (Ferraro, 2012). Ini adalah salah satu aspek yang dapat diterapkan saat ini dalam manajemen proyek dalam mengadopsi proses tangkas, memberikan kepercayaan bagi tim untuk membuat keputusan sendiri, tetapi

menyeimbangkannya dengan arah dan kejelasan tujuan. Memberikan keseimbangan yang tepat antara otonomi dan tata kelola adalah kuncinya, jika kita ingin mendukung kelompok yang berbeda untuk berkontribusi dan bekerja sebagai satu tim.

2.12 TANTANGAN APA YANG DAPAT DIHARAPKAN?

Proses yang ditingkatkan di setiap fase desain dan konstruksi akan mengurangi jumlah dan tingkat keparahan masalah yang terkait dengan praktik tradisional. Namun, penggunaan BIM yang cerdas juga akan menyebabkan perubahan signifikan dalam hubungan para peserta proyek dan perjanjian kontrak di antara mereka. (Persyaratan kontrak tradisional disesuaikan dengan praktik berbasis kertas.) Selain itu, kolaborasi lebih awal antara arsitek, kontraktor, dan disiplin desain lainnya akan diperlukan, karena pengetahuan yang diberikan oleh spesialis akan lebih berguna selama fase desain. Meningkatnya penggunaan pengiriman proyek IPD untuk bangunan dan jenis struktur lainnya mencerminkan manfaat yang kuat dari tim terintegrasi yang menggunakan BIM dan teknik konstruksi ramping untuk mengelola proses desain dan konstruksi.

Tantangan dengan Kolaborasi dan Kerja Sama Sementara BIM menawarkan metode baru untuk kolaborasi, BIM memperkenalkan tantangan baru sehubungan dengan pengembangan tim yang efektif. Bagaimana mengizinkan pembagian informasi model yang memadai oleh anggota tim proyek adalah masalah yang signifikan. Di mana arsitek dan insinyur masih menyediakan gambar kertas tradisional, kontraktor (atau pihak ketiga) masih dapat membangun model sehingga dapat digunakan untuk perencanaan, estimasi, dan koordinasi konstruksi. Dimana desainer membuat desain mereka menggunakan BIM dan berbagi model, mungkin tidak memiliki detail yang cukup untuk digunakan untuk konstruksi atau mungkin memiliki definisi objek yang tidak memadai untuk mengekstraksi jumlah konstruksi yang diperlukan. Ini mungkin memerlukan pembuatan model baru untuk penggunaan konstruksi. Jika anggota tim proyek menggunakan alat pemodelan yang berbeda, maka alat untuk memindahkan model dari satu lingkungan ke lingkungan lain atau menggabungkan model ini diperlukan. Ini dapat menambah kerumitan dan menimbulkan potensi kesalahan dan waktu untuk proyek.

Masalah-masalah ini dapat diperbaiki dengan mempersiapkan Rencana Pelaksanaan BIM (BEP) menyeluruh yang menetapkan tingkat detail yang diperlukan dari setiap pemodel di setiap tahap, serta mekanisme tema untuk berbagi atau pertukaran model. Pertukaran model dapat berbasis file atau menggunakan server model yang berkomunikasi dengan semua aplikasi BIM. Praktik penempatan tim desain dan konstruksi multidisiplin dalam ruang kantor "Ruang Besar"—lingkungan kerja yang kolokasi dan kolaboratif—adalah cara yang sangat efektif untuk meningkatkan koordinasi erat yang dilakukan BIM memungkinkan untuk meningkatkan kualitas desain proyek dan mengurangi durasi proyek.

Perubahan Hukum Kepemilikan dan Produksi Dokumentasi

Kekhawatiran hukum, sehubungan dengan siapa yang memiliki beberapa desain, fabrikasi, analisis, dan kumpulan data konstruksi; siapa yang membayarnya; dan siapa yang bertanggung jawab atas keakuratannya, muncul seiring dengan meningkatnya penggunaan BIM. Isu-isu ini telah ditangani oleh praktisi melalui penggunaan BIM pada proyek-proyek.

Masyarakat profesional, seperti AIA dan AGC, telah mengembangkan pedoman untuk bahasa kontrak untuk mencakup masalah yang diangkat oleh penggunaan teknologi BIM.

Perubahan Praktik dan Penggunaan Informasi

Penggunaan BIM mendorong integrasi pengetahuan konstruksi sebelumnya dalam proses desain. Perusahaan desain-bangun terintegrasi yang mampu mengoordinasikan semua fase desain dan menggabungkan pengetahuan konstruksi sejak awal akan paling diuntungkan. Pengaturan kontrak IPD yang membutuhkan dan memfasilitasi kerjasama yang baik akan memberikan keuntungan yang lebih besar kepada pemilik ketika BIM digunakan. Perubahan paling signifikan yang dihadapi perusahaan saat menerapkan teknologi BIM adalah penggunaan model bangunan bersama selama fase desain dan serangkaian model bangunan terkoordinasi selama konstruksi dan fabrikasi, sebagai dasar dari semua proses kerja dan untuk kolaborasi.

Masalah Implementasi

Mengganti lingkungan CAD 2D atau 3D dengan sistem pemodelan bangunan melibatkan lebih dari sekadar memperoleh perangkat lunak, pelatihan, dan peningkatan perangkat keras. Penggunaan BIM yang efektif mengharuskan perubahan dilakukan pada hampir setiap aspek bisnis perusahaan (bukan hanya melakukan hal yang sama dengan cara baru). Ini memerlukan beberapa pemahaman tentang teknologi BIM dan proses terkait serta rencana implementasi sebelum konversi dapat dimulai. Seorang konsultan dapat sangat membantu untuk merencanakan, memantau, dan membantu proses ini. Sementara perubahan spesifik untuk setiap perusahaan akan bergantung pada sektor kegiatan MEA mereka, langkah-langkah umum yang perlu dipertimbangkan serupa dan mencakup hal-hal berikut:

- Tetapkan tanggung jawab manajemen tingkat atas untuk mengembangkan rencana adopsi BIM yang mencakup semua aspek bisnis perusahaan dan bagaimana perubahan yang diusulkan akan berdampak baik pada departemen internal maupun mitra luar dan klien.
- Buat tim internal manajer kunci yang bertanggung jawab untuk mengimplementasikan rencana, dengan anggaran biaya, waktu, dan kinerja untuk memandu kinerja mereka.
- Alokasikan waktu dan sumber daya untuk pendidikan dalam alat dan praktik BIM, dan pastikan bahwa orang-orang di semua tingkatan sudah siap.
- Mulai gunakan sistem BIM pada satu atau dua proyek yang lebih kecil (mungkin sudah selesai) secara paralel dengan teknologi yang ada dan buat dokumen tradisional dari model bangunan. Ini akan membantu mengungkapkan di mana ada kekurangan dalam objek bangunan, dalam kemampuan keluaran, dalam hubungan dengan program analisis, dan seterusnya. Ini juga akan memungkinkan perusahaan untuk mengembangkan standar pemodelan dan menentukan kualitas model dan tingkat detail yang diperlukan untuk penggunaan yang berbeda.
- Gunakan hasil awal untuk mendidik dan memandu adopsi lanmiliarn dari perangkat lunak BIM dan pelatihan staf tambahan. Jaga agar manajemen senior mengetahui kemajuan, masalah, wawasan, dan sebagainya.

- Perluas penggunaan BIM ke proyek baru dan mulai bekerja dengan anggota luartim proyek dalam pendekatan kolaboratif baru yang memungkinkan integrasi awal dan berbagi pengetahuan menggunakan model pembangunan.
- Terus mengintegrasikan kemampuan BIM ke dalam aspek tambahan dari fungsi perusahaan dan mencerminkan proses bisnis baru ini dalam dokumen kontrak dengan klien dan mitra bisnis.
- Secara berkala merencanakan ulang proses implementasi BIM untuk mencerminkan manfaat dan masalah yang diamati sejauh ini, dan menetapkan tujuan baru untuk kinerja, waktu, dan biaya. Terus memperluas perubahan yang difasilitasi BIM ke lokasi dan fungsi baru di dalam perusahaan.

2.13 MASA DEPAN MERANCANG DAN MEMBANGUN DENGAN BIM

Ada komentar tentang masa depan jangka pendek (hingga 2025) dan masa depan jangka menengah (di atas 2025). Kita juga membahas jenis penelitian yang akan relevan untuk mendukung tren ini. Agak mudah untuk mengantisipasi dampak jangka pendek. Sebagian besar, itu adalah ekstrapolasi tren saat ini. Proyeksi selama periode yang lebih lama adalah yang tampaknya mungkin bagi kita, mengingat pengetahuan kita tentang industri AEC/FM dan teknologi BIM. Di luar itu, sulit untuk membuat proyeksi yang berguna.

Ringkasan

Dalam pengembangan tangkas, sering kali tentang tren yang muncul daripada membuat tebakan tentang masa depan. Walker Royce menulis tentang indikator untuk konvergen pada solusi dan indikator untuk nilai dan kemajuan (Royce, 2011). Cara untuk mendapatkan kredibilitas adalah melalui bekerja dengan klien pada pemahaman bersama tentang suatu masalah, bagaimana mengukur kemajuan dan kapan harus menemukan solusi. Ini menciptakan nilai nyata, tidak hanya untuk bisnis, tetapi juga harga diri tim.

Manajemen proyek tangkas adalah tentang mencapai nilai secara kolaboratif untuk proyek dan tim klien, dan organisasi terkait. Ini bukan hanya tentang garis bawah tetapi mencapai sesuatu di tempat kerja, merasa dihargai dan berbagi pengetahuan dengan rekan kerja untuk mencapai terobosan berikutnya. Inilah nilai sebenarnya dari tangkas bagi individu, tim, dan organisasi.

Di UCL di depan proyek terdapat berbagai jenis lokakarya, contoh pola tangkas yang menghadirkan perpaduan yang tepat antara peneliti dan manajer proyek serta staf pendukung untuk memecahkan masalah. Ini bervariasi dari pertemuan Balai Kota di mana tantangan dan peluang diuraikan hingga lokakarya yang lebih rinci yang memungkinkan diskusi dan dialog. Pendekatan manajemen dan pengembangan proyek yang gesit mendukung pendekatan kotak waktu untuk diskusi, dan estimasi dan sering menambahkan lebih banyak waktu tidak selalu memberikan hasil yang lebih baik. Lokakarya inilah yang sering menjadi pendorong inovasi dan pendekatan baru untuk pembangunan. Penggunaan fasilitator terlatih seringkali penting dalam program besar. Adalah penting bahwa staf dengan pendekatan teknis yang berbeda dapat menguraikan pandangan mereka. Mungkin saja gagasan itu ditolak demi gagasan alternatif yang dibahas

dalam pertemuan itu. Kuncinya adalah proses yang adil dan tim yang memutuskan arahnya. Ini adalah inti dari kelincahan yang memungkinkan klien untuk bekerja dengan tim pengembangan secara kolaboratif untuk memutuskan kemampuan yang ingin mereka kembangkan dan memprioritaskan fungsionalitas dan cerita pengguna, atau dalam kasus penelitian investigasi. (Collins, Graham, Proyek Penelitian dan Konsultasi UCL (2003–2013), 2013)

Jelas bahwa jika satu anggota tim menyarankan solusi teknis, yang lain mungkin tidak setuju dan menunjukkan alternatif, dan mengapa dalam keadaan tertentu itu adalah resolusi yang lebih baik.

Mengembangkan pendekatan gesit pemodelan waktu nyata dengan rekan kerja memiliki dampak signifikan pada komunikasi dan secara tidak langsung dalam satu proyek menyelesaikan masalah politik dengan fokus yang jelas pada masalah teknis daripada individu. Selama penugasan konsultasi, rekan-rekan saya dalam kelompok konsultasi kecil diminta untuk menguraikan pendekatan pemodelan objek dan bisnis kita. Kita telah dimintai solusi dan ditemukan pada saat kedatangan di lokasi klien sudah mengalami ketegangan hubungan kerja dengan proyek pengembangan yang telah berlangsung selama lebih dari setahun. Disepakati untuk menggunakan pendekatan pemodelan tangkas kita untuk memperjelas tujuan proyek dan memperjelas arahnya. Jelas sekali hal-hal tidak berjalan dengan baik, manajer proyek mengeluh bahwa dia tidak tahu jenis proyek apa yang sedang dia kerjakan, karena itu tidak didefinisikan dengan benar oleh direktur program. Dia tidak tahu apakah itu proyek transformasi bisnis atau proyek peningkatan bisnis. Klien benar-benar ingin masalah manajemen proyek diselesaikan dan tidak membuat marah direktur perusahaan konsultan di bawah kontrak. Itu berantakan dan berantakan mahal dengan tim teknis yang telah bekerja untuk waktu yang cukup lama. Tanpa solusi pemodelan waktu nyata dan pengalaman dalam membentuk tim terpadu, kebuntuan ini tidak akan terselesaikan.

Mendapatkan dukungan bukan hanya masalah memperjelas tujuan tetapi mendapatkan dukungan dengan memahami setiap tujuan pemangku kepentingan, mengomunikasikan arahan melalui iterasi singkat dengan produk yang jelas dan waktu yang ditentukan dan melibatkan semua pemangku kepentingan yang sudah mengerjakan proyek .

Pemimpin harus dilihat oleh orang lain bukan untuk mendapatkan keuntungan pribadi. Dalam hal program harus kembali ke jalurnya, sangat penting untuk mendengarkan pihak lain dan mendukung tujuan masing-masing agar program dapat bergerak maju. Kepentingan pribadi selain berharap untuk hasil yang sukses tidak ada dalam kartu. Demikian juga, para pemimpin dalam manajemen proyek yang gesit harus memimpin dengan memercayai tim mereka dan mengizinkan tim mereka untuk memberikan proyek dengan cara yang ditentukan sendiri. Tim yang mengatur diri sendiri dan memungkinkan mereka untuk melaporkan kemajuan adalah area yang harus dirangkul oleh pemimpin dalam manajemen proyek yang gesit. Sebagian besar dari apa yang telah ditulis tentang agile adalah tentang apa yang dilakukan tim dan bagaimana mereka melacak kemajuan mereka. Bagan burndown, menjaga

kemajuan terlihat dan menjaga tugas terlihat di dinding adalah untuk tim dan pemimpin tim. Menjaga tugas dan komunikasi utama tetap terlihat, ini adalah 'kotak putih' pelaporan kemajuan. Ini adalah pemimpin dalam manajemen proyek tangkas yang perlu memahami proses berulang ini dan menjadi penyedia sumber daya, untuk menghilangkan semua hambatan bagi tim, yang harus mempercayai timnya untuk memberikan pendekatan teknis yang mereka anggap terbaik. Ini melampaui apa pun yang mendefinisikan perubahan ke budaya kepemimpinan yang gesit.

Tantangan dalam manajemen proyek tangkas bukanlah rencana dan praktik preskriptif yang harus diikuti, tetapi untuk mengisi proses perencanaan proyek dengan pola yang tepat yang efektif dan menambah nilai nyata. Untuk saat ini, tantangannya harus menyeimbangkan perencanaan sehingga Anda dapat mencapai fleksibilitas untuk memberikan proyek yang semakin kompleks dan dengan cepat menambahkan perkembangan baru ke perusahaan dan lembaga penelitian.

BAB 3

TEKNOLOGI INTI DAN PERANGKAT LUNAK

Bab ini memberikan gambaran umum tentang teknologi utama yang membedakan aplikasi desain BIM dari sistem CAD generasi sebelumnya. Pemodelan parametrik berbasis objek awalnya dikembangkan pada 1970-an dan 1980-an untuk manufaktur. Tidak seperti sistem CAD lain sebelum era ini, pemodelan parametrik tidak mewakili objek dengan geometri dan properti tetap. Sebaliknya, ini mewakili objek dengan parameter dan aturan yang secara otomatis menentukan geometri dan sifat dan fitur nongeometrik opsional. Parameter dan aturan dapat berupa ekspresi yang berhubungan dengan objek lain, sehingga memungkinkan objek untuk diperbarui secara otomatis sesuai dengan kontrol pengguna atau mengubah konteks. Objek parametrik khusus memungkinkan pemodelan geometri kompleks, yang sebelumnya tidak mungkin atau tidak praktis. Di industri lain, perusahaan menggunakan pemodelan parametrik untuk mengembangkan representasi objek mereka sendiri dan untuk mencerminkan pengetahuan industri dan praktik terbaik. Dalam industri AECO, perusahaan perangkat lunak BIM telah menetapkan serangkaian kelas objek bangunan dasar untuk pengguna, yang dapat ditambahkan, dimodifikasi, atau diperluas. Kelas objek memungkinkan pembuatan sejumlah instance objek, dengan bentuk yang bervariasi, tergantung pada parameter saat ini dan mungkin sesuai dengan konteksnya yang berubah.

Bagaimana sebuah objek memperbarui dirinya sendiri saat konteksnya berubah disebut perilaku desainnya. Kelas objek yang disediakan sistem mendefinisikan sebelumnya apa itu dinding, pelat, atau atap dalam hal bagaimana mereka berinteraksi dengan objek terkait lainnya. Perusahaan harus memiliki kemampuan untuk mengembangkan objek parametrik yang ditentukan pengguna—baik yang baru maupun yang ekstensi dari yang sudah ada. Atribut objek diperlukan untuk berinteraksi dengan analisis, perkiraan biaya, dan aplikasi lain, tetapi atribut harus ditentukan terlebih dahulu oleh perusahaan perangkat lunak atau oleh pengguna.

Beberapa platform BIM memungkinkan pengguna mengasosiasikan objek 3D dengan gambar 2D yang disederhanakan secara terpisah, memungkinkan pengguna untuk menentukan tingkat perincian 3D, kemudian mengisi geometri model yang hilang dengan proyeksi 2D. Meskipun masih dapat menghasilkan gambar lengkap dari kombinasi objek 3D yang disederhanakan dan detail bagian 2D, objek yang digambar dalam 2D tidak dapat dimasukkan dalam daftar bahan, analisis, dan aplikasi lain yang mendukung BIM. Namun, sebagian besar proyek dan platform BIM menekankan untuk merepresentasikan setiap objek secara penuh. 3D dan menghasilkan gambar 2D dari model 3D. Dalam sistem seperti itu, tingkat detail untuk estimasi biaya, penjadwalan, simulasi energi, atau analisis teknik lainnya, serta untuk gambar, tergantung pada tingkat pemodelan 3D yang digunakan. Bagaimanapun, tingkat pemodelan 3D yang diperlukan harus ditentukan dengan hati-hati tergantung pada tujuan yang ditetapkan untuk penggunaan model selama fase proyek yang berbeda. Tingkat pemodelan disebut sebagai tingkat pengembangan (LOD). Banyak organisasi dan rencana

pelaksanaan BIM tingkat proyek menentukan LOD sebagai persyaratan untuk proyek subsistem pada fase yang berbeda.

Setiap aplikasi BIM menangani satu atau lebih dari jenis layanan ini. Pada tingkat alat BIM, sistem bervariasi dalam hal-hal penting: elaborasi objek dasar yang telah ditentukan sebelumnya, dalam kemudahan pengguna dapat mendefinisikan kelas objek baru, dalam metode memperbaiki objek, tidak mudah, dalam jenis bentuk dan permukaan yang dapat ditampilkan, dalam kemampuan untuk menggambar generasi, dalam kemampuan mereka untuk mengelola sejumlah besar objek. Pada tingkat platform, mereka bervariasi dalam kemampuan untuk mengelola proyek besar atau sangat rinci, dalam antarmuka mereka dengan perangkat lunak alat BIM lainnya, dalam konsistensi antarmuka mereka untuk menggunakan banyak alat, dalam ekstensibilitasnya, dalam perpustakaan eksternal yang dapat digunakan dan data yang mereka bawa untuk memungkinkan manajemen, dan dalam kemampuan mereka untuk mendukung kerjasama. Isu-isu ini merupakan kriteria penting untuk membangun kemampuan BIM di dalam dan di seluruh organisasi. Bab ini memberikan tinjauan keseluruhan dari teknologi generasi model BIM utama dan alat dan perbedaan fungsional yang dapat digunakan untuk menilai dan memilih di antara mereka.

3.1 EVOLUSI PEMODELAN PARAMETRI BERBASIS OBJEK

Pengrajin yang baik mengetahui alat-alat tersebut, apakah alat tersebut melibatkan otomatisasi atau tidak. Bab ini dimulai dengan memberikan kerangka konseptual yang kuat untuk memahami kemampuan yang membentuk aplikasi desain BIM. Generasi alat pemodelan bangunan saat ini adalah hasil dari empat dekade penelitian dan pengembangan alat komputer untuk desain 3D interaktif, yang berpuncak pada pemodelan parametrik berbasis objek. Salah satu cara untuk memahami kemampuan aplikasi desain BIM modern saat ini adalah dengan meninjau evolusi inkrementalnya secara historis. Kita mulai dengan sejarah singkat.

Pemodelan 3D Awal

Sejak tahun 1960-an, pemodelan geometri 3D telah menjadi area penelitian yang penting. Pengembangan representasi 3D baru memiliki banyak kegunaan potensial, termasuk film, desain arsitektur dan teknik, dan permainan. Kemampuan untuk mewakili komposisi bentuk polihedral untuk dilihat pertama kali dikembangkan pada akhir 1960-an dan kemudian mengarah ke film komputer-grafik pertama, *Tron* (pada 1987). Bentuk polihedral awal ini dapat dikomposisikan menjadi gambar dengan serangkaian bentuk parameter dan skalabel yang terbatas, tetapi perancangan membutuhkan kemampuan untuk mengedit dan memodifikasi bentuk kompleks dengan mudah. Pada tahun 1973, langkah besar menuju tujuan ini terwujud. Kemampuan untuk membuat dan mengedit bentuk 3D padat, tertutup volume yang sewenang-wenang dikembangkan secara terpisah oleh tiga kelompok: Ian Braid di Universitas Cambridge, Bruce Baumgart di Stanford, dan Ari Requicha dan Herb Voelcker di Universitas Rochester (Eastman, 1999). Dikenal sebagai pemodelan padat, upaya ini menghasilkan generasi pertama alat desain pemodelan 3D praktis.

Dua bentuk pemodelan padat pada awalnya dikembangkan dan bersaing untuk mendapatkan supremasi: pendekatan representasi batas (B-rep) dan pendekatan Geometri

Padat Konstruktif (CSG). Pendekatan B-rep mewakili bentuk sebagai kumpulan permukaan terbatas yang tertutup dan berorientasi. Sebuah bentuk adalah satu set permukaan dibatasi yang memenuhi satu set didefinisikan kriteria volume-penutup, mengenai keterhubungan, orientasi, dan kontinuitas permukaan antara lain (Requicha, 1980). Fungsi komputasi dikembangkan untuk memungkinkan pembuatan bentuk-bentuk ini dengan dimensi variabel, termasuk kotak berparameter, kerucut, bola, piramida, dan sejenisnya. Juga disediakan bentuk sapuan: ekstrusi dan putaran yang didefinisikan sebagai profil dan sumbu sapuan—lurus atau di sekitar sumbu rotasi.

Masing-masing operasi ini menciptakan bentuk B-rep yang terbentuk dengan baik dengan dimensi eksplisit. Operasi pengeditan menempatkan bentuk-bentuk ini dalam hubungan satu sama lain, mungkin tumpang tindih. Bentuk yang tumpang tindih dapat digabungkan menggunakan operasi penyatuan spasial, persimpangan, dan pengurangan—disebut operasi Boolean—pada pasangan atau beberapa bentuk polihedral yang terbentuk dengan baik. Operasi ini memungkinkan pengguna untuk secara interaktif menghasilkan bentuk yang cukup kompleks. Operasi pengeditan harus menghasilkan bentuk yang juga merupakan B-repetisi yang terbentuk dengan baik, memungkinkan operasi untuk digabungkan. Penciptaan bentuk dan sistem pengeditan yang disediakan dengan menggabungkan bentuk primitif dan operator Boolean memungkinkan pembuatan satu set permukaan yang bersama-sama dijamin untuk menyertakan bentuk volumetrik yang ditentukan pengguna. Pengeditan bentuk di komputer dimulai.

Dalam pendekatan alternatif, CSG mewakili bentuk sebagai satu set fungsi yang mendefinisikan polihedra primitif, mirip dengan B-rep. Fungsi-fungsi ini digabungkan dalam ekspresi aljabar, juga menggunakan operasi Boolean. Namun, CSG mengandalkan beragam metode untuk menilai bentuk akhir yang didefinisikan sebagai ekspresi aljabar. Misalnya, mungkin digambar pada layar, tetapi tidak ada set permukaan yang dibatasi yang dihasilkan. Perintah tekstual mendefinisikan satu set primitif untuk mewakili sebuah rumah kecil. Baris terakhir di atas gambar menyusun bentuk dengan menggunakan operasi Boolean. Hasilnya adalah bentuk bangunan yang paling sederhana: bentuk tunggal yang dilubangi dengan ruang satu lantai dengan atap pelana dan bukaan pintu. Bentuk yang ditempatkan tetapi tidak dievaluasi ditampilkan di sebelah kanan. Perbedaan utama antara CSG dan B-rep adalah CSG menyimpan parameter yang mendefinisikan komponen bentuknya dan rumus gebrakanal untuk menyusunnya bersama-sama, sedangkan B-rep menyimpan hasil dari urutan operasi dan argumen objek yang membentuk bentuk komponen. Perbedaannya signifikan. Di CSG, elemen dapat diedit dan dibuat ulang sesuai permintaan. Perhatikan bahwa semua parameter lokasi dan bentuk dapat diedit melalui parameter bentuk dalam ekspresi CSG. Metode ini menggambarkan bentuk—sebagai string teks—sangat ringkas, tetapi membutuhkan beberapa detik untuk menghitung bentuk pada mesin desktop pada masa itu. B-rep, di sisi lain, sangat baik untuk interaksi langsung, untuk menghitung properti massa, rendering, dan animasi, dan untuk memeriksa konflik spasial. Mengedit bentuk B-rep sangat sulit karena parameterisasinya tidak menawarkan parameter yang berguna untuk pengeditan.

Awalnya, kedua metode ini bersaing untuk menentukan pendekatan mana yang lebih baik. Segera diketahui bahwa metode tersebut harus digabungkan, memungkinkan

pengeditan di dalam pohon CSG (kadang-kadang disebut bentuk yang tidak dievaluasi). Dengan menggunakan B-rep untuk tampilan dan interaksi untuk mengedit bentuk, komposisi bentuk dapat dibuat. B-rep disebut bentuk yang dievaluasi. Saat ini, semua alat pemodelan parametrik dan semua model bangunan menggabungkan kedua representasi, satu seperti CSG untuk pengeditan, dan perwakilan B untuk memvisualisasikan, mengukur, mendeteksi bentrokan, dan penggunaan nonediting lainnya. Alat generasi pertama mendukung pemodelan objek segi 3D dan silinder dengan atribut terkait, yang memungkinkan objek disusun menjadi rakitan teknik, seperti mesin, pabrik proses, atau bangunan (Eastman, 1975; Requicha, 1980). Pendekatan gabungan untuk pemodelan ini adalah pendahulu penting untuk pemodelan parametrik modern.

Nilai dari mengasosiasikan material dan properti lain dengan bentuk dengan cepat dikenali dalam sistem awal ini. Ini dapat digunakan untuk persiapan analisis struktural atau untuk menentukan volume, beban mati, dan tagihan material. Objek dengan material mengarah pada situasi di mana bentuk yang terbuat dari satu bahan digabungkan dengan operasi Boolean dengan bentuk dari bahan lain. Apa interpretasi yang tepat? Sementara pengurangan memiliki arti intuitif yang jelas (dinding di jendela atau lubang di pelat baja), persimpangan dan penyatuan bentuk dengan bahan yang berbeda tidak.

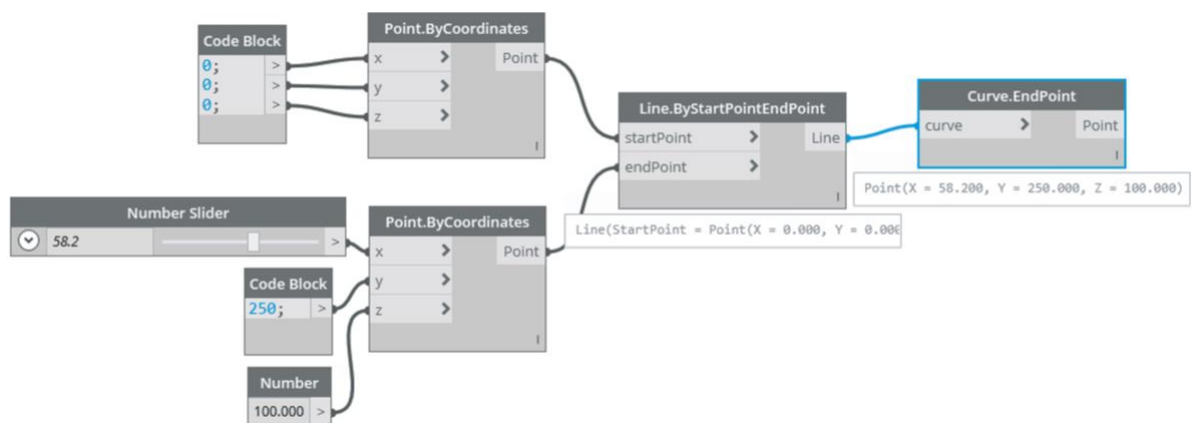
Ini secara konseptual menjadi masalah karena kedua objek dianggap memiliki status yang sama—sebagai objek individu. Teka-teki ini mengarah pada pengakuan bahwa penggunaan utama operasi Boolean adalah untuk menanamkan "fitur" ke dalam bentuk utama, seperti koneksi dalam potongan pracetak, relief, atau bullnose dalam beton (beberapa ditambahkan dan lainnya dikurangi). Sebuah objek yang merupakan fitur untuk digabungkan dengan objek utama ditempatkan relatif terhadap objek utama; fitur tersebut nantinya dapat diberi nama, direferensikan, dan diedit. Materi objek utama berlaku untuk setiap perubahan volume. Desain berbasis fitur menjadi subbidang utama pemodelan parametrik (Shah dan Mantyla, 1995) dan merupakan langkah tambahan penting lainnya dalam pengembangan alat desain parametrik modern. Bukaan jendela dan pintu dengan pengisi merupakan contoh fitur intuitif di dalam dinding.

Pemodelan bangunan berdasarkan pemodelan padat 3D pertama kali dikembangkan pada akhir 1970-an dan awal 1980-an. Sistem CAD, seperti RUCAPS (yang berevolusi menjadi Sonata), TriCAD, Calma, GDS (Day, 2002), dan sistem penelitian universitas di Carnegie-Mellon University dan University of Michigan mengembangkan kemampuan dasar ini. (Untuk satu detail sejarah perkembangan teknologi CAD, lihat <http://mbinfo.mbdesign.net/CAD-History.htm>.) Pekerjaan ini dilakukan secara bersamaan oleh tim dalam desain produk mekanik, kedirgantaraan, bangunan, dan elektrik, berbagi konsep dan teknik pemodelan produk, dan analisis terintegrasi dan simulasi.

Sistem CAD pemodelan yang solid secara fungsional kuat tetapi sering kali melebihi daya komputasi yang tersedia. Beberapa masalah produksi di gedung, seperti gambar dan pembuatan laporan, tidak berkembang dengan baik, membatasi penggunaannya dalam produksi. Juga, merancang 3 Objek secara konseptual asing bagi sebagian besar desainer, yang lebih nyaman bekerja dalam 2D. Sistemnya mahal, dengan biaya lebih dari 35.000 per kursi pada 1980-an (termasuk perangkat keras), setara dengan yang mahal Mobil sport. Industri

manufaktur dan kedirgantaraan melihat potensi keuntungan yang sangat besar dalam hal kemampuan analisis terintegrasi, pengurangan kesalahan, dan gerakan menuju otomatisasi pabrik. Mereka bekerja dengan toko perusahaan CAD memecahkan kekurangan dan memimpin upaya untuk mengembangkan kemampuan baru. Sebagian besar industri bangunan tidak menyadari manfaat ini. Sebagai gantinya, mereka mengadopsi editor gambar arsitektur, seperti AutoCAD, Microstation, dan MiniCAD yang menambah metode kerja saat itu dan mendukung generasi digital dari dokumen desain dan konstruksi 2D.

Langkah lain dalam evolusi dari CAD ke pemodelan parametrik adalah pengenalan bahwa banyak bentuk dapat berbagi parameter. Misalnya, batas-batas dinding ditentukan oleh bidang lantai, dinding, dan permukaan langit-langit yang mengikatnya; bagaimana objek terhubung sebagian menentukan bentuknya dalam tata letak apa pun. Jika satu dinding dipindahkan, semua dinding lain yang berbatasan dengannya harus diperbarui juga. Artinya, perubahan menyebar sesuai dengan konektivitasnya. Dalam kasus lain, geometri tidak didefinisikan oleh bentuk objek terkait, melainkan secara global. Grid, misalnya, telah lama digunakan untuk mendefinisikan kerangka struktural. Titik perpotongan kisi memberikan parameter untuk menempatkan dan mengorientasikan bentuk. Pindahkan satu garis kisi dan bentuk yang ditentukan secara relatif ke titik kisi terkait juga harus diperbarui. Parameter dan persamaan global juga dapat digunakan secara lokal. Awalnya, kemampuan untuk tangga atau dinding ini dibangun ke dalam fungsi pembangkit objek, misalnya, di mana parameter untuk tangga didefinisikan: lokasi; parameter riser tangga, tapak, dan lebar yang diberikan; dan rakitan tangga dibangun secara virtual di dalam komputer. Jenis kemampuan ini memungkinkan tata letak di AutoCAD Arsitektur dan alat 3DCAD awal, dan dalam pengembangan operasi perakitan di AutoCAD 3D, misalnya. Tapi ini belum pemodelan parametrik penuh. Kemudian dalam pengembangan pemodelan 3D, parameter yang menentukan bentuk dapat dievaluasi kembali secara otomatis dan bentuk dibangun kembali, pertama sesuai permintaan di bawah kendali pengguna. Kemudian perangkat lunak diberi tanda untuk menandai secara otomatis apa yang telah dimodifikasi, sehingga hanya bagian yang diubah yang secara otomatis dibangun kembali.



Gambar 3.1 Representasi relasi parametrik dalam beberapa aplikasi BIM.

Secara umum, struktur internal dari instance objek yang didefinisikan dalam sistem pemodelan parametrik adalah grafik berarah, di mana node adalah kelas objek dengan parameter atau operasi yang membangun atau memodifikasi instance objek; link dalam grafik menunjukkan hubungan antara node. Beberapa sistem menawarkan opsi untuk membuat grafik parametrik terlihat untuk diedit. Sistem pemodelan objek parametrik modern menandai secara internal tempat pengeditan dilakukan dan hanya membuat ulang bagian yang terpengaruh dari grafik model, meminimalkan urutan pembaruan dan memaksimalkan kecepatan.

Rentang aturan yang dapat disematkan dalam grafik parametrik menentukan keumuman sistem. Keluarga objek parametrik didefinisikan menggunakan parameter dan hubungan antar parameter. Karena hubungan membatasi perilaku desain model parametrik, pemodelan parametrik juga disebut sebagai pemodelan kendala. Tiga metode yang umum digunakan untuk mendefinisikan hubungan parametrik: hubungan geometris (misalnya, jarak dan sudut), hubungan deskriptif (misalnya, bertepatan, paralel, dan vertikal), dan hubungan persamaan (misalnya, parameter^2). Alat saat ini memungkinkan kondisi "jika-maka" tambahan. Definisi kelas objek adalah tugas yang kompleks, membutuhkan pengetahuan tentang bagaimana mereka harus berperilaku dalam konteks yang berbeda. Kondisi if-then dapat menggantikan satu fitur desain dengan fitur desain lainnya, berdasarkan hasil pengujian atau kondisi tertentu. Ini digunakan dalam perincian struktural, misalnya, untuk memilih jenis sambungan yang diinginkan, tergantung pada beban dan komponen struktur yang disambungkan. Lihat juga Lee dkk. (2006) untuk sejarah singkat pemodelan parametrik dan rincian lebih lanjut tentang kendala parametrik.

Beberapa aplikasi desain BIM mendukung hubungan parametrik ke kurva dan permukaan kompleks, seperti splines dan nonuniform B-splines (NURBS). Alat ini memungkinkan bentuk lengkung kompleks didefinisikan dan dikontrol serupa dengan jenis geometri lainnya. Definisi objek parametrik juga memberikan panduan untuk pendimensian selanjutnya dalam gambar. Jika jendela ditempatkan di dinding sesuai dengan offset dari ujung dinding ke tengah jendela, dimensi default akan dilakukan dengan cara ini pada gambar selanjutnya. Singkatnya, ada serangkaian kemampuan parametrik yang penting tetapi beragam, beberapa di antaranya tidak didukung oleh semua alat desain BIM. Ini termasuk:

- Umum hubungan parametrik, idealnya mendukung kemampuan aljabar dan trigonometri penuh
- Dukungan untuk percabangan kondisi dan aturan penulisan yang dapat mengaitkan fitur yang berbeda ke instance objek
- Menyediakan tautan antar objek dan dapat membuat lampiran ini secara bebas, seperti dinding yang alasnya adalah slab, ramp, atau stair
- Menggunakan parameter global atau eksternal untuk mengontrol tata letak atau pemilihan objek
- Kemampuan untuk memperluas kelas objek parametrik yang ada menggunakan subtyping, sehingga kelas objek yang ada dapat menangani struktur baru dan perilaku desain yang tidak disediakan pada awalnya

3.2 KOLABORASI DAN INTEROPERABILITAS

AECO adalah kegiatan kolaboratif. Beberapa peserta menyebarkan beberapa aplikasi dengan persyaratan data yang tumpang tindih untuk mendukung berbagai tugas desain, konstruksi, operasi, dan pemeliharaan. Akibatnya, ambang batas berikutnya untuk desain dan manajemen konstruksi yang lebih baik adalah meningkatkan alur kerja kolaboratif—proses kerja kolaboratif yang didukung oleh berbagi dan bertukar informasi dengan lancar di antara peserta proyek. Interoperabilitas adalah kemampuan untuk bertukar data antar aplikasi, yang memperlancar alur kerja dan terkadang memfasilitasi otomatisasinya. Ada berbagai cara untuk berbagi dan bertukar data, dan sangat penting bagi manajer BIM dan pengguna serta pengembang perangkat lunak untuk memahami dengan jelas manfaat dan keterbatasan setiap metode untuk manajemen proses kerja yang efektif. Interoperabilitas secara tradisional mengandalkan format pertukaran berbasis file yang terbatas pada geometri, seperti DXF (Drawing eXchange Format) dan IGES (InitialGraphicExchangeSpecification). Tautan langsung berdasarkan Application Programming Interfaces (API) adalah rute tertua dan masih penting untuk interoperabilitas. Mulai akhir 1980-an, model atau skema data dikembangkan untuk mendukung pertukaran model produk dan objek dalam industri yang berbeda, dipimpin oleh upaya standar internasional ISO-STEP (ISO 10303).

Dua model data produk bangunan utama adalah Industry Foundation Classes (IFC)—model standar internasional, ISO 16739 untuk perencanaan, desain, konstruksi, dan manajemen bangunan, dan CIMsteel Integration Standard Version 2, (CIS/2)—untuk rekayasa baja struktural dan fabrikasi. Selain IFC dan CIS/2, banyak model data berbasis XML seperti Green Building XML (gbXML) dan OpenGIS telah dikembangkan dan digunakan.

Model data produk yang berbeda mewakili berbagai jenis geometri, hubungan, proses dan material, kinerja, fabrikasi, dan properti lain yang diperlukan untuk domain yang berbeda. Mereka, bagaimanapun, termasuk definisi yang tumpang tindih atau definisi yang berbeda dari objek yang sama. Untuk mengatasi masalah tersebut, upaya untuk menyelaraskan model data produk yang berbeda dilakukan oleh National BIM Standard (NBIMS) dan membangun SMART International (bSI). Pendekatan mereka adalah untuk menentukan kebutuhan informasi untuk kasus penggunaan informasi spesifik dengan cara terstruktur yang disebut Manual Pengiriman Informasi (IDM) dan menggunakan subset model data produk yang telah ditentukan sebelumnya yang disebut Model View Definitions (MVDs) untuk kasus penggunaan informasi spesifik. Operasi Konstruksi Pertukaran Informasi Bangunan (COBie) adalah contoh model data subset, yang berfokus pada pengoperasian dan pemeliharaan fasilitas dan aset.

Sementara pertukaran berbasis file dan XML memfasilitasi pertukaran data antara pasangan aplikasi, ada kebutuhan yang berkembang untuk mengoordinasikan data dalam beberapa aplikasi melalui server BIM (lingkungan data umum, repositori model bangunan, atau repositori BIM)—sistem manajemen basis data untuk data BIM. Aspek penting dari server BIM adalah mereka memungkinkan manajemen kolaboratif proyek pada tingkat objek bangunan, bukan pada tingkat file. Tujuan mendasar dari server BIM adalah untuk membantu mengelola sinkronisasi beberapa model yang mewakili suatu proyek. Server BIM perlahan-lahan diintegrasikan ke dalam ProjectManagementInformationSystems (PMIS) berbasis file tradisional dan akan menjadi teknologi umum untuk mengelola proyek BIM.

3.3 PENGANTAR

Pada 1970-an, Angkatan Udara Amerika Serikat (USAF) memprakarsai proyek Integrated Computer Aided Manufacturing (ICAM) untuk mengembangkan teknologi manufaktur kedirgantaraan yang dapat mengintegrasikan dan mengotomatisasi desain, teknik, dan proses produksi serta mengurangi biaya. Tim proyek, bagaimanapun, segera menghadapi masalah pertukaran data karena bagian dirancang oleh sistem CAD yang berbeda. Format file Spesifikasi Pertukaran Grafik Awal (IGES) dikembangkan untuk memecahkan masalah ini. Masalah interoperabilitas serupa ada dalam proses BIM, dan diakui sebagai penghalang utama untuk berbagi data bahkan di hari-hari awal BIM (Young et al., 2007). Interoperabilitas adalah kemampuan untuk bertukar data antar aplikasi, yang memperlancar alur kerja dan terkadang memfasilitasi otomatisasinya.

Desain dan konstruksi bangunan adalah kegiatan tim. Semakin, setiap aktivitas dan setiap jenis spesialisasi didukung dan ditambah dengan aplikasi komputernya sendiri. Selain kemampuan untuk mendukung geometri dan tata letak material, ada analisis struktural dan energi yang mengandalkan representasi bangunan mereka sendiri. Model fabrikasi yang digunakan untuk setiap subsistem (baja, beton, perpipaan, listrik) adalah representasi lain dengan perincian khusus, selain yang lain. Interoperabilitas adalah kemampuan untuk melewati data antara aplikasi dan beberapa aplikasi untuk secara bersama-sama berkontribusi pada pekerjaan yang ada. Interoperabilitas, minimal, menghilangkan kebutuhan untuk menyalin data secara manual yang sudah dibuat di aplikasi lain. Penyalinan manual sebagian data proyek sangat menghambat iterasi selama desain, seperti yang diperlukan untuk menemukan solusi terbaik untuk masalah kompleks, seperti desain struktural atau energi. Ini juga menyebabkan kesalahan, di mana penyalinan manual pasti mengarah ke beberapa tingkat inkonsistensi. Ini juga merupakan batasan besar untuk mengotomatisasi praktik bisnis.

Orang-orang telah bertukar data geometri antar aplikasi menggunakan format file CAD seperti DXF, IGES, dan SAT selama bertahun-tahun. Bagaimana pertukaran model BIM berbeda? Sementara geometri telah menjadi perhatian utama untuk drafting dan sistem CAD, BIM tidak hanya mewakili beberapa jenis geometri, tetapi juga hubungan, atribut, dan properti untuk perilaku yang berbeda. Model, sementara terintegrasi, harus membawa lebih banyak informasi dari file CAD lakukan. Ini adalah perubahan besar dan metode serta standar teknologi informasi pendukung untuk mencapainya hanya diterapkan secara bertahap. Lalu mengapa arsitek, kontraktor, insinyur, dan perakit harus tertarik pada masalah interoperabilitas dan standar serta teknologi yang terkait dengannya? Bukankah masalah teknologi ini harus diselesaikan oleh ilmuwan komputer dan perusahaan perangkat lunak? Mengapa bab ini penting untuk dibaca dan dipahami?

Pertama-tama, untuk menemukan solusi yang efektif untuk masalah apa pun, penting untuk memahami masalah secara detail serta solusi potensial. Misalnya, mengetahui perbedaan antara teknologi telekomunikasi 2G, 3G, dan LTE terdengar sangat teknis, tetapi sangat penting bagi seseorang untuk menemukan ponsel yang paling sesuai. Teknologi interoperabilitas tidak jauh berbeda. Masa proses dan platform kerjasama adalah tentang bertukar dan menggunakan kembali informasi. Kolaborasi yang efektif di antara peserta

proyek telah diakui sebagai salah satu faktor penting untuk keberhasilan proyek BIM (Won et al., 2013b). Banyak penelitian mengidentifikasi interoperabilitas yang buruk sebagai hambatan utama untuk lingkungan BIM kolaboratif. Masalah interoperabilitas tidak dapat dihindari setelah tim mulai bertukar data di antara anggota tim. Metode pertukaran data yang berbeda diperlukan untuk memecahkan berbagai jenis masalah interoperabilitas. Tanpa memahami dengan jelas kelebihan dan keterbatasan setiap metode interoperabilitas, sulit untuk memilih metode yang tepat untuk masalah interoperabilitas yang berbeda.

Kedua, standar telah dan akan terus memainkan peran penting dalam praktik bisnis MEA—standar kinerja material, standar grafis, standar untuk mendefinisikan produk, standar perangkat gambar, standar klasifikasi, standar pelapisan. Arsitek, insinyur, kontraktor, dan perakit, bagaimanapun, adalah ahli pengetahuan yang tahu apa isi informasi dari pertukaran dan standar seharusnya. Dalam AEC, tidak ada satu organisasi pun yang memiliki pengaruh ekonomi atau pengetahuan untuk mendefinisikan interoperabilitas yang efektif untuk seluruh industri. Standar pertukaran yang ditentukan pengguna tampaknya merupakan keharusan. Pertimbangkan arti dari nilai-R, lumens, pemutusan termal, dan wythes.¹ Domain konstruksi yang berbeda menentukan istilah yang diperlukan dan ini adalah bagian dari bidang itu. Dalam beberapa hal, pertukaran model bangunan berhubungan dengan informasi bangunan yang bervariasi dengan pekerjaan lapangan. Untuk memainkan penyedia informasi bagi komunitas standar dan berpotensi sebagai pengembang standar, sangat penting bagi arsitek, insinyur, kontraktor, dan perakit untuk memahami mengapa standar itu penting, bagaimana cara kerjanya, dan untuk mengetahui status mereka saat ini.

Ketiga, aplikasi perangkat lunak serta model data dan solusi interoperabilitas dikembangkan berdasarkan skenario kasus penggunaan. Skenario kasus penggunaan ditentukan oleh arsitek, insinyur, perakit, dan pemilik, bukan oleh ilmuwan komputer atau pemrogram. Berbagai jenis metode pertukaran adalah fokus dari bagian pertama bab ini. Bagian kedua berfokus pada masalah dan metode untuk menyinkronkan dan mengelola berbagai representasi dari proyek bangunan dan pengelolaan representasi heterogen ini.

Berbagai Jenis Metode Pertukaran Data

Bahkan di hari-hari awal CAD 2D di akhir 1970-an dan awal 1980-an, kebutuhan untuk bertukar data antara aplikasi yang berbeda terlihat jelas. Sistem CAD AEC yang paling banyak digunakan saat itu adalah Intergraph. Serangkaian bisnis muncul untuk menulis perangkat lunak untuk menerjemahkan file proyek Intergraph ke sistem lain, terutama untuk desain pabrik proses—misalnya, pertukaran data antara perangkat lunak desain perpipaan dan aplikasi untuk tagihan bahan perpipaan atau analisis aliran pipa.

Kemudian, di era pasca-Sputnik, NASA menemukan bahwa mereka mengeluarkan sejumlah besar uang untuk membayar penerjemah di antara semua pengembang CAD mereka. Perwakilan NASA, Robert Fulton, menyatukan semua perusahaan perangkat lunak CAD dan menuntut agar mereka menyetujui format pertukaran domain publik. Dua perusahaan yang didanai NASA, Boeing dan General Electric, menawarkan untuk mengadaptasi beberapa upaya awal yang telah mereka lakukan secara terpisah. Standar pertukaran yang dihasilkan ditinjau, diperluas, dan diberi nama IGES (Spesifikasi Pertukaran Grafik Awal). Dengan menggunakan IGES, setiap perusahaan perangkat lunak hanya perlu mengembangkan dua penerjemah

(diperkirakan), untuk mengeksport dari dan mengimpor ke aplikasi mereka, alih-alih mengembangkan penerjemah untuk setiap pertukaran berpasangan. IGES adalah kesuksesan awal yang masih banyak digunakan di banyak komunitas desain dan teknik.

McGraw mengidentifikasi interoperabilitas sebagai masalah kritis untuk pengguna BI tingkat lanjut (Jones dan Laquidara-Carr, 2015; Youngtal., 2007). Masalah interoperabilitas (terutama kehilangan data) terutama disebabkan oleh empat alasan teknis berikut (Lee, 2011).

1. Cakupan terbatas dari model data: Data yang diminati tidak berada dalam cakupan model data atau format file pertukaran. Misalnya, IGES dikembangkan untuk mendukung hanya beberapa jenis permukaan lengkung ganda yang kompleks, dan dengan demikian tidak dapat mendukung beberapa bentuk data geometrik. Demikian pula, IFC tidak dapat mendukung pertukaran data yang tidak termasuk dalam ruang lingkup IFC.
2. Masalah penerjemah: Seorang penerjemah tidak mendukung data yang diinginkan, meskipun data tersebut ditentukan dalam model data.
3. Bug perangkat lunak atau masalah implementasi: Data berhasil ditukar dan dibaca ke dalam aplikasi perangkat lunak, tetapi aplikasi perangkat lunak mengalami masalah saat memuat atau memvisualisasikan data karena bug perangkat lunak atau masalah implementasi lainnya.
4. Masalah domain perangkat lunak: Data yang diminati berada di luar cakupan aplikasi perangkat lunak. Misalnya, aplikasi perangkat lunak estimasi biaya umum mencakup data panjang, volume, dan area yang diekstraksi dari model 3D, tetapi tidak menyimpan data model 3D secara internal.

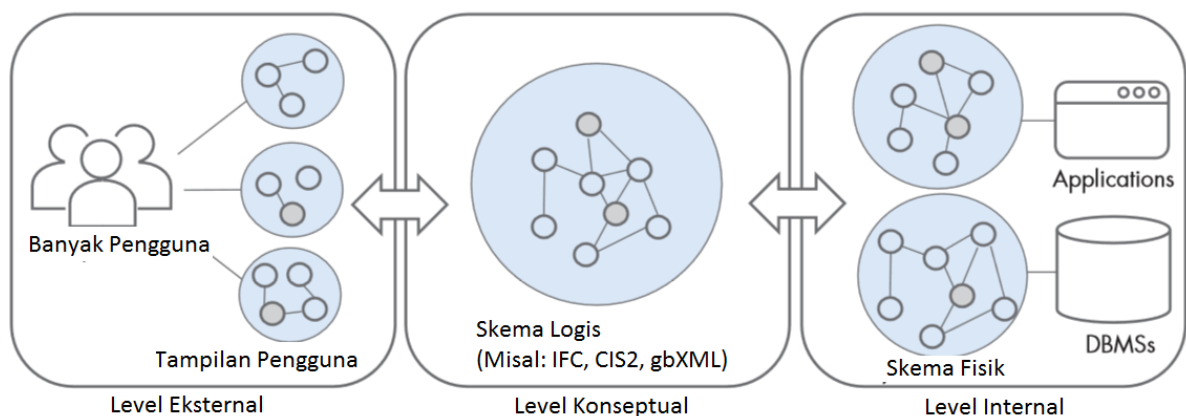
Selain faktor teknis sebelumnya, faktor prosedural juga merupakan penyebab umum masalah interoperabilitas, terutama ketika banyak orang berkolaborasi dalam sebuah proyek menggunakan beberapa model BIM di berbagai fase proyek.

5. Kontrol versi dan masalah rekayasa bersamaan: Jika seorang arsitek memperbarui desain sementara insinyur struktur menganalisis stabilitas struktural bangunan berdasarkan versi desain sebelumnya, hasil analisis struktural akan menjadi mubazir ketika desain baru dibuat.
6. Masalah Level of Development (LOD): Akan sangat ideal untuk secara bertahap mengembangkan model BIM tunggal yang dapat mendukung semua jenis penggunaan BIM yang berbeda sepanjang siklus proyek. Namun, praktis tidak mungkin untuk memasukkan semua detail yang diperlukan oleh penggunaan model BIM yang berbeda di seluruh fase proyek yang berbeda dalam satu model. Kemampuan BIM baru-baru ini telah memberikan pedoman untuk tingkat detail yang tepat atau pengembangan model BIM untuk penggunaan BIM yang berbeda. Model BIM pada LOD yang berbeda tidak hanya berbeda dalam hal tingkat detail, tetapi juga pada isi informasi. Harmonisasi LOD dengan penilaian kinerja dan ekonomi sedang dijajaki untuk mewujudkan integrasi alur kerja lebih lanjut. Akibatnya, Tidak semua, tetapi banyak dari masalah teknis dan prosedural ini dapat diatasi dengan menerapkan strategi pertukaran data yang berbeda atau proses kerja yang tepat sejauh peserta proyek setuju untuk berbagi informasi dengan anggota tim.

Namun, dalam praktiknya, tidak jarang bertemu dengan peserta proyek yang tidak mau berbagi informasi dengan anggota tim. Faktor manusia ini merupakan salah satu rintangan yang paling sulit untuk diatasi.

- Keengganan untuk berbagi informasi: Beberapa anggota tim tidak mau berbagi informasi dengan anggota tim karena kekayaan intelektual, keamanan, atau masalah kontrak, tetapi terkadang, tanpa alasan rasional. Pakar BIM di seluruh dunia mengidentifikasi kesediaan peserta proyek untuk berbagi informasi sebagai salah satu faktor penentu keberhasilan proyek BIM (Won et al., 2013b). Sebaliknya, ini berarti bahwa masalah kemauan ini tidak mudah untuk diselesaikan. Karena masalah kesediaan bukanlah masalah teknis, masalah ini dan masalah interoperabilitas lainnya yang disebabkan oleh faktor manusia hanya dapat diselesaikan melalui negosiasi atau mandat kontrak.

Bagaimana cara mencapai interoperabilitas—pertukaran data proyek yang mudah dan andal? Pertama-tama, model data atau skema harus didefinisikan. Sebuah model data atau skema secara konseptual mendefinisikan elemen-elemen yang diperlukan untuk domain target dan hubungan antar elemen. Secara umum, model data antar aplikasi didefinisikan pada tiga tingkat (ANSI/X3/SPARC, 1975). Definisi tiga tingkat ini biasanya disebut sebagai Karsitektur ANSI/SPAR (untuk database). Tingkat pertama adalah pandangan pengguna tentang persyaratan pertukaran informasi. Tingkat ini disebut tingkat eksternal. Setiap pengguna mungkin memerlukan serangkaian informasi yang berbeda untuk memproses pekerjaannya. Model data yang ditentukan dari perspektif pengguna tertentu disebut subset, tampilan, tampilan model, definisi tampilan, definisi tampilan model (MVD), atau kelas kesesuaian. Langkah pertama dan terakhir dari pemodelan data adalah menentukan dan menghasilkan tampilan ini. Langkah pertama disebut fase pengumpulan dan pemodelan persyaratan—fase untuk mengumpulkan dan menentukan kebutuhan informasi pengguna. Standar internasional yang mendefinisikan proses ini dan format dokumentasi untuk BIM adalah ISO 29481 Information Delivery Manual (IDM) (ISO TC 59/SC 13, 2010). Langkah terakhir adalah mengembangkan modul ekspor pada aplikasi perangkat lunak atau spesifikasi tampilan dalam sistem manajemen basis data berdasarkan definisi tampilan.



Gambar 3.2 Definisi tiga tingkat persyaratan pertukaran informasi.

Tingkat kedua adalah tingkat konseptual, yang independen dari metode implementasi atau sistem aplikasi. Model data yang ditentukan pada level ini disebut sebagai skema logis. Skema logis dapat dilihat sebagai model data yang dihasilkan dengan menggabungkan beberapa tampilan pengguna. Tingkat ketiga adalah tingkat internal. Skema logika yang dihasilkan pada tingkat kedua dapat diimplementasikan dengan berbagai cara seperti penerjemah antara dua sistem yang berbeda atau sistem manajemen basis data. Setiap aplikasi perangkat lunak memiliki struktur data sendiri. Untuk menerapkan skema logis pada aplikasi perangkat lunak, diperlukan proses pemetaan antara skema logis dan struktur data internal aplikasi. Struktur data internal atau model data pada tingkat internal disebut sebagai skema fisik. Mengingat dimensi skema, metode pertukaran data yang berbeda dapat digunakan tergantung pada penyebab masalah interoperabilitas. Pertukaran dapat diklasifikasikan dalam salah satu dari tiga cara utama yang tercantum di bawah ini:

- **Tautan langsung antara dua aplikasi melalui Application Programming Interface (API)** dari satu sistem dapat digunakan ketika model data tidak cukup matang untuk mendukung pertukaran data antara dua aplikasi. Beberapa mungkin menulis file sementara dalam pertukaran antara dua aplikasi independen; yang lain mungkin bergantung pada pertukaran real-time yang memanggil satu aplikasi dari yang lain. Beberapa aplikasi menyediakan antarmuka berpemilik, seperti GDL ArchiCAD, Open API Revit, atau MDL Bentley. Tautan langsung diimplementasikan sebagai antarmuka tingkat pemrograman, biasanya mengandalkan bahasa C++, C#, atau Visual Basic. Antarmuka membuat beberapa bagian dari model bangunan aplikasi dapat diakses untuk pembuatan, ekspor, modifikasi, pengecekan, atau penghapusan, dan antarmuka pemrograman lainnya menyediakan kemampuan untuk impor dan adaptasi untuk menerima data aplikasi. Banyak antarmuka seperti itu ada, sering kali dalam keluarga produk perusahaan sendiri dan terkadang melalui pengaturan bisnis antara dua atau lebih perusahaan. Perusahaan perangkat lunak sering lebih memilih untuk menyediakan tautan langsung atau pertukaran kepemilikan ke perangkat lunak tertentu; mereka dapat mendukung mereka dengan lebih baik. Antarmuka dapat digabungkan dengan erat, misalnya, alat analisis yang langsung disematkan dalam aplikasi desain. Antarmuka ini memungkinkan kemampuan yang tidak mudah didukung melalui pertukaran publik saat ini. Fungsionalitas pertukaran yang didukung ditentukan oleh dua perusahaan (atau divisi dalam perusahaan yang sama) yang mengidentifikasi kasus penggunaan tertentu, menentukan di mana letaknya dalam siklus hidup desain-bangun dan tujuan yang diasumsikan. Kadang-kadang kasus penggunaan yang memotivasi kemampuan pertukaran didokumentasikan, tetapi seringkali tidak, sehingga sulit untuk dievaluasi. Definisi publik dari standar BIM untuk kasus penggunaan mendorong kesadaran bahwa semua pertukaran model bangunan perlu memiliki spesifikasi kasus penggunaan, jika ingin diandalkan. Karena pertukaran langsung telah dikembangkan, di-debug, dan dipelihara oleh dua perusahaan yang terlibat, mereka biasanya kuat untuk versi perangkat lunak yang dirancang, dan fungsionalitas kasus penggunaan dan LOD yang dimaksudkan. Banyak pertukaran gagal karena penerjemah dikembangkan dengan mempertimbangkan kasus

penggunaan yang berbeda. Antarmuka dipertahankan selama hubungan bisnis berlangsung.

- **Pertukaran data berbasis file** adalah metode untuk bertukar data melalui file model baik menggunakan format pertukaran berpemilik atau format standar terbuka untuk umum. Format pertukaran berpemilik adalah skema data yang dikembangkan oleh organisasi komersial untuk berinteraksi dengan aplikasi perusahaan itu. Spesifikasi untuk skema dapat dipublikasikan atau dirahasiakan. Beberapa format pertukaran hak milik yang terkenal di area AEC adalah DXF dan RVT, keduanya ditentukan oleh Autodesk, PLN oleh Graphisoft, dan DGN oleh Bentley. Format pertukaran hak milik lainnya termasuk SAT (didefinisikan oleh Teknologi Spasial, pelaksana kernel perangkat lunak pemodelan geometris ACIS), dan 3DS untuk 3D-Studio. Masing-masing memiliki tujuan mereka sendiri, berurusan dengan berbagai jenis geometri. Pertukaran data dalam format pertukaran standar melibatkan penggunaan skema terbuka dan dikelola secara publik. IFC dan CIS/2 adalah contoh format data standar untuk AEC. Ini akan dijelaskan secara lebih rinci segera.
- **Pertukaran data berbasis model-server** adalah metode pertukaran data melalui sistem manajemen basis data (DBMS). DBMS untuk model BIM kadang-kadang disebut sebagai server model, server BIM, server IFC, repositori data, repositori data produk, atau lingkungan data umum (CDE). Server BIM sering disusun berdasarkan model data standar seperti IFC atau CIS/2 untuk menyediakan lingkungan data umum. Contoh server model termasuk server model IFC (IMSvr) yang dikembangkan oleh VTT, Finlandia (Adachi, 2002), server CIS2SQL oleh Georgia Tech, AS (You et al., 2004), Server Model Eurostep (EMS) yang dikembangkan oleh Eurostep (Jørgensen et al., 2008), Express Data Manager Server (EDMServer), dikembangkan oleh Jotne EPM Technology, Finlandia (Jotne EPM Technology, 2013), Open Source BIMserver oleh TNO, Belanda (BIMserver.org, 2012), dan server OR-IFC oleh Yonsei, Korea (Lee et al., 2014). Pendekatan pertukaran data berbasis model-server memiliki keunggulan dibandingkan pendekatan pertukaran data berbasis file karena dapat meringankan aspek kontrol versi dan masalah rekayasa bersamaan. Selain itu, pendekatan pertukaran data berbasis model-server memiliki potensi untuk mengurangi banyak masalah interoperabilitas dengan menambahkan fungsi kecerdasan buatan ke server model dan dengan mengaktifkan analisis otomatis status dan kualitas data dan mengisi informasi yang hilang dan saling bertentangan berdasarkan pada hasil analisa.

Format gambar raster 2D untuk gambar berbasis piksel, format vektor 2D untuk gambar garis, permukaan 3D dan format bentuk padat untuk bentuk 3D. Format berbasis objek tiga dimensi sangat penting untuk penggunaan BIM dan telah dikelompokkan menurut bidang aplikasinya. Ini termasuk format berbasis ISO-STEP yang mencakup informasi bentuk 3D bersama dengan hubungan konektivitas dan atribut, di mana model data bangunan IFC adalah yang paling penting. Juga terdaftar berbagai format permainan, yang mendukung fixed geometry, pencahayaan, tekstur bersama dengan aktor, dan dinamis, geometri bergerak, dan format pertukaran publik GIS untuk medan 3D, penggunaan lahan, dan infrastruktur.

Format Gambar (raster)

JPG, GIF, TIF, BMP, PNG, RAW, RLE

Format raster bervariasi dalam hal kekompakan, jumlah kemungkinan warna per piksel, transparansi, kompresi dengan atau tanpa kehilangan data.

Format Vektor 2D

DXF, DWG, AI, CGM, EMF, IGS, WMF, DGN, PDF, ODF, SVG, SWF

Format vektor bervariasi dalam hal kekompakan, pemformatan garis, warna, pelapisan, dan jenis kurva yang didukung; beberapa berbasis file dan lainnya menggunakan XML.

Format Permukaan dan Bentuk 3D

3DS, WRL, STL, IGS, SAT, DXF, DWG, OBJ, DGN, U3D PDF(3D), PTS, DWF

Format permukaan dan bentuk 3D bervariasi sesuai dengan jenis permukaan dan tepi yang diwakili, apakah itu mewakili permukaan dan/atau padatan, sifat material bentuk (warna, bitmap gambar, dan peta tekstur), atau informasi sudut pandang. Beberapa memiliki pengkodean ASCII dan biner. Beberapa termasuk pencahayaan, kamera, dan kontrol tampilan lainnya; beberapa adalah format file dan lainnya XML.

Format Pertukaran Objek 3D

STP, EXP, CIS/2, IFC

Format model data produk mewakili geometri sesuai dengan tipe 2D atau 3D yang diwakili; mereka juga membawa data tipe objek dan properti yang relevan serta hubungan antar objek. Mereka adalah yang terkaya dalam konten informasi.

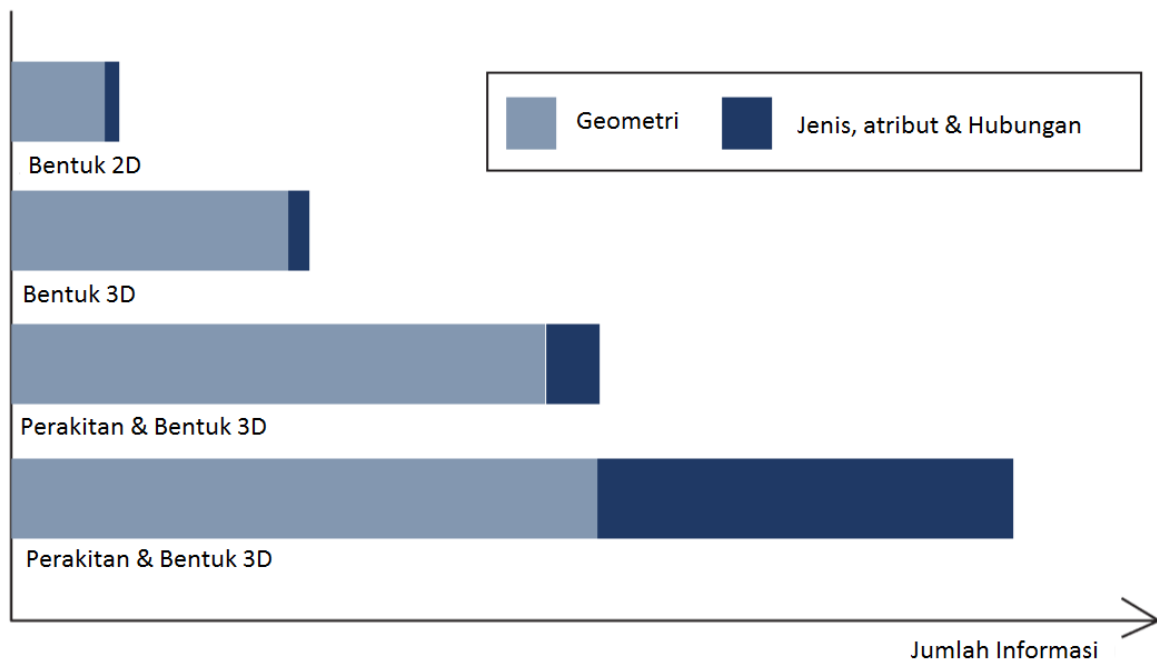
AecXML, Obix, AEX, bcXML, AGCxml

Skema XML dikembangkan untuk pertukaran data bangunan; mereka bervariasi sesuai dengan informasi yang dipertukarkan dan alur kerja yang didukung. Berbagai macam format file game bervariasi sesuai dengan jenis permukaan, apakah mereka membawa struktur hierarkis, jenis properti material, parameter tekstur dan bump map, animasi, dan skinning.

V3D, X, U, GOF, FACT, COLLADA

Format sistem informasi geografis bervariasi dalam hal 2D atau 3D, tautan data yang didukung, format file dan XML

SHP, SHX, DBF, TIGER, JSON, GML



Gambar 3.3 Meningkatnya kompleksitas data untuk berbagai jenis pertukaran. Sumbu horizontal adalah perkiraan jumlah kelas objek dalam skema.

Sebagai bidang desain berbantuan komputer telah berkembang dari 2D ke 3D dan bentuk yang lebih kompleks dan rakitan, jumlah tipe data yang diwakili telah berkembang pesat. Sementara geometri 3D dari rakitan rumit, penambahan properti, tipe objek, dan hubungan telah menyebabkan peningkatan besar dalam jenis informasi yang diwakili. Maka, tidak mengherankan bahwa tujuan pertukaran data semakin mendapat perhatian dan kepentingan, menjadi masalah paling penting bagi Pengguna BI tingkat lanjut. Seiring dengan bertambahnya kekayaan data tentang sebuah bangunan, masalah pertukaran data bergeser dari terjemahan yang akurat menjadi hanya menyaring informasi yang dibutuhkan, dan kualitas informasi (misalnya, apakah data merupakan perkiraan atau bentuk nominal atau properti atau produk tertentu?). Keinginan alami adalah untuk "mencampur dan mencocokkan" alat perangkat lunak untuk menyediakan fungsionalitas di luar apa yang dapat ditawarkan oleh platform perangkat lunak tunggal. Hal ini terutama benar ketika beragam organisasi berkolaborasi dalam sebuah proyek sebagai sebuah tim. Mendapatkan interoperabilitas sistem yang berbeda yang digunakan oleh tim jauh lebih mudah daripada memaksa semua perusahaan tim ke dalam satu platform. Sektor publik juga ingin menghindari solusi berpemilik yang memberikan monopoli pada satu platform perangkat lunak. IFC dan CIS/2 (untuk baja) adalah standar publik dan diakui secara internasional. Dengan demikian mereka cenderung menjadi standar internasional untuk pertukaran data dan integrasi dalam industri konstruksi bangunan.

3.4 LATAR BELAKANG MODEL DATA PRODUK

Dengan BIM, jumlah dan jangkauan aplikasi AEC berkembang pesat untuk desain, fabrikasi, konstruksi, dan operasi bangunan. Kebutuhan akan interoperabilitas hanya dapat

tumbuh, tidak menyusut. Sampai pertengahan 1980-an, hampir semua pertukaran data di semua bidang desain dan teknik didasarkan pada berbagai format file skema tetap. DXF dan IGE adalah contoh yang terkenal. Ini menyediakan format pertukaran yang efektif untuk geometri 2D dan 3D. Namun, model objek perpipaan, mekanik, listrik, dan sistem lainnya sedang dikembangkan saat ini. Jika pertukaran data berurusan dengan model objek kompleks dengan geometri, atribut, dan relasinya, format pertukaran file tetap dengan cepat menjadi sangat besar dan kompleks sehingga tidak dapat diinterpretasikan. Isu-isu ini muncul di Eropa dan Amerika Serikat pada waktu yang hampir bersamaan. Setelah bolak-balik, Organisasi Standar Internasional (ISO) di Jenewa, Swiss, memprakarsai Komite Teknis, TC184, untuk memulai subkomite untuk mengembangkan standar yang disebut STEP (STandard for the Exchange of Product model data), bernomor ISO-10303, untuk mengatasi masalah ini. dan seperangkat teknologi untuk menangani masalah pertukaran data tingkat lanjut.

Sekitar standar STEP adalah kumpulan perusahaan perangkat lunak yang menyediakan perangkat untuk mengimplementasikan dan menguji perangkat lunak berdasarkan EXPRESS. File teks dan pembacaan dan penulisan XML didukung secara luas, bersama dengan model viewer, navigator, dan alat implementasi lainnya. Beberapa aplikasi BIM menggunakan IFCastheirnative datamodel; yaitu, mereka menggunakan IFC sebagai struktur data internal mereka untuk membaca, menulis, dan menyimpan data di dalam sistem. Subbagian berikut meninjau bahasa pemodelan, model data, dan server BIM ini secara lebih rinci.

Skema Bahasa Pemodelan didefinisikan menggunakan bahasa pemodelan data grafis seperti EXPRESS-G, Entity Relationship Diagram (ERD), atau UML Class Diagram, atau bahasa pemodelan data tekstual seperti EXPRESS atau XSD (XML Schema Definition). Salah satu produk utama ISO-STEP adalah bahasa EXPRESS, yang dikembangkan oleh Douglas Schenck dan kemudian disumbangkan oleh Peter Wilson (Schenk dan Wilson, 1994). Bahasa EXPRESS telah menjadi mekanisme utama untuk mendukung pemodelan produk di berbagai industri: sistem mekanik dan listrik, pabrik proses, pembuatan kapal, furnitur, model elemen hingga, dan lain-lain, serta bangunan dan jembatan. Ini juga mencakup sejumlah besar perpustakaan fitur, geometri, klasifikasi, pengukuran, dan lain-lain untuk menyediakan fondasi umum untuk model data produk. Pengukuran metrik dan imperial didukung dan dicampur. Sebagai bahasa yang dapat dibaca mesin, bahasa ini sangat baik untuk penggunaan komputasi, tetapi sulit bagi pengguna manusia; jadi versi tampilan grafis dari bahasa tersebut, yang disebut EXPRESS-G, dikembangkan dan tidak umum digunakan. Semua informasi ISO-STEP berada dalam domain publik.

Bahasa Pemodelan

Skema didefinisikan menggunakan bahasa pemodelan data grafis seperti EXPRESS-G, Entity Relationship Diagram (ERD), atau Diagram Kelas UML, atau bahasa pemodelan data tekstual seperti EXPRESS atau XSD (Definisi Skema XML). Salah satu produk utama ISO-STEP adalah bahasa EXPRESS, yang dikembangkan oleh Douglas Schenck dan kemudian disumbangkan oleh Peter Wilson (Schenk dan Wilson, 1994). Bahasa EXPRESS telah menjadi mekanisme utama untuk mendukung pemodelan produk di berbagai industri: sistem mekanik dan listrik, pabrik proses, pembuatan kapal, furnitur, model elemen hingga, dan lain-lain, serta bangunan dan jembatan. Ini juga mencakup sejumlah besar perpustakaan fitur, geometri, klasifikasi,

pengukuran, dan lain-lain untuk memberikan dasar umum untuk model data produk. Baik pengukuran metrik dan imperial didukung dan dicampur. Sebagai bahasa yang dapat dibaca mesin, bahasa ini sangat baik untuk penggunaan komputasi, tetapi sulit bagi pengguna manusia; jadi versi tampilan grafis dari bahasa tersebut, yang disebut EXPRESS-G, dikembangkan dan tidak umum digunakan. Semua informasi ISO-STEP berada dalam domain publik.

XML (eXtensible Markup Language) adalah subset dari ISO 8879:1986 Standard Generalized Markup Language (SGML) dan saudara kandung dari HTML, bahasa dasar web. XML dapat digunakan baik sebagai bahasa skema dan bahasa representasi data instan. Dibuat dalam XML disebut skema XSD atau XML. Beberapa skema XML dipublikasikan dan bersifat publik, sementara yang lain adalah milik. Skema XML untuk AEC termasuk BACnet (Building Automation and Control Networks; BACnet, n.d.), protokol standar untuk membangun kontrol mekanis; AEX (Pertukaran Informasi Peralatan Otomatis; FIATECH, n.d.) untuk mengidentifikasi peralatan mekanis; AECxml, versi XML dari skema IFC (BSI, 2017); dan cityGML (City Geography Markup Language; CityGML, n.d.), pertukaran untuk mewakili bangunan dalam format GIS (Sistem Informasi Geografis) untuk perencanaan kota, layanan darurat, dan perencanaan infrastruktur.

File instance XML dapat dibuat menurut skema XML. File instans atau representasi data instans adalah kumpulan data yang ditentukan berdasarkan skema. Misalnya, skema "Arsip Bangunan" dapat mencakup entitas seperti jenis bangunan, nama bangunan, dan tahun penyelesaian. Contoh data skema ini adalah fasilitas kesehatan (tipe gedung), Rumah Sakit John Hopkins (nama gedung), dan 1989 (tahun penyelesaian). File instance XML memiliki ekstensi .xml dan file skema XML memiliki ekstensi .xsd.

Dengan munculnya World Wide Web, beberapa bahasa skema alternatif yang berbeda dikembangkan. Ini mengambil keuntungan dari streaming paket informasi yang dapat diproses saat diterima, berbeda dengan transfer file yang memerlukan transfer data lengkap sebelum dapat diproses. Sementara transportasi data berbasis file masih umum, XML menyediakan kemasan data streaming yang bentuk-bentuknya menarik. Dengan ponsel dan perangkat lain, media transportasi lain, seperti GSM (Groupe Spécial Mobile), GPRS (General Packet Radio Service), dan WAP (Wireless Application Protocol) diharapkan dapat diterapkan untuk membangun data.

BAB 4

BIM UNTUK PEMILIK DAN MANAJER FASILITAS

Ringkasan Bisnis Plan

Pemilik dapat mewujudkan manfaat yang signifikan pada proyek dengan menggunakan proses dan alat BIM untuk merampingkan pengiriman bangunan berkualitas tinggi dan berkinerja lebih baik. BIM memfasilitasi kolaborasi antara peserta proyek, mengurangi kesalahan dan perubahan lapangan dan mengarah ke proses pengiriman yang lebih efisien dan andal yang mengurangi waktu dan biaya proyek. Ada banyak area potensial untuk kontribusi BIM. Pemilik dapat menggunakan model informasi bangunan dan proses terkait untuk:

- Meningkatkan kinerja dan keberlanjutan bangunan melalui desain dan analisis energi dan pencahayaan berbasis BIM untuk meningkatkan kinerja bangunan secara keseluruhan.
- Mengurangi risiko keuangan yang terkait dengan proyek dengan menggunakan model BIM arsitek dan/atau kontraktor untuk memperoleh perkiraan biaya lebih awal dan lebih andal serta meningkatkan kolaborasi tim proyek.
- Mempersingkat jadwal proyek dari persetujuan hingga penyelesaian dengan menggunakan model bangunan untuk mengoordinasikan dan membuat bagian desain dengan mengurangi waktu kerja lapangan.
- Mendukung praktik konstruksi ramping yang berfokus pada penciptaan nilai bagi pemilik, seperti desain nilai target dan penyampaian proyek terintegrasi.
- Pastikan kepatuhan program melalui analisis keberlanjutan dari model bangunan terhadap pemilik dan persyaratan kode lokal.
- Mengoptimalkan manajemen dan pemeliharaan fasilitas dengan mengeksport atau mengintegrasikan model bangunan dan informasi peralatan yang telah dibangun yang relevan ke sistem yang akan digunakan selama siklus hidup fasilitas.
- Mendukung nilai siklus hidup model BIM dengan menjaga keakuratan model yang dibangun saat perubahan dan penambahan dilakukan pada bangunan selama masa pakainya.

Manfaat ini tersedia untuk semua jenis pemilik di hampir semua jenis proyek; namun, sebagian besar pemilik belum menyadari semua manfaat yang terkait dengan pendekatan siklus hidup BI. Lebih banyak menggunakan semua alat dan proses yang dibahas dalam buku ini. Perubahan signifikan dalam proses penyampaian, pemilihan penyedia layanan, dan pendekatan penggunaan BIM pada proyek diperlukan untuk sepenuhnya mewujudkan manfaat BIM. Pemilik sedang menulis ulang bahasa kontrak, spesifikasi, dan rencana eksekusi BIM (BEP) untuk menggabungkan penggunaan proses dan teknologi kolaboratif berbasis BIM ke dalam proyek mereka semaksimal mungkin. Sebagian besar penduduk kota yang telah memulai dan/atau berpartisipasi dalam upaya BIM menuai keuntungan di pasar melalui pengiriman yang lebih cepat dan lebih andal. Fasilitas bernilai lebih tinggi dan pengurangan

biaya operasional. Sejalan dengan perubahan ini, beberapa pemilik secara aktif memimpin upaya untuk menerapkan alat BIM pada proyek mereka dengan memfasilitasi dan mendukung pendidikan BIM untuk pengembangan fasilitas dan karyawan FM mereka.

4.1 PENDAHULUAN: MENGAPA PEMILIK HARUS PEDULI DENGAN BIM

Proses ramping dan pemodelan digital telah merevolusi industri manufaktur dan kedirgantaraan. Pengadopsi awal proses produksi dan alat-alat ini, seperti Toyota dan Boeing, telah mencapai efisiensi manufaktur dan kesuksesan komersial (Laurenzo, 2005). Pengadopsi akhir diminta untuk mengejar ketinggalan untuk bersaing, dan meskipun mereka mungkin tidak menghadapi rintangan teknis yang dialami oleh pengadopsi awal, mereka masih menghadapi perubahan signifikan pada proses kerja mereka.

Industri AEC menghadapi revolusi serupa, yang membutuhkan perubahan proses dan pergeseran paradigma dari dokumentasi berbasis 2D dan proses pengiriman bertahap ke pemodelan dan dokumentasi digital untuk mendukung alur kerja kolaboratif. Landasan BIM adalah salah satu model bangunan yang lebih terkoordinasi dan kaya informasi dengan kemampuan untuk pembuatan prototipe virtual, analisis, dan konstruksi virtual suatu proyek. Alat-alat ini secara luas meningkatkan CAD 3D dan kemampuan pemodelan permukaan dengan kemampuan yang ditingkatkan untuk menghubungkan informasi desain dengan proses bisnis, seperti perkiraan, perkiraan penjualan, dan operasi. Alat-alat ini mendukung pendekatan kolaboratif daripada pendekatan terfragmentasi untuk pengadaan proyek. Kolaborasi ini membangun kepercayaan dan tujuan bersama yang melayani pemilik daripada menciptakan hubungan kompetitif di mana setiap anggota tim berusaha untuk memaksimalkan tujuan individu mereka. Sebaliknya, dengan proses berbasis gambar, analisis harus dilakukan secara independen dari informasi desain bangunan, seringkali membutuhkan entri data duplikat, membosankan, dan rawan kesalahan. Hasilnya adalah hilangnya nilai aset informasi di seluruh fase, lebih banyak peluang untuk kesalahan dan kelalaian, dan peningkatan upaya untuk menghasilkan informasi proyek yang akurat.. Akibatnya, analisis tersebut dapat tidak sinkron dengan informasi desain dan menyebabkan kesalahan. Dengan proses berbasis BIM, pemilik berpotensi dapat mewujudkan pengembalian yang lebih besar atas investasinya sebagai hasil dari desain terintegrasi dan proses konstruksi yang ditingkatkan, yang meningkatkan nilai informasi proyek di setiap fase dan memungkinkan efisiensi yang lebih besar untuk tim proyek. Secara bersamaan, pemilik dapat menuai dividen dalam kualitas proyek, biaya, dan pengoperasian fasilitas di masa depan.

Secara tradisional, pemilik belum menjadi agen perubahan dalam industri bangunan. Mereka telah lama menyerah pada masalah proyek konstruksi yang khas, seperti pembengkakan biaya, penundaan jadwal, dan masalah kualitas (Jackson, 2002). Banyak pemilik melihat konstruksi sebagai pengeluaran modal yang relatif kecil dibandingkan dengan biaya siklus hidup atau biaya operasional lainnya yang timbul dari waktu ke waktu. Perusahaan yang memberikan layanan kepada pemilik (profesional MEA) sering menunjukkan kepicikan pemilik dan seringnya perubahan yang diminta pemilik yang pada akhirnya berdampak pada kualitas desain, biaya konstruksi, dan jadwal. Perubahan ini sering kali diakibatkan oleh analisis dan simulasi yang tidak memadai selama fase desain dan rekayasa serta proses

cerobong asap yang sering digunakan oleh layanan profesional. Ini terkait dengan penggunaan gambar yang sulit untuk disejajarkan saat perubahan dibuat.

Karena potensi dampak BIM yang cukup besar terhadap masalah-masalah ini, pemilik berada dalam posisi yang paling diuntungkan dari penggunaannya. Oleh karena itu, sangat penting bagi pemilik dari semua jenis untuk memahami bagaimana aplikasi BIM dapat memungkinkan keunggulan kompetitif dan memungkinkan organisasi mereka untuk merespons permintaan pasar dengan lebih baik dan menghasilkan pengembalian investasi modal yang lebih baik. Dalam kasus tersebut, di mana penyedia layanan memimpin implementasi BIM—mencari keunggulan kompetitif mereka sendiri—pemilik terdidik dapat memanfaatkan keahlian dan pengetahuan tim desain dan konstruksi mereka dengan lebih baik.

4.2 PERAN PEMILIK DALAM PROYEK BIM

Di bagian berikut, akan disajikan gambaran umum tentang driver yang memotivasi semua jenis pemilik untuk mengadopsi teknologi BIM, dan kita menjelaskan berbagai jenis aplikasi BIM yang tersedia saat ini. Driver ini adalah:

- penilaian desain lebih awal dan sering
- kompleksitas fasilitas
- waktu ke pasar
- keandalan dan manajemen biaya
- kualitas produk, dalam hal kebocoran, malfungsi, pemeliharaan yang tidak beralasan
- keberlanjutan
- manajemen aset
- perubahan fasilitas selama masa pakainya.

Penilaian Desain

Pemilik harus mampu mengelola dan mengevaluasi ruang lingkup desain terhadap kebutuhan mereka sendiri di setiap fase proyek. Selama desain konseptual, ini sering melibatkan analisis spasial. Kemudian, ini melibatkan evaluasi apakah desain akan memenuhi kebutuhan fungsionalnya. Di masa lalu, ini terbatas pada penggunaan media 2D dan terbatas pada proses manual, dan pemilik mengandalkan desainer untuk berjalan melalui proyek dengan gambar, gambar, atau animasi yang diberikan. Persyaratan sering berubah, bagaimanapun, dan bahkan dengan persyaratan yang jelas, mungkin sulit bagi pemilik untuk memastikan bahwa semua persyaratan telah dipenuhi.

Selain itu, proporsi proyek yang semakin meningkat melibatkan perkuatan fasilitas yang ada atau pembangunan di lingkungan perkotaan. Proyek ini seringkali berdampak pada masyarakat sekitar atau pengguna fasilitas saat ini. Mencari masukan dari semua pemangku kepentingan proyek adalah sulit ketika mereka tidak dapat secara memadai menafsirkan dan memahami gambar dan jadwal proyek. Paragraf berikut menunjukkan bagaimana pemilik dapat bekerja dengan tim desain mereka untuk mendapatkan hasil ini:

- **Mengintegrasikan pengembangan persyaratan terprogram:** Selama fase terprogram dan kelayakan, pemilik, bekerja dengan konsultan mereka, mengembangkan program dan persyaratan untuk proyek. Mereka sering melakukan proses ini dengan sedikit

umpan balik sehubungan dengan kelayakan dan biaya berbagai fitur program atau persyaratan proyek. Salah satu alat potensial untuk memfasilitasi proses ini adalah BIMStorm (<http://bimstorm.com/Data/>) lingkungan dan proses yang dikembangkan oleh OnumaSystems, yang memungkinkan pemilik dan banyak peserta serta pemangku kepentingan untuk membuat konsep proyek, meminta masukan dari berbagai sumber, dan menilai secara real time berbagai pilihan desain dari perspektif biaya, waktu, dan keberlanjutan. Gambar 4-2, misalnya, menunjukkan salah satu sesi ini. Tim mengembangkan model bangunan konseptual untuk mengembangkan secara real time program yang realistis.

- **Meningkatkan kepatuhan program melalui analisis spasial BIM:** Pemilik seperti Penjaga Pantai Amerika Serikat dapat melakukan analisis spasial cepat dengan alat pembuat BIM. Studi kasus mencakup gambar-gambar yang menunjukkan bagaimana model bangunan dapat berkomunikasi secara real time, baik secara spasial maupun dalam bentuk data, untuk memeriksa kepatuhan terhadap persyaratan. Warna yang berbeda secara otomatis ditetapkan ke ruangan berdasarkan dimensi dan fungsinya. Dalam beberapa kasus, kode warna dapat memperingatkan desainer atau pemilik kamar yang melebihi atau tidak memenuhi persyaratan yang ada. Umpan balik visual ini sangat berharga selama desain konseptual dan skematis. Dengan demikian, pemilik dapat lebih memastikan bahwa persyaratan organisasi mereka terpenuhi dan efisiensi operasional program terwujud.
- **Menerima masukan yang lebih berharga dari pemangku kepentingan proyek melalui simulasi visual:** Pemilik sering kali membutuhkan umpan balik yang memadai dari pemangku kepentingan proyek, yang memiliki sedikit waktu atau kesulitan untuk memahami informasi yang diberikan tentang proyek. Gambar 4-3 adalah cuplikan hakim yang meninjau ruang sidang yang direncanakan. Gambar 4-8 menunjukkan snapshot 4D dari semua lantai rumah sakit untuk mengomunikasikan urutan konstruksi untuk setiap departemen dan mendapatkan umpan balik tentang bagaimana hal itu akan berdampak pada operasi rumah sakit. Di kedua proyek, model informasi bangunan dan perbandingan skenario yang cepat sangat meningkatkan proses peninjauan. Penggunaan tradisional dari teknologi penelusuran real-time dan sangat dirender adalah peristiwa satu kali, sedangkan alat BIM dan 4D membuat eksplorasi desain bagaimana-jika jauh lebih mudah dan lebih layak secara ekonomi.
- **Konfigurasi ulang dan jelajahi skenario desain dengan cepat:** Konfigurasi waktu nyata dimungkinkan baik dalam alat pembuatan model atau alat konfigurasi khusus. Gambar 4-4 menunjukkan contoh dari kemampuan perencanaan ruang otomatis Aditazz yang menggunakan persyaratan ruang pelanggan untuk rumah sakit yang dikombinasikan dengan pola lalu lintas pasien untuk membuat tata letak ruang yang dioptimalkan dan hasil simulasi lalu lintas untuk tata letak tertentu. Pendekatan lain yang secara khusus ditargetkan untuk membantu pemilik dengan cepat menilai kelayakan desain bangunan alternatif disediakan oleh sistem DESTINI Profiler yang dikembangkan oleh Beck Technology, Ltd. (<http://www.becktechnology.com/products/destini-profiler/>).

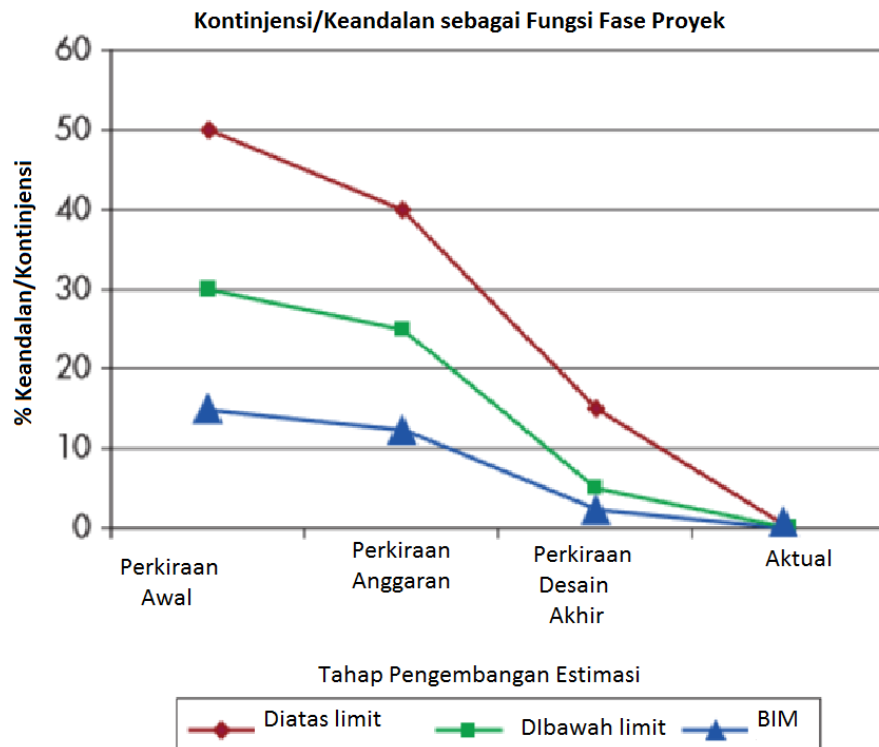
Sistem ini dimulai dengan model grafik kasar yang memungkinkan evaluasi cepat alternatif yang menggabungkan data biaya dan persyaratan fungsional dari pemilik.

- **Evaluasi penggunaan konstruksi prefabrikasi dan modular selama fase desain:** Agar penggunaan modul prefabrikasi secara efektif sebagai alternatif konstruksi built-in, opsi ini paling baik dievaluasi selama fase desain awal. Hal ini memungkinkan tim proyek untuk mempertimbangkan peluang desain, waktu, dan biaya yang diberikan oleh penggunaan komponen manufaktur di luar lokasi yang dapat digabungkan ke dalam model BIM desain. Sulit untuk melakukan ini setelah desain detail dimulai. Hal ini diilustrasikan oleh studi kasus Aula Asrama Mahasiswa NTU.
- **Simulasikan pengoperasian fasilitas:** Pemilik mungkin memerlukan jenis simulasi tambahan untuk menilai kualitas desain di luar penelusuran atau simulasi visual. Ini mungkin termasuk perilaku kerumunan atau skenario evakuasi darurat. Gambar 4-5 menunjukkan contoh simulasi kerumunan untuk stasiun metro dayata biasa dengan analisis terkait. Simulasi menggunakan model informasi bangunan sebagai titik awal untuk menghasilkan skenario ini. Simulasi semacam itu padat karya dan melibatkan penggunaan alat dan layanan khusus. Namun, untuk fasilitas di mana persyaratan kinerja tersebut sangat penting, investasi awal dalam model informasi bangunan dapat terbayar karena input 3D yang lebih akurat yang dibutuhkan oleh alat khusus ini. Kemampuan ini diilustrasikan dalam studi kasus Peningkatan Stasiun Victoria.

4.3 MANAJEMEN BIAAYA DAN WAKTU

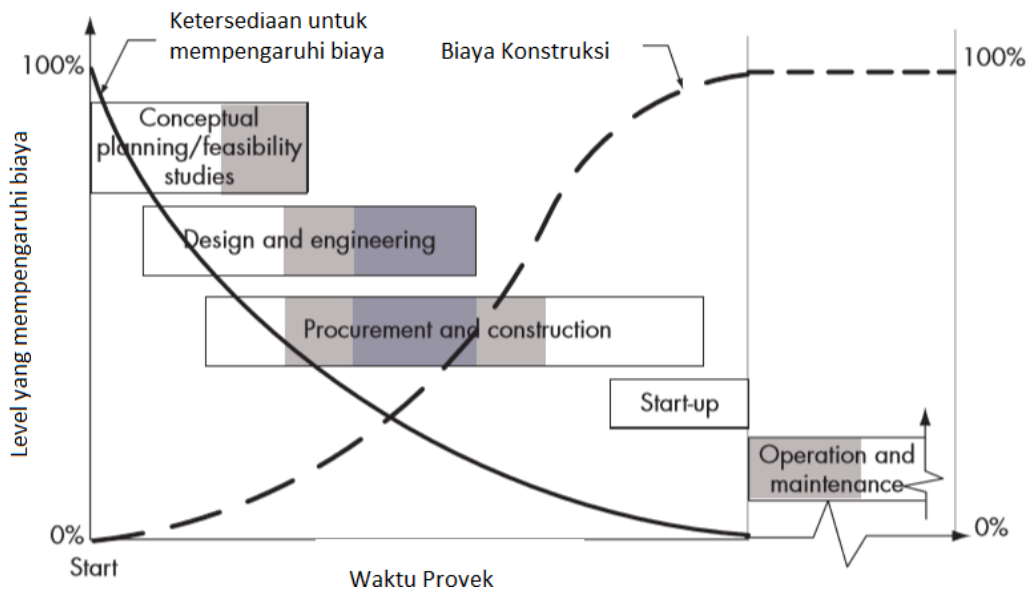
Manajemen biaya

Pemilik sering kali dihadapkan dengan biaya yang berlebihan atau biaya yang diharapkan yang memaksa mereka untuk "merekayasa nilai", melampaui anggaran, atau membatalkan proyek. Untuk mengurangi risiko overruns dan perkiraan yang tidak dapat diandalkan, pemilik dan penyedia layanan menambahkan kemungkinan perkiraan atau "anggaran yang disisihkan untuk mengatasi ketidakpastian selama konstruksi" (Touran, 2003). Gambar 4-6 menunjukkan kisaran khas kemungkinan yang diterapkan pemilik dan penyedia layanan mereka untuk perkiraan, yang bervariasi dari 50 hingga 5% tergantung pada fase proyek. Perkiraan yang tidak dapat diandalkan memaparkan pemilik pada risiko yang signifikan dan secara artifisial meningkatkan semua biaya proyek. Keandalan estimasi biaya dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk kondisi pasar yang berubah seiring waktu, waktu antara estimasi dan pelaksanaan, perubahan desain, dan masalah kualitas (Jackson, 2002). Sifat model informasi bangunan yang akurat dan dapat dihitung memberikan sumber yang lebih andal bagi pemilik untuk menghentikan kuantitas dan perkiraan serta memberikan umpan balik biaya yang lebih cepat pada perubahan desain. Hal ini penting karena kemampuan untuk mempengaruhi biaya paling tinggi di awal proses pada tahap konseptual dan kelayakan. Penaksir mengutip waktu yang tidak cukup, dokumentasi yang buruk, dan gangguan komunikasi antara peserta proyek, khususnya antara pemilik dan penaksir, sebagai penyebab utama dari perkiraan yang buruk (Akintoye dan Fitzgerald, 2000).



Gambar 4.1 Bagan yang menunjukkan batas atas dan bawah yang biasanya ditambahkan oleh pemilik ke kontinjensi dan keandalan perkiraan selama fase proyek yang berbeda dan potensi peningkatan keandalan yang ditargetkan terkait dengan perkiraan berbasis BIM.

Data diadaptasi dari Munroe (2007), dan dari Oberlender dan Trost (2001).



Gambar 4.2 Pengaruh pada biaya proyek secara keseluruhan selama siklus hidup proyek.

Pemilik dapat mengelola biaya dengan aplikasi BIM untuk menyediakan:

- estimasi yang lebih andal di awal proses dengan estimasi BIM konseptual: Estimasi yang menggunakan model informasi bangunan konseptual yang terdiri dari komponen dengan informasi biaya historis, informasi produktivitas, dan informasi estimasi

lainnya dapat memberikan umpan balik cepat kepada pemilik tentang berbagai skenario desain. Estimasi yang akurat bisa sangat berharga di awal proyek, terutama untuk menilai perkiraan arus kas dan pembiayaan pengadaan proyek. Studi kasus proyek Komersial Hillwood, yang dibahas di situs web BIM Handbook companion, menggambarkan manfaat ini.

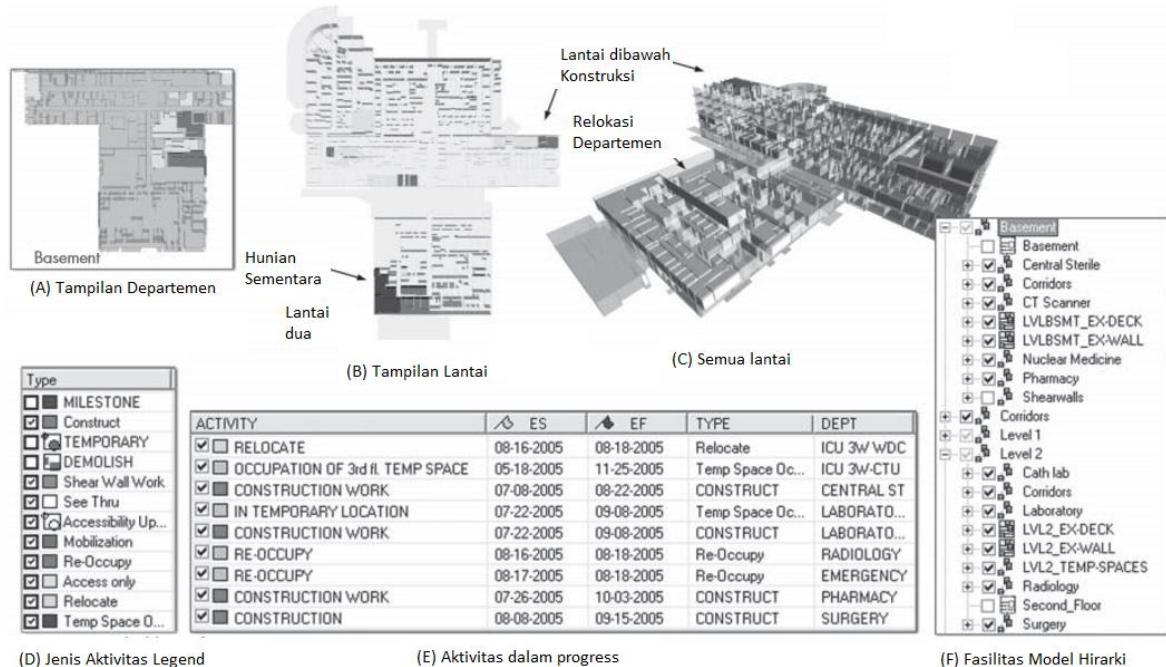
- perkiraan yang lebih cepat, lebih rinci, dan lebih akurat dengan alat lepas landas kuantitas BIM: Baik pemilik maupun penaksir berjuang dengan kemampuan untuk merespons perubahan desain dan persyaratan serta memahami dampak perubahan tersebut pada anggaran dan perkiraan proyek secara keseluruhan. Dengan menghubungkan model desain dengan proses estimasi, tim proyek dapat mempercepat kuantitas lepas landas dan proses estimasi keseluruhan dan mendapatkan umpan balik yang lebih cepat tentang perubahan desain yang diusulkan. Kasus proyek Komersial Hillwood, yang dibahas di situs web pendamping Buku Pegangan BIM, mengutip bukti bahwa penaksir berpengalaman menggunakan perangkat lunak penaksir konseptual yang terkait dengan model BIM di awal desain dapat menghasilkan pengurangan waktu yang signifikan dan menghasilkan pendugaan dengan sedikit variasi antara proses manual dan berbasis BIM. Ini juga memberikan model visual yang menggambarkan dasar dari jumlah yang termasuk dalam perkiraan. Dalam studi kasus Menara Kantor Timur Satu Pulau, yang dibahas di situs web BIM dan buku pendamping, pemilik dapat mengatur kontingensi yang lebih rendah dalam anggaran mereka sebagai hasil dari desain yang lebih andal dan akurat menggunakan BIM dan perkiraan berbasis BIM yang dihasilkan. Di Rumah Sakit St. Joseph dan studi kasus Rumah Sakit Anak Dublin yang baru, tim sering melakukan estimasi biaya berbasis model untuk memastikan bahwa desainnya sesuai dengan anggaran. Namun, pemilik harus menyadari bahwa lepas landas dan estimasi berbasis BIM hanyalah langkah pertama dalam keseluruhan proses estimasi; ini tidak mengatasi masalah secara menyeluruh. dari kelalaian. Selain itu, derivasi komponen yang lebih akurat yang disediakan BIM tidak berhubungan dengan kondisi lokasi tertentu atau kompleksitas fasilitas, yang bergantung pada keahlian penaksir untuk mengukur. Estimasi biaya berbasis BIM membantu penaksir biaya berpengalaman menjadi lebih produktif dan akurat, tetapi tidak menggantikannya.

Waktu ke Pasar: Manajemen Jadwal

Waktu ke pasar berdampak pada semua industri, dan konstruksi fasilitas sering kali menjadi hambatan. Organisasi manufaktur memiliki persyaratan waktu-ke-pasar yang terdefinisi dengan baik, dan harus mengeksplorasi metode dan teknologi yang memungkinkan mereka memberikan fasilitas lebih cepat, lebih baik, dan lebih murah. BIM memberi pemilik dan tim proyek mereka alat untuk mengotomatisasi sebagian desain, mensimulasikan operasi, dan menggunakan fabrikasi di luar lokasi. Inovasi-inovasi ini—awalnya ditujukan untuk fasilitas manufaktur atau proses—kini tersedia untuk industri fasilitas komersial umum dan penyedia layanannya. Inovasi yang dibahas selanjutnya memberi pemilik berbagai aplikasi BIM untuk menanggapi kebutuhan waktu pasar:

- **Mengurangi waktu ke pasar dengan menggunakan model parametrik dan desain nilai target:** Siklus pembangunan yang panjang meningkatkan risiko pasar. Proyek yang dibiayai pada masa ekonomi yang baik dapat mencapai pasar dalam penurunan, sangat berdampak pada ROI (laba atas investasi) proyek. Proses BIM, seperti desain dan prefabrikasi berbasis BIM, dapat sangat mengurangi durasi proyek, dari persetujuan proyek hingga penyelesaian fasilitas. Sifat parametrik komponen model BIM membuat perubahan desain lebih mudah dan pembaruan dokumentasi yang dihasilkan otomatis. Ketika desain parametrik digabungkan dengan model biaya berdasarkan komponen dalam model BIM, maka dimungkinkan untuk mengulangi desain untuk mengevaluasi perkiraan biaya dengan cepat. Desain nilai target khususnya difasilitasi oleh penggunaan BIM untuk lepas landas kuantitas dan perkiraan biaya. Bekerja Mundur dari bagian Anggaran dan dalam proyek Rumah Sakit Lembah Temecula (Do et al., 2015).
- **Kurangi durasi jadwal dengan koordinasi dan prefabrikasi 3D:** Semua pemilik membayar biaya untuk keterlambatan konstruksi atau proyek yang panjang, baik dalam pembayaran bunga pinjaman, pendapatan sewa yang tertunda, atau pendapatan lain dari penjualan barang atau produk. Dalam Proyek Asrama Mahasiswa NTU, Universitas Teknologi Nanyang (NTU, yang diwakili oleh Kantor Pengembangan & Manajemen Fasilitas NTU) harus menyediakan fasilitas tempat tinggal mahasiswa dalam waktu yang sangat singkat, yaitu 26 tahun. bulan. Mereka memutuskan untuk menggunakan Prefinished Prefabricated Volumetric Construction (PPVC) untuk pengembangan asrama mahasiswa dan akomodasi apartemen baru dengan 1.660 unit. Penerapan BIM untuk mendukung koordinasi awal, analisis konstruktibilitas termasuk manufaktur dan pengiriman, dan pemasangan di lapangan menghasilkan peningkatan desain, manufaktur, dan produktivitas lapangan, menghasilkan perkiraan pengiriman tepat waktu yang meyakinkan. Perlu juga dicatat bahwa ada beberapa kegagalan signifikan menggunakan solusi modular ketika perencanaan dan koordinasi tidak terjadi di awal proses desain.
- **Kurangi risiko terkait jadwal dengan perencanaan berbasis BIM:** Jadwal sering dipengaruhi oleh aktivitas yang melibatkan risiko tinggi, ketergantungan, banyak organisasi, atau rangkaian aktivitas yang kompleks. Ini sering terjadi dalam proyek-proyek seperti renovasi fasilitas yang ada, di mana konstruksi harus dikoordinasikan dengan operasi yang sedang berlangsung. Misalnya, seorang manajer konstruksi yang mewakili pemilik menggunakan model 4D untuk mengomunikasikan jadwal kepada staf rumah sakit dan mengurangi dampak kegiatan pada operasi mereka (Roe, 2002). Penggunaan 4D selama fase perencanaan proyek dapat meningkatkan pemahaman tentang keputusan desain alternatif tentang biaya, keuntungan, dan opsi konstruksi.
- **Cepat menanggapi kondisi lapangan yang tidak terduga dengan model BIM terkoordinasi 4D:** Pemilik dan penyedia layanan mereka sering menghadapi kondisi tak terduga yang bahkan model digital terbaik pun tidak dapat memprediksinya. Tim yang menggunakan model digital sering kali berada dalam posisi yang lebih baik untuk merespons kondisi yang tidak terduga dan kembali ke jadwal. Misalnya, proyek ritel

dijadwalkan untuk dibuka sebelum Thanksgiving untuk musim belanja liburan. Tiga bulan berlalunya proyek, kondisi tak terduga memaksa proyek berhenti selama tiga bulan. Kontraktor menggunakan model 4D untuk membantu merencanakan pemulihan dan membuka fasilitas tepat waktu (Roe, 2002).



Gambar 4.3 Tampilan model 4D untuk fasilitas rumah sakit sembilan lantai yang menunjukkan aktivitas retrofit bersamaan di seluruh departemen dan lantai: (A) Tampilan 4D departemen; (B) tampilan 4D dari lantai; (C) tampilan 4D dari semua lantai; (D) legenda jenis aktivitas yang menunjukkan jenis aktivitas yang dikomunikasikan oleh tim manajemen konstruksi dan pemilik dalam model 4D; (E) kegiatan yang sedang berlangsung; dan (F) hierarki 4D yang menunjukkan organisasi berdasarkan lantai dan departemen.

Bekerja Mundur dari Anggaran

Jika ada satu hal yang jarang didengar oleh seorang estimator, itu adalah ungkapan “Uang bukanlah objek.” Sebaliknya, jarang menemukan proyek di mana anggaran tidak terlalu membebani keputusan desain. Tetapi ketika perusahaan konstruksi membantu pemilik mendapatkan hasil maksimal dari setiap dolar investasi mereka, mereka tidak hanya dapat memenangkan pekerjaan—mereka dapat memperoleh klien seumur hidup. Alih-alih membiarkan desain mendorong anggaran—yang sering mengakibatkan perlunya “perekayasa nilai” di kemudian hari dalam prosesnya—desain nilai target adalah pendekatan di mana anggaran mendorong keputusan desain, yang terjadi sangat awal dalam prakonstruksi. Konsep ini memungkinkan seluruh tim prakonstruksi untuk memulai dengan perkiraan biaya yang divalidasi dan kemudian bekerja mundur dari jumlah tersebut untuk memaksimalkan anggaran pemilik. Karena Beck Technology's DESTINI Profiler menggabungkan pemodelan 3D dengan biaya yang terikat pada setiap elemen desain, perangkat lunak ini menyediakan alat bagi para peniru hutan untuk mengevaluasi dampak biaya dari berbagai pilihan desain dan

material, membantu pemilik membuat pilihan realistis yang memberikan "bang for the buck" paling banyak.

Keputusan Desain yang Diinformasikan, dalam Waktu Nyata

Di Yates Construction, DESTINI Profiler memainkan peran kunci dalam desain nilai target untuk manajemen konstruksi. Penaksir sering menggunakan perangkat lunak pada tahap awal pengembangan konsep, menunjukkan kepada pemilik apa yang mungkin dalam anggaran yang mereka tetapkan. "Kita bisa mendapatkan arsitek, manajer konstruksi, dan pemilik di ruangan yang sama untuk sesi meja bundar, mengeluarkan banyak ide, dan membuat perubahan pada desain dengan sangat cepat," kata Yates Estimator Stanley Wielgosz. "Jika pemilik berkata, 'Bagaimana jika kita melakukan ini? Dorong bagian gedung ini ke dalam? Tambahkan banyak kamar ini? Bagaimana tampilannya dan berapa biayanya?,' kita dapat menunjukkan dampaknya selama pertemuan menggunakan DESTINI Profiler." Pada proyek sekolah yang baru-baru ini diberikan, misalnya, Yates membawa gambar skematis ke DESTINI Profiler untuk membuat model 3D dan kemudian menerapkan biaya ke elemen dari database biaya perusahaan. "Kita mempresentasikan model di depan pengawas distrik dan CPA," kata Wielgosz. "Mereka sangat terkesan dengan tampilannya dan bahwa bangunan itu sudah dapat dikenakan biaya. Jika mereka perlu melakukan perubahan, kita dapat memberi mereka harga dengan cepat berdasarkan desain pada tahap awal ini. Kita menjualnya dengan segera dan transparan."

Profil Desain Nilai Target

"Bekerja mundur memastikan bahwa kita tetap pada anggaran serta memungkinkan kita untuk menawarkan opsi desain yang cerdas dan hemat biaya untuk klien." Dalam presentasi kepada dewan sekolah, tim Yates membuat perubahan pada model DESTINI Profiler pada penerbangan, mencoba berbagai pilihan untuk menunjukkan bagaimana distrik dapat meregangkan dana konstruksinya. Misalnya, penaksir dapat secara visual mendemonstrasikan bagaimana distrik dapat menghemat 5 per kaki persegi dengan memilih bahan plafon yang berbeda untuk ruang kelas. Mereka dapat bekerja mundur dan memastikan bahwa mereka mempertahankan anggaran distrik sekolah dengan menyarankan opsi desain yang hemat biaya.

Kolaborasi Lintas Fungsional

Direktur Prakonstruksi Beck Group, Jeff Ratcliff, mencatat bahwa tim prakonstruksi dan arsitektur/desain harus diluncurkan dari tempat yang sama pada waktu yang sama, menjaga komunikasi tetap mengalir, dan bekerja sama untuk mencapai tujuan yang sama. Meskipun tim prakonstruksi lebih berorientasi pada biaya dan tim arsitektur lebih didorong oleh estetika, menyepakati elemen sejak awal sangat penting untuk menjaga proyek tetap pada jalurnya. Salah satu kuncinya adalah bagi semua orang yang terlibat untuk fokus dalam memberikan nilai kepada pemilik, kata Ratcliff. Profiler DESTINI membantu mencapai hal ini dengan memungkinkan tim prakonstruksi dan desain untuk mengeksplorasi opsi bersama-sama dan mengomunikasikan pilihan tersebut kepada pemilik sehingga mereka dapat membuat keputusan yang tepat.

Karena DESTINI Profiler berisi data biaya historis, termasuk paket desain untuk berbagai jenis kamar, tim prakonstruksi dapat dengan cepat membuat model berdasarkan berbagai asumsi

dan menyediakan jadwal kamar berbasis model kepada tim desain. Data biaya dipecah menjadi tab tawaran, dengan target anggaran yang lebih kecil untuk berbagai elemen, seperti atap, eksterior, interior, atau pekerjaan lokasi. Setiap elemen ditugaskan sekelompok tim yang membuat keputusan tentang cara memenuhi target anggaran. “Biarkan para arsitek fokus pada kreativitas, dan kita dapat menghargai kreativitas itu dengan mudah,” kata Ratcliff. “Menggunakan tab tawaran memungkinkan kita fokus pada target sambil menawar pekerjaan.” Tim lintas fungsi terus-menerus melacak kemajuan terhadap anggaran asli, memperbarui data sepanjang jalan untuk memahami dampak biaya dari setiap modifikasi.

Manajemen Aset Fasilitas dan Informasi

Setiap industri kini dihadapkan pada pemahaman tentang bagaimana memanfaatkan informasi sebagai aset, tidak terkecuali pemilik fasilitas. Saat ini, informasi dihasilkan selama setiap fase proyek dan sering dimasukkan kembali atau diproduksi selama penyerahan antara fase dan organisasi. Pada akhir sebagian besar proyek, nilai informasi ini turun drastis, karena biasanya tidak diperbarui untuk mencerminkan kondisi yang dibangun atau dalam bentuk yang mudah diakses atau dikelola. Gambar 4-1 menunjukkan bahwa proyek yang melibatkan kreasi dan pembaruan kolaboratif model bangunan berpotensi akan melihat lebih sedikit periode entri informasi dan pemilik proyek yang sama dapat secara efektif menggunakan model siklus hidup dan peluang pemilik proyek secara efektif.

- **Menugaskan gedung dengan lebih efisien:** Menurut Building Commissioning Association (lihat www.bcxa.org/), “Pengaturan gedung memberikan konfirmasi terdokumentasi bahwa sistem gedung berfungsi sesuai dengan kriteria yang ditetapkan dalam dokumen proyek untuk memenuhi kebutuhan operasional pemilik.” Sayangnya, proses commissioning dari catatan 2D memakan waktu dan rawan kesalahan. Mengumpulkan semua data peralatan yang dibutuhkan dan memastikan bahwa itu adalah versi terbaru (mencerminkan semua pesanan perubahan) dapat memakan waktu berbulan-bulan. Selama ini, data dalam sistem FM tidak dapat digunakan untuk mengelola gedung. Ini adalah masalah yang serius dan mahal. Selain itu, data 2D disimpan dalam gulungan gambar dan file kertas terkait. Ini sulit untuk diakses dan seringkali tidak mencerminkan kondisi fasilitas saat ini (terutama setelah beberapa waktu berlalu). Hal ini berlaku bahkan ketika data 2D disimpan dalam file pdf di penyimpanan komputer. Untungnya, ada pendekatan yang jauh lebih efisien yang melibatkan penggunaan data BIM yang dimasukkan selama proses desain dan konstruksi dan kemudian ditransfer ke sistem FM (menggunakan COBie atau format lain), atau langsung terintegrasi dengan Sistem FM pada penyelesaian proyek. Studi kasus Rumah Sakit Stanford menggambarkan bagaimana mereka mempelajari proses 2D mereka sendiri dan menyimpulkan bahwa sistem BIM-FM terintegrasi akan memberikan banyak keuntungan bagi rumah sakit. Ini termasuk pengurangan biaya pemeliharaan FM, ketersediaan yang lebih tinggi, dan layanan yang lebih baik kepada klien mereka.
- **Cepat mengevaluasi dampak pekerjaan pemeliharaan pada fasilitas:** Contoh lain adalah penggunaan model visual dan cerdas untuk membantu manajer fasilitas menilai dampak kegagalan sistem pada fasilitas. Tim pemeliharaan di Pusat Medis Howard

Hughes menggunakan sistem BIM-FM terintegrasi untuk menilai secara visual area mana yang akan terpengaruh ketika daya hilang ke unit penanganan udara tertentu. Ini juga menunjukkan fasilitas apa (laboratorium dan ruang lain) yang akan terkena dampak dan cara terbaik untuk memperbaiki masalah tersebut. Hal ini dijelaskan secara rinci dalam studi kasus di Bab terakhir dalam buku ini. Chan et al. (2016) menggambarkan sistem baru untuk merampingkan lokalisasi kesalahan yang dikembangkan di Hong Kong. Sistem ini mengintegrasikan BIM, topologi sistem, teknologi RFID, dan antarmuka akuisisi data waktu nyata termasuk sensor nirkabel sistem otomatisasi bangunan (BAS), televisi sirkuit tertutup (CCTV), dan sistem lokasi waktu nyata. Ini memberikan penghematan waktu yang signifikan (dua jam atau lebih) pada lokalisasi kesalahan dalam sistem kesalahan AC yang khas. Ini akan mewakili rata-rata penghematan waktu setidaknya 160 jam per tahun dalam menanggapi 80 kesalahan pada 8.000 bangunan di Wilayah Administratif Khusus Hong Kong. Sistem ini dalam tahap awal dan belum sepenuhnya diimplementasikan, tetapi menunjukkan bahwa integrasi sistem yang melibatkan sistem yang berbeda ini dapat membantu dalam fasilitas kompleks yang memerlukan tingkat ketersediaan tinggi.

4.4 MASALAH UNTUK PEMILIK UNTUK DIPERTIMBANGKAN SAAT MENGADOPSI BIM

Mengadopsi BIM saja tidak akan selalu mengarah pada keberhasilan proyek. BIM adalah seperangkat teknologi dan proses kerja yang berkembang yang harus didukung oleh tim, manajemen, dan pemilik yang kooperatif dan berpengetahuan. BIM tidak akan menggantikan manajemen yang sangat baik, tim proyek yang baik, atau budaya kerja yang saling menghormati. Berikut adalah beberapa faktor utama yang harus dipertimbangkan pemilik saat mengadopsi BIM.

Lakukan Proyek Percontohan dengan Kerangka Waktu Singkat, Tim Kecil Berkualitas, dan Tujuan yang Jelas. Upaya awal harus menggunakan sumber daya internal atau penyedia layanan tepercaya yang telah bekerja sama dengan organisasi Anda. Semakin banyak pengetahuan yang dibangun pemilik sehubungan dengan penerapan dan penerapan BIM, semakin besar kemungkinan upaya di masa depan akan berhasil, karena pemilik mengembangkan kompetensi inti untuk mengidentifikasi dan memilih penyedia layanan yang memenuhi syarat dan membentuk tim yang kooperatif.

Lakukan Lari Kering Prototipe. Saat melakukan proyek percontohan, selalu yang terbaik adalah melakukan dryrun dan memastikan alat dan proses berada di tempatnya untuk berhasil. Ini mungkin sederhana memberi desainer tugas desain kecil yang menampilkan aplikasi BIM yang diinginkan. Misalnya, pemilik dapat meminta tim desain untuk merancang ruang konferensi untuk dua puluh orang, dengan target khusus untuk anggaran dan konsumsi energi. Hasil yang dicapai harus mencakup model informasi bangunan (atau model untuk mencerminkan dua atau tiga opsi) dan analisis energi dan biaya terkait. Ini adalah contoh tugas desain yang dapat dicapai dalam satu atau dua hari. Arsitek dapat membangun model dan bekerja dengan insinyur dan estimator MEP untuk menghasilkan serangkaian hasil prototipe. Hal ini mengharuskan peserta proyek mengatasi kerumitan dalam proses, sehingga dapat dikatakan, dan juga memungkinkan pemilik untuk memberikan panduan mengenai jenis

informasi dan format presentasi yang memberikan umpan balik yang jelas, berharga, dan cepat.

Fokus pada Tujuan Bisnis yang Jelas. Sementara bab ini menyebutkan banyak manfaat yang berbeda, beberapa proyek telah mencapai semuanya. Dalam banyak kasus, pemilik memulai dengan masalah atau tujuan tertentu dan berhasil. Upaya proyek percontohan GSA (Daken, 2006), misalnya, masing-masing melibatkan satu jenis aplikasi BIM untuk sembilan proyek berbeda. Area aplikasi termasuk analisis energi, perencanaan ruang, scanning laser untuk mengumpulkan data yang dibuat secara akurat, dan simulasi 4D. Keberhasilan dalam memenuhi tujuan yang terfokus dan dapat dikelola menyebabkan perluasan penggunaan beberapa aplikasi BIM pada proyek-proyek seperti penggunaan BIM yang berkembang yang dilaporkan dalam studi kasus Bandara Medina.

Pilih Tim Proyek yang Telah Menunjukkan Pengalaman BIM Sebelumnya. Dengan meningkatnya adopsi BIM, sekarang dimungkinkan untuk menemukan vendor dengan kemampuan yang ditunjukkan untuk berhasil menggunakan BIM dalam tim kolaboratif. Juga diinginkan untuk menggunakan pendekatan pengadaan yang memastikan bahwa kolaborasi akan dimaksimalkan selama seluruh periode desain dan konstruksi. Pastikan bahwa staf FM terlibat sejak awal proses dan persyaratan pergantian dimasukkan ke dalam Rencana Pelaksanaan BIM.

Tetapkan Metrik untuk Menilai Kemajuan. Metrik sangat penting untuk menilai implementasi proses dan teknologi baru. Banyak studi kasus mencakup metrik proyek, seperti pengurangan pesanan perubahan atau pengerjaan ulang, perbedaan dari jadwal awal atau biaya dasar, dan pengurangan biaya rekaman persegi yang biasa. Ada beberapa sumber yang sangat baik untuk metrik atau tujuan yang relevan dengan organisasi atau proyek pemilik tertentu, termasuk:

- Meja Bundar Pengguna Konstruksi (CURT). Grup yang dipimpin oleh pemilik ini mengadakan lokakarya dan konferensi dan menerbitkan beberapa publikasi di situs web mereka (<http://www.curt.org/>) untuk mengidentifikasi metrik proyek dan kinerja utama.
- Kertas Kerja CIFE tentang Desain dan Konstruksi Virtual (Kunz dan Fischer, 2007; Kunz, 2012). Makalah ini mendokumentasikan jenis metrik dan tujuan tertentu bersama dengan contoh studi kasus.

Berpartisipasi dalam Upaya BIM. Partisipasi pemilik adalah faktor kunci keberhasilan proyek, karena pemilik berada dalam posisi terbaik untuk memimpin tim proyek untuk berkolaborasi dengan cara yang memanfaatkan BIM untuk mendapatkan keuntungan sepenuhnya. Semua studi kasus di mana pemilik mengambil peran kepemimpinan menunjukkan nilai partisipasi pemilik dalam memimpin implementasi BIM secara proaktif. Mereka juga menyoroti manfaat dari keterlibatan dalam proses itu. Aplikasi BIM, seperti untuk tinjauan desain BIM, memungkinkan pemilik untuk berpartisipasi lebih baik dan lebih mudah memberikan umpan balik yang diperlukan. Partisipasi dan kepemimpinan pemilik adalah

1. Sebutkan tiga jenis metode pengadaan proyek dan jelaskan bagaimana metode ini tidak mendukung penggunaan teknologi dan proses BIM. Juga diskusikan cara untuk memaksimalkan manfaat penggunaan BIM di bawah metode pengadaan yang berbeda.

2. Bayangkan Anda adalah pemilik memulai proyek baru dan menghadiri beberapa lokakarya membahas manfaat dan keterbatasan BIM. Masalah apa yang akan Anda pertimbangkan ketika memutuskan apakah Anda harus mendukung dan mempromosikan penggunaan BIM on proyek Anda? Sebagai pemilik, mengapa mereka penting untuk dipertimbangkan untuk membuat proyek sukses?
3. Jika pemilik memutuskan untuk mengadopsi siklus hidup BIM, jenis evaluasi dan pengiriman apa yang diperlukan untuk memastikan keberhasilan tim proyek dalam menggunakan BIM.
4. Bayangkan Anda sebagai pemilik sedang mengembangkan kontrak untuk pengadaan proyek menggunakan pendekatan kolaboratif melalui penggunaan BIM. Apa saja ketentuan utama yang harus disertakan dalam kontrak untuk mempromosikan kolaborasi tim, penggunaan BIM, dan keberhasilan proyek?
5. Daftar topik-topik yang perlu dibahas dalam Rencana Eksekusi BIM (BEP) yang dikembangkan pada awal proyek.
6. Metode apa yang dapat digunakan untuk mentransfer data FM bangunan (peralatan, perpipaan, katup, listrik, dll.) kepada pemilik sehingga dapat digunakan untuk pengelolaan gedung? Standar apa yang tersedia untuk data ini? Bagaimana pemilik dapat memastikan bahwa mereka akan mendapatkan apa yang mereka butuhkan dengan menggunakan data dan standar penamaan yang sesuai?
7. Mengingat bahwa pengetahuan FM diperlukan selama tahap desain awal suatu proyek, bagaimana pemilik dapat memastikan bahwa pengetahuan ini tersedia saat dibutuhkan?

4.5 FASILITATOR ADOPSI DAN IMPLEMENTASI BIM

Meskipun “informasi” adalah yang terpenting dalam BIM, namun aspek nonteknis dari “proses”, “orang”, dan “kebijakan” harus dipertimbangkan juga. Bab ini berfokus pada fasilitator BIM, termasuk mandat, persyaratan, roadmap, model kedewasaan, langkah-langkah, panduan, pendidikan dan pelatihan, hukum, keamanan, dan masalah praktik terbaik. Banyak negara telah mengamanatkan BIM pada proyek publik untuk merancang, membangun, dan mengelola proyek mereka “lebih baik, lebih cepat, lebih murah, lebih aman, dan lebih hijau” dan banyak lagi yang mengikuti. Pengalaman mengajarkan bahwa rencana strategis jangka panjang diperlukan untuk membawa industri konstruksi nasional ke tingkat di mana manfaat sosial yang luas dari BIM dapat dicapai. Untuk alasan ini, sebagian besar negara merilis roadmap BIM sesuai dengan mandat BIM mereka. Panduan BIM juga telah dikembangkan dan diperbarui saat industri mencapai setiap pencapaian di roadmap. Pada saat penulisan, lebih dari 100 panduan BIM tersedia untuk umum. Terkadang sebagai bagian dari panduan BIM dan terkadang sebagai alat independen, banyak model maturitas BIM dikembangkan dan dirilis sebagai sarana untuk memantau dan mengelola status implementasi BIM di berbagai tingkatan. Orang selalu menjadi pusat dari setiap inovasi teknologi. Banyak program pelatihan dan sertifikasi BIM telah dikembangkan di seluruh dunia untuk mendidik dan meningkatkan keterampilan yang dibutuhkan. Kolaborasi antara peserta proyek sangat penting dalam BIM sehingga sebagian besar roadmap BIM dikembangkan dengan

menggunakan "tingkat kolaborasi" sebagai kerangka kerja utama. Proyek yang melibatkan kolaborasi tingkat tinggi tidak dapat bebas dari risiko hukum dan keamanan, dan banyak panduan BIM merekomendasikan tindakan terhadap masalah hukum dan keamanan. Secara keseluruhan, akumulasi pengetahuan dan pengalaman menjadi praktik terbaik dan akhirnya dikodekan dalam panduan BIM. Ini menciptakan proses siklus pelaksanaan proyek, evaluasi, dan evolusi.

Empat elemen inti dari rekayasa ulang proses bisnis adalah teknologi, orang, proses, dan kebijakan. Topik utama berikut dibahas di setiap bagian:

- Mandat BIM: Bagian ini membahas signifikansi mandat BIM pemerintah dan meninjau status mandat di seluruh dunia. Hal ini menimbulkan berbagai motivasi dan tuntutan, tantangan dan pertimbangan dalam menyusun mandat BIM pemerintah.
- Roadmap BIM, model maturitas BIM, dan ukuran BIM: Ini adalah konsep yang terkait erat. Bagian ini memperkenalkan berbagai jenis dan memberikan contoh masing-masing.
- Panduan BIM: Bagian ini memperkenalkan panduan BIM yang tersedia untuk umum menurut wilayah dan organisasi. Ini memberikan tinjauan rinci tentang BIM LOx, persyaratan informasi BIM, dan perencanaan eksekusi BIM.
- Pendidikan dan pelatihan BIM: Manusia adalah elemen inti dari BIM. Bagian ini menjelaskan program pelatihan dan sertifikasi BIM dalam program industri dan pendidikan universitas di seluruh dunia.
- Masalah hukum, keamanan, dan praktik terbaik: BIM didasarkan pada kolaborasi yang erat di antara para peserta proyek. Namun, masalah hukum dan keamanan tidak dapat dihindari dalam proyek yang sangat kolaboratif. Bagian ini membahas tanggung jawab dan hak peserta proyek BIM mengenai data BIM. Bagian ini menjelaskan pendekatan yang berbeda terhadap struktur biaya layanan BIM, membahas pentingnya aspek sosial BIM, dan menjelaskan hubungan siklus antara panduan BIM, proyek BIM, dan praktik terbaik melalui pelaksanaan, evaluasi, dan devolusi proyek BIM.

4.6 KEWAJIBAN BIM

Pemilik konstruksi, baik publik maupun swasta, semakin mengamanatkan penggunaan BIM untuk proyek mereka. Mandat sering diumumkan oleh pemilik publik atau swasta dalam memorandum atau pemberitahuan publik yang dipublikasikan ke industri desain dan konstruksi. Mereka diimplementasikan sebagai persyaratan kontrak untuk penyedia layanan. Bagian ini berfokus pada mandat BIM yang dikeluarkan oleh pemerintah dan pemilik publik lainnya. Ini pertama membahas pentingnya mandat BIM pemerintah dan kemudian melaporkan status, motivasi, dan persyaratan mandat BIM di seluruh dunia. Diakhiri dengan membahas tantangan dan pertimbangan atas mandat BIM pemerintah.

Signifikansi Mandat BIM Pemerintah

Baik organisasi sektor publik dan swasta mengamanatkan BIM pada proyek-proyek mereka, tetapi mandat sektor swasta memiliki dampak yang lebih kecil terhadap industri daripada mandat sektor publik. Mengapa mandat BIM pemerintah menarik lebih banyak perhatian di bagian industri? Pertama, mandat BIM pemerintah memiliki dampak besar pada

kesadaran industri tentang BIM. Misalnya, serangkaian survei BIM yang dilakukan oleh National Building Specification menunjukkan bahwa 43% responden tidak mengetahui BIM pada tahun 2011, ketika mandat BIM pertama kali diumumkan. Pada 2012, jumlahnya turun menjadi 21%, dan pada 2013 menjadi 6%. Smart Market Report 2012 “The Business Value of BIM in South Korea” menunjukkan bahwa dua tahun setelah mandat BIM dimulai di Korea Selatan, hanya 3% responden Korea yang tidak mengetahui BIM. Kedua, sebagian besar proyek konstruksi, khususnya proyek infrastruktur, adalah proyek publik dan banyak perusahaan sangat bergantung pada proyek publik ini. Ketiga, tidak seperti mandat BIM perusahaan swasta, mandat BIM pemerintah terkait erat dengan kebijakan, peraturan, dan sistem administrasi pemerintah, seperti sistem e-Submission Singapura. Ketika pemerintah mengumumkan mandat BIM, mereka juga biasanya merilis roadmap strategis untuk mengubah atau meningkatkan peraturan, standar, dan sistem mereka untuk mendukung perubahan yang diperlukan oleh mandat BIM mereka. Panduan BIM juga terus diperbarui sesuai dengan persyaratan BIM baru. Keempat, perusahaan swasta menyimpan rencana rinci dan pedoman untuk mandat BIM mereka internal, sehingga sulit bagi publik untuk mengetahui rincian tentang mereka. Ini hanya beberapa alasan dan mungkin ada lebih banyak lagi. Bagian selanjutnya meninjau mandat BIM pemerintah secara rinci.

Status Mandat BIM Pemerintah di Seluruh Dunia Organisasi publik di Eropa, AS, dan Asia mulai mewajibkan BIM pada tahun-tahun menjelang 2010. Mandat BIM pertama pada proyek publik diumumkan pada 2007 oleh Norwegia, Denmark, dan Finlandia. Di A.S., Administrasi Layanan Umum (GSA) mengumumkan bahwa mereka akan mengamanatkan BIM pada semua proyeknya mulai dari 2008. Di Asia, Korea Selatan mengamanatkan BIM pada proyek publik mulai 2010. Sejak itu, lebih dari 15 negara di seluruh dunia telah mengamanatkan atau mengumumkan rencana untuk mengamanatkan BIM.

Motivasi

Mandat BIM Pemerintah dilatarbelakangi oleh berbagai faktor:

- Industri konstruksi merupakan pusat di semua perekonomian, tetapi memiliki produktivitas yang relatif rendah dibandingkan dengan industri lainnya (Egan, 1998; Teicholz, 2004).
- Kesempatan untuk meningkatkan kualitas dan pengelolaan proyek bangunan dan infrastruktur melalui siklus hidup proyek.
- Pemerintah berusaha untuk meningkatkan pengelolaan fasilitas dan aset publik dengan menggunakan kembali data BIM yang dihasilkan selama fase desain dan konstruksi. Motivasi ini tentu saja menyebabkan pengajuan wajib model “as-built” IFC atau COBie sebagai bagian dari persyaratan BIM.
- Keinginan untuk “pengambilan keputusan berdasarkan informasi” berdasarkan data BIM. Ini adalah salah satu motivasi terkuat untuk Kelompok Tugas BIM.
- Meningkatnya permintaan akan desain dan konstruksi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Protokol Kyoto pada tahun 1997 dan Perjanjian Paris pada tahun 2015 sangat penting dalam hal ini. BIM diakui sebagai alat yang efektif untuk mencapai tujuan keberlanjutan (Bernstein et al., 2010; Krygiel dan Nies, 2008).

- Keinginan untuk mempertahankan atau memperluas kepemimpinan global di sektor konstruksi.

Mungkin ada lebih banyak lagi, tetapi motivasi ini mencerminkan pendekatan strategis untuk memungkinkan peserta proyek menghentikan, merancang, membangun, mengoperasikan, dan mengelola gedung dan fasilitas lainnya “lebih baik, lebih cepat, lebih murah, lebih aman, dan lebih hijau”.

Persyaratan BIM

Mandat awal BIM hanya mensyaratkan penyerahan data desain dalam IFC atau format BIM lainnya. Dengan bertambahnya pengetahuan dan pengalaman tentang BIM, persyaratan menjadi lebih kompleks dan eksplisit. Salah satu contohnya adalah proyek kantor pusat Korea Power Exchange, yang dimulai pada 2009. Meskipun roadmap mandat BIM di Korea Selatan secara resmi dimulai pada 2010, tujuh proyek publik di Korea Selatan telah diminta untuk menggunakan BIM sebelum 2010. Desain Dongdaemun Studi kasus Plaza, dan proyek kantor pusat Korea Power Exchange adalah dua di antaranya. Persyaratan BIM untuk proyek kantor pusat Korea Power Exchange sangat spesifik dan masing-masing dievaluasi dan dinilai selama proses evaluasi desain. Selain mengirimkan model BIM desain di IFC, tiga kategori persyaratan ditetapkan lagi: (1) pemeriksaan otomatis persyaratan spasial; (2) pemeriksaan otomatis kualitas desain dasar; dan (3) evaluasi kinerja energi berbasis BIM. Setiap kategori memiliki subpersyaratan. Misalnya, pemeriksaan kualitas desain dasar termasuk desain bebas benturan keras dan lunak, dan pemenuhan peraturan yang berkaitan dengan jalan keluar dan keselamatan kebakaran, undang-undang disabilitas, dan desain tangga. Setiap tim menggunakan lebih dari sepuluh aplikasi termasuk Rhino, Revit, SketchUp, Robot, Midas, Ecotect, IES Virtual Environment, dan Solibri Model Checker. IFC direkomendasikan untuk pertukaran data. Namun, pertemuan dengan peserta proyek setelah proses tender mengungkapkan bahwa industri dan aplikasi perangkat lunak belum cukup matang untuk memenuhi semua persyaratan.. Pada tahun 2013, ketika pemerintah Denmark memperluas cakupan mandat BIM-nya, diperlukan tujuh item: (1) penggunaan teknologi informasi dan komunikasi yang terkoordinasi, (2) pengelolaan objek bangunan digital, (3) penggunaan situs web komunikasi dan proyek digital, (4) penggunaan model bangunan digital, (5) lepas landas dan penawaran kuantitas digital, (6) pengiriman dokumentasi bangunan secara digital, dan (7) inspeksi digital.

Pada tanggal 31 Mei 2011, Kantor Kabinet mengumumkan bahwa pemerintah akan mengamanatkan BIM Level 2 pada proyek-proyeknya mulai April 2016. Selanjutnya, mereka merilis serangkaian panduan BIM yang dimulai dengan PAS 1192-2 (BSI 2013) dirilis pada 2013. PAS 1192-2 menetapkan “manajemen informasi untuk tahap permodalan/penyerahan proyek konstruksi menggunakan BIM”, yang meminta penyerahan tiga dokumen: Rencana Penyampaian Informasi Induk (MIDP), Rencana Pelaksanaan BIM (BEP), dan Persyaratan Informasi Pemberi Kerja (EIR). PAS 1192-3 menetapkan "manajemen informasi untuk fase operasional aset menggunakan BIM," dan merekomendasikan spesifikasi eksplisit persyaratan informasi aset dan penyerahan informasi aset menurut COBie-UK-2012. PAS 1192-4 menetapkan rincian tentang produksi kolaboratif COBie -UK. PAS 1192-5 menetapkan persyaratan terkait keamanan. Ada lebih banyak spesifikasi untuk mandat BIM, dan jumlahnya

diperkirakan akan bertambah. Beberapa akan menjadi persyaratan kontrak, dan beberapa akan tetap hanya sebagai pedoman. Panduan BIM tingkat nasional menentukan persyaratan minimum. Setiap proyek dapat memperluas daftar persyaratan dan dapat menambahkan persyaratan baru atau rinci tergantung pada kebutuhan proyek. Misalnya, beberapa proyek menambahkan metode khusus dalam menggunakan BIM, jumlah minimum spesialis BIM dalam tim (manajer dan koordinator), atau penggunaan platform atau server BIM tertentu.

Tantangan dan Pertimbangan

Seperti dijelaskan sebelumnya, mandat BIM pemerintah sangat meningkatkan kesadaran BIM di industri. Namun, bukan berarti mandat BIM yang dimotori pemerintah langsung memberikan manfaat bagi industri. Untuk menciptakan dampak positif dari mandat BIM pada proyek, poin-poin berikut harus dipertimbangkan.

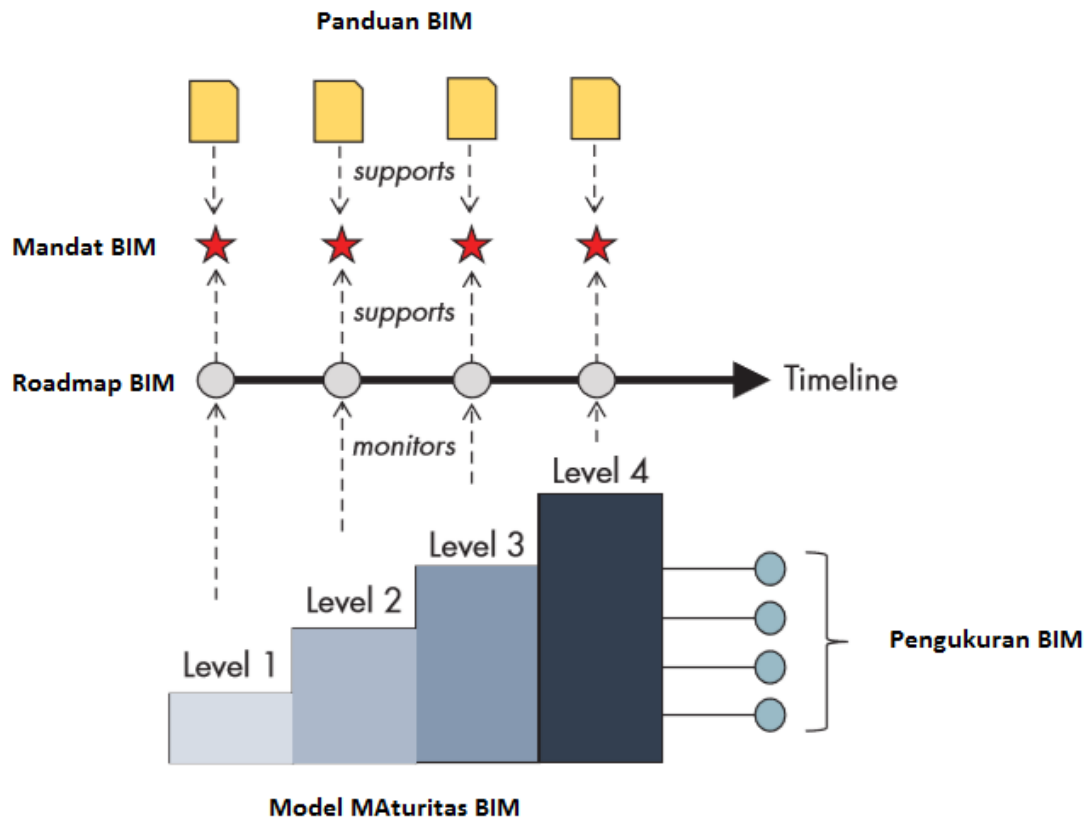
- Pemilik bangunan, serta profesional industri, perlu dididik tentang BIM. Jika pemilik tidak peduli dan/atau acuh tak acuh, pengembalian yang diharapkan minimal. Dalam kasus terburuk, seluruh proyek dapat salah urus dengan hasil yang merugikan.
- Hati-hati terhadap “BIM wash”—cara superfisial dalam melakukan dan memberikan layanan BIM. Banyak proyek awal yang diberi mandat BIM dilakukan oleh konsultan untuk memenuhi persyaratan minimum, seperti mengirimkan model dalam format IFC. Untuk menghindari pencucian BIM, diperlukan strategi yang terencana dan bertahap untuk melibatkan industri.
- Diperlukan definisi yang jelas tentang data serah terima BIM. Misalnya, banyak pemilik hanya meminta penyerahan file IFC atau COBie tanpa memikirkan informasi apa yang benar-benar dibutuhkan untuk manajemen fasilitas.
- Bersabarlah. Dibutuhkan waktu bagi orang untuk belajar bagaimana menggunakan BIM secara efisien dan efektif. Seperti yang dijelaskan Jan Karlshoj, wakil ketua gedungSMART Nordic, dalam sebuah wawancara pada tahun 2016 (Karlshoj, 2016), “[Denmark] membutuhkan waktu tujuh hingga delapan tahun sejak BIM diberi mandat untuk melihat manfaat dari cara kerja baru....Butuh beberapa tahun setelah mandat untuk mendapatkan semua kontraktor di atas kapal dan tiga sampai empat tahun lagi sebelum menjadi bagian dari serah terima. Semua hal dipertimbangkan, klien baru menerapkan ini selama beberapa tahun; oleh karena itu, kita masih harus banyak belajar.”

4.7 ROADMAP BIM, MODEL KEMATIAN, DAN UKURAN

Model maturitas BIM, ukuran BIM, roadmap BIM, mandat BIM, dan panduan BIM merupakan konsep yang tidak dapat dipisahkan. Model maturitas ABIM merupakan alat tolok ukur untuk menilai tingkat implementasi BIM pada suatu proyek, dalam organisasi, atau di seluruh wilayah. Ukuran BIM adalah indikator kinerja kunci individu (KPI) yang dapat digunakan dalam model maturitas BIM. Implementasi BIM membutuhkan waktu dan langkah-langkah tambahan. Roadmap BIM adalah rencana untuk mencapai tingkat kompetensi target yang diukur dengan menggunakan model maturitas BIM. Mandat BIM mendefinisikan sasaran pada setiap tahap roadmap BIM. Panduan BIM adalah seperangkat instruksi rinci untuk membantu pengguna memenuhi mandat.

Roadmap BIM

Sejak awal tahun 2000-an, ketika BIM mulai dianggap sebagai arah masa depan industri MEA, banyak perusahaan mengembangkan roadmap untuk mengadopsi BIM dalam organisasi mereka. Misalnya, Skanska Finland memiliki roadmap untuk memulai proyek BIM pertama pada tahun 2005 dan untuk mendapatkan manfaat bisnis yang jelas pada tahun 2013 melalui perluasan cakupan adopsi BIM ke proyek perumahan pada tahun 2008, ke proyek komersial pada tahun 2009, dan ke proyek global pada tahun 2009. Roadmap BIM paling awal yang dikembangkan oleh organisasi publik adalah Korps Insinyur Angkatan Darat AS (USACE). Roadmap USACE awal, yang dirilis pada tahun 2006, memiliki tujuh pencapaian berdasarkan jumlah proyek dan tingkat kepatuhan (dalam persentase) dengan Standar BIM Nasional (NBIMS). Itu memiliki tujuan ambisius untuk secara bertahap menerapkan BIM di semua proyek distrik USACE, berdasarkan NBIMS pada 2010, untuk mencapai kemampuan operasional penuh yang ditentukan oleh NBIMS pada 2012, dan otomatisasi tugas siklus hidup pada 2020. Roadmap yang direvisi dirilis pada 2012 mendorong kembali target tanggal untuk mencapai kemampuan operasional penuh hingga tahun 2020, dan mendefinisikan ulang tingkat maturitas BIM sebagai proses siklus dari lima langkah—Edukasi, Integrasikan, Kolaborasi, Otomatiskan, dan Inovasi—daripada proses inkremental linier.

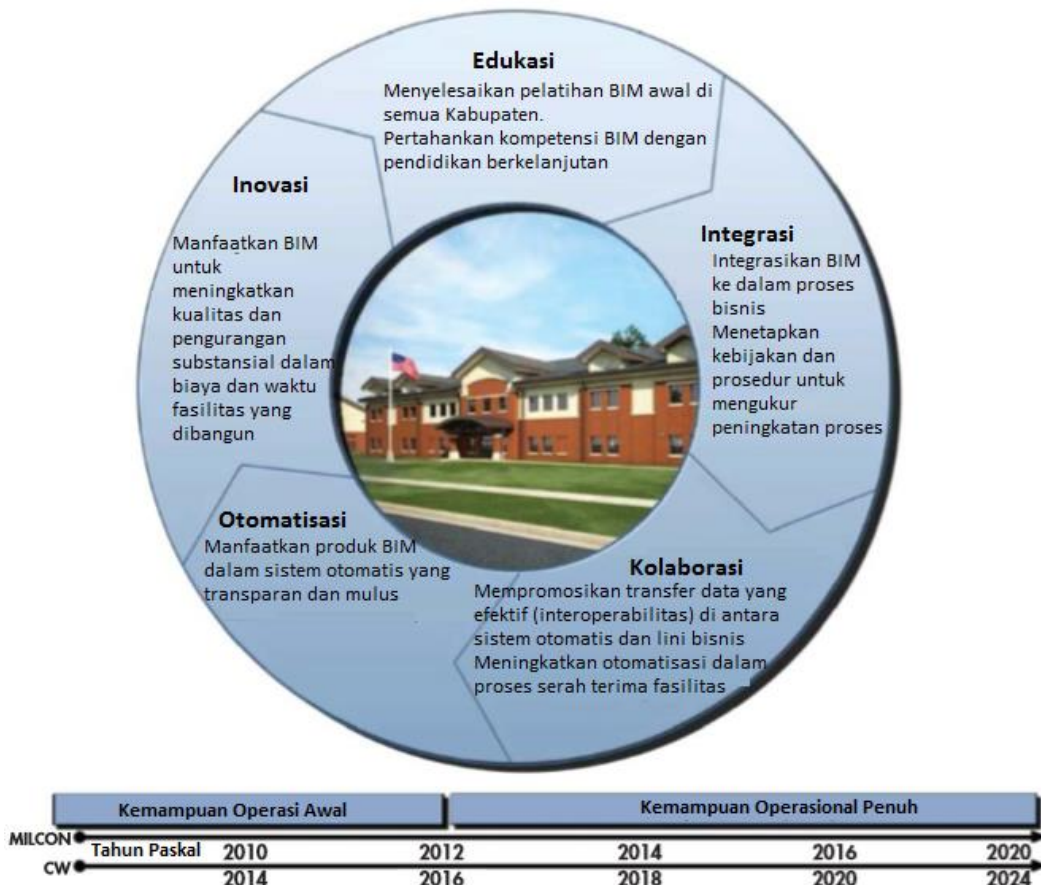


Gambar 4.4 Hubungan antara roadmap BIM, model maturitas BIM, mandat BIM, panduan BIM, dan ukuran BIM.

Sejak roadmap USACE, banyak roadmap BIM telah dikembangkan dan dirilis ke publik. Masing-masing mencerminkan filosofi dan strategi yang berbeda. Namun, mereka dapat secara kasar dikelompokkan menjadi lima kelompok. Kelompok pertama ditentukan oleh *Manajemen Periklanan (Dr. Sulartopo)*

tingkat kolaborasi. Misalnya, roadmap BIM, yang diterbitkan oleh Institut Arsitek Australia dan Pusat Penelitian Koperasi (CRC) untuk Inovasi Konstruksi pada tahun 2009, mengkategorikan status maturitas BIM menjadi tiga tingkatan: Terisolasi, Kolaboratif, dan Terintegrasi. Roadmap USACE mirip dengan model Australia. Demikian pula, roadmap BIM Kanada yang dirilis pada tahun 2014 menetapkan lima tingkat: Independen, Terkoordinasi, Kolaboratif, Terintegrasi, dan Terpadu/Dioptimalkan. McCallum mengkategorikan berbagai tingkat kolaborasi BIM dalam istilah awam, menyebutnya sebagai Lonely BIM, Shy BIM, Friendly BIM, dan Social BIM (McCallum, 2011). Roadmap BIM didasarkan pada “model maturitas BIM Bew-Richards” dan juga dapat dikategorikan dalam kelompok ini. buildingSMART Australasia membandingkan model maturitas Raya dan modelnya sendiri serta memetakan Level 0 dan 1 model ke fase Isolasi, Level2 ke fase Kolaborasi, dan Level 3 ke fase Integrasi. Tak heran, BIM Level 1 sering disebut sebagai fase Lonely BIM.

Kelompok kedua mengkategorikan roadmap BIM berdasarkan ruang lingkup proyek BIM. Contohnya termasuk roadmap BIM BCA Singapura, MOLIT dan PPS Korea Selatan, negara-negara Skandinavia, dan negara-negara lain dengan mandat BIM. Misalnya, BCA Singapura menggunakan area lantai kotor. Denmark, Korea Selatan, Cina, dan Negara Bagian Wisconsin menggunakan total nilai proyek. China menggunakan persentase proyek. Prancis menggunakan jumlah unit. Dubai menggunakan jumlah lantai dan luas lantai kotor. Roadmap BIM terbuka untuk gedung super tinggi Korea Selatan menggunakan fase proyek. Spanyol menggunakan jenis proyek.



Gambar 4.5 Roadmap BIM USACE 2012 (USACE, 2012).

Kelompok ketiga mendefinisikan roadmap BIM berdasarkan nilai inti yang ingin dicapai pada setiap fase. Roadmap BIM yang diterbitkan oleh PPS Korea Selatan dan buildingSMART Korea pada tahun 2009 membagi roadmap BIM menjadi fase pembentukan (3 tahun), fase implementasi (3 tahun), dan fase kemajuan dan penyelesaian (4 tahun). Setiap fase memiliki tujuan khusus: peningkatan kualitas desain, pengurangan anggaran, dan inovasi bisnis, masing-masing. Masing-masing tujuan ini didukung oleh strategi pelaksanaan khusus dan sub-tujuan dalam lima kategori: (1) promosi kebijakan, (2) pengembangan dan adopsi standar, (3) akuisisi dan difusi teknologi, (4) implementasi proyek, dan (5) pendidikan dan diseminasi.

Kelompok keempat mendefinisikan roadmap BIM berdasarkan penggunaan BIM. Misalnya, Roadmap BIM2030 mendefinisikan lima tingkat BIMuse, dimulai dari tantangan teknis yang paling kecil: BIM Pemasaran Tingkat 0, BIM Koordinasi Awal Tingkat 1, BIM Dua Jalur Tingkat 2, BIM Penuh Tingkat 3, BIM Kecerdasan Buatan Tingkat 4, dan BIM Kecerdasan Buatan. Roadmap BIM perusahaan sering menggunakan pendekatan ini.

Kelompok terakhir mencakup roadmap BIM dengan pendekatan yang unik. Misalnya, roadmap BIM dari proyek kereta api Kecepatan Tinggi Dua (HS2) Indonesia mengambil pendekatan deskriptif yang kontras dengan pendekatan preskriptif dari roadmap tipikal. HS2 menggunakan kartun untuk menggambarkan apa yang harus dicapai pada titik yang berbeda. Cetak Biru BIM Nasional Australia menggunakan peta proses untuk menggambarkan hubungan antara delapan kategori: (1) pengadaan, (2) pedoman BIM, (3) pendidikan, (4) data produk dan perpustakaan, (5) proses dan pertukaran data, (6) kerangka regulasi, (7) inisiatif BIM nasional, dan (8) industri.

Roadmap ini digunakan sebagai dasar untuk mandat BIM dan biasanya didukung oleh panduan BIM, yang diperbarui pada setiap tahap. Misalnya, roadmap BIM Indonesia dan mandatnya didukung oleh deskripsi rinci tentang persyaratan BIM Level 2 dalam seri PAS 1192 dan dalam dokumen standar BS. Demikian pula, panduan MOLIT/PPS Korea Selatan diperbarui pada setiap tahap Roadmap BIM MOLIT/PPS. Roadmap BIM cenderung menggambarkan tujuan, rencana aksi, dan persyaratan BIM untuk jangka pendek (biasanya 4-5 tahun) secara relatif spesifik, tetapi hal-hal di luar jangka pendek tetap tidak jelas. Misalnya, roadmap BIM Indonesia memberikan pedoman yang jelas untuk BIM Level 2.

Model Maturitas BIM

Seperti kata pepatah terkenal, "Apa yang tidak dapat diukur, tidak dapat dikelola." Model kedewasaan ABIM adalah kerangka kerja untuk mengukur dan mengelola tingkat kemahiran BIM dalam sebuah organisasi atau di seluruh tim proyek. Model maturitas BIM umumnya memiliki dua sumbu: bidang minat (kriteria evaluasi) dan tingkat matematis dengan nilai skor. Dengan menggabungkan keduanya, dapat dihitung tingkat maturitas BIM di setiap bidang minat dan total skor maturitas. Beberapa model maturitas BIM didefinisikan pada tingkat (makro) tinggi dengan sejumlah kecil bidang minat, tetapi banyak yang didefinisikan pada tingkat yang sangat rinci dengan banyak kedalaman bidang minat dan beberapa tingkat maturitas. Model maturitas BIM yang berbeda tersedia untuk menilai individu, tim proyek, organisasi, atau seluruh sektor industri dan/atau wilayah.

Pertanyaan model "tingkat keahlian" sangat sederhana: Berapa tingkat keahlian, pemula, sedang, atau ahli BIM Anda? Pertanyaan ini pertama kali digunakan oleh Laporan

Pasar Cerdas: Nilai seri BIM dari tahun 2007. Sejak itu, pertanyaan ini telah digunakan oleh banyak survei BIM. Indeks Kompetensi Individu (ICI) tidak jauh berbeda. Ini mengkategorikan tingkat keahlian BIM menjadi lima tingkatan: tidak ada, dasar, menengah, lanmiliarn, dan ahli. Kumpulan model kedua bertujuan untuk mengevaluasi tingkat maturitas BIM pada tingkat proyek. Misalnya, BIM Excellence Project Assessment (BIME) terdiri dari dua model: satu untuk proyek yang sudah selesai dan yang lainnya untuk proyek saat ini (Change Agents AEC Pty Ltd., 2017). Proyek yang lengkap dievaluasi kembali menggunakan indikator kinerja masa lalu sebagai tolok ukur, dan proyek saat ini dievaluasi menggunakan metrik proses. Model tersebut menggunakan indeks kepastian biaya (selisih antara perkiraan biaya dan biaya aktual) sebagai indikator utama. Contoh penggunaan model termasuk deteksi bentrokan, analisis struktural, dan estimasi biaya.

Contoh lain, BIM Success Level Assessment Model (SLAM) tidak mengukur tingkat maturitas kemampuan; tetapi menilai tingkat keberhasilan. BIM SLAM terdiri dari enam langkah. Ini dimulai dengan meletakkan tujuan BIM dari sebuah proyek oleh anggota proyek inti yang mirip dengan proses pengembangan rencana eksekusi BIM. Nilai bobot yang berbeda dapat diberikan untuk setiap tujuan. Langkah kedua mendefinisikan penggunaan BIM untuk mencapai tujuan proyek. Langkah ketiga mendefinisikan indikator kinerja utama (KPI) BIM yang terkait dengan tujuan dan penggunaan BIM. BIM SLAM menyediakan satu set KPI yang umum digunakan untuk tujuan BIM yang berbeda dan menggunakannya sebagai kandidat untuk KPI BIM proyek. Set KPI akhir dipilih dengan mempertimbangkan keterukuran, kolektibilitas, dan komparabilitas masing-masing KPI. Langkah keempat adalah menentukan satuan pengukuran—item informasi atom yang diperlukan untuk mengumpulkan data KPI. Langkah kelima adalah membuat template kerja yang memungkinkan anggota proyek mengumpulkan data pengukuran unit selama proses kerja harian tanpa pekerjaan tambahan. Langkah terakhir adalah mengevaluasi data yang dikumpulkan terhadap data historis proyek masa lalu atau tujuan proyek saat ini dan membagikan status proyek di dasbor konstruksi untuk mempromosikan kolaborasi (Won dan Lee, 2016).

Jam Kerja	Proyek A	Proyek B	Proyek C
Permodelan	131	191	140
Perincian Penulangan	444	440	333
Produksi Gambar	89	181	126
Total 3D	664	875	599
Jam komparatif 2D	1,704	1,950	760
Pengurangan	61%	55%	21%

Gambar 4.6 Evaluasi Data

Kumpulan model ketiga paling serbaguna dan kompleks. Mereka dapat digunakan untuk menilai tingkat maturitas BIM tim proyek, organisasi, atau industri. Model Maturitas Kemampuan BIM (BIM CMM) adalah salah satu yang paling awal. Ini dikembangkan oleh

National Institute of Building Sciences pada tahun 2007 berdasarkan konsep Capability Maturity Model (CMM) yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak. Itu disertai dengan Interactive CMM (I-CMM), alat BIM CMM berbasis Excel. BIM CMM mengevaluasi tingkat maturitas BIM dalam 11 bidang minat: (1) kekayaan data, (2) pandangan siklus hidup, (3) manajemen perubahan, (4) peran atau disiplin, (5) proses bisnis, (6) ketepatan waktu /response, (7) metode penyampaian, (8) informasi grafis, (9) kemampuan spasial, (10) akurasi informasi, dan (11) interoperabilitas/dukungan IFC. Nilai bobot yang berbeda dapat diberikan ke area yang diminati. Pakar BIM mengevaluasi setiap area pada sepuluh tingkat menggunakan BIM CMM Chart sebagai pedoman. Tingkat proyek dikategorikan ke dalam Platinum (90 dan lebih), Emas (80 dan lebih), Perak (70 dan lebih), Bersertifikat (50 dan lebih), dan Minimum BIM (30 dan lebih) (McCuen et al., 2012).

Matriks Kecakapan BIM IU (BPM) yang dikembangkan oleh Universitas Indiana pada tahun 2009 mirip dengan BIM CMM dalam hal ini juga menggunakan matriks bidang minat dan tingkat maturitas sebagai kerangka dasar (Kantor Arsitek Universitas Indiana, 2009). BPM memiliki delapan bidang minat dan empat tingkat maturitas BIM. Delapan bidang minat tersebut adalah (1) akurasi fisik model, (2) metodologi IPD, (3) mentalitas perhitungan, (4) kesadaran lokasi, (5) pembuatan konten, (6) data konstruksi, (7) pemodelan as-built, dan (8) data FM kekayaan. Karena setiap area memiliki empat level, total skor BIM maksimum adalah tiga puluh dua.

Matriks Maturitas BIM (BIM3) yang dikembangkan pada tahun 2009 di Australia merupakan model lain yang menggunakan struktur matriks yang mirip dengan BIM CMM (Succar, 2010). Untuk mengatasi kelemahan yang dirasakan dari CMM (bidang minat yang tumpang tindih dan tidak jelas serta kurangnya bidang yang terkait dengan kolaborasi dan masalah budaya), CMM mengkategorikan lima bidang evaluasi: teknologi, proses, kebijakan, kolaborasi, dan organisasi. Area-area ini didasarkan pada kerangka *people, process, technology, and policy (PPTP)*, yang merupakan kerangka dasar yang digunakan dalam rekayasa ulang proses bisnis. Setiap area Matriks Maturitas BIM dikategorikan ke dalam lima level—yaitu, level awal (*ad-hoc*), didefinisikan, dikelola, terintegrasi, dan dioptimalkan—mirip dengan CMM asli dalam rekayasa perangkat lunak.

Center for Integrated Facility Engineering (CIFE) di Stanford University mengembangkan VDC Scorecard, yang kemudian menjadi dasar *bimSCORE*, versi komersial dari VDC Scorecard (Kam et al., 2016). Nama ini terinspirasi oleh *Balanced Scorecard*, yang dikembangkan dalam manajemen bisnis untuk memperluas evaluasi proyek atau organisasi untuk memasukkan informasi non-keuangan. Kartu Skor VDC menilai kinerja BIM dari sebuah proyek atau organisasi dalam empat bidang: perencanaan, adopsi, teknologi, dan kinerja. Skor setiap area menggunakan sistem persentil terhadap industri atau menggunakan lima tingkat berikut sebagai pedoman: (1) praktik konvensional (0%–25%), (2) praktik tipikal (25%–50%), (3) praktik lanmiliarn (50%–75%), (4) praktik terbaik (75%–90%), dan (5) praktik inovatif (90%–100%). Area evaluasi dipecah menjadi tiga kedalaman. Empat bidang minat disubkategorikan menjadi sepuluh dimensi, dan sepuluh dimensi menjadi lima puluh enam ukuran. Bobot yang berbeda dapat diberikan untuk setiap area dan dimensi. Sistem empat tingkat ini membuat cakupan VDC Scorecard/*bimSCORE* lebih lengkap daripada model lainnya, tetapi pada saat

yang sama menyelesaikan evaluasi membutuhkan waktu lama. Namun demikian, telah diterapkan untuk menganalisis status berbagai proyek BIM di Amerika Serikat, Singapura, Cina, Hong Kong, Indonesia, dan Korea Selatan.

QuickScan BIM, dikembangkan oleh TNO di Belanda pada tahun 2012, mengevaluasi proyek BIM dalam empat bab: (1) organisasi dan manajemen, (2) mentalitas dan budaya, (3) struktur dan aliran informasi, dan (4) alat dan aplikasi. Empat bab dikelompokkan menjadi sepuluh bidang: strategi, organisasi, sumber daya, mitra, mentalitas, budaya, pendidikan, arus informasi, standar terbuka, dan alat. Area-area ini dievaluasi menggunakan maksimal 50 KPI dalam bentuk kuesioner pilihan ganda. Selain QuickScan BIM, beberapa model maturitas BIM dikembangkan oleh perusahaan konsultan BIM di Belanda seperti BIM Measure Indicator, BIM Success Predictor, dan BIM Success Forecasters (Sebastian dan van Berlo, 2010).

Kelompok model terakhir adalah yang digunakan untuk memahami tingkat maturitas BIM (adopsi/implementasi BIM, untuk lebih spesifik) di tingkat industri atau regional. Mereka sering disebut sebagai model maturitas BIM tingkat makro. Model difusi inovasi (DOI) dan model hypecycle adalah model adopsi teknologi generik, bukan khusus BIM, masing-masing berasal dari tahun 1960 dan 1995. Model DOI menggunakan tipe pengguna utama sebagai dasar untuk menentukan status adopsi teknologi. Pengguna dikategorikan ke dalam lima kelompok: inovator, pengadopsi awal, mayoritas awal, mayoritas akhir, dan lamban. Model siklus hype mengklasifikasikan adopsi teknologi ke dalam lima tahap: pemicu teknologi, puncak harapan yang melambung, lembah kekecewaan, kemiringan pencerahan, dan dataran tinggi produktivitas. Sebuah survei global pada tahun 2015 menunjukkan bahwa mayoritas responden dari wilayah terkemuka BIM seperti Amerika Utara, Eropa, Oseania, dan Asia merasa bahwa mereka mencapai lereng pencerahan dan sedang menuju ke dataran tinggi produktivitas (Jung dan Lee, 2015b) .

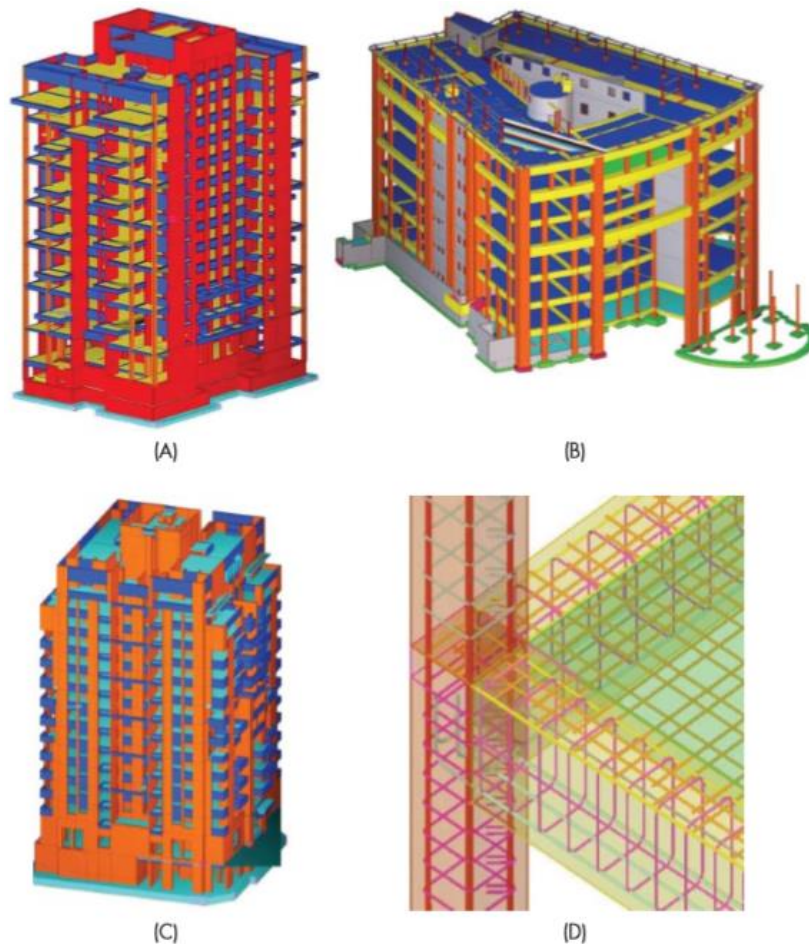
Indeks Keterlibatan BIM dikembangkan oleh McGraw Hill Construction Research and Analytics untuk mengukur tingkat keterlibatan BIM di berbagai wilayah (Bernstein et al., 2014). Mirip dengan model slimBIM yang dikembangkan pada tahun 2012 (Jung dan Lee, 2015a), model ini mengevaluasi tingkat keterlibatan BIM menggunakan tiga indeks: kedalaman implementasi BIM, tingkat kemahiran BIM, dan tahun penggunaan BIM. Setiap area dikategorikan dalam tiga hingga empat level dengan sistem penilaian yang berbeda. Jumlah total mewakili tingkat keterlibatan BIM suatu wilayah. Ini telah digunakan oleh seri Laporan SmartMarket sejak 2013. Ada lebih banyak model maturitas BIM daripada yang bisa disajikan di sini. Mereka termasuk model maturitas BIM yang digunakan di perusahaan, disiplin ilmu tertentu, atau wilayah tertentu. Namun, yang terdaftar sebelumnya harus cukup sebagai titik awal bagi pembaca yang mencari model kedewasaan BI yang cocok untuk organisasi mereka, atau yang dapat disesuaikan untuk tujuan tertentu.

Pengukuran BIM

Ketika sebuah perusahaan menetapkan untuk mengadopsi BIM, manajer senior biasanya bertanya berapa biayanya, seberapa cepat BIM akan memberikan pengembalian investasi, dan bagaimana kemajuan dapat dipantau. BIM mengukur adalah indikator kinerja utama yang dapat digunakan untuk memberikan jawaban. Pengukuran BIM idealnya dipantau dalam jangka panjang, tetapi juga dapat digunakan sebagai pengukuran satu kali untuk

mengukur manfaat dalam proyek studi kasus. Secara alami, mereka mencakup ukuran proyek konstruksi standar, seperti jadwal, biaya, dan kinerja kualitas.

Gambar dibawah ini mencantumkan 13 ukuran yang digunakan dalam 18 studi terkait dengan manfaat BIM. Mereka termasuk dampak pada jadwal dan biaya, laba atas investasi (ROI), jumlah permintaan informasi (RFI), perubahan pesanan (CO), jumlah pengerjaan ulang, dan cacat. Produktivitas adalah indeks tradisional lainnya. Meskipun mereka lebih jarang muncul dalam penelitian, konsumsi energi, risiko, kecelakaan terkait keselamatan, klaim, dan pemborosan juga merupakan KPI penting. Selain itu, jejak karbon, tingkat kelulusan inspeksi, waktu penyelesaian masalah, banyak KPI yang ditentukan dalam berbagai model maturitas BIM, dan banyak indeks lain yang digunakan dalam proyek konstruksi juga merupakan ukuran dampak BIM yang berguna.



Gambar 4.7 Ukuran BIM yang umum digunakan, diperbarui dari Won (2014).

4.8 PANDUAN BIM

Panduan ABIM adalah kumpulan praktik terbaik untuk mengimplementasikan proyek BIMina. Panduan berkembang terus-menerus saat orang belajar bagaimana menggunakan BIM secara efektif dan efisien. Jumlah dan cakupan panduan BIM meningkat pesat. Pada 2015, Cheng dan Lu (2015) mengidentifikasi 123 panduan BIM yang diterbitkan di 14 negara. Panduan BIM dapat sangat mempengaruhi perilaku peserta proyek ketika mereka diberi

wewenang hukum melalui penyertaan dalam klausul kontrak konstruksi. Bagian ini memperkenalkan panduan BIM menurut wilayah dan organisasi. Kemudian meninjau panduan menurut tiga topik khusus: tingkat detail/tingkat pengembangan (LOx), persyaratan informasi, dan perencanaan eksekusi BIM. Dalam praktiknya, beberapa istilah—seperti manual, buku pegangan, protokol, pedoman, persyaratan, spesifikasi proyek, dan standar—digunakan dengan awalan BIM, dan sebagian besar dapat dipertukarkan dengan istilah panduan BIM. Dalam buku ini kita menggunakan istilah panduan BIM untuk menunjukkan dokumen yang dikembangkan untuk membantu pengguna BIM menerapkan BIM secara efektif dan efisien. Istilah standar BIM menunjukkan panduan, persyaratan informasi, atau protokol yang disetujui oleh organisasi standar internasional seperti ISO.

Panduan BIM berdasarkan Wilayah dan Organisasi

Panduan BIM biasanya dikategorikan ke dalam tingkat internasional, nasional, proyek, dan fasilitas berdasarkan ruang lingkup aplikasi dan ke dalam organisasi publik, organisasi swasta, dan universitas menurut jenis penerbit. Panduan BIM pada tingkat internasional, nasional, proyek, dan fasilitas memiliki hubungan warisan. Dengan kata lain, panduan BIM untuk proyek atau fasilitas individu dapat dikembangkan dengan menguraikan panduan yang ditentukan dalam panduan BIM tingkat nasional atau dengan menambahkan konten baru. Tingkat detail meningkat saat cakupan aplikasi menyempit. Artinya, panduan BIM tingkat proyek atau fasilitas lebih rinci daripada panduan nasional. Mungkin hal yang paling dekat dengan panduan BIM tingkat internasional adalah kerangka kerja internasional ISO untuk panduan BIM (ISO/TS 12911, 2012). Mengingat banyaknya panduan yang tersedia, kita memberikan tinjauan sejarah singkat dari beberapa panduan nasional utama.

Panduan BIM paling awal diterbitkan di Amerika Serikat dan Eropa. Di Amerika Serikat, “Contractor’s Guide to BIM” diterbitkan pada tahun 2006 oleh Associated General Contractors of America (AGC, 2006). Karena kedalaman pengetahuan dan pengalaman yang terkait dengan proyek BIM pada saat itu, Panduan Kontraktor untuk BIM lebih merupakan pengenalan proses BIM dan BIM daripada panduan teknis preskriptif untuk praktik terbaik. Pada tahun 2007, Administrasi Layanan Umum (GSA) mulai menerbitkan Seri Panduan BIM (01-08) (GSA, 2007). Pada tahun yang sama, National Institute of Building Sciences menerbitkan bagian pertama dari Standar BIM Nasional (NBIMS-US) (NIBS, 2007), dan Institut Nasional Standar dan Teknologi menerbitkan Panduan Penyerahan Informasi Bangunan Umum (NIST, 2007). Sementara panduan ini berfokus pada masalah pemodelan dan implementasi, Institut Arsitek Amerika (AIA) menerbitkan panduan kontrak, seperti Pameran Protokol Data Digital AIA E201 (AIA, 2007b) dan Perjanjian Lisensi Data Digital AIAC106 (AIA, 2007a).

Di Eropa, Denmark menerbitkan serangkaian panduan BIM seperti Metode Kerja 3D pada tahun 2006, dan versi bahasa Inggris pada tahun 2007 (bips, 2007). Seri panduan BIM Denmark awal berfokus pada 3 CAD berbasis objek, bukan BIM, dan tidak memiliki detail teknis dan prosedur yang serupa dengan Panduan Kontraktor untuk BI Min Amerika Serikat. Pada tahun 2007, Properti Senat Finlandia menerbitkan Persyaratan BIM untuk Desain Arsitektur, yang kemudian menjadi dasar untuk seri Persyaratan BIM Umum (COBIM) (13-13)

(buildingSMART Finland, 2012). Pada tahun 2017, Kelompok Tugas BIM UE menerbitkan Panduan BIM UE untuk sektor publik Eropa.

Indonesia menerbitkan panduan terkait BIM pada tahun 2008, tetapi cakupannya terbatas pada proses Pengajuan Aneka (BCA, 2008). Panduan BIM yang mencakup berbagai masalah terkait BIM diterbitkan di Hong Kong pada tahun 2009 (HKHA, 2009), di Australia pada tahun 2009 (CRC, 2009), di Korea Selatan pada 2010 (MLTM, 2010), dan di Singapura pada 2012 (BCA, 2012). Jepang, Taiwan, dan China juga telah menerbitkan panduan BIM nasional. Sejak saat itu, jumlah dan cakupan panduan BIM telah meningkat secara eksponensial dan saling mempengaruhi satu sama lain. Panduan BIM lama telah diperbarui beberapa kali. Di antara banyak panduan BIM, seri COBIM, seri Panduan BIM GSA, dan NBIMS-US adalah yang paling komprehensif dan secara konsekuen mempengaruhi banyak lainnya. Tinjauan sejarah rinci panduan BIM dapat ditemukan di Cheng dan Lu (2015). Tim proyek BIM Guides dari building SMART International menganalisis 81 panduan BIM untuk mengembangkan kerangka kerja umum untuk panduan BIM. Tim mengidentifikasi bahwa sebagian besar panduan BIM memiliki dua bagian: tinjauan dokumen, pengantar umum yang menjelaskan tujuan penggunaan, ruang lingkup, dan audiens; dan isi dokumen, yang memberikan rincian teknis dalam lima subbagian, sebagaimana tercantum di bawah ini (bSI, 2014a; Keenliside, 2015):
Bagian A: Tinjauan Dokumen
Gambaran umum, termasuk deskripsi tujuan penggunaan dan audiens
Bagian B: Isi Dokumen

- Bagian definisi dan perencanaan proyek mencakup definisi fase proyek, peran BIM, definisi elemen model, tingkat maturitas BIM, fungsi dan kasus penggunaan BIM, dan masalah lain yang terkait dengan definisi dan perencanaan proyek.
- Bagian spesifikasi teknis mencakup sistem klasifikasi objek BIM, persyaratan pemodelan, format file, LOD, persyaratan pertukaran informasi (IDM/MVD), dan persyaratan teknis lainnya.
- Bagian proses implementasi membahas ruang lingkup dan definisi dari kiriman dan serah terima, manajemen dan perencanaan BIM, peta proses dan alur kerja seperti prosedur kolaborasi, protokol pemeriksaan kualitas/kontrol kualitas, dan masalah lain yang terkait dengan implementasi.
- Bagian alat pendukung menentukan masalah yang terkait dengan pemilihan perangkat lunak dan perangkat keras termasuk server BIM, masalah keamanan, protokol pertukaran data, dan masalah terkait alat.
- Bagian aspek hukum meliputi struktur biaya, masalah kontrak, strategi pengadaan, ketentuan kekayaan intelektual, kewajiban, risiko, asuransi, dan masalah hukum lainnya.

Hwang dan Lee (2016) menganalisis 40 panduan BIM tingkat nasional dan melaporkan bahwa masalah yang terkait dengan maturitas BIM, pemilihan perangkat keras, peta proses, struktur biaya, strategi pengadaan (termasuk IPD), dan kewajiban, risiko, dan asuransi relatif kurang dibahas. Sacks dkk. (2016) menganalisis 15 panduan BIM tingkat nasional dan mencapai kesimpulan serupa. Pemilihan perangkat keras mungkin tidak menjadi masalah kritis dalam waktu dekat karena daya komputasi perangkat meningkat secara eksponensial. Saat kita

memperoleh lebih banyak pengalaman dan pengetahuan tentang masalah lain, slot kosong akan terisi.

Panduan BIM menurut Topik Panduan BIM yang baik harus mencakup semua masalah yang penting dalam implementasi BIM. Banyak masalah yang dibahas dalam panduan BIM umum, tetapi beberapa dibahas sebagai topik khusus dalam panduan BIM khusus. Bagian ini mengulas masalah panduan BIM yang terkait dengan BIM LOx, persyaratan informasi, dan perencanaan eksekusi BIM.

4.9 PENDIDIKAN DAN PELATIHAN BIM

Apa yang mungkin menjadi masalah yang paling menantang dalam mengadopsi BIM? Organisasi sering menanggapi pertanyaan ini dengan mengatakan "masalah orang." Sebuah studi oleh Won et al. (2013b) pada faktor penentu keberhasilan untuk proyek BIM mendukung klaim ini. Dari sepuluh faktor penentu keberhasilan, sembilan terkait dengan orang dan masalah prosedural daripada masalah teknis. Bagian ini berfokus pada masalah orang. Bagian ini membahas transisi staf senior, peran dan tanggung jawab BIM, dan bagaimana industri dan universitas di seluruh dunia mengajar dan melatih orang.

Peralihan Staf Senior

Tantangan terbesar dalam mengimplementasikan desain baru dan teknologi konstruksi adalah transisi intelektual yang dibutuhkan pemimpin tim senior. Staf senior ini, sering kali bermitra, memiliki pengalaman puluhan tahun dengan klien, prosedur pengembangan desain, perencanaan dan penjadwalan desain dan konstruksi, dan manajemen proyek, dan pengalaman itu mewakili bagian dari kompetensi intelektual inti dari setiap perusahaan yang sukses. kemampuan yang ditawarkan BIM. Di antara beberapa cara yang berpotensi efektif untuk mengatasi tantangan ini adalah:

- Tim bermitra dengan staf muda yang memahami BIM, yang dapat mengintegrasikan pengetahuan mitra dengan teknologi baru.
- Berikan pelatihan satu lawan satu satu hari dalam seminggu atau dengan jadwal yang sama.
- Selenggarakan latihan kecil untuk tim yang mencakup pelatihan untuk mitra di lokasi luar lokasi yang santai.
- Kunjungi perusahaan yang telah melakukan transisi ke BIM, dan hadiri lokakarya dan webinar online.

Masalah transisi serupa ada dengan staf senior lainnya, seperti manajer proyek, dan metode serupa dapat digunakan untuk memfasilitasi transisi mereka. Misalnya, teknologi BIM memiliki biaya overhead baru yang terkait di luar investasi perangkat lunak. Seperti yang telah diketahui perusahaan, manajemen sistem, yang seringkali merupakan tanggung jawab manajemen dari Chief Information Officer (CIO), telah menjadi fungsi pendukung yang penting bagi sebagian besar perusahaan. Ketergantungan TI berkembang karena mendukung produktivitas yang lebih besar dengan cara yang sama seperti listrik telah menjadi kebutuhan untuk sebagian besar jenis pekerjaan. BIM pasti menambah ketergantungan itu.

Tidak ada metode yang dijamin. Transisi suatu organisasi sebagian besar bersifat budaya. Melalui tindakan, dukungan, dan ekspresi nilai mereka, rekan senior mengkomunikasikan sikap mereka terhadap teknologi baru kepada anggota junior dalam organisasi.

Peran dan Tanggung Jawab BIM juga menciptakan peran dan tanggung jawab baru. Barison dan Santos (2010) mengidentifikasi berbagai peran baru yang diciptakan oleh BIM seperti manajer BIM, pemodel BIM, konsultan BIM, dan pengembang perangkat lunak BIM. Dalam studi mereka selanjutnya (Barison dan Santos, 2011), mereka menganalisis 22 iklan lowongan kerja BIM untuk memahami keterampilan (kompetensi) yang dibutuhkan seorang manajer BIM. Uhm dkk. (2017) memperluas penelitian dan menganalisis 242 iklan pekerjaan BIM di seluruh dunia untuk menganalisis berbagai jenis pekerjaan BIM dan keterampilan yang dibutuhkan. Uhm dkk. mengidentifikasi 35 istilah berbeda yang digunakan untuk pekerjaan BIM dan mengelompokkannya ke dalam delapan jenis berdasarkan peran dan hubungannya dengan menggunakan analisis jaringan sosial. Misalnya, dalam iklan lowongan, peran manajer CAD, manajer Revit, dan manajer VDC didefinisikan sama dengan peran manajer BIM. Dengan demikian, manajer CAD, Revit, VDC, dan BIM diidentifikasi dan dikategorikan sebagai peran yang sama.

Secara umum, pengalaman kerja yang lebih lama, keterampilan kepemimpinan yang lebih tinggi, keterampilan bahasa yang lebih baik, dan pendidikan tinggi diperlukan dalam urutan manajer proyek BIM, manajer BIM, koordinator BIM, dan teknisi BIM. Rata-rata tahun pengalaman yang dibutuhkan untuk manajer proyek BIM adalah 7,3 tahun, untuk manajer BIM 5,8 tahun, untuk koordinator BIM 4,5 tahun, dan untuk teknisi BIM 2,4 tahun. Di sisi lain, keterampilan komputer dan pengetahuan khusus domain lebih dibutuhkan oleh peran BIM tingkat rendah. Ini adalah persyaratan tingkat tinggi untuk peran BIM. Persyaratan terperinci untuk setiap pekerjaan BIM mungkin berbeda menurut proyek atau organisasi. Berikut adalah contoh keterampilan yang dibutuhkan oleh koordinator BIM.

Program Pelatihan dan Sertifikat Industri

Panduan Kontraktor untuk BIM (AGC, 2006), salah satu panduan paling awal, mengatakan, “Apakah desain diterbitkan dalam bentuk dokumen cetak 2D atau media elektronik 3D atau dalam kombinasi keduanya, tanggung jawab anggota tim proyek tetap tidak berubah. Isu penting adalah untuk memastikan bahwa anggota tim proyek benar-benar memahami sifat dan ketepatan informasi yang disampaikan.”

Rekomendasi ini masih berlaku. Bahkan jika BIM menjadi praktik standar, peran mendasar orang tetap sama. Desainer masih merancang, kontraktor membangun, dan segera. Pertanyaan pedagogis menunjukkan untuk mengubah pendidikan dan pelatihan praktisi, karena meskipun tanggung jawab mereka tetap sama, alat yang harus mereka gunakan secara mendasar berbeda. Praktisi yang ada bukan satu-satunya target program pendidikan dan pelatihan tersebut. Beberapa pekerjaan, seperti perancang CAD, menghilang, dan orang-orang itu membutuhkan pelatihan untuk mendapatkan keterampilan baru.

Ringkasnya, program pelatihan dan sertifikasi memiliki tiga tujuan: (1) untuk mengajari para praktisi yang ada bagaimana melakukan pekerjaan mereka dengan alat-alat baru; (2) untuk membekali orang-orang yang kehilangan pekerjaan dengan keterampilan baru; dan (3) untuk membina spesialis BIM baru. Berikut ini adalah beberapa contoh program pelatihan dan

sertifikasi tersebut. AGC menawarkan AGC Certificate of Management—Building Information Modeling (CM-BIM). Setelah menyelesaikan empat unit kursus Program Pendidikan AGC BIM yang tercantum di bawah ini, kandidat dapat mengikuti ujian untuk memenuhi syarat sertifikasi AGC CM-BIM.

- Unit 1: BIM 101: Pengantar Pemodelan Informasi Bangunan
- Unit 2: Teknologi BIM
- Unit 3: Negosiasi Kontrak dan Alokasi Risiko BIM
- Unit 4: Proses, Adopsi, dan Integrasi BIM

Program Pendidikan Universitas Bagian ini memperkenalkan beberapa pendekatan yang diambil universitas untuk memasukkan BIM ke dalam kurikulum mereka. Sebelum membahas pendekatan yang berbeda, kita mempertimbangkan beberapa tantangan untuk menyiapkan program gelar BIM, atau mengubah program gelar untuk mencerminkan perubahan yang dilakukan oleh BIM.

- Tantangan pertama adalah kesenjangan pendidikan-filosofis di antara anggota fakultas mengenai dampak BIM pada arsitektur tradisional dan pendidikan sipil. Beberapa tidak akan melihat perlunya perubahan dalam pendidikan karena BIM, seperti halnya beberapa anggota fakultas di tahun 1980-an dan 1990-an tidak merasakan dampak CAD pada industri dan pendidikan. Beberapa bahkan melarang siswa menggunakan CAD di sekolah.
- Tantangan kedua adalah keseimbangan antara berbagai bidang studi. Departemen biasanya terdiri dari beberapa bidang penelitian. Meskipun BIM adalah teknologi yang memungkinkan untuk banyak bidang studi, setiap bidang berubah dengan cepat dan memiliki tuntutan baru. Dengan demikian, sangat sulit untuk memberikan banyak bobot pada salah satu bidang studi (seperti BIM) dan mengubah seluruh struktur kursus untuk mengakomodasinya.
- Bahkan jika struktur departemen memungkinkan transformasi yang relatif mudah dari program yang ada ke program baru, transformasi memerlukan waktu, terutama jika departemen menjalankan program pendidikan terakreditasi. Strategi keluar untuk siswa yang ada akan diperlukan.
- Anggota fakultas yang ada perlu mempelajari BIM sebelum mereka dapat menggabungkannya ke dalam mata kuliah dan mengajar siswa. Hal ini dapat menimbulkan penolakan dan membutuhkan waktu untuk menyelesaikannya.

Tiga masalah terakhir mungkin lebih mudah dipecahkan daripada yang mungkin dipikirkan, karena banyak kelas yang sudah menggunakan alat BIM atau berdasarkan konsep BIM. Misalnya, kelas teknik struktur diajarkan menggunakan alat analisis 3D. Kelas penjadwalan mengajarkan penjadwalan proyek dan alat simulasi 4D berdasarkan konsep lean. Kelas pencahayaan menggunakan simulasi pencahayaan berbasis BIM. Selain itu, banyak siswa yang sudah menggunakan alat desain BIM di dalam dan di luar studio desain.

Upaya untuk memasukkan BIM ke dalam kurikulum sarjana yang ada dapat diklasifikasikan ke dalam tiga model. Model pertama mengasumsikan bahwa BIM sudah diajarkan atau akan diajarkan sebagai bagian dari kelas yang ada seperti yang dibahas sebelumnya. Pendekatan ini tidak membuat atau mengubah minimal kurikulum yang ada di

tingkat sarjana. Sebaliknya, universitas dalam kategori ini menyediakan studio rekayasa desain terpadu untuk mahasiswa senior sarjana sebagai kelas batu penjurur dan kelas BIM lanmiliarn untuk mahasiswa pascasarjana. Banyak universitas mengikuti model ini. Beberapa contoh termasuk Departemen Manajemen Konstruksi di University of Washington, Seattle; Departemen Arsitektur dan Teknik Arsitektur di Universitas Yonsei, Korea Selatan; dan Departemen Teknik Sipil di Universitas Sains dan Teknologi Hong Kong.

Model kedua mengambil pendekatan menengah dan menambahkan beberapa kelas BIM pengantar baru ke program sarjana mereka yang ada. Kelas BIM sebagian besar berfokus pada alat BIM dan konsep dasar BIM. Pendidikan tingkat pascasarjana serupa dengan model pertama. Contohnya adalah Technion–Israel Institute of Technology dan Escola Politécnica da USP di Brasil.

Model ketiga mengambil pendekatan yang lebih agresif dan mengubah program yang ada menjadi program khusus BIM atau program gelar khusus BIM yang sepenuhnya baru. Banyak program gelar sarjana telah mengadopsi pendekatan ini untuk memenuhi permintaan industri. Dalam kasus Korea Selatan, pemerintah mendanai beberapa universitas untuk mengembangkan program khusus BIM tersebut.

Banyak universitas yang memiliki staf pengajar yang kompeten dalam BIM atau mengejar penelitian terkait BIM menawarkan program gelar BIM tingkat pascasarjana. Kursus ini tidak hanya mencakup kelas yang secara langsung relevan dengan teori, metode, standar, dan alat BIM, tetapi juga kelas yang terkait dengan teknologi yang memungkinkan BIM seperti penambangan data dan manajemen, pemodelan parametrik, interoperabilitas, rekayasa persyaratan, dinamika aliran komputasi, desain algoritmik, dan otomatisasi konstruksi.

Selain itu, beberapa universitas menjalankan program pelatihan dan/atau sertifikasi BIM sebagai bagian dari program pendidikan berkelanmiliarn atau program Magister Sains. Contohnya termasuk program BIM untuk Manajemen Konstruksi (CM) di Institut Teknologi Georgia (Georgia Tech), Universitas Stanford, Universitas Washington (UW), Universitas Teknologi Tallinn, dan Universitas Ilmu Terapan Tallinn di Estonia. Ini hanyalah beberapa contoh. Berbagai model pendidikan seperti pembelajaran jarak jauh, Massive Open Online Courses, dan ipped learning pada BIM akan semakin meningkat di masa mendatang.

Pertimbangan untuk Pelatihan dan Penerapan BIM adalah lingkungan TI baru, yang membutuhkan pelatihan, konfigurasi sistem, perpustakaan dan pengaturan template dokumen, dan adaptasi dari tinjauan desain dan prosedur persetujuan, yang sering digabungkan dengan praktik bisnis baru. Ini perlu dikembangkan secara bertahap, berdampingan dengan metode yang ada, sehingga masalah pembelajaran tidak membahayakan penyelesaian proyek saat ini. Kita mendorong persiapan rencana penerapan yang terperinci untuk perusahaan mana pun yang mempertimbangkan perubahan ke BIM; adopsi tidak boleh bersifat adhoc. Semakin mendasar rencana tersebut dalam kaitannya dengan tujuan strategis perusahaan, adopsi yang lebih berhasil kemungkinan akan terjadi. Bagian berikut membahas serangkaian masalah untuk dipertimbangkan. Pelatihan biasanya dimulai dengan satu atau sejumlah kecil spesialis TI yang kemudian dapat merencanakan konfigurasi sistem dan memperkenalkan program pelatihan untuk seluruh perusahaan. Konfigurasi sistem mencakup pemilihan perangkat keras (alat BIM membutuhkan perangkat

keras workstation yang kuat), penyiapan server, konfigurasi plot dan pencetakan, akses jaringan, integrasi dengan pelaporan dan akuntansi proyek, penyiapan perpustakaan dan masalah sistem khusus perusahaan lainnya.

4.10 MASALAH HUKUM, KEAMANAN, DAN PRAKTIK TERBAIK

BIM membutuhkan dan mendorong kolaborasi yang erat di antara anggota proyek. Di dunia yang ideal, harmoni akan berlaku di antara anggota tim proyek dalam lingkungan yang kolaboratif dan terintegrasi, dan tidak akan ada pelanggaran keamanan atau perselisihan hukum. Sayangnya, kenyataannya berbeda. Oleh karena itu, bagian ini membahas masalah hukum, keamanan, dan praktik terbaik terkait untuk BIM.

Masalah Hukum dan Kekayaan Intelektual Masalah hukum dan kekayaan intelektual bukanlah hal baru dalam proyek desain, rekayasa, dan konstruksi. Namun, dalam proyek BIM, kepemilikan dan hak atas informasi merupakan aspek kunci karena sifat materi yang bersifat digital dan kolaboratif. Pertanyaan yang sering diajukan dalam proyek BIM meliputi:

- Siapa yang memiliki informasi?
- Siapa yang memiliki hak cipta dari model BIM?
- Siapa yang berhak menggunakan model?
- Siapa yang berhak mengganti model?
- Siapa yang bertanggung jawab atas masalah yang disebabkan oleh kesalahan informasi digital?

Empat pertanyaan pertama terdengar serupa karena semuanya terkait dengan hak atas data BIM, tetapi berbeda secara hukum. Seseorang dapat memiliki model digital, tetapi itu tidak berarti bahwa seseorang dapat dengan bebas mengubah model (desain) karena masalah hak cipta. Namun, itu akan menjadi bencana jika anggota tim ditolak haknya untuk menggunakan atau mengubah model dalam proyek BIM. Lalu siapa yang berhak menggunakan atau mengubah model?

Pemandu BIM dari Amerika Serikat, Finlandia, Korea Selatan, dan Singapura dengan suara bulat mengatakan bahwa klien adalah pemilik model dan informasi digital serta kiriman lainnya. Misalnya, Bagian 6.12, "Tanggung Jawab dan Hak," dalam Panduan BIM PPS Korea Selatan (PPS, 2016), mengklaim bahwa PPSha berhak menggunakan data BIM dan kontraktor bertanggung jawab atas kesalahan dalam model dan gambar IFC yang dihasilkan dari model BIM.

Keamanan Cyber untuk BIM

Sayangnya, beberapa manfaat penting dari BIM dapat dimanfaatkan oleh orang-orang dengan niat jahat. BIM memusatkan semua informasi tentang sebuah gedung dalam satu model yang mudah diakses dan menyediakan platform dasar untuk otomatisasi pengoperasian gedung. Ini berpotensi mengekspos tiga kerentanan:

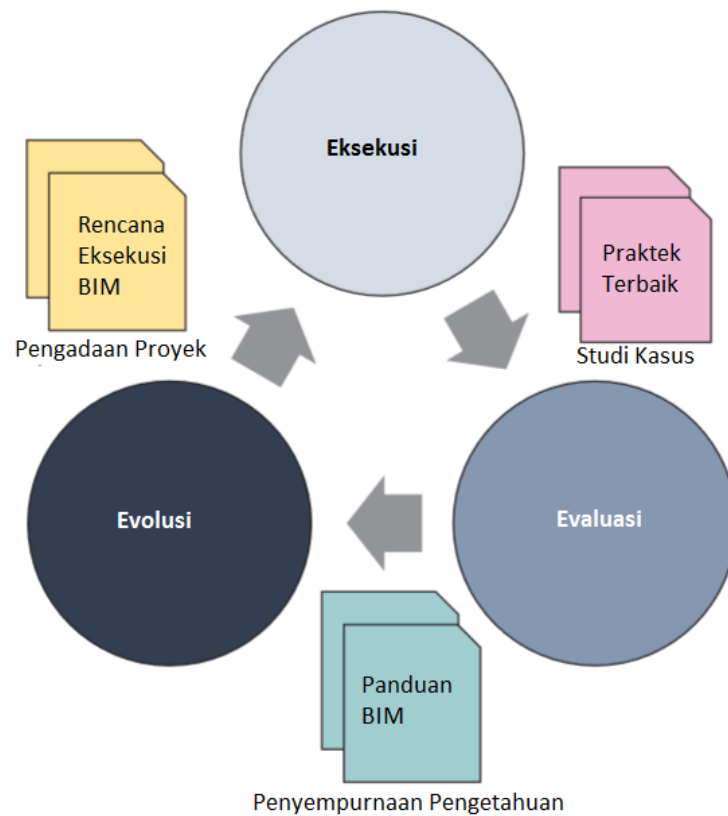
- Serangan siber pada model BIM selama desain dan konstruksi, baik untuk tujuan tebusan atau sabotase
- Akses tidak sah ke model gedung selama desain dan konstruksi untuk spionase militer, kriminal, atau komersial

- Serangan siber pada gedung selama fase operasional melalui sistem dan fasilitas otomasi gedung yang didukung BIM sistem pemeliharaan

Kerentanan pertama dan kedua pada prinsipnya tidak berbeda dengan kerentanan desain dan konstruksi berbasis CAD, karena ancumannya adalah database online. Strategi pertahanan karena itu tidak unik untuk penggunaan BIM. Situs web kolaborasi proyek seperti structshare.com menyediakan layanan kolaborasi konstruksi dengan keamanan siber berlapis yang dirancang untuk aplikasi militer dan pemerintah.

Namun, setelah dikompromikan, model BIM lebih mudah dipahami dan digunakan daripada kumpulan gambar 2D. Ini sangat relevan jika ancaman muncul dari organisasi yang kurang canggih. Penjara, gedung pengadilan, kantor polisi, gedung militer, bank, jembatan, dan banyak gedung publik dan swasta lainnya dan infrastruktur lainnya semuanya lebih rentan ketika model BIM mereka mudah diakses oleh mereka yang menimbulkan ancaman. Menanggapi ancaman kedua, kelompok Tugas BIM Indonesia telah mengembangkan PAS 1192-5:2015: "Spesifikasi untuk pemodelan informasi bangunan yang berorientasi keamanan, lingkungan yang dibangun secara digital, dan manajemen aset yang cerdas." Dokumen ini menguraikan masalah dan berbagai prosedur yang dapat dimasukkan dalam Panduan BIM organisasi dan/atau dalam Rencana Eksekusi BIM proyek.

Mungkin pendekatan yang paling efektif untuk kerentanan pertama dan kedua adalah dengan menerapkan konsep Ruang Besar di mana semua desainer dan pengguna model lainnya secara fisik ditempatkan bersama. Ini memiliki keuntungan utama bahwa sistem komputer yang digunakan dapat sepenuhnya diisolasi dari dunia luar, sehingga meminimalkan ancaman serangan cyber atau pencurian informasi digital. Kerentanan sebuah bangunan terhadap ancaman siber selama fase operasinya berbeda. Secara teori, penyerang dapat memperoleh kendali atas pengoperasian gedung melalui sistem kontrol gedung online berdasarkan model BIM. Sistem isolasi adalah salah satu pilihan, tetapi jika sistem MEP terhubung ke pusat kendali pemasok atau aplikasi seluler digunakan untuk antarmuka ke dalam sistem operasi gedung, isolasi tidak praktis, dan tindakan perlindungan dunia maya yang sesuai harus diterapkan.



Gambar 4.8 Hubungan umpan balik positif dari rencana pelaksanaan BIM, praktik terbaik, dan panduan melalui pelaksanaan, evaluasi, dan evolusi proyek BIM.

Praktik Terbaik dan Masalah Sosial Lainnya Dalam istilah ilmu sosial, model BIM adalah "objek batas", yang memfasilitasi diskusi dan kolaborasi antara peserta proyek (Forgues et al., 2009; Neff et al., 2010). Bergantung pada bagaimana peserta proyek berinteraksi satu sama lain menggunakan "objek batas", hasilnya akan sangat bervariasi. Park dan Lee (2017) menyajikan contoh cara strategi koordinasi desain dapat mempengaruhi dinamika sosial antara anggota tim dalam hal kontrol informasi dan akhirnya produktivitas proyek. Meskipun BIM dikerahkan dalam proyek yang dijelaskan, hanya gambar yang diterima sebagai pengajuan legal. Dengan mengubah urutan koordinasi MEP, koordinator BIM dapat memperoleh lebih banyak akses dan kontrol lebih atas informasi. Akibatnya, waktu koordinasi rata-rata per gambar berkurang dari 59,2 jam menjadi 26,4 jam. Frekuensi perubahan desain per gambar turun dari 2,13 menjadi 0,42. Gedung pertama, yang dibangun sebelum koordinator BIM memiliki akses ke data, tertunda 9,3 bulan, sedangkan gedung kedua di lokasi yang sama selesai tanpa penundaan. Ketertarikan pada penelitian studi kasus BIM tentang praktik terbaik dan interaksi sosial seperti di atas semakin meningkat, dibandingkan dengan studi kasus sebelumnya yang berfokus pada manfaat. Seri lokakarya tahunan "When Social Science Meets Lean and BIM," yang dimulai pada tahun 2013 di Eropa, mencerminkan minat ini. Praktik terbaik, panduan, rencana pelaksanaan, dan proyek memiliki hubungan umpan balik positif melalui pelaksanaan, evaluasi, dan evolusi penggunaan BIM dalam proyek. Rencana pelaksanaan BIM dikembangkan berdasarkan panduan BIM. Proyek dijalankan sesuai dengan rencana eksekusi BIM mereka. Melalui studi kasus, praktik terbaik diperoleh dan

didokumentasikan. Praktik terbaik pada gilirannya menginformasikan penulis panduan BIM. Saat kita memperoleh lebih banyak pengetahuan tentang penggunaan BIM, manfaatnya kemungkinan akan bertambah.

Masa Depan: Membangun dengan BIM

BIM mengubah cara bangunan terlihat, cara berfungsi, dan cara bangunan itu dibangun. Di sepanjang buku ini, kita secara sengaja dan konsisten menggunakan istilah BIM untuk menggambarkan serangkaian fakta (membangun model informasi), daripada sebuah objek (seperti dalam membangun model informasi). Ini mencerminkan keyakinan kita bahwa BIM bukanlah sesuatu atau jenis perangkat lunak tetapi aktivitas manusia yang pada akhirnya melibatkan perubahan proses yang luas dalam konstruksi.

Kita mulai dengan pengenalan singkat yang menggambarkan konsepsi dan pematangan BIM hingga saat ini (tahun 2017). Kita kemudian memberikan perspektif kita tentang apa yang akan terjadi di masa depan. Prakiraan tersebut dibagi menjadi dua kerangka waktu: prakiraan yang cukup meyakinkan tentang masa depan jangka menengah yang melihat ke tahun 2025, dan prakiraan yang lebih spekulatif yang melihat setelah tahun 2025. Prakiraan jangka menengah mencerminkan tren pasar saat ini dan kemudian meninjau penelitian saat ini. Prakiraan setelah tahun 2025 bergantung pada analisis kemungkinan pendorong dan cukup banyak intuisi. Dalam jangka panjang, setelah tahun 2030, potensi kemajuan dalam teknologi perangkat keras dan perangkat lunak, serta praktik bisnis, membuat kita tidak dapat memprediksi apa pun dengan andal, jadi kita menahan diri dari spekulasi.

Setelah tahun 2025, para analis industri konstruksi akan merefleksikan, dengan melihat ke belakang, pada proses perubahan yang akan terjadi pada saat itu. Mereka mungkin akan sulit untuk membedakan secara pasti antara pengaruh tersebut seperti BIM, lean construction, dan performance-driven design. Dengan tidak adanya satu sama lain, teknik ini dapat, secara teoritis, berkembang dengan sendirinya. Para peneliti telah mengkatalogkan sekitar 55 interaksi positif antara BIM dan konstruksi ramping (Sacksetal., 2010). Namun, dampaknya saling melengkapi dalam hal-hal penting, dan mereka diadopsi secara bersamaan. Contoh praktis sinergi mereka terlihat dalam studi kasus proyek Mapletree Business Park II dan Rumah Sakit St. Joseph, dan proyek Pusat Medis Sutter dan Jembatan Crusell (dalam situs web pendamping Buku Pegangan BIM).

Dampak pada Profesi Desain

Desainer telah mencapai peningkatan produktivitas pada tahap konstruksi dan memberikan layanan desain berkualitas lebih tinggi. Tiga pendorong utama untuk adopsi yang luas adalah: (1) permintaan klien untuk peningkatan kualitas layanan; (2) peningkatan produktivitas dalam mempersiapkan dokumentasi; dan (3) permintaan kontraktor untuk mendukung konstruksi virtual. Perusahaan arsitektur dan teknik sudah menghadapi tempat kerja dengan peran dan aktivitas yang berubah. Arsitek junior diharapkan untuk menunjukkan kemahiran dengan BIM sebagai syarat kerja, dengan cara yang sama bahwa kemahiran CAD diperlukan sejak tahun 1990-an. Beberapa perampingan telah terjadi di antara anggota staf yang didedikasikan untuk kegiatan produksi dokumen. Peran baru telah muncul dengan judul seperti pembuat model bangunan atau manajer model, yang membutuhkan desain dan pengetahuan teknis. Pengenalan Kamar Besar untuk desain kolaboratif dan manajemen

konstruksi (beberapa, tetapi tidak semua, dalam konteks kontrak IPD), merupakan perubahan besar bagi banyak lingkungan kerja desainer. Bekerja sama dengan desainer dari semua disiplin ilmu dalam satu ruang kantor khusus proyek, dengan rapat koordinasi yang sering berpusat pada representasi model bangunan terintegrasi, mewakili cara kerja yang sangat berbeda dibandingkan dengan cara desainer berfungsi di kantor mereka sendiri.

Little's Law (Hopp dan Spearman, 1996, Little and Graves, 2008), yang menghubungkan waktu siklus dan tingkat pekerjaan dalam proses dengan keluaran, menjelaskan bahwa untuk beban kerja tertentu, mengurangi waktu siklus berarti tingkat pekerjaan yang sedang berjalan adalah berkurang. Implikasinya adalah perusahaan harus dapat mengurangi jumlah proyek yang mereka miliki dalam desain aktif pada waktu tertentu dalam praktik mereka. Dengan demikian, beberapa pemborosan yang melekat dalam memindahkan perhatian karyawan dari satu proyek ke proyek lain pada interval yang sering dapat dikurangi. Karena fase produksi perincian dan dokumentasi menjadi semakin otomatis di berbagai bidang teknik, waktu siklus untuk pemrosesan menjadi berkurang secara signifikan. Tren ini sudah disaksikan di Jembatan Crusell dan studi kasus 100 11th Avenue New York (lihat situs web pendamping Buku Pegangan BIM).

Dampak pada Perusahaan Konstruksi

Perusahaan konstruksi berusaha mengembangkan kemampuan BIM untuk keunggulan kompetitif baik di lapangan maupun di kantor. Mereka menggunakan BIM untuk CAD 4D dan untuk kolaborasi, deteksi bentrokan, ulasan klien, manajemen produksi, dan pengadaan. Dalam banyak hal, mereka berada dalam posisi yang lebih baik daripada kebanyakan peserta lain dalam rantai pasokan konstruksi untuk memanfaatkan manfaat ekonomi jangka pendek dari informasi yang ada di mana-mana dan akurat.

Efek positif dari kemampuan untuk mengembangkan detail desain cukup awal dalam proses adalah pengerjaan ulang, yang biasanya dihasilkan dari detail yang belum terselesaikan dan dokumentasi yang tidak konsisten, sebagian besar dihilangkan. Efek ini telah dilaporkan secara luas di seluruh industri, dan terbukti di sebagian besar studi kasus. Kekayaan dan ketersediaan informasi dalam model bangunan memungkinkan aplikasi baru untuk pekerjaan perencanaan di lokasi, termasuk aspek selain jadwal biaya. Keamanan konstruksi adalah perhatian utama, dan BI Disalahgunakan untuk merencanakan pekerjaan untuk mengidentifikasi bahaya seperti penetrasi lantai yang terbuka, tepi yang tidak terlindungi, bahan berbahaya, dan peralatan yang terpapar. Konsep konstruksi virtual tidak lagi dikenal oleh komunitas peneliti. Peran seperti koordinator VDC dan detailer BIM sekarang umum di perusahaan kontraktor konstruksi.

Dampak pada Pemasok Bahan Bangunan dan Komponen

Produsen produk bangunan kini menyediakan katalog 3D. Produk yang beragam seperti splices rebar mekanik JVI, jendela Andersen, dan banyak lainnya dapat diunduh sebagai objek 3D dengan data yang relevan dan dimasukkan secara parametrik ke dalam model dari beberapa situs online. Pustaka konten seperti BIMObject.com, SmartBIM, MEPCContent, dan alat serupa lainnya menyediakan repositori besar untuk membangun konten produk untuk BIM. Konten semakin mudah diakses melalui mesin pencari. Pustaka

produk terutama dikembangkan untuk alat BIM yang paling umum, seperti keluarga tipe file RVT, tetapi semuanya didukung dalam berbagai tingkat.

Dampak pada Pendidikan Konstruksi: Pendidikan Terpadu

Sejak tahun 2006, sekolah arsitektur dan teknik sipil terkemuka telah mengajarkan BIM kepada mahasiswa sarjana dari tahun pertama mereka, dan tren itu telah menyebar secara paralel dengan adopsi BIM dalam profesi desain (Sacks dan Barak, 2010). Tampaknya siswa dapat memahami konsep dan menjadi produktif menggunakan alat BIM lebih cepat daripada dengan alat CAD. Selanjutnya menjelaskan berbagai kursus tingkat universitas yang mengharuskan siswa untuk menggunakan BIM dan menguraikan upaya pengembangan kurikulum formal. Beberapa contoh termasuk upaya buildingSMART International (Pikas et al., 2013 dan Uhm et al., 2017).

Dampak pada Otoritas Resmi: Akses Model dan Tinjauan

Meskipun prediksi adopsi proses hukum di mana model BIM akan digunakan untuk membangun proses perizinan oleh otoritas hukum, sangat sedikit otoritas telah mengadopsi teknologi ke titik di mana mereka dapat menerima pengajuan model BIM. Building Construction Authority (BCA) Singapura mengizinkan pengiriman model arsitektural model BIM secara sukarela (sejak Oktober 2016) dan model struktural dan MEP (sejak Oktober 2017) menggunakan format asli (ArchiCAD, Revit, TeklaStructures, atau BentleyAECOsim), dan ini dievaluasi secara manual oleh BCA karyawan. Departemen Bangunan Kota New York mendorong perusahaan konstruksi untuk menyerahkan rencana keamanan lokasi 3D, menawarkan identifikasi risiko lebih awal, persetujuan lebih cepat, dan layanan yang lebih baik. Mengingat kemajuan yang dicapai dalam teknologi BIM, potensi dampak yang lebih besar di bidang ini tetap ada, tetapi jelas diperlukan lebih banyak waktu bagi otoritas hukum untuk mengembangkan proses bisnis mereka.

Dampak pada Dokumentasi Proyek: Gambar Sesuai Permintaan

Gambar tidak mungkin menghilang sampai teknologi tampilan digital cukup fleksibel dan kuat untuk penggunaan sehari-hari di tempat, tetapi penggunaan tampilan isometrik dan tampilan 3D lainnya dengan tampilan perakitan berurutan dan tagihan material sudah siap digunakan untuk memfasilitasi operasi kru. Salah satu fungsi gambar dalam industri konstruksi saat ini adalah untuk dokumentasi transaksi bisnis dalam bentuk lampiran kontrak konstruksi. Namun, sudah ada indikasi bahwa model informasi bangunan dapat melayani tujuan ini dengan lebih baik, sebagian karena peningkatan aksesibilitasnya kepada nonprofesional. , sebagai aplikasi yang dikembangkan dan versi lama tidak lagi didukung, akan tetap dapat diandalkan. Kedua masalah ini telah diselesaikan di bidang bisnis lain, dan pendorong ekonominya cukup kuat untuk memastikan bahwa keduanya akan diselesaikan untuk membangun model juga. Solusi mungkin mengambil keuntungan dari teknologi enkripsi lanmiliarn, pengarsipan pihak ketiga dari file model asli, format tampilan-saja netral, blockchain dan teknik lainnya. Dalam praktiknya, semakin banyak peserta proyek yang memilih untuk membangun menurut model, daripada gambar. Praktik hukum harus mengikuti praktik komersial.

Dampak pada Alat BIM: Lebih Banyak Integrasi, Lebih Banyak Spesialisasi, Lebih Banyak Informasi

Ketersediaan platform BIM yang siap telah mendorong gelombang baru aplikasi plug-in untuk berbagai macam aplikasi desain dan konstruksi. Mereka termasuk alat untuk desain konseptual arsitektur, alat tata letak dan fabrikasi untuk material baru dan permukaan bangunan, desain dan evaluasi bangunan hijau, desain interior, dan sejumlah area lainnya. Hampir semua vendor BIM utama memiliki antarmuka perangkat lunak analisis terintegrasi dalam perangkat lunak pemodelan desain mereka, baik melalui akuisisi perusahaan perangkat lunak analisis atau melalui aliansi erat dengan mereka. Hal ini sebagian besar merupakan hasil dari persaingan antara vendor dalam upaya mereka untuk menyediakan rangkaian perangkat lunak yang komprehensif, sebagian didorong karena masalah interoperabilitas masih belum terselesaikan secara memadai. Tren dimulai dengan perangkat lunak analisis struktural tertanam, dilanjutkan dengan analisis energi, dan kemungkinan akan dilanjutkan dengan analisis akustik, estimasi, kepatuhan kode bangunan, dan kepatuhan perencanaan.

Permintaan untuk server BIM tingkat objek (berlawanan dengan server file) tidak tumbuh secepat yang diperkirakan. Mengingat ukuran file proyek BIM yang besar dan berkembang dan kesulitan yang melekat dalam mengelola pertukaran model, permintaan untuk server BIM dengan potensi untuk mengelola proyek di tingkat objek, bukan di tingkat file, diharapkan. Sistem seperti Aconex, PlanGrid, FinalCAD, dan BIM 360 Field semuanya banyak dan banyak digunakan, tetapi solusi server objek seperti Lem BIM 360 tetap jarang. Teknologi untuk pertukaran tingkat objek sudah ada dalam sistem BIM yang memungkinkan banyak pengguna untuk mengakses model secara bersamaan, termasuk mekanisme penguncian untuk objek individual dan pengelolaan proses pembaruan. Mengingat bahwa transaksi pada dasarnya adalah pembaruan tambahan objek dan parameternya (sebagai lawan dari pertukaran model lengkap), jumlah data aktual yang perlu ditransfer cukup kecil, tentu jauh lebih kecil daripada kumpulan file yang setara. Namun, kita berharap penggunaan server cloud tingkat objek akan terus berkembang perlahan.

Perangkat lunak penampil model seperti penampil DWF, penampil web Tekla dan Bentley, PDF 3D, dan lainnya yang diulas telah menjadi alat penting, karena kesederhanaannya. Berbagai macam aplikasi—termasuk lepas landas kuantitas, pemeriksaan bentrok dasar, dan bahkan perencanaan pengadaan—dapat digunakan sebagai informasi konsumen saja; mereka tidak perlu memperbarui informasi ke model BIM. Ini telah sangat meningkatkan jumlah pengguna model BIM di seluruh industri MEA

Tren Saat Ini

Tren pasar dan teknologi adalah prediktor yang baik untuk masa depan jangka pendek di bidang apa pun, dan BIM tidak terkecuali. Tren yang diamati mengungkapkan potensi arah dan pengaruh BIM dalam industri konstruksi. Semua proses dan tren teknologi ini membentuk upaya kita untuk melihat masa depan pembangunan dengan BIM. Namun, BIM tidak berkembang dalam ruang hampa. Ini adalah perubahan paradigma berbasis komputer, dan masa depan juga akan dipengaruhi oleh perkembangan budaya Internet dan driver serupa dan kurang dapat diprediksi lainnya.

Permintaan untuk orang-orang dengan keterampilan baru. Keuntungan produktivitas untuk dokumentasi desain menyiratkan perampingan staf perancang dalam semua jenis praktik desain bangunan. Di sisi lain, banyak arsitek, insinyur, dan profesional konstruksi sekarang dibutuhkan untuk membangun peran pemodelan informasi. Perancang arsitektur dicari yang dapat secara efektif mengembangkan model yang terdefinisi dengan baik yang dapat mendukung penilaian yang berbeda, untuk energi atau biaya/nilai. Insinyur yang dapat mengekstrak model analisis yang diperlukan untuk melakukan analisis struktural atau energi dan mengusulkan perbaikan pada desain model bangunan sangat dibutuhkan. Insinyur konstruksi yang dapat memanfaatkan informasi dalam model untuk jumlah lepas landas, memperkirakan biaya, merencanakan konstruksi menggunakan simulasi, dan mengelola serta mengontrol produksi di lokasi sangat dibutuhkan.

Peran manajemen baru telah berkembang. Dalam perusahaan desain, manajer model memenuhi dua peran dasar. Di tingkat perusahaan, mereka menyediakan layanan dukungan sistem dan perangkat lunak. Di tingkat proyek, mereka bekerja dengan tim proyek untuk memperbaiki model pembangunan; menjamin asal, orientasi, penamaan, dan konsistensi format; dan mengoordinasikan pertukaran komponen model dengan kelompok desain internal serta desainer dan insinyur eksternal.

4.11 PROSES BIM DAN TREN TEKNOLOGI

Tren Proses

- Pemilik mewajibkan BIM dan mengubah persyaratan kontrak untuk memungkinkan penggunaannya.
- Keterampilan dan peran baru sedang berkembang.
- Implementasi yang sukses dalam konstruksi telah menyebabkan penyerapan perusahaan secara luas oleh kontraktor umum.
- Manfaat praktik terpadu mendapat tinjauan luas dan diuji secara intensif dalam praktik.
- Standar sekarang tersedia di banyak negara dan upaya pengembangan sedang dilakukan di banyak negara lain.
- Bangunan hijau semakin diminati oleh klien.
- Alat BIM dan 4D CAD telah menjadi alat umum di kantor lokasi konstruksi besar.

Tren Teknologi

- Pemeriksaan otomatis untuk kesesuaian kode dan kemampuan konstruksi menggunakan model informasi bangunan sedang diteliti secara intensif, dengan perkembangan dalam penerapan teknik AI.
- Vendor platform BIM utama menambahkan fungsionalitas dan mengintegrasikan kemampuan penilaian desain, menyediakan platform yang lebih kaya untuk digunakan.
- Produsen produk bangunan mulai menyediakan katalog 3D parametrik.
- Alat BIM dengan fungsi manajemen konstruksi semakin tersedia.
- BIM mendorong prafabrikasi untuk sub-rakitan bangunan yang semakin kompleks, yang dapat dibeli secara global.

Penggunaan BIM di kalangan arsitek, insinyur, dan kontraktor telah menjadi arus utama.

Pada tahun 2007, hanya 28% industri MEA di Amerika Serikat yang menggunakan BIM, tetapi jumlah tersebut meningkat menjadi 49% pada tahun 2009 dan 71% pada tahun 2012. Pada tahun 2007, hanya 14% pengguna BIM yang menganggap diri mereka ahli atau mahir, tetapi di sini juga, pertumbuhannya cepat: 42% pada tahun 2009, dan 54% pada tahun 2012 (Young et al., 2007, Younget al., 2009, Bernsteinet al., 2012). Angka-angka mengenai adopsi BIM ini sulit untuk ditafsirkan dalam rinci karena pertanyaan survei sedikit berubah dari tahun ke tahun, dan karena istilah seperti “pengguna ahli” terbuka untuk ditafsirkan oleh responden. Namun demikian, tren umum penggunaan BIM cukup jelas. Tren ini tidak terbatas di Amerika Serikat, tetapi banyak survei menunjukkan bahwa peningkatan pesat penggunaan BIM bersifat global.

Implementasi yang sukses dalam konstruksi telah mendorong kontraktor toko, insinyur, proses mereka untuk mengambil keuntungan perusahaan secara luas dari manfaat yang telah mereka identifikasi.

Dalam dua edisi pertama Buku Pegangan BIM, sebagian besar studi kasus melaporkan aplikasi desain BIM. Dalam edisi ini, Mapletree Business Park II, Rumah Sakit St. Joseph, Asrama Mahasiswa NT, dan Kompleks Mobil Hyundai semuanya berfokus pada penggunaan kontraktor konstruksi BIM. Di antara studi kasus di situs web pendamping Buku Pegangan BIM, proyek Sutter Medical Center menunjukkan bagaimana BIMis penting dalam memungkinkan kolaborasi erat yang diperlukan dalam proyek-proyek pengiriman proyek terintegrasi (IPD), termasuk kontrol aliran tarikan ramping untuk merinci sistem MEP, menghasilkan tingkat pra-perakitan di luar lokasi yang tinggi.

Pemilik semakin menyadari nilai BIM untuk pengoperasian dan pemeliharaan fasilitas. Tiga studi kasus (Bandara Madinah, Pusat Medis Stanford, dan Pusat Medis Howard Hughes) menyoroti cara pemilik memperoleh manfaat langsung dari sistem FM yang menerapkan data model BIM ke operasi dan pemeliharaan. Standar pertukaran COBie (Pertukaran informasi Gedung Operasi Konstruksi) (BSI 2014a) untuk serah terima daftar peralatan, lembar data produk, jaminan, dan informasi as-built lainnya telah diadopsi secara luas.

Nilai kolaborasi dalam proyek konstruksi lebih diakui secara luas. Perusahaan dan pemilik MEA terkemuka semakin menyadari bahwa proses pembangunan di masa depan akan memerlukan praktik terpadu dari seluruh tim konstruksi dan akan difasilitasi oleh BIM. Semua anggota tim pembangunan, tidak hanya konsultan teknik tetapi juga kontraktor dan fabrikator, diakui memiliki masukan yang berharga untuk desain. Ini mengarah pada bentuk kemitraan baru, dengan lebih banyak proyek desain-bangun, lebih banyak perusahaan konstruksi yang menggabungkan kantor desain mereka sendiri, dan tim yang lebih inovatif dan intensif. Meskipun kontrak IPD belum berkembang sesuai harapan, kemitraan, aliansi, dan IPD lebih dikenal dan dipahami secara luas daripada di masa lalu. Aliancing sekarang menjadi metode yang disukai untuk pengadaan proyek infrastruktur besar di Australia, misalnya (Morwood et al., 2008). Salah satu aspek dari kolaborasi yang berkembang adalah proyek mempersiapkan definisi eksplisit dari alur kerja untuk mendukung pengembangan dan penyelesaian proyek. Perencanaan alur kerja, dalam bentuk BIM Execution Plans (BEP), adalah fitur dari banyak proyek besar; penyerahan, dengan spesifikasi konten dan tingkat detail, adalah "tonggak sejarah" baru.

Big Room. Meningkatnya penggunaan ruang khusus proyek khusus untuk lokasi bersama desainer dan pembangun adalah salah satu ekspresi praktis untuk memperdalam kolaborasi di seluruh perusahaan. Dengan meningkatnya jumlah informasi yang tersedia secara elektronik dan karena membangun model informasi yang menggabungkan lebih banyak anotasi proses, visualisasi informasi menjadi pusat dari keseluruhan proses kerja. Lingkungan multi-tampilan memungkinkan tim proyek untuk berinteraksi dengan model informasi bangunan dan seluruh ruang informasi. Anggota tim dapat secara bersamaan melihat model, jadwal, spesifikasi, tugas, dan hubungan antara pandangan ini.

Upaya standarisasi telah membuahkan hasil. Pada tahun 2006, Institut Konstruksi Baja Amerika mengubah kode praktik standarnya untuk mengharuskan model 3D, jika ada, menjadi representasi catatan untuk informasi desain. Di Amerika Serikat, Institut Nasional untuk Ilmu Bangunan (NIBS) terus memfasilitasi definisi industri dari serangkaian Standar BIM Nasional, yang bertujuan untuk secara tepat menentukan pertukaran data dalam alur kerja konstruksi tertentu. Banyak kelompok kepentingan industri telah menyiapkan "Definisi Tampilan Model" sebagai bagian dari upaya ini¹ dan semua vendor alat BIM utama sekarang mendukung, pada tingkat yang lebih rendah atau lebih besar, beberapa bentuk pertukaran standar IFC. Di Indonesia Raya, Institusi Standar Indonesia telah menjadi tuan rumah pengembangan serangkaian dokumen Standar Indonesia dan Spesifikasi yang Tersedia untuk Publik (PAS) untuk mendukung adopsi BIM secara luas di industri AEC, sebagian besar sebagai tanggapan terhadap Mandat BIM pemerintah Indonesia, yang menyerukan adopsi menyeluruh BIM untuk konstruksi publik pada April 2016.

BIM membantu membuat fabrikasi sub-rakitan bangunan yang semakin kompleks secara ekonomi dan global layak. Modul sistem dinding tirai besar dan unit konstruksi pracetak (PPVC) hanyalah beberapa dari banyak contoh konstruksi modular yang dibuat BIM layak secara ekonomi. Kebutuhan akan kelonggaran waktu transportasi berarti bahwa lead time untuk desain pendek, dan modul harus difabrikasi dengan benar untuk pertama kalinya. BIM menghasilkan informasi yang andal dan bebas kesalahan serta mempersingkat waktu tunggu. Ini memungkinkan sebagian besar proyek dibuat di luar lokasi, yang mengurangi biaya, meningkatkan kualitas, dan menyederhanakan proses konstruksi.

Bangunan hijau dituntut oleh masyarakat yang sadar akan ancaman perubahan iklim. BIM membantu perancang bangunan mencapai konstruksi yang berkelanjutan secara lingkungan dengan menyediakan alat untuk analisis kebutuhan energi dan untuk mengakses serta menentukan produk dan bahan bangunan dengan dampak lingkungan yang rendah. Alat BIM juga dapat membantu dalam evaluasi proyek untuk kepatuhan LEED. Menanggapi permintaan, vendor telah menyematkan alat analisis energi dalam platform BIM, meskipun keraguan mengenai keakuratan analisis konsumsi energi tetap ada.

Tren Teknologi Alat verifikasi model otomatis untuk memeriksa program dan kepatuhan kode adalah subjek dari penelitian dan pengembangan yang berkelanjutan. Perusahaan yang inovatif, seperti Solibri, EPM, dan Smart Review, telah mengembangkan perangkat lunak pemeriksaan model menggunakan file IFC dan bermaksud untuk memperluas kemampuan mereka. Koordinasi antara sistem bangunan kompleks menggunakan tumpang tindih, dan pemeriksaan model 3D menjadi lebih kompleks.

Perangkat keras periferan menghubungkan dunia BIM virtual ke dunia konstruksi fisik. Pengembangan lainmiliarn dari scanning laser, fotogrametri, drone, teknologi identifikasi frekuensi radio (RFID), sistem realitas virtual dan campuran yang ditambah, dan komputer portabel memungkinkan transfer data dua arah antara BIM dan konstruksi lokasi. Upaya untuk mengembangkan berbagai alat komunikasi yang dapat dipakai yang dipimpin oleh perusahaan konstruksi Prancis Bouygues adalah contoh inovasi yang sangat baik di bidang ini. Gambar dibawah ini mengilustrasikan konsep tersebut, yang mencakup tampilan head-up dengan kamera internal, aves dengan sinyal dan sensor peringatan, sepatu bot konstruksi dengan sensor di sol, dan selempang yang menyediakan tampilan dan tombol.

Peningkatan pesat di bidang realitas virtual, augmented, dan campuran adalah alat periferan yang sangat signifikan untuk BIM. Bab selanjutnya membahas pertumbuhan peran augmented reality dalam membawa informasi BIM ke lapangan selama konstruksi dan langsung ke pekerja operasi dan pemeliharaan di gedung yang berfungsi. Penyebaran komputasi seluler telah membuat alat realitas virtual dan augmented reality lebih mudah diakses, dan perancang dan pembuat terus menemukan cara baru untuk mengeksploitasinya untuk menyampaikan informasi proyek.

Apa yang mencolok adalah sebagian besar dari ini sekarang merupakan upaya awal komersial, bukan lagi pelestarian inisiatif penelitian yang didanai jangka panjang. Meskipun sebagian besar upaya pencetakan 3D masih harus mengatasi berbagai kendala yang terutama terkait dengan teknologi dan pengiriman material, mesin konstruksi robot seperti Hadrian dari FastBrick Robotics tampaknya siap untuk memasuki konstruksi arus utama. Mereka secara universal bergantung pada BIM untuk operasinya.

Proses BIM dan Tren Teknologi

Lean Construction dan BIM berkembang bersama-sama. Konstruksi ramping (Koskela, 1992; Ballard, 2000) dan BIM berkembang seiring, dengan banyak sinergi yang diprediksi antara keduanya menjadi kenyataan. BIMan dan Lean saling melengkapi dalam beberapa hal penting. Ketika diterapkan pada desain bangunan, pemikiran ramping menyiratkan pengurangan pemborosan melalui penghapusan tahapan proses yang tidak perlu yang tidak memberikan nilai langsung kepada klien, seperti memproduksi gambar; desain bersamaan untuk menghilangkan kesalahan dan pengerjaan ulang, sejauh mungkin; dan durasi siklus yang diperpendek. BIM memungkinkan semua tujuan ini. Kebutuhan untuk secara efisien menghasilkan produk yang sangat disesuaikan untuk konsumen yang cerdas adalah pendorong utama produksi ramping (Womack dan Jones, 2003). Komponen penting adalah pengurangan waktu siklus untuk masing-masing produk karena membantu desainer dan produsen merespons kebutuhan klien (yang sering berubah) dengan lebih baik. Teknologi BIM dapat memainkan peran penting dalam mengurangi durasi desain dan konstruksi, tetapi dampak utamanya terasa ketika durasi fase desain dikurangi secara efektif. Perkembangan desain konseptual yang cepat, komunikasi yang kuat dengan klien melalui visualisasi dan perkiraan biaya, pengembangan desain secara bersamaan dan koordinasi dengan konsultan teknik, pengurangan kesalahan dan otomatisasi dalam memproduksi dokumentasi, dan fasilitas prefabrikasi semuanya berkontribusi pada efek ini. Dengan demikian, BIM menjadi

alat yang sangat diperlukan untuk konstruksi, bukan hanya karena manfaat langsungnya, tetapi juga karena memungkinkan desain dan konstruksi yang ramping.

Manajemen dan prosedur kerja yang didefinisikan dengan jelas adalah aspek lain dari konstruksi lean, karena memungkinkan eksperimen terstruktur untuk perbaikan sistematis. Perusahaan konstruksi terkemuka seperti Lease Crutcher Lewis, DPR, dan Mortenson di Amerika Serikat, Fira Oy dan Skanska di Finlandia, Tidhar Construction di Israel, dan banyak lainnya telah menciptakan spesifikasi mereka sendiri untuk praktik BIM dan Lean, sehingga mendefinisikan "Cara Perusahaan" mereka melakukan sesuatu,² dijelaskan dalam buku-buku seperti *Mengintegrasikan Pengiriman Proyek* (Fischer et al., 2017) dan *Building Lean, Building BIM: Mengubah Konstruksi dengan Cara Tidhar* (Sacks et al., 2017).

Perangkat lunak manajemen produksi ramping untuk konstruksi semakin matang. Sistem informasi manajemen produksi yang sama sekali baru untuk konstruksi telah diperkenalkan dan berkembang pesat. Sebagian besar adalah solusi "perangkat lunak sebagai layanan" (SAAS) cloud yang mendukung empat tingkat perencanaan Sistem Perencana Terakhir.³ Beberapa, seperti vPlanner dan touchplan.io, tidak menggunakan model BIM, sementara yang lain, seperti VisiLean, bekerja secara langsung dengan model. Sistem yang terakhir dan lainnya seperti itu didasarkan pada prototipe penelitian "KanBIM" (Sacks et al., 2010), yang menunjukkan bagaimana model BIM dapat dimanfaatkan untuk menyediakan pemimpin kru di tempat kerja tidak hanya dengan informasi produk, tetapi juga dengan informasi proses. Informasi proses memungkinkan mereka untuk "melihat" status peralatan bersama, apa yang dilakukan tim lain, di mana bahan berada di sepanjang rantai pasokan, ruang apa yang tersedia untuk bekerja, dan sebagainya, yang semuanya memungkinkan mereka membuat pilihan cerdas tentang kemajuan pekerjaan sendiri. Gambar 9–5 menunjukkan antarmuka yang khas.

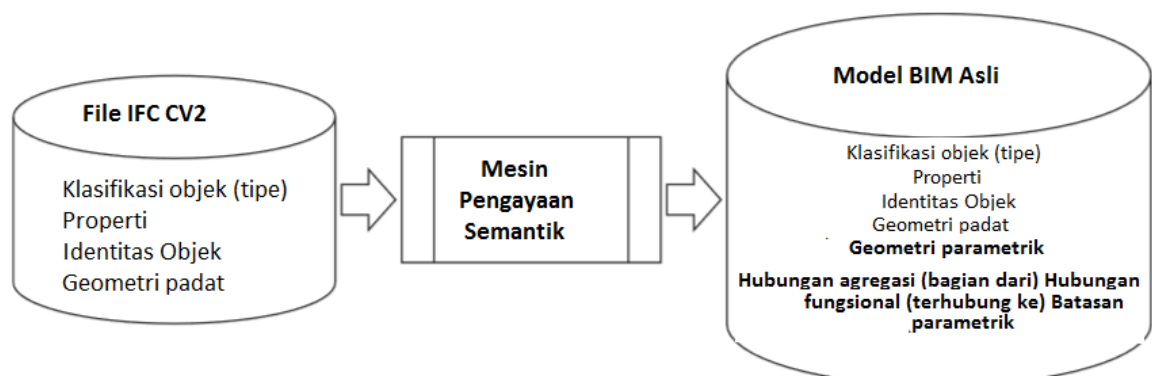
4.12 TREN DALAM PENELITIAN BIM

BIM telah menjadi topik utama yang menarik bagi para peneliti di bidang Arsitektur, Teknik dan Manajemen Konstruksi. Kerangka 7 Uni Eropa dan skema Horizon 20-20, National Science Foundation di Amerika Serikat, dan banyak yayasan penelitian nasional lainnya mendanai penelitian BIM. Sebuah makalah ulasan baru-baru ini (Zhao, 2017) mengidentifikasi tidak kurang dari 614 makalah penelitian tentang berbagai topik BIM, diterbitkan antara 2005 dan 2016 dalam jurnal yang terdaftar di database kumpulan inti Web of Science. Makalah serupa yang meninjau 1.874 publikasi yang lebih luas menemukan bahwa bidang penelitian utama termasuk desain otomatis dan parametrik, interoperabilitas (termasuk IFC), implementasi dan adopsi, bangunan hijau, inspeksi kualitas, dan pemodelan 4D/5D (Li et al., 2017).

Beberapa perkembangan yang paling menjanjikan dalam penelitian BIM adalah dalam dua topik yang terkait erat, pengayaan semantik dan layanan web semantik. Penelitian di bidang ini memiliki potensi untuk memberikan solusi baru bagi BIM yang memanfaatkan perkembangan kecerdasan buatan, untuk mengatasi masalah interoperabilitas yang masih menghambat pengembangan BIM, memungkinkan server BIM tingkat objek generik, dan untuk menerapkan alat baru untuk mengotomatiskan aspek desain dan analisis.

Mempertahankan integritas di seluruh model desain yang berbeda (misalnya, arsitektur versus struktural versus konstruksi) sangat penting, karena perubahan dilakukan pada model yang berbeda oleh disiplin ilmu masing-masing. Sayangnya, alat interoperabilitas seperti standar IFC, masih tidak mendukung koordinasi di luar inspeksi visual dan identifikasi geometri bentrok fisik. Mengelola perubahan di berbagai sistem—melibatkan beban (struktural atau termal) atau hubungan kinerja lainnya—semakin dikenal sebagai kondisi penting dan membatasi. Transaksi otomatis cerdas, diimplementasikan pada server BIM, akan diperlukan untuk meningkatkan dan menggantikan pembaruan manual tampilan model tujuan khusus yang diperlukan untuk sinkronisasi. Ini mungkin otomatis atau diselesaikan oleh seorang analis. Penelitian perlu menentukan sifat hubungan antara objek bangunan yang diimplementasikan dalam sistem disiplin khusus yang berbeda.

Pengayaan semantik model bangunan mengacu pada penambahan otomatis atau semiotomatis informasi bermakna ke model digital bangunan atau struktur lain dengan perangkat lunak yang dapat menyimpulkan informasi baru dengan memproses aturan (Belsky et al., 2016) atau dengan menerapkan pembelajaran mesin (Belsky et al., 2016) Bloch et al., 2018). Pengetahuan pakar domain digunakan untuk mengenali atau menyimpulkan semantik dari model informasi bangunan yang diberikan, dan informasi baru ditambahkan ke model. Mesin pengayaan semantik dapat mengidentifikasi dan menambahkan hubungan agregasi (yaitu, objek milik grup), hubungan fungsional (seperti "objek 1 terhubung ke objek 2"), dan parameter ke apa yang seharusnya menjadi "geometri bodoh. Ide utamanya adalah dengan menggunakan pengayaan semantik, alat BIM khusus domain apa pun mungkin dapat mengimpor file IFC generik secara langsung, mengenali maksud objek model, dan memanipulasi informasi seolah-olah model disiapkan secara khusus untuk alat itu. Pendekatan kecerdasan buatan, seperti inferensi aturan atau pembelajaran mesin menggunakan jaringan saraf tiruan, telah diuji dalam penelitian, dan telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam domain yang mencakup beton pracetak, jembatan jalan raya beton bertulang, dan bangunan apartemen perumahan bertingkat tinggi.



Gambar 4.9 Mesin pengayaan semantik prototipe SEEBIM menggunakan inferensi aturan rantai-maju untuk menambahkan informasi semantik ke model bangunan yang didefinisikan dalam tampilan koordinasi IFC 2.0 (Sacks et al., 2017).

Layanan Web Semantik Dalam sepuluh tahun terakhir, semakin banyak perkembangan industri dan inisiatif penelitian yang berfokus pada penggunaan data terkait dan teknologi

web semantik untuk pengelolaan data bangunan. Web semantik diperkenalkan sebagai sebuah konsep pada tahun 2001 oleh Tim Berners-Lee dan bertujuan untuk mengubah World Wide Web dokumen menjadi World Wide Web data (Berners-Lee et al., 2001). Penelitian tentang topik ini untuk industri konstruksi juga bertujuan untuk mengekspresikan model BIM sebagai grafik online dari data bangunan, menggunakan Web Ontology Language (OWL) dan Resource Description Framework (RDF). Ikhtisar inisiatif terbaru dalam industri bangunan dapat ditemukan di Pauwels et al. (2017).

Keuntungan utama dari mengekspresikan data bangunan dengan menggunakan teknologi ini adalah untuk menggunakan berbagai alat untuk (1) menghubungkan mulus ke data di luar industri bangunan (geografi, bahan, produk, infrastruktur, peraturan), (2) query data, dan (3) penalaran dengan data. Masing-masing dari ketiganya—penautan, pembuatan kueri, dan penalaran—dapat dilakukan dengan menggunakan mesin kueri yang siap pakai dan bahasa kueri yang juga banyak digunakan di luar industri konstruksi. Ini memungkinkan penggunaan tanda cepat dari data: penautan cepat ke data lain, menanyakan data untuk himpunan bagian, dan melakukan pemeriksaan kecil menggunakan mesin penalaran. Untaian utama penelitian dan pengembangan berkisar pada ontologi ifcOWL, yang merupakan versi web semantik dari skema IFC. Dengan menggunakan ontologi itu, seseorang dapat mengekspresikan setiap model BIM dalam grafik web asmantik dan dengan mudah menerapkan teknologi yang tersedia. Karena sebagian besar perusahaan terus bekerja dengan model BIM sebagai file, eksploitasi dalam industri sejauh ini terutama untuk proses hilir: mengekspor data ke dalam format RDF dan melakukan kueri dan penalaran di hilir.

Hambatan Perubahan Sebagai lawan dari tren positif membuat BIM menghadapi banyak hambatan untuk maju. Ini termasuk hambatan teknis, masalah hukum dan kewajiban, peraturan, model bisnis yang tidak sesuai, penolakan terhadap perubahan pola kerja, dan kebutuhan untuk mendidik sejumlah besar profesional.

Konstruksi adalah upaya kolaboratif, dan BIM memungkinkan kolaborasi yang lebih erat daripada CAD; namun, ini akan membutuhkan alur kerja dan hubungan komersial yang mendukung peningkatan dalam pembagian kewajiban dan imbalan. Alat BIM dan format file IFC belum cukup menangani dukungan untuk manajemen dan pelacakan perubahan model, juga persyaratan kontrak tidak cukup dikembangkan untuk menangani tanggung jawab kolektif ini. Kepentingan ekonomi yang berbeda dari desainer dan kontraktor adalah penghalang lain yang mungkin. Dalam model bisnis konstruksi, hanya sebagian kecil dari manfaat ekonomi BIM yang sekarang diperoleh desainer. Imbalan utama pergi ke kontraktor dan pemilik. Beberapa panduan BIM meminta redistribusi pembayaran tonggak untuk desainer mengalihkan pembayaran ke tahap desain sebelumnya dalam pengakuan fakta bahwa lebih banyak informasi dihasilkan lebih awal dalam proses. Namun ini adalah pengecualian daripada aturan, dan tidak ada panduan yang meminta peningkatan biaya desain. Demikian pula, bisnis yang diperlukan dan pengaturan kontrak untuk desain berbasis kinerja, kemungkinan terkait dengan komisioning formal, belum berhasil.

Dalam konteks ekonomi, tenaga kerja konstruksi yang murah telah dan tetap menjadi faktor penghambat inovasi dan adopsi teknologi dalam konstruksi. Namun tenaga kerja murah tidak dapat membangun gedung-gedung yang lebih canggih yang semakin diminati, sehingga

industri tidak homogen; beberapa proyek mendorong dan mendapat manfaat dari inovasi teknologi seperti BIM, sementara yang lain tidak dapat memanfaatkannya secara efektif.

Pengembang BIM melayani terutama untuk profesi desain karena jumlah mereka yang besar. Namun, tantangan bagi BIM adalah perangkat lunak yang semakin terspesialisasi yang dibutuhkan untuk fungsi-fungsi khusus, mulai dari evaluasi kelayakan proyek (seperti DESTINI Profiler) hingga desain konsep, tetapi terutama untuk sistem kontrak dan fabrikasi yang berbeda. Pengembangan perangkat lunak BIM adalah padat modal dan vendor perangkat lunak harus menanggung risiko komersial mengembangkan alat canggih untuk kontraktor konstruksi. Hambatan teknis utama adalah kebutuhan alat interoperabilitas yang matang. Hukum Moore dalam praktiknya menunjukkan bahwa perangkat keras tidak akan menjadi penghalang, dan tampaknya memang demikian. Perkembangan standar lebih lambat dari yang diharapkan, terutama karena kurangnya model bisnis yang memungkinkan pendanaannya ditangani dalam ekonomi kapitalis. Sementara itu, kurangnya interoperabilitas yang efektif terus menjadi hambatan serius untuk desain kolaboratif.

4.13 VISI 2025

Beberapa tahun terakhir telah menyaksikan transisi BIM ke praktik arus utama yang diterima dan realisasi banyak ide dari para visioner BIM. Beberapa tahun ke depan akan terlihat peningkatan jumlah implementasi yang berhasil, perubahan dalam industri bangunan, dan penggunaan uji coba baru serta peningkatan dari apa yang dapat dicapai dengan BIM di luar penggunaannya saat ini. Dengan pengetahuan tentang busur perkembangan hingga saat ini, dengan mempertimbangkan tren saat ini dan pendorong serta hambatan untuk berubah, kita sekarang beralih ke ekstrapolasi ke masa depan. Menilai perkembangan di bidang proses dan teknologi konstruksi, cara penyampaian informasi bangunan, layanan desain, spesifikasi produk bangunan, pengecekan kode, praktik manajemen konstruksi, ketenagakerjaan, profesional peran, dan integrasi membangun informasi ke dalam sistem bisnis.

Desain dan Konstruksi Digital Sepenuhnya

Desain dan konstruksi akan menjadi serba digital, dengan BIM menyediakan tulang punggung informasi untuk proyek konstruksi. Internet of Things (IoT) akan menyediakan aliran data input baru, mulai dari tower crane, pompa beton, sistem pemantauan gedung, kamera, dan sensor yang dibawa oleh pekerja dan drone, hingga material konstruksi di rantai pasokan, dan banyak lagi. Semua aliran ini perlu diinterpretasikan dan hasilnya diintegrasikan dengan model bangunan. Informasi tersebut akan digunakan dalam berbagai cara yang tidak tersedia saat ini. Misalnya, dengan pemantauan lokasi, bor dapat mengidentifikasi bahan yang akan dilewatinya (dari model BIM) dan merekomendasikan kepada operatornya mode aksi dan mata bor yang sesuai. Seorang pekerja mungkin diperingatkan akan bahaya jatuh di dekat bukaan yang tidak terlindungi. Informasi yang komprehensif akan memberikan kesadaran situasional untuk kru konstruksi, memungkinkan mereka untuk membuat keputusan yang lebih baik yang memprioritaskan paket pekerjaan yang matang dalam kondisi aman daripada pekerjaan yang belum siap untuk mereka.

Informasi yang dikumpulkan di lokasi selama konstruksi dan selama masa pakai bangunan juga akan menjadi masukan untuk desain. Akan menjadi mungkin untuk

mengkalibrasi simulasi kinerja dengan data kinerja aktual, dan untuk pertama kalinya, kumpulan data yang memadai untuk pembelajaran mesin akan tersedia. BIM dan Internet tingkat lapangan bermain dalam hal akses ke informasi bangunan di tingkat proyek dan industri secara luas. Aliran informasi menjadi hampir seketika, dan kolaborasi di antara semua pihak yang berkepentingan dalam suatu proyek dapat menjadi sinkron, yang merupakan perubahan paradigma dari aliran kerja tradisional yang tidak sinkron. Alur kerja tradisional dengan generasi, pengiriman, dan tinjauan gambar yang berurutan—yang dapat menjadi iteratif dan boros karena pengerjaan ulang—tidak lagi sesuai. Konstruksi profesional dan hukum yang telah berkembang sehubungan dengan alur kerja ini sama-sama tidak cocok untuk proses desain dan konstruksi kolaboratif, dengan waktu siklus yang lebih pendek dan arus informasi yang terintegrasi erat.

Sementara penelitian akademis memiliki peran dalam mendefinisikan konsep baru dan ukuran arus informasi yang mempromosikan integritas dan nilai, kemungkinan upaya coba-coba oleh pionir industri — didorong oleh keharusan praktis — akan menjadi sumber utama BIM baru. alur kerja. Formulir kontrak baru, deskripsi pekerjaan, penyelarasan komersial, dan pengaturan pengadaan perlu disintesis, diuji, dan disempurnakan. Ini perlu diadaptasi dan kadang-kadang didefinisikan ulang agar sesuai dengan kode lokal, praktik serikat pekerja, dan masalah kontekstual pengontrol lainnya. Upaya tersebut akan mendukung dan merangsang pengembangan alat-alat baru baik di dunia akademis maupun industri.

Konstruksi digital akan melampaui batas lokasi proyek, menghubungkan model BIM dengan Pemodelan Informasi Daerah (PIM), Pemodelan Informasi Kota (CIM) atau sistem "Kota Cerdas". Antarmuka antara model BIM dan sistem GIS akan dimediasi melalui standar pertukaran data yang dipetakan. Pemetaan antara skema IFC dan CityGML berkembang dengan baik (Isikdag, 2014). Data model BIM menyediakan sistem informasi kota dengan data tentang tata ruang internal dan aset bangunan, sementara sistem GIS memberi desainer dan pembangun proyek individu dengan informasi rinci tentang situs mereka dan infrastruktur utilitasnya.

Pendidikan arsitektur, teknik, dan konstruksi akan terus berkembang, terkadang memimpin tetapi sebagian besar tertinggal di belakang perkembangan industri. Pergeseran ke proses digital sepenuhnya akan membutuhkan lulusan yang tidak hanya kompeten dalam lingkungan kerja digital, tetapi juga mampu beradaptasi dan mempelajari proses kerja baru sepanjang karier mereka.

Setelah 2025

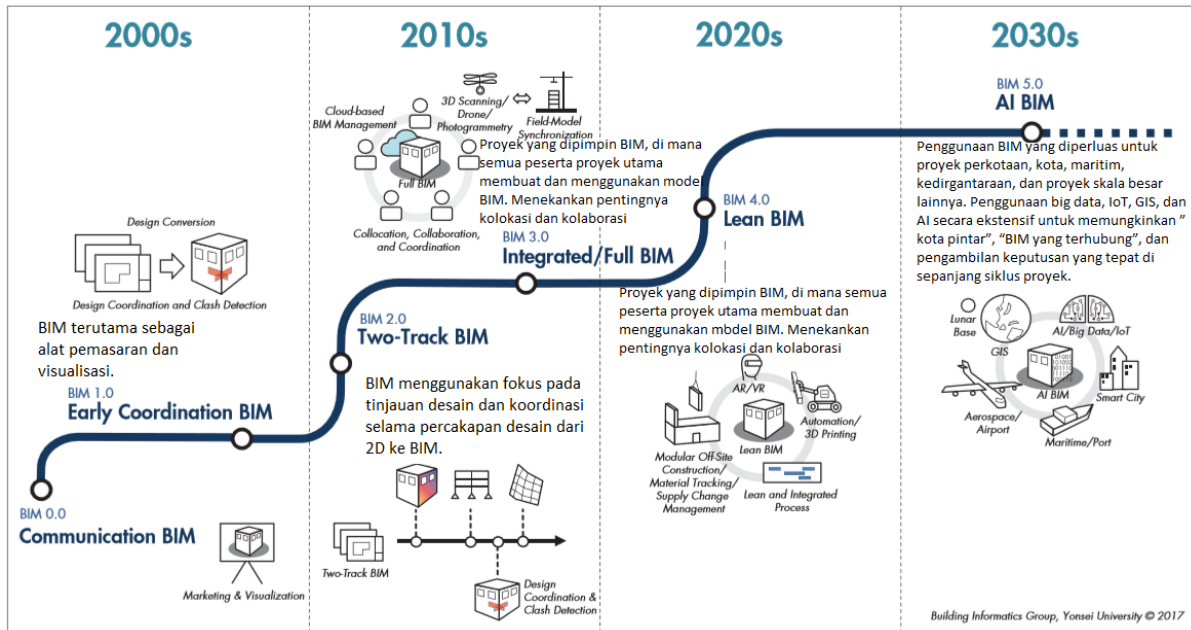
Melihat ke luar jangka menengah, kita hanya dapat melukiskan gambaran BIM dan perannya dalam industri konstruksi yang berubah dalam sapuan kuas yang luas. Mungkin perubahan kuncinya adalah berkat fungsi BIM sebagai platform informasi digital, industri konstruksi sendiri menjadi industri yang semakin digital. Akan tetapi, adopsi BIM tidak seragam di seluruh industri, dan ini bukan hanya karena sikap konservatif atau kurangnya pendidikan—ada kekuatan ekonomi yang berperan yang menghalangi BIM adopsi di beberapa sektor. Tenaga kerja yang murah adalah satu; fragmentasi industri untuk mengatasi risiko yang lain. Semakin besar kemungkinan bahwa dua sektor yang sangat berbeda akan muncul, masing-masing melakukan proyek yang berbeda: di satu sisi, besar, perusahaan konstruksi

yang digerakkan oleh informasi yang canggih, sepenuhnya mengeksploitasi BIM dan meningkatkan otomatisasi; dan di sisi lain, perusahaan konstruksi yang digerakkan oleh tenaga kerja, berbasis terutama pada tenaga kerja murah. Proyek studi kasus mewakili sektor pertama. Proyek-proyek ini dibangun oleh desainer dan pembangun dengan keahlian teknis tingkat tinggi, mereka menggunakan platform dan alat BIM terbaru, dan mereka memanfaatkannya secara optimal. Akibatnya, mereka menggunakan lebih sedikit tenaga kerja dan memiliki produktivitas lebih tinggi daripada proyek non-BIM. Mengingat sifat lokal dari banyak proyek konstruksi dan ukuran sebagian besar yang kecil, sangat mungkin bahwa kesenjangan antara sektor-sektor ini akan bertahan untuk beberapa waktu. Di sisa bagian ini, kita merujuk ke sektor konstruksi yang menerapkan BIM dan teknologi informasi lainnya.

Bagan yang disiapkan oleh Building Informatics Group di Yonsei University di Seoul, Korea Selatan, secara ringkas menggambarkan BIM sepanjang lintasan yang berpuncak pada tahun 2030-an dengan periode yang disebut AI BIM. Akhir dekade saat ini (2010-an) disebut Full BIM (atau Level 3 BIM, seperti yang didefinisikan secara longgar dalam seri BS PAS 1192 dan dokumen standar BS lainnya). "Lean BIM" adalah istilah kolektif yang tepat untuk praktik yang diharapkan pada dekade berikutnya (2020-an), karena sinergi adopsi Lean dan BIM memengaruhi cara BIM mendukung arus informasi, material, peralatan, ruang, dan tim yang lebih baik dalam desain dan konstruksi berdasarkan lean manufacturing dan konsep konstruksi. Dekade berikutnya disebut periode AI BIM, karena perubahan paling signifikan pada cara penerapan BIM kemungkinan besar disebabkan oleh meningkatnya penggunaan AI di masyarakat pada umumnya dan penerapannya dalam konstruksi pada khususnya.

Kemungkinan menarik lainnya adalah teknologi informasi akan mengubah peran perusahaan kontraktor umum sepenuhnya dengan memungkinkan klien, perancang, pemasok, dan kru perdagangan untuk mengoordinasikan transaksi mereka melalui layanan platform baru. Platform online seperti Amazon, Uber, dan banyak lainnya telah secara radikal mengubah cara industri masing-masing beroperasi. Layanan yang diberikan oleh kontraktor umum tidak hanya bersifat transaksional, tetapi juga mencakup asumsi risiko, koordinasi, kontrol kualitas, pembiayaan, dan banyak lagi. Namun jika solusi terdistribusi dapat ditemukan untuk fungsi-fungsi ini untuk diberikan secara independen, dengan penekanan pada identifikasi mekanisme untuk distribusi risiko yang adil, maka agregator platform dapat mengontrak dan menjadwalkan pekerjaan desain dan konstruksi dengan fleksibilitas yang jauh lebih besar daripada yang dapat dilakukan oleh perusahaan kontraktor umum saat ini. BIM akan memainkan peran penting dalam platform konstruksi digital semacam itu, menyediakan produk definitif dan model proses di mana semua peserta dalam suatu proyek akan bekerja. Tidak kurang dari yang telah dilakukan sejak kemunculannya, BIM terus menjadikan ini sebagai waktu yang menyenangkan untuk menjadi desainer, pembangun, atau profesional industri AEC lainnya.

BIM 2030



Gambar 4.10 Perkembangan BIM tiap Dekade

BAB 5

STUDI KASUS BIM

Dalam bab ini akan disajikan beberapa studi kasus proyek di mana BIM memainkan peran yang signifikan. Mereka mewakili pengalaman pemilik, arsitek, insinyur, kontraktor, perakit, dan bahkan kru konstruksi dan tim pemeliharaan fasilitas—semua pelopor dalam penerapan BIM. Semua studi kasus baru untuk edisi ini. Studi kasus dalam edisi pertama dan kedua tersedia di situs web pendamping Buku Pegangan BIM. Studi kasus mewakili berbagai proyek pembangunan dan infrastruktur publik dan swasta dari berbagai wilayah termasuk Asia, Eropa, Amerika Utara, dan Timur Tengah. Studi kasus juga mencakup berbagai jenis proyek dari segi fungsi, termasuk proyek medis, perumahan, kantor, museum, ruang pameran, kompleks multikultural, bandara, dan stasiun kereta api.

5.1 RUMAH SAKIT ANAK NASIONAL, DUBLIN

Pengantar

Rumah Sakit Anak Nasional (National Child Hospital/NCH) baru di Dublin, Irlandia, adalah proyek investasi terbesar, paling kompleks, dan paling signifikan yang pernah dilakukan dalam perawatan kesehatan di Irlandia. Situs NCH terletak di pusat Kota Dublin di Kampus St James. NCH akan menyatukan menjadi satu entitas tiga rumah sakit yang ada: Rumah Sakit Anak Our Lady's Crumlin, Rumah Sakit Universitas Anak Temple Street, dan Rumah Sakit Nasional di Tallaght. Tujuan utamanya adalah untuk berbagi keberadaan fasilitas rumah sakit baru ini dengan Rumah Sakit Dewasa St. James dan, pada waktunya, juga rumah sakit universitas wanita dan bayi Coombe dengan mengintegrasikannya ke dalam satu kampus kesehatan. Rumah sakit ini akan bergabung untuk membentuk Grup Rumah Sakit Anak sebelum transisi ke fasilitas baru. Kontrak pertama untuk konstruksi diberikan pada Juli 2016, tetapi hanya untuk satu seksi. Pada saat penulisan, konstruksi telah dimulai, tetapi studi kasus hanya membahas tahap desain.

Klien meminta penggunaan BIM, karena mereka yakin menawarkan keuntungan kualitatif untuk pengembangan dan pengiriman proyek dengan memfasilitasi studi opsi desain yang lebih efisien dan pengembangan serta koordinasi informasi desain. Klien berharap bahwa selama konstruksi BIM akan menghasilkan peningkatan yang signifikan dalam biaya, nilai, dan kinerja karbon melalui penggunaan informasi aset terbuka yang dapat dibagikan. BIM diminta untuk standar Level2 (sebagaimana didefinisikan dalam PAS1192-2:2013), yang melibatkan semua pihak yang menggunakan model 3DCAD mereka sendiri, tetapi tidak harus mengerjakan satu model bersama. Karena BDP (Building Design Partnership, co-lead design firm) telah bekerja di sejumlah rumah sakit dalam standar UKata Level2, standar ini dilihat sebagai tingkat harapan yang realistis yang dapat dicita-citakan oleh semua anggota tim desain multidisiplin. Klien mensyaratkan bahwa semua pemangku kepentingan harus terlibat dengan desain, yang biasanya akan mengakibatkan kesulitan bagi tim desain sehubungan dengan penyajian informasi teknis kepada nonspesialis.

Semua proyek rumah sakit menghadirkan serangkaian masalah yang kompleks, tetapi fasilitas pediatrik menimbulkan sejumlah tantangan unik karena rentang usia anak-anak dan remaja serta partisipasi dekat dari keluarga besar mereka. Dimasukkannya berbagai pemangku kepentingan, termasuk staf rumah sakit yang ada, pimpinan klinis, dan penduduk setempat, membawa tantangan potensial dari tim desain yang harus bergantung pada orang awam, tanpa pengetahuan desain, untuk menambah pemahaman mereka tentang fungsionalitas yang diperlukan dari ruang angkasa. Model BIM menawarkan kesempatan untuk memvisualisasikan ruang dengan mudah, sehingga meningkatkan kesadaran akan ruang yang kurang dimanfaatkan, serta digunakan oleh seluruh tim untuk teknik kolaborasi lebih lanjut, karena model ini menawarkan cara yang lebih mudah untuk menafsirkan persyaratan proyek. Kolaborasi adalah kunci dalam proses desain NCH, dan BIM adalah alat penting yang membantu pengguna akhir yang tidak terspesialisasi untuk berkontribusi lebih efektif selama proses konstruksi. Penerapan awal BIM sangat penting untuk menunjukkan dampak visual pada daerah sekitar. BIM dilaksanakan sejak awal konsepsi proyek dan digunakan sebagai alat utama dalam memperoleh izin perencanaan.

Motivasi Proyek

Tujuan integral dari proyek ini adalah untuk mengejar sinergi, termasuk pusat energi, layanan manajemen fasilitas (FM), manajemen material, layanan pengelolaan limbah lingkungan, departemen layanan sentralsteril, logistik, helipad, layanan gas medis, layanan pasokan air, dan publik utama layanan drainase. Rumah sakit anak-anak akan menyediakan perawatan rawat inap dan semua operasi (termasuk operasi harian), sedangkan pusat satelit di Rumah Sakit Tallaght dan Rumah Sakit Connolly akan memberikan perawatan darurat dan perawatan rawat jalan. Pusat Penelitian dan Inovasi Anak yang diusulkan, yang merupakan bagian integral dari rumah sakit anak baru, akan ditempatkan bersama dengan fasilitas akademik yang ada di kampus Rumah Sakit StJames. Ini memaksimalkan hubungan klinis dan menciptakan pusat unggulan untuk penelitian kesehatan anak dan dewasa.

Sebagian besar infrastruktur saat ini di rumah sakit anak-anak yang ada tidak sesuai dengan kebutuhan perawatan kesehatan kontemporer, dan duplikasi dan triplikasi saat ini dari beberapa layanan di tiga layanan pediatrik di Dublin tidak dapat dipertahankan. Lokasi bersama rumah sakit anak baru dengan Rumah Sakit St. James menyediakan akses ke subspecialisasi orang dewasa yang paling luas dan mendalam untuk mendukung rumah sakit anak baru secara optimal.

Gedung



Gambar 5.1 NCH dan sekitarnya. Gambar milik BDP.

Gedung ini akan setinggi tiga lantai di atas permukaan jalan di sepanjang South Circular Road dan empat lantai di sepanjang elevasi selatannya, dan akan setinggi empat lantai di sepanjang elevasi utara dan timurnya dengan ketinggian tembok pembatas yang sama dengan sisi selatan. Pintu masuk umum terletak kira-kira di sepanjang sisi utara, dengan dua pintu masuk lebih lanjut ke rumah sakit di sisi timur untuk pasien yang datang sendiri dan ambulans yang mengakses Departemen Darurat. Bangunan ini akan menyediakan sejumlah taman dan area rekreasi, termasuk taman halaman di permukaan tanah dan taman besar yang menutupi sebagian besar tapak bangunan di Level 04, yang akan memberikan manfaat berupa udara segar dan pemandangan jauh ke kota. Blok bangsal naik ke tujuh lantai di atas permukaan tanah, terdiri dari tiga tingkat bangsal, dengan area tanaman tambahan tertutup di ruang atap. Bentuk oval blok bangsal mengurangi dampaknya pada pandangan jarak dekat dan menengah dan membantu mengurangi dampak pada efek iklim mikro. Rumah sakit baru ini akan menampung 380 anak sebagai pasien rawat inap, masing-masing di kamar masing-masing dengan kamar mandi dalam dan fasilitas bagi orang tua untuk tinggal dengan nyaman bersama anak mereka. Selain itu, akan ada 87 tempat tidur penitipan anak.

Rumah sakit baru ini akan memiliki ruang operasi yang canggih, termasuk ruang operasi khusus untuk operasi jantung, bedah saraf, dan ortopedi. Area teater akan memiliki ruang khusus untuk prosedur bedah darurat dan umum, serta teater intervensi. Desainnya juga mencakup bangunan akomodasi keluarga dengan 52 tempat tidur yang berdekatan dengan rumah sakit anak baru. Helipad dan parkir mobil bawah tanah dua tingkat juga akan dibangun.

Proyek NCH

Badan Pengembangan Rumah Sakit Anak Nasional (NPHDB) bertanggung jawab untuk mengawasi pembangunan rumah sakit. Anggota dewan telah menggabungkan pengalaman dan keahlian dalam arsitektur, perencanaan, teknik, dan pengadaan untuk menyelesaikan proyek yang sangat besar dan kompleks ini. BDP, arsitek, desainer, insinyur, dan urbanis internasional utama, dan Arsitek O'Connell Mahon adalah desainer utama dalam proyek ini. Mereka dikontrak oleh NPHDB sebagai konsultan dan arsitek utama untuk merancang gedung dengan standar Level 2 BIM bekerja sama dengan ARUP (M&EE Engineering), Linesight (Cost Consultant), dan O'Connor Sutton Cronin (OCSC), antara lain. Perkiraan biaya awal untuk rumah sakit itu sekitar IDR 650 triliun, tidak termasuk biaya perawatan. Kompleks yang telah selesai diharapkan akan selesai pada 2019, dan akan beroperasi penuh pada 2020. Pekerjaan tanah dimulai pada fase pertama pada Juli 2016.

BDP menggunakan pengetahuan BIM mereka sejak awal untuk menawarkan keuntungan kualitatif untuk proses pengembangan proyek, memaksimalkan kolaborasi antara anggota tim desain, mengidentifikasi konflik dalam gambar desain, dan memaksimalkan akurasi dalam penjadwalan dan pengukuran elemen bangunan.



Gambar 5.2 Pintu masuk NCH. Gambar milik BDP.

Awalnya, Survei Murphy melakukan serangkaian scanning laser terhadap bangunan di sekitarnya, pemandangan jalan, fitur situs, topografi, layanan yang terlihat dan bawah tanah, dan sebagainya. BDP meminta file CAD 2D dari ketinggian dan file DWG 3D dari semua level, yang kemudian mereka impor ke Revit untuk membuat topografi keseluruhan di BIM

Rencana Pelaksanaan BIM (BEP)

Lingkungan kolaboratif BIM Tingkat 2 penuh adalah persyaratan kontraktual untuk proyek oleh klien atas saran BDP, yang telah berhasil menggunakan proses BIM sejak 2011. Untuk proyek sektor publik di Irlandia, ada persyaratan untuk menggunakan bentuk kontrak Komite Kontrak Konstruksi Pemerintah (GCCC). Agar BIM dapat bekerja dengan bentuk GCCC, kontrak disesuaikan dengan protokol BIM Dewan Industri Konstruksi (CIC) (perjanjian hukum tambahan yang dimasukkan ke dalam penunjukan layanan profesional dan kontrak konstruksi melalui amandemen sederhana) dan Rencana Pelaksanaan BIM (BEP).), yang diperkenalkan sebagai dokumen hukum tambahan. Sudah pada tahap desain, upaya sadar dilakukan untuk mengatasi masalah di masa depan, seperti hak kekayaan intelektual, masalah kontrak, dan banyak lagi. Sebuah fitur penting dalam kerangka kontrak adalah persyaratan bahwa NPHDB mempertahankan kepemilikan model. Protokol CIC menyatakan bahwa tim desain tidak akan bertanggung jawab kepada kontraktor sehubungan dengan penggunaan, amandemen, modifikasi, atau perubahan model informasi bangunan yang disediakan oleh pemberi kerja, baik untuk tujuan yang diizinkan atau sebaliknya.



Gambar 5.3 Situs yang ada. Gambar milik BDP.

Klien meminta agar kontraktor memproduksi, memperbarui, dan mengirimkan model BIM konstruksi gabungan. Ini melibatkan penggabungan model yang akan dibuat oleh masing-masing subkontraktor yang relevan, menggabungkan semua instalasi konstruksi, rakitan, dan komponen bersama dengan informasi COBie terkait selama proses konstruksi untuk memberikan BIM "as built" dan Model Informasi Aset yang akurat dan kaya data (AIM) sebelum penyelesaian substansial. Karena ukuran proyek yang besar, model tersebut dipecah menjadi beberapa model disiplin khusus yang berbeda. Ini termasuk model untuk lokasi, M&E, amplop eksternal, tata letak internal, dan Fixtures Furniture and Equipment (FF+E). Klien meminta agar informasi apa pun yang dihasilkan dalam BIM harus sesuai untuk ditransfer ke aplikasi perangkat lunak FM berbantuan komputer NPHDB.

Dokumen Persyaratan Informasi Pemberi Kerja (EIR), yang merinci persyaratan dan harapan klien terkait dengan BIM, telah disiapkan. EIR memungkinkan tim desain untuk memahami kebutuhan klien sejak tahap awal. Ini merinci peran dan tanggung jawab, masalah teknis, pengajuan, dan pengelolaan model. Ini juga merinci pelatihan tim, yang diberikan oleh manajer BIM di setiap organisasi (atau oleh konsultan eksternal) kepada semua anggota tim, untuk memungkinkan mereka mengakses, melihat, dan mencetak dari model. Manajer BIM juga bertanggung jawab untuk menetapkan protokol perangkat lunak untuk keberhasilan pengiriman proyek dan koordinasi pertemuan di tempat, melakukan deteksi bentrok, dan mengusulkan solusi yang diperlukan. Untuk meningkatkan proses ini, BDPen memasukkan Perjanjian Bisnis Global Enterprise tiga tahun dengan Autodesk. Perjanjian tersebut memberikan BDP akses tak terbatas ke semua perangkat lunak Autodesk, termasuk dukungan

proyek Autodesk, untuk membantu pengembangan prosedur, alur kerja, dan implementasi BIM secara keseluruhan.

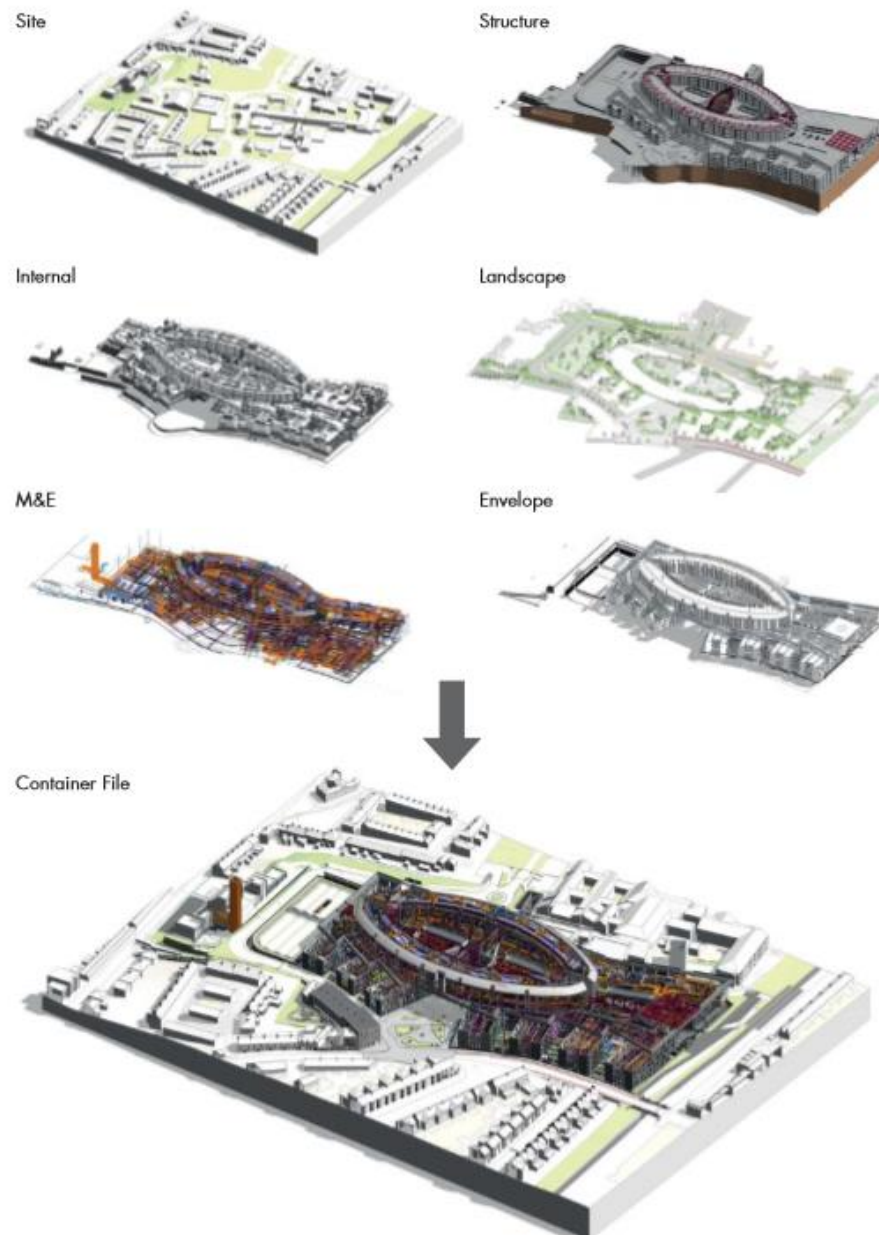


Gambar 5.4 Posisi NCH dalam kaitannya dengan sekitarnya. Gambar milik BDP.

Manual Revit Proyek, sebuah dokumen internal, mendefinisikan prosedur kerja dan praktik terbaik untuk adopsi BIM. Dokumen ini memastikan bahwa praktik pemodelan akan selaras dengan aspirasi BIM Level 2 seiring pertumbuhan tim, dan anggota tim semut yang bergabung dengan proyek sepanjang masa hidupnya memiliki satu titik acuan untuk semua metode dan konvensi yang digunakan pada proyek. Dokumen ini diperbarui seiring dengan perkembangan praktik kerja. BDP juga menyediakan pelatihan in-house sendiri. Setiap staf potensial yang bekerja pada proyek harus melakukan tes cerdas pengetahuan BIM. Tes ini memberikan indikator pengetahuan BIM seseorang. Ada pelatihan yang memungkinkan untuk disesuaikan untuk membantu individu mencapai maturitas BIM yang diperlukan baik melalui pelatihan internal atau online.

BEP disusun sesuai dengan Rencana Kerja RIBA 2013, PAS 1192-2:2014, PAS 1192-3:2014, BS 1192:2016, BS 8541—Pts 1-4:2012, BS 1192:2007, dan AIA Dokumen E202 2008. BEP menguraikan peran setiap anggota tim desain terkait dengan persyaratan pemodelan, kolaborasi, dan prosedur koordinasi. Data disimpan di Common Data Environment (CDE), yang terstruktur sesuai dengan PAS 1192:2 (yaitu, pekerjaan yang sedang berjalan, dibagikan, dokumentasi yang diterbitkan, dan folder arsip). Untuk memfasilitasi kerja yang terkoordinasi dan efisien, setiap tim desain membuat data desainnya tersedia untuk akses formal di seluruh

proyek melalui repositori bersama. Sebelum dibagikan, data diperiksa, disetujui, dan divalidasi sebagai "cocok untuk koordinasi."



Gambar 5.5 Model disiplin khusus dan model federasi.

Visualisasi, Simulasi, dan Optimasi Desain

NPHDB meminta fasilitas untuk mengunduh model dalam format file IFC kapan saja. Sistem manajemen dokumen yang kuat diterapkan, yang diadakan dan dikelola di CDE. Sistem memungkinkan semua anggota tim proyek untuk mengunggah dokumen dan data ke area bersama yang dapat diakses dengan mudah sambil menyediakan gudang informasi yang dapat diaudit.

BIM digunakan di sejumlah area untuk simulasi dan optimasi desain. Seiring berjalannya proyek, ilustrasi dan video virtual digunakan untuk menunjukkan dampak visual rumah sakit terhadap area sekitarnya. Contohnya adalah Luas, yang merupakan sistem

trem/kereta ringan yang melayani area Dublin dan berhenti di luar rumah sakit. Sejumlah gambar dan video 3D digunakan untuk menunjukkan bagaimana pekerjaan ini akan dilakukan. Video dapat dilihat di situs NCH (www.newchildrenshospital.ie/design-vision/video/).



Gambar 5.6 Nch Dalam Kaitannya Dengan Luas Light Rail. Gambar milik BDP.

BD memiliki alur kerja pemodelan terintegrasi dengan layanan cloudrendering dan sekarang menggunakan Google Cardboard sebagai alat visualisasi utama untuk presentasi. Dengan mengadopsi teknologi imersif ini, anggota staf NCH ditempatkan di dalam representasi virtual gedung mereka, yang memungkinkan pemahaman tentang proposal desain dan selanjutnya memungkinkan mereka untuk terlibat dengan desain.



Gambar 5.7 Tampilan pengguna ruang pasien. Gambar milik BDP



Gambar 5.8 Tampilan pengguna atrium. Gambar milik BDP.

NBS Create, alat pembuat spesifikasi untuk BIM, memungkinkan kompilasi spesifikasi dengan menambahkan klausa garis besar sistem. Ini memungkinkan BDP untuk menyinkronkan spesifikasi mereka dengan model Revit menggunakan plugin, dan memungkinkan penggunaan penuh objek BIM dari Perpustakaan BIM Nasional, menggunakan UniClass untuk mereferensikan model, tampilan, dan nama komponennya.



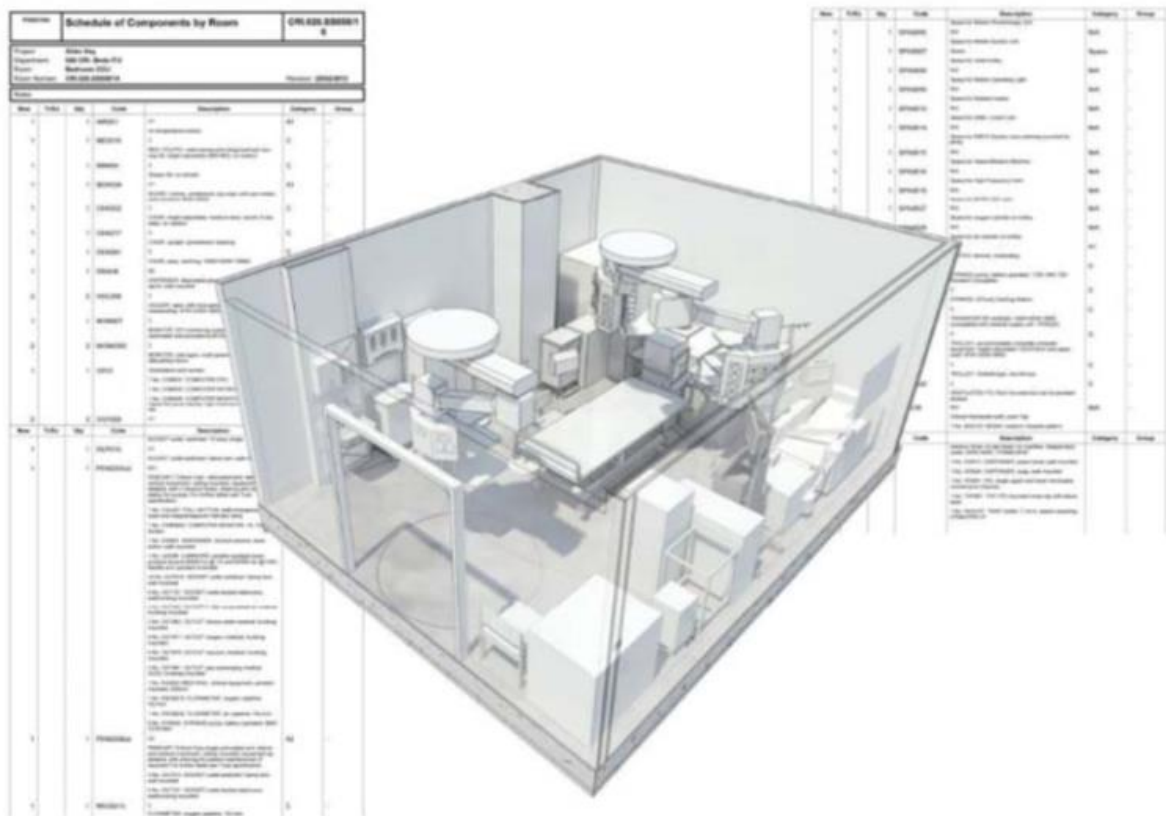
Google Cardboard, alat visualisasi tempat pemangku kepentingan proyek ditempatkan 'di dalam' representasi virtual gedung mereka.



Gambar 5.9 Tampilan Google Karton. Gambar milik BDP.

Dengan 6.500 kamar, database pemeliharaan fasilitas NCH membutuhkan sekitar setengah miliar objek FF+E yang perlu disematkan dengan informasi yang harus dikodekan, dikoordinasikan, dan ditentukan. Codebook, perangkat lunak yang dirancang untuk menghasilkan lembar data ruangan sebagai output dari proses BIM, digunakan untuk memasukkan informasi ekspor tentang properti ruangan dan FF+E dalam model Revit. Basis data mencuci server Buku Kode, yang dapat memberikan dukungan cadangan dan pemulihan. Ini memastikan semua data dapat diakses oleh klien dan beberapa konsultan.

Perangkat lunak Dynamo mengurangi kebutuhan untuk tugas berulang manual karena memungkinkan pembentukan alur kerja kustom di Revit. Karena memperluas BIM menggunakan lingkungan data dan logika dari editor algoritma grafis, itu digunakan untuk pengembangan desain yang cepat. Misalnya, konsultan eksternal untuk layanan bangunan menggunakan perangkat lunak Dynamo untuk menganalisis panel atap berdasarkan sudut kemiringannya. Di dalam Dynamo, semua panel gorden dipilih berdasarkan tipe keluarga. Area panel ini kemudian dihitung dan rentang hasil yang sekarang dipetakan ulang ditautkan ke rentang warna yang memungkinkan penggantian otomatis warna panel dalam tampilan.



Gambar 5.10 Data buku kode untuk ruang operasi. Gambar milik BDP.

keseluruhan bahwa grafik menetapkan kemiringan yang terus-menerus turun yang setara dengan pengurangan bentrokan. Misalnya, garis ungu pada grafik mewakili uji bentrokan struktur versus penahanan, yang dimulai pada 1.300 bentrokan pada 1 Januari 2015, dan kemudian turun menjadi 400 bentrokan pada 16 Januari 2015. Selama konstruksi, tim desain dapat mengoordinasikan elemen desain subkontraktor spesialis menggunakan protokol deteksi bentrokan ini.

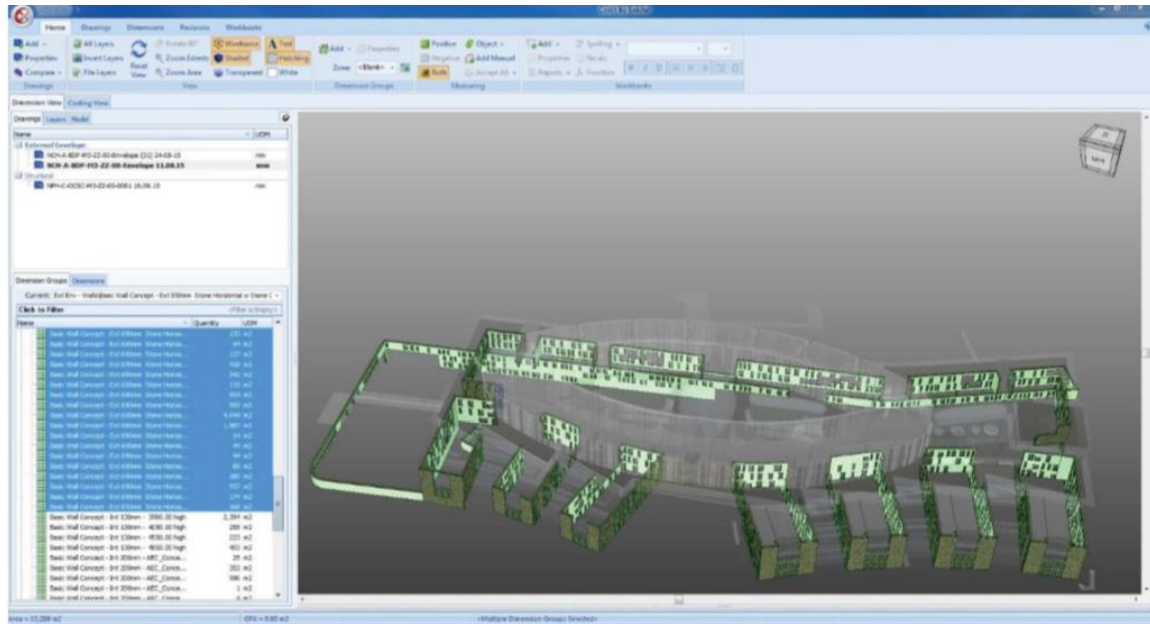
Surveyor kuantitas (Linesights) bekerja sama dengan BDP untuk memastikan bahwa informasi disematkan dalam bentuk pengkodean untuk setiap elemen dalam model, memungkinkan analisis yang efektif di CostX dan perkiraan perhitungan kuantitas lepas landas. Karena informasi seperti biaya per meter persegi terkait dengan elemen model, klien diberikan pemahaman yang lebih baik tentang iterasi desain yang berbeda dan kepastian biaya yang lebih besar, khususnya di awal proses desain. dari alat 3D yang tersedia. Dari kelompok dimensi ini dibuat, yang kemudian digunakan untuk melepas elemen bangunan di dalam model, seperti skirting board, architraves, dan sejenisnya.

Tingkat Pengembangan (LOD), yang diuraikan dalam BEP, mengikuti persyaratan dasar standar (yaitu, minimum LOD 100; Elemen Model dapat diwakili secara grafis dengan simbol atau representasi umum lainnya) hingga LOD 500. (Elemen Model adalah representasi yang diverifikasi lapangan di ukuran, bentuk, lokasi, jumlah, dan orientasi.) Kepemilikan data terstruktur dan persyaratan informasi tentang organisasi sehubungan dengan asetnya—dalam bentuk dokumen Persyaratan Informasi Aset (AIR) dan tetes COBie, yang diselaraskan dengan tahapan proyek, dan mewakili informasi yang diperlukan dan tingkat pengembangan tahap proyek itu—telah memungkinkan kontrol yang lebih besar terhadap persyaratan aset klien.

Analisis dan desain kerangka struktural dan elemen hingga untuk Rumah Sakit Anak Baru terutama dilakukan menggunakan dua program struktural, Tekla Structural Designer 2015 dan SCIA Engineer 16. Kedua program dapat mengimpor model kerangka Revit 3-D dan dapat digunakan untuk analisis struktural konstruksi baja struktural dan beton bertulang. Analisis linier dan nonlinier dilakukan untuk kondisi beban jangka pendek dan jangka panjang yang berbeda.

Ringkasan Manfaat BIM

Model virtual dapat membantu memprediksi dan menghindari potensi risiko. Ini memungkinkan deteksi bentrokan, meningkatkan kualitas desain dan menghilangkan risiko terkait. Perencana dapat mengurangi dampak pada area sekitar ke lokasi bangunan dengan memetakan rute akses terbaik untuk pengiriman dan pemindahan material untuk memastikan arus lalu lintas yang relatif tidak terbatas. Penggunaan BIM dapat meningkatkan keterlibatan klien dalam proses desain, memastikan pengelolaan ruang yang lebih baik di dalam rumah sakit (yaitu, teater, pabrik, stasiun perawat, dan sebagainya) dan membantu Kegunaan. Karena bentuk kontrak GCCC adalah harga tetap, kontraktor dapat menggunakan BIM untuk memprediksi elemen risiko dengan akurasi yang lebih besar dan memiliki posisi yang lebih baik untuk menyerap risiko ini.



Gambar 5.13 Lepas landas dalam CostX. Gambar milik BDP.

Kolaborasi awal dalam tim desain memastikan kejelasan visi, peran, dan persyaratan. Dokumen kontrak BIM, sebagaimana diuraikan dalam EIR, sangat penting untuk ini dan pemahaman serta harapan klien. Dokumen panduan seperti Project Revit Manual memastikan bahwa sistem langsung dapat membantu kebutuhan pelatihan. Pelajaran penting lainnya yang dapat dipelajari adalah pentingnya menyelaraskan praktik manajemen dan pelatihan dari tim desain multidisiplin dengan perbedaan budaya untuk merampingkan alur kerja digital.

Secara keseluruhan NCH telah memberikan batu loncatan yang signifikan bagi industri konstruksi Irlandia dalam perjalanan BIM-nya. Penerapan BIM dan proses terkaitnya telah memungkinkan pengelolaan informasi yang cerdas, yang telah memberikan manfaat yang signifikan. Penerapan teknologi inovatif memberdayakan berbagai pemangku kepentingan klien untuk memperoleh pemahaman yang lebih dekat tentang konsep proyek daripada yang dimungkinkan oleh pendekatan tradisional, dengan manfaat berkeadilan yang diharapkan di seluruh siklus hidup proyek, ditingkatkan dengan penerapan AIM untuk mendorong nilai. Manfaat lain yang diharapkan termasuk penggunaan AIM oleh tim Manajemen Fasilitas untuk melihat ruang dan melakukan analisis "bagaimana-jika", mempelajari pemeliharaan dan akses, dan memastikan penyediaan ruang yang memadai karena persyaratan peralatan berfluktuasi sehubungan dengan kemajuan medis yang sedang berlangsung.

5.2 HYUNDAI MOTORSTUDIO GOYANG, KOREA SELATAN - Lima Tantangan dan Resolusi Ulasan Proyek

Hyundai Engineering & Construction (Hyundai E&C) adalah lima kontraktor umum teratas di Korea Selatan. Hyundai E&C telah mengembangkan aplikasi proses konstruksi cerdasnya menggunakan BIM melalui pengelolaan proyek seperti di Museum Nasional Qatar (anggaran 550 miliar, 2011–2017). Dari tahun 2013 hingga selesai pada tahun 2016, Hyundai E&C berfokus pada proyek Hyundai Motorstudio Goyang. Total anggaran proyek akhir untuk konstruksi adalah 170 miliar. Proyek ini memiliki berbagai karakteristik yang menarik. Gedung

Manajemen Periklanan (Dr. Sulartopo)

serbaguna ini terutama digunakan untuk ruang pameran produk mobil. Ini memiliki struktur rangka baja dengan struktur mega truss dan panel eksterior bentuk bebas. Bentuk geometris bangunan yang tidak beraturan menjadi tantangan bagi tim proyek dalam hal pemanfaatan ruang, dan desain eksterior dan interior selama fase desain dan konstruksi. Banyak pesanan perubahan dibuat selama fase konstruksi, dan BIM memainkan peran kunci dalam menyelesaikan masalah yang disebabkan oleh seringnya perubahan desain pada proyek ini.



Gambar 5.14 Gambar model BIM dari Hyundai Motorstudio Goyang. Gambar milik Hyundai E&C.



Gambar 5.15 Menyelesaikan Hyundai Motorstudio Goyang. Foto oleh Sejun Jang.

Jadwal konstruksi yang direncanakan adalah 39 bulan dari grounding. Karena berbagai perubahan desain dan fasilitas tambahan yang dibutuhkan oleh pemilik, diperpanjang lima bulan menjadi 44 bulan. Terkait dengan perubahan ini, ada peningkatan anggaran dari 120 miliar menjadi 170 miliar. Konstruksi dimulai pada Maret 2013 dan selesai pada November 2016. Kliennya adalah Hyundai Motor Group. Delugan Meissl Associated Architects (DMAA),

firma arsitektur internasional, menyediakan layanan desain, termasuk desain konsep, sementara Hyundai Architects & Engineers Associate (HDA), firma arsitektur domestik, melakukan dokumentasi konstruksi. Karena HDA adalah anak perusahaan dari Hyundai E&C, itu menjadi, secara praktis, proyek desain-bangun.

Kontraktor umum, Hyundai E&C, berpartisipasi dalam fase detail desain untuk membantu desain dari aspek kemampuan konstruksi. Subkontraktor utama (misalnya, baja, beton, dan MEP) berpartisipasi dalam koordinasi desain selama fase dokumentasi konstruksi. Subkontraktor utama bekerja dengan kontraktor umum untuk menyempurnakan desain agar sesuai dengan kondisi lokasi dan material. Tujuan paling penting bagi pemilik adalah:

- Kualitas akhir konstruksi
- Mencapai desain pengaturan tren

Pemilik proyek ini, Hyundai Motor Company, memiliki tujuan ambisius: membangun fasilitas pameran mobil paling menarik di dunia. Akibatnya, mereka ingin meninjau perkembangan detail bangunan dan program ruang lebih sering dan lebih detail daripada proses peninjauan desain tradisional dengan gambar 2D. Proses koordinasi desain berbasis BIM diadopsi untuk memenuhi kebutuhan tersebut dengan meningkatkan koordinasi dan manajemen perubahan antara klien, desainer, kontraktor umum, dan subkontraktor.

Hyundai E&C sedang bersiap untuk menjadi perusahaan manajemen proyek dan konstruksi berbasis BIM, yang mampu mengelola seluruh siklus hidup proyek dari kelayakan awal hingga operasi dan manajemen dengan memanfaatkan BIM. Hyundai E&C juga berusaha mengalihkan pasar sasarannya dari bangunan umum seperti kompleks apartemen, pabrik, dan gedung perkantoran ke bangunan berorientasi teknologi tinggi, seperti gedung kompleks, rumah sakit, dan pusat data. Hyundai Motorstudio Goyang adalah salah satu proyek besar yang dipilih Hyundai E&C sebagai proyek percontohan untuk transisi ini, dan menerapkan inovasi proses dengan staf dari lokasi konstruksi dan kantor pusat. Proyek Hyundai Motorstudio Goyang memiliki lima tantangan:

1. Penataan ruang yang kompleks
2. Panel eksterior berpola bentuk bebas
3. Struktur mega truss
4. Kesenjangan persepsi antara peserta proyek
5. Pengurangan jadwal

Untuk mengatasi lima tantangan ini, berbagai teknik terkait BIM dikerahkan:

- Kompleksitas desain tata ruang dikelola dengan menggunakan proses koordinasi berbasis BIM antara klien, desainer, kontraktor, dan subkontraktor.
- Pemodelan parametrik digunakan melalui BIM untuk membuat panel fasad dan untuk merinci panel eksterior berpola bentuk bebas.
- Scanning laser 3D digunakan untuk kontrol kualitas struktur mega truss.
- Perangkat realitas virtual (VR) dan simulasi 4D digunakan untuk memfasilitasi komunikasi antara berbagai peserta proyek.
- Prefabrikasi multi-trade diterapkan untuk mengurangi jadwal dan meningkatkan produktivitas.

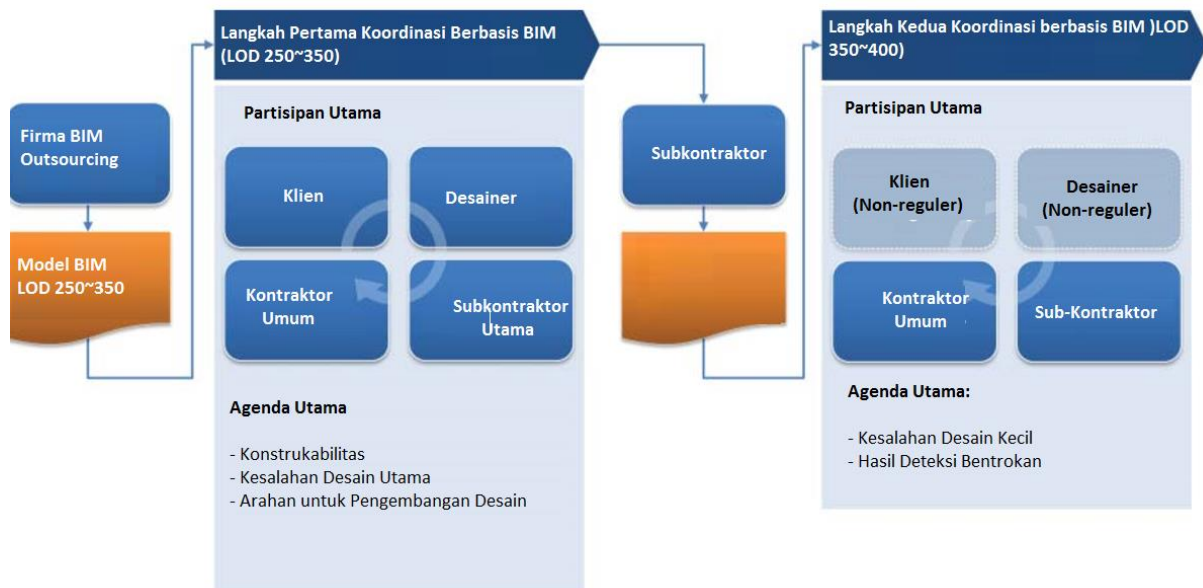
Penjelasan rinci dan contoh masing-masing tantangan dan solusi disajikan di bawah ini.

Penataan Ruang Kompleks: Koordinasi Desain Berbasis BIM

Hyundai Motorstudio terdiri dari berbagai fasilitas (showroom mobil, teater, ruang pengalaman 3D, fasilitas perbaikan mobil, kafetaria, fasilitas penitipan anak, fasilitas olahraga, dan banyak lagi). Untuk rekayasa dan konstruksi fasilitas ini, subkontraktor khusus (misalnya, mesin perbaikan motor, penghirupan debu) terlibat dalam fase koordinasi desain selain subkontraktor yang lebih umum (misalnya, baja, beton, kaca, dan MEP). Karena karakteristik proyek, koordinasi desain diharapkan menjadi bagian proses yang paling menantang, dan memerlukan koordinasi lebih banyak pemangku kepentingan daripada yang diperlukan untuk proyek biasa. Metode diperlukan untuk meningkatkan efisiensi koordinasi desain.

Rapat koordinasi yang berulang dengan terlalu banyak peserta menyebabkan pengambilan keputusan yang tidak efisien. Proses koordinasi dua tingkat digunakan pada proyek ini dan menyederhanakan proses pengambilan keputusan, memungkinkan keputusan dibuat pada tingkat yang tepat oleh peserta yang tepat. Rapat tingkat 1 dihadiri oleh klien, perancang, kontraktor umum, dan subkontraktor utama yang relevan (misalnya, baja, beton, dan MEP) dan pertemuan Tingkat 2 yang dihadiri oleh kontraktor umum dan subkontraktor (misalnya, subkontraktor kaca, fasad, pintu, dan catwalk). Deskripsi rinci mengikuti.

Pertemuan Tier 1 terutama berfokus pada konstruktibilitas, kesalahan desain utama, dan arah pengembangan desain, bukan penghapusan bentrokan dan kesalahan desain kecil. Masalah konstruktibilitas tidak dapat diselesaikan hanya dengan konsultasi antara subkontraktor. Mereka membutuhkan masukan dari GC dan desainer dengan modifikasi desain selanjutnya. Kesalahan desain yang memerlukan perubahan desain arsitektur dan/atau memiliki efek signifikan pada biaya diklasifikasikan sebagai kesalahan desain utama. Selain itu, pertemuan Tier 1 menghasilkan kesepakatan antara klien dan desainer mengenai arah pengembangan gambar detail toko. Model BIM pada tingkat pengembangan (LOD) 250-350, dikembangkan oleh perusahaan BIM yang dialihdayakan (ArchiMac), digunakan untuk rapat koordinasi. Bahan lain-lain (misalnya, cabang pipa, saluran listrik keras) dikeluarkan dari cakupan model BIM (LOD 250-350). Hal ini dilakukan untuk membuat model BIM lebih cepat dan karena tidak relevan dengan klien atau desainer untuk pertemuan Tier 1. Deteksi bentrokan kecil adalah tanggung jawab kontraktor umum dan karenanya dikeluarkan dari agenda pertemuan Tingkat 1. Optimalisasi komprehensif dilakukan untuk perdagangan besar. Dalam satu kasus, sebagai hasil dari optimasi desain catwalk, kuantitas baja berkurang 35,7%, yang menghasilkan pengurangan biaya.



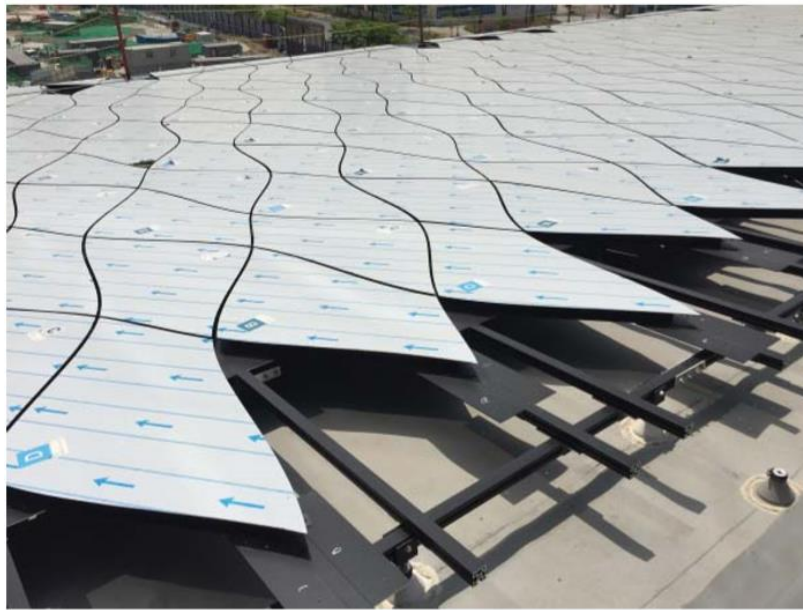
Gambar 5.16 Proses koordinasi dua tingkat. Gambar milik Hyundai E&C.

Pertemuan tingkat 2 berfokus pada kesalahan desain kecil dan bentrok konstruksi. Klien dan desainer tidak secara teratur berpartisipasi dalam rapat koordinasi Tingkat 2 ini. Mereka hanya menghadiri pertemuan resolusi kritis ketika masalah dapat menghasilkan perubahan yang signifikan. Secara kontraktual, tanggung jawab untuk penyelesaian kesalahan desain detail terletak pada berbagai subkontraktor. Tidaklah efisien untuk menyelesaikannya melalui rapat koordinasi jika masalah tersebut dapat diselesaikan secara langsung antara subkontraktor yang relevan dan tidak memiliki dampak yang signifikan terhadap biaya. Model BIM di LOD 350-400, yang dikembangkan oleh subkontraktor untuk gambar kerja 3D, digunakan untuk rapat koordinasi Tingkat 2. Objek konstruksi yang dapat diselesaikan di lapangan (misalnya, gantungan pendukung, pipa fleksibel) dikeluarkan dari ruang lingkup pemodelan BIM. Tidak efisien untuk menyelesaikan semua bentrok dan kesalahan melalui BIM. Hyundai E&C telah mengambil pelajaran dari menghabiskan terlalu banyak waktu dalam mengoordinasikan semuanya melalui BIM. Sistem dua tingkat berjalan karena peserta hanya dipanggil untuk rapat yang benar-benar relevan dengan fungsinya.

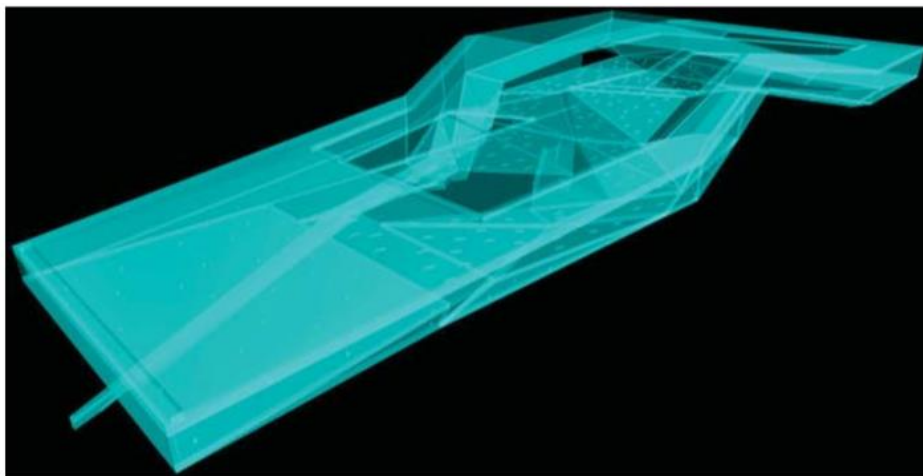
Eksterior Berpola Bentuk Bebas: Panelisasi

Tantangan kedua adalah kesulitan merancang panel anodized eksterior berpola bentuk bebas, yang memiliki luas total hampir 13.940 m². Anodisasi adalah proses elektrokimia yang memberikan ketahanan korosi untuk panel aluminium yang digunakan untuk pelapis eksterior dan memungkinkan penggunaan nada warna yang halus pada panel eksterior. Tahap kunci dalam tugas ini adalah desain detail panel berpola bentuk bebas, pembuatan dan konstruksi. Konsep desain tidak menyertakan detail setiap panel. Oleh karena itu, perlu untuk merancang setiap panel. Masalah utama lainnya dalam tahap konstruksi adalah pertanyaan tentang bagaimana memasang panel sambil mempertahankan celah sambungan terbuka antara panel yang berbentuk biasa, dan bagaimana membagi dan menghubungkan panel tepi kecil dengan fasad eksterior. Hyundai E&C, kontraktor umum, melakukan panelisasi melalui model BIM fasad. Proses ini dilakukan dengan SteelLife,

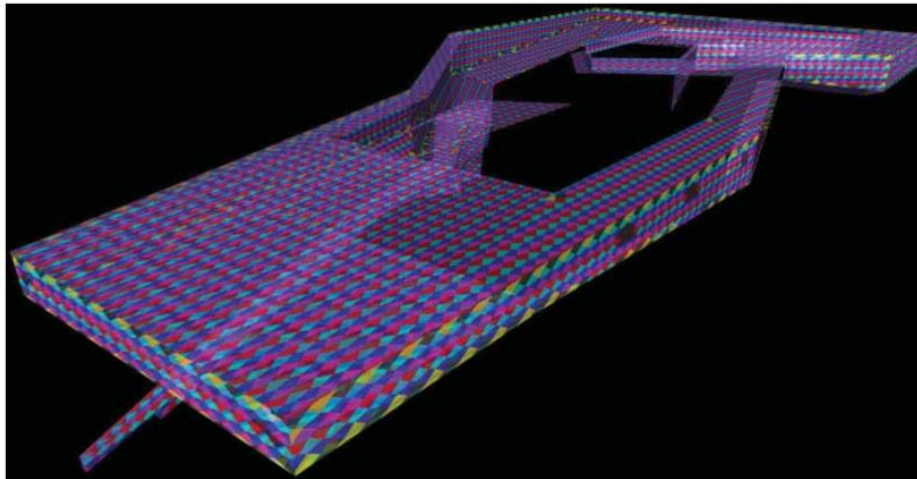
subkontraktor fasad. Untuk menyelesaikan masalah desain dan konstruksi ini, metode panelizing menggunakan BIM diterapkan pada tahap desain. Perangkat lunak Proyek Digital digunakan untuk pemodelan parametrik. Metode panelisasi dapat dibagi menjadi tiga langkah. Langkah pertama adalah meninjau desain fasad awal berdasarkan dokumen tahap konstruksi. Melalui proses ini, rencana zonasi untuk panel dikembangkan. Pada langkah ini, jumlah dan jenis panel yang sesuai untuk setiap zonasi ditentukan. Langkah ini dianggap sebagai proses paling kritis dari panelisasi BIM karena proses selanjutnya akan dipengaruhi oleh rencana zonasi fasad awal. Langkah kedua adalah menyiapkan desain parametrik dan algoritma untuk interaksi antara panel. Parameter desain posisi panel dihubungkan sehingga semua parameter desain ini akan direvisi jika ada parameter yang direvisi.



Gambar 5.17 Panel fasad. Foto oleh Sejun Jang.

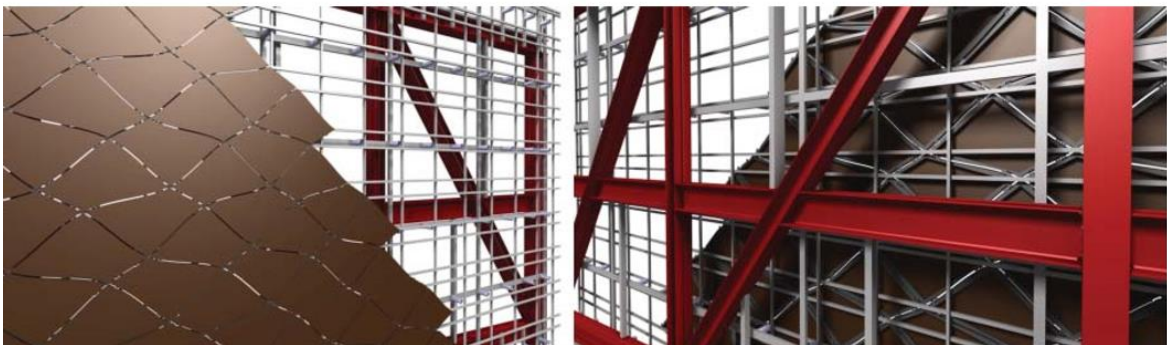


Gambar 5.18 Model desain fasad sebelum panelisasi. Gambar milik Hyundai E&C.



Gambar 5.19 Model desain fasad setelah panelisasi. Gambar milik Hyundai E&C.

Langkah ketiga adalah menambahkan desain detail untuk pemasangan. Setelah merinci panel berdasarkan rencana zonasi fasad, struktur baja sekunder dan konektor logam seperti braket dan pelat harus dirancang. Desain ini diperlukan untuk pemasangan panel eksterior. Metode panelisasi berbasis BIM memiliki banyak tujuan. Ini memungkinkan optimalisasi jumlah jenis panel dengan mengubah bentuk fasad (seperti yang dilakukan untuk Proyek Plaza Desain Dongdeamun di Seoul, Korea Selatan, yang merupakan subjek dari Bagian 10.4). Ini juga memungkinkan desain panel detail tanpa mengubah fasad (seperti yang dilakukan untuk Proyek Museum Nasional Qatar). Prioritas bagi klien dan arsitek adalah menghubungkan pola panel dengan lancar, dan ini lebih penting daripada pengurangan biaya. Oleh karena itu, Hyundai E&C menerapkan berbagai jenis desain di setiap tepi fasad, alih-alih mengurangi jumlah jenis panel.



Gambar 5.20 Model konstruksi fasad yang menunjukkan subframe struktural. Gambar milik Hyundai E&C.

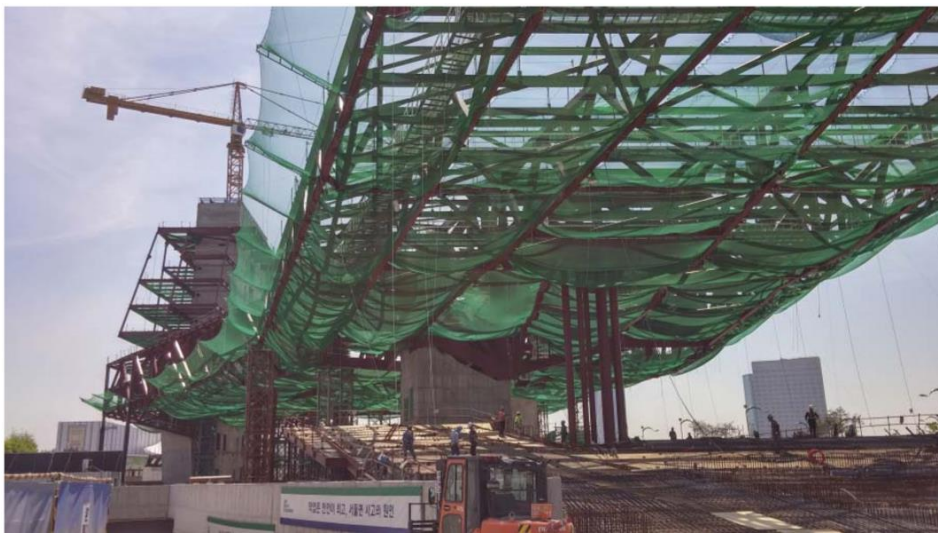
Struktur Mega Truss: Scanning Laser

Tantangan ketiga adalah mempertahankan kontrol kualitas untuk struktur mega truss, yang beratnya 3.644 ton. Struktur truss memiliki dua fitur utama yang harus diperhatikan:

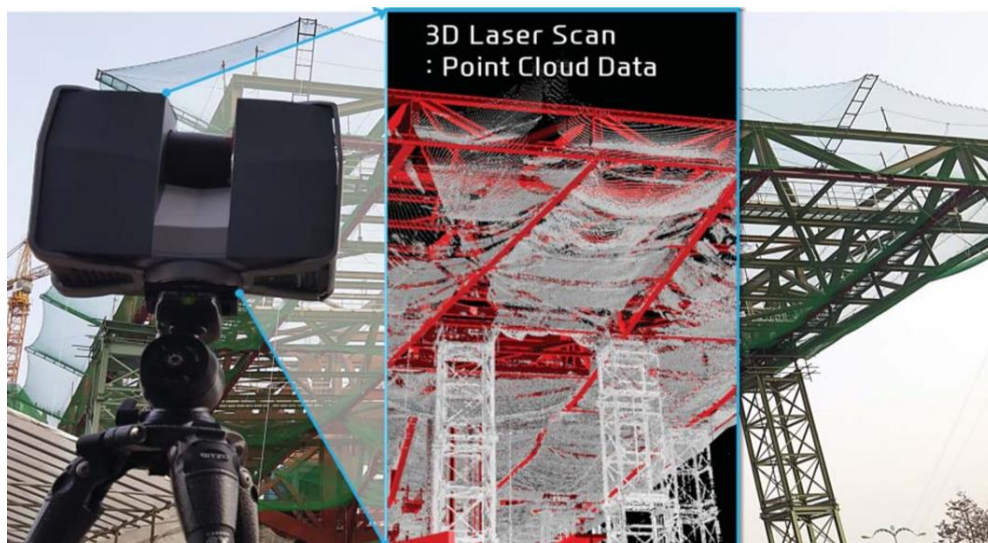
1. Konstruksi terdiri dari struktur terapan beberapa 12,3 m di atas permukaan tanah.
2. Panjang struktur truss terpanjang adalah 32,2 m.

Fitur-fitur ini memerlukan manajemen kontrol kualitas yang ketat selama fase konstruksi. Rentang kantilever yang panjang dapat melorot terus menerus saat beban ditambahkan

selama konstruksi, menciptakan masalah toleransi dimensi yang signifikan. Defleksi dari truss diprediksi dalam tahap desain. Lendutan melorot sekitar 50 mm hingga 100 mm diperkirakan dan pra-kambangan direncanakan sedemikian rupa sehingga ditempatkan ke dalam posisi desain yang benar setelah pemasangan. Memantau defleksi aktual terhadap defleksi yang dirancang sangat penting karena perdagangan berikut (yaitu, kaca, panel eksterior) harus didesain ulang jika defleksi melebihi yang diharapkan toleransi. Tim menggunakan scanning laser 3D untuk memantau defleksi rangka secara efisien dan akurat selama konstruksi. Pemindai laser 3D Trimble TX5 dan TX8 digunakan. Scanning dilakukan di hampir 40 stasiun scanning yang berbeda di situs. Scanning laser membutuhkan waktu 20 menit per stasiun, dengan total waktu scanning dua hari.

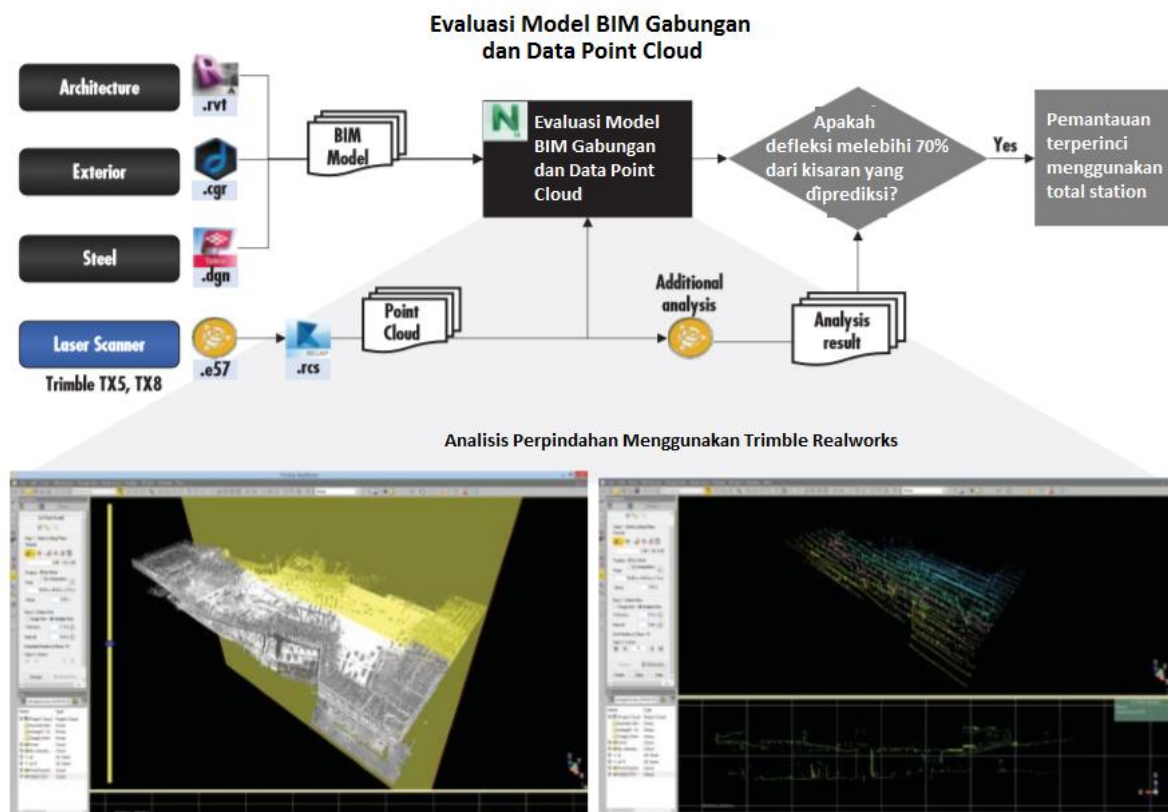


Gambar 5.21 Struktur baja mega truss dari Hyundai Motorstudio Koyang. Gambar milik Hyundai E&C.



Gambar 5.22 Scanning laser 3D untuk kontrol kualitas struktur baja. Gambar milik Hyundai E&C.

Data pindaian asli diperoleh dan ditransfer ke data cloud titik menggunakan Trimble RealWorks, perangkat lunak khusus untuk data scanning pasca-pemrosesan. Data point cloud digabungkan dengan model BIM. Langkah selanjutnya adalah menganalisis perbedaan antara posisi rangka yang dirancang dan yang dibangun sebenarnya. Dengan cara ini, defleksi struktur baja dapat diukur dan ditinjau dengan mudah menggunakan data scanning laser 3D. Analisis data gabungan dari point cloud dan model BIM mengidentifikasi masalah desain dan konstruksi untuk dinding tirai dan perdagangan panel eksterior. Masalah-masalah ini disampaikan kepada setiap manajer perdagangan untuk diselesaikan oleh manajer sesuai dengan desain dan rencana konstruksi perdagangan mereka.

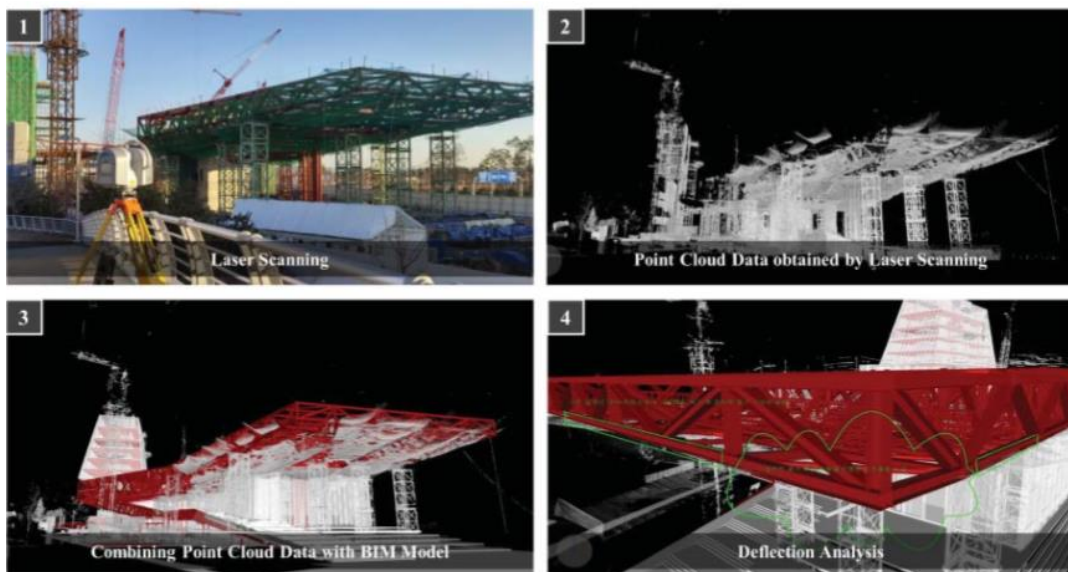


Gambar 5.23 Proses kerja untuk scanning laser 3D. Gambar milik Hyundai E&C.

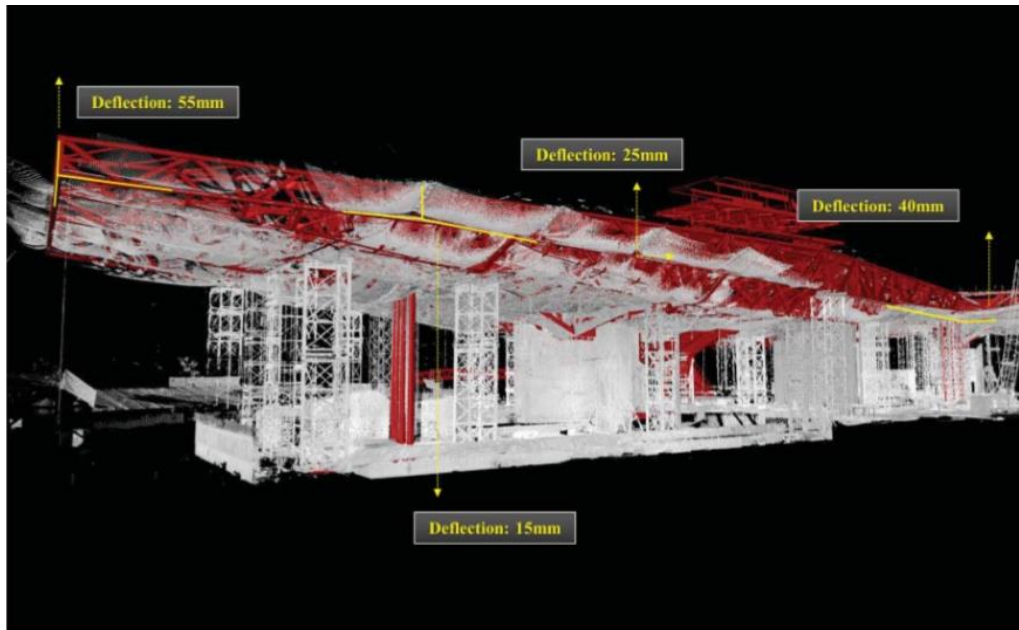
Manajer perdagangan untuk pemasangan panel eksterior memercayai dokumen konstruksi asli dan mencoba memasang panel eksterior atas dasar ini. Namun, analisis data scanning 3D akan mengidentifikasi masalah pemasangan panel yang kritis. Rancangan dan rencana konstruksi kemudian dapat direvisi untuk mengatasi masalah tersebut (misalnya, mendesain ulang struktur sekunder untuk mendukung panel dan braketnya untuk berbagai jenis, ukuran, dan posisi). Scanning laser 3D memiliki manfaat potensial untuk pekerjaan manajemen kualitas konstruksi, dan dapat mengurangi risiko waktu dan biaya konstruksi yang disebabkan oleh pengerjaan ulang.

Terlepas dari kelebihan ini, penggunaan scanning laser 3D masih dalam tahap percobaan karena aturan dasar hukum untuk kualitas pengukuran belum ditetapkan. Scanning laser 3D sedikit kurang akurat dibandingkan alat pengukuran yang ada, total station. Total

station dan pemindai laser memiliki kesalahan peralatan pengamatan yang serupa yaitu ± 2 mm per 100 m, tetapi pemindai laser 3D memiliki kesalahan kumulatif yang lebih besar daripada total station. Kesalahan kumulatif pertama terjadi pada proses pengukuran titik referensi pada titik awan karena target (titik referensi) bergerak dengan baik dengan angin atau getaran. Namun, ini tidak memperhitungkan perbedaan antara pemindai laser dan total station karena total station mengalami masalah yang sama. Kesalahan kumulatif kedua dihasilkan saat menggabungkan titik awan yang diperoleh dari stasiun yang berbeda menjadi satu titik awan melalui proses pendaftaran. Masalah ketiga berkaitan dengan resolusi scanning. Misalnya, jika resolusi scanning diatur untuk mencapai jarak titik 5 mm, jarak minimum antara dua titik yang diukur adalah 5 mm. Jika titik pengukuran target terletak di suatu tempat di antara dua titik terukur yang sebenarnya, lokasi terukur dari titik target akan berjarak beberapa milimeter dari lokasi sebenarnya dari titik target. Karena masalah kesalahan kumulatif ini, total station digunakan sebagai alat ukur utama daripada pemindai laser. Selain itu, masih belum ada standar pemeriksaan kualitas menggunakan laser scanning di Korea Selatan. Terlepas dari kekurangannya, scanning laser digunakan dalam proyek ini karena dapat mengukur defleksi struktur rangka pada titik mana pun yang ingin diperiksa oleh kontraktor dengan pindai. Jika defleksi melebihi 70% dari defleksi yang diprediksi, pengukuran yang lebih tepat dilakukan menggunakan total station.



Gambar 5.24 Proses scanning untuk analisis desain. Gambar milik Hyundai E&C.



Gambar 5.25 Hasil analisis desain berdasarkan scanning laser 3D. Gambar milik Hyundai E&C.

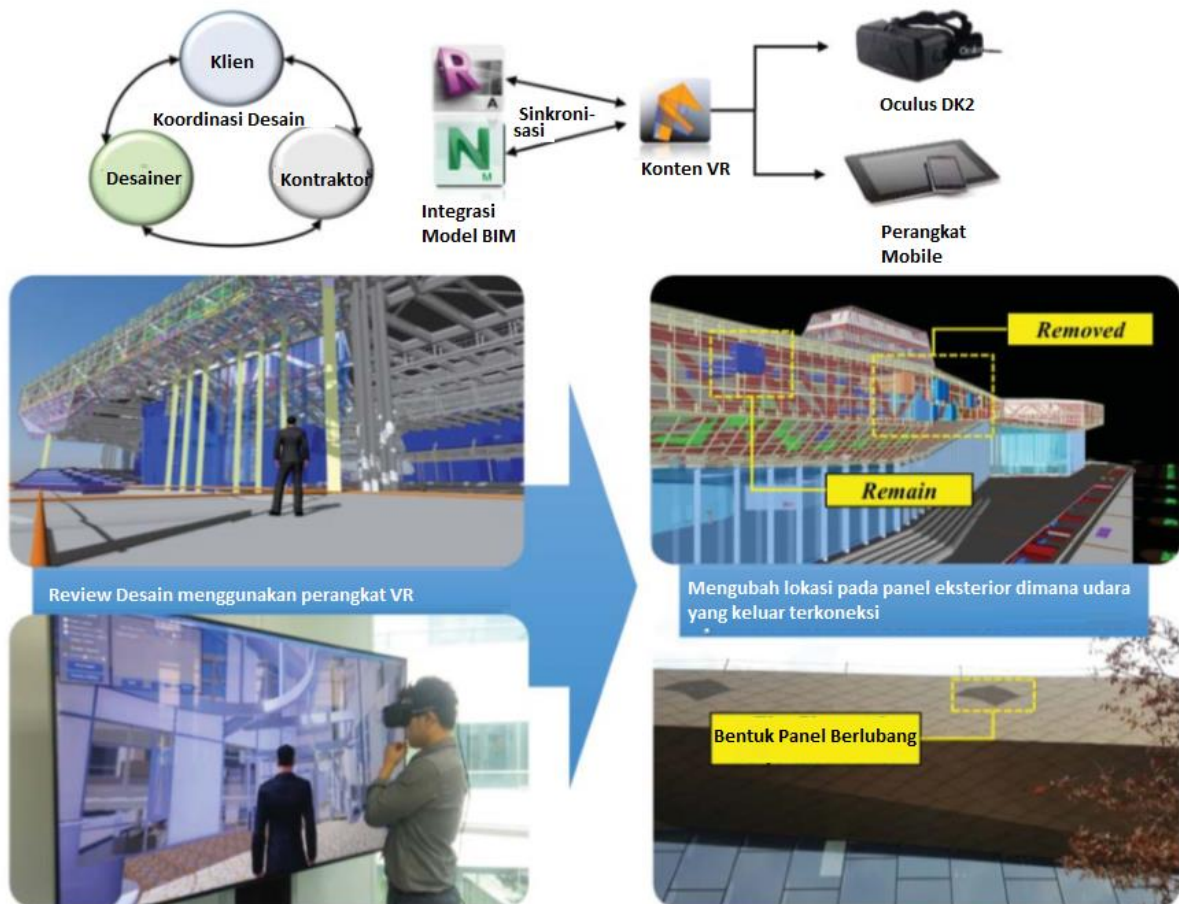
Kesenjangan Persepsi antara Peserta: Simulasi VR dan 4D

BIM Disalahgunakan untuk memvisualisasikan berbagai masalah selama rapat koordinasi. Namun, bahkan jika semua orang dalam rapat melihat model BIM yang sama, kenyataan yang mereka rasakan berbeda. Kita menyebut masalah ini sebagai "kesenjangan persepsi." Aspek pertama dari kesenjangan persepsi muncul dari tekstur atau warna yang dirasakan dari bahan akhir dalam model. Karena kontraktor dan subkontraktor berpengalaman menggunakan bahan serupa berulang kali, mereka dapat membayangkan seperti apa hasil akhir meskipun model BIM tidak ditampilkan secara foto-realistis. Namun, ini merupakan tugas yang menantang bagi klien yang tidak berpengalaman dan lainnya. Salah satu klien dalam proyek ini berkomentar, "Sepertinya perlu latihan yang cukup untuk memahami dan membayangkan bangunan sebenarnya dengan melihat model BIM."

Aspek kedua muncul dari detail konstruksi. Kontraktor dan subkontraktor yang terlatih dengan baik dapat membayangkan detail konstruksi bahkan jika model BIM dibuat pada LOD rendah dan tidak menyertakannya. Namun, kontraktor atau klien yang memiliki pengalaman relatif sedikit dengan jenis pekerjaan tertentu mungkin tidak dapat menemukan potensi masalah dengan model BIM yang sama. Ada risiko penundaan pengambilan keputusan selama koordinasi desain karena kesenjangan persepsi di antara berbagai peserta. Perangkat lunak rendering Fuzor digunakan untuk mencegah penundaan koordinasi. Peningkatan realisme dari model BIM yang diberikan untuk area spesifik klien yang menjadi perhatian memungkinkan pemetaan tekstur terperinci dan simulasi berjalan dengan avatar.

Perubahan posisi ventilasi udara pada panel eksterior merupakan perubahan besar di mana penerapan teknik VR menyediakan sarana untuk menyelesaikan masalah. Desain awal panel eksterior untuk ventilasi udara direncanakan menggunakan kurang lebih 30 panel berlubang pada dinding samping struktur. Klien dan desainer merasa prihatin dengan desain ini karena berpotensi merusak keindahan bangunan. Untuk tinjauan desain yang intuitif,

realitas virtual (VR) dikerahkan. Model BIM yang ditampilkan telah diangkat dan headset OculusRiftVR dan ini memberikan layanan visual yang lebih realistis untuk klien, tampaknya memberikan pemahaman yang lebih baik kepada klien tentang desain saat ini. Penggunaan perangkat VR adalah strategi win-win karena klien dapat memilih opsi desain dengan pemahaman yang lebih jelas dan kontraktor dapat mendorong klien untuk membuat keputusan lebih awal dari biasanya. Melalui tinjauan berbasis VR, klien dan perancang memutuskan untuk memindahkan sebagian besar panel berlubang dari samping ke depan struktur. Jumlah panel berlubang untuk ventilasi udara di dinding samping dikurangi dari 30 menjadi 10, dan 20 panel dipindahkan ke bagian depan bangunan untuk meminimalkan dampak pada estetika bangunan.

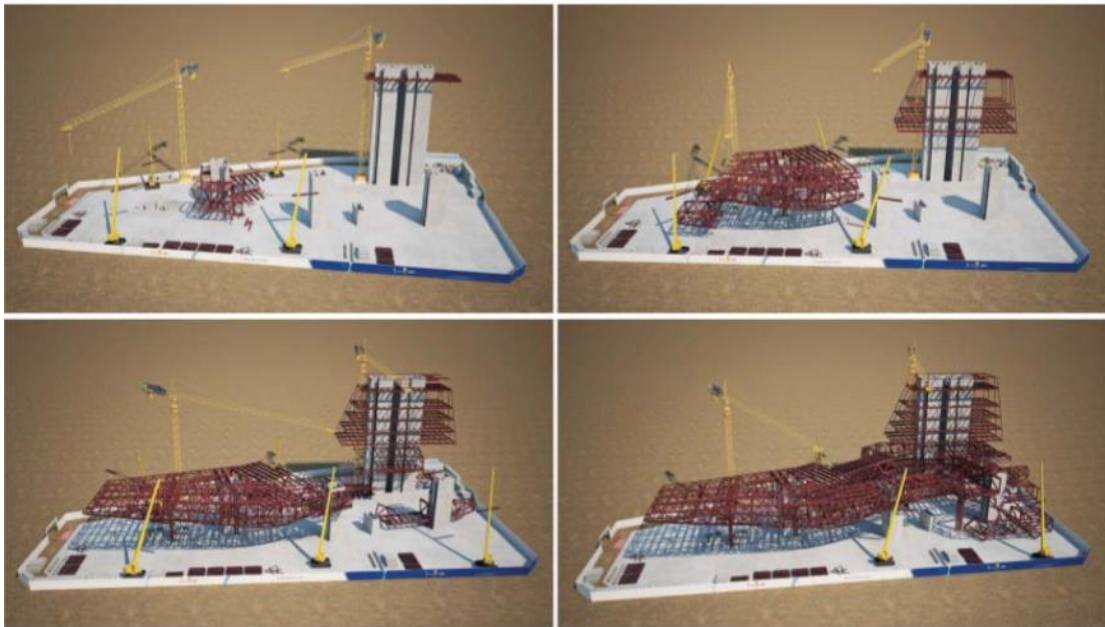


Gambar 5.26 Proses pemanfaatan VR dan contohnya. Gambar milik Hyundai E&C.

Masalah yang disebabkan oleh kesenjangan persepsi tidak terbatas pada masalah penyelesaian dan detail, tetapi juga terjadi saat memeriksa urutan konstruksi. Urutan konstruksi dari suatu perdagangan tertentu jelas bagi subkontraktor yang bertanggung jawab. Namun, sulit bagi subkontraktor lain untuk membayangkan urutan konstruksi hanya dengan melihat model BIM dari pekerjaan perdagangan. Simulasi 4D diterapkan untuk mempersempit kesenjangan persepsi dalam masalah urutan konstruksi ini.

Sebagian besar area bangunan ditutupi oleh struktur mega truss. Seperti disebutkan sebelumnya, mengelola deeksi dari truss adalah risiko yang sama besar untuk proyek ini, tetapi ada risiko konstruksi lainnya. Selama konstruksi truss, pekerjaan konstruksi dan

pergerakan material dan tenaga kerja di tingkat yang lebih rendah dilarang karena masalah keselamatan. Untuk itu, urutan konstruksi dan rencana pergerakan material dalam proyek harus disesuaikan dengan jadwal struktur rangka. Rapat koordinasi digelar untuk menentukan urutan pembangunan. Pada awal rapat koordinasi dilakukan upaya untuk mengkoordinir jadwal pembangunan dengan memberikan kode warna pada model BIM. Namun, para insinyur yang tidak memiliki pengalaman dengan konstruksi baja merasa sulit untuk memahami urutan konstruksi yang tepat dan rencana peralatan konstruksi. Model BIM berkode warna ditingkatkan menjadi simulasi 4D. Urutan konstruksi yang divisualisasikan memungkinkan peserta untuk memahami dengan jelas dan mengoptimalkan jadwal konstruksi dan rencana pergerakan melalui rapat koordinasi. Urutan konstruksi struktur truss mencerminkan posisi kerja dan jalur pergerakan material dari subkontraktor lain.



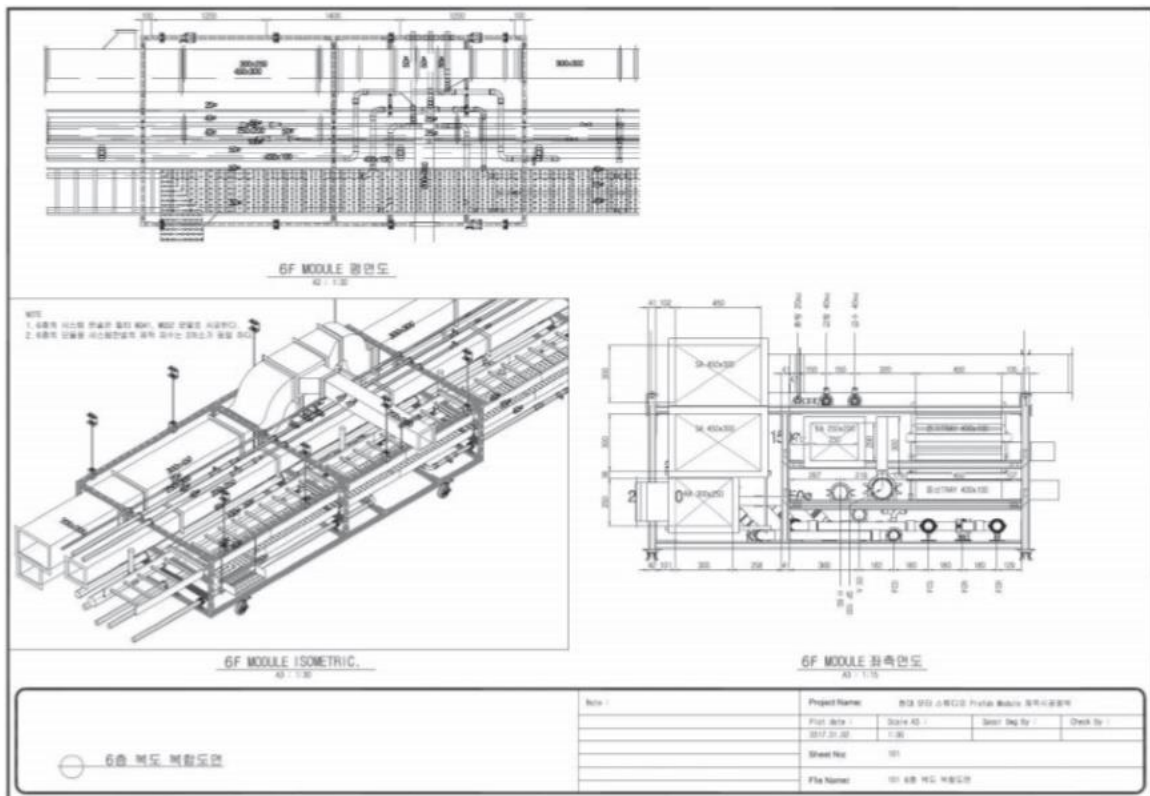
Gambar 5.27 Penggunaan simulasi 4D. Gambar milik Hyundai E&C.

Pada awal 2000-an, ketika BIM diperkenalkan ke Korea Selatan, simulasi 4D diharapkan dapat digunakan untuk menggambarkan setiap langkah proses pembangunan secara efektif. Bertentangan dengan harapan, efektivitas 4D dipertanyakan karena waktu yang dibutuhkan untuk membuat simulasi 4D. Studi kasus ini menunjukkan bahwa simulasi 4D paling efektif bila digunakan untuk area konstruksi berisiko tinggi yang membutuhkan komunikasi antara berbagai peserta, daripada untuk area yang dibangun terutama oleh satu subkontraktor.

Kebutuhan Pengurangan Jadwal: Multi-trade Prefabrication

Selama proyek, kebutuhan klien untuk memasukkan tren desain baru diakomodasi tetapi dengan biaya peningkatan periode konstruksi lebih dari lima bulan. Meskipun situasi ini, klien ingin mempersingkat masa konstruksi untuk memungkinkan pembukaan awal fasilitas untuk umum. Untuk mengejar jadwal proyek yang tertunda yang disebabkan oleh perubahan desain yang sering terjadi dan memenuhi tenggat waktu yang baru, kontraktor memutuskan untuk menerapkan prefabrikasi multitrade. Prefabrikasi perdagangan tunggal adalah umum

saat ini. Namun, batasan terbesar dari prefabrikasi perdagangan tunggal adalah hal itu hanya berdampak pada satu perdagangan dan tidak mengurangi jadwal untuk keseluruhan proyek. Prefabrikasi multi-trade diterapkan pada empat lantai menara kantor. Plafon koridor, khususnya, merupakan ruang paling kompleks untuk elemen MEP (Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing). Oleh karena itu, tim berencana untuk memproduksi sistem MEP koridor sebagai rak prefabrikasi di pabrik, dan kemudian memasangnya di lokasi. Desain modul prefabrikasi MEP dimulai dua bulan sebelum tanggal pemasangan. Pembuatan modul dimulai satu bulan sebelum tanggal pemasangan dan memakan waktu satu minggu per lantai (empat modul). Pemasangan modul MEP untuk keempat lantai memakan waktu satu hari.



Gambar 5.28 Gambar toko untuk prefabrikasi multi-perdagangan (untuk manufaktur).
Gambar milik Hyundai E&C.

Prefabrikasi multi-perdagangan MEP digunakan untuk mengurangi jadwal konstruksi dan juga untuk meningkatkan produktivitas. Penerapan multi-trade prefabrikasi efektif untuk tujuan pertama, pemendekan jadwal. Namun, hal itu gagal mencapai tujuan kedua yaitu meningkatkan produktivitas. Secara keseluruhan, multi-trade prefabrikasi meningkatkan input tenaga kerja sebesar 13,5%, tetapi produktivitas meningkat secara bertahap seiring dengan peningkatan kurva belajar pekerja.

Rencana awal telah mengalokasikan satu bulan untuk instalasi berurutan dari perdagangan MEP di satu lantai. Oleh karena itu, modul prefabrikasi MEP dapat mempersingkat jadwal di tempat selama satu bulan. Produktivitas diukur dengan menggunakan input tenaga kerja (orang-hari) sebagai metrik. Ini dibandingkan dengan standar input tenaga kerja pemerintah Korea Selatan sebagai dasar. Input prefabrikasi multi-

perdagangan mencakup jam yang diperlukan di pabrik untuk pembuatan dan jam di lokasi untuk pemasangan.

Pelajaran dan Kesimpulan

Proyek Hyundai Motorstudio Goyang menggunakan berbagai teknik dalam konstruksi, visualisasi, panelisasi, pengukuran, dan koordinasi serta keterampilan manajemen dalam menerapkan strategi BIM secara keseluruhan. Pendekatan ini tidak selalu menghasilkan manajemen proyek yang efektif, kontrol perubahan, pengembangan proyek, dan konstruksi. Keberhasilan proyek yang menggunakan BIM sebagai alat manajemen menyeluruh tergantung pada keterlibatan semua peserta, dari klien hingga pemasok; mampu mengakses, memahami, dan mengimplementasikan input data yang diperlukan dari BIM; dan kemampuan mereka untuk menyediakan data yang dibutuhkan oleh pengguna lain. BIM masih merupakan teknik kerja yang relatif baru, dan semua peserta berusaha menyesuaikan praktik kerja mereka dengan persyaratan baru. Teknik yang digunakan pada proyek ini bertemu dengan berbagai tingkat keberhasilan, dan diharapkan bahwa kisaran keberhasilan ini akan bervariasi dari satu proyek ke proyek lainnya. Pelajaran utama yang dipetik meliputi hal-hal berikut:

- Terlalu banyak juru masak merusak kaldu. Tidak efisien bagi semua peserta proyek untuk menghadiri semua rapat koordinasi BIM. Untuk mengefisienkan rapat koordinasi, rapat dapat dikategorikan berdasarkan agenda koordinasi dan fase proyek, dan hanya peserta rapat yang terkait langsung yang harus diundang.
- Metode panelisasi digunakan untuk membuat detail desain dan konstruksi fasad tidak beraturan. Hal itu dimungkinkan untuk dengan cepat menghasilkan rincian berbagai panel eksterior menggunakan teknik pemodelan parametrik meskipun efisiensi tidak berkorelasi dengan biaya untuk pekerjaan fasad. Biaya tergantung pada preferensi desain klien dan perubahan desain.
- Scanning laser dapat memperoleh bentuk dan geometri area sekitarnya lebih cepat daripada total station. Namun, kesalahan kumulatif pemindai laser lebih besar daripada kesalahan total station. Apalagi, belum ada standar pemeriksaan legal untuk scanning laser. Oleh karena itu, diinginkan untuk menggunakan pemindai laser dan total station secara bersamaan: pemindai laser sebagai alat pengukuran untuk menemukan titik yang berpotensi berisiko dengan cepat, dan total station untuk memeriksanya lebih lanjut secara mendetail. Misalnya, defleksi keseluruhan struktur rangka dimonitor secara teratur menggunakan pemindai laser dan kemudian diperiksa menggunakan total station hanya jika pengukuran yang tepat diperlukan.
- Peserta proyek menafsirkan model BIM secara berbeda tergantung pada peran dan pengalaman mereka. Kesenjangan persepsi ini mengakibatkan tertundanya rapat koordinasi dan pengambilan keputusan. Rendering foto-realistis, realitas virtual, dan simulasi 4D sangat membantu dalam mengurangi kesenjangan persepsi dan memfasilitasi proses pengambilan keputusan.
- Prefabrikasi multi-perdagangan dapat mempersingkat jadwal dengan mengurangi pekerjaan di tempat. Namun, untuk mendapatkan efek positif pada produktivitas, bangunan target harus cukup besar untuk menghasilkan efek pembelajaran.

5.3 FONDATION LOUIS VUITTON, PARIS



Gambar 5.29 Fondasi Louis Vuitton (FLV) oleh Frank Gehry. Gambar milik Yayasan Louis Vuitton; © Iwan Baan / Yayasan Louis Vuitton.

Pengantar

Dirancang oleh Frank Gehry dan dibuka pada Oktober 2014, Fondation Louis Vuitton (FLV; sebelumnya dikenal sebagai Foundation for Creation) adalah ruang pameran baru yang menampung koleksi seni permanen, pertunjukan, kuliah, dan berbagai pameran berputar. oleh American Institute of Architects, dan dianggap sebagai tonggak sejarah yang akan membawa kita ke era baru dalam penggunaan teknologi informasi bangunan. Bangunan ini terletak di Jardind'Aclimatation, taman anak-anak dengan bebek, kuda poni, dan hewan kecil lainnya di dalam Bois du Boulogne, taman umum di tepi barat Paris. Bangunan ini mengedepankan paradigma arsitektur dan konstruksi ambisius yang menunjukkan metode konstruksi baru dan karakter spasial yang sama-sama baru, terutama sehubungan dengan penggunaan material dan teknologi fabrikasi yang baru. Sketsa cair dan berliku yang dihasilkan Frank Gehry sebagai referensi menunjukkan niatnya untuk menciptakan tubuh arsitektur organik yang menghadirkan visual berdialog dengan alam sekitarnya dan sekaligus berhubungan dengan kota Paris



Gambar 5.30 Sketsa Fondasi Gehry. Gambar milik Gehry Partners, LLP © 2006.

Untuk menonjolkan dan menghormati keberadaan alam, arsitek menggunakan kaca transparan bentuk bebas, bahan yang memberikan pemisahan visual yang unik antara bagian dalam dan luar. Penggunaan kaca tentunya bukanlah hal baru. Landmark berbasis kaca baru-baru ini oleh Gehry termasuk gedung National Nederlanden di Praha, Kafetaria Conde Nast di New York, dan gedung Novartis HQ di Basel. Lebih dari satu abad sebelumnya, Joseph Paxton merancang dan merakit Crystal Palace di Hyde Park, London. Apa yang baru dengan proyek Gehry adalah penggunaan kaca dalam bentuk yang tampak bebas. Dengan kompleksitas berlapis-lapis dari kulit bangunan, struktur menengah, dan “layar” peneduh, tantangan unik yang diajukan proyek dalam kontrol versi multi-fabrikasi, tugas pembuatan desain variabel yang terperinci, sinkronisasi model, toleransi, analisis struktural balok dan sambungan variabel, permukaan variabel, fabrikasi, dan konstruksi. Tujuan lain dari Frank Gehry adalah FLV harus terbuka dan dapat beradaptasi untuk mendukung gaya lingkungan yang berbeda. Sebuah "selimut" baru-baru ini dari FLV diterapkan oleh Daniel Buren untuk menunjukkan potensi ini. Berikut ini, kita menjelaskan proyek Gehry secara rinci, dengan fokus pada rakitan cangkang tertutup berlapis-lapis dan penggunaan pemodelan 3D parametrik yang ekstensif yang memungkinkan pembuatannya.

Alur Kerja Desain Proyek dan Teknologi Perangkat Lunak

Kantor Gehry telah menjadi pelopor penggunaan teknologi komputer dalam arsitektur. Pada akhir 1980-an, mitra di Gehry Partners LLP, Jim Glymph, meneliti dan kemudian memperkenalkan CATIA, perangkat lunak 3D oleh Dassault Systèmes yang digunakan dalam industri kedirgantaraan. Sejak itu, kantor telah mampu memperluas batas dan menunjukkan kemampuan untuk membangun geometri arsitektur yang dapat dibayangkan tetapi tidak mungkin untuk dibangun hingga itu. waktu. Mengadopsi CATIA menyebabkan kantor Gehry menjalin hubungan dengan Dassault Systèmes di Prancis, menerapkannya pada banyak bangunan permukaan melengkung yang mengesankan: Museum Guggenheim di Bilbao, Spanyol; Aula Konser Walt Disney di Los Angeles; Pusat Stata di MIT; dan banyak lagi. Dari kerjasama ini, sebuah versi CATIA dengan beberapa akomodasi untuk membangun model produk, yang disebut Proyek Digital, dikembangkan untuk memfasilitasi lingkungan perangkat lunak dan antarmuka di domain AEC. Mereka juga mengembangkan konvensi rakitan objek, memfasilitasi cara Gehry dan mitra mengelola rakitan permukaan. Kolaborasi ini bermanfaat bagi kedua belah pihak; cara perangkat lunak digunakan oleh Gehry telah memengaruhi cara berpikir Dassault Systèmes tentang perangkat lunak yang mereka hasilkan. Sejak itu, praktik arsitektur memiliki pengaruh pada alat yang digunakan dalam industri mobil dan dirgantara (Friedman et al., 2002). Gehry Technologies diakuisisi pada tahun 2014 oleh Trimble Inc.



Gambar 5.31 Penggunaan kaca bentuk bebas di layar Fondation Louis Vuitton. Gambar milik Nassim Saoud.



(A)



(B)

GAMBAR 5.32 (A dan B) Daniel Buren, seorang seniman Prancis yang terkenal dengan karya in-situnya, telah menutupi 3.584 lembar kaca yang membentuk 14 layar bangunan dengan filter berwarna cerah. Foto milik Michael Arons.

Sejak awal, proses yang diadopsi untuk FLV disusun menjadi upaya yang sangat kolaboratif yang melibatkan lebih dari sepuluh perusahaan yang berbeda dan perangkat lunak mereka: Proyek Digital, SketchUp, berbagai perangkat lunak Autodesk, BoCAD, SolidWorks, ANSYS, NASTRAN, Sofistik3D, 3DVia Composer, Solibri, Tekla Structures, Rhino 3D, dan Grasshopper 3D. Upaya khusus dilakukan untuk mengembangkan pemetaan antara program-program ini dan Proyek Digital. Untuk memfasilitasi kolaborasi digital dengan begitu banyak mitra dalam proyek, Gehry Technologies mengadopsi platform 3D berbasis web untuk

manajemen file dan kolaborasi proyek, menyebutnya GT Global Exchange (GTX). Tujuannya adalah untuk mencapai konsensus lebih cepat, mengurangi pesanan perubahan dalam fase fabrikasi, dan mengelola biaya proyek dengan lebih baik. GTX adalah pelopor untuk platform kolaborasi proyek komersial, yang disebut GTeam, dan GTeam pada gilirannya diganti namanya menjadi Trimble Connect.

Proses alur kerja untuk FLV sangat didasarkan pada konsep model master yang berfungsi sebagai platform kolaborasi BIM untuk desain dan fabrikasi. Model master ini, yang dihosting di GTX, berbasis cloud dan selalu dapat diakses oleh berbagai tim kapan saja. Idennya adalah untuk membuat server web yang aman di mana orang dapat mengakses dan berbagi semua informasi yang dibawa oleh model master. Pengguna dapat mengerjakan model master langsung secara online dari komputer mereka tanpa aplikasi pembuat 3D apa pun yang perlu diinstal pada mesin lokal. Model master terdiri dari dua model utama yang digabungkan:

- Model detail desain, yang disiapkan oleh arsitek, digunakan sebagai titik awal. Ini adalah dokumen desain otoritatif.
- Sebuah model kerja rinci cocok untuk konstruksi, disiapkan dan dipelihara oleh kontraktor dengan informasi yang diperoleh dari model desain.

Model master adalah komposit high-fidelity dari keduanya, digunakan untuk konstruksi, dan dari mana semua informasi mengenai siklus hidup dan pengoperasian fasilitas FLV dapat dikumpulkan.

Kadang-kadang selama fase fabrikasi proyek, ada sebanyak empat belas tim yang terlibat. Beberapa dari mereka menggunakan perangkat lunak mereka sendiri, dan upaya GTX menyelaraskan model dan data platform yang berbeda ini dengan Proyek Digital. Peran Gehry Technologies dalam praktiknya adalah untuk melatih tim lain tentang cara menghubungkan alur kerja mereka dengan platform DP utama. Ini melibatkan pembuatan skrip baru atau alat yang disesuaikan untuk mencapai tingkat interoperabilitas yang lebih halus.

Tujuan utama lain dari proses BIM adalah untuk menghilangkan masalah umum dan kesalahan yang muncul dari kerja tim permukaan melengkung 3D. Niat ini didukung sebagian dengan simulasi bangunan di sana, tetapi yang lebih penting, melalui pembuatan model yang pada saat yang sama lebih fleksibel, dan tersedia untuk siapa saja dalam prosesnya kapan saja. Selain itu, model ini dapat mengumpulkan informasi dan pengetahuan yang berasal dari berbagai kompetensi dalam proses desain. Dalam pengertian ini, model 3D dapat memperjelas banyak masalah desain dan rekayasa sebelum menjadi masalah.

Desain Struktur dan Layar Bangunan dapat dibagi dari segi perakitan menjadi dua komponen utama:

- Gunung es
- Layar

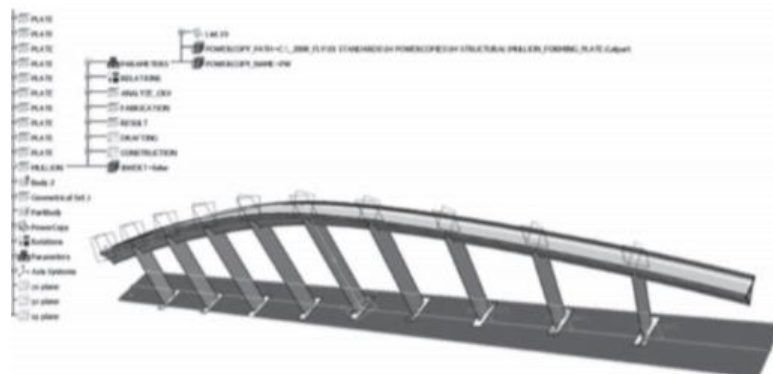
Struktur gunung es berfungsi sebagai inti struktural dan menampung sistem mekanis utama. Ditutupi oleh panel beton duktal yang terbuat dari kulit, dan mendukung layar transparan. Geometri unik dari FLV menghasilkan serangkaian gaya struktural yang kompleks yang harus ditanggapi. Ini termasuk beban angin dari layar, beban gravitasi gabungan dari layar kaca, dan kulit gunung es dari beton kekuatan super tinggi. Kulit di atas struktur dibawa oleh satu

set tulang rusuk yang didefinisikan secara parametrik. Mereka menerima beban dan memberi bentuk pada permukaan terbuka yang menutupi gunung es.

Gunung es memberikan dukungan struktural untuk layar. Layar merupakan lapisan visual eksterior bangunan. Mereka memberikan aspek khasnya pada keseluruhan konstruksi bangunan dan merupakan elemen yang terinspirasi oleh sketsa Gehry. Gehry memutuskan untuk menggunakan kaca untuk lapisan luar bangunan karena kualitas bahannya. Ia merasa penting untuk menonjolkan cahaya dan transparansi di dalam situs yang kaya akan kehadiran alam seperti Jardin d'Aklimatisasi. Menurut Gehry, “Keinginan kita adalah untuk membayangkan sebuah bangunan yang akan berkembang seiring dengan berlalunya waktu dan dengan perubahan cahaya sehingga menciptakan kesan fana, dan perubahan terus-menerus” (Fondation, 2014). Namun demikian, pilihan seperti itu cukup baru bahkan dalam kosakata arsitektural bentuk dan metodologi Gehry yang tidak konvensional. FLV adalah pertama kalinya Gehry menggunakan kaca dengan cara yang begitu dramatis dan ekspresif. Luas layarnya kira-kira 13.000 meter persegi (lebih dari 140.000 kaki persegi). Faade layar secara visual terlepas dari badan struktural utama gunung es, tetapi ditambahkan ke badan dengan sambungan khusus.



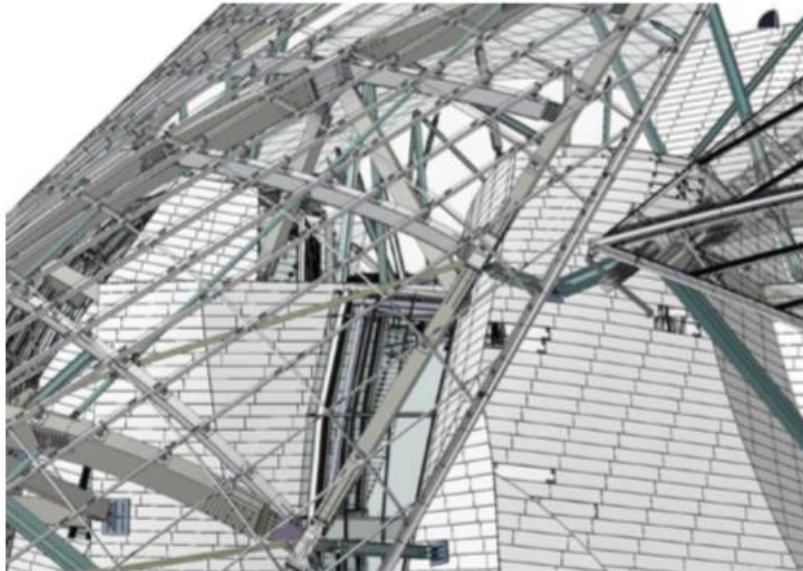
Gambar 5.33 Struktur gunung es dan rangka baja. Gambar milik Gehry Technologies.



Gambar 5.34 Rusuk struktural menopang kulit bangunan. Geometri rusuk dihasilkan oleh seperangkat parameter yang menentukan kelengkungannya. Gambar milik Gehry Technologies.

Analisis Model

Struktur layar dipelajari oleh Center Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), organisasi nasional Prancis yang menyediakan penelitian dan inovasi, konsultasi, pengujian, pelatihan, dan layanan sertifikasi dalam industri konstruksi. CSTB menunjuk RFR dan TESS, dua perusahaan teknik yang mengkhususkan diri dalam struktur kompleks dan perusahaan yang canggih. Beberapa analisis dilakukan untuk mengumpulkan data untuk fabrikasi dan perilaku struktur layar. Banyak pengukuran dilakukan pertama kali di lokasi konstruksi untuk mengevaluasi dampak lingkungan terhadap sifat angin yang ditemui di wilayah Paris. Nilai yang dikumpulkan in situ direproduksi dalam terowongan angin dengan memperhatikan ruang, skala, dan dimensi waktu, seperti panjang vortisitas dan variasi kecepatan sebagai fungsi waktu. Sensor yang dipasang pada tiruan proyek yang terbuat dari bubuk sinter digunakan untuk mengkarakterisasi efeknya dan mengukur tekanan yang ada dalam struktur (Barré dan Leempoels, 2009). Beberapa analisis juga dilakukan untuk transfer beban, risiko kondensasi, kekencangan sambungan, dan kinerja kebakaran.



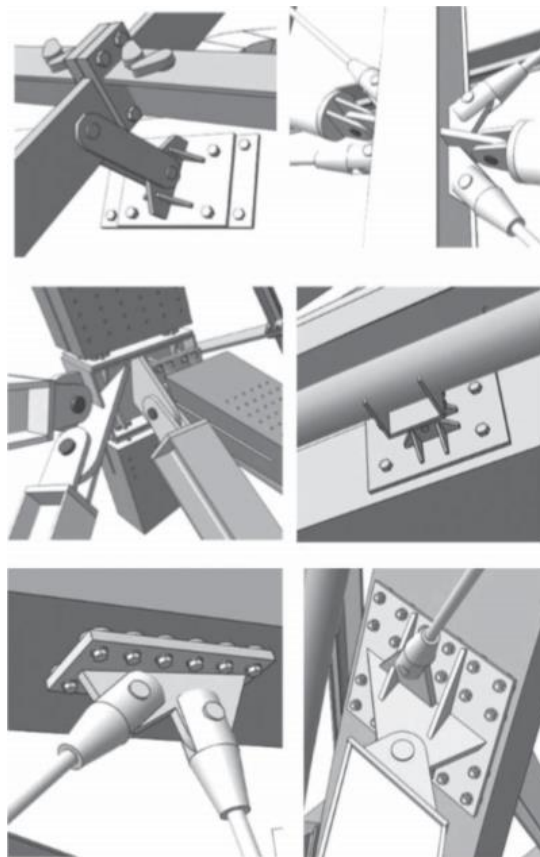
Gambar 5.35 Tampilan fasad dan komponen rakitannya. Tampilan yang dihitung menunjukkan kisi-kisi yang membawa panel kaca, dengan panel beton Ductal menutupi struktur gunung es, dan elemen baja struktural yang lebih berat mengambil beban panel kaca. Gambar milik Gehry Technologies.

Model master BIM juga digunakan untuk mensimulasikan kemungkinan skenario mengenai keselamatan kebakaran dan arus orang banyak untuk menemukan pintu keluar darurat dengan lebih baik. Model master 3D juga digunakan untuk menerapkan simulasi 4D penuh dari seluruh bangunan. Informasi prediktif diperkirakan mengenai pemeliharaan dan renovasi bagian bangunan tertentu dari waktu ke waktu.

Perincian Generatif Menggunakan Komponen Cerdas 3D

Proyek Digital memiliki sebuah alat pemodelan objek parametrik cerdas yang disebut “Power Copy.” Ini digunakan untuk replikasi lanmiliarn; fungsinya adalah untuk menggandakan atau membuat komponen instan, tetapi juga memungkinkan seseorang untuk menyesuaikan komponen secara parametrik dengan konteksnya. Misalnya, ketika penyalinan

daya suatu sambungan di mana sudut hanya dapat berada dalam radius tertentu, Proyek Digital akan memeriksa untuk memastikan bahwa kondisi ini dipenuhi, dan jika tidak, sambungan akan beradaptasi untuk membangun kembali kondisi yang telah ditetapkan sebelumnya. Ini adalah alat yang sangat bermanfaat untuk desain dan perincian dalam 3D, dan digunakan secara luas untuk proyek FLV, di mana ratusan detail dan komponen dirancang. Apa yang sangat berguna adalah seorang arsitek dapat merancang komponen detail untuk sebuah bangunan dengan cara prototipe, tanpa mengetahui semua kendala geometris yang akan dilakukan oleh komponen tertentu. Kecerdasan yang disematkan dalam skrip menyesuaikan komponen dengan berbagai konteks di mana ia akan ditempatkan. Perincian generatif ini memungkinkan perancang untuk menentukan, dengan menentukan skrip, serangkaian batasan atau aturan dalam komponen itu sendiri. Aturan ini bisa sangat luas dan dapat mencakup status kondisional dan optimalisasi detail di sekitarnya tertentu. Selain itu, detail cerdas ini dapat digunakan oleh orang lain yang tidak memiliki keahlian khusus tersebut. Tujuannya adalah untuk merangkum beberapa pengetahuan detail tertentu yang diperlukan dan membuatnya dapat digunakan oleh seseorang yang tidak memiliki semua pengetahuan untuk masuk ke detail. Ini adalah cara untuk berbagi dan mendistribusikan kembali pengetahuan di antara anggota tim.



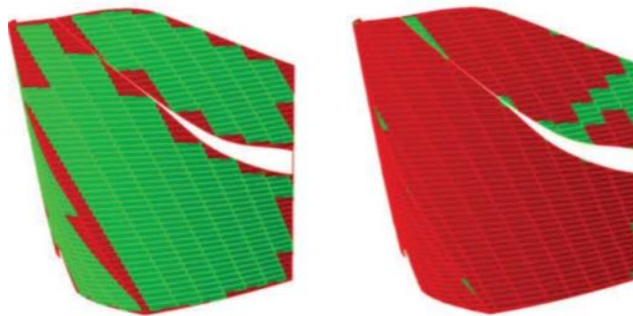
Gambar 5.36 Komponen cerdas 3D. Gambar tersebut menunjukkan objek parametrik yang berbeda yang dengan kecerdasan tertanamnya dapat menyesuaikan diri dengan geometri berbeda yang harus mereka antarmukakan. Gambar milik Gehry Technologies.

Panelisasi dan Optimalisasi Gunung Es Beton untuk Fabrikasi

Gunung es adalah inti struktural proyek. Mereka adalah serangkaian volume padat yang menopang layar, kanopi kaca mengambang yang menutupi sebagian besar bangunan. Gunung es dirancang sebagai cangkang beton atau kerangka baja, dan ditutup dengan lebih dari 16.000 panel dinding. Teknologi khusus, diimplementasikan dan dipatenkan oleh Lafarge pada tahun 2008, menyediakan Beton Berkinerja Ultra Tinggi (UHPC) yang diadopsi dalam proyek (Lafarge, 2014). Bonna Sabla, sebuah perusahaan Prancis yang mengkhususkan diri dalam beton pracetak, memulai produksi industri panel pada musim semi 2011.

Model BIM dan karakteristik parametriknya memungkinkan arsitek dan insinyur untuk mengoptimalkan 16.000 panel (semuanya memiliki bentuk yang unik) sesuai dengan ukuran panel, area pembatas, dan volume pembatas untuk mengurangi variasi cetakan. Hasil dari proses ini adalah jumlah cetakan unik berkurang menjadi 1.900, jauh lebih sedikit dari 16.000 bentuk panel unik asli. Ini merasionalisasi proses fabrikasi, karena cetakan dapat digunakan kembali.

Setiap bentuk cetakan dibuat dalam busa. Permukaan yang diatur adalah potongan kawat panas; permukaan yang tidak diatur diarahkan (Gehry Technologies, 2012). Semua operasi ini dikendalikan oleh angka komputer (CNC). Perakitan casting diwujudkan dengan lapisan silikon fleksibel dan penghalang untuk perangkat keras tertanam. Setelah beton dituangkan, paket ditempatkan dalam kantong vakum selama 20 jam yang diperlukan untuk perawatan. Setelah pengawetan, setiap bentuk individu dipindai dengan pemindai laser untuk memastikan kesesuaian permukaan dengan bentuk desain. Terakhir, masing-masing panel diberi nomor dan tag identifikasi frekuensi radio (RFID) diterapkan untuk membantu melacak semua elemen guna memastikan pemasangan di lokasi yang tepat pada struktur gunung es. Panel-panel tersebut terhubung ke inti beton struktural dengan dua ratus rusuk aluminium yang dirancang agar sama persis dengan lengkungan luar gunung es. Elemen pengaku terletak di bawah setiap sambungan ubin Ductal. Panel aluminium ini terhubung ke struktur beton dengan spacer yang dirancang khusus. Rusuk kelongsong aluminium dibuat oleh Lemants N.V. Lemants menyempurnakan proses yang sangat otomatis yang memungkinkan pembuatan potongan-potongan ini dengan kontrol yang cermat terhadap toleransi kecil (Pouma/Lemants, 2012)



Gambar 5.37 Proses optimasi panel Ductal. Warna menunjukkan asosiasi panel dengan keluarga panel. Gambar milik Gehry Technologies.



Gambar 5.38 Mesin pemotong panel kawat panas CNC. Ini diatur untuk memotong secara horizontal di atas meja yang membawa alas cetakan. Basis cetakan dipotong dari permukaan bawah, kemudian permukaan atas dipotong. Terakhir, bentuk profil panel dipotong dari stock piece, memberikan bentuk panel, kemudian panel positif dihilangkan dengan cetakan negatif. Gambar milik Gehry Technologies.

Penggunaan Terintegrasi Model BIM

Model BIM digunakan selama semua fase proyek, mulai dari desain hingga konstruksi. Model master 3D Proyek Digital selalu dianggap sebagai satu-satunya sumber validasi untuk perubahan dan prosedur. Karena detail ketelitiannya yang tinggi, mencakup pengetahuan dari semua berbagai kompetensi yang terlibat dalam proyek, model memungkinkan visualisasi kemungkinan solusi dalam waktu dan mendukung pengembangan masalah. Ini membantu menghemat waktu dan uang serta mengurangi kesalahan yang dapat diakibatkan karena integrasi informasi yang buruk dalam gambar dan pemahaman individu yang tidak lengkap tentang proyek.

Semua kontraktor diminta untuk mengembangkan studi 3D dari pekerjaan mereka. Kewajiban ini membantu menghemat waktu dalam fabrikasi komponen karena sebagian besar dibuat dengan menggunakan proses pemesinan CNC. Semua bagian fabrikasi dipindai dan dibandingkan dengan model 3D untuk menyempurnakan geometri dan toleransinya. Koreksi dibuat jika diperlukan sebelum pemasangan, dan setiap panel dalam model diperbarui agar sesuai dengan status terpasang setelah penempatan. Praktik ini dianggap perlu karena geometri kompleks: dengan memeriksa laser elemen sebelum pemasangan, tim dapat mengoptimalkan operasi perakitan.

Selama konstruksi, perakit mengambil model master 3D dan memperoleh informasi yang penting untuk bagian pekerjaan mereka. Beberapa dari mereka membangun model 3D bangunan mereka sendiri menggunakan alat BIM yang biasa mereka gunakan, sementara yang lain mensubkontrakkan kembali ke Gehry Technologies untuk memberikan konsultasi, termasuk pemodelan informasi fabrikasi 3D terperinci yang dapat diintegrasikan kembali ke dalam model master BIM 3D.

Scripting adalah komponen besar dari proses. Lebih dari 150 Visual Basicscripts diimplementasikan dalam Proyek Digital. Salah satu tantangan dalam situasi ini adalah mengelola modifikasi yang dibuat pada model dari waktu ke waktu, dan membuat semua anggota tim lain menyadarinya. Proyek 3D sering memiliki banyak file yang saling bergantung, dan setiap modifikasi dapat menyebar dan memerlukan perubahan di berbagai bagian model. Orang-orang yang bekerja pada proyek perlu menyadari modifikasi yang mempengaruhi mereka. Sangat penting bagi tim untuk dapat melacak semua perubahan, kapan perubahan itu dibuat, dan oleh siapa. Inilah yang menyebabkan adopsi sistem versi yang melacak modifikasi yang dibuat selama proses dan memfasilitasi komunikasi di antara berbagai pemangku kepentingan yang terlibat dalam setiap fase proyek. Alat yang digunakan untuk tujuan ini adalah Sistem Informasi Prancis Terbuka yang disebut Batiwork (Batiwork, n.d.). Sebuah sistem yang bekerja dengan CATIA, sistem versi ini memfasilitasi proses validasi 3D dari modifikasi yang dibuat oleh tim yang berbeda.

Semua informasi mengenai proyek diintegrasikan ke dalam model BIM (informasi hunian, tipe dinding, finishing, dan sebagainya). Upaya untuk mengumpulkan semua informasi ini memiliki nilai khusus bagi semua tim yang harus bekerja dengan gedung selama siklus hidupnya. Pemilik dan operator gedung, staf pemeliharaan, kurator museum, dan semua pemain lainnya akan memiliki sumber daya yang penuh dengan informasi dan data valid yang digunakan untuk mengelola dan mengoptimalkan aktivitas mereka. Pada saat proyek dikembangkan, penggunaan komputer tablet belum umum. Sebagian besar komunikasi di tempat dilakukan dengan metode yang lebih tradisional, termasuk gambar kertas. Jika konstruksi dimulai sekarang, aliran komunikasi di lokasi mungkin akan lebih mengandalkan penggunaan alat visualisasi 3D, seperti tablet dan kamera ponsel pintar.

Pelajaran yang Dipetik

Di Prancis, di sebagian besar Eropa, selama fase pengembangan desain, desainer menyerahkan dokumentasi kepada kontraktor, yang kemudian mengembangkan detail untuk fabrikasi yang akan menjadi tanggung jawab mereka. Proyek ini mengadopsi pendekatan yang berbeda, di mana desainer dan kontraktor memiliki hubungan yang lebih dekat. Pada tahap pengembangan desain, semua konsultan, pembangun, dan insinyur ditempatkan di satu gedung di lokasi. Lebih dari 300 orang berbagi lokasi yang sama selama konstruksi, dan faktor ini adalah kunci keberhasilan proses. Kantor pusat Paris menggunakan GTX untuk terus berkomunikasi dengan konsultan dan perakit yang tidak berada di lokasi. Selain itu, tim dari Gehry Technologies selalu sadar bahwa berbagai tim yang terlibat dalam proses menggunakan alat yang berbeda. Setiap alat memiliki potensi dan keterbatasan, dan GT ingin memberikan kebebasan kepada setiap tim untuk menciptakan geometri di lingkungan yang paling efisien bagi mereka. Upaya mereka adalah untuk fokus dalam penciptaan lingkungan umum di mana untuk membuang semua konten yang dibuat berbeda tanpa mengkhawatirkan sistem di mana mereka dibuat. Untuk tujuan ini, GTX, model master bersama server-cloud, sangat bermanfaat. Untuk melacak semua perubahan dan berbagai iterasi desain, database SQL yang terhubung dengan BIM diimplementasikan, dengan sistem versi yang memungkinkan berbagai tim mendapatkan manfaat dari layanan kueri.

Proses konstruksi juga diuntungkan dari fleksibilitas alur kerja yang diizinkan oleh penggunaan GTX. Fleksibilitas ini memungkinkan integrasi berbagai alur kerja dan teknik yang digunakan oleh fabrikator dan subkontraktor yang berbeda, sehingga masing-masing bebas bekerja dalam sistem yang mereka lebih terbiasa. Misalnya, untuk fabrikasi kelongsong aluminium, model Proyek Digital diimpor ke Badak dan kemudian Belalang. Lingkungan digital ini memungkinkan perakit untuk mengembangkan skrip khusus di VB.Net dan Python yang memimpin pabrikan kelongsong aluminium, lemants, untuk mengimplementasikan sistem otomatis untuk memproduksi panel. Toleransi dan perakitan adalah tantangan yang melekat ketika permukaan 3D bentuk bebas dilibatkan. Penggunaan gambar 2D dengan mudah mengakibatkan masalah serius selama prefabrikasi dan perakitan. Sepanjang proyek, elemen titik kontrol ditempatkan dan dilacak yang dapat ditempatkan dalam konstruksi 3D saat bangunan didirikan, meminimalkan variasi dimensi saat perakitan berlangsung. Manajemen toleransi adalah bagian dari proses desain.

Kesimpulan

Dengan gedung Fondation Louis Vuitton, kita melihat evolusi penggunaan pemodelan informasi gedung. Proyek ini mengalihkan fokus ke server koordinasi berbasis cloud yang membantu mendistribusikan informasi dan data proyek di antara anggota tim proyek di seluruh dunia melalui penggunaan model BIM 3D bersama. Upaya ini membantu menghilangkan banyak masalah yang umumnya berasal dari komunikasi yang buruk dan organisasi teknologi. Ini mempercepat proses desain dan mengurangi kesalahan yang berasal dari kurangnya informasi dan pengetahuan. Pemodelan parametrik yang disempurnakan mengintegrasikan proyek dengan proses fabrikasi CNC otomatis canggih dan kontrol kualitas yang ketat yang menguntungkan seluruh rantai produksi. FLV terdiri dari beberapa lapisan struktur, permukaan pelindung kaca, dan panel beton kekuatan tinggi yang dibentuk tipis, dengan rangka baja struktural yang mengikatnya bersama-sama. Organisasi ini memungkinkan artikulasi yang jelas dari koneksi sistem struktural dan memungkinkan Gehry Partners untuk menggunakan teknologi pemodelan parametrik Power Copy bersama dengan fungsi skrip dan pemecah masalah lainnya untuk merekayasa koneksi, panel beton, dan layar kaca secara efisien. Penggunaan pemodelan parametrik yang luas juga memungkinkan optimalisasi dan penyempurnaan fabrikasi dan pemasangan komponen unik bangunan. Tanpa BIM, bangunan ini mungkin tidak akan pernah dicoba.

5.4 DONGDAEMUN DESIGN PLAZA, SEOUL, BIM KOREA SELATAN

Pengantar

Dongdaemun Design Park (DDP) adalah cabang dari Museum Nasional Seni Modern dan Kontemporer, yang terletak di pusat kota Seoul, Korea Selatan. Sejak dibuka pada tahun 2014, eksterior yang tampak seperti pesawat ruang angkasa raksasa, dengan lampu LED yang tertanam, telah menarik lebih dari 20.000 pengunjung per hari, dan jumlahnya masih terus bertambah. Kelongsong yang memberikan tampilan seperti pesawat ruang angkasa terdiri dari lebih dari 460.000 bagian, termasuk 46.000 panel aluminium dan 10 bagian substruktur per panel untuk menopang setiap panel, dan tidak termasuk lampu LED dan pengencang. Jumlah bagian dalam kelongsong eksterior DDP lebih besar daripada jumlah bagian dalam

pesawat Boeing 737, yang terdiri dari 367.000 bagian. Bentuk aerodinamis dari DDP tidak dapat dibentuk tanpa kemampuan untuk membuat total lebih dari 45.000 panel fasad, termasuk 20.000 panel lengkung ganda, dalam kerangka waktu dan anggaran yang terbatas. Solusi untuk panel fasad “penyesuaian massal” sangat dibutuhkan. Namun demikian, banyaknya panel dan tantangan teknis bukan satu-satunya masalah yang dihadapi proyek DDP. DDP, yang menghabiskan sekitar 2,4% dari anggaran tahunan Seoul, adalah hasil paling signifikan dari kampanye "Desain Seoul" yang didorong oleh mantan walikota Seoul. Tentu saja, itu menjadi pusat perdebatan politik.

Selain itu, proyek ini menemukan situs sejarah data. Seoul, yang telah menjadi ibu kota Korea Selatan sejak 1392, dulu dilindungi oleh tembok benteng dan empat gerbang utama—Gerbang Besar Utara, Selatan, Timur, dan Barat. Di sekitar setiap gerbang, pasar besar terbentuk. Setelah 600 tahun, Dongdaemun, yang berarti "Gerbang Besar Timur" dalam bahasa Korea, menjadi pusat pasar mode Asia. Selama masa pemerintahan Jepang, sebuah kompleks olahraga yang disebut Stadion Dongdaemun dibangun di dekat Dongdaemun, di atas tembok benteng dan fasilitas militer Dinasti Joseon. DDP dibangun di tempat Stadion Dongdaemun dulu berdiri. Lampu sorot stadion sengaja dibiarkan di lokasi DDP saat ini sebagai elemen desain untuk menunjukkan latar belakang sejarah DDP. Selama pekerjaan pembongkaran dan penggalian untuk DDP, tim proyek menemukan lokasi yang tepat dari reruntuhan tembok benteng dan fasilitas militer Dinasti Joseon. Arsitek Zaha Hadid (ZHA) harus mendesain ulang sebagian besar DDP untuk memasukkan reruntuhan bersejarah sebagai elemen desain baru. Ini hanyalah beberapa dari banyak tantangan teknis dan nonteknis yang dihadapi proyek.

Tantangan selama Fase Desain

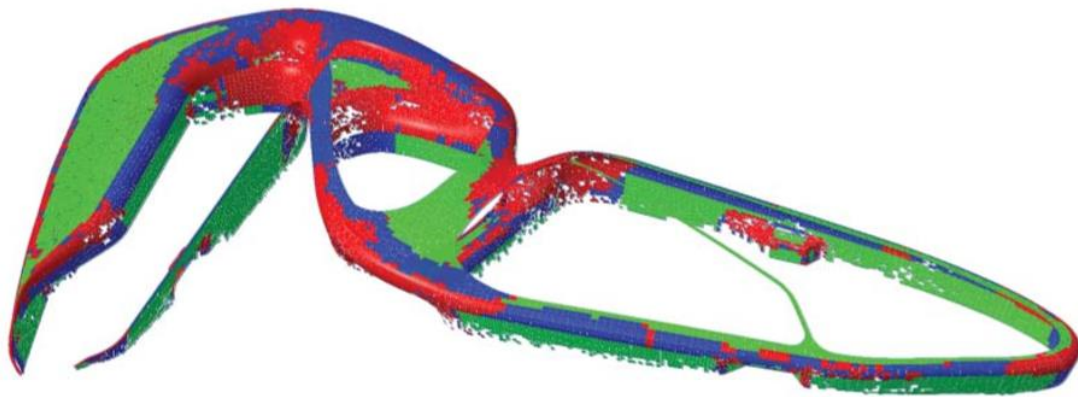
DDP adalah proyek publik besar pertama di Korea yang menggunakan BIM selama fase desain dan konstruksi. Pada bulan November 2006, ketika kompetisi desain internasional diumumkan, jumlah proyek BIM kecil mulai meningkat di Korea. Pada tahun 2008, ketika ZHA dan firma arsitektur lokalnya, Samoo Architects and Engineers (Samoo), sibuk mengembangkan dokumen konstruksi, lebih dari 30 proyek BIM besar sedang berlangsung di sektor swasta dan publik tetapi dokumentasi pengembangan dan konstruksi desain tidak dimulai sampai beberapa bulan kemudian karena negosiasi kontrak atas biaya desain dan detail lainnya antara ZHA dan kota Seoul lebih lama dari yang diantisipasi. Berdasarkan pengalaman mereka, baik ZHA maupun Samoo mengetahui bahwa proyek DDP akan membutuhkan penggunaan BIM, meskipun penggunaannya tidak diwajibkan. ZHA memilih Rhino sebagai alat desain utama. Samoo memiliki pengalaman dalam mengembangkan detail konstruksi menggunakan CATIA untuk Pusat Transportasi Bandara Internasional Incheon, yang berbentuk burung terbang. Samoo memilih CATIA sebagai alat desain utama untuk permukaan eksterior bangunan. Han-All Technology, sebuah perusahaan ahli CATIA dengan latar belakang teknik mesin, dipekerjakan untuk memodelkan permukaan eksterior dan substruktur. Bingkai struktural utama dirancang menggunakan Revit dan AutoCAD.




Selain itu, Group5F, Evolute, dan Ebener berpartisipasi dalam proyek tersebut sebagai konsultan fasad untuk panelisasi dan rasionalisasi (optimasi) permukaan eksterior. Rasionalisasi adalah proses untuk meningkatkan jumlah pola berulang sambil mengurangi

jumlah panel lengkung ganda, karena ini sangat mahal untuk dibuat. Setiap siklus panelisasi dan rasionalisasi berdampak besar pada jadwal proyek karena setiap detail harus dibangun kembali dari awal, berdasarkan geometri permukaan eksterior baru yang diusulkan oleh tim konsultan fasad dan ZHA. Misalnya, permukaan luar awalnya dibagi menjadi sekitar 14.000 panel, tetapi jumlah akhir panel eksterior menjadi lebih dari 45.000. Karena jumlah panel dan hubungan berubah secara radikal dengan setiap panelisasi dan siklus rasionalisasi, hubungan parametrik yang didefinisikan antara elemen geometris dalam model tertentu menjadi tidak berguna. Masalah interoperabilitas juga menjadi hambatan kritis, bahkan di antara sejumlah kecil aplikasi perangkat lunak ini.

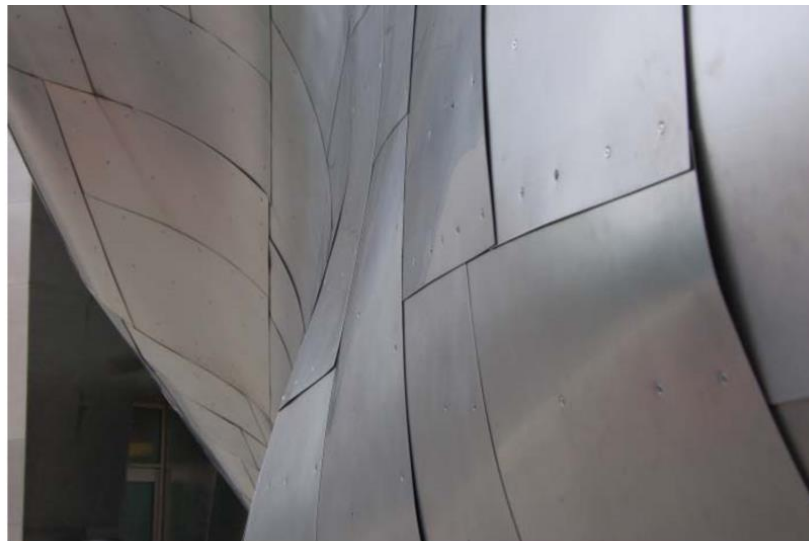
Masalah interoperabilitas sebagian dihilangkan dengan mengembangkan skrip yang secara otomatis akan membangun kembali panel dan substruktur dalam model CATIA dari model permukaan dan titik kontrol Badak yang baru. Namun, fase dokumentasi konstruksi terlalu singkat untuk mematangkan skrip, serta proses pertukaran data. Proses interoperabilitas dimatangkan oleh Gehry Technologies, yang dipekerjakan kemudian selama fase konstruksi. Proses interoperabilitas dijelaskan secara rinci nanti di bagian "BIM ke Fabrikasi" dari studi kasus ini.

Bahkan setelah beberapa siklus panelisasi dan rasionalisasi fasad, persentase panel lengkung ganda masih sekitar 50% dari 45.133 panel. Berlawanan dengan persepsi umum, tidak ada bangunan bentuk bebas dengan fasad logam, termasuk Walt Disney Concert Hall, Museum Bilbao Guggenheim, dan Proyek Musik Pengalaman (EMP), yang dibangun menggunakan panel logam yang benar-benar melengkung ganda. Aula Konser Walt Disney dan Museum Bilbao Guggenheim menggunakan serangkaian panel lengkung tunggal untuk membentuk bentuk lengkung bebas, yang dicapai melalui banyak iterasi melalui analisis kelengkungan Gaussian dan proses rasionalisasi desain. EMP memiliki bentuk yang lebih kompleks daripada Walt Disney Concert Hall dan the Bilbao Guggenheim Museum. Permukaan EMP dibagi secara rekursif hingga setiap bagian mencapai ukuran yang dapat ditebuk secara dingin di lokasi. Pendekatan ini jauh lebih murah daripada menggunakan panel lengkung ganda, tetapi celah antar panel tidak dapat dihindari. Karena ZHA hanya mengizinkan toleransi 2 mm dalam jarak 25 mm antar panel, tidak ada pilihan selain membuat panel dalam bentuk lengkung ganda. Universitas Yonsei (Yonsei) dipekerjakan sebagai penasihat teknis untuk mensurvei dan meninjau teknik pemrosesan logam mutakhir, termasuk pembentukan tanpa die dan pembentukan eksplosif. Yonsei tidak dapat menemukan teknik pemrosesan logam yang cukup cepat dan terjangkau untuk memenuhi tenggat waktu proyek dan anggaran berdasarkan metode yang ada. Oleh karena itu, mereka menyarankan agar tim proyek mengembangkan mesin pengolah logam baru berdasarkan teknik pembentukan banyak titik yang ada, seperti yang telah digunakan dalam pembuatan kolom bangunan bengkok di stadion Olimpiade Beijing yang dikenal sebagai bird's Nestle/Sarang Burung.



Panel Type	Quantity (piece)	Area (m ²)	Ratio (%)	Flat	Single Curved	Double Curved
Flat	13,841	9,492	29	 29%	 22%	 49%
Single curved	9,554	7,455	22			
Double curved	21,738	16,281	49			
Total	45,133	33,228	100			

Gambar 5.39 Distribusi jenis panel. Gambar milik Gehry Technologies.



Gambar 5.40 Kesenjangan yang dimaksudkan antara panel di EMP, Seattle. Foto oleh Ghang Lee.

Untuk membuat situasi menjadi lebih rumit, sisa-sisa sejarah ditemukan di lokasi selama penggalian, menjelang akhir fase dokumentasi konstruksi, seperti yang disebutkan dalam pendahuluan. Proyek harus dihentikan dan didesain ulang untuk mengatasi sisa-sisa yang baru ditemukan. Karena tanggal mulai dan berakhirnya konstruksi ditentukan secara kontrak, waktu yang tersedia untuk menyelesaikan metode dan detail fabrikasi panel fasad terlalu singkat, dan masalah fabrikasi diteruskan ke fase konstruksi.

Tantangan selama Tahap Konstruksi

Kombinasi dari beberapa masalah yang dijelaskan di bagian sebelumnya menjadikan proyek ini sebagai proyek jalur cepat, meskipun proyek tersebut telah dikontrak sebagai *Manajemen Periklanan (Dr. Sulartopo)*

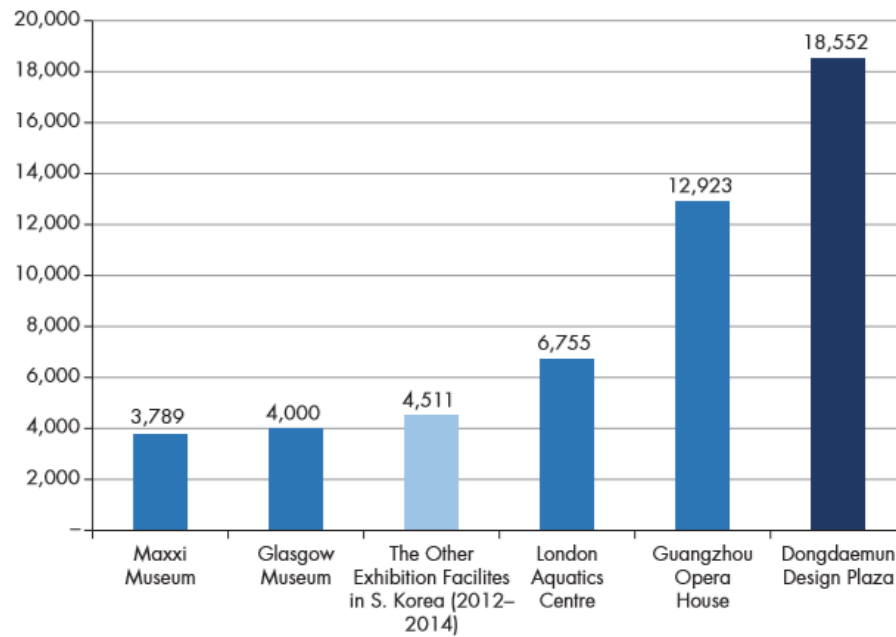
proyek Desain BIM yang khas. Pembongkaran dan penggalian dimulai pada bulan Desember 2007, tetapi proses konstruksi resmi baru dimulai pada bulan Maret 2009. Proyek ini dibagi menjadi dua bagian: taman sejarah dan budaya dan alun-alun desain. Kawasan taman itu dijadwalkan dibuka pertama kali pada Oktober 2009, enam bulan setelah konstruksi dimulai, dan plaza desain dua tahun kemudian pada Desember 2011, sebelum masa jabatan walikota berakhir. Plaza desain adalah bangunan utama, sedangkan taman sejarah dan budaya terdiri dari bangunan bertingkat rendah dengan bentuk bebas. Taman sejarah termasuk kafe dan ruang pameran untuk sisa-sisa dan peninggalan tembok benteng tua dan fasilitas militer, serta jalan setapak di sepanjang sisa-sisa benteng tua.

Proyek ini sangat ketat baik dari segi jadwal maupun anggaran. Gambar 10-6 dan 10-7 membandingkan jadwal dan biaya DDP dengan proyek serupa. Luas lantai 18.552 m² dibangun dalam satu tahun dalam kasus DDP, yang empat kali lebih cepat dari fasilitas pameran yang dibangun antara 2012 dan 2014 di Korea Selatan, dan setidaknya 1,3 kali lebih cepat dari bangunan yang dirancang oleh ZHA

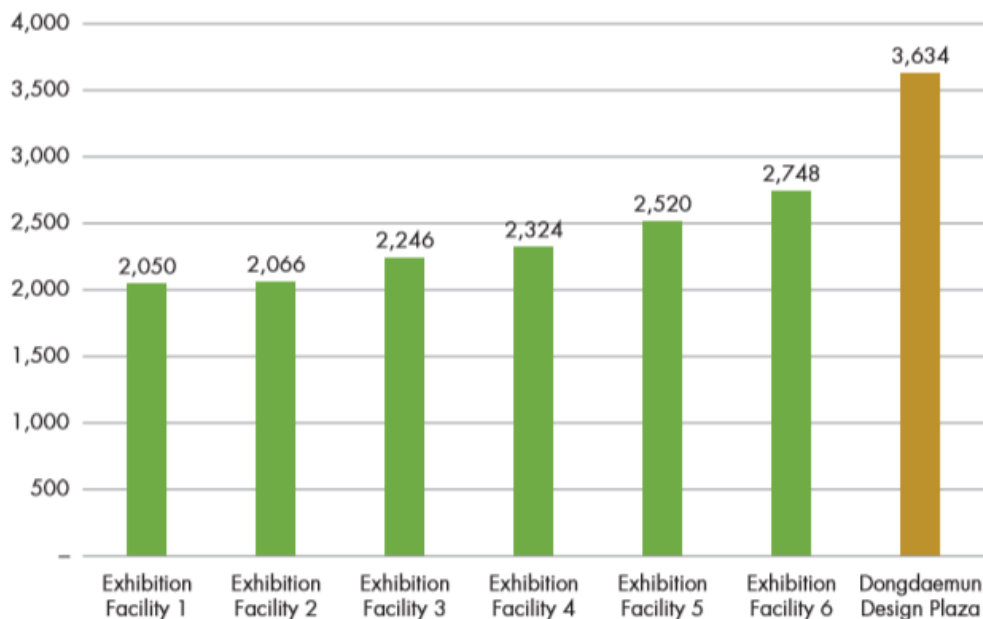


Gambar 5.41 Sejarah dan Budaya Dongdeamun (DHCP). Foto oleh Ghang Lee.

Biaya antar konstruksi, DDP kira-kira 132% hingga 177% lebih mahal daripada biaya konstruksi akhir fasilitas pameran lainnya yang dibangun di Korea Selatan antara tahun 2012 dan 2014, sekitar waktu yang sama ketika DDP selesai, (. Mengingat kompleksitas DDP, ini adalah anggaran yang sangat ketat.



Gambar 5.42 Perbandingan luas lantai yang dibangun per tahun (m²) antara DDP dan bangunan lain yang dirancang oleh ZHA, dan juga antara DDP dan fasilitas pameran lainnya di Korea Selatan yang dibangun antara 2012 dan 2014 berdasarkan jadwal aktual. Diperbarui dari Lee dan Kim, 2012.



Gambar 5.43 Perbandingan biaya konstruksi akhir per m² antara DDP dan fasilitas pameran lainnya di Korea Selatan yang dibangun antara tahun 2012 dan 2014.

Pada Mei 2009, sekitar dua bulan setelah Samsung C&T dipekerjakan, Gehry Technologies (GT) Asia dipekerjakan sebagai konsultan BIM dan mendirikan GT Korea sebagai entitas kontrak. Tugas pertama GT adalah mengembangkan model BIM untuk bangunan bertingkat rendah di kawasan taman dalam waktu tiga bulan. Ini adalah waktu yang sangat singkat untuk menyiapkan proses BIM dan mengembangkan model BIM dari desain dengan detail yang tidak pasti, terutama ketika anggota tim proyek sangat tertekan oleh jadwal yang

Manajemen Periklanan (Dr. Sulartopo)

singkat dan skeptis tentang kegunaan BIM. Melawan segala rintangan, model BIM dibangun dan dibagi secara vertikal pada setiap 30 cm untuk menghasilkan penampang bangunan. Penampang melintang digunakan untuk membuat tulangan menjadi bentuk beton. Saat itu, pembuatan beton untuk bangunan di area taman masih dilakukan secara manual oleh tukang kayu berdasarkan gambar penampang, bukan mengirimkan data penampang dari model BIM langsung ke computerized numeric control (CNC) mesin, meskipun CNC bukanlah teknologi baru di industri konstruksi Korea. Namun demikian, proses ini membuat anggota tim proyek mulai menghargai perlunya BIM dalam proyek yang kompleks secara geometris ini.

Setelah selesainya taman sejarah dan budaya, proses BIM mulai terbentuk. Kontrak BIM menetapkan peran konsultan BIM sebagai saluran komunikasi untuk mengatur dan mengintegrasikan layanan BIM ke dalam proses konstruksi, di samping peran sebagai modeler BIM, pelatih, dan pendukung teknis. Konsultan BIM menentukan aliran pertukaran data, serta proses untuk memasukkan perubahan desain ke dalam model BIM. Data dipertukarkan menggunakan model Digital Project (DP) sebagai model master BIM antara Rhino, Tekla Structures, AutoCAD, Midas, dan Revit. Pada awal proyek, tidak ada proses penyelesaian untuk menyelesaikan konflik yang timbul dari perbedaan desain perdagangan yang berbeda. Dengan mendefinisikan model DP sebagai model master BIM, dan juga menyiapkan proses untuk menyelesaikan konflik antara desain perdagangan yang berbeda melalui pertemuan BIM mingguan dan tidak teratur, proses BIM diselesaikan. Anggota proyek menjadi terbiasa dengan proses BIM, meskipun konflik yang disebabkan oleh perbedaan geometris bawaan antara model Badak (model desain arsitektur) dan model DP (model master dalam proses pertukaran data) tidak dapat dihindari. Dalam kasus tersebut, model badak, representasi asageometrik dari maksud desain arsitek, diprioritaskan; namun, memberikan model Badak prioritas tertinggi sebagai model desain menyebabkan beberapa masalah, karena ketidakakuratan geometris Badak karena sifatnya sebagai pemodel permukaan. Konflik dapat diselesaikan melalui pertemuan dan negosiasi, tetapi banyak anggota proyek merasa bahwa upaya dan waktu untuk proses negosiasi dapat dikurangi dengan mendefinisikan model DP (model yang diproduksi oleh pemodel yang solid) sebagai model dengan prioritas tertinggi. . Meskipun proses BIM diatur dan diselesaikan, fabrikasi panel fasad masih tetap menjadi tantangan teknis utama.

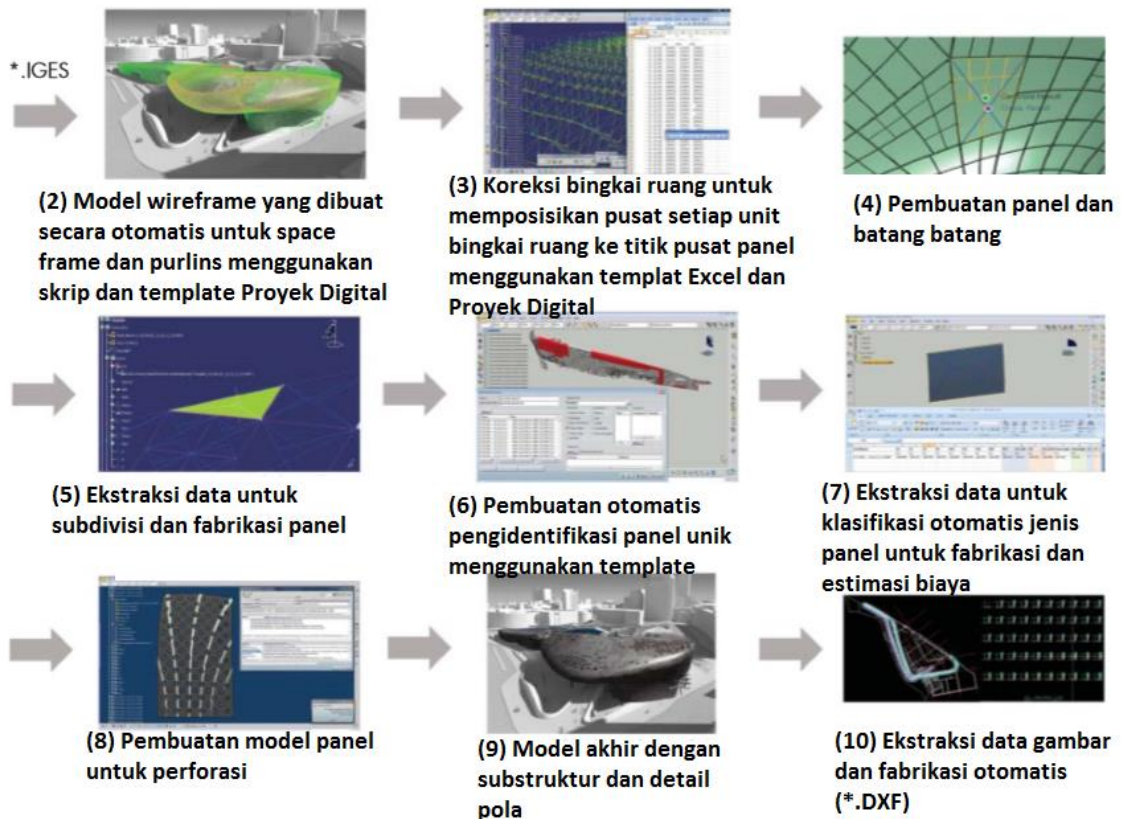
BIM ke Fabrikasi

Panel luar DDP adalah panel luminium setebal 4 mm. Ukuran panel berbeda dengan kelengkungan, tetapi ukuran tipikal adalah 1,6 m × 1,2 m. Semakin besar kelengkungan, semakin kecil panel. Desain fasad telah dimodifikasi dan dielaborasi beberapa kali selama fase konstruksi, tetapi pertukaran data cukup mulus karena pelemahan skrip dan proses konversi data dari model Badak menjadi model DP dengan detail panel dan substruktur. Gambar 10-4-8 menjelaskan proses pertukaran data secara rinci. Pertama, model Badak yang diperbarui diekspor ke DP sebagai model IGES. Kedua, model gambar rangka dibuat menggunakan templat dan skrip DP. Ketiga, lokasi unit space-frame dikoreksi untuk menyelaraskan diri dengan centroid dari setiap panel menggunakan Excelspreadsheet dan template DP. Keempat, panel dan batang batang dibuat. Kelima, data panel diekstraksi dari subdivisi panel. Keenam, setiap panel secara otomatis diberi nomor dengan nomor identifikasi panel yang unik

menggunakan template DP. Ketujuh, panel secara otomatis diklasifikasikan ke dalam jenis panel tertentu untuk fabrikasi dan estimasi biaya berdasarkan informasi bentuk. Kedelapan, model panel berlubang dihasilkan. Kesembilan, model akhir dengan substruktur dan detail pola dihasilkan. Kesepuluh, gambar dan data fabrikasi secara otomatis dihasilkan dari model akhir.

Konsorsium Iljin Aluminium, SteelLife, andSteelE&C (ISS) dicuci sebagai subkontraktor cladding. SteelLife memimpin pengembangan mesin baru untuk membuat panel aluminium lengkung ganda. Mesin baru ini menggunakan pendekatan hybrid dari multipoint forming dan stretch forming. Dengan demikian, metode ini disebut sebagai metode multipoint stretch forming (MPSF). Mesin tersebut terdiri dari 1.200 tiang, yang masing-masing dikendalikan oleh motor DC, encoder, dan roda gigi reduksi. Ketinggian setiap tiang dihasilkan dari informasi bentuk panel yang terdapat dalam model BIM. Selain itu, metode dikembangkan untuk deteksi otomatis bentuk panel yang paling dekat dengan bentuk panel dalam model BIM dari permukaan lembaran logam proses menggunakan pemindai laser. Panel yang dibentuk dengan benar kemudian akan dipotong dari lembaran logam yang diproses dengan menggunakan pemotong laser yang dipasang pada lengan robot. Leher lengan robot diputar secara otomatis untuk menjaga arah laser tegak lurus dengan permukaan lengkung ganda, sehingga pemotongan tidak memiliki tepi yang tajam. Tulang rusuk dilas di sekitar panel yang dipotong.

(1) Model Badak yang diperbarui dari seorang arsitek



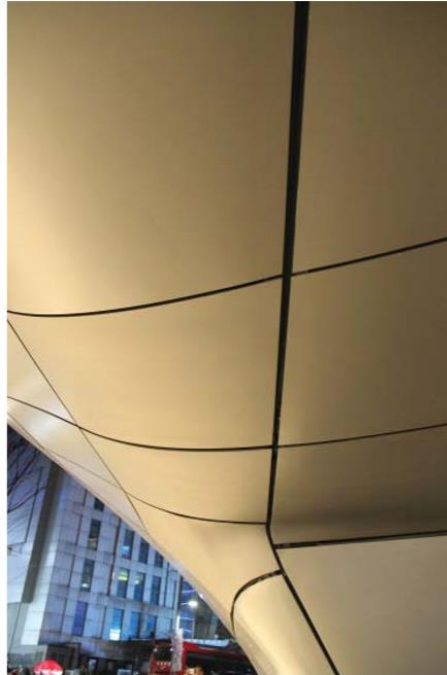
Gambar 5.44 Pembuatan detail panel fasad dan substruktur dari model permukaan. Gambar milik SteelLife.



Gambar 5.45 Proses pembentukan regangan multititik. Gambar milik SteelLife.



Gambar 5.46 Tes tiruan. Foto oleh Ghang Lee.



Gambar 5.47 Panel fasad terpasang. Foto oleh Ghang Lee.

Mesin baru dikembangkan selama fase konstruksi melalui empat siklus pengujian tiruan. Setelah dua tahun kesalahan tanah lunak, tim proyek mampu mencapai kualitas yang diperlukan untuk panel: toleransi 2 mm dalam jarak 25 mm antar panel. Biaya fabrikasi per panel turun dari awal US7.000 menjadi rata-rata US250-400 per m², termasuk panel datar. Waktu produksi berkurang dari beberapa jam menjadi rata-rata 15 sampai 70 menit per m², termasuk waktu pergantian. Awalnya, total waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi 40.000 lembar diperkirakan menjadi 20.000 hari (kurang lebih 58 tahun). Namun demikian, dengan menggunakan metode BIMtofabrikasi, dibutuhkan waktu sekitar satu tahun untuk memproduksi lebih dari 45.000 lembar panel.

Tantangan lain dari proyek DDP adalah membuat struktur beton interior berbentuk tidak beraturan. Beberapa metode tradisional diuji, tetapi kualitas yang diharapkan tidak dapat dicapai dan hasil akhir tidak dapat ditutupi karena struktur dirancang untuk struktur beton terbuka. MPSF digunakan untuk membuat bentuk beton baja dengan kualitas akhir varian 0,5 mm dibandingkan dengan model. Setelah proyek, model BIM yang sudah jadi diserahkan dan disimpan untuk tujuan pemeliharaan.



Gambar 4.48 Penggunaan MPSF dalam pekerjaan beton: (A) Beton rakitan yang dibuat menggunakan MPSF. (B) Struktur beton ekspos. Foto oleh Ghang Lee.

Sejak akhir projek DDP, MPSF dikembangkan meskipun projek DDP telah ditempatkan di bangunan lain yang berbentuk tidak teratur, seperti Paviliun Tema Yeosu Expo. Penerapan teknologi ini tidak berakhir pada domain arsitektur, tetapi merambah ke industri kapal dan pesawat terbang



(a) Body Pesawat



(b) Sayap pesawat



(c) lambung kapal



(d) Kanopi kapal pesiar

Gambar 5.49 Penerapan MPSF dalam pembuatan kapal dan pesawat terbang.

Pelajaran yang Dipetik

Banyak pelajaran yang dipetik melalui proyek DDP. Berikut ini merangkum pelajaran dan pertimbangan untuk menggunakan BIM untuk proyek bangunan berbentuk tidak teratur dari organisasi, operasi, desain dan garis waktu konstruksi, persyaratan model master BIM, pertukaran dan serah terima data, dan perspektif kontrak.

Organisasi

- Para peserta proyek harus benar-benar menjadi mitra kolaboratif dan tidak berada dalam permusuhan atau hubungan kontraktual satu sama lain.
- Satu perusahaan dalam tim proyek harus ditunjuk untuk mengelola model master BIM dan berkoordinasi dengan pemangku kepentingan.
- Satu orang atau tim dengan pengalaman BIM harus didedikasikan sepenuhnya untuk manajemen dan operasi BIM.
- Subkontraktor tanpa kapasitas BIM harus dikeluarkan. Jika partisipasi mereka mutlak diperlukan, kewajiban kontrak dan pelatihan sangat penting.
- 4D atau 5D memerlukan staf khusus tambahan untuk mengelola area ini.

Operasi

- Proses persetujuan harus dibuat untuk mengakomodasi perubahan desain pada master dan model BIM terkait.
- Tim BIM harus dilindungi dari permintaan informasi yang tidak perlu, berulang, atau memakan waktu melalui proses penjaga gerbang untuk memprioritaskan permintaan.

Garis Waktu Desain dan Konstruksi

- Dibandingkan dengan bangunan tradisional, bentuk kompleks dari bangunan yang bentuknya tidak beraturan lebih rentan terhadap benturan dan komplikasi akibat perubahan desain. Analisis kelayakan umumnya membutuhkan waktu lebih lama untuk dilakukan. Oleh karena itu, jadwal desain yang memadai harus dialokasikan, jika tidak, kualitas yang buruk dan keterlambatan penyelesaian dapat terjadi.
- Untuk alasan yang sama, waktu konstruksi mungkin memakan waktu jauh lebih lama. Memasang bekisting melengkung untuk bangunan yang bentuknya tidak beraturan membutuhkan lebih banyak usaha. Karena tantangan yang terkait dengan bentuk mungkin berbeda untuk setiap bangunan, tidak ada formula yang ditetapkan untuk mengantisipasi waktu tambahan yang diperlukan untuk konstruksi; namun, menurut sampel proyek, luas konstruksi tahunan untuk bangunan tidak beraturan biasanya mencapai 4.000–7.000 m², dan luas maksimum tidak melebihi 10.000 m² kecuali untuk DDP dan Gedung Opera Guangzhou.

Persyaratan Model Master BIM

- Hampir tidak dapat dihindari untuk memiliki beberapa model BIM untuk perdagangan yang berbeda. Namun demikian, hanya ada satu model master BIM yang dapat menjadi acuan bagi model BIM lainnya. Bahkan perbedaan yang tampaknya tidak signifikan antara model dapat menyebabkan kebingungan dalam penerjemahan ke konstruksi.

- Sistem pembuatan model master BIM harus dapat menghasilkan gambar konstruksi secara langsung.
- Sistem untuk model master BIM harus mampu menghasilkan spesifikasi untuk fabrikasi CNC yang akurat dari elemen bangunan.
- File model BIM untuk bangunan yang bentuknya tidak beraturan cenderung besar. Sistem yang dapat menangani file besar adalah kebutuhan mutlak.
- Mempertimbangkan semua ini, pemodel padat lebih cocok sebagai alat model master BIM daripada pemodel permukaan, terutama selama dokumentasi konstruksi dan fase konstruksi, meskipun pemodel permukaan mungkin merupakan alat desain yang efisien dan kuat selama fase desain awal.

Pertukaran dan Serah Terima Data

- Sebuah proyek tunggal mungkin memiliki beberapa sistem perangkat lunak yang didedikasikan untuk berbagai bidang. Sebelum proyek dimulai, para peserta harus menentukan dan menyetujui format pertukaran data (format file, metode pertukaran, dll.).
- Sebelum proyek, survei harus dilakukan terhadap sistem perangkat lunak yang digunakan peserta proyek untuk mengoptimalkan hasil dan interoperabilitas.
- Jika pemilik memerlukan penyerahan informasi untuk fasilitas dan manajemen aset setelah proyek selesai, pemilik harus memiliki daftar kebutuhan informasi (pengajuan) yang jelas dan gagasan yang jelas tentang apa yang harus dilakukan dengan informasi selama fase pemeliharaan dan operasi sebelum fase konstruksi, sehingga kontraktor dan BIM tim dapat mengumpulkan informasi yang diperlukan selama konstruksi. Akan terlambat untuk membahas apa yang harus diserahkan kepada pemilik selama konstruksi.

Kontrak

- Perubahan desain tidak dapat dihindari jika aspek proyek tidak dipelajari secara rinci. Metodologi desain dan konstruksi seperti “jalur cepat”, yang dapat meningkatkan jumlah perubahan desain, harus dihindari untuk bangunan yang bentuknya tidak beraturan.
- Kontrak harus mencantumkan ketentuan yang membatasi jumlah perubahan desain. Perubahan desain pada bangunan yang bentuknya tidak beraturan memiliki implikasi yang lebih besar daripada pada bangunan tradisional.
- Biaya yang mencerminkan masukan maksimum dari konsultan teknik dan konstruksi di awal fase desain harus dimasukkan untuk mencegah masalah lebih lanjut selama konstruksi.
- Jika BIM tidak dapat diterapkan ke semua area proyek, prioritas harus diberikan pada proses di mana penggunaannya dapat dimaksimalkan. Dalam hal DDP, arsitektur, struktur, dan MEP adalah bidang dengan prioritas tertinggi, diikuti oleh penerangan, dengan pekerjaan listrik, pekerjaan tanah, dan lansekap mengambil prioritas terendah.

- Kontrak harus menentukan model mana yang akan menjadi model master BIM dan siapa yang akan mengelolanya, dan proses apa yang harus dilakukan untuk membuat perubahan desain.
- Ketentuan yang akan mendorong kepercayaan, kerjasama, dan pertukaran data antara peserta proyek harus dimasukkan dalam kontrak

Kesimpulan dan Pandangan ke Depan

Jumlah bangunan yang berbentuk tidak beraturan meningkat begitu cepat sehingga bangunan dengan bentuk diagonal atau agak melengkung tidak lagi dapat merasakan bangunan berbentuk tidak beraturan. Dan tren ini akan terus berlanjut. DDP adalah proyek kontroversial di luar simbolisme politiknya. Dalam sebagian besar proyek BIM yang sukses, pengurangan biaya atau jadwal diidentifikasi sebagai manfaat utama dari BIM. Namun, dalam kasus DDP, baik jadwal dan anggaran hampir dua kali lipat dibandingkan dengan rencana awal. Oleh karena itu, beberapa orang menganggap ini sebagai kasus yang gagal, meskipun beberapa mengklaim bahwa anggaran dan jadwal awal tidak realistis mengingat kompleksitas proyek dibandingkan dengan bangunan serupa. Terlepas dari semua kontroversi ini, alasan mengapa DDP layak sebagai studi kasus BIM adalah kemajuan teknologi yang dibuatnya. Ada satu peran penting BIM yang disepakati oleh semua anggota tim proyek DDP meskipun setiap anggota tim merasakan efektivitas BIM secara berbeda. Mereka dengan suara bulat mengatakan bahwa proyek DDP tidak dapat diselesaikan tanpa BIM, terlepas dari berapa banyak uang atau waktu yang dicurahkan untuk proyek tersebut.

Pada suatu waktu, teknologi arsitektur, teknik, dan konstruksi (AEC) seperti metode untuk merancang dan membangun benteng yang tak terkalahkan atau metode untuk menghasilkan gambar yang akurat secara geometris dianggap sebagai teknologi paling mutakhir atau kadang-kadang menjadi yang terbaik di suatu negara. rahasia. Namun, industri MEA akhir-akhir ini adalah penerima manfaat dari teknologi canggih yang dikembangkan di industri lain, dan kehilangan pengaruhnya sebagai pemimpin teknologi. Proyek DDP, di bidang BIM hingga teknologi fabrikasi, menunjukkan kemungkinan industri AEC menjadi pemimpin teknologi dengan kemajuan dan peningkatan permintaan untuk pencetakan 3D, scanning 3D, dan teknologi terkait BIM dan otomatisasi konstruksi lainnya.

5.5 SAINT JOSEPH HOSPITAL, DENVER BIM

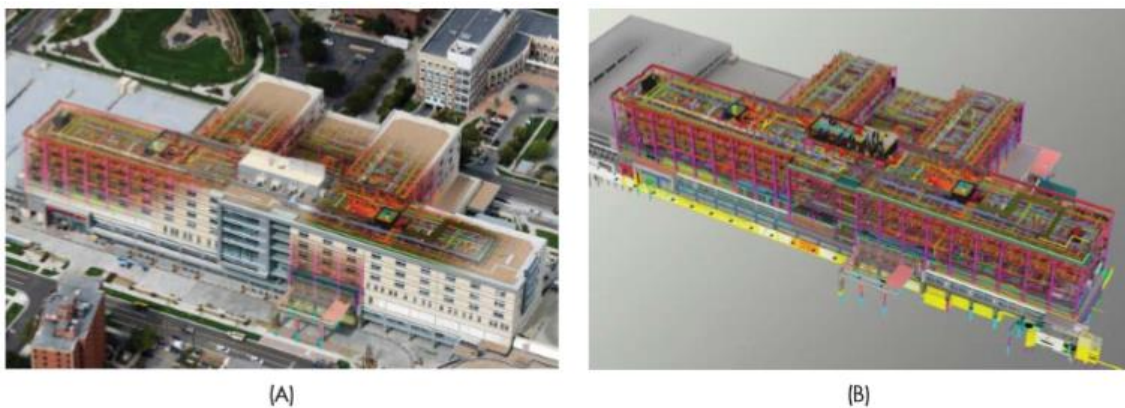
Memungkinkan Kecepatan dan Kualitas melalui Solusi Prefabrikasi

Dibuka untuk pasien pertama pada 13 Desember 2014, rumah sakit Saint Joseph yang baru adalah model untuk masa depan perawatan kesehatan, dengan peningkatan fokus pasien rawat jalan dan efisiensi untuk membantu menurunkan biaya operasi yang meningkat. Rumah sakit baru dengan luas 77.233 gross m² (831.327 gross sf) mencakup 365 kamar pasien, 42 tempat tidur ruang gawat darurat, lima tempat tidur ruang gawat darurat jalur cepat, 21 ruang operasi, termasuk dua hibrida, dua ruang bedah robotik, dua garasi parkir, layanan/dukungan makanan area, laboratorium, binatu, helipad, dan kapal.

Proyek 623 miliar (biaya proyek total) termasuk pembangunan rumah sakit baru sebesar 389 miliar bersama dengan pembongkaran terkait rumah sakit yang ada, yang membawa total kontrak konstruksi Mortenson menjadi 405 miliar. Membangun rumah sakit

besar di lokasi perkotaan yang padat menghadirkan banyak tantangan tersendiri, namun tantangan menakutkan di Rumah Sakit Saint Joseph yang baru—untuk membangun proyek yang sangat besar dan kompleks ini dalam 30 bulan—menciptakan tekanan ekstra bagi tim desain dan konstruksi. Proyek tersebut, sebuah rumah sakit pengganti untuk fasilitas yang ada yang berdekatan dengan situs berita, harus "melampaui jalur cepat" ke "jalur psiko," menurut Rob Davidson, prinsipal untuk Arsitektur H+L, salah satu dari tiga perusahaan arsitektur yang memimpin tim desain.

Jadwal proyek didorong oleh tenggat waktu peraturan yang mengharuskan rumah sakit baru dibuka dan beroperasi pada 1 Januari 2015. Rumah sakit swasta pertama yang didirikan di Denver, Rumah Sakit Saint Joseph yang asli didirikan oleh empat Suster Cinta Kasih dari Leavenworth yang tiba dari Kansas dengan tantangan untuk memberikan perawatan kepada yang membutuhkan. Itu telah mengalami berbagai modernisasi dan perluasan selama bertahun-tahun, tetapi rumah sakit itu menua dan tidak dapat lagi memenuhi peraturan kode saat ini, apalagi yang baru. "Ketika saya tiba di sini pada Januari 2010, waktu terus berjalan," kata Bain Ferris, CEO (sampai pensiun pada 2015) Rumah Sakit Saint Joseph, yang dimiliki oleh SCL Health Systems (SCL selanjutnya).



Gambar 5.50 (A dan B) Pandangan umum dari model BIM proyek rumah sakit. Gambar milik Mortenson.

Struktur Organisasi dan Perjanjian Kerjasama

Sebuah proyek dengan skala dan kepentingan ini membutuhkan tim proyek yang benar-benar kolaboratif dan terintegrasi. Mortenson Construction dan tim desain arsitektur, yang terdiri dari Arsitektur H+L, Kemitraan Davis, dan ZGF, bersama dengan insinyur MEP Cator Ruma & Associates dan insinyur sipil/struktur Martin/Martin, berkumpul untuk menetapkan parameter dan harapan tentang bagaimana tim bekerja bersama. Sementara kontrak desain dan konstruksi (CM at Risk) terpisah, seluruh tim membuat dan menandatangani perjanjian kolaborasi tertulis untuk memastikan semua pihak setuju dengan prinsip panduan proyek dan faktor keberhasilan pelanggan, dan mematuhi pendekatan pengiriman proyek terintegrasi. Perjanjian tersebut dengan jelas menyatakan maksudnya: "Perjanjian ini dimaksudkan untuk melengkapi Perjanjian Terpisah dengan menyelaraskan

Para Pihak dan kepentingan mereka untuk mencapai Proyek yang berhasil melalui penyampaian proyek yang terintegrasi.”

Tujuan dari Perjanjian Kerjasama

- Libatkan para pihak di awal proyek.
- Menciptakan keselarasan para pihak menuju tujuan bersama.
- Menciptakan budaya kerjasama di antara para pihak.
- Ciptakan lingkungan terbuka untuk berbagi informasi.
- Integrasikan kepemimpinan di awal proses pengambilan keputusan.
- Mengintegrasikan pengetahuan operasi, desain, dan konstruksi.

Memfasilitasi konstruksi proyek secara virtual, sebelum konstruksi proyek secara fisik, melalui penggunaan alat Building Information Modeling (“BIM”) dan teknologi lain yang tersedia untuk desain dan perencanaan konstruksi, dengan fokus pada:

- Memastikan kelengkapan dokumentasi
- Mengurangi redundansi dan konflik
- Meningkatkan efisiensi, koordinasi, sarana, dan metode
- Meningkatkan peluang penggunaan konstruksi prefabrikasi dan off-site
- Menciptakan hubungan yang kuat untuk dilanjutkan melalui penyelesaian proyek, aktivasi, dan garansi

Perjanjian kolaborasi setebal 18 halaman tersebut selanjutnya mendefinisikan kriteria keberhasilan pemilik, peran proyek individu, tujuan dari Tim Inti Proyek dan tim Kontraktor Arsitek Pemilik (OAC), dan proses pengambilan keputusan, termasuk memberi nasihat kepada mitra dagang. Perjanjian kerjasama tertulis juga menguraikan tanggung jawab khusus untuk mengelola dan mengomunikasikan jadwal, fase, subfase, dan pengiriman jalur cepat, serta model desain dan konstruksi. Perjanjian kerjasama ini membantu menetapkan dasar untuk Rencana Eksekusi BIM dan mendukung kemampuan produksi konkuren dari prefabrikasi, yang memerlukan keputusan desain yang harus dibuat jauh lebih awal daripada yang akan dibuat dalam proses linier yang khas.

Rencana Eksekusi BIM

Rencana Eksekusi BIM yang terperinci dikembangkan berdasarkan tujuan yang ditetapkan dalam Perjanjian Kerjasama. Proyek ini “mirip IPD” di mana semua pihak berpartisipasi dalam pengembangan Rencana Eksekusi BIM. Karena masing-masing entitas individu yang terlibat dalam perjanjian kerjasama berkontribusi untuk menciptakannya, ada persetujuan penuh terhadap aturan perjanjian tersebut. Itu sering dirujuk, terutama pada awal proyek, setiap kali masalah potensial muncul dan solusi lebih mudah disepakati karena seluruh tim dapat mengatakan, "Kita memiliki nama kita di atasnya."

Rencana Eksekusi BIM mengharuskan tim desain dan konstruksi untuk memperbarui model mereka ketika perubahan dirilis, dan RFI dijawab oleh kontrak mereka masing-masing dengan pemiliknya. Tim menggunakan Revit, Bluebeam, dan Box beserta software estimasi MC2 dan Primavera P6 serta software penjadwalan Synchro. Waktu unggah/unduh terstruktur mingguan dijadwalkan untuk setiap entitas desain untuk diposkan ke situs FTP pribadi, sehingga setiap orang mengetahui tanggung jawab mereka untuk mengoordinasikan

cakupannya masing-masing. “Proses review sedang berlangsung, masing-masing tim saling mengecek karya saat dirilis. Kolaborasinya luas, dan kita saling mengawasi,” kata Chris Boal, Manajer Konstruksi Terpadu untuk kantor Mortenson di Denver. Ini lebih lanjut dipecah menjadi beberapa paket pekerjaan menggambar yang diperlukan sebagai pengiriman dalam pesanan untuk Mortenson untuk mengikuti jadwal. LOD yang digunakan untuk proyek ini didasarkan pada tabel LOD AGC dan AIA, yang mengikuti format CSI. Beberapa Platform digunakan untuk pertukaran informasi.

- Situs FTP:
 - Tim desain memposting pembaruan model mingguan ke situs FTP pribadi yang disediakan oleh Arsitek Inti & Shell
- Box.com (informasi yang dihosting di cloud):
 - Menyelenggarakan "set lapangan" gambar (gambar terbaru dengan RFI diposting) untuk seluruh tim proyek. Semua pemangku kepentingan, mulai dari pemilik, tim desain, tim konstruksi, dan mitra dagang, hingga pekerja kerajinan di lokasi dan di luar lokasi, memanfaatkan rangkaian ini setiap hari.
 - Koordinasi sistem 3D MEP/FP (Mechanical, Electrical, Plumbing/Fire Protection) dengan semua mitra dagang yang terkena dampak.
 - Posting model koordinasi untuk tim proyek, terutama untuk digunakan di lapangan pada perangkat seluler.
 - Pertukaran informasi gudang pabrikan dengan tim situs. Memposting status elemen cetakan, dan kapan pengiriman diharapkan untuk pemasangan di tempat.

Karena proses Perencanaan Eksekusi BIM yang ekstensif, tidak ada masalah interoperabilitas. Rencana Pelaksanaan BIM memungkinkan tim untuk menyetujui alat VDC untuk setiap lingkup pekerjaan. Satu-satunya hambatan utama untuk komunikasi adalah masalah yang merupakan ciri khas dari upaya membangun rumah sakit dalam waktu singkat. “Kita membutuhkan informasi dari tim desain dengan kecepatan yang cepat, dan Mortenson sedang membangun dengan kecepatan yang sama, sehingga komunikasi yang konstan adalah kuncinya,” kata Boal. “Model adalah dasar untuk setiap keputusan. Kita melihatnya dan menelusurinya untuk membuat keputusan lebih cepat. Ini membantu orang memahami masalah dengan cepat sehingga kita dapat mengambil keputusan dengan cepat. Hasilnya adalah pengambilan keputusan yang lebih gesit dan kemajuan selanjutnya dalam desain. 4D sangat berguna sebagai alat komunikasi kepada pemilik, termasuk ke level-C (CEO, chief operating officer, kepala perawat), untuk memastikan kemajuan terjadi sesuai rencana dan untuk mengomunikasikan keputusan apa yang perlu dibuat.”

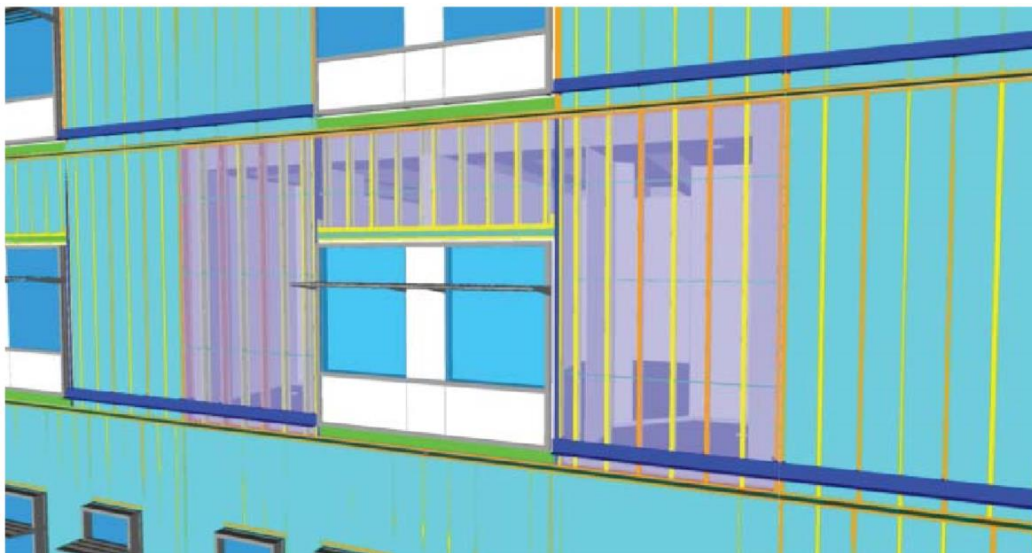
Simulasi dan Analisis

Proses BIM dan VDC digunakan di awal desain untuk memverifikasi semua konsep desain untuk pemilik, termasuk visualisasi untuk pejabat dan inspektur kode kota, koordinasi desain, dan komunikasi berkelanmiliarn dengan semua pemangku kepentingan proyek selama proses pengembangan desain. Chris Boal, Manajer Konstruksi Terintegrasi, mengenang: “Model ini digunakan untuk mendorong perkiraan jadwal setelah jadwal dasar dikembangkan di Primavera P6, dan kita kemudian menggunakan Synchro untuk terus mengembangkan dan

memvisualisasikan jadwal 4D. Seperti biasa, ini sangat efektif untuk membuat seluruh tim meninjau jadwal dari sudut pandang holistik. Selain itu, perhitungan beban dimulai dari elemen model untuk membantu dalam analisis struktural. Dengan kolaborasi tim melalui model dan alat VDC lainnya, secara umum ini mengurangi jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menjawab RFI proyek, sekali lagi membantu menjaga proyek tetap pada jalurnya.”

Dukungan BIM untuk Prefabrikasi

BIM diimplementasikan sejak awal proyek—itu adalah suatu keharusan untuk memastikan semuanya terkoordinasi dengan sempurna untuk memenuhi jadwal yang agresif. Upaya Tim VDC sangat penting untuk memastikan bahwa manfaat keahlian BIM tim dialihkan ke eksekusi sempurna ketika tim memutuskan untuk mengejar prefabrikasi dalam skala besar, yang kemungkinan merupakan solusi paling berdampak untuk memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan rumah sakit 77.233 m² kotor (831.327 sf kotor) ini hanya dalam 30 bulan. Meskipun prefabrikasi bukanlah konsep baru, kemajuan berkelanjutan dari pemodelan informasi bangunan terperinci dan desain virtual dan keahlian konstruksi telah memungkinkan kemajuan penting dalam implementasinya. Penghentian besar untuk strategi prefabrikasi berulang di Rumah Sakit Saint Joseph termasuk sistem panel eksterior, rak multitrade (MTR), dinding kepala kamar pasien, pod kamar mandi, dan lain-lain, pintu dan berbagai macam lainnya. komponen "dikemas" dan dirakit sebelumnya. Koordinasi dan keputusan desain awal sangat penting untuk memastikan komponen prefabrikasi memenuhi persyaratan desain.

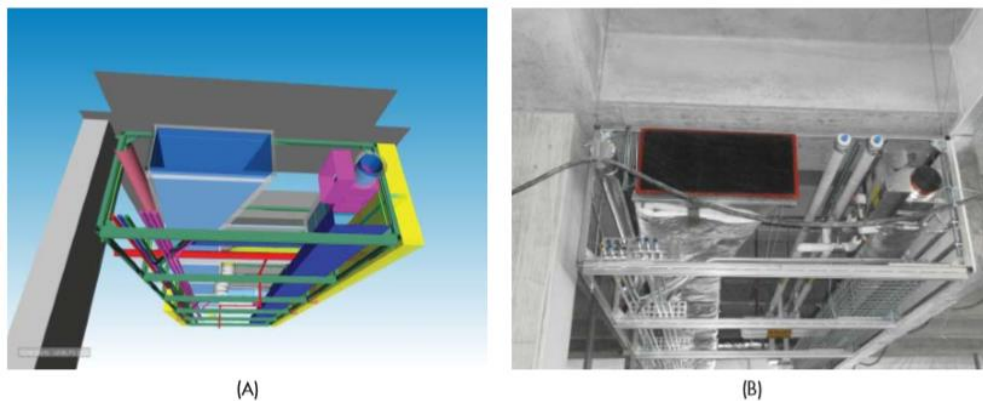


Gambar 5.51 Panel Eksterior: BIM berperan penting dalam seluruh pendekatan prefabrikasi fasad Rumah Sakit New Saint Joseph.

Strategi prefabrikasi mencakup 346 panel enklosur prefabrikasi dengan ukuran rata-rata 30' x15'. Produksi panel mock-up dimulai setiap tahun untuk memungkinkan perakitan percobaan dan pengujian proses. Tim menerima umpan balik yang berharga untuk menginformasikan keseimbangan proses fabrikasi dan instalasi, memastikan keberhasilan selama instalasi akhir. Penyesuaian ini termasuk:

- Mengintegrasikan alat pengangkat ke dalam panel
- Mengangkut lebih banyak panel dalam satu waktu
- Detail sambungan ke pelat/struktur
- Titik survei terpasang, direkam setelah setiap pengerjaan beton, untuk memastikan dimensi dan kesesuaian setiap panel

Rak Multiperdagangan: Sebelum struktur mencapai ketinggian lantai empat, pekerjaan dimulai pada perakitan 166, 25 kaki, rak multiperdagangan (MTR) di gudang sewaan sekitar lima mil jauhnya dari lokasi kerja. Unit ini termasuk dan struktur Unistrut yang direkayasa yang berisi perpipaan mekanis, sistem HVAC yang diisolasi dan diberi label, listrik, sistem tabung kabel, dan pneumatik sistem tabung. instalasi, menghubungkan rak di sepanjang koridor menara pasien. Sebuah MTR mock-up diproduksi setiap tahun sebelum semua orang mengevaluasi dari desain, perakitan, kualitas, dan sudut pandang instalasi, dan terbukti sangat berharga dalam menginformasikan desain akhir dan konstruksi pada semua MTR. Mock-up MTR juga digunakan untuk melatih logistik pengiriman, pengangkatan, dan pemasangan di lokasi proyek sebelum produksi. Dari proses ini, tim belajar untuk menggabungkan titik pengambilan dan cara memasang sistem perpipaan dengan benar, tetapi mudah, untuk mengamankannya saat bepergian.



Gambar 5.52 (A) Model BIM dari rak multi perdagangan. (B) Foto rak yang sama dipasang di gedung. Gambar milik Mortenson.

Dinding Kepala Pasien: 376 dinding kepala pasien juga dipasang di gudang di luar lokasi. Sekali lagi, mock-up virtual dan fisik serta alat kolaborasi BIM dan VDC membantu memastikan elemen penting keselamatan pasien ini menyatu dengan sempurna di lapangan. Menguji pendekatan dinding kepala terlebih dahulu mewujudkan penghematan yang signifikan dengan memecahkan masalah koordinasi, contoh khusus adalah kait gas medis dipasang di lokasi yang tepat di dinding kepala yang telah dibuat sebelumnya. Dinding kepala yang sudah jadi tiba di lokasi yang telah diuji sebelumnya dan siap untuk dioperasikan setelah dipasang di kamar pasien. Karena cara tim merakit dan memasang dinding kepala, proyek ini mencapai tingkat pengurangan suara yang sangat tinggi pada dinding yang merusak ruang pasien; dalam banyak kasus mereka diuji menjadi Kelas Transfer Suara 55 atau lebih besar, yang biasanya sangat sulit untuk dicapai di dinding rumah sakit yang penuh dengan pipa, saluran, dan kotak belakang.

Kamar Mandi Pod: Mock-up virtual dan fisik juga memberikan solusi untuk 440 kamar mandi prefabrikasi, memungkinkan produksi dan pengiriman yang sangat efisien. Misalnya, setelah inspeksi dan evaluasi mock-up pod kamar mandi, tim menyadari bahwa ketinggian langit-langit pada pod kamar mandi dapat dikurangi dari 275 cm (9') menjadi 241 cm (7'-11"), memungkinkan lebih banyak pod yang akan dimuat pada semitruck standar yang akan mengirimkan produk jadi dari Eggrock, produsen pod, menghasilkan penghematan biaya 111.000 untuk transportasi pod saja. Keputusan ini tidak mengkompromikan desain karena pemilik lebih memilih ketinggian langit-langit yang lebih rendah di kamar mandi. Perubahan desain lain yang terjadi adalah penghapusan jendela eksterior di kamar mandi karena penumpukan kelembaban dan masalah pemeliharaan. Tim tradisional yang lebih khas mungkin telah mencoba untuk mengomunikasikan kesulitan membangun sistem kamar mandi, bersama dengan tantangan pemeliharaan dan keselamatan yang mereka tunjukkan dalam gambar "di atas kertas", tetapi maket fisik membuktikan nilainya. Memberi pemilik kesempatan untuk melihat contoh kehidupan nyata memungkinkan perubahan desain penting dilakukan di awal proses, bahkan sebelum struktur bangunan mulai dibangun. Jadi, prefabrikasi adalah contoh lain dari manfaat pembelian di muka dari tim untuk Perjanjian Kolaborasi. Proses ini memungkinkan keputusan desain yang lebih awal dan produksi selanjutnya untuk item yang biasanya akan datang jauh kemudian dalam proses linier.

Manfaat Risiko dan Keamanan BIM dan Prefabrikasi

BIM dan prefabrikasi menghasilkan banyak skenario yang menguntungkan yang membantu mengurangi risiko. Untuk selengkap, prafabrikasi memungkinkan selengkap bangunan untuk maju dengan sangat cepat, memungkinkan pekerjaan interior dimulai di lingkungan yang terlindungi, yang tidak dapat terjadi dengan metode konstruksi tradisional. Untuk MTR, perakitan dilakukan di lingkungan yang terkendali pada tingkat berdiri dan menghasilkan produk yang lebih aman dan berkualitas lebih tinggi dengan mengurangi pekerjaan overhead. Bagi pemilik dan Otoritas Memiliki Yurisdiksi (AHJ), ada manfaat besar untuk dapat melihat dan memeriksa pekerjaan pada "ketinggian bangku" di gudang sebelum MTR diangkat dan dipasang pada ketinggian di atas langit-langit. Ini memungkinkan inspeksi yang lebih cepat serta visibilitas yang lebih baik dan dengan demikian memahami akses ke sistem. Untuk pekerja kerajinan, pabrikasi MTR menjadi keuntungan proyek, karena mereka lebih suka bekerja di lingkungan gudang yang terkendali (sebagian besar perakitan terjadi selama bulan-bulan musim dingin). Proyek ini sangat diuntungkan dari keamanan tambahan karena dapat melakukan banyak pekerjaan di ketinggian bangku dibandingkan bekerja di tangga dan lift. Manfaat keselamatan yang diukur dalam studi prefabrikasi menunjukkan total tujuh insiden keselamatan diperkirakan telah dihindari.

BIM di Lapangan

Model digunakan secara ekstensif di lapangan untuk membantu koordinasi di tempat. Para pekerja perajin untuk subkontraktor MEP/FP diminta untuk memperbaiki toko drawing mereka, setiap penyimpangan terhadap shopdrawing yang disetujui. Informasi ini kemudian disampaikan kembali ke detailer model untuk membuat revisi dan mempostingnya untuk tim lainnya. Jika ada modifikasi yang memerlukan koordinasi 3D tambahan untuk

memastikan sistem akan cocok, tim akan segera berkoordinasi dan mengirimkan informasi kembali ke model.

BIM untuk Manajemen Fasilitas

Staf FM pemilik terlibat, dan proyek berjalan, tim mengadakan beberapa pertemuan "kelompok pengguna" dan menggunakan model untuk mendapatkan umpan balik dari tim yang akan bekerja di setiap departemen. Pemilik menginginkan informasi terperinci mengenai sistem MEP/FP mereka, termasuk zona penutup katup untuk sistem hidronik, zona AHU (Unit Penanganan Udara), dan lokasi penghentian gas medis.

Pada saat proyek, SCL menyelidiki apakah mereka memiliki staf untuk memanfaatkan data parameter model, dan apakah itu akan cocok dengan sistem perintah kerja warisan mereka, sehingga mereka tidak menentukan penyerahan informasi aset untuk pemeliharaan fasilitas di akhir proyek. Ketika kontrak dibeli, pemilik meminta dokumen as-built khas, model (Desain dan Konstruksi), O&M, dan informasi garansi. Selama proyek, Mortenson dapat mendiskusikan berbagai opsi penyampaian FM di pasar dengan harapan mendidik SCL tentang apa yang tersedia untuk mereka gunakan dengan fasilitas baru mereka. Mortenson mendemonstrasikan manfaat informasi seluler di tangan staf FM, dan bagaimana hal itu akan meningkatkan produktivitas. Ini termasuk pelatihan tentang penggunaan model, pengumpulan data dari model, geolokasi elemen model, dan bagaimana staf FM dapat merespons keadaan darurat dengan cepat.

Pelajaran yang Dipetik: Praktik Terbaik

BIM digunakan secara konstan dan konsisten untuk menjelaskan hasil yang diharapkan: dari rendering desain dan mock-up virtual enklosur hingga model urutan 4D dan rencana fase 3D; dan dari deteksi bentrokan koordinasi MEP/FP 3D ke ruang operasi (OR) dan koordinasi sistem dinding Lab, termasuk koordinasi headwall. Model ini digunakan untuk menjelaskan hasil di seluruh proyek. Di antara pelajaran penting yang dapat diambil dari proyek ini:

- Aktifkan/izinkan tim untuk berkontribusi dan membuat perjanjian mereka sendiri sehingga ada persetujuan penuh dan lengkap. Ini adalah kunci untuk segalanya ke depan.
- Gunakan alat yang tepat dan kuasai pengguna. Inovasi melahirkan inovasi, jadi berdayakan setiap individu untuk membuat prosesnya sendiri lebih baik dalam pedoman tim. Pendekatan "menghormati orang" ini adalah prinsip dasar Lean. Untuk mengubah durasi proyek dari 42 menjadi 29,5 bulan, grafik dan visualisasi yang lebih baik sangat penting.
- Berkomunikasi, berkomunikasi, berkomunikasi: pesan yang masih bergema sampai sekarang. Jika kita tidak dapat mengomunikasikan apa yang disediakan oleh perangkat lunak kita, maka alat tersebut kehilangan kegunaannya. Berkomunikasi ke lapangan, ke eksekutif, ke pelanggan, dan ke tetangga.
- Bersedia untuk melihat melampaui tradisi. Klien dan tim desain harus menyesuaikan pendekatan konvensional mereka dengan perkembangan desain. Keputusan yang sering dibuat terlambat dalam proses desain harus dipertimbangkan dan dikunci jauh lebih awal. Contoh dalam studi kasus ini adalah solusi yang diusulkan mengharuskan perancang untuk membuat keputusan tentang ubin jauh lebih awal dalam proyek

daripada yang biasa mereka lakukan. Mungkin lebih tidak nyaman bagi sebagian orang, karena mereka biasanya berharap untuk tidak harus berurusan dengan hal seperti itu sampai lama kemudian, tetapi Perjanjian Kolaborasi berfungsi sebagai pedoman untuk mengingatkan tim bahwa mereka membutuhkan jenis keputusan ini lebih awal, bukan nanti. Ini mencerminkan akumulasi informasi desain sebelumnya dengan BIMas yang diilustrasikan dalam kurva MacLeamy

- Beberapa pelajaran yang dipetik dalam proyek ini berhubungan langsung dengan prefabrikasi.
- Keputusan untuk mengejar prefabrikasi harus dibuat sangat awal dan disetujui oleh semua pihak besar. Ekspektasi biaya, jadwal, keselamatan, dan kualitas yang realistis harus ditangani lebih awal. Kontraktor umum dan subkontraktor harus terlibat dalam fase desain sedini mungkin untuk mengarahkan keputusan, mengambil tanggung jawab desain jika sesuai, memberikan masukan yang dapat dibangun dan menentukan isi dan waktu paket desain. Banyak manfaat dari prefabrikasi berkurang secara signifikan semakin lama desain berkembang tanpa prefabrikasi dalam pikiran.
- Konstruksi yang berulang harus menjadi alasan kuat untuk mempertimbangkan prefabrikasi karena sangat meningkatkan efisiensi dalam pengaturan gudang. Namun, pengulangan tidak selalu menentukan bahwa prefabrikasi adalah pilihan yang tepat. Minimal, biaya rinci dan analisis jadwal harus dilakukan untuk memahami dampak sebenarnya dari setiap perakitan prefabrikasi.
- Penjadwalan konstruksi harus dilihat melalui kacamata baru. Pemasangan rakitan prefabrikasi yang cepat akan membutuhkan beberapa aktivitas penerus untuk dipercepat dan dilakukan lebih awal dari biasanya untuk menghindari area kosong.
- Sebelum prefabrikasi bergerak ke produksi massal, mock-up penuh di lokasi yang intens harus ditinjau dan 100% diuji secara fungsional. Pemeriksaan yang cermat harus dilakukan sedini mungkin. Jika ada masalah terkait kualitas yang muncul, dampaknya akan diperparah berkali-kali karena produksi terapis dari rakitan laut. Setiap kekurangan yang berulang mengakibatkan perbaikan yang mahal dan memiliki dampak yang signifikan pada jadwal dan moral di tempat kerja. Selain itu, beban biaya dan koordinasi untuk memperbaiki kesalahan menjadi tantangan dari sudut pandang masalah kontrak dan biaya.

Bain Ferris, CEO klien, mengatakan ini tentang proyek dan peran BIM: "Salah satu hal yang saya tanyakan adalah, 'Dapatkah Anda menyelesaikan proyek ini dalam kerangka waktu ini?' Jawaban mereka (Mortenson) adalah, 'Kita bisa, jika Anda bisa membuat keputusan. Jadi, saya akan bertanya apakah ada keputusan yang perlu dibuat, bahwa kita mendapatkannya seminggu ke depan dan jika pertanyaannya dibentuk dengan benar, kita akan membuat keputusan dan kita memilikinya. Dan itu adalah kemitraan nyata. Mortenson disiplin tentang model 4D mereka dan mereka proses dan bagaimana mengelola proses tersebut."

5.6 PRINCE MOHAMMAD BIN ABDULAZIZ INTERNATIONAL AIRPORT, MEDINA, UEA

Pemodelan Informasi Bangunan Integrasi Manajemen Fasilitas

Informasi Proyek

Didirikan melalui model kemitraan publik-swasta (PPP), Bandara Internasional Prince Mohammad Bin Abdulaziz di Madinah adalah privatisasi bandara pertama di Arab Saudi. Ini adalah titik masuk utama bagi pengunjung Ka'bah dan mereka yang tiba untuk berziarah ke dua Kota Suci Dunia Islam.

Bandara ini dikembangkan dan sekarang dioperasikan oleh perusahaan konsorsium Tibah Airports Development Company Limited, yang dibentuk oleh Joint Venture(JV): TAV Airports of Turkey and Saudi Oger Limited dan Al Rajhi Holding Group berikut, keduanya dari Arab Saudi. JV menandatangani kontrak pada Oktober 2011 dengan Otoritas Penerbangan Sipil Arab Saudi (GACA) untuk membangun dan mengoperasikan bandara di bawah konsesi 25 tahun, mengamankan paket pembiayaan 1,2 triliun dari klub bank Arab Saudi.



Gambar 5.53 Bandara Medina. Gambar milik TAV Construction.

Konsesi 25 tahun telah disusun sebagai proyek Build-Transfer-Operate (BTO) sehingga GACA mempertahankan kepemilikan infrastruktur bandara selama fase operasi kontrak. Konsorsium, melalui kendaraan tujuan khusus yang tergabung untuk proyek tersebut, Tibah Airports Development Company Limited, akan bertanggung jawab atas pengelolaan bandara, termasuk operasi sisi udara dan sisi darat. GACA akan terus bertindak sebagai regulator dan akan bertanggung jawab atas operasi kontrol lalu lintas udara. Konsorsium dan pemberi pinjaman mengambil risiko permintaan penumpang dan akan berbagi pendapatan yang dihasilkan di bawah konsesi dengan GACA. Ekspansi tersebut akan meningkatkan kapasitas menjadi delapan miliar penumpang per tahun melalui pembangunan gedung terminal baru, apron, dan rapid exit taxiway. Kapasitas diharapkan akan terus ditingkatkan menjadi 16 miliar penumpang per tahun pada akhir masa konsesi.

Prinsip utama dari desain arsitektur adalah integrasi dengan fasilitas bandara yang ada; tata letak yang sederhana dan koheren dengan rute yang jelas untuk sirkulasi penumpang, keselamatan, dan keamanan; serta efisiensi operasional, fleksibilitas, kemampuan

Manajemen Periklanan (Dr. Sulartopo)

beradaptasi, dan potensi ekspansi. Desain dan konstruksi terminal baru dan infrastruktur sisi udara diselesaikan pada Juli 2012–Februari 2015 oleh tim proyek besar yang berlokasi di beberapa negara. Bandara Medina adalah pelabuhan tangga pertama yang mendapatkan sertifikasi LEEDGold oleh USGBC di kawasan MENA (Timur Tengah dan Afrika Utara). Pada tahun 2015, bandara ini juga memenangkan ENR's Global Best Projects Award sebagai proyek terbaik dalam kategori bandara/pelabuhan. Sorotan proyek:

- 156.940 m²/Bangunan dan Concourse Terminal
- 8.000.000 penumpang per tahun/Kapasitas Desain Terminal
- 14.320 ton/Pekerjaan Baja Struktural
- 89.161 m³/Pekerjaan Beton
- 10.000.000 m³/Pekerjaan Penggalian
- 2.800.000 m³/Pekerjaan Filling
- 1.500.000 m²/Runway, Taxiway, Area Apron
- 32 unit/Jembatan Boarding Penumpang
- 93 unit/Lift, Eskalator, Travelator
- 2.200 bagasi per jam/Kapasitas Sistem Penanganan Bagasi

Penggunaan BIM yang Baru/Inovatif

Penggunaan BIM di Timur Tengah telah berkembang. Mengikuti jejak beberapa negara di seluruh dunia, penggunaan BIM menjadi mandat di Timur Tengah, seperti 1 Januari 2014, mandat oleh Dubai Emirates Municipality di mana penggunaan BIM telah menjadi persyaratan untuk bangunan yang “di atas 40 lantai”, “lebih besar dari 300.000 kaki persegi.,” dan “bangunan khusus seperti rumah sakit, universitas, dan semua yang serupa dengan itu.” Sementara BIM dapat membawa manfaat untuk semua proyek ukuran, mandat hanya untuk proyek besar dan khusus mencerminkan pemahaman tentang kesulitan biaya transisi terkait untuk proyek-proyek kecil di pasar di mana perusahaan dan staf yang mampu BIM baru-baru ini berkembang.

Tren yang semakin jelas; proyek semakin membutuhkan eksekusi BIM. Melihat kebutuhan yang berkembang untuk mengimplementasikan proyek BIMon, TAV IntegratedSolutions (TAV-IS) telah dibentuk dalam konstruksi TAV untuk memformalkan dan mengkomersilkan desain, konstruksi, dan operasi gabungan pengetahuan konstruksi TAV dan teknologi TAV yang dibuat untuk lingkungan yang tersedia dan industri bandara. Penggunaan BIM tidak ditentukan oleh klien dan menjadi proyek jalur cepat dalam joint-venture dengan mitra tanpa sumber daya BIM, implementasinya tidak direncanakan untuk pembangunan Bandara Medina. Saat ini, pendorong utama penggunaan BIM adalah persyaratan proyek sebagaimana ditentukan dalam Persyaratan Informasi Pemberi Kerja (EIR). Sumber daya untuk eksekusi BIM dianggarkan agar sesuai dengan EIR selama fase tender, jika tidak, perkakas dan staf untuk BI saat ini dianggap sebagai biaya tambahan. Kesulitan dalam penempatan staf BIM seperti melatih staf yang ada dan menemukan subkontraktor dengan kemampuan BIM adalah faktor pembatas lainnya.

Penggunaan sistem BIM sebagai gudang untuk semua desain, konstruksi, dan aset operasional untuk manajemen fasilitas telah dibahas sebagai kebutuhan bandara yang

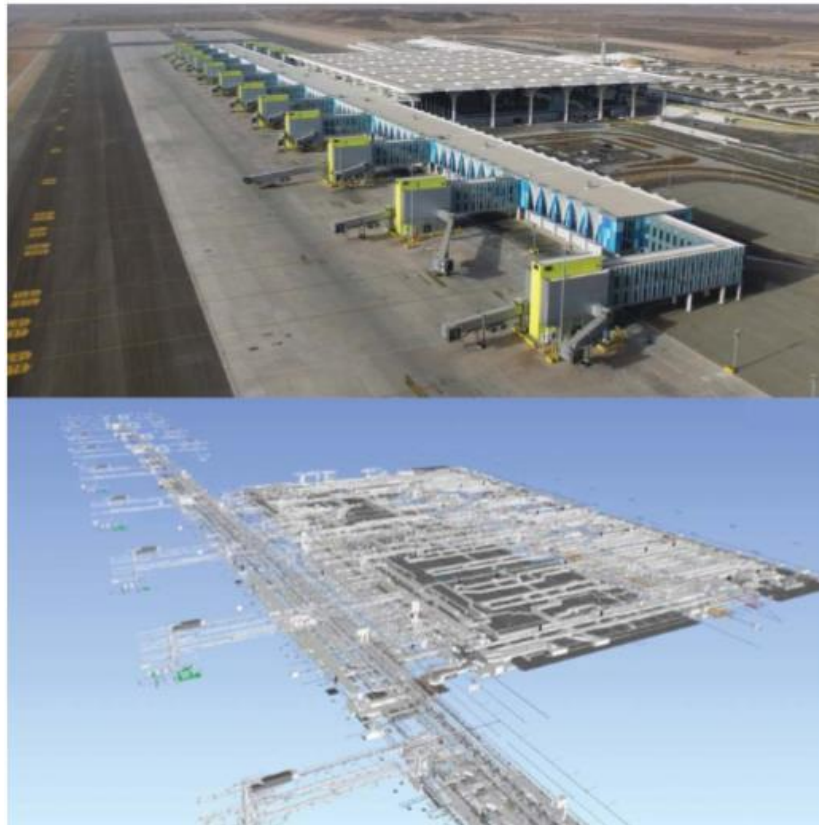
dioperasikan TAV di dalam bandara TAV dan lingkaran konstruksi. Jadi waktu, ruang lingkup, dan ukuran proyek Medina sangat ideal untuk mengembangkan infrastruktur BIM khusus untuk manajemen fasilitas sebagai benchmark dalam perusahaan. Proyek BIM-FM ini didanai oleh Tibah dan dilaksanakan oleh TAV-IS. Melalui upaya ini, TAV akan merumuskan dan mengimplementasikan cakupan mobilitas informasi yang lengkap, menyediakan referensi dan template yang luas untuk proyek-proyek masa depan dan bandara-bandara lainnya.'

CEO TAV Airports Holding adalah pendukung setia TAV-IS dan inisiatifnya untuk mengembangkan penggunaan BIM dan teknologi di seluruh operasi perusahaan. Cakupan dan anggaran integrasi BIM-FM di Madinah disampaikan kepada direksi Tibah dan mendapat persetujuan untuk dilanjutkan. Sejalan dengan inisiatif TAV-IS, tujuan utamanya adalah untuk menggabungkan semua informasi desain dan konstruksi menggunakan BIM untuk diintegrasikan dengan alur kerja dan sistem Manajemen Fasilitas (FM) yang akan digunakan secara aktif selama masa pakai fasilitas. Dengan integrasi ini, semua informasi konstruksi, pemeliharaan, dan aset menjadi dapat diakses oleh staf yang mengoperasikan terminal melalui satu antarmuka grafis yang mudah dinavigasi. Gambar 10-9-2 menunjukkan foto udara terminal dengan model BIM yang menunjukkan rute sistem umum. Nilai tambah BIM sebagai alat FM adalah sebagai berikut:

- Antarmuka visual untuk melengkapi informasi fasilitas
- Basis data aset dikembangkan dalam upaya BIM dan populasi langsung CMMS
- Akses ke dokumentasi peralatan melalui model BIM
- Kemampuan untuk melihat dan melacak konektivitas sistem dan subsistem ujung ke ujung
- Alat visual seluler untuk mengakses dan menambahkan atau memperbarui data ke database CMMS dari situs
- Dasar untuk analisis energi untuk skenario peningkatan dan renovasi untuk menilai dampak dan laba atas investasi

Berikut ini meringkas dua tonggak utama:

- Mengembangkan model terminal BIM gabungan, termasuk semua sistem disiplin:
 - Pemodelan BIM LOD 500: mengumpulkan spesifikasi konstruksi, dokumen, dan gambar; pemodelan terminal dan sistem
- Mengatur dan mengintegrasikan BIM dengan manajemen fasilitas dan tujuan operasi; mengintegrasikan peralatan fisik dan sistem informasi terminal:
 - Pengembangan, pelatihan, dan integrasi perpustakaan BIM-FM: lokakarya dan pelatihan dengan konsultan dan pemangku kepentingan untuk menentukan persyaratan dan pedoman perpustakaan FM
 - Validasi data BIM-FM dan Computerized Maintenance Management System (CMMS) integrasi: implementasi dan integrasi sistem BIM-FM dan validasi yang dibangun



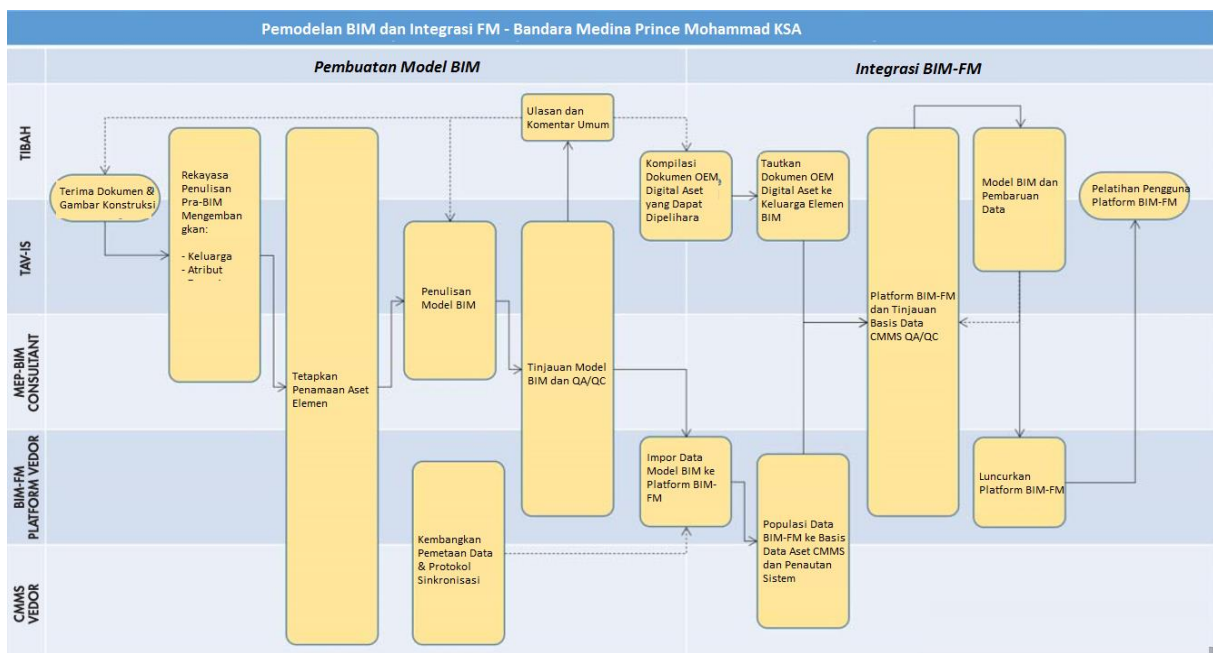
Gambar 5.54 (Atas) Pemandangan udara Bandara Medina. (Bawah) Sistem mekanis dalam model BIM. Gambar milik TAV Construction.

Komunikasi dan Kolaborasi

Pemodelan terminal dimulai selama fase akhir konstruksi. Semua paket informasi gambar dan konstruksi diperoleh langsung dari staf TAV Construction di lokasi dan melalui Aconex, dokumen proyek berbasis cloud dan perangkat lunak manajemen informasi. Lokakarya diselenggarakan dengan beberapa staf Operasi Bandara Tibah dan TAV untuk menentukan kebutuhan dan harapan pengguna akhir. Aset dan sistem penting yang dapat dipelihara diidentifikasi, bersama dengan atribut relevannya yang berguna bagi staf lokasi. Informasi ini diperlukan untuk cakupan jumlah data yang akan dimasukkan dalam model BIM. Selama pra-rekayasa, staf TAV-IS dan ProCS, konsultan MEP BIM, harus menentukan semua ruang, keluarga elemen, informasi sistem, konektivitas perutean sistem, dan informasi atribut. Sistem utama yang dapat dipelihara terkait dengan MEP; konstruksi dan pengetahuan operasional adalah kunci untuk mengidentifikasi dan memodelkan sistem MEP dengan benar. Pemodelan massal dari gambar as-built terminal dilakukan sebagai upaya bersama oleh staf TAV-IS dan konsultan MEP BIM (ProCS) dengan dukungan perusahaan pemodelan BIM (Invicta). QA/QC model yang berkelanjutan dengan umpan balik dari staf situs untuk mengklarifikasi masalah apa pun sangat penting untuk menghasilkan informasi yang benar. Platform BIM-FMEcodomus-FM (<http://ecodomus.com/products/masonry-style/>) dan perangkat lunak CMMSIFS (www.ifsworld.com/us/solutions/) dipilih untuk proyek ini. Model BIM dibuat menggunakan Autodesk Revit dan dikompilasi dalam Autodesk Navisworks dan Ecodomus PM (<http://ecodomus.com/products/ecodomus-pm/>).

Durasi dua belas bulan direncanakan untuk semua lokakarya, pemodelan, integrasi, dan pelatihan. Pemodelan itu sendiri direncanakan berlangsung selama 4-5 bulan. Untuk terminal bandara ukuran ini, dalam keadaan normal, ini adalah waktu yang wajar untuk membuat model BIM gabungan. Tibah memperbarui penomoran ruangan dan skema penandaan elemen, yang mengharuskan model untuk diperbarui. Ini memperpanjang upaya pemodelan beberapa bulan. Pada akhirnya, model dan integrasi selesai dalam 18 bulan. Ada beberapa pelajaran dari ini untuk proyek-proyek masa depan seperti yang dibahas di bawah ini.

Ada pihak yang berpartisipasi dari tujuh negara (Turki, AS, Rusia, KSA, UEA, Mesir, dan India) dan empat benua untuk mewujudkan upaya integrasi BIM-FM ini. Pertemuan web rutin diadakan untuk menyentuh dasar pembaruan, membuat keputusan, atau mengklarifikasi masalah utama dengan semua pihak yang terlibat. Platform manajemen proyek berbasis web, Basecamp (<https://basecamp.com/>), digunakan daripada email untuk menyediakan komunikasi yang koheren di antara semua pihak yang terlibat. Semua file proyek, termasuk model BIM, didistribusikan menggunakan TAVcloud, platform berbagi file cloud hybrid perusahaan. Platform komunikasi dan berbagi file yang umum sangat penting untuk menjaga agar semua pemangku kepentingan tetap pada jalurnya dengan informasi terbaru, menghindari perpecahan yang biasa terjadi pada email dan lampiran individual.



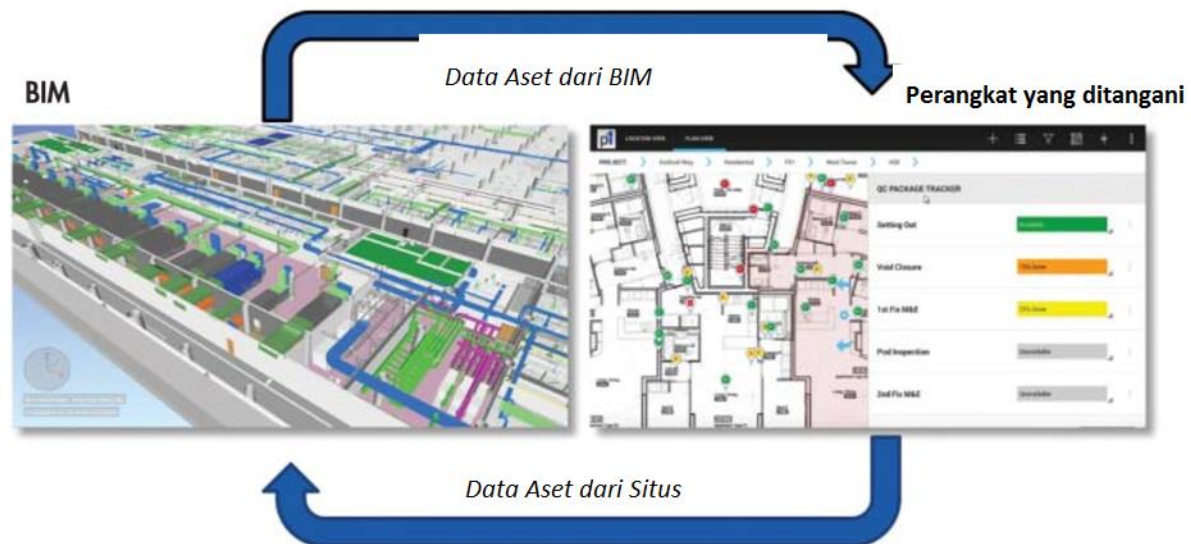
Gambar 5.55 File berbasis web dan alat manajemen proyek sangat penting untuk menyediakan komunikasi yang koheren dan pertukaran data di seluruh kelompok besar. Gambar milik TAV Construction.

Perhatian utama adalah untuk membuat model BIM dengan informasi akurat yang mencerminkan kondisi yang dibangun dan memastikan bahwa semua elemen aset yang dimodelkan ditandai secara konsisten dengan database CMMS dan persyaratan registri aset. Memiliki akses ke staf konstruksi dan operasi di lokasi merupakan keuntungan untuk

mengklarifikasi masalah ketika gambar atau informasi tidak jelas. Salah satu tantangan untuk berkolaborasi dan berkomunikasi dengan kelompok semacam itu yang tersebar di seluruh dunia adalah menjadwalkan rapat web seputar perbedaan waktu dan hari libur yang berbeda. Rapat semacam itu juga tidak selalu efisien karena kualitas koneksi, tetapi ini diimbangi dengan penggunaan platform manajemen proyek berbasis web dan juga dengan merekam video screencast untuk berbagi masalah khusus mengenai penggunaan dan pemodelan perangkat lunak.

Keterlibatan Pemangku Kepentingan

Keterlibatan pemangku kepentingan di seluruh alur kerja pemodelan BIM dan integrasi FM ditunjukkan pada Gambar dibawah ini. Setiap baris mewakili bidang tanggung jawab untuk setiap pemangku kepentingan. TAV-IS bersama Tibah memimpin upaya pembuatan dan integrasi dengan dukungan konsultan MEPBIM, platform BIM-FM, dan vendor perangkat lunak CMMS.

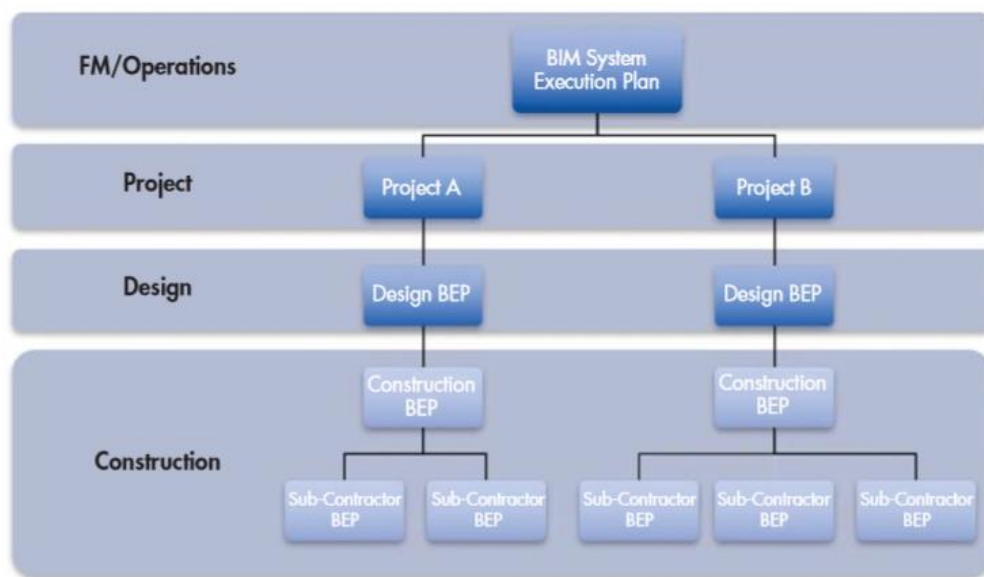


Gambar 5.56 Peran pemangku kepentingan dalam alur kerja untuk mengembangkan model BIM dan integrasi FM. Gambar milik TAV Construction.

Semua keluarga elemen aset dan atribut masing-masing dikembangkan menggunakan dokumen desain terminal. Model dibuat karena nomenklatur penamaan aset sedang dikembangkan oleh Tibah dan vendor perangkat lunak CMMS. Pemodelan bersifat iteratif karena informasi model dan komentar diterima. Sementara itu, protokol pemetaan data antara perangkat lunak BIM-FM dan CMMS dikembangkan antara vendor perangkat lunak. Dokumentasi konstruksi dan aset ditautkan ke keluarga elemen dalam platform BIM-FM dan data aset BIM digunakan untuk mengisi database CMMS.

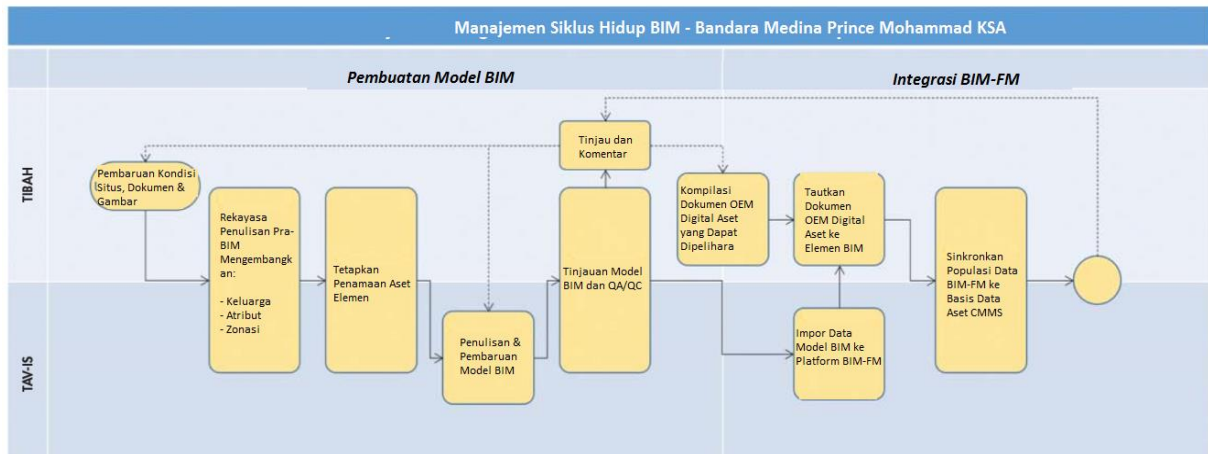
Setelah ditugaskan dan beroperasi, pekerjaan paling penting adalah memelihara model BIM, menjaganya agar tetap mutakhir dan disinkronkan dengan database CMMS. Ini membutuhkan rencana manajemen siklus hidup yang jelas. FM/Operations BIM Execution Plan (BEP) mendefinisikan persyaratan authoring, bersama dengan manajemen model BIM, untuk konten serta pembaruan versi perangkat lunak berkala untuk memastikan model BIM dapat diakses dalam jangka panjang.

FM/Operations BEP mendefinisikan persyaratan model untuk proyek masa depan dari modifikasi interior kecil, perluasan baru, atau bangunan baru di dalam bandara. Ini memandu pemangku kepentingan dan proyek masa depan yang dilaksanakan dengan BIM melalui fase desain hingga konstruksi atau untuk pembuatan BIM pasca konstruksi untuk diintegrasikan dengan platform BIM-FM yang ada. Gambar 10-9-5 menunjukkan hubungan skematis antara bagaimana BEP diturunkan untuk proyek masa depan. Data aset dikelola di lokasi oleh staf Tibah sedangkan model dikelola oleh TAV-IS. Perubahan kondisi situs terdaftar di tempat baik secara manual atau melalui antarmuka perangkat seluler platform. Data ini dikumpulkan dan digunakan untuk memperbarui model BIM secara berkala. Kondisi situs diteruskan ke TAV-IS untuk model BIM dan pembaruan platform, di mana data disinkronkan dengan database CMMS.



Gambar 5.57 Rencana pelaksanaan BIM untuk platform BIM-FM secara keseluruhan dan hubungannya dengan pengembangan model BIM pada proyek-proyek masa depan. Hal ini penting untuk memastikan bahwa informasi dari proyek masa depan dapat diintegrasikan ke dalam platform BIM-FM. Gambar milik TAV Construction.

Risiko Pengembalian Investasi dari implementasi BIMon proyek yang diberikan sulit untuk diukur; namun, pengalaman tim proyek menunjukkan bahwa biaya yang terkait dengan penerapan BIM diimbangi dengan peningkatan efisiensi dan pengurangan staf untuk fungsi yang didukung oleh BIM. Informasi gabungan dalam platform BIM-FM akan meningkatkan respons dan tingkat layanan tim operasi FM untuk memelihara terminal secara lebih efisien. Teknisi yang merespons akan memiliki akses ke informasi yang relevan untuk tugas yang dihadapi, termasuk atribut elemen, lokasi, riwayat perawatan, dokumentasi OEM, suku cadang, dan informasi akses/perutean. Dalam skenario darurat, di mana fire sprinkler tidak sengaja dibuang karena kerusakan atau aktivasi yang salah, lokasi setiap fire sprinkler dan rutanya ke katup shutdown didefinisikan sebagai sistem dalam model BIM. Dimungkinkan untuk dengan cepat menemukan katup pemutus yang terhubung dan mencegah banjir.



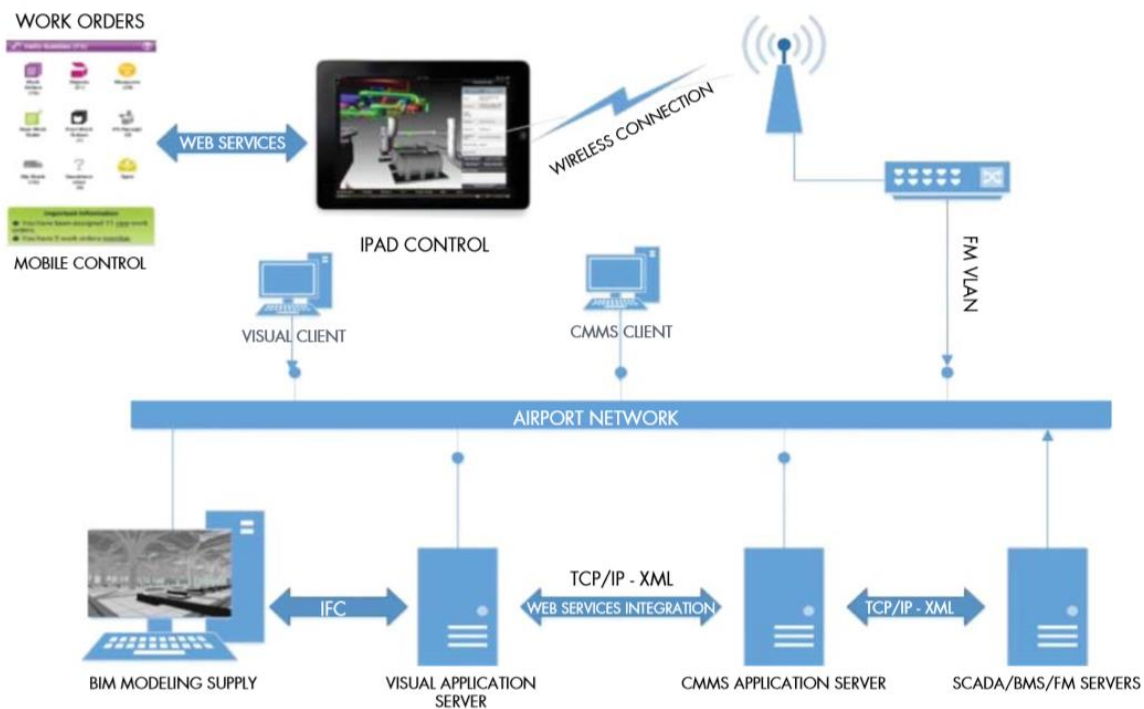
Gambar 5.58 Kondisi lokasi didaftarkan dan dicerminkan ke model BIM untuk memastikan data aset mutakhir dan akurat. Model diperbarui secara berkala berdasarkan informasi dari situs. Gambar milik TAV Construction.

Menggunakan platform BIM-FM memberikan perincian informasi beberapa besaran yang lebih besar dibandingkan dengan basis data CMMS yang diisi dengan data yang diekstraksi secara manual dari bahan cetak atau survei lokasi. Sebanyak sebelas model BIM dibuat untuk Medina per disiplin dan tingkat lantai, yang, ketika dirakit, memberikan informasi lebih dari 580.000 komponen individu. Tabel berikut merangkum elemen yang ditandai secara khusus untuk konten yang dapat dipelihara dalam model BIM. Elemen yang terdaftar mendefinisikan kategori elemen yang membentuk pohon aset database CMMS. Bagian dari memberikan proyek bandara besar termasuk menyediakan manajemen fasilitas teknis melalui periode cacat dan kewajiban (DLP), yang bisa bertahun-tahun. Memiliki operasional CMMS sangat penting bagi otoritas bandara untuk melacak indikator kinerja utama (KPI) kontrak dari operasi bandara. Menunda penggunaan sistem CMMS berisiko pelaporan KPI yang tidak tepat, yang berpotensi menyebabkan hukuman.

mereka pada fase serah terima proyek. Secara umum, beberapa duplikat hard copy dokumen harus dikirimkan dalam ring binder bersama dengan salinan digital dari dokumen-dokumen ini dalam DVD. Paket serah terima biasanya tidak nyaman untuk pemrosesan digital. Dokumen dapat berupa salinan pindaian dan terpisah, yang memerlukan pemrosesan manual yang ekstensif. Populasi database CMMS untuk bandara biasanya berarti mengekstrak informasi aset dari puluhan ribu dokumen. Mengakses dan mengatur data yang relevan untuk mengisi database untuk operasi secara manual bisa sangat merepotkan.

Dalam banyak proyek besar, jumlah waktu staf FM tersedia di lokasi sebelum penyelesaian substansial tidak cukup untuk meninjau dan mengekstrak semua data dan mengisi CMMS sebelum dimulainya operasi. Authoring model BIM dengan FM dalam pikiran mempercepat mengisi database CMMS di mana semua informasi yang diperlukan telah secara bersamaan dikompilasi dalam model BIM selama tahap konstruksi. Janji BIM memungkinkan mobilitas data dan mengurangi kesenjangan antara desain, konstruksi, dan pengoperasian fasilitas. Ini secara signifikan mengurangi jam kerja yang terkait dengan keharusan mengekstrak informasi dari dokumen dan gambar yang dicetak untuk mengisi database CMMS secara manual.

BIM di Lapangan Tujuan mengintegrasikan BIM dengan sistem FM adalah untuk membuat semua data dapat diakses oleh staf Tiba di situs di mana saja dalam terminal. Platform BIM-FM menyediakan antarmuka berbasis web dan juga aplikasi untuk perangkat seluler. Gambar 10-9-9 menjelaskan infrastruktur TI. Semua informasi dan dokumentasi aset berada di platform BIM-FM. Basis data CMMS diisi dan disinkronkan dengan platform BIM-FM. Perintah kerja disimpan di database dan server CMMS tempat data dipetakan ke platform BIM-FM. Perintah kerja dapat dibuka atau dicari melalui sistem dan aplikasi seluler masing-masing. Kedua sistem dapat diakses di seluruh terminal melalui jaringan Wi-Fi bandara. Aplikasi mobile platform BIM-FM menyediakan sarana untuk mendaftarkan perubahan di tempat dengan menghubungkan foto dan dokumentasi ke elemen atau ruangan dalam platform BIM-FM. Pembaruan berkala model BIM dibuat berdasarkan data ini.



Gambar 5.61 Infrastruktur TI platform BIM-FM dan hubungannya dengan aplikasi CMMS. Gambar milik TAV Construction.

Pelajaran yang Dipetik: Masalah, Tantangan, Solusi

Persyaratan Spesifikasi. Seperti disebutkan sebelumnya, spesifikasi proyek merupakan pendorong utama implementasi BIM di sebagian besar proyek besar. Rincian persyaratan BIM untuk proyek besar sangat bervariasi. Persyaratan penggunaan BIM untuk tujuan FM biasanya tersirat dengan sangat samar. Kutipan berikut adalah dari spesifikasi untuk beberapa proyek bandara besar baru-baru ini:

“Selain pengajuan CAD, Kontraktor harus mempertahankan model Revit dari desain konstruksi, terkoordinasi penuh, pada LOD 400. Model ini harus diserahkan, melalui Sistem Manajemen Dokumen Elektronik (EDMS), untuk ditinjau oleh Engineer setiap minggu, setiap akhir minggu tutup bisnis.” “Selain pengajuan CAD, Kontraktor harus menyerahkan Dokumentasi As-Built melalui model desain konstruksi Revit, terkoordinasi penuh, di LOD 400.”

“Kontraktor harus mengoordinasikan, mendokumentasikan, dan mengeluarkan pengajuan untuk pembangunan proyek ini menggunakan sistem Building Information Modeling (BIM) sesuai dengan praktik terbaik industri terbaru dan persyaratan Kota Dubai – Surat Edaran No. 196.” “Proyek Penutupan: Sebelum Penyelesaian Substansial, Kontraktor harus memberikan kepada Pengguna Model BIM yang sepenuhnya sesuai termasuk yang berikut ini...Semua Informasi yang Terpasang harus mencakup yang berikut... Serah terima kepada tim Manajemen Fasilitas untuk biaya siklus hidup dan pengambilan data, operasi dan pemeliharaan aset.”

Tiga kutipan pertama adalah satu-satunya persyaratan yang diberikan dalam spesifikasi BIM pada proyek, sedangkan kutipan terakhir adalah satu-satunya informasi tentang harapan penggunaan BIM oleh FM. Dengan pengembangan dan adopsi standar seperti dokumen Publicly Available Standard (PAS) 1192 yang diedarkan secara luas oleh British Standards Institute (BSI) dan National BIM Standard-United States (NBIMS-US) oleh buildingSMART, di mana keduanya menyertakan COBie (Operasi Konstruksi Bangunan Pertukaran Informasi), pembuatan model BIM, kompilasi dokumentasi untuk FM setelah konstruksi akan menjadi standar dan jelas bagi semua pemangku kepentingan. Harapan BIM untuk penggunaan FM atau model LOD 500 sebagai bagian dari pengiriman proyek menjadi lebih umum. Kerangka kerja BIM execution Plan (BEP) yang jelas berdasarkan Persyaratan Informasi Pemberi Kerja (EIR) dalam spesifikasi proyek adalah suatu keharusan untuk memastikan pengiriman model BIM bermanfaat bagi FM, terutama di lingkungan saat ini di mana definisi keluaran LOD (Level of Development) atau LOI (Level of Information) dapat diperdebatkan.

Tanpa BEP yang jelas, kesalahpahaman umum adalah memperbarui model BIM di seluruh konstruksi akan menghasilkan model LOD500 yang siap untuk integrasi FM. Kurangnya kejelasan ruang lingkup BIM pada proyek telah menyebabkan variasi pesanan di mana klien awalnya menetapkan ruang lingkup terbatas untuk BIM. Klien, yang pada akhirnya menyadari kekurangan dari cakupan BIM, mengeluarkan perintah variasi untuk memastikan mereka menerima model LOD 500 BIM yang diperbarui ke kondisi terpasang dan diisi dengan informasi yang diperlukan untuk penggunaan FM. Ini mengarah pada pekerjaan pemodelan tambahan dan pengeditan yang berat yang dapat dihindari dengan spesifikasi yang tepat.

Keterlibatan Awal Pemangku Kepentingan FMS dan Concurrent Data Capture. Dampak memiliki model BIM untuk FM meningkatkan layanan FM dan database aset sekaligus mengurangi waktu dan upaya untuk mengisi CMMS. Adalah penting bahwa semua pemangku kepentingan FM dilibatkan sedini mungkin dengan meninjau dan jika mungkin membuat spesifikasi proyek. Tinjauan model BIM dan kontennya selama konstruksi saat model sedang dibuat dan informasi elemen diambil dari berbagai sumber akan menghindari pengerjaan ulang yang memakan waktu setelah konstruksi. Di Madinah, pendaftaran aset dan penandaan di lokasi dimulai setelah konstruksi selesai dan tidak mendapat manfaat dari proses penugasan dan penyerahan. Proyek Medina akan mendapat manfaat dari keterlibatan awal staf FM dalam menentukan penandaan dan persyaratan atribut selama konstruksi. Perubahan selanjutnya dalam ruangan dan penandaan nomenklatur memerlukan beberapa iterasi pemodelan dan waktu serta biaya ekstra yang cukup besar.

Pengambilan data secara bersamaan dengan BIM selama konstruksi akan membuat kompilasi data menjadi lebih mudah. Bagian terbesar dari upaya pemodelan adalah mengekstraksi informasi dari dokumen konstruksi. Seandainya subkontraktor diwajibkan secara kontrak untuk menyampaikan informasi menggunakan COBie, itu akan sangat mengurangi upaya keseluruhan untuk membuat model BIM untuk penggunaan FM. Penggunaan perangkat lunak manajemen dokumen Aconex selama proyek, bagaimanapun, sangat mengurangi upaya untuk mengakses dokumen dan gambar itu sendiri. Selama konstruksi, semua dokumen ditambahkan ke Aconex secara konsisten dengan meta-data yang berlimpah. Hal ini memudahkan untuk menyaring semua dokumen untuk ditautkan ke

keluarga elemen atau elemen individu secara langsung. Aconex telah mengembangkan antarmuka BIM sendiri, yang disebut "ConnectedBIM," di mana model BIM dalam format IFC diimpor dan dilihat dalam antarmuka Aconex. Dengan cara ini, tautan antara elemen BIM dan dokumen dapat dibuat dalam satu platform.

Penandaan Elemen. Mengembangkan skema penandaan umum yang secara unik akan mengidentifikasi semua peralatan yang dapat dipelihara secara konsisten untuk aset dalam database CMMS dan model BIM dapat menjadi tantangan pantai. Selalu ada yang selalu mengidentifikasi peralatan secara unik yang dapat bervariasi berdasarkan perangkat lunak yang dipilih dan preferensi tim operasi. Mungkin ada beberapa pengenalan peralatan lapangan yang digunakan secara paralel yang diperlukan untuk menangkap sebagai informasi atribut, namun tidak terlalu berguna untuk menandai elemen dalam model BIM:

- Nomor tag kode batang
- Nomor seri peralatan
- Tag gambar toko bawaan
- ID objek yang disusun dari beberapa tingkat penamaan

Beberapa operator mungkin lebih suka menggunakan tag peralatan yang ditemukan pada gambar yang dibuat. Ini mungkin tidak dapat dilakukan dalam proyek besar di mana mungkin ada beberapa subkontraktor yang bekerja pada sistem yang sama di zona berbeda dari gedung yang mungkin tidak mengikuti skema penandaan yang sama, atau lebih buruk lagi, menggunakan penandaan yang tidak konsisten, yang mengarah pada penandaan duplikat yang membuat label gambar yang dibuat tidak berguna untuk identifikasi unik.

Level Penamaan ID Objek	Deskripsi
Level 1 : Kode Sistem	<u>AA</u> : Kode sistem dua digit seperti yang didefinisikan oleh Tibah. Misalnya 04 untuk Sistem HVAC
Level 2 : Kode Subsistem	<u>BB</u> : Kode subsistem dua digit seperti yang didefinisikan oleh Tibah. Misalnya 01 Unit AC dibawah sistem HVAC
Level 3 : Nomor Ruangan	<u>CCCC</u> : Nomor kamar terminal yang didefinisika oleh Tibah Misalnya : M281
Level 4 : ID unik	<u>DDD</u> : Penomoran perrestart-an pada setiap ruangan Misalnya 1, 2, 3, dan seterusnya

The diagram below the table illustrates the four levels of naming in a hierarchical structure. It consists of four rounded rectangular boxes arranged horizontally, each representing a level. From left to right: Level 1 (Kode Sistem), Level 2 (Kode Subsistem), Level 3 (Nomor Ruangan), and Level 4 (ID Unik). Each level is contained within a larger, light-colored rounded rectangle that also has the level number above it.

Gambar 5.62 Deskripsi tingkatan Elemen

Tibah dan vendor perangkat lunak CMMS mengembangkan skema ID Objek untuk Medina untuk database aset. ID Objek dikompilasi ditetapkan ke setiap peralatan dalam model BIM sebagai parameter instans. Ini memungkinkan peralatan disaring berdasarkan sistem dan lokasi. Contoh ID Objek untuk tiga unit AC di Kamar M281:

1. 0401M2811
2. 0401M2812
3. 0401M2813

Skema penandaan mencakup sistem dan lokasi yang dapat dibaca manusia (gedung, lantai, ruangan, kode sistem, dan sebagainya) informasi yang diinginkan untuk alasan praktis, seperti yang dilakukan di Madinah. Lokasi peralatan dalam tag diekstraksi secara otomatis dari ruang kamar yang ditentukan dalam model BIM. Ada kesulitan dengan peralatan yang mencakup beberapa ruangan. Alat pembuat BIM mungkin tidak dapat mendaftarkan peralatan tersebut secara otomatis. Elemen-elemen ini perlu ditetapkan secara manual ke ruang fisik tertentu dan diberi tag yang sesuai.

Kesulitan lain muncul dengan nomor ID Unik untuk beberapa peralatan dalam ruang kamar yang sama. Penandaan peralatan manual dilakukan setelah pemodelan BIM di mana penomoran peralatan meningkat secara bertahap, dari kamar ke kamar. Namun, dalam model BIM, ID Unik disetel ulang menjadi satu di setiap ruangan.

Definisi Ruang Kamar. Volume ruang kamar harus ditentukan untuk semua ruang dalam model untuk memberikan informasi lokasi sebagai bagian dari penandaan untuk semua elemen. Untuk memastikan label peralatan unik, setiap volume tunggal di mana ada peralatan membutuhkan ruang ruangan yang didefinisikan secara unik. Merupakan tantangan penting untuk menentukan setiap ruangan di terminal bandara di mana terdapat ketinggian ruangan yang berbeda, rongga langit-langit, poros, dan ruang teknis yang tersebar di lokasi yang berbeda atau saling terkait. Salah satu tantangan dengan penamaan ruangan adalah penunjukannya pada tahap desain dan penamaan yang digunakan selama konstruksi mungkin berbeda, atau ruang dapat didefinisikan ulang saat operasi dimulai. Ini adalah kasus di Medina, dan ini membutuhkan banyak pengerjaan ulang manual dalam model BIM. Area seperti riser dan poros yang tidak didefinisikan dalam dokumen desain juga harus didefinisikan.

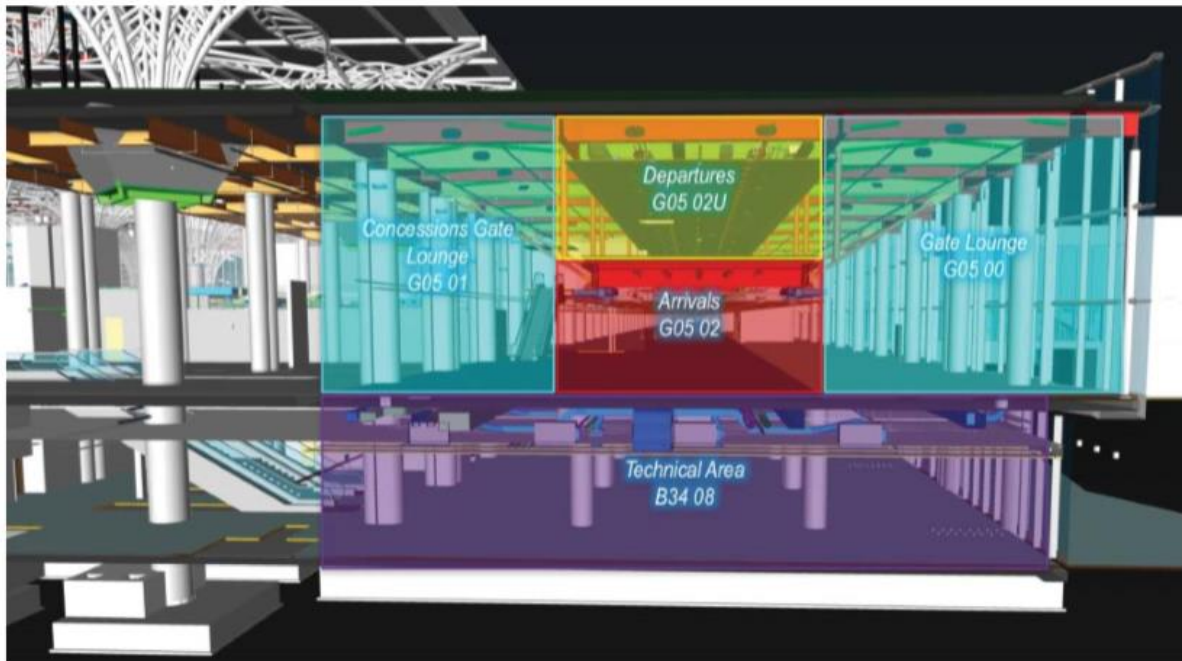
Ruangan-ruangan ditetapkan sebagai volume dalam model-model berdasarkan denah 2D pada gambar dan ketinggian setiap ruangan atau area. Volume ruangan ini perlu didefinisikan sehingga mencakup semua elemen dalam area ruangan tertentu. Ini biasanya sampai ke slab soffit, umumnya di atas langit-langit. Volume ruangan harus unik dan tidak boleh tumpang tindih untuk memastikan penandaan terkait juga unik. Beberapa pemeriksaan dilakukan, baik dari informasi visual maupun dari jadwal, untuk memastikan bahwa semua peralatan ditangkap dalam volume ruangan. Ketinggian ruangan atau ruang bisa menjadi rumit di terminal dengan ruang langit-langit tinggi dan pulau-pulau pelat tinggi tidak beraturan yang disajikan dengan plafon gantung lokal adalah hal biasa. Contoh kasus, di mana ruang ruangan besar dibedah untuk mengidentifikasi elemen secara rasional untuk tujuan FM.

Definisi Sistem. Merupakan persyaratan dan tantangan utama untuk memiliki semua sistem MEP dalam model BIM yang terhubung untuk memberikan informasi visual dari masing-masing pipa dan/atau jaringan saluran yang terhubung per peralatan. Peralatan

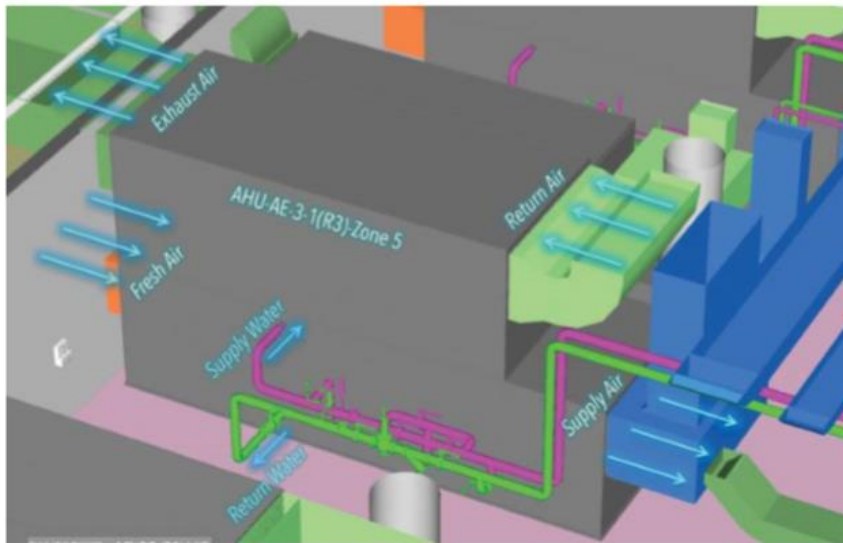
terpisah mungkin merupakan bagian dari beberapa sistem. Misalnya, unit penanganan udara (AHU) terhubung ke tiga sistem berbeda berikut dengan beberapa perutean

1. Sistem hidronik: perpipaan suplai dan pengembalian air
2. Sistem saluran udara: saluran udara segar, suplai, pengembalian, dan pembuangan
3. Sistem kelistrikan

Definisi sistem diperlukan untuk melacak koneksi, misalnya, antara AHU tertentu ke pompa yang membawa air dingin ke unit. Memiliki elemen sebagai bagian dari beberapa sistem yang terpisah dapat menyebabkan kesulitan baik karena keterbatasan perangkat lunak pembuat BIM dan untuk tujuan penyaringan ketika Anda memiliki peralatan yang terhubung ke lebih dari satu sistem. Proyek besar seperti Terminal Medina menghasilkan file model BIM yang besar. Ketika model ini biasanya dibagi berdasarkan disiplin dan level atau zona, integritas definisi sistem tidak dapat dipertahankan. Parameter bersama TAV_System dan TAV_Subsystem ditambahkan ke model, yang digunakan untuk mengikat peralatan ke berbagai sistem di beberapa file model BIM. Parameter ini ditetapkan ke setiap peralatan untuk mengidentifikasi beberapa sistem yang menjadi bagiannya. Hal ini memungkinkan untuk memfilter dan memvisualisasikan perutean jaringan sistem dalam model atau antarmuka platform BIM-FM

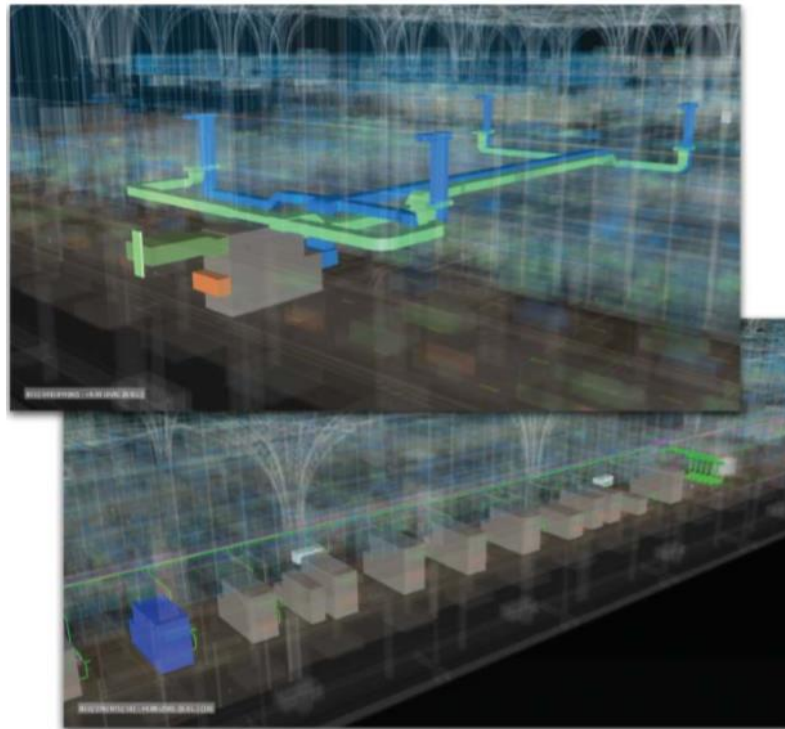


Gambar 5.63 Tampilan bagian dari concourse terminal yang menunjukkan definisi volume ruang kamar yang digunakan sebagai bagian dari penamaan aset. Gambar milik TAV Construction.



Gambar 5.64 Unit penanganan udara tipikal (AHU) dengan berbagai sistem terhubungnya.
Gambar milik TAV Construction.

Kesimpulan dan Pandangan Masa Depan Sebagai bagian dari inisiatif untuk memperluas penggunaan BIM dan teknologi di seluruh proyek TAV dan bandara yang dioperasikan, infrastruktur BIM untuk manajemen fasilitas dikembangkan di Bandara Medina yang memberikan tolok ukur dalam perusahaan untuk bandara dan klien bandara lainnya . Platform BIM-FM yang dikembangkan menggabungkan semua informasi desain dan konstruksi dan terintegrasi dengan alur kerja dan sistem manajemen fasilitas (FM) yang digunakan selama masa pakai fasilitas. Data yang dikompilasi dengan BIM menyediakan database aset untuk perangkat lunak CMMS dengan semua informasi atribut elemen yang relevan dan dokumentasi yang relevan. Dengan integrasi ini, semua informasi konstruksi, pemeliharaan, dan aset dapat diakses oleh staf yang mengoperasikan terminal melalui satu antarmuka grafis yang mudah dinavigasi.



Gambar 5.65 Unit penanganan udara (AHU) ditunjukkan dengan sistem pasokan air/kembali yang terhubung dan perutean saluran udara ke area yang dilayani unit. Gambar milik TAV Construction.

Mengembangkan model BIM dan integrasi dengan sistem FM memerlukan upaya kolaboratif dengan beberapa kontributor berbeda yang tersebar di seluruh dunia. Penggunaan platform manajemen proyek berbasis web untuk komunikasi yang koheren dan berbagi file berbasis cloud untuk menjaga semua pemangku kepentingan tetap pada jalurnya dengan informasi terbaru sangat penting untuk keberhasilan upaya ini. Menerapkan BIM untuk penggunaan FM pertama dan terutama membutuhkan spesifikasi yang jelas untuk memastikan bahwa konten data dan organisasi cukup untuk tujuan dan integrasi yang diinginkan. Rencana pelaksanaan BIM FM/operasi yang komprehensif diperlukan untuk memastikan bahwa model BIM dipertahankan dan bahwa model BIM dikembangkan untuk proyek-proyek masa depan, dari modifikasi interior kecil hingga bangunan batu ekspansi baru di dalam bandara, konsisten dengan platform BIM-FM.

Di antara tantangan untuk mengembangkan infrastruktur BIM untuk FM, keterlibatan pemangku kepentingan awal untuk menentukan organisasi aset, konten, dan penandaan yang tepat sangat penting. Definisi kamar dan ruang yang merupakan bagian dari identifikasi aset sulit untuk ruang tidak beraturan yang khas untuk bandara. Mendefinisikan konektivitas sistem—terutama untuk elemen yang merupakan bagian dari beberapa sistem di beberapa model BIM—memerlukan definisi parameter untuk mengatasi keterbatasan perangkat lunak authoring.

Dengan BIM, data kini memiliki sarana untuk menyatu dan menjadi informasi untuk dianalisis yang belum pernah ada sebelumnya. Granularitas data dan volumenya yang dicapai di sekitar BIM membuka pintu untuk pembuatan kumpulan data yang dapat dicari untuk

lingkungan yang dibangun. Menggunakan BIM sebagai platform untuk mengintegrasikan sistem FM yang ada, seperti Computerized Maintenance Management System (CMMS) dan Building Management/Automation System (BMS/BAS), berarti analisis dan kinerja yang lebih baik untuk operasi, manajemen energi, bisnis, dan seterusnya.

5.7 HOWARD HUGHES MEDICAL INSTITUTE, CHEVY CHASE, MARYLAND

Menyiapkan dan Menggunakan BIM Berkemampuan FM

Pengantar Penggunaan teknologi BIM untuk meningkatkan praktik dan kemampuan FM adalah bidang yang relatif baru dan berkembang/berkembang pesat, yang perlu mempertimbangkan sejumlah masalah utama:

- Manajer fasilitas cenderung memiliki sudut pandang yang digerakkan oleh sistem terhadap fasilitas mereka, daripada sudut pandang yang digerakkan oleh ruang atau konstruksi yang sering ditemukan dalam kiriman BIM saat ini kepada pemilik fasilitas
- Seiring waktu, manajer fasilitas telah menginvestasikan banyak hal dalam database sistem manajemen pemeliharaan terkomputerisasi (CMMS) yang terstruktur dengan baik tetapi berdiri sendiri, database sistem otomasi bangunan (BAS), database manajemen ruang, dan sejenisnya, yang berisi data penting untuk pengoperasian fasilitas yang tepat.
- BIM memberikan yang berfokus terutama pada transfer data aset yang berfokus pada pemeliharaan ke fasilitas CMMS berpotensi kehilangan kesempatan untuk mengintegrasikan data berharga lainnya dalam BIM dengan data fasilitas yang tersedia dari database di atas.
- Demikian pula, penggunaan CMMS yang berfokus pada pemeliharaan untuk menyediakan sarana utama untuk melihat BIM, dan untuk menginterogasi informasi di dalam BIM, berpotensi melewatkan kesempatan yang sama ini.

Dengan munculnya BIM sebagai basis data sistem bangunan (antara lain) dan meningkatnya ketersediaan middleware yang mampu mengekstrak dan mengintegrasikan informasi dari BIM dan basis data yang berdiri sendiri di atas, tahap sekarang ditetapkan untuk manajemen fasilitas untuk memanfaatkan ini informasi yang tersedia dengan cara baru, imajinatif, dan efektif, cara yang melampaui fokus pemeliharaan. Studi ini melihat arus kerja dan informasi dari proyek Kampus Penelitian Janelia untuk menghasilkan model BIM berorientasi sistem yang melacak keterkaitan sistem dan kemudian menggunakannya, bersama dengan data yang tersedia dalam basis data pelengkap, untuk secara material meningkatkan kemampuan kunci yang dibutuhkan dan untuk siap dan secara akurat mengevaluasi dan menanggapi dampak dari peristiwa atau masalah besar.

Latar belakang

Howard Hughes Medical Institute (HHMI), penyandang dana swasta terbesar untuk penelitian biomedis di Amerika Serikat, beroperasi sebagai bagian dari portofolio Janelia Research Campus, kampus seluas 689 acre (279 hektar) dengan bangunan 1,1 miliar kaki (102.000 m²). Gedung penelitian utama, dibangun pada tahun 2006, mencakup 600.000 sf (56.000 m²) dan berisi sekitar 260 laboratorium ditambah kantor, fasilitas konferensi, dan ruang mekanik. Pada hari tertentu sekitar 800 orang bekerja di Gedung Lansekap.

Laboratorium dan ruang periferal menampung 51 kelompok penelitian dan 14 kelompok sumber daya bersama ilmiah. Kampus retrofit sekitar empat ruang lab baru per tahun, sebagian besar dengan MEP kompleks dan kebutuhan data/komunikasi. Kampus dioperasikan, dipelihara, diamankan, dan diperluas oleh tim fasilitas yang terdiri dari 75 orang. Pada saat penulisan, tim telah menggunakan BIM sebagai platform utama selama sekitar 31/2 tahun dan mengembangkan empat tujuan utama untuk platform BIM khusus ini:

- Bertindak sebagai gudang kampus untuk informasi teknik dan konstruksi yang dibangun dan bersejarah.
- Menyediakan platform untuk pengelolaan dan penyajian informasi operasional yang dibutuhkan/penting.
- Menyediakan platform as-built yang ketat untuk proyek retrofit di masa mendatang.
- Menyediakan platform untuk analisis rekayasa kinerja sistem kritis dan kinerja bangunan.

Dalam memeriksa praktik generasi dan serah terima BIM yang lazim, tim melihat fokus pada pembuatan, dan kemudian mentransfer ke CMMS pemilik, terutama data terkait ruang dan aset untuk memfasilitasi manajemen ruang dan pemeliharaan. Meskipun ini tentu diperlukan untuk platform BIM yang layak, mereka tidak melihatnya cukup untuk memenuhi tujuan yang dinyatakan:

- Ruang dan data aset tersebut hanya merupakan sebagian kecil dari informasi yang berpotensi berharga yang terkandung dalam BIM.
- Sejumlah besar aktivitas manajemen fasilitas tipikal berhubungan dengan elemen fasilitas "non-aset" seperti perangkat keras pintu, pelapis cat, karpet, perlengkapan lampu, dan sejenisnya, yang datanya memang ada di BIM.
- Sementara data ruang dan aset tersebut dapat dikaitkan dengan konteks yang lebih luas, seperti zona atau sistem, pemahaman penuh tentang sistem kritis mengharuskan semua elemen sistem dikaitkan, termasuk saluran, pipa, perlengkapan, dan sejenisnya. Selanjutnya, satu aset dapat berfungsi dengan baik sebagai elemen dari beberapa sistem (misalnya, katup kontrol pada umpan air panas ke koil pemanas AHU), dan harus dapat mengubah identitas sistem, tergantung pada sistem mana yang sedang dipelajari.
- Pemahaman penuh ini diperlukan untuk menganalisis penyebaran dampak dari suatu peristiwa peristiwa dalam suatu sistem tertentu, dan lintas sistem lainnya. Ini dibahas lebih lanjut di bawah ini.

Mengingat fokus yang melekat pada sistem CMMS, masalah ini tidak benar-benar diselesaikan dengan menggunakan CMMS sebagai sarana utama untuk melihat dan menginterogasi informasi BIM. Singkatnya, ada kebutuhan untuk dapat mengekstrak data tambahan dari BIM dan memanfaatkan data berharga yang ada di database kampus lain, menggunakan platform yang berbeda dari, tetapi melengkapi, platform seperti fasilitas CMMS.

Tantangan

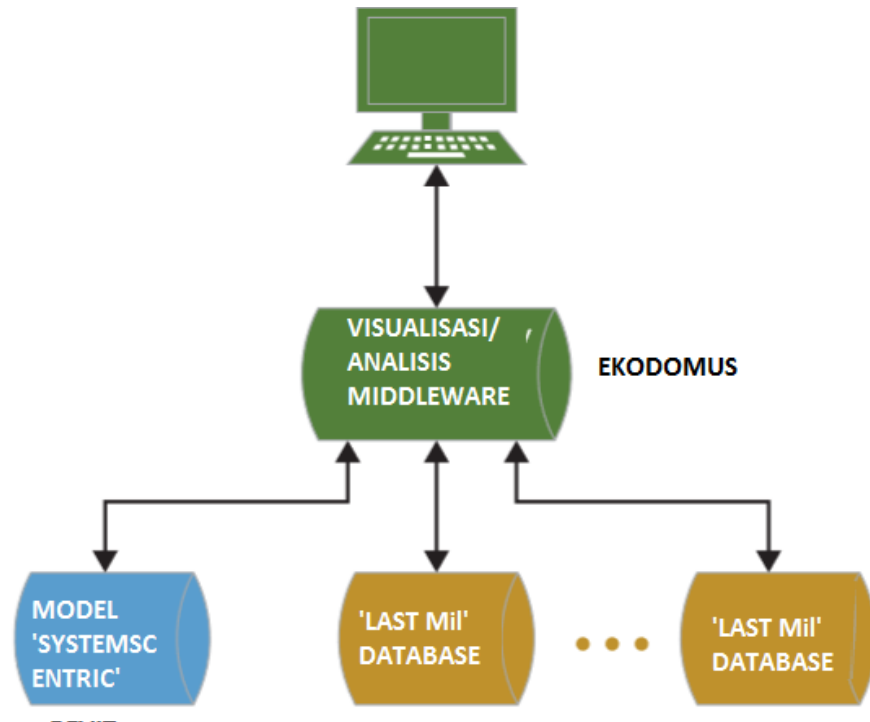
Misi Tim Fasilitas Janelia adalah menjaga agar Janelia 100% mampu menjalankan misi untuk sainsnya setiap saat, apa pun sains itu. Ini mungkin berarti menjaga ruang mikroskop setinggi 14 kaki (4,3 m) dalam $\pm 0,25^\circ\text{F}$ ($0,14^\circ\text{C}$) selama empat bulan tidak peduli apa

tantangan eksternalnya, atau mungkin berarti merancang, menghancurkan, membangun, dan menugaskan suite laboratorium optik canggih dalam tiga hingga empat bulan.

Misi ini dan tantangannya berarti bahwa interaksi antara berbagai sistem bangunan dan komunitas ilmiah selalu kompleks dan dinamis, tetapi juga perlu dikelola dengan baik terlebih dahulu. Oleh karena itu, pemahaman yang cepat dan terperinci tentang dampak dari masalah atau peristiwa apa pun di semua aspek sains kita adalah kuncinya. Kebutuhan mengemudi ini telah membawa kita pada pencarian BIM berkemampuan FM yang:

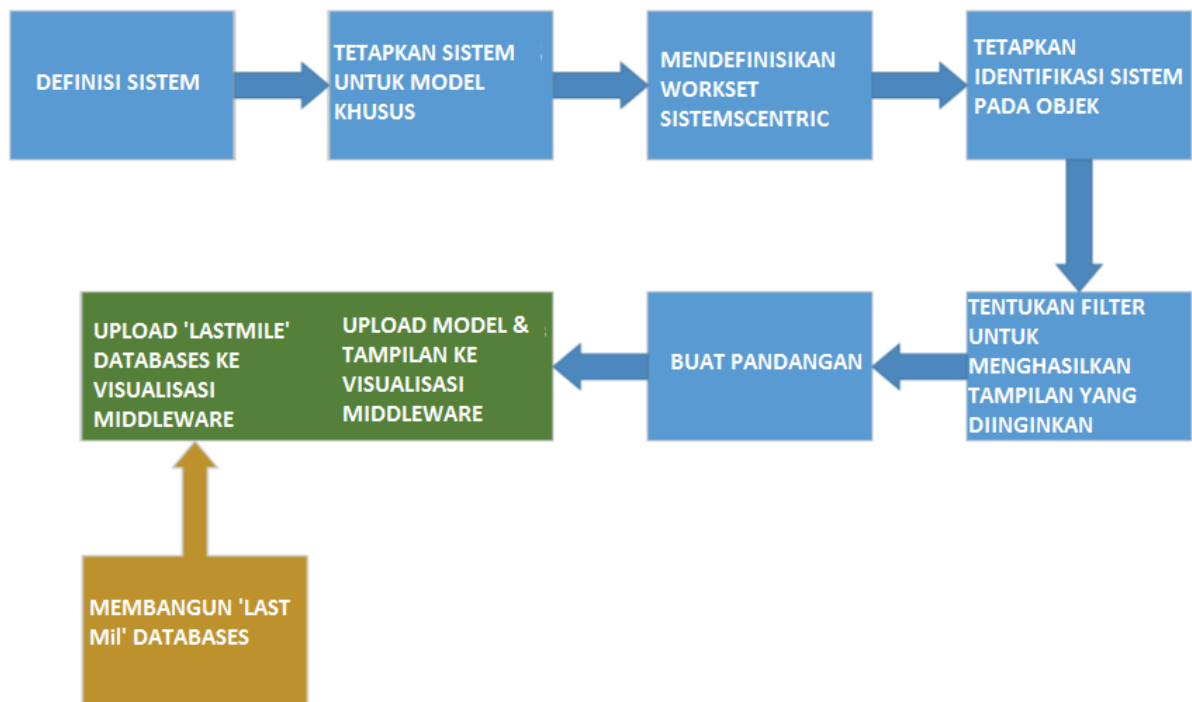
- Memahami bahwa manajer fasilitas yang sangat teknis cenderung memiliki sudut pandang yang digerakkan oleh sistem terhadap fasilitas mereka, yang kemungkinan besar akan berbeda dari sudut pandang yang digerakkan oleh ruang dan konstruksi dari para arsitek, insinyur, dan kontraktor yang biasanya bertanggung jawab untuk pembangunan dan serah terima kiriman BIM pada akhir proyek.
- Berfokus (jika tidak lebih) pada konten data BIM yang dapat dikirim sebagai geometrinya.
- Memanfaatkan dan menyesuaikan dengan database sistem manajemen pemeliharaan terkomputerisasi (CMMS) yang terstruktur dengan baik tetapi sering berdiri sendiri, database sistem otomasi gedung (BAS), database manajemen ruang, dan sejenisnya yang dikembangkan dari waktu ke waktu oleh manajer fasilitas (harus menyesuaikan dengan yang ada standar penamaan).
- Terutama ditujukan untuk membantu mengelola biaya pengoperasian dan pemeliharaan, yang mencakup sekitar 85% dari total biaya kepemilikan fasilitas, daripada sekitar 15% yang dikeluarkan selama desain dan konstruksi.
- Menyediakan platform yang efisien bagi arsitek, insinyur, dan kontraktor untuk melaksanakan proyek retrofit yang cepat dan akurat.

BIM berkemampuan FM Sebuah BM berkemampuan FM harus memungkinkan tim FM untuk memahami, menganalisis, dan kemudian membuat keputusan operasi yang terinformasi dengan baik tentang fasilitas mereka. Agar efektif, tim FM membutuhkan pandangan luas dan tingkat detail yang baik, bersama dengan sejumlah besar data yang terintegrasi dengan baik. Sementara beberapa tingkat detail halus yang dibutuhkan mungkin didorong oleh geometri, sejumlah besar akan didorong oleh data, tidak hanya datang dari model tetapi juga dari berbagai database yang disebutkan di atas. Sebagai contoh, gangguan listrik dapat berdampak pada panel kontrol terdistribusi BAS dan menurunkan kontrol beberapa sistem kritis fasilitas; sementara umpan listrik ke panel kontrol BAS mungkin dimodelkan, kontrol yang dikelola oleh panel itu kemungkinan besar akan dicatat dalam basis data titik kendali BAS; di basis data fasilitas Janelia, ada sekitar 37.000 titik kendali. Setiap penilaian dampak masalah kelistrikan ini akan memerlukan informasi dari model dan database eksternal.



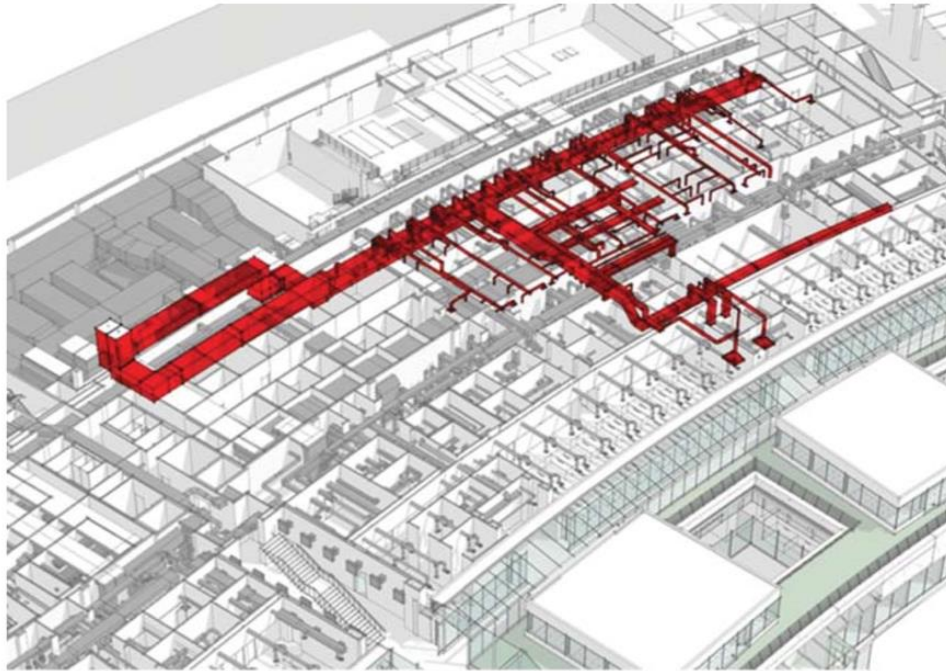
Gambar 5.66 Elemen kunci dari BIM berkemampuan FM. Gambar milik Mark Philip, Direktur Fasilitas.

Kita menyebut database eksternal ini sebagai database "Last Mile" karena mereka menjembatani kesenjangan antara informasi yang paling baik disimpan dalam model dan informasi yang paling baik disimpan di database eksternal, atau sudah tersedia dari database itu. Pertimbangan ini, bersama dengan kenyataan bahwa tidak mungkin dan tidak diinginkan bahwa semua anggota tim FM memiliki kemampuan Revit, memimpin tim untuk mengeksplorasi penggunaan perangkat tengah visualisasi/analisis untuk menginterogasi, menyusun, dan menyajikan informasi teknik yang tersedia dari BIM serta teknik detail, operasi, dan informasi pemeliharaan tersedia dari database Last Mile, dan untuk menambahkan keterampilan manajemen database ke tim FM. BIM berkemampuan FM terdiri dari tiga elemen kunci: model Revit (atau authoring lainnya); database Last Mile seperti database CMMS, database BAS, dan lain sebagainya; dan middleware visualisasi/analisis. Alur kerja tim fasilitas Janelia untuk menyiapkan model yang berpusat pada sistem didasarkan pada keunggulan membangun sistem dalam mengoperasikan, memelihara, dan memasang kembali fasilitas teknis dan kebutuhan konsekuensi untuk memasukkan atribut sistem secara sistematis ke dalam BIM.



Gambar 5.67 Alur kerja untuk menyiapkan model yang berpusat pada sistem. Gambar milik Mark Philip, Direktur Fasilitas.

Tim mencurahkan waktu yang signifikan untuk mengidentifikasi sistem dan subsistem komponennya sedemikian rupa sehingga berguna secara operasional dan konsisten di semua gedung kampus. Hal ini dapat membingungkan karena definisi ini secara material mempengaruhi kegunaan analisis dampak yang kemudian dilakukan oleh tim FM. Sebagai contoh, mereka menemukan cara terbaik untuk membagi sistem pembuangan gedung penelitian utama menjadi lima subsistem primer dan delapan subsistem sekunder, masing-masing dengan beberapa sub-subsistem. Mereka kemudian menugaskan setiap sistem ke model tertentu.



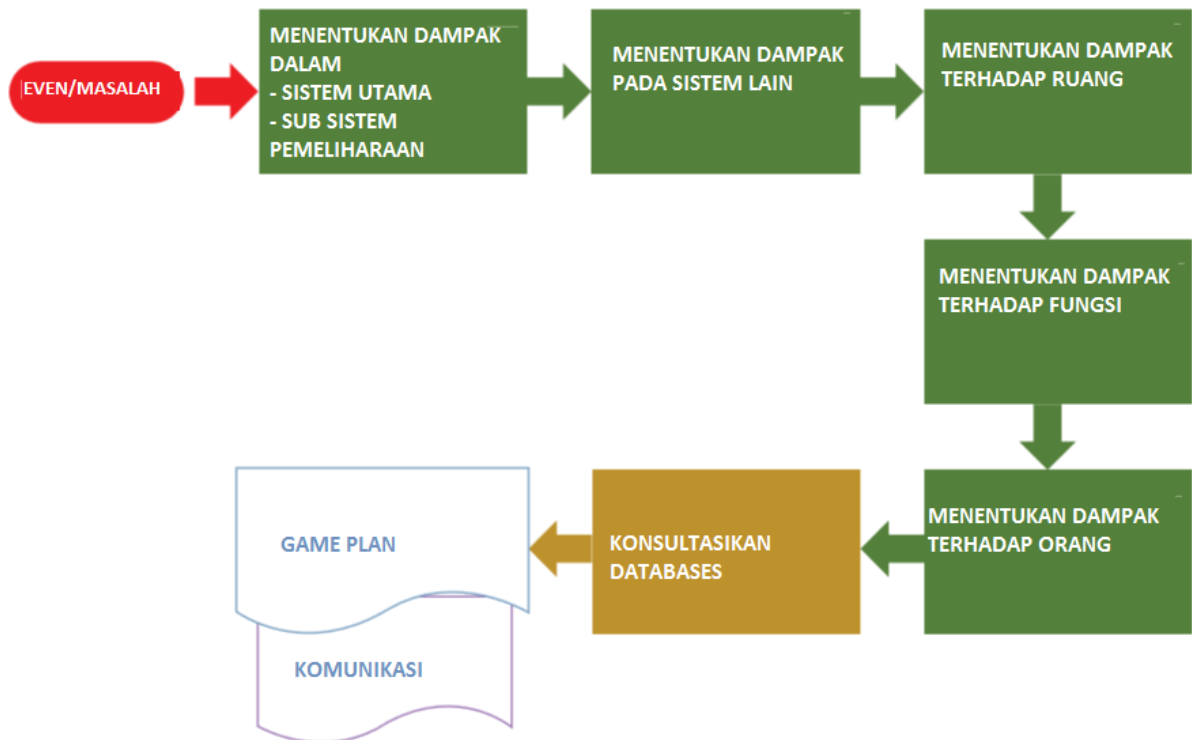
Gambar 5.68 Tampilan subsistem pembuangan. Gambar milik Mark Philip, Direktur Fasilitas.

Dalam model, mereka menggunakan sistem berbasis kerja, baik untuk efisiensi dan kejelasan pemodelan dan untuk memfasilitasi analisis sistem demi sistem di kemudian hari. Untuk memastikan standarisasi di seluruh model, mereka mendefinisikan dan memberi nama sistem kerja per OmniClass misalnya, 04 30 00 HVAC. Dalam kemudian mengatur Jenis Sistem dan Nama Sistem, mereka menggunakan tata nama internal mereka, misalnya, 543 Vivarium Exhaust Air. Pada titik ini, alur kerja berpindah dari pembuatan model ke visualisasi model dengan cara yang akan bermakna dan berguna secara operasional. Mereka berhati-hati untuk mendefinisikan tiga aspek tampilan melalui penggunaan filter: elemen sistem mana yang secara eksplisit dibuat terlihat, yang memberikan konteks latar belakang, dan mana yang secara eksplisit dikecualikan. Setelah didefinisikan dan dibuat, tampilan ini diatur dalam browser proyek di area FM, mengikuti definisi sistem dan konvensi penamaan Janelia.

Pendekatan ini memungkinkan tim untuk secara efisien mempertimbangkan keseluruhan sistem atau fokus pada subsistem, pemandangan subsistem pembuangan yang melayani satu lantai sayap gedung penelitian utama. Di sini subsistem 543.200 Vivarium Exhaust Air Second Floor telah dibuat terlihat secara eksplisit, sementara menyertakan arsitektur tertentu dan elemen sistem HVAC lainnya dalam setengah nada untuk konteks, dan secara eksplisit mengecualikan Elemen ME lainnya.

Analisis Dampak Menggunakan BIM Berkemampuan FM

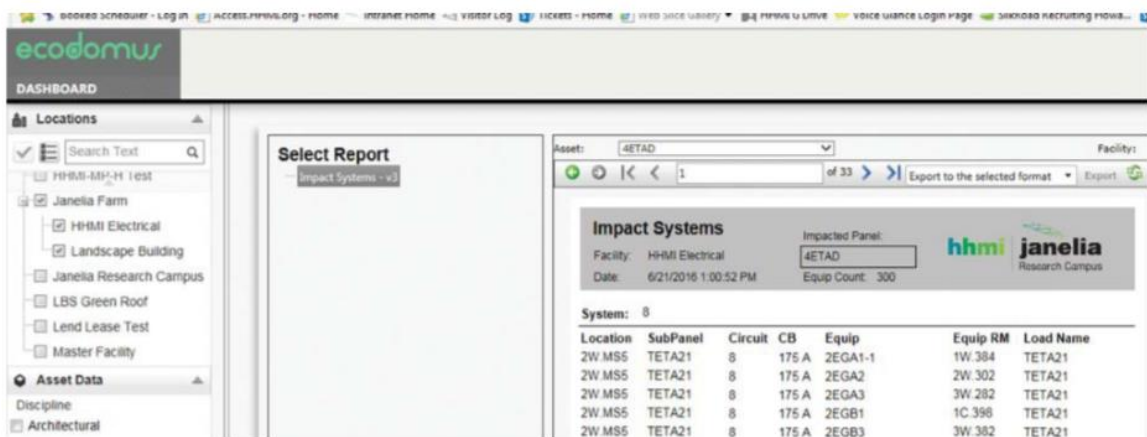
Salah satu tantangan utama yang dihadapi setiap tim FM adalah untuk menentukan dampak dari suatu peristiwa atau masalah pada sistem fasilitas, ruang, fungsi, dan orang-orang sehingga tim FM dapat mengembangkan pabrik permainan yang tepat untuk merespons dengan cepat dan efektif. Seringkali, pekerjaan ini menjadi sulit dan memakan waktu karena kurangnya informasi yang ada dan kurangnya kejelasan tentang (atau pemahaman tentang) cara sistem fasilitas berinteraksi satu sama lain dan dengan ruang dan fungsi fasilitas.



Gambar 5.69 Alur kerja untuk menanggapi suatu peristiwa atau masalah. Gambar milik Mark Philip, Direktur Fasilitas.

Salah satu manfaat dasar dari setiap BIM adalah ketersediaan informasi dalam cara yang terstruktur dan dapat diakses. Manfaat utama dari BIM berkemampuan FM, bagaimanapun, adalah kemampuan untuk lebih cepat dan akurat menentukan dampak di seluruh fasilitas dan organisasi yang menampungnya, dengan potensi untuk secara material mengurangi biaya perangkat lunak, tidak hanya biaya yang timbul dari kerugian operasional, tetapi juga biaya pengembangan respon. Pekerjaan awal mereka berfokus pada dampak dalam sistem kelistrikan—dalam lingkungan BIM, sistem kelistrikan sangat cocok untuk analisis dampak; pemodelan yang tepat dari sistem ini secara inheren menciptakan hierarki dampak yang menyebar secara linier dalam model, dan relatif mudah untuk mengekstrak informasi ini dalam bentuk laporan otomatis.

Mereka telah menggunakan kemampuan ini untuk membantu mengelola dua proyek kelistrikan utama: penggantian empat unit UPS utama yang usang di gedung yang aktif, dan pemasangan paralel generator darurat 2 MW keempat. Mereka awalnya menjalankan laporan dampak langsung dari model kelistrikan melalui middleware untuk menentukan panel hilir dan beban yang akan terpengaruh pada setiap langkah proyek. Mereka melengkapinya dengan informasi yang diturunkan dari basis data yang menghubungkan beban yang terpengaruh ke sistem bangunan yang terpengaruh, dan akhirnya ke ruang, fungsi, dan orang yang terpengaruh.



Impact Systems

Facility: HHMI Electrical
Date: 6/21/2016 1:00:52 PM
Impacted Panel: 4ETAD
Equip Count: 300

Location	SubPanel	Circuit	CB	Equip	Equip RM	Load Name
2W.MS5	TETA21	8	175 A	2EGA1-1	1W.384	TETA21
2W.MS5	TETA21	8	175 A	2EGA2	2W.302	TETA21
2W.MS5	TETA21	8	175 A	2EGA3	3W.282	TETA21
2W.MS5	TETA21	8	175 A	2EGB1	1C.398	TETA21
2W.MS5	TETA21	8	175 A	2EGB3	3W.382	TETA21

Gambar 5.70 Laporan sistem yang terkena dampak turunan BIM. Gambar milik Mark Philip, Direktur Fasilitas.

Pelajaran yang Dipetik Sejauh Ini

Pada saat penulisan, sebagian besar pekerjaan BIM tim telah berfokus pada model bangunan penelitian utama yang dibangun di kampus Janelia. Mereka menggunakan pengalaman yang diperoleh dalam latihan ini untuk memandu pemodelan gedung baru dan proyek retrofit, dan mereka sepenuhnya menyadari perlunya mengelola dampak persyaratan BIM berkemampuan FM pada upaya/biaya kontraktor dan ukuran model. Untuk memenuhi tujuan platform BIM yang ditentukan, sistem harus dimodelkan sebagai sistem berkelanjutan; dengan kata lain, semua objek yang relevan (termasuk perlengkapan) dalam sistem perlu diidentifikasi secara eksplisit sebagai milik sistem itu. Selanjutnya, "kelangsungan sistem" harus divalidasi sebelum seseorang dapat secara menguntungkan mulai menambahkan data desain sistem dan menggunakan perhitungan teknik yang tersedia dalam model MEP.

Mereka belajar untuk secara eksplisit di depan dengan kontraktor tentang penyediaan sistem berkelanjutan dalam model mereka; sebagai bagian dari ini, mereka mengembangkan standar seputar "detail sistem" yang diperlukan, termasuk geometri kontinu yang divalidasi dan penyisipan informasi desain sistem yang tersedia, misalnya, dari diagram alir proses sistem. Hal ini, pada gilirannya, mendorong mereka untuk mulai merevisi standar pada penyediaan diagram alir proses. Dalam mengelola ukuran model BIM dan basis data Last Mile, mereka menyadari kebutuhan untuk memutuskan data apa yang akan dimasukkan ke dalam BIM versus data apa yang akan diakses secara paralel dengan data dari BIM. Mereka bekerja untuk menentukan keputusan "masuk" versus "akses" ini. Beberapa jawaban tampak jelas: informasi yang berguna secara operasional yang terkandung dalam database yang secara rutin disediakan oleh kontraktor (seperti database titik kontrol BAS, database sistem kontrol akses, dan database sistem alarm kebakaran) kemungkinan yang terbaik diakses melalui middleware daripada dimasukkan ke dalam BIM. Mereka menyadari kebutuhan untuk merevisi standar BIM mereka untuk menentukan informasi mana yang mereka perlukan oleh kontraktor untuk dipasok dalam format database versus informasi yang akan diserahkan dalam BIM.

Jalan ke Depan

Tim Fasilitas Janelia merasa bahwa mereka baru saja menggores permukaan dari apa yang mungkin, melebihi dan di atas kegiatan pemeliharaan dan pengelolaan ruang standar. Mereka belum memiliki metrik yang baik tentang manfaat dari pendekatan mereka, selain untuk mencatat bahwa, secara kualitatif, perencanaan pekerjaan ini menghabiskan jam kerja material yang lebih sedikit daripada pemadaman listrik lainnya dengan kompleksitas serupa. Ini termasuk waktu yang dihabiskan untuk memastikan bahwa manajer lab dan peneliti sepenuhnya memahami (dan mampu merencanakan) sifat dan tingkat dampak proyek terhadap pekerjaan ilmiah mereka. Harapan utama peneliti kampus Janelia adalah fasilitas harus mengalihkan perhatian mereka dari pekerjaan mereka hanya jika benar-benar diperlukan dan hanya sejauh mungkin. Tim mengakui bahwa pendekatan mereka mungkin akan digantikan karena kemampuan platform yang berfokus pada FM berkembang dan meningkat, dan bahwa mereka mungkin memigrasikan kemampuan yang mereka kembangkan ke platform lain di beberapa titik di masa depan. Area fokus berikutnya yang mereka rencanakan adalah:

- Memperluas analisis dampak ke sistem bangunan lain yang relatif linier seperti sistem suplai udara dan udara buang
- Memasukkan informasi desain ke dalam sistem utama dalam model MEP dan menghubungkan informasi ini dengan informasi turunan BAS untuk memfasilitasi analisis kinerja aktual sistem ini di lapangan. Dalam hal ini, mereka memiliki kemampuan untuk mengakses data operasi real-time dalam konteks BIM melalui platform EcoDomus, dan berencana untuk terus memperluas kemampuan ini untuk menyediakan lingkungan terintegrasi yang memfasilitasi manajemen fasilitas secara real time. Mereka melihat ini sebagai pekerjaan persiapan untuk dapat memanfaatkan jaringan yang berkembang dari objek pintar yang saling berhubungan di dunia mereka (Internet of Things), untuk mendorong peningkatan efisiensi operasional—melalui, misalnya, informasi pemeliharaan prediktif waktu nyata.
- Menemukan cara untuk secara cerdas menghubungkan model MEP dengan diagram aliran proses terkait, seperti diagram aliran udara untuk contoh sistem pembuangan yang dibahas sebelumnya

5.8 STANFORD NEUROSCIENCE HEALTH CENTER, PALO ALTO, CALIFORNIA

Pemodelan BIM untuk Mendukung Manajemen Fasilitas

Pendahuluan Pada tahun 2013, Stanford Healthcare berada di tengah-tengah perluasan kampus besar-besaran dengan pembangunan rumah sakit baru, renovasi rumah sakit yang ada, dan perluasan portofolio kliniknya di seluruh Bay Area. Sebagai bagian dari ekspansi ini mereka membayangkan bahwa proses konstruksi dan pergantian gedung dilakukan dengan menggunakan building information modeling (BIM). Selama pengembangan salah satu fasilitas baru mereka, Pusat Kesehatan Neuroscience, mereka memulai roadmap implementasi yang ambisius di awal tahun 2014 untuk mengevaluasi efek hilir dari penggunaan BIM sebagai bagian dari layanan fasilitas mereka. Visi berwawasan ke depan ini

menghasilkan program percontohan dalam proyek pembangunan Neuroscience Health Center, yang dilakukan antara tahun 2015 dan 2016.

Dengan proyek pembangunan Pusat Kesehatan Saraf, Layanan Fasilitas Perawatan Kesehatan Stanford bersama dengan departemen perencanaan, desain, dan konstruksi Stanford melihat peluang untuk memanfaatkan informasi bangunan yang dihasilkan selama proses desain dan konstruksi untuk manajemen fasilitas, operasi gedung, dan tujuan pemeliharaan. Ada visi untuk peluang ini akan hadir untuk fasilitas baru lainnya dan area yang direnovasi dengan misi penting, sehingga negara target untuk 2018 hingga 2021 ditetapkan sebagai bagian dari tujuan dengan proyeksi berikut:

- BIM front-end untuk spesifikasi manajemen fasilitas digunakan dalam permintaan desain dan konstruksi untuk proposal (RFP).
- Stanford Healthcare dilengkapi dengan staf BIM khusus untuk memantau model, melatih staf, dan memperbarui model BIM.
- Rencana transisi BIM dari kontraktor umum—perencanaan, desain, dan konstruksi (PD&C) yang bertanggung jawab atas proyek-proyek modal besar ke pemodelan dan fasilitas, infrastruktur, dan keselamatan perusahaan.
- Memanfaatkan modeler BIM internal untuk proyek modal kecil—Engineering and Maintenance (E&M) dan Project Management Office (PMO).
- Model ABIM terintegrasi dengan sistem manajemen aset perusahaan (EAMS) yang komprehensif untuk siklus hidup aset dan manajemen pemeliharaan, IBM Maximo.
- Layanan Teknologi Informasi (ITS) untuk mendukung aplikasi perangkat lunak BIM.
- Bangunan yang ada dipindai dan difoto.

Stanford Health care menugaskan teknologi vendor top menyediakan sistem yang diperlukan untuk membangun landasan bagi siklus hidup BIM. Salah satu pendorong utama di balik prakarsa ini adalah kurangnya informasi yang dibangun serta data operasi dan pemeliharaan yang tersedia di akhir proyek konstruksi yang mengakibatkan hilangnya informasi bangunan dan prosedur penyerahan yang tidak efisien. Penyebab utama dari masalah ini adalah transfer informasi bangunan yang tidak efisien dan tidak dapat diandalkan dari proses desain dan konstruksi ke Pemeliharaan dan Operasi dan Pemeliharaan Fasilitas (FMOM), serta kurangnya sistem manajemen aset perusahaan terpusat sebelumnya untuk mengatur dan mengelola data. Melalui studi proyek percontohan BIM Neuroscience Health Center, Stanford dapat menentukan nilai pengurangan dampak operasional melalui proses yang diaktifkan BIM yang membahas tiga hal terpenting yang dapat ditingkatkan untuk Stanford Healthcare:

- Menggunakan BIM untuk meningkatkan perawatan pasien
- Menggunakan BIM untuk meningkatkan keselamatan pasien
- Mengurangi biaya per hari untuk perawatan pasien

Bagian berikut menguraikan bagaimana proyek percontohan ini menangani bidang-bidang tersebut. Detail Proyek *The Neuroscience Health Center at Hoover Medical Campus* adalah gedung lima lantai baru, 92.000 sf (8.547 m²) yang terletak berdekatan dengan Hoover Pavilion di 213 Quarry Road. Proyek ini dimulai pada awal 2014 dan dibuka pada awal 2016. Fasilitas baru, yang merupakan tujuan perawatan komprehensif untuk semua pasien ilmu

saraf, mencakup check-in terpusat untuk semua layanan guna meningkatkan kenyamanan dan efisiensi. Desain bangunan menggabungkan lingkungan perawatan yang mendukung secara fisik dan emosional dengan 21 subspecialisasi ilmu saraf, menyediakan lingkungan penyembuhan yang efisien untuk pasien yang menderita gangguan neurologis. Perencanaan bangunan mencakup pekerjaan desain proses ekstensif dan memasukkan umpan balik dari dokter dan dewan penasihat pasien ilmu saraf untuk menangani hampir setiap aspek fasilitas, mulai dari lantai hingga pencahayaan. Sorotan proyek:

- 92.000 sf, bangunan lima tingkat (termasuk basement).
- Proyek sekitar 80 miliar.
- Akses di tempat ke 21 area subspecialisasi.
- Salah satu mesin PET/MRI pertama di Amerika Utara yang ditujukan untuk penggunaan klinis.
- Satu-satunya laboratorium otonom yang komprehensif, untuk diagnosis dan pengobatan gangguan sistem saraf, di Pantai Barat (Sistem saraf otonom adalah bagian dari sistem saraf yang mensuplai organ dalam dan mengatur fungsi tubuh tertentu: detak jantung, pencernaan, pernapasan tingkat, respon pupil, antara lain.)
- Pasien dan perawat terlibat langsung dalam desain bangunan pusat untuk memastikan fitur-fiturnya mengakomodasi kepekaan orang dengan gangguan neurologis.

Percontohan Tujuan utama di balik percontohan untuk memanfaatkan pemodelan informasi bangunan adalah:

- Untuk memvalidasi tiga bidang utama yang paling penting bagi kepemimpinan Stanford Healthcare:
 - Meningkatkan perawatan pasien
 - Meningkatkan keselamatan pasien
 - Mengurangi biaya per hari pasien
 - untuk mengurangi dampak FM pada pasien mereka dan menggunakan pelajaran yang dipetik untuk menyempurnakan proses baru.
 - untuk mengevaluasi apakah, melalui data dan metrik yang diambil, mereka dapat memanfaatkan ROI dan manfaat dari proses berkemampuan BIM yang ditentukan dalam proyek percontohan untuk gedung Pusat Kesehatan Neuroscience, yang kemudian dapat dimanfaatkan oleh Stanford Healthcare untuk memprogram bangunan dan renovasi di masa depan, serta untuk melacak aset dan dukungan pemeliharaan dan pengelolaan gedung.

Pada awalnya ada beberapa area yang dipertimbangkan dalam menyusun strategi seputar pengembangan rencana dan roadmap implementasi BIM. Di antaranya adalah:

- Meninjau informasi dan data untuk memastikan pemahaman tentang kegiatan pilot dan non-pilot terkait CAD/BIM/FM/GIS.
- Identifikasi proyek baru dan renovasi yang sedang berlangsung, tertunda, dan direncanakan.
- Mendokumentasikan penggunaan model proyek percontohan dalam jangka pendek dan panjang dan data terkait.

- Identifikasi berbagai tingkat informasi fasilitas dan adopsi teknologi yang diperlukan untuk masing-masing bersama dengan akuisisi dan pelatihan perangkat lunak yang diperlukan.
- Penetapan tahapan dan tenggat waktu penerapan BIM/FM untuk bangunan baru dan yang sudah ada.
- Tentukan tingkat detail yang diperlukan untuk pengiriman proyek konstruksi yang akan datang.
- Memberikan rekomendasi untuk pembentukan tim BIM Support.
- Identifikasi peran, tanggung jawab, dan kualifikasi staf.
- Tentukan infrastruktur teknologi yang diperlukan (perangkat lunak, perangkat keras, dan pengaturan server).

Membuat Kasus Tim perawatan kesehatan Stanford, yang dipimpin oleh AlexSaleh, memulai inisiatif ini dengan menilai keadaan grup operasi saat ini. Penilaian tersebut mengidentifikasi sejumlah masalah dalam berbagai proses, yang diringkas sebagai berikut: "Operasi tidak dapat secara efisien dan efektif menerima, mengatur, dan mengambil fasilitas, data dan catatan siklus hidup di kantor atau lapangan untuk secara efektif memelihara sistem perawatan kesehatan yang ramping." Di antara masalah yang tercantum adalah:

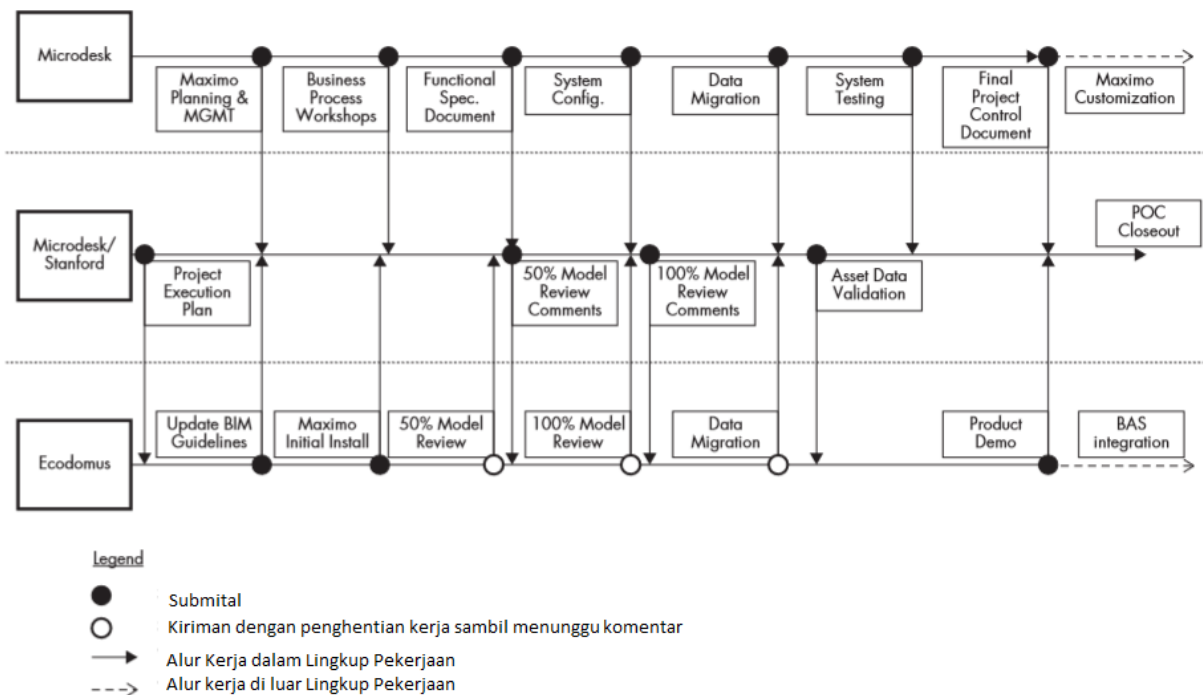
- kesulitan dalam menemukan katup penutup yang tepat untuk utilitas.
- pengetahuan khusus pekerja: kehilangan informasi yang tidak dapat diperbaiki ketika seorang karyawan pergi.
- produktivitas perintah kerja yang rendah: inspeksi, perjalanan yang berlebihan, ketidakcocokan suku cadang.
- pengalaman pasien: mengurangi pemecahan masalah di kamar pasien dan lingkungan operasi.
- pelaporan kepatuhan peraturan: akurasi dikompromikan, upaya berlebihan dan waktu untuk mengelola.
- perencanaan modal yang tidak efektif atau tidak terorganisir dengan baik.
- pekerja lapangan menghabiskan terlalu banyak waktu untuk mencari data dan dokumen serta melakukan verifikasi lapangan, daripada memperbaiki masalah dan memelihara fasilitas.

Sementara tidak ada metrik khusus yang tersedia untuk masing-masing kondisi di atas, tim Kesehatan Stanford dapat menghitung waktu untuk melaksanakan item ini berdasarkan lokakarya yang dilakukan dengan para pemangku kepentingan. Ini dibahas dalam fase pelaksanaan percontohan. Rencana tingkat tinggi dengan tujuan, target, dan strategi dipresentasikan kepada tim eksekutif. Tujuan keseluruhan di balik bukti konsep ini adalah untuk:

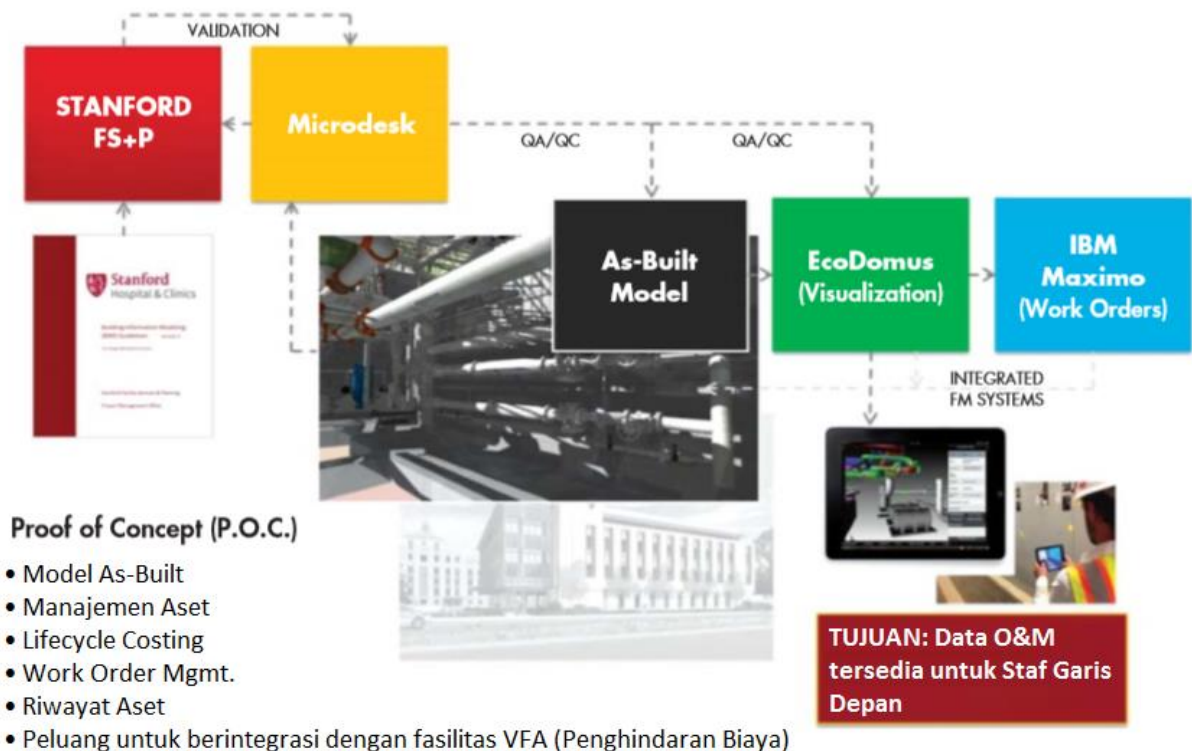
- meningkatkan ketersediaan operasional melalui pengurangan waktu henti (kamar, peralatan, dll.)
- meningkatkan akses ke informasi yang tersedia dan meningkatkan kualitas informasi
- mengurangi risiko penghentian yang tidak disengaja atau tidak perlu

- mengurangi gangguan pada perawatan pasien karena pemeliharaan gedung yang disebabkan oleh survei gedung, inspeksi, dan pemecahan masalah
- mengurangi proses waktu peninjauan Patient Care Risk Assessment (PCRA)

Sasaran ini akan berfokus pada masalah mendasar yang mendasari risiko divisi Layanan & Perencanaan Fasilitas Stanford untuk membuat keputusan bisnis tepat waktu secara strategis; menyampaikan; menghasilkan rencana permodalan dan rencana pemeliharaan yang andal; mengelola situasi darurat secara efisien, kepatuhan terhadap peraturan, dan rantai pasokan; dan mempekerjakan dan mengarahkan tenaga kerjanya, termasuk memprioritaskan pekerjaan itu sendiri.



Gambar 5.71 Keterlibatan pemangku kepentingan melalui evaluasi percontohan. Gambar milik Stanford Medical Center.



Gambar 5.72 alur kerja proses percontohan BIM. Gambar milik Stanford Medical Center.

Perjalanan Tim

Stanford Healthcare memimpin upaya menetapkan garis waktu awal untuk memulai dan mengimplementasikan pilot BIM yang akan sesuai dengan roadmap implementasi manajemen keseluruhan (AM) mereka. Gambar 10–11–2 menunjukkan fase awal penetapan kerangka kerja untuk menyusun rencana dan tim di sekitar percontohan BIM, yang dimulai pada akhir 2013. Di bawah ini adalah ringkasan untuk kerangka percontohan:

- Memanfaatkan Pusat Kesehatan Neuroscience untuk BIM untuk FM "Bukti Konsep."
- Pilih vendor perangkat lunak untuk pengembangan/visualisasi Model BIM.
- Pilih vendor perangkat lunak untuk manajemen aset perusahaan (EAM).
- Menyusun Pedoman/Persyaratan Bisnis.
- Dapatkan proposal dari Proyek Hoover (Pusat Kesehatan Saraf).
- Permintaan untuk melanjutkan.

Tim Peran untuk program percontohan didefinisikan sebagai berikut:

- Tim Stanford Healthcare: Staf pemeliharaan fasilitas, staf operasi bertanggung jawab untuk menghitung kasus penggunaan dan pelaksanaan kasus penggunaan selama periode percontohan. Selain itu, mereka bertanggung jawab atas penerapan Maximo Environment. Dipimpin oleh Alex Saleh dari kelompok Teknik dan Pemeliharaan, tim juga termasuk anggota dari kelompok berikut: Pengendalian Infeksi, Manajemen Aset, PMO, Manajemen Sumber Daya, E&M, EH&S, dan konstruksi 500P.
- Tim EcoDomus: Bertanggung jawab atas implementasi perangkat lunak EcoDomus dan pembuatan kasus percontohan dalam perangkat lunak mereka, pengembangan model

BIM, dan integrasi data aset yang ditentukan oleh Stanford serta pelatihan dan dukungan teknologi mereka.

- Tim Microdesk: Dipilih sebagai penasihat teknologi dan proses, bertanggung jawab atas tinjauan jaminan kualitas/kontrol kualitas (QA/QC) model dan data BIM, koordinasi program percontohan (penulisan pelaksanaan dan rencana percontohan), dan analisis percontohan, serta pengembangan dan pembaruan BIM untuk Pedoman FM untuk Stanford Healthcare.

Gunakan Metrik Kasus

Berikutnya adalah perincian dari tujuh kasus yang diidentifikasi yang didefinisikan bersama dengan tim Stanford Healthcare untuk menilai dan mengukur tugas dan upaya rekanan dengan tujuan membandingkan proses tradisional versus proses BIM dan menentukan kasus dasar untuk upaya saat ini yang diukur dalam jam kerja dengan data Stanford Healthcare dan jumlah aktual peristiwa tahunan per kasus .

Kasus Penggunaan 1: Kebocoran Pipa Besar, Apotek Lantai 2, Kamar #2726A Tujuan:

- Identifikasi sistem perpipaan di dalam ruangan (as-built sulit untuk ditafsirkan dan dikonfirmasi di lapangan).
- Menentukan hubungan sistem adalah proses yang tepat waktu dan menantang.

Tantangan saat ini:

- As-built sulit untuk diakses. Staf baru dan dikirim ke lokasi dengan pengetahuan terbatas tentang fasilitas tersebut.
- Staf fasilitas mungkin perlu menghubungi subkontraktor yang memasang sistem pemipaan untuk mendapatkan informasi tambahan.

Penggunaan Kasus 2: Analisis Struktural dan Keselamatan Kebakaran Tujuan:

- Memperoleh informasi tentang balok: apakah itu menahan beban, berapa berat yang dapat dipikulnya, dinding apa yang firewall (bisa dibuat penetrasi ke dinding), dan sebagainya.

Tantangan saat ini:

- Proses ini melibatkan seseorang (biasanya seorang pemimpin atau manajer dari tim vendor) keluar dan memverifikasi lokasi apa yang diminta dan kemudian proses panjang menggali melalui gambar dan menjangkau berbagai PM, tim keselamatan, dan sejenisnya.

Kasus Penggunaan 3: Entri Informasi Aset dan Tujuan Pembaruan

- Merampingkan entri data manual ke dalam sistem manajemen pemeliharaan terkomputerisasi (CMMS) yang digunakan, IBM Maximo.

Tantangan saat ini:

- Hal ini dilakukan secara manual, memakan waktu dan memperkenalkan kesalahan manusia. Sulit untuk terus memperbarui informasi ini.

Kasus Penggunaan 4: Jadwal Selesai Terintegrasi Tujuan:

- Pertahankan maksud desain. Tambahkan atribut akhir ke permukaan dinding dan lantai

Tantangan saat ini:

- Niat desain sering kali hilang saat hasil akhir diganti.
- Jumlah cat sulit dilacak tanpa area permukaan yang diketahui untuk memvalidasi perkiraan vendor dan menyelesaikan faktur pekerjaan.

Kasus Penggunaan 5: Pelatihan Staf Teknik Tujuan:

- Untuk membawa staf teknik bangunan baru dan membiasakan mereka dengan sistem bangunan.

Tantangan saat ini:

- As-builts sulit ditemukan, dan memverifikasi sistem secara fisik membutuhkan waktu dan sumber daya.

Kasus Penggunaan 6: Tujuan Permintaan Shutdown:

- Mengurangi waktu yang diperlukan untuk menentukan dan memvalidasi (melalui verifikasi lapangan, pengukuran, penelusuran, dan sebagainya) dampak sistem yang diperlukan untuk melakukan shutdown utilitas yang aman.

Tantangan saat ini:

- As-builts sulit untuk ditafsirkan dan dikonfirmasi di lapangan.
- Menentukan hubungan sistem adalah proses yang tepat waktu dan menantang.
- Staf fasilitas mungkin perlu menghubungi subkontraktor yang memasang sistem pemipaan untuk mendapatkan informasi tambahan.

Kasus Penggunaan 7: Infection Control Risk Assessment (ICRA)/Preconstruction Risk Assessment (PCRA) Review Tujuan:

- Mengurangi waktu yang diperlukan untuk meninjau, menilai, dan menyetujui penilaian risiko pengendalian infeksi dan penilaian risiko prakonstruksi dengan benar (melalui verifikasi lapangan, pertemuan, tindak lanjut dengan manajer proyek, dan sebagainya).

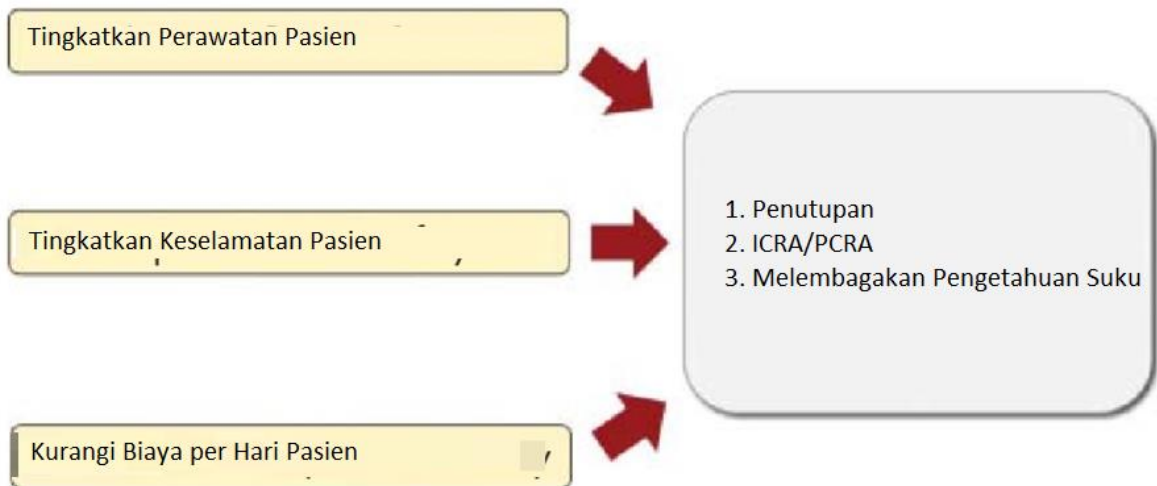
Tantangan saat ini:

- Penilaian risiko hanya didasarkan pada masukan dari manajer proyek.
- Peninjau ICRA dan PCRA terbatas dengan waktu dan sumber daya.
- Tinjauan memerlukan beberapa kunjungan lapangan dan pertemuan dengan manajer proyek untuk memahami ruang lingkup dan dampaknya.

Hasil Kasus Penggunaan

Berikut ini menunjukkan ringkasan pengujian kasus penggunaan yang menargetkan fasilitas dan kegiatan kelompok operasi Stanford Healthcare, yang memiliki dampak terbesar di tiga bidang utama:

- Mengatasi shutdown (reaktif dan terencana)
- Kepatuhan terhadap peraturan (ICRA / PCRA)
- Pengetahuan kelembagaan (suku)



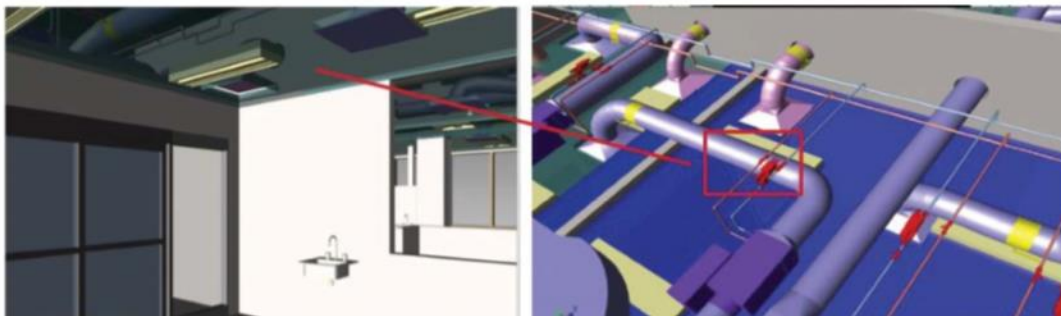
Gambar 5.73 Stanford Healthcare fasilitas dan operasi area dampak yang berarti. Gambar milik Stanford Medical Center.

Masing-masing area ini membandingkan proses tradisional versus proses BIM-enabled dengan kasus dasar untuk upaya saat ini yang diukur dalam jam kerja dengan data Stanford Healthcare untuk jumlah aktual acara tahunan.

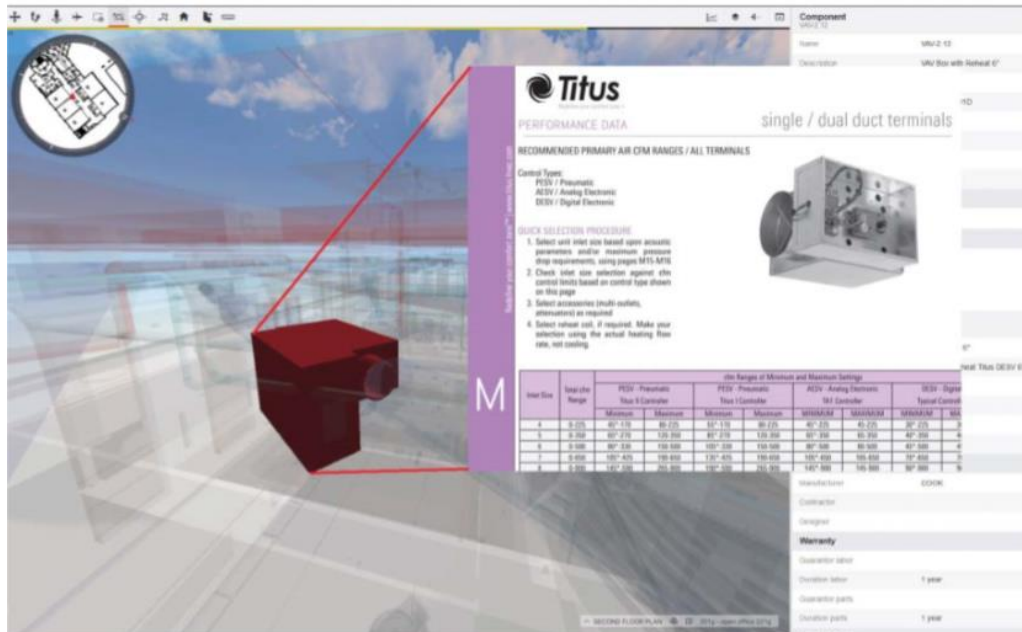
1. Mengatasi SHUTDOWNS: Reaktif dan Direncanakan Selama uji coba, pengguna memiliki kesempatan untuk menguji dan mengevaluasi kasus penggunaan yang berdampak besar pada keselamatan pasien dan perawatan pasien. Di antaranya adalah mengatasi shutdowns keduanya aktif dan skenario yang direncanakan menggunakan proses model BIM:

Skenario Reaktif (Kasus Penggunaan 1)

Dalam uji coba, pengguna menguji mengakses model BIM pada iPad untuk melihat ruangan dan sistem di atas langit-langit untuk menemukan katup untuk pasokan air dan menarik informasi tentang itu dan hubungannya dengan sistem. Baru-baru ini telah terjadi peristiwa di mana katup yang salah ditutup untuk menghentikan kebocoran besar di Gedung Pusat Kesehatan Neuroscience karena katup telah diberi label yang salah.



Gambar 5.74 Mengatasi kebocoran pipa di lantai dua apotek, Ruang #2726A. Gambar milik Stanford Medical Center.



Gambar 5.75 Pemadaman listrik yang direncanakan. Gambar milik Stanford Medical Center.

Skenario yang Direncanakan (Kasus Penggunaan 6)

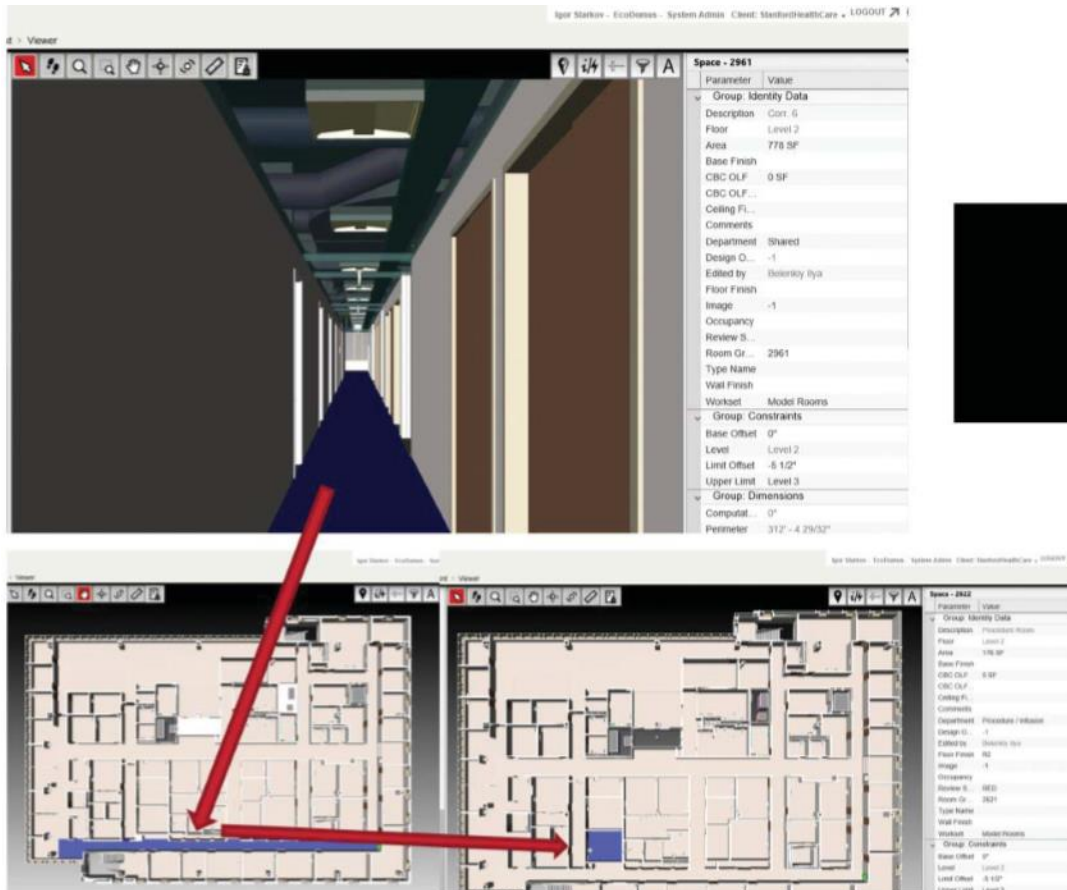
Pengguna menguji mengakses model BIM di iPad. Contohnya adalah memilih komponen VAV untuk lebih memahami ruangan mana yang akan kehilangan daya dan memvalidasi dampak sistem yang diperlukan untuk melakukan shutdown utilitas yang aman. Gambar dibawah ini mengilustrasikan dampak penghentian pasokan listrik tertentu.

Perbedaan utama proses BIM:

- SKENARIO REAKTIF dari use case 1 (Rata-rata baseline 2,5 jam)
- Penghematan waktu = 1,75 jam per instance (waktu 70% lebih sedikit)
- Dampak skala: Jumlah acara tahunan: 24
- SKENARIO RENCANA dari use case 6 (Rata-rata baseline 56 jam)
- Penghematan waktu: 35 jam per instans (62% lebih sedikit waktu)

Keptuhan terhadap peraturan: ICRA/PCRA (Use Case 7)

Pengguna yang diuji dengan melihat model di atas Pad untuk mengakses lantai kedua dan memvisualisasikan Koridor 6 dan mendapatkan informasi tentang ruang yang berdekatan yang akan terpengaruh oleh pekerjaan yang akan datang



Gambar 5.76 Konstruksi terjadwal dan penggantian karpet untuk koridor 6. Gambar milik Stanford Medical Center.

Perbedaan utama proses BIM

- Penghematan waktu: 78 jam per instans (waktu 50% lebih sedikit)
- Dampak skala: Jumlah acara tahunan: 200

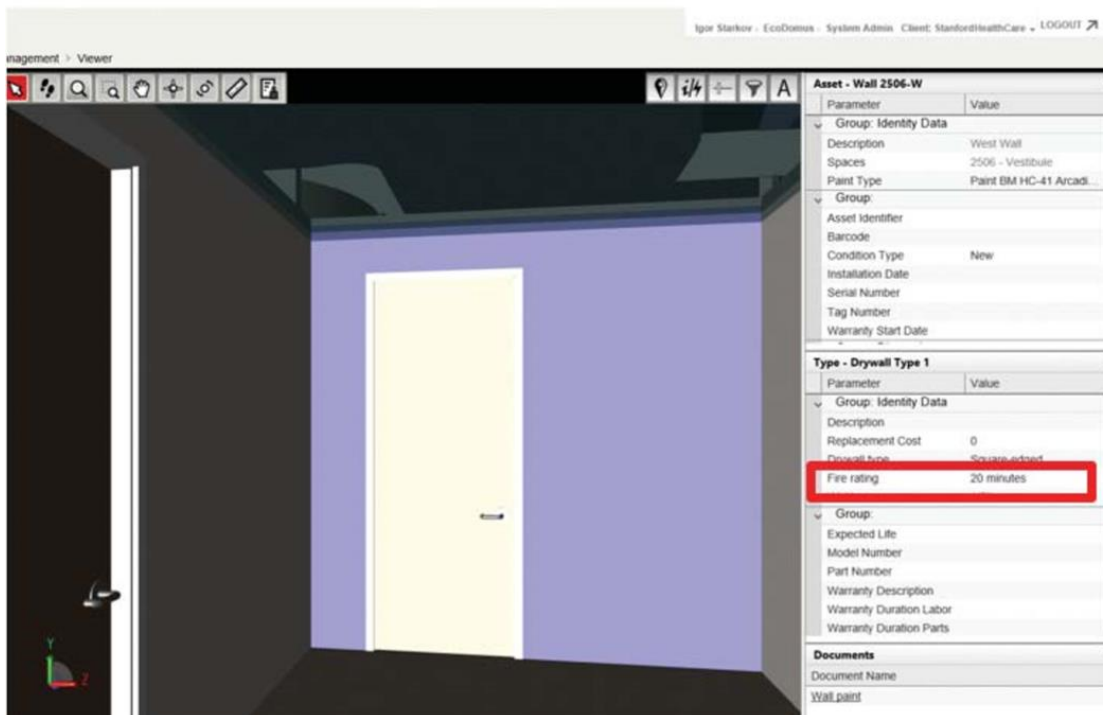
Catatan: Selain itu, proses BIM akan memungkinkan peninjauan dilakukan di rumah atau di kantor dan memungkinkan Stanford Healthcare untuk mencapai kepatuhan terhadap peraturan mulai dari pemeliharaan yang direncanakan. Perlu dicatat bahwa ada 200 peristiwa saja dalam tahun fiskal saat ini.

2. Melembagakan pengetahuan kesukuan (Kasus Penggunaan 2, 3, 4, dan 5) Empat kasus penggunaan tambahan diuji yang saat ini melibatkan tugas-tugas yang memakan waktu seputar pencarian dan pengambilan informasi, seperti mencari gambar yang sudah jadi dan menemukan sumber daya dan dokumentasi, diantara yang lain. Selama fase uji coba, pengguna mencoba menarik dan mengambil informasi yang diperlukan sebagai bagian dari tugas, menangani area yang ditampilkan di sini dengan iPad untuk menguji akses lapangan.
 - Dalam satu contoh pengguna diuji dengan memvisualisasikan elemen struktural di atas ruang MRI dan menarik informasi tentang balok untuk menentukan apakah itu bisa ditembus (Use Case 2)

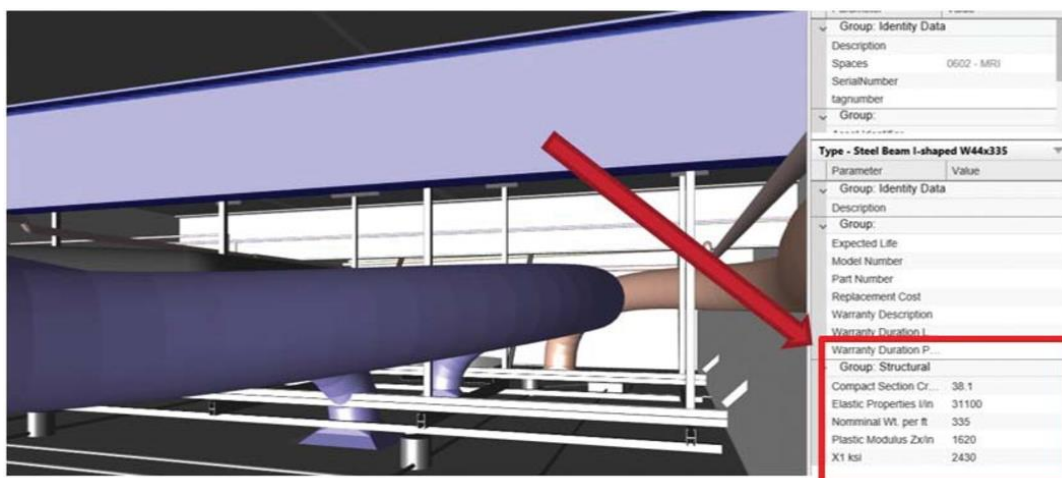
- Dalam contoh lain, pengguna menguji dengan memvisualisasikan sistem firewall lantai dua dan menarik informasi dinding tertentu untuk menentukan nilai peringkat api mereka (Kasus Penggunaan 2).

Pengguna juga menguji:

- Memvisualisasikan jenis dinding dalam ruangan dan menarik informasi tentang jenis cat dan skema warna (Use Case 4)
- Menarik informasi tentang setiap elemen atau peralatan di gedung dengan memvisualisasikan dan mengisolasi ruangan dan sistem untuk menguji kemudahan penggunaan dalam mengambil informasi dan menavigasi gedung.



Gambar 5.77 Analisis keselamatan kebakaran: tentukan nilai peringkat dinding api. Gambar milik Stanford Medical Center.



Gambar 5.78 Studi struktural: menggantung barang berat atau penetrasi pengeboran. Gambar milik Stanford Medical Center.

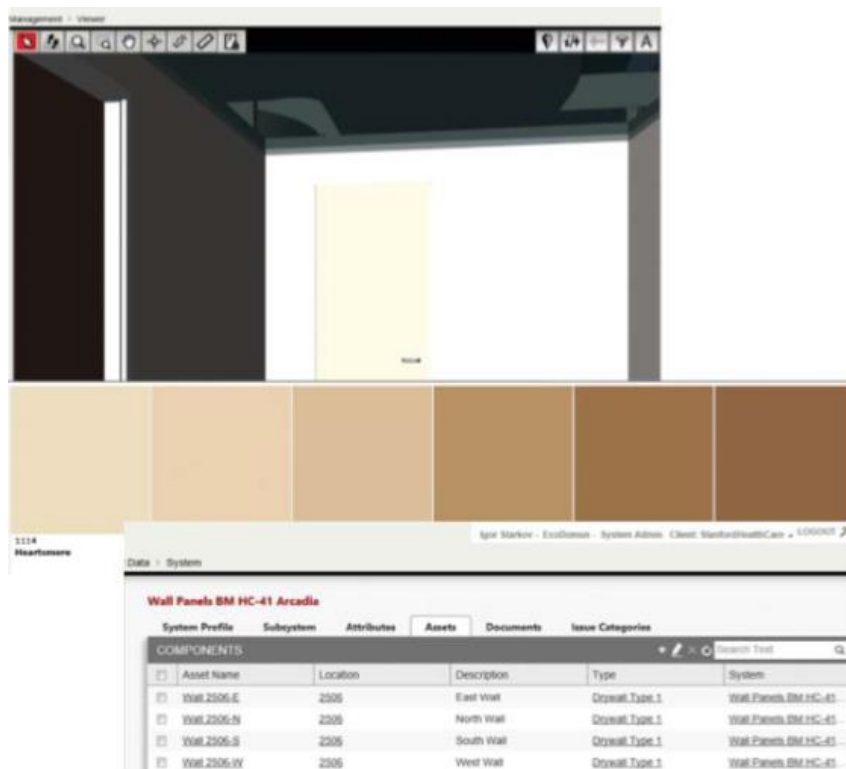
Perbedaan utama proses BIM:

- Penghematan waktu: 308 jam per instans (85% lebih sedikit waktu)
- Dampak skala: Jumlah acara tahunan: 36

Rangkuman Manfaat

Berikut ini merangkum manfaat yang ditemui dan diharapkan berdampak pada aktivitas yang berkaitan dengan kasus penggunaan yang dievaluasi. Untuk mengatasi shutdown: reaktif dan terencana:

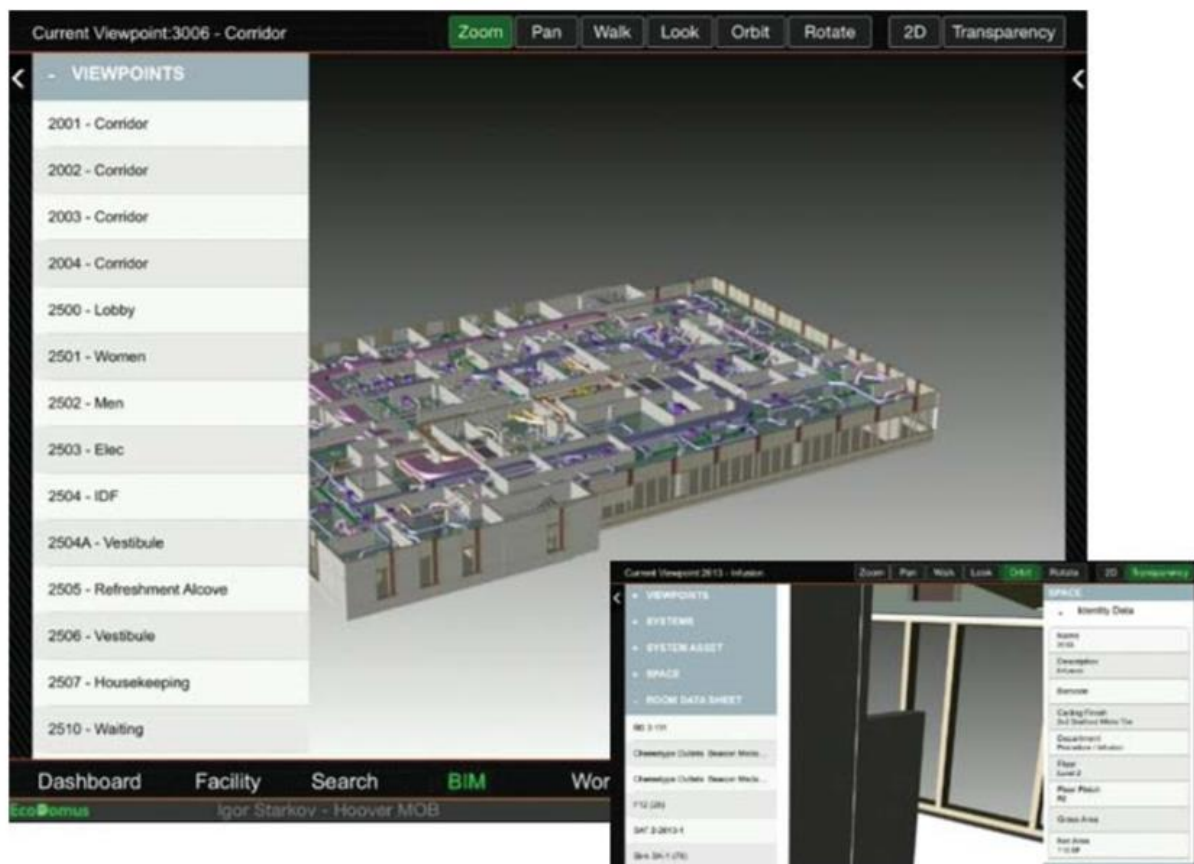
- Dampak langsungnya adalah penghematan waktu per kejadian atau kejadian yang membutuhkan waktu antara 60% dan 70% lebih sedikit.
- StanfordHealthcare dapat menggunakan penyiapan infrastruktur untuk regionalisasi fasilitas: berkembang dalam portofolio klinik di luar lokasinya. Dengan grup, model bisnis berubah untuk mendukung rumah sakit serta klinik di luar lokasi.
- Insinyur dan manajemen sistem berada di pusat kendali di pengadilan Havens dan membantu staf lapangan untuk mengidentifikasi sistem dan menemukan katup penutup yang optimal yang akan meminimalkan dampak terhadap pengoperasian gedung.
- Akan ada pengurangan yang signifikan dalam jumlah sumber daya yang dibutuhkan untuk melakukan shutdown. Waktu kontraktor akan berkurang, dan mereka akan melakukan verifikasi sistem yang lebih aman dan akurat.



Gambar 5.79 Pelatihan staf: memahami sistem rekayasa yang kompleks dengan memiliki akses ke informasi. Gambar milik Stanford Medical Center.

Untuk kepatuhan terhadap peraturan: ICRA/PCRA

- Di sini juga, dampaknya terkait langsung dengan penghematan waktu per acara, dalam hal ini pengurangan 50%.
- Selain itu, proses BIM memungkinkan peninjauan dilakukan di rumah atau di kantor dan memungkinkan Stanford Healthcare untuk mencapai kepatuhan terhadap peraturan mulai dari pemeliharaan yang direncanakan.
- Juga, kurangi jumlah sumber daya yang dibutuhkan untuk melakukan tinjauan dan kurangi waktu untuk menyetujui ICRA/PCRA dan melakukan verifikasi sistem dan ruang lingkup yang lebih aman dan akurat.



Gambar 5.80 Pelatihan staf: memahami sistem rekayasa yang kompleks dengan memiliki akses ke informasi. Gambar milik Stanford Medical Center.

Untuk melembagakan pengetahuan kesukuan:

- Membandingkan hasil dari satu peristiwa untuk tugas yang disebutkan dalam kasus penggunaan yang diuji, dampaknya lagi pada pengurangan waktu, yang dalam kasus pelembagaan pengetahuan kesukuan sangat signifikan.
- Memiliki data mengenai berbagai peralatan yang digunakan di gedung (yaitu, pabrikan, nomor model, nomor seri, tanggal pemasangan) berarti bahwa tim operasi tidak perlu memasukkan informasi secara manual ke dalam sistem CMMS, Maximo.
- Memahami sistem rekayasa yang kompleks dengan cepat, staf baru dapat mengembangkan rencana operasional lebih cepat.

- Hasil akhir desain asli dapat dikaitkan dengan bangunan dan dipertahankan sesuai desain.
- Tim struktural dapat dengan cepat menentukan apakah dinding dapat dibor, atau jika tim dapat menggantung hiasan berat dari balok.

Biaya BIM dan Dampaknya pada Anggaran Tahunan Metodologi berikut digunakan untuk menentukan biaya BIM terfaktor:

- Data survei pengguna digunakan untuk membuat penghematan biaya terfaktor.
- Jumlah event tahunan diperoleh dari sistem yang ada.
- Penghindaran biaya total dihitung berdasarkan fasilitas 100.000 sf.
- Biaya lunak dikembangkan untuk mempertahankan model BIM berdasarkan
- Waktu konsultasi
- Biaya perangkat lunak
- Perekrutan staf
- Perkiraan biaya yang dihitung selama lima tahun

Tabel 5.1 Biaya untuk Memelihara Model BIM dan Memeliharanya Selama 5 Tahun

Fasilitas Ukuran sf	Total Biaya Pembangunan Mode IDR (000)	Total Biaya Lunak selama 5 tahun IDR (000)	Rata-rata Biaya per sf selama 5 tahun IDR/sf
100,000	140,000	83,750	2.24
1,000,000	1,400,000	341,000	1.74
10,000,000	14,000,000	598,000	1.46

Hasil perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

Biaya awal untuk menyiapkan model BIM dengan informasi yang dibutuhkan adalah 1,40/sf(15,07/m²), dibebankan ke proyek. 1,40/sf dikembangkan dari biaya untuk mengubah model BIM dari model konstruksi menjadi model fasilitas serta biaya untuk konsultan BIM dan staf SHC. Data biaya untuk berbagai fasilitas ukuran ini ditunjukkan pada. Berdasarkan analisis biaya di atas untuk analisis tujuh kasus penggunaan saja, BIM ditemukan memiliki pengurangan langsung 4,5% dalam penghematan biaya untuk kelompok Stanford Healthcare berikut:

- Teknik dan pemeliharaan
- Lingkungan, kesehatan, dan keselamatan
- Manajemen fasilitas

Penghematan ini dihitung untuk fasilitas 100.000 sf dan setara dengan pengurangan 4% dalam biaya per pasien-hari. Penghematan harus meningkat untuk fasilitas yang lebih besar.

Pelajaran Masalah/Tantangan. Selama Fase Pengembangan Model As-built:

- **Kurangnya Data Aset dalam Model** Meninjau beberapa area model mengungkapkan bahwa beberapa elemen bangunan kekurangan informasi yang diperlukan, dan atribut elemen model bangunan kehilangan nilai. Misalnya, nomor jenis katup kosong, yang akan memengaruhi cara sistem dibaca dan dikenali. Nilai dasar tambahan yang biasanya dirujuk dari lembar potong peralatan tidak ada, seperti nama pabrikan. Sebagian besar, ini disebabkan oleh fakta bahwa spesifikasi konstruksi berantakan dan berserakan di mana-mana, dengan lebih dari 1.000 halaman pengiriman berisi informasi yang ditolak dan disetujui untuk elemen model yang sama. Hal ini menimbulkan kebutuhan untuk menambahkan bagian dalam rencana pelaksanaan BIM (BEP) untuk pedoman FM dan menempatkannya di depan untuk menghindari upaya yang diperlukan untuk mengumpulkan dokumentasi yang tepat setelah fakta. Kiriman yang ada di situs server file bersama tidak dapat dicerna; semuanya ada dalam satu file PDF besar yang sangat sulit dipahami. Selain itu, ada banyak nilai yang hilang untuk beberapa data yang diperlukan saat penyerahan. Pada satu titik, EcoDomus harus mengunduh manual O&M dari situs web produsen.
- **Konsistensi Data Aset Model** Dalam beberapa kasus, elemen model tidak memiliki atribut yang sesuai atau informasi atribut dari Kamus Data Stanford. Sepanjang pengembangan model yang dibangun, Microdesk membandingkan atribut proyek dalam model FM/O&M dan memeriksa silang informasi ini dengan Kamus Data yang disediakan oleh Stanford. Keluarga Revit (elemen model) tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam Pedoman BIM..
- **Sumber Data Model** Pada tahap tertentu data berada di aplikasi Middleware, bukan di model BIM.

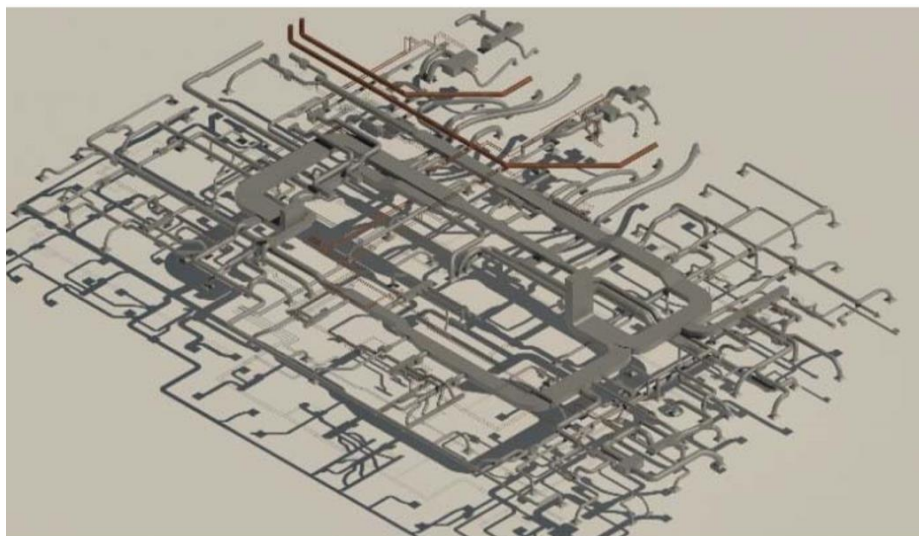
Hal di atas ditentukan melalui audit model BIM yang dijadwalkan pada tingkat penyelesaian 50%, 75%, dan 100%. Model as-built diperiksa kepatuhannya terhadap standar. Ini melibatkan menemukan dan melacak elemen, menyaring dan mengisolasi elemen, dan memeriksa konsistensi di seluruh elemen model.

Tim melihat berbagai kategori faktor teknis dan nonteknis:

- Integritas data FMS
- Atribut master Stanford
- Definisi pemodelan: standar dan konsistensi
- Konvensi penamaan (nomenklatur elemen untuk pemetaan yang tepat ke dalam Maximo)
- Definisi atribut elemen (mis., pabrikan, nomor model)
- Organisasi definisi sistem MEP; kemampuan untuk mengisolasi dan dilihat secara terpisah
- Konvensi penamaan untuk peralatan
- Jenis harus ringkas, berguna, dan deskriptif. Nama yang diberikan harus memungkinkan identifikasi yang mudah dan mudah dipahami untuk memfasilitasi pengoperasian, perbaikan, dan pemeliharaan peralatan gedung.

Resolusi dan Takeaways

1. Penyempurnaan pedoman Stanford Healthcare BIM untuk FM harus membahas sejumlah item, termasuk:
 - a. Kamus data harus dirujuk dalam pedoman BIM untuk FM dan harus menjadi bagian dari dokumen kontrak. Ini akan memastikan nama yang konsisten untuk semua data dan tingkat detail yang diperlukan.
 - b. Pembaruan BIM Execution Plan (BEP) adalah untuk memasukkan lebih banyak persyaratan eksplisit seputar persyaratan data dan kepemilikan mengikuti standar BIM untuk FM. Contoh dari persyaratan ini adalah:
 - i. Untuk meningkatkan akurasi model BIM yang dibangun dengan mengharuskan kondisi as built dipindai sehingga scanning dapat dibandingkan dengan model. Ini akan menangkap kesalahan umum seperti jarak yang tepat dari framing, lokasi ventilasi, pipa, katup, dan sebagainya. Ini akan memungkinkan validasi model dan memastikan bahwa semua detail diperhitungkan.
 - c. Untuk mengembangkan jadwal pengiriman as-built yang mengacaukan jadwal konstruksi dengan urutan potensial sebagai berikut:
 - i. Kontraktor mengoordinasikan data as-built dan penyerahan subkontraktor dengan tujuan untuk melakukan pemodelan di seluruh konstruksi, bukan menunggu penyelesaian konstruksi.
 - ii. Kesempatan untuk mengubah jadwal pengiriman untuk memasukkan RFI, CCD (Construction Change Directive), dan sejenisnya.
 - iii. Memungkinkan untuk perencanaan staf dan pertemuan pencapaian. •
 - d. Mempersingkat proses dokumentasi close out
 - i. Menyertakan persyaratan pengiriman dokumentasi sebagai bagian dari Maximo yang dapat diupload saat close out.
 - ii. Stanford Healthcare akan mengharuskan semua dokumen tertutup dalam format PDF yang sama dan konsisten.



Gambar 5.81 Isolasi sistem mekanis untuk verifikasi. Gambar milik Stanford Medical Center.

2. Alamat lokasi data

Salah satu pertanyaan kunci mengenai model built-in dan FM/O&M BIM adalah di mana data akan disimpan dan bagaimana dan oleh siapa data tersebut akan dipelihara. Mengenai masalah lokasi data, praktik terbaik di industri ini adalah menyimpan data dalam model BIM dan bukan dalam sistem eksternal. Ada beberapa metodologi untuk mendekati masalah pemeliharaan. Dua yang umum adalah:

- Mempertahankan model as-built Dalam metode ini, departemen fasilitas menyimpan datanya dalam pandangan konstruksi as-built, atau departemen fasilitas menyerahkan tanda garis merah kepada arsitek, yang memelihara model melalui perubahan berkelanmiliarn seperti menggabungkan atau memisahkan kamar.
- Gunakan model siklus hidup terpisah Dalam metode ini, manajer fasilitas membuat model siklus hidup terpisah dari konstruksi yang dibangun. Manajer fasilitas menghapus detail yang berguna untuk konstruksi tetapi tidak diperlukan untuk manajemen sehari-hari dan mempertahankan perubahan mereka sendiri (misalnya, menggabungkan kamar).

3. Mengembangkan strategi penskalaan Proses ini akan melibatkan pengembangan hierarki tahap untuk bangunan baru dan yang akan direnovasi. Berikut ini menjelaskan berbagai skenario di mana solusi dapat diskalakan. Pendekatan ini dipecah menjadi tiga tahap kegiatan yang menawarkan tingkat detail model yang meningkat dan memberikan pendekatan skala waktu.

- a. **Tahap 1** Kembangkan model LOD350 untuk fasilitas. Itu akan memungkinkan integrasi model BIM dalam solusi manajemen aset. Ini akan berdampak pada kasus-kasus seperti menangani kepatuhan terhadap peraturan (Kasus Penggunaan 7: Tinjauan ICRA/PCRA) dan melembagakan pengetahuan kesukuan (Kasus Penggunaan 5: Pelatihan Staf Teknik). Selain itu, tahap ini akan digunakan untuk memecahkan tantangan pemuatan data aset yang disajikan dalam Use Case 3: Entri dan Pembaruan Informasi Aset. Tahap awal pengembangan ini dapat memperoleh manfaat dari menggabungkan data yang diperlukan untuk kasus penggunaan ini karena ini mewakili penghematan biaya terbesar bagi organisasi
- b. **Tahap 2** Identifikasi sistem kritis dan siapkan model untuknya. Perluasan model yang ada untuk memasukkan sistem kritis akan memungkinkan dimasukkannya kasus yang melibatkan penghentian terencana dan reaktif (Kasus Penggunaan 1: Kebocoran Pipa Utama dan Kasus Penggunaan 6: Permintaan Penutupan) dan melembagakan pengetahuan suku (Kasus Penggunaan 2: Kasus Struktural dan Analisis Keselamatan Kebakaran dan Kasus Penggunaan 4: Jadwal Selesai Terintegrasi). • Tahap 3 Tahap ini merupakan pengembangan akhir dari model yang mencerminkan kondisi yang dibangun (LOD 500).

4. Strategi Dukungan Teknologi Pastikan bahwa manual pelatihan dan materi referensi selalu mudah diakses dan tersedia bagi pengguna untuk menghindari kembali ke cara lama.

Kesimpulan dan Pandangan Masa Depan

Proyek percontohan BIM Neuroscience terbukti berhasil dalam menguji tiga bidang utama yang paling penting bagi kelompok fasilitas dan pemeliharaan di Stanford Healthcare:

1. Perawatan pasien
2. Keselamatan pasien
3. Biaya per hari pasien

Akibatnya, subkomite manajemen informasi fasilitas dibuat, di bawah kelompok pengarah manajemen aset, yang tujuannya adalah untuk:

- Menentukan organisasi perpustakaan dokumen dan persyaratan konten
- Menentukan persyaratan dan format gambar rekaman
- Menentukan level, transfer data, dan penyimpanan/penggunaan BIM

Selama beberapa tahun ke depan, kombinasi BIM dan manajemen fasilitas akan memperluas kemampuan fasilitas dan staf perencanaan. Kemampuan untuk menggunakan model yang dibangun sebagai alat untuk mengeksplorasi dan memvalidasi status operasional fasilitas akan memberi staf perencanaan akses yang belum pernah terjadi sebelumnya ke data operasional. Tren keseluruhan di seluruh industri adalah untuk menggabungkan alat seperti Revit dengan sistem operasional. Alat tambahan yang akan digunakan dalam transformasi ini adalah model viewer berbasis web dan alat analisis data untuk mengeksplorasi dan memvalidasi data yang digunakan dalam sistem operasional. Secara keseluruhan, perpaduan teknologi ini akan menghasilkan pengurangan biaya operasional dan peningkatan akses informasi oleh staf fasilitas. Tim fasilitas dapat berharap dapat memberikan informasi gedung yang terinformasi, efisien, dan andal untuk pekerjaan perbaikan dan pemeliharaan. Menggunakan informasi terintegrasi dalam file digital yang diperbarui akan membantu memantau, melacak, dan meningkatkan kinerja operasional sekaligus mengurangi risiko dan meningkatkan kinerja di seluruh siklus hidup aset.

DAFTAR PUSTAKA

Adkins, L. (2010). *Coaching agile teams*. Pearson Education Inc.

APM, 2015, Available online:

https://www.apm.org.uk/sites/default/files/Conditions%20for%20Project%20Success_web_FINAL_0.pdf.

Bahsoon, R., & Emmerich, W. (2004). Evaluating architectural stability with real options theory. In *Proceedings of the 20th IEEE International Conference on Software Maintenance (ICSM'04)*.

Barlow, G. (September 29, 2014). Has the role of the PMO peaked? [Blog]. In *The future of decentralised management, enterprise portfolio management (EPPM)*. Oracle. Available online

https://blogs.oracle.com/eppm/entry/has_the_pmo_peaked_a.

Bass, L., Clements, P., & Kazman, R. (2003). Software architecture in practice. In *SEI series in software engineering* (2nd ed.). Addison-Wesley.

Bergstein, B. (2016). *EmTech: A legendary MIT building's lesson's on innovation*. Available online

<https://www.technologyreview.com/s/531011/emtech-a-legendary-mit-buildings-lessons-on-innovation/>.

Bosch, J. (May 16–20, 2011). In *Keynote abstract Saturn Conference San Francisco*. SEI.

Brown, N., Nord, R., & Ipek, O. (November/December 2010). Enabling agility through architecture. *CrossTalk*.

Carroll, J., & Morris, D. (2015). *Agile project management in easy steps*.

Cassidy, D. (August 2016). If you are agile you don't need a strategy. *PCPro* (262), 122.

CMMI® for Development. (November 2010). *Version 1.3 CMMI-DEV, V1.3*. SEI.

Cockburn, A. (2002). *Agile software development*. Addison-Wesley.

Cohn, M. (2004). *User stories applied*. Addison-Wesley.

Cohn, M. (2006). *Agile estimating and planning*. Addison-Wesley.

Cohn, M. (2009). *Succeeding with agile: Software development using scrum*. Addison-Wesley.

Collins, G. (June 12–15, 2006). Experience in developing metrics for agile projects compatible with CMMI best practice. In *SEI SEPG Conference Amsterdam*.

- Collins, G. (2011a). *Post-graduate course GZ07, academic year 2010–11*. Department of Computer Science, Faculty of Engineering Sciences, UCL.
- Collins, G. (2011b). Developing agile software architecture using real-option analysis and value engineering. In *SEI SEPG Conference Dublin June 2011*.
- Collins, G. (2013). *Experience as lead consultant on commercial consulting project 1999–2000 included in GZ07 post-graduate teaching for GZ07 course*. Department of Computer Science, Faculty of Engineering Sciences, UCL.
- Comella-Dorda, S., Lohiya, S., & Speksnijder, G. (May 2016). *An operating model for company-wide agile development*. McKinsey and Company. Available online <http://www.mckinsey.com/business-functions/business-technology/our-insights/an-operating-model-for-company-wide-agile-development>.
- Dingsøy, T., Fægri, T. E., Dybå, T., Haugset, B., & Lindsjørn, Y. (2016). Team performance in software development: research results versus agile principles. *IEEE Software*, 33(4), 106–110. DSDM. (2008). *Facilitation approach handbook*. Available online: <https://www.dsdm.org/content/facilitated-workshops>.
- Elsamadis, A. (2009). *Agile adoption patterns: A roadmap to organisational success*. Addison-Wesley.
- Ferraro, J. M. (2012). *Venice, history of the floating city*. Cambridge University Press, 184–185.
- Goodpasture, J. (2010). *Project management, the agile way*. Ross Publishing Inc.
- Highsmith, J. (2002). *Agile software development ecosystems*. Addison-Wesley.
- Highsmith, J. (2009). *Agile project management* (2nd ed.). Addison-Wesley Professional.
- Highsmith, J. (2010). *Agile project management* (2nd ed.). Addison-Wesley.
- Humble, J., Molesky, J., & O'Reilly, B. (2015). *Lean enterprise: How high performance organisations innovate at scale*. O'Reilly Media.
- Jones, S. (2016). *Agile project management, quick start guide*. Create Space IPP.
- Knaster, R., & Leffingwell, D. (2016). *SAFe® 4.0 distilled: Applying the scaled agile framework® for lean software and systems engineering*. Addison-Wesley.
- Kniberg, H. (March 24, 2014). *Spotify engineering culture [video], spotify*. Available online: <http://abs.spotify.com/2014/03/27/spotify-engineering-culture-part-1/>.
- Larman, C. (2004). *Agile & iterative development: A manager's guide*. Addison-Wesley.

- Layton, M. C. (2012). *Agile project management for dummies*. John Wiley.
- Leffingwell, D. (2007). *Scaling software agility: Best practices for large enterprises*. Addison-Wesley (Chapter 21 with Ken Schwaber).
- Markoff, J. (July 19, 2016). *Using virtual reality to create a new corporate headquarters*. International New York Times, Media Technology Business, 15.
- Martin, H., Detlef, S., & Asin, T. (2016). *The evolution of social technologies*. McKinsey & Company. Available online
<http://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/the-evolution-of-social-technologies>.
- McKendrick, J. (March 24, 2015). *How amazon handles a new software deployment every second*. ZDNet. Available online:
<http://www.zdnet.com/article/how-amazon-handles-a-new-software-deployment-every-second/>.
- Newman, S. (June 30, 2014). *Demystifying Conway's Law*. [blog] Thought Works. Available online:
<https://www.thoughtworks.com/insights/blog/demystifying-conways-law>.
- Rigby, D., Sutherland, J., & Takeuchi, H. (May 2016). Embracing agile: how to master the process that's transforming management. *Harvard Business Review*, 40–50.
- Ross, J. W., Weill, P., & Robertson, D. C. (2006). *Enterprise architecture as strategy: Creating a foundation for business execution*. Harvard Business Review Press.
- Royce, W. (2011). Measuring agility and architectural integrity. *International Journal of Software Informatics*, 5(3), 415–433.
- Rule, P. G. (February 3, 2011). *What do we mean by "Lean"? Guest lecture for professional practice series*.
- Department of Computer Science, Faculty of Engineering Sciences, UCL.
- Schwaber, K. (2004). *Agile project management*. Microsoft.
- Schwartz, M. (2016). *The art of business value*. Portland, Oregon: IT Revolution.
- Shalloway, A., Beaver, G., & Trott, J. R. (2010). *Lean-agile software development: achieving enterprise agility*. Addison-Wesley.
- Sharma, S., CTO, DevOps Technical Sales and Adoption IBM. June 30, 2016. Innovate, learn and disrupt: A practical discussion on becoming agile. Enterprise DevOps Summit London.

- Shore, J. (2007). *The art of agile development*. O'Reilly.
- Siemens. (April 20, 2016). *Autonomous systems: Spider workers*. Available online <http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/digitalization-and-software/autonomous-systems-siemensresearch-usa.html>.
- Skelton, M., & O'Dell, C. (2016). *Continuous delivery with windows and NET*. O'Reilly Media.
- Strode, D., Huff, S., Hope, B., & Link, S. (2012). Co-ordination of co-located agile software development projects. *Journal of Systems and Software*, 85, 1222–1238.
- Sutherland, J. (2005). *Future of scrum: support for parallel pipelining of sprints in complex projects*. Denver, CO: Agile (Conference).
- Trimble, J., & Webster, C. (Jan. 2013). From traditional, to lean, to agile development: finding the optimal software engineering cycle. In *46th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 4826–4833).
- Van Heesch, U., Eloranta, V.-P., Avgeriou, P., Koskimies, K., & Harrison, N. (2014). Decision centric architecture reviews. *IEEE Software*, 31(1), 69–76.
- Weill, P. (June 14, 2007). *IT Portfolio management and it savvy: Rethinking it investments as a portfolio*. Centre for Systems Research (CISR) MIT Sloan School of Management.
- Weill, P., & Woerner, S. (2015). Thriving in an increasingly digital Ecosystem. *MIT Sloan Management Review*, 56(4).

MANAJEMEN PERIKLANAN

Dr. Sulartopo, S.Pd., M.Kom.



BIODATA PENULIS

Penulis lahir di Demak, Jawa Tengah, 29 Januari 1966. Menyelesaikan pendidikan Program Sarjana Pendidikan Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang tahun 2001 dan Program Magister Komputer Teknik Informatika di Pascasarjana Fakultas Ilmu Komputer Universitas Dian Nuswantoro Semarang tahun 2004. Sejak tahun 2001 sebagai staf pengajar tetap Yayasan Prima Agus Teknik Semarang. Gelar Doktor Ilmu Manajemen diraih dari Pascasarjana Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga tahun 2022.

Penulis memiliki berbagai disiplin ilmu yang diperoleh dari pendidikan formal dan non-formal antara lain teknik elektro, komputer, fotografi, periklanan, desain grafis dan ilmu manajemen. Memiliki sertifikasi keahlian dalam bidang Computer Programming (Kotlin, Javascript, Android), Knowledge Management, Artificial Intelligence, Internet Of Things, Technopreneurship, Internet Marketing dan Cyber Security. Telah menghasilkan Buku Ajar ber ISBN dan HAKI dari beberapa karya cipta, juga terlibat dalam berbagai organisasi profesi dan menjadi Mentor UMKM Maju Digital.



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

PENERBIT :

YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

JL. Majapahit No. 605 Semarang
Telp. (024) 6723456. Fax. 024-6710144
Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id

ISBN 978-623-5734-50-7 (PDF)



9 786235 734507

MANAJEMEN PERIKLANAN

Dr. Sulartopo, S.Pd., M.Kom.



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

PENERBIT :
YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK
JL. Majapahit No. 605 Semarang
Telp. (024) 6723456. Fax. 024-6710144
Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id