



STANDAR GAMBAR KERJA ARSITEKTUR

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM.

STANDAR GAMBAR KERJA ARSITEKTUR

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM.

BIO DATA PENULIS



Penulis memiliki berbagai disiplin ilmu yang diperoleh dari Universitas Diponegoro (UNDIP) Semarang. dan dari Universitas Kristen Satya Wacana (UKSW) Salatiga. Disiplin ilmu itu antara lain teknik elektro, komputer, manajemen, ilmu sosiologi dan ilmu hukum. Penulis memiliki pengalaman kerja pada industri elektronik dan sertifikasi keahlian dalam bidang Jaringan Internet, Telekomunikasi, Artificial Intelligence, Internet Of Things (IoT), Augmented Reality (AR), Technopreneurship, Internet Marketing dan bidang pengolahan dan analisa data (komputer statistik), Ilmu Perpajakan.

Penulis adalah pendiri dari Universitas Sains dan Teknologi Komputer (Universitas STEKOM) dan juga seorang dosen yang memiliki Jabatan Fungsional Akademik Lektor Kepala (Associate Professor) yang telah menghasilkan puluhan Buku Ajar ber ISBN, HAKI dari beberapa karya cipta dan Hak Paten pada produk IPTEK. Sejak tahun 2023 penulis tercatat sebagai Dosen luar biasa di Fakultas Ekonomi & Bisnis (FEB) Universitas Diponegoro Semarang. Penulis juga terlibat dalam berbagai organisasi profesi dan industri yang terkait dengan dunia usaha dan industri, khususnya dalam pengembangan sumber daya manusia yang unggul untuk memenuhi kebutuhan dunia kerja secara nyata.



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 978-634-7227-24-9 (PDF)



9

786347

227249

STANDAR GAMBAR KERJA ARSITEKTUR

Penulis :

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM.

ISBN : 978-634-7227-24-9

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 Yuniato, S.Ds., M.Kom

Penebit :

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

Anggota IKAPI No: 279 / ALB / JTE / 2023

Redaksi :

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. 08122925000

Fax. 024-6710144

Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id

Distributor Tunggal :

Universitas STEKOM

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. 08122925000

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

Perkembangan dunia arsitektur saat ini menuntut setiap insan yang terlibat di dalamnya untuk terus beradaptasi dan memperbarui pengetahuan, khususnya dalam hal standar dan teknik gambar kerja. Buku "**Standart Gambar Kerja Arsitektur**" ini hadir sebagai upaya untuk menjawab kebutuhan tersebut, dengan menyajikan pembahasan yang komprehensif, terstruktur, dan mudah dipahami.

Buku ini disusun untuk memenuhi kebutuhan mahasiswa arsitektur, praktisi, maupun siapa saja yang ingin memahami proses dan standar dalam gambar kerja arsitektur. Setiap bab dirancang secara sistematis, dimulai dari pembahasan material utama seperti beton, batu, logam, dan kayu, hingga aspek desain berkelanjutan, desain inklusif, teknologi komputasi, penelitian arsitektur, dan sistem informasi konstruksi. Dengan demikian, pembaca diharapkan memperoleh pemahaman menyeluruh, mulai dari teori hingga aplikasi di lapangan.

Buku ini tidak hanya membahas aspek teknis dari material utama seperti beton, batu, logam, dan kayu, tetapi juga mengupas secara mendalam prinsip-prinsip desain berkelanjutan dan inklusif yang kini menjadi tuntutan utama dalam pembangunan modern. Setiap bab dirancang untuk memberikan pemahaman menyeluruh, mulai dari teori dasar, aplikasi praktis di lapangan, hingga penerapan teknologi terbaru seperti Building Information Modeling (BIM) dan sistem informasi konstruksi.

Selain itu, buku ini juga memuat pembahasan mengenai penelitian arsitektur, standar CAD, simbol grafis, serta perhitungan luas dan volume yang sangat penting dalam proses perencanaan dan pelaksanaan proyek. Dengan demikian, buku ini diharapkan dapat menjadi referensi utama bagi mahasiswa, dosen, praktisi, maupun siapa saja yang ingin memperdalam wawasan di bidang arsitektur.

Kami menyadari bahwa tantangan di dunia arsitektur semakin kompleks, sehingga kolaborasi antara pengetahuan klasik dan inovasi mutakhir sangat diperlukan. Melalui buku ini, kami berharap pembaca dapat memperoleh bekal yang cukup untuk menghadapi dinamika tersebut, serta mampu menghasilkan karya arsitektur yang fungsional, estetis, dan berkelanjutan.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku ini. Saran dan masukan yang membangun sangat kami harapkan untuk penyempurnaan edisi berikutnya. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat dan inspirasi bagi seluruh pembaca.

Selamat membaca dan berkarya!

Semarang, Juli 2025

Penulis

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM.

DAFTAR ISI

Halaman judul	i
Kata Pengantar	ii
DAFTAR ISI.....	iii
BAB 1 BETON.....	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Bekisting Beton	2
1.3 Bekis Beton Untuk Pelat Dan Balok	12
1.4 Aksesoris Formwork Bekas Beton	14
1.5 Penguatan Beton	19
1.6 Permukaan Beton, Pengerjaan Akhir, Dan Warna Integral	26
BAB 2 PERBAIKAN BATU	33
2.1 Pendahuluan	33
2.2 Penahan Batu Bata, Penguatan, Dan Aksesoris	34
2.3 Aksesoris Batu.....	40
2.4 Sambungan Gerakan Batu Pasangan	43
2.5 Unit Pasangan Batu Tanah Liat	51
2.6 Batu Pasangan Kaca	57
2.7 Perakitan Batu.....	64
2.8 Pola Batu Pasangan Dan Pelapisan Batu	70
BAB 3 LOGAM	75
3.1 Pendahuluan	75
3.2 Bahan Logam.....	76
3.3 Hasil Akhir Pada Logam	84
3.4 Rangka Logam Struktural	88
BAB 4 KAYU.....	102
4.1 Pendahuluan	102
4.2 Bahan Kayu.....	103
4.3 Perawatan Kayu Dengan Pengawet	110
4.4 Perawatan Kayu Tahan Api.....	116
4.5 Perakitan Kayu	120
4.6 Pelapis Kayu	125
4.7 Jenis Panel Kayu Lapis.....	129
4.8 Produk Panel Dan Pelapis Kayu	144
BAB 5 DESAIN BERKELANJUTAN	155
5.1 Pendahuluan	155
5.2 Prinsip Dan Proses Kerangka Desain Yang Baik	156
5.3 Aliran Di Alam	166
5.4 Ekosistem Yang Sehat	173

5.5	Bahan Yang Sehat	178
5.6	Konservasi Sumber Daya Dan Bahan Yang Tidak Beracun	189
5.7	Bentuk Komunitas Dan Infrastruktur Berkelanjutan	192
5.8	Bangunan Yang Efektif	197
5.9	Prioritas Untuk Bangunan Berkelanjutan.....	213
5.10	Metrik Sistem Penilaian Dan Penghargaan	217
BAB 6	DESAIN INKLUSIF	227
6.1	Pendahuluan	227
6.2	Desain Universal	228
6.3	Tujuh Prinsip Desain Universal	231
6.4	Kode, Hukum, Dan Peraturan	242
6.5	Zona Pemuatan Penumpang.....	259
6.6	Lift Kursi Roda	271
6.7	Fitur Komunikasi Yang Mudah Diakses.....	278
6.8	Kamar Mandi Perumahan Yang Mudah Diakses	290
6.9	Dapur Hunian Yang Mudah Diakses.....	297
BAB 7	TEKNOLOGI KOMPUTASI.....	306
7.1	Pendahuluan	306
7.2	Pemodelan Informasi Bangunan (Bim).....	306
7.3	Aplikasi Lain Yang Terkait Dengan Bim	318
BAB 8	PENELITIAN ARSITEKTUR	325
8.1	Pendahuluan	325
8.2	Sifat Penelitian	326
8.3	Penelitian Teknis.....	329
BAB 9	SISTEM INFORMASI KONSTRUKSI.....	339
9.1	Standar CAD	339
9.2	Simbol Grafis	343
9.3	Data Matematika.....	346
9.4	Perhitungan Luas Dan Volume	356
DAFTAR PUSTAKA	359

BAB 1

BETON

1.1 PENDAHULUAN

Beton hadir di hampir setiap bangunan modern. Sebagian besar fondasi dan lantai terbuat dari beton, dan rangka struktural beton untuk bangunan dengan semua ketinggian adalah hal yang umum. Ditambah lagi beton yang digunakan di fasilitas layanan, lokasi, dan infrastruktur lainnya, serta proses konstruksi, dan mudah dipahami mengapa beton merupakan salah satu bahan bangunan buatan manusia yang paling banyak digunakan.

Beton dapat menjadi bahan bangunan yang berkelanjutan. Daya tahannya memastikan bahwa lebih sedikit sumber daya yang dibutuhkan untuk memperbaiki atau mengganti struktur beton. Struktur yang dibangun dengan beton berinsulasi memiliki kinerja energi yang optimal, dan beton berwarna terang menyerap lebih sedikit panas serta memantulkan lebih banyak cahaya, sehingga mengurangi efek pulau panas di lingkungan perkotaan. Produsen beton kini menggunakan bahan daur ulang sebagai bagian dari campuran beton, dan beton itu sendiri dapat dihancurkan dan didaur ulang setelah "masa pakai" awalnya yang bermanfaat berakhir.

Beton juga dapat menjadi pilihan yang menarik secara estetika untuk bangunan, dengan sifat-sifat yang menawarkan pilihan bentuk, tekstur, dan warna yang hampir tak terbatas bagi para profesional desain. Struktur khas dari beberapa arsitek terhebat di dunia—Frank Lloyd Wright, Santiago Calatrava, dan Tadao Ando, di antaranya—membuktikan keindahan beton.

Sejauh mana beton memenuhi peran utilitas, lingkungan, dan estetikanya bergantung pada pengetahuan dan ketejalur landaiilan orang-orang yang bekerja di setiap mata rantai dalam rantai konstruksi, dari konsepsi hingga pelaksanaan. Orang-orang ini termasuk profesional desain, produsen material, dan kontraktor. Masukan dari semua profesional ini membantu arsitek untuk merancang struktur yang memenuhi fungsinya, menyenangkan mata, melayani lingkungan, dan melindungi penghuninya dengan memadai.

Arsitek harus dengan jelas mendefinisikan ekspektasi untuk material beton yang digunakan untuk pelaksanaan pekerjaan. Yang sangat penting adalah detail desain yang menunjukkan elemen beton saat berinteraksi dengan komponen bangunan lain seperti rangka baja struktural, jendela, dinding partisi, pelapis, dan penutup lantai. Ketidaksesuaian toleransi konstruksi untuk bahan material dapat berdampak negatif pada biaya dan jadwal proyek, sedangkan detail yang dikembangkan dengan saksama dan dirancang dengan baik, seperti yang ditunjukkan di seluruh buku ini, akan memfasilitasi koordinasi di antara berbagai bidang, dan memastikan proyek sebaik mungkin. Bekisting beton dan aksesori meliputi bekisting permanen dan sementara, *angkur*, *insert*, sambungan ekspansi dan kontrol, serta *waterstops* untuk beton *cast-in-place* struktural dan arsitektural. Bekisting beton meliputi bekisting *metal pan*, bekisting kayu, bekisting plastik, *slip forms*, dan bekisting kertas bergelombang untuk

penempatan beton. Ini juga dapat mencakup *form liners* dan *void forms*.

Pembentukan beton dan aksesorinya meliputi bekisting permanen dan sementara, jangkar, sisipan, sambungan ekspansi dan kontrol, dan waterstop untuk beton cor di tempat yang bersifat struktural dan arsitektural. Bekisting beton meliputi bekisting panci logam, bekisting kayu, bekisting plastik, bekisting slip, dan bekisting kertas bergelombang untuk menempatkan beton. Bekisting ini juga dapat meliputi pelapis bekisting dan bekisting rongga.

1.2 BEKISTING BETON

Biaya bekisting beton merupakan bagian penting dari total biaya pemasangan beton. Jadi, dengan mengembangkan elemen dan detail desain yang menyederhanakan atau menstandarisasi persyaratan bekisting, profesional desain dapat membantu menekan biaya konstruksi. Berikut ini adalah rekomendasi untuk penghematan dalam pembentukan beton:

- Penggunaan kembali bekisting. Hal ini sangat penting untuk penghematan konstruksi. Profesional desain dapat memfasilitasi penggunaan kembali bekisting dengan menstandarisasi dimensi bukaan, kolom, balok, dan pondasi, dengan menggunakan sesedikit mungkin ukuran yang berbeda untuk masing-masing bekisting. Misalnya, jika ukuran kolom harus berubah, pertahankan satu dimensi tetap (misalnya, lebar) sambil memvariasikan dimensi lainnya (kedalaman). Hal ini memungkinkan setidaknya setengah dari panel bekisting digunakan berkali-kali. Ulangi tata letak lantai dan kolom yang sama dari satu rongga ke rongga lainnya di setiap lantai dan dari lantai ke lantai. Hal ini meningkatkan produktivitas tenaga kerja dan memungkinkan penggunaan bekisting ulang.
- Mockup. Arsitek dan kontraktor harus menyepakati lokasi dan tampilan permukaan arsitektur yang diinginkan sebelum pekerjaan beton ekspos dimulai. Tentukan mockup untuk membantu mencapai hal ini dan menghindari perselisihan selama dan setelah konstruksi.
- Bekisting panel besar. Jika memungkinkan, buat area bekisting yang tidak terputus dengan ukuran yang sama. Meningkatkan ukuran area tersebut memungkinkan kontraktor untuk menggabungkan panel bekisting menjadi beberapa kelompok untuk penggunaan derek yang efisien.
- Detail desain. Kerumitan dan ketidakteraturan lebih mahal dan sering kali tidak menambah efek estetika secara proporsional.
- Panel kayu lapis berbingkai baja. Panel ini paling baik digunakan jika tinggi atau ukuran kolom sangat bervariasi. Bekisting kolom yang berengsel/berkelompok/khusus digunakan untuk meningkatkan efisiensi tenaga kerja saat penggunaan ulang beberapa kali (lebih dari 10) dapat direncanakan. Produktivitas yang diperoleh dengan setiap siklus akan mengimbangi peningkatan biaya bekisting.

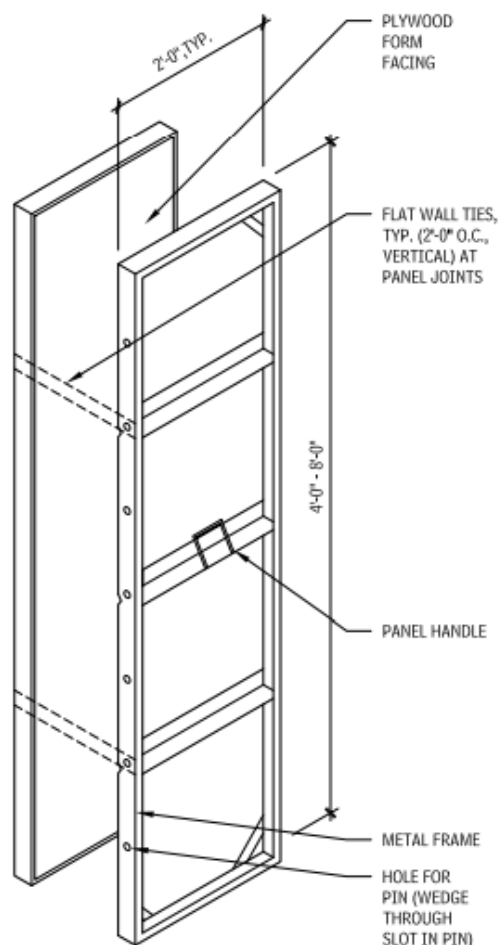
Bentuk Dan Panel Dinding

Biasanya terbuat dari kayu lapis berbingkai baja, panel juga tersedia dalam aluminium. Pengikat dinding (biasanya pengikat datar) dan bekisting dinding disatukan oleh pin berlekuk yang melewati lubang-lubang yang berdampingan. Sebuah baji yang didorong ke dalam slot di

samping bekisting dinding akan mengencangkan sambungan. Masa pakai bekisting dapat diperpanjang dengan membalik atau mengganti permukaan kayu lapis. Untuk menghasilkan beton berpola, pelapis plastik yang dapat digunakan kembali dapat digunakan. Untuk penghematan maksimum, panel dapat dirakit dalam kelompok besar dan dipasang dengan derek. Panel kayu lapis berbingkai baja dan/atau bekisting dinding pengikat datar sebagian besar digunakan untuk beton struktural. Kerusakan pada pengikat datar dan jejak rangka baja pada beton dapat mengurangi tampilan beton.

Sambungan Bekisting

Sambungan bekisting merupakan hal yang melekat pada pekerjaan beton karena penggunaan panel kayu lapis. Beton arsitektur biasanya memerlukan sambungan yang lebih estetik. Gasket busa yang dapat dikompresi hanya boleh digunakan saat karat ditambahkan. Epoksi pada potongan 45°, beralur dan berlidah (dengan sealant), direkatkan, disambung (dengan sealant), dan diberi gasket dengan bahan kompresibel sel tertutup sering kali merupakan sambungan bekisting yang dapat diterima untuk beton struktural. Penyangga sambungan 2x dapat diterima untuk sambungan kayu lapis dalam satu arah tetapi tidak praktis untuk sambungan tegak lurus.



Gambar 1.1 formwork beton pabrik

Solusi sambungan yang baik adalah menambahkan lapisan kayu lapis kedua ke

bekisting, menata sambungan secara berselang-seling dari lembaran muka. Meskipun sulit dicapai dengan bekisting yang dibuat di lokasi, penerapan sealant sambungan pada sambungan bekisting memberikan sambungan yang paling estetik. Karena ruang akses terbatas, Penyegelan sambungan bekisting di kedua sisi bekisting dinding hampir mustahil dan akan meningkatkan biaya bekisting secara signifikan.

Bekisker Balok-Kolom

Secara umum, desain yang paling murah untuk bekisting adalah kolom yang memiliki lebar yang sama atau lebih sempit daripada balok yang disangganya, sehingga bekisting balok dapat didirikan dalam garis yang berkesinambungan. Dalam desain bekisting dengan biaya sedang, bekisting dasar balok dipotong agar pas dengan bagian atas kolom. Dalam desain bekisting dengan biaya tinggi, bekisting balok dipasang ke dalam kantong di kedua sisi bekisting kolom.

Pondasi

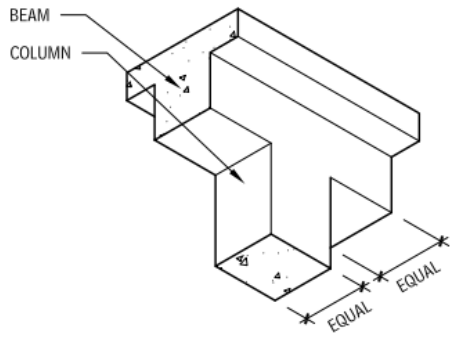
Jika pondasi bertangga diperlukan, gunakan lebih sedikit anak tangga dan rancang bekisting tersebut sesuai dengan dimensi kayu dan tripleks standar atau pembagian modular dari dimensi tersebut.

Pondasi Pengikat

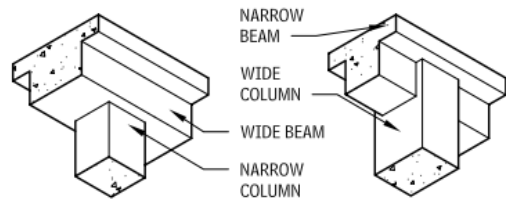
Memasang dan melepas ikatan serta menambal lubang ikatan merupakan beberapa operasi yang paling padat karya dalam pembentukan beton. Selain itu, mendapatkan tambalan yang tahan lama dan tidak mencolok sering kali terbukti sulit. Hindari masalah ini dengan menentukan sambungan kerucut yang halus di ujung ikatan, kemudian biarkan lubang pengikat yang seragam terlihat atau sumbat dengan sumbat beton pra-cetak dan bahan pengikat yang telah dibentuk sebelumnya dan bahan pengikat. Logam yang mudah terkorosi harus memiliki lapisan beton minimal 1-1/2 inci. Kontraktor dapat mengusulkan jarak ikatan yang lebih lebar dari 2 kaki di atas permukaan tanah untuk mengurangi jumlah total ikatan demi menghemat biaya, tetapi ini memerlukan ikatan yang lebih kuat dan penyangga bekisting yang lebih berat.

Untuk pola ikatan yang tidak dibentuk secara berkelompok, karena penggunaan ulang yang terbatas, pola ikatan berukuran 2 kaki x 2 kaki harus menjadi ukuran maksimum; pola berukuran 1 kaki x 1 kaki adalah ukuran minimum yang sesuai.

Untuk pola ikatan yang dibentuk secara berkelompok, pola berukuran 4 kaki x 4 kaki adalah jarak minimum yang memanfaatkan kapasitas ikatan. Jarak maksimum yang sesuai adalah 6 kaki x 6 kaki. Perhatikan lokasi sambungan konstruksi vertikal dan horizontal saat menentukan lokasi ikatan. Bekisting dinding eksterior sering kali memerlukan jangkar bekisting yang tertanam di beton untuk setiap pengangkatan. Jangkar dapat ditambah tetapi, hal itu dapat mengurangi tampilan beton.



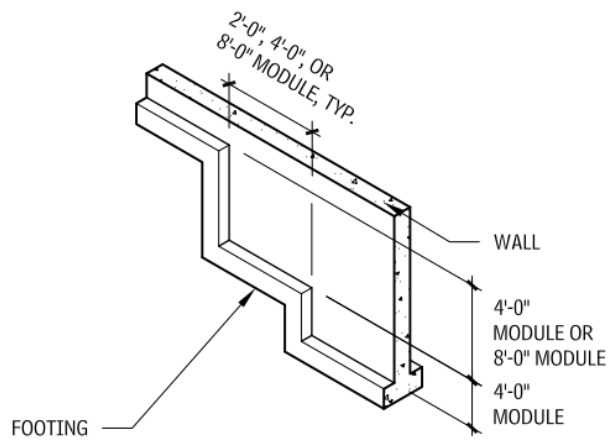
**RECOMMENDED
LOW-COST FORMWORK**



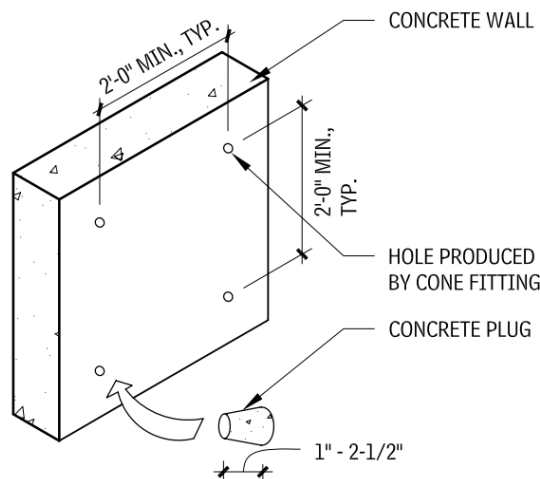
MIDCOST FORMWORK

HIGH-COST FORMWORK

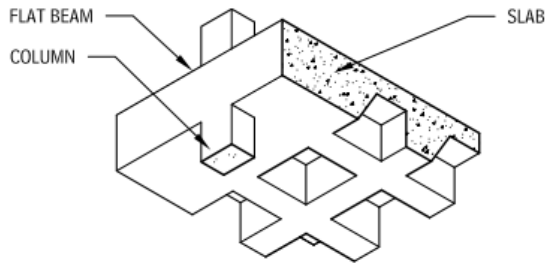
Gambar 1.2 formwork balok ke kolom



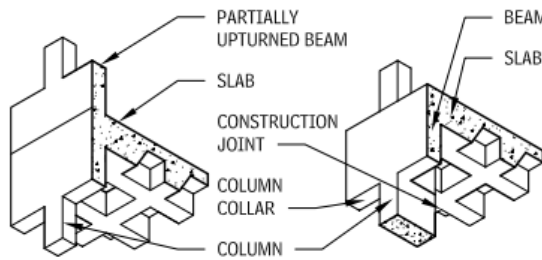
Gambar 1.3 pondok berundang



Gambar 1.4 pola pengikat bentuk



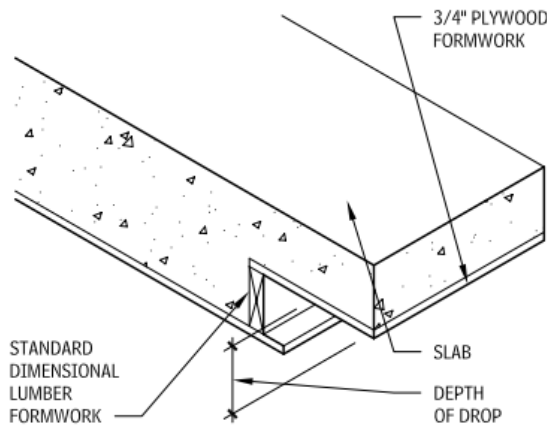
**RECOMMENDED
LOW-COST FORMWORK**



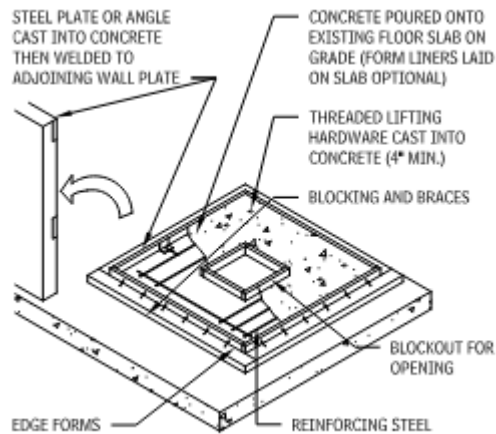
MIDCOST FORMWORK

HIGH-COST FORMWORK

Gambar 1.5 formwork balok spandrel



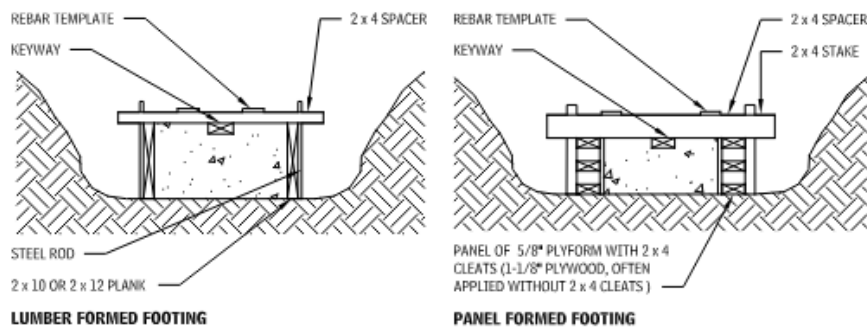
Gambar 1.6 formwork kayu standar



Gambar 1.7 bekas dinding beton miring

Balok Spandrel

Balok datar yang dirancang agar memiliki kedalaman yang sama dengan rakitan lantai adalah yang paling murah, karena paling efisien mengakomodasi konstruksi rangka terbang. Balok yang lebih dalam dan lebih sempit harganya lebih mahal; tetapi jika balok yang lebih dalam dibutuhkan, biaya dapat dikontrol dengan membuat balok setebal kolom dan setidaknya sebagian terbalik. Bagian balok spandrel yang terbalik harus kurang dari 30 inci untuk penghematan terbaik. Pilihan yang paling mahal adalah kolom yang lebih tebal dari balok. Ini memerlukan kerah kolom dengan sambungan konstruksi.



Gambar 1.8 pondasi yang dibentuk

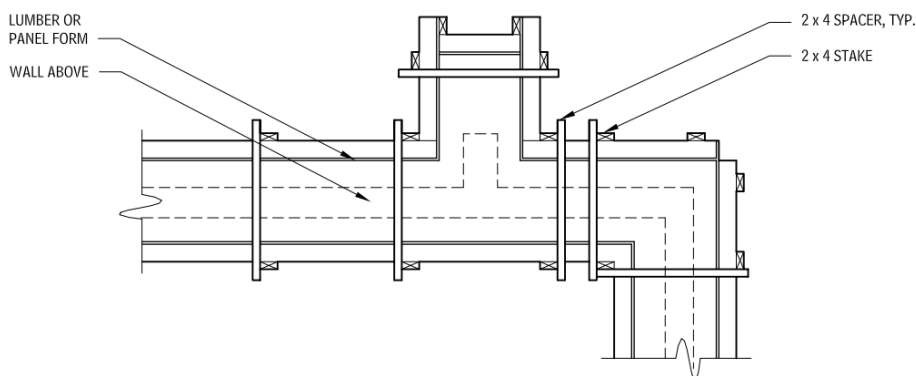
Bentuk Kayu

Menyesuaikan elemen desain dengan ukuran modular kayu bekisting dan kayu lapis serta memberi dimensi pada bagian struktur agar sesuai dengan modul dapat menghemat biaya bekisting khusus. Misalnya, untuk menghemat pemborosan dan waktu penggergajian dan penyambungan rangka tepi, buat kedalaman penurunan pada pelat sama dengan ukuran sebenarnya kayu standar, ditambah 3/4 inci untuk ketebalan kayu lapis.

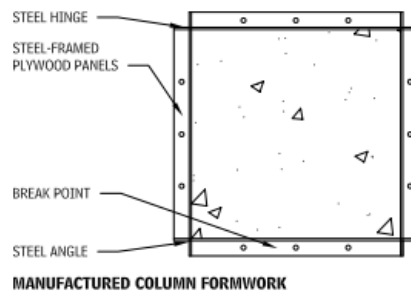
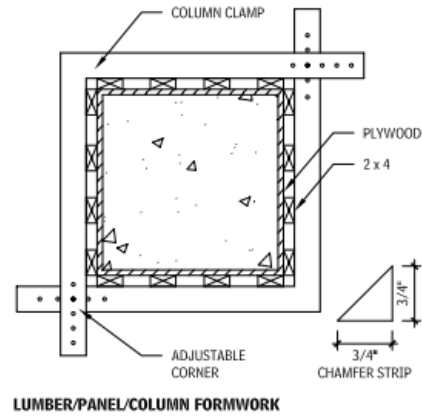
Beton Tilt-Up

Pada beton tilt-up, dinding dicor pada pelat lantai yang telah selesai, yang harus rata, halus, dan diberi bahan pemutus ikatan agar mudah dipisahkan. Dinding kemudian dimiringkan atau diangkat ke posisi vertikal dan diikat ke rangka struktural. Metode ini mengurangi bekisting dan tenaga kerja serta menghilangkan persyaratan transportasi yang dapat membatasi ukuran panel.

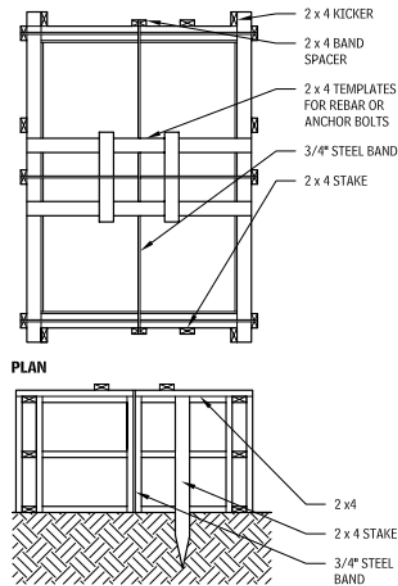
Bekiser Beton Untuk Kolom Dan Pondok



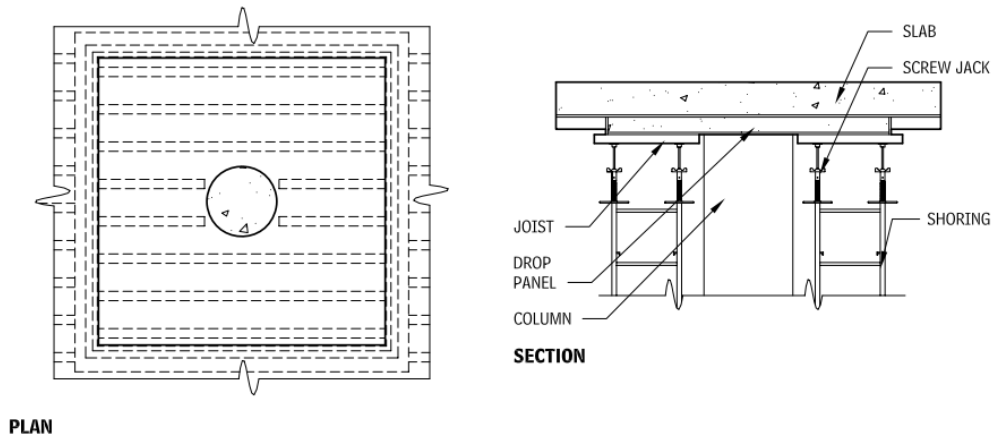
Gambar 1.9 rencana formwork pipa dinding



Gambar 1.10 rencana formwork kolom

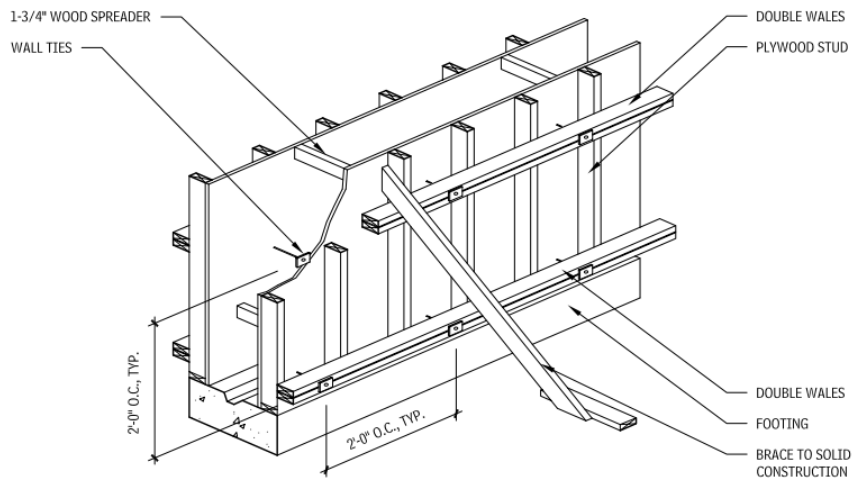


Gambar 1.11 bekis kaki kolom

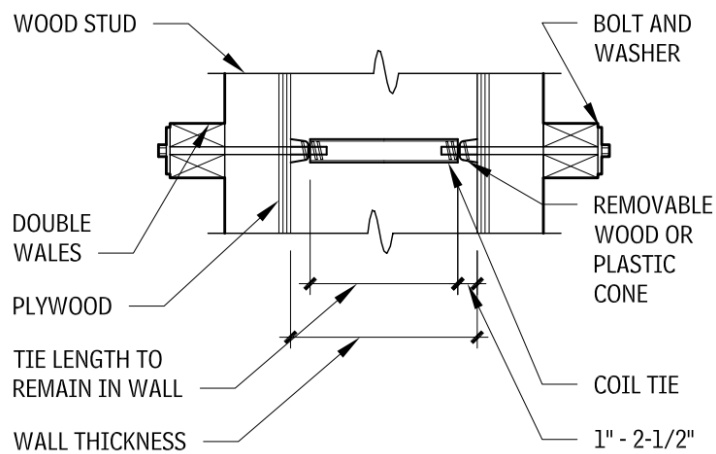


Gambar 1.12 Panel drop di atas kolom

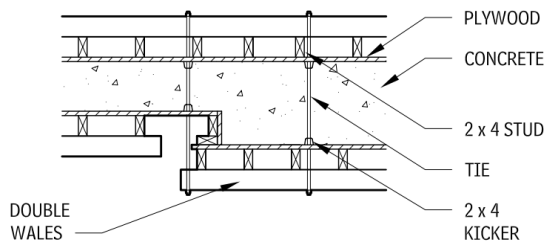
Bekiser Beton Untuk Dinding



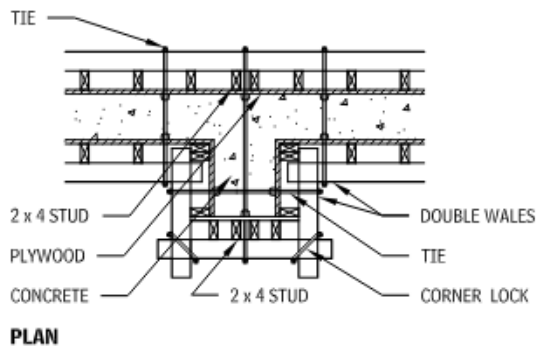
Gambar 1.13 bekiser dinding yang dibangun di lokasi umum



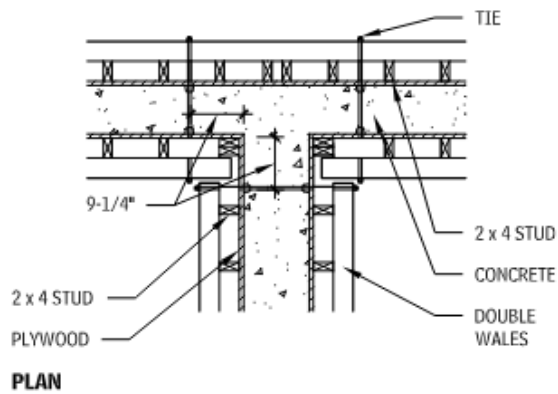
Gambar 1.14 bentuk dinding yang dibangun di lokasi



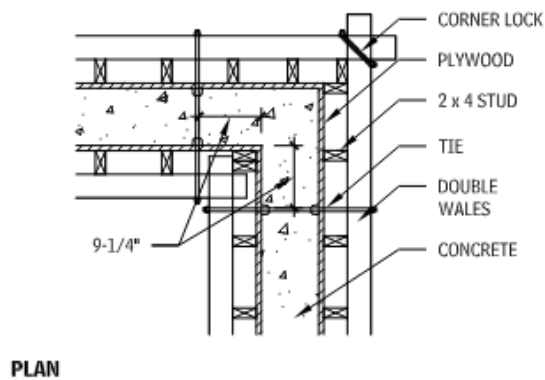
Gambar 1.15 dinding umum dengan offset



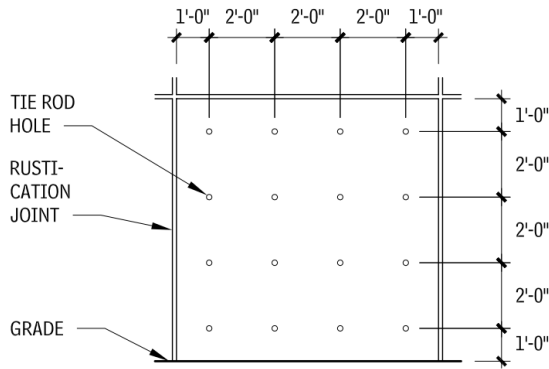
Gambar 1.16 pilaster



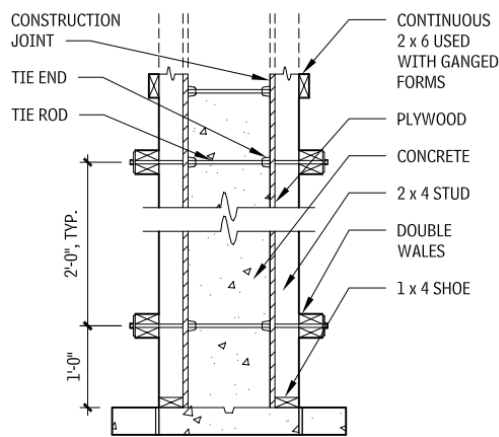
Gambar 1.17 sambungan dinding-t umum



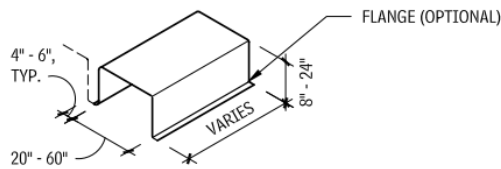
Gambar 1.18 sudut umum



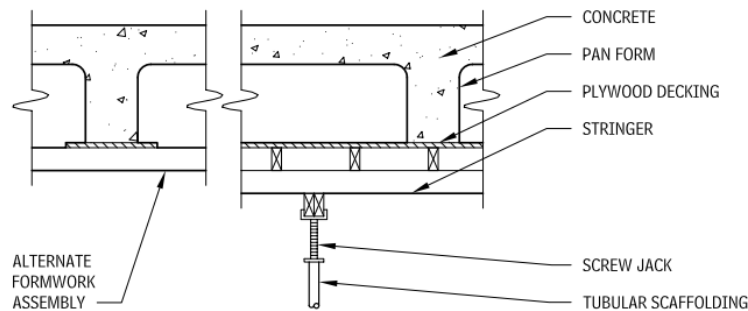
Gambar 1.19 tinggi beton terbuka umum



Gambar 1.20 bagian dinding umum di tempat



TYPICAL PAN FORM



Gambar 1.21 formulir pan umum untuk pelat satu arah

Gambar 1.19 a. Gambar mengilustrasikan bekisting dinding buatan lokasi (site-built) yang umum untuk beton struktural ekspos. Plywood standar berukuran lembaran 4 kaki x 8 kaki. Garis akan terlihat setelah plywood dilepas; ini sering kali digosok untuk menciptakan tampilan yang konsisten. b. Rustikasi (alur dekoratif) lebih disukai ketika sambungan plywood

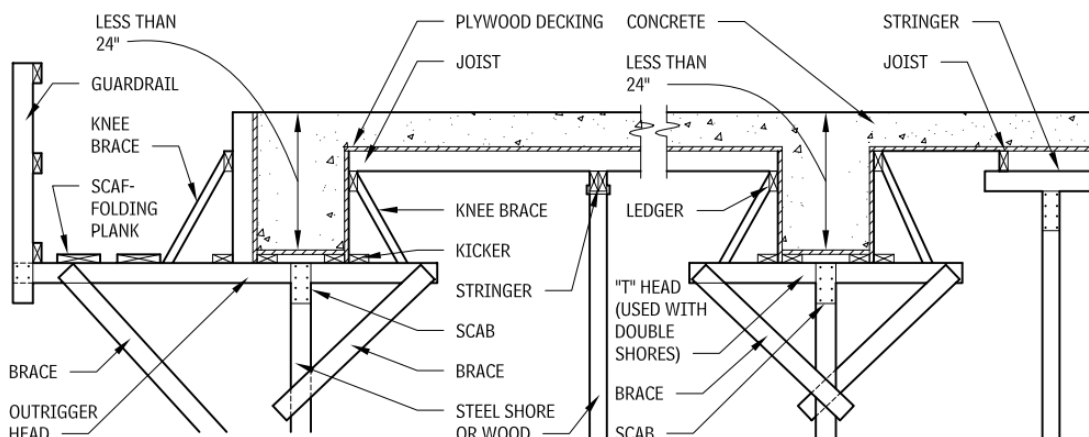
perlu disamakan.

Gambar 1.20 Verifikasi ukuran dan jarak komponen untuk setiap pekerjaan. Kombinasi plywood, stud, waler, dan pengikat harus dipilih dengan cermat untuk menahan tekanan beton dengan aman dan membatasi defleksi permukaan bekisting. Stud dan waler baja serta aluminium dapat digunakan sebagai pengganti kayu. Tekanan lateral bervariasi tergantung pada kecepatan pengisian bekisting, suhu beton, prosedur vibrasi, dan jenis bahan tambahan yang digunakan dalam beton.

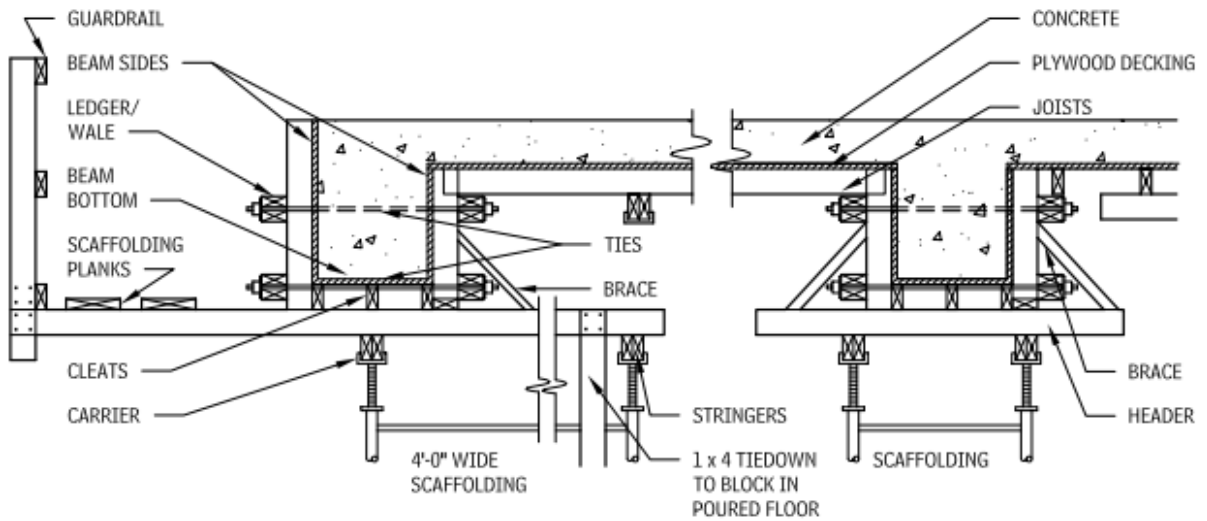
Gambar 1.21 a. Bekisting tersedia dalam baja dan fiberglass ringan. Konsultasikan dengan produsen untuk dimensi dan variasi bekisting rusuk (*rib-form*). Umumnya, tersedia dua jenis: tipe *nail-down flange* (paling sederhana, namun menghasilkan permukaan kasar, tidak arsitektural) dan tipe *slip-in* (berdasarkan bekisting *nail-down* tetapi dengan sisipan papan untuk tampilan yang halus). b. Detail-detail ini semua untuk panci bekisting tipe *flange-form* yang umum. Panci bekisting tipe *long-form* memerlukan detail bekisting yang berbeda.

1.3 BEKIS BETON UNTUK PELAT DAN BALOK

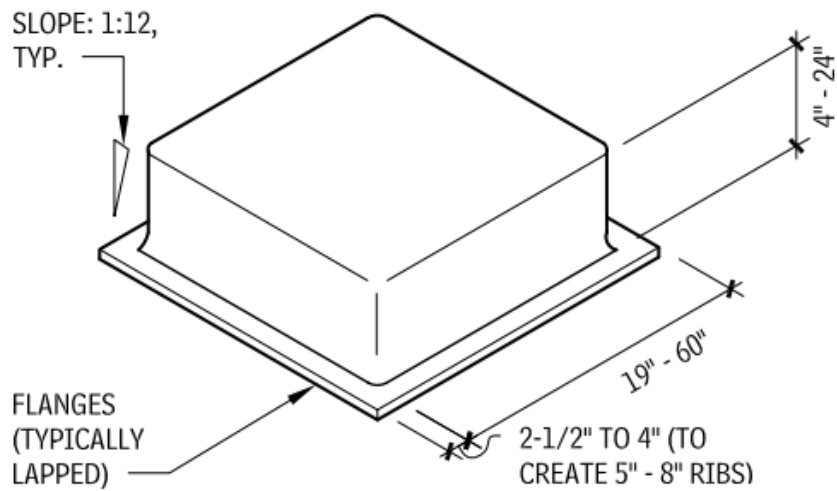
- Perancah, penopang baja, atau tiang kayu dapat digunakan di bawah tali pengikat, tergantung pada beban dan persyaratan ketinggian.
- Untuk pelat datar dari pembentukan pelat datar, "formulir terbang" logam umumnya digunakan.
- Form baja atau pengisi yang dipatenkan dapat dipesan khusus untuk kondisi yang tidak biasa (lihat katalog produsen). Form serat juga tersedia di pasaran dalam ukuran yang sama. Dek plyform diperlukan untuk pembentukan.
- Dek kayu lapis biasanya memiliki ketebalan minimum 5/8 in., Paparan 1.



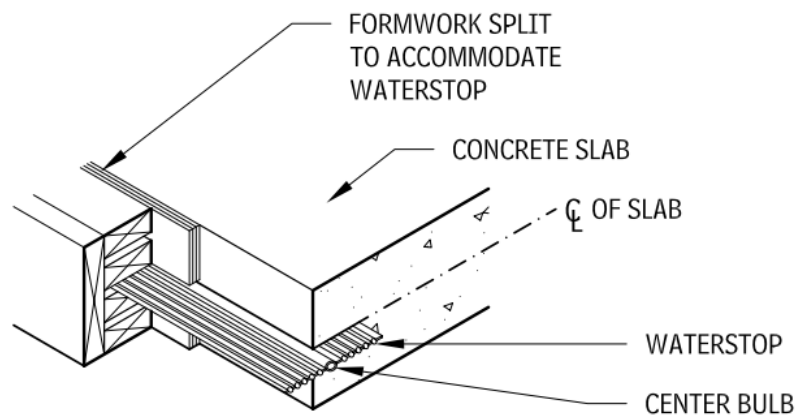
Gambar 1.22 pembentukan slab dan balok dangkal umum



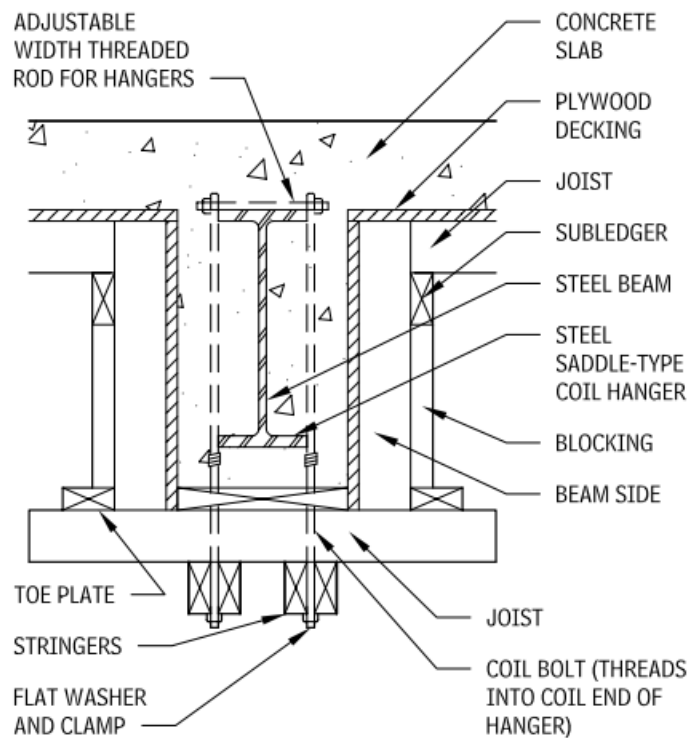
Gambar 1.23 pembentukan slab dan balok besar umum



Gambar 1.24 bentuk kubah umum untuk slab waffle atau dua arah



Gambar 1.25 bekis slab dengan penahan air



Gambar 1.26 bentuk tergantung umum dengan gantungan jenis pelana gulungan

1.4 AKSESORIS FORMAL BEKAS BETON

Aksesoris bekisting beton meliputi ikatan, jangkar, gantungan, dan spacer yang digunakan untuk menahan bekisting dan tulangan agar tetap pada tempatnya terhadap gaya beton yang belum diawetkan dan beban lain yang diterapkan selama konstruksi. Ikatan beton adalah unit tarik yang digunakan untuk menahan bekisting beton dan dapat diklasifikasikan berdasarkan penggunaan atau kapasitas menahan beban.

- Klasifikasi ikatan bekisting. “Anggota tunggal kontinu,” di mana seluruh batang ikatan memanjang melalui dinding dan melalui kedua sisi bekisting (ini dapat berupa ikatan tarik atau ikatan lepas-pasang), dan “pemutusan internal,” di mana unit tarik memiliki bagian dalam dengan sambungan berulir ke anggota eksternal yang dapat dilepas.
- Klasifikasi ikatan bekisting berdasarkan daya dukung beban. Tugas ringan, yang memiliki beban kerja aman hingga 3750 lbs dan tugas berat, yang akan menahan beban lebih dari 3750 lbs. Beban kerja yang aman harus ditetapkan tidak lebih dari setengah kekuatan akhir ikatan. Perakitan dan konfigurasi perangkat keras lainnya mungkin tersedia; konsultasikan dengan produsen untuk detail lengkap.

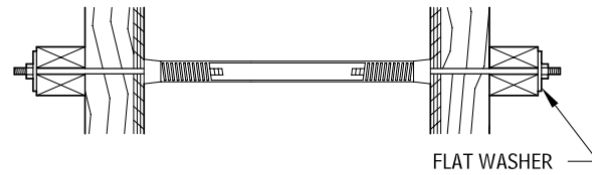
Ikatan Bekis

Konsultasikan ACI SP-4, Bekisting untuk Beton, untuk rekomendasi desain terperinci.

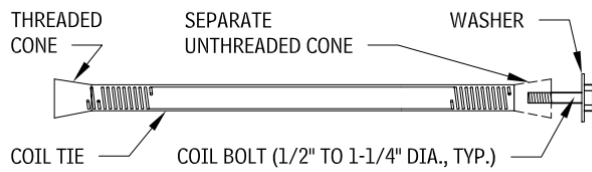
Berbagai macam ikatan bekisting tersedia secara komersial. Untuk permukaan beton yang terpapar cuaca, pilih ikatan yang tidak memiliki logam yang mudah terkorosi lebih dekat dari 1-1/2 inci ke permukaan beton yang terbuka. Ikatan harus pas dan tertutup rapat untuk mencegah kebocoran pada lubang di bekisting.

Ikatan yang dipasang dengan kerucut kayu atau plastik harus meninggalkan cekungan

sedalam diameter permukaan kerucut. Lubang dapat diisi dengan sumbat tersembunyi atau dibiarkan kosong jika ikatan yang tidak menimbulkan korosi digunakan.

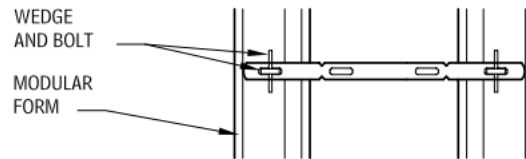


SECTION

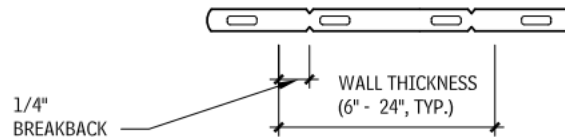


Gambar 1.27 ikat gulung

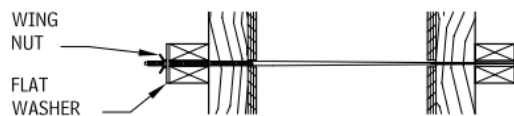
**FLAT TIE
8.28**



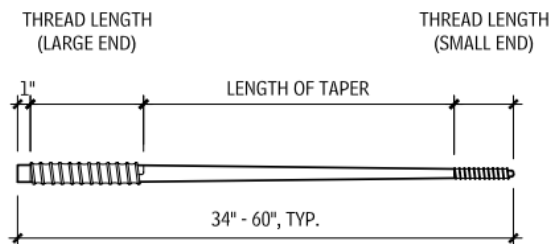
SECTION



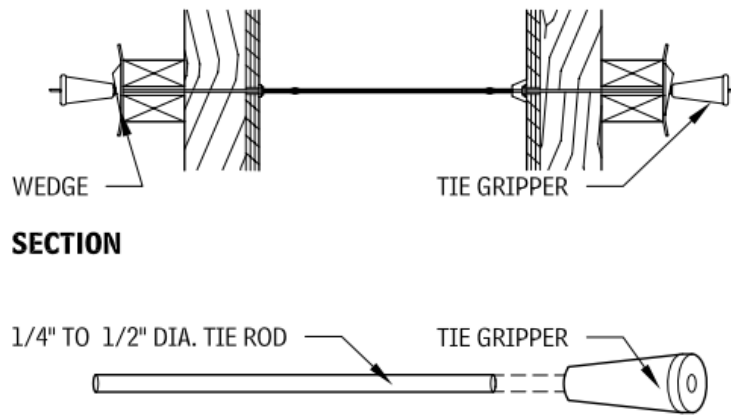
Gambar 1.28 ikat datar



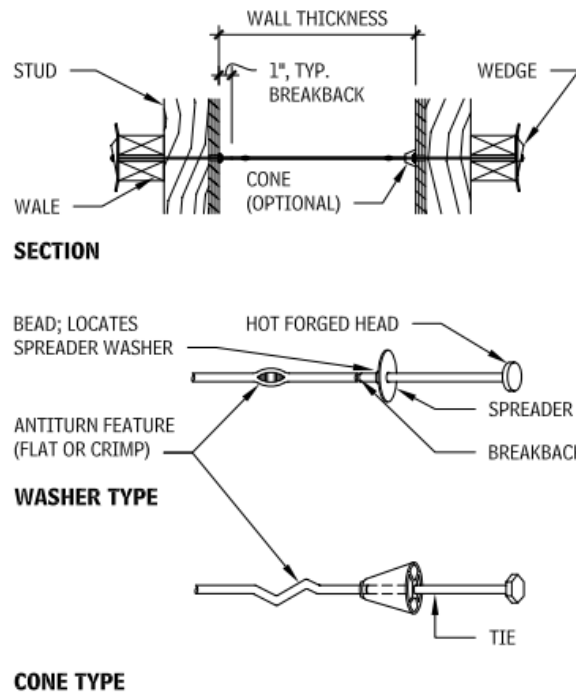
SECTION



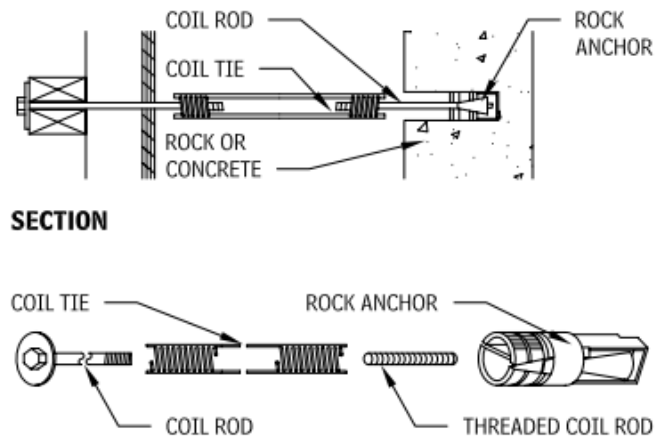
Gambar 1.29 ikat tiru baja



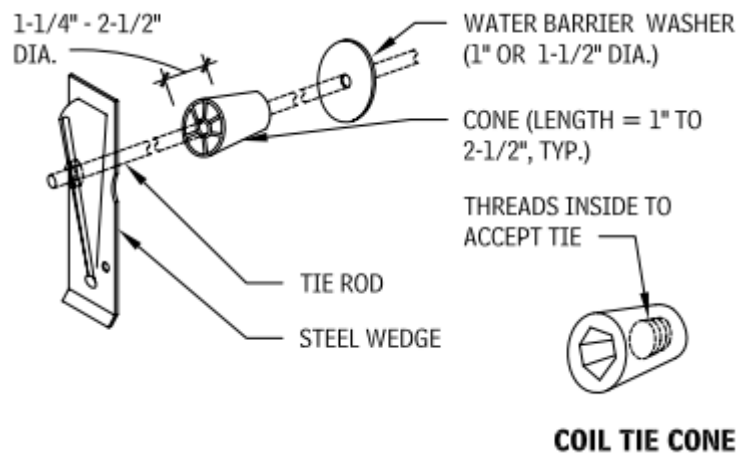
Gambar 1.30 ikat bentuk fiberglass



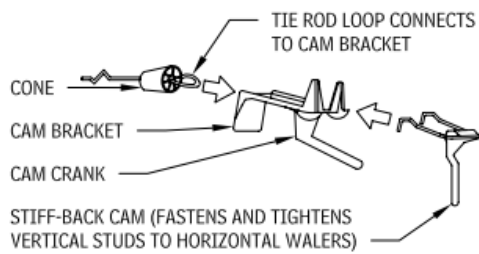
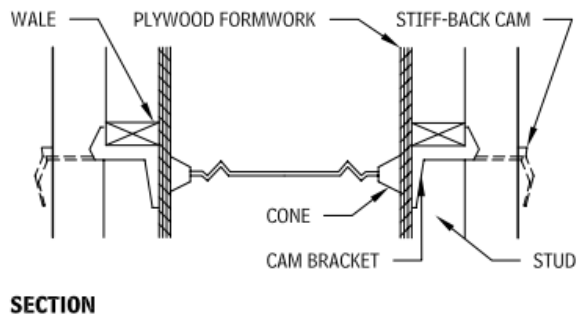
Gambar 1.31 snap ties



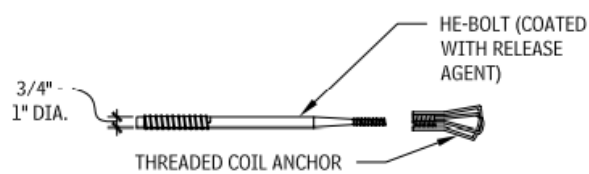
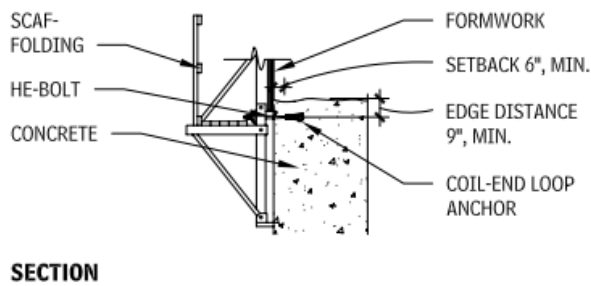
Gambar 1.32 anchor



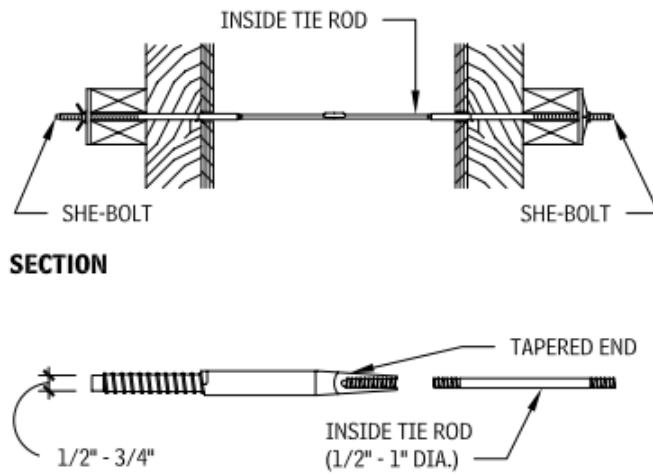
Gambar 1.33 aksesoris tie rod



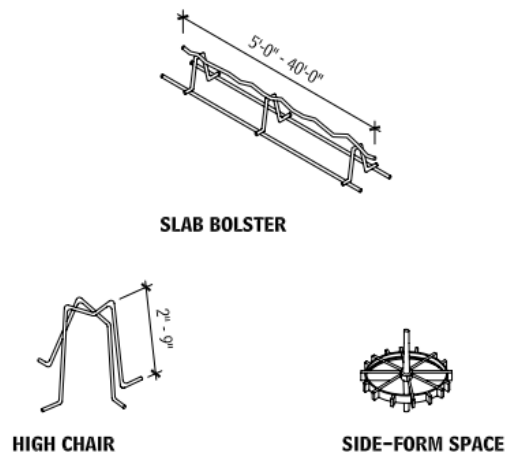
Gambar 1.34 cam lock bracket



Gambar 1.35 he-bolt dengan coil anchor



Gambar 1.36 she-bolt/tie rod



Gambar 1.37 bar penguat dan penyangga jaringan

Pengikat kumparan adalah pengikat tugas sedang hingga berat yang dibuat untuk menerima baut berulir, yang melewati kayu bekisting. Pengikat datar adalah pengikat tugas ringan yang digunakan dengan baji dan baut untuk mengamankan dan memberi jarak pada bekisting dinding modular.

Rangkaian pengikat tirus umumnya digunakan untuk beban tugas berat hingga 50.000 lbs. Pengikat tirus serbaguna karena bagian-bagiannya dilepas setelah beton mengeras dan dapat digunakan kembali. Pengikat dapat dipasang setelah bekisting dipasang. Pengikat bekisting fiberglass adalah batang lurus yang diamankan dengan penjepit logam eksternal yang dapat digunakan kembali dan memiliki beban kerja yang aman mulai dari 2.250 hingga 25.000 lbs. Pengikat mudah dipatahkan atau dipotong di permukaan beton, lalu digiling rata.

Pengikat jepret untuk penggunaan tugas ringan, dibuat sehingga ujung pengikat yang terbuka dapat dipatahkan di breakback (takik di batang). Perangkat antiputar memudahkan untuk mematahkan ujung yang terbuka.

Jangkar digunakan dengan ikatan kumparan untuk memfasilitasi pembentukan dinding pada satu sisi.

Baji baja ditempatkan di ujung luar dari batang pengikat tarik atau jepret yang berulir, menahan bekisting pada tempatnya. Kerucut plastik atau kayu dapat ditempatkan pada batang pengikat di permukaan dinding bekisting sehingga saat bekisting dilepas, ujung batang pengikat dipasang kembali untuk penyelesaian selanjutnya (dengan sumbat, dll.).

Braket kunci bubungan adalah rakitan tugas ringan yang cocok untuk bekisting yang sudah diatur.

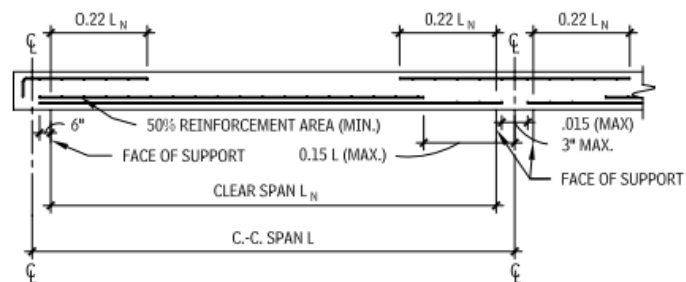
Saat menggunakan baut he, jangkar kumparan tertanam di dekat bagian atas pengecoran beton untuk menopang bekisting lift berikutnya. Baut he yang dapat digunakan kembali diulirkan ke dalam kumparan.

Baut she adalah komponen pengikat tugas berat yang dapat digunakan kembali yang diulirkan ke batang pengikat internal yang tertanam secara permanen di beton. Baut ini biasanya digunakan dengan bekisting yang ditangani derek.

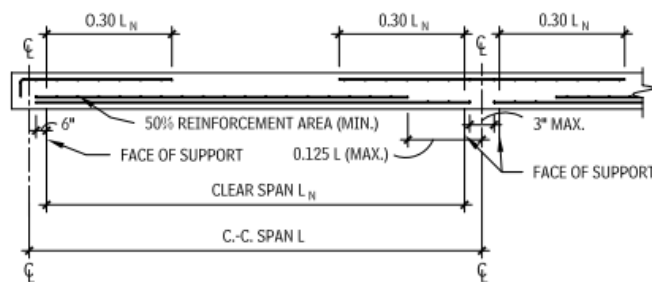
Penyangga batang digunakan untuk menjaga lokasi desain tulangan agar jauh dari sisi dinding atau dasar pelat. Baut ini biasanya terbuat dari baja tahan karat yang dilapisi epoksi atau plastik, atau plastik.

1.5 PENGUATAN BETON

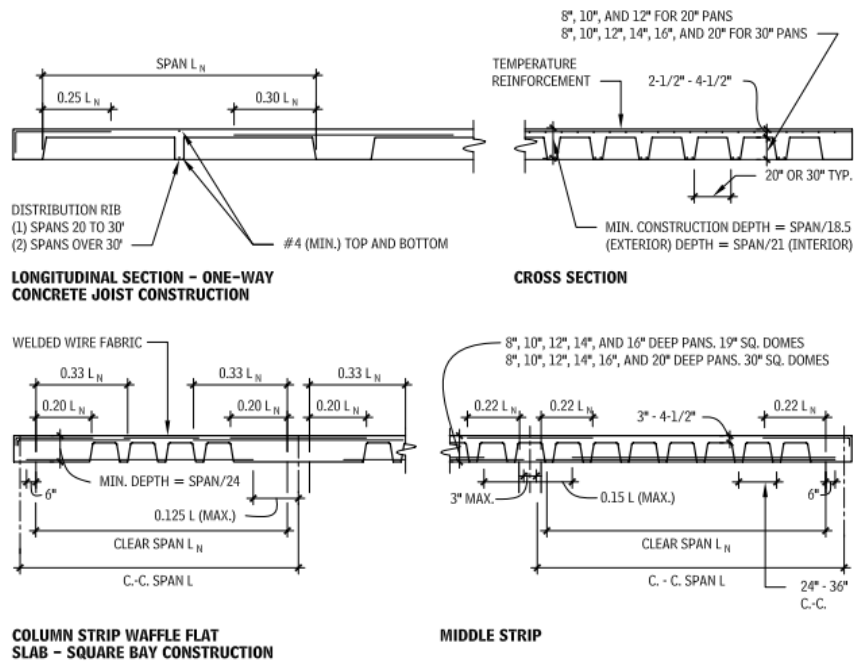
Penempatan Penguatan Baja



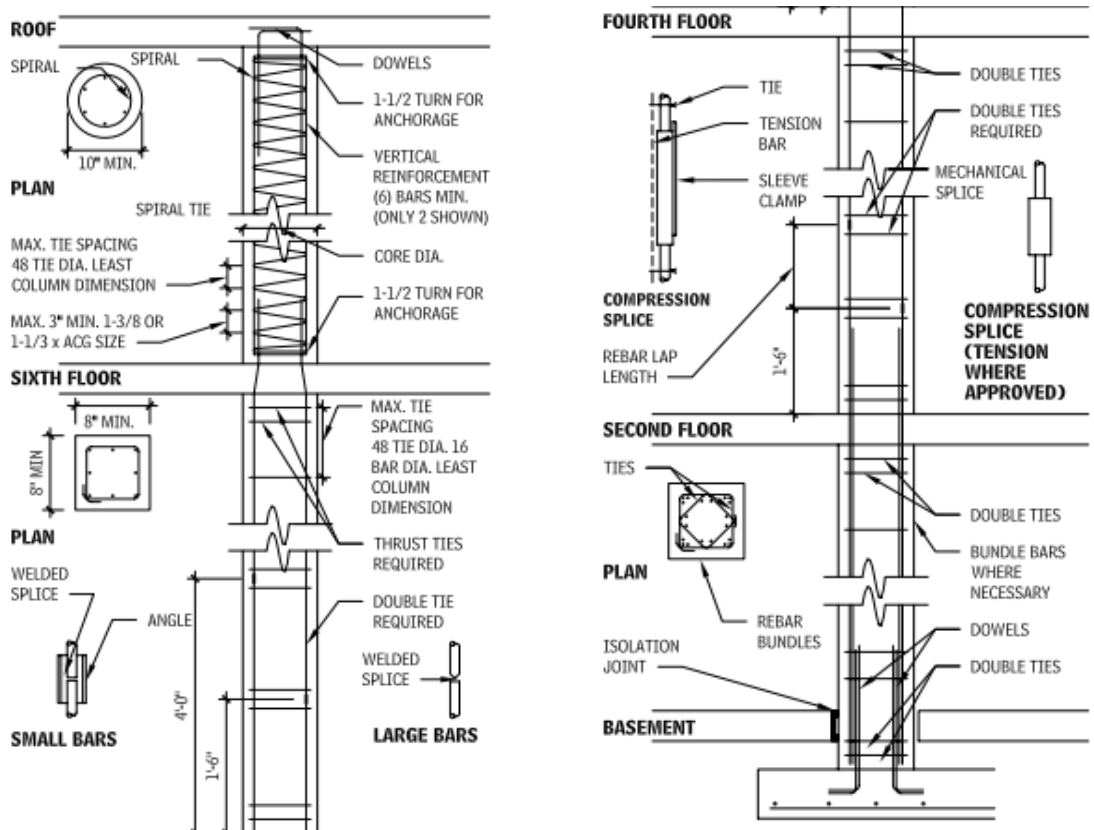
FLAT PLATE CONSTRUCTION - MIDDLE STRIP



FLAT PLATE CONSTRUCTION - COLUMN STRIP



Gambar 1.38 konstruksi lantai beton



Gambar 1.39 penguatan kolom

Beton Cetak Di Tempat

Beton cetak di tempat mencakup penempatan campuran beton, penyelesaian, dan

pengawetan untuk beton struktural, arsitektur, dan beton yang ditempatkan secara khusus. Campuran beton umumnya mencakup agregat, semen, dan bahan tambahan.

Bahan Tambahan Beton

Bahan tambahan beton adalah bahan pelengkap selain semen portland, air, dan agregat yang ditambahkan ke dalam campuran segera sebelum atau selama pencampuran. Campuran dapat diklasifikasikan berdasarkan fungsi sebagai berikut: campuran yang menyerap udara; campuran yang mengurangi air; campuran yang memperlambat pengerasan; campuran yang mempercepat pengerasan; superplasticizer; campuran yang mengendalikan hidrasi; dan campuran lainnya yang membantu pengerjaan, pengikatan, antilembap, pembentukan gas, grouting (non-susut), pewarnaan, dan campuran yang mengurangi permeabilitas dan menghambat korosi. Beton harus memiliki sifat mudah dikerjakan, mudah diselesaikan, kuat, tahan lama, kedap air, dan tahan aus. Kualitas ini biasanya dapat dicapai dengan memilih bahan yang sesuai atau dengan mengubah proporsi campuran. Campuran tambahan mungkin diperlukan untuk memenuhi kinerja atau maksud desain.

Alasan utama penggunaan bahan tambahan adalah untuk mengurangi biaya konstruksi beton; untuk mencapai sifat-sifat tertentu pada beton secara lebih efektif daripada dengan cara lain; untuk memastikan kualitas beton selama pencampuran, pengangkutan, penempatan, dan perawatan dalam kondisi cuaca buruk.

Efektivitas campuran tambahan bergantung pada faktor-faktor seperti jenis dan jumlah semen; kadar air; bentuk agregat, gradasi, dan proporsi agregat; waktu pencampuran; kemerosotan; dan suhu beton dan udara.

Tabel 1.40 total target kandungan udara untuk beton^a

Ukuran agregat maksimum (inci)	Kadar udara (persen) ^b		
	Paparan parah ^c	Paparan sedang ^c	Paparan ringan ^c
< 3/8	9	7	5
3/8	7-1/2	6	4-1/2
1/2	7	5-1/2	4
3/4	6	5	3-1/2
1	6	4	1/2
1-1/2	5-1/2	4-1/2	2-1/2
2-1/2	5	4	2
3	4-1/2	3-1/2	1-1/2

Contoh beton harus dibuat dengan campuran tambahan dan bahan proyek pada suhu dan tingkat kelembaban yang diperkirakan terjadi di lokasi, untuk memastikan kompatibilitas dengan campuran tambahan dan material proyek lainnya, serta untuk memungkinkan pengamatan bagaimana sifat-sifat beton segar dan yang sudah diawetkan dipengaruhi oleh kondisi setempat. Biaya penggunaan bahan tambahan harus dibandingkan dengan biaya penggantian campuran beton dasar. Total kandungan udara yang direkomendasikan untuk berbagai kondisi paparan ditunjukkan untuk berbagai ukuran agregat dalam Tabel 1.40.

Bahan Tambahan Semen (SCM)

Material Sementisi Tambahan (SCM) adalah bahan seperti abu terbang (fly ash), terak

tanur tinggi yang digiling (ground-granulated blast-furnace slag), silika fume, dan pozzolan alami. Ketika digunakan bersama dengan semen Portland, bahan-bahan ini berkontribusi pada sifat-sifat beton yang telah mengering melalui aktivitas hidrolik atau pozzolanik, atau keduanya.

Tabel 1.41 campuran beton berdasarkan klasifikasi

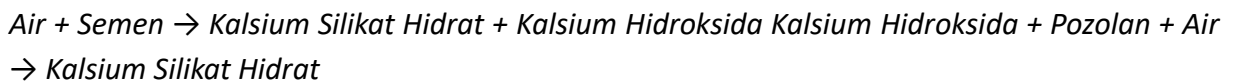
Jenis bahan tambah	Efek yang diinginkan	Material
Akselerator (ASTM C 494, Tipe C)	Mempercepat waktu pengikatan dan pengembangan kekuatan awal.	Kalsium klorida (ASTM D 98); trietanolamina, natrium tiosianat, kalsium format, kalsium klorida, kalsium nitrat
Pereda udara	Mengurangi kandungan udara.	Trimetil fosfat, dibutil ftalat, oktil alkohol, ester-ester tak larut air dari asam karbonat dan borat, silikon
Admixtur Pemerangkap Udara (Air-entraining admixtures) (ASTM C 260)	Meningkatkan daya tahan di lingkungan beku-cair, deicer, sulfat, dan reaktivitas alkali. Meningkatkan kemudahan pengerjaan.	Garam-garam kayu resin, beberapa resin sintetis, garam-garam sulfonat lignin, garam-garam produk minyak bumi, garam-garam material protein, lemak dan resin asam, dan garam-garamnya, alkilbenzena sulfonat, garam-garam sulfonat hidrokarbon
Inhibitor Reaktivitas Alkali-Agregat (Alkali-aggregate reactivity inhibitors)	Mengurangi ekspansi reaktivitas alkali-agregat.	Garam barium, litium nitrat, litium karbonat, litium hidroksida
Admixtur Pengikat (Bonding admixtures)	Meningkatkan kekuatan ikatan.	Karet, polivinil klorida, polivinil asetat, akrilik, kopolimer butadiena-stirena
Admixtur Pewarna (Coloring admixtures)	Beton berwarna.	Karbon hitam termodifikasi, oksida besi, ftalosianin, umber, titanium oksida kromium, titanium dioksida, biru kobalt (ASTM C 979)
Inhibitor Korosi (Corrosion inhibitors) (ASTM C1582)	Mengurangi aktivitas korosi baja di lingkungan klorida.	Kalsium nitrit, natrium nitrit, natrium benzoat, fosfat-fosfat tertentu dari

		fluosilikat, fluoaluminat
Admixtur Kedap Air (Dampproofing admixtures)	Memperlambat penetrasi kelembaban ke dalam beton kering.	Sabun kalsium atau amonium stearat atau oleat, butil stearat, produk minyak bumi
Fungisida, Germisida, dan Insektisida (Fungicides, germicides, and insecticides)	Menghambat atau mengontrol pertumbuhan bakteri dan jamur.	Dihaloalkohol polihidrogenasi, dieldrin emulsi, senyawa tembaga
Pembentuk Gas (Gas formers)	Menyebabkan ekspansi sebelum pengikatan.	Bubuk aluminium, resin sabun dan sayuran atau lemak hewani, saponin, protein terhidrolisis
Bahan Pengisi (Grouting agents)	Menyesuaikan sifat grout untuk aplikasi spesifik (misalnya, grout non-susut untuk baja pada pasangan bata atau beton, mengisi lubang dan retakan).	Lihat admixtur pemerangkap udara, pemercepat, penghambat, bahan peningkat kemudahan pengerjaan.
Penurun Permeabilitas (Permeability reducers)	Mengurangi permeabilitas.	Silica fume (ASTM C 618), fly ash (ASTM C 989), pozolan alami, penurun air, lateks
Bahan Pembantu Pemompaan (Pumping aides)	Meningkatkan kemampuan pompa.	Polimer organik dan sintetik, flokulan organik, emulsi organik parafin, aspal kolam, aspal batubara, akrilik, bentonit dan pirogenik silika, pozolan alami (ASTM C 618, Kelas N), fly ash (ASTM C 618, Kelas F dan C), kapur hidrasi (ASTM C 141)
Penghambat (Retarders) (ASTM C 494, Tipe B)	Memperlambat waktu pengikatan untuk mengimbangi cuaca panas, menunda waktu pengikatan awal untuk penempatan yang sulit, atau untuk penyelesaian khusus, seperti agregat terekspos.	Lignin, boraks, gula, asam tartarat dan garam-garamnya
Superplasti (Superplasticizers) (ASTM C	Meningkatkan slump untuk membantu dalam	Kondensat melamin sulfonat formaldehida, kondensat

1017, Tipe 1)	pemompaan beton; mengurangi rasio air-semen.	naftalena sulfonat formaldehida, lignosulfonat
SuperplastiUKURANr dan Penghambat (Superplasticizer and retarder) (ASTM C 1017, Tipe 2)	Meningkatkan slump dalam pemompaan beton dengan pengikatan tertunda; mengurangi air.	Lihat superplastiUKURANr dan penurun air.
Penurun Air (Water reducer) (ASTM C 494, Tipe A)	Mengurangi kebutuhan air minimal 5%.	Lignosulfonat, hidroksilasi karboksilat, karbohidrat (juga cenderung memperlambat pengikatan, jadi pemercepat sering ditambahkan).
Admixtur Pengontrol Hidrasi (Hydration control admixtures)	Menangguhkan dan mengaktifkan kembali hidrasi semen dengan stabilisator dan aktivator.	Asam karboksilat, garam asam organik yang m mengandung fosfor.
Penurun Susut (Shrinkage reducers)	Mengurangi susut pengerangan.	Polialkilena alkil eter; propilena glikol
Penurun Air dan Pemercepat (Water reducer and accelerator) (ASTM C 494 dan AASHTO M 194 Tipe E)	Mengurangi kadar air (minimal 5%) dan mempercepat pengikatan.	Lihat penurun air, Tipe A (pemercepat ditambahkan).
Penurun Air dan Penghambat (Water reducer and retarder) (ASTM C 494 dan AASHTO M 194 Tipe D)	Mengurangi kadar air (minimal 5%) dan memperlambat pengikatan.	Lihat penurun air, Tipe A (penghambat ditambahkan).
Penurun Air—rentang tinggi (Water reducer—high range) (ASTM C 494 dan AASHTO M 194 Tipe F)	Mengurangi kadar air (minimal 12%).	Lihat superplastiUKURANr.
Penurun Air—rentang tinggi dan penghambat (Water reducer—high range—and retarder) (ASTM C 494 dan AASHTO M 194 Tipe G)	Mengurangi kadar air (minimal 12%) dan memperlambat pengikatan.	Lihat superplastiUKURANr, dan penurun air.
Penurun Air—rentang menengah (Water reducer— midrange)	Mengurangi kadar air (antara 6% dan 12%) tanpa memperlambat pengikatan.	Lignosulfonat, polikarboksilat

Bahan hidrolis akan mengeras dan membeku saat dicampur dengan air, sedangkan

bahan pozolan memerlukan sumber kalsium, yang biasanya dipasok oleh semen portland. Terak dan beberapa abu terbang Kelas C adalah bahan hidrolis, dan abu terbang Kelas F biasanya bersifat pozolan. Secara kolektif, bahan-bahan ini disebut sebagai bahan semen tambahan (SCM). Secara formal, pozolan adalah bahan silika atau aluminosilik yang, dalam bentuk yang terbagi halus dan dengan adanya uap air, bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang dilepaskan oleh hidrasi semen portland untuk membentuk kalsium silikat hidrat (mirip dengan yang dihasilkan oleh hidrasi semen). Secara umum, reaksi-reaksi tersebut dapat dianggap sebagai:



Kalsium silikat hidrat adalah senyawa utama yang berkontribusi terhadap kekuatan dan impermeabilitas pasta semen terhidrasi; Sebaliknya, kalsium hidroksida tidak sekuat kalsium hidroksida dan lebih mudah larut. Oleh karena itu, konversi kalsium hidroksida menjadi lebih banyak kalsium silikat hidrat dapat dianggap bermanfaat.

Bahan semen tambahan dalam campuran beton dapat digunakan sebagai tambahan, atau sebagai pengganti sebagian semen portland dalam beton, tergantung pada sifat bahan dan efek yang diinginkan pada beton.

Bahan semen tambahan dapat digunakan untuk meningkatkan sifat beton tertentu seperti ketahanan terhadap reaktivitas alkali-agregat. Jumlah optimal yang akan digunakan harus ditetapkan dengan pengujian untuk menentukan: (1) apakah bahan tersebut benar-benar meningkatkan sifatnya; (2) tingkat dosis yang benar, karena dosis yang berlebihan atau kurang dapat berbahaya atau gagal mencapai efek yang diinginkan; dan (3) apakah terjadi efek yang tidak diinginkan—misalnya, penundaan yang signifikan dalam perolehan kekuatan awal. Bahan semen tambahan dapat bereaksi secara berbeda dengan semen yang berbeda.

Tabel 1.42 spesifikasi untuk bahan tambahan semen

TERAK TUNGKU BESI BESI GROUND-GRANULATED	
ASTM C 989 / AASHTO M 302	
Kelas 80	Terak dengan indeks aktivitas rendah
Kelas 100	Terak dengan indeks aktivitas sedang
Kelas 120	Terak dengan indeks aktivitas tinggi
FLY ASH AND NATURAL POZZOLANS	
ASTM C 618 / AASHTO M 295	
Kelas N	Pozolan alam mentah atau yang telah dikalsinasi termasuk
	Tanah diatom
	Batu rijang dan serpih opalin
	Tuf dan abu vulkanik atau batu apung
	Tanah liat yang dikalsinasi, termasuk metakaolin dan serpih
Kelas F	Abu terbang dengan sifat pozzolan

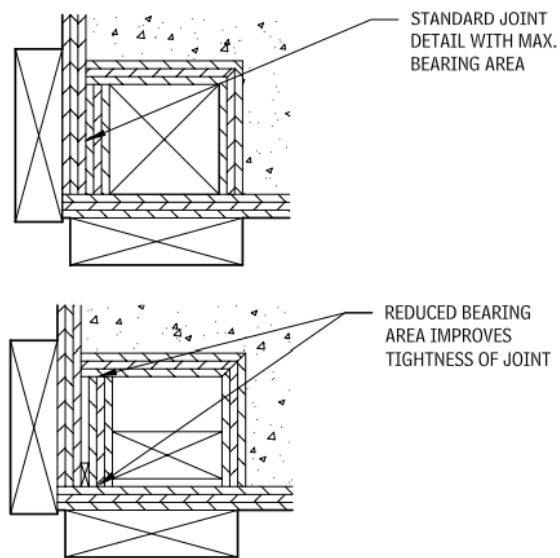
Kelas C	Abu terbang dengan sifat pozolan dan semen
ASAP SILIKA	
ASTM C 1240	
POZZOLAN YANG SANGAT REAKTIF	
Kode AASHTO M341	

8.40a. Pengalaman menunjukkan bahwa beton yang telah mengering dengan kadar udara yang ditentukan dalam tabel ini, sebagaimana diambil sampel dan diuji dalam kondisi plastis, menunjukkan kinerja yang memuaskan. Kadar udara pada beton yang telah mengering mungkin sedikit berbeda. b. Spesifikasi proyek seringkali memperbolehkan kadar udara beton yang dikirim berada dalam kisaran persentase poin dari nilai target tabel. c. **Paparan Berat (Severe exposure)** adalah lingkungan di mana beton terpapar pada kondisi beku-cair basah, bahan penghilang es (deicers), atau agen agresif lainnya. **Paparan Sedang (Moderate exposure)** adalah lingkungan di mana beton terpapar pada kondisi beku tetapi tidak akan terus-menerus lembab, tidak akan terpapar air dalam waktu lama sebelum membeku, dan tidak akan bersentuhan dengan bahan penghilang es atau bahan kimia agresif. **Paparan Ringan (Mild exposure)** adalah lingkungan di mana beton tidak terpapar pada kondisi beku, bahan penghilang es, atau agen agresif. **8.41 Superplasticizer** juga disebut sebagai pengurang air rentang tinggi (high-range water reducers) atau plasticizer. Bahan tambahan ini seringkali memenuhi spesifikasi ASTM C 494 dan C 1017 secara bersamaan.

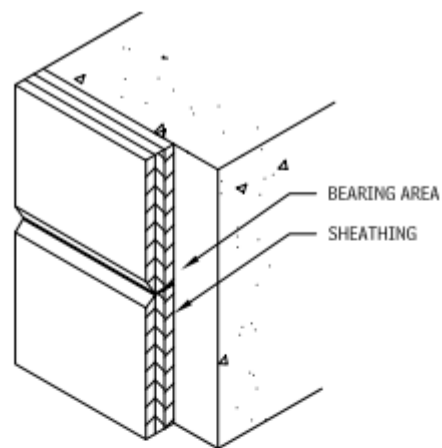
1.6 PERMUKAAN BETON, Pengerjaan Akhir, dan Warna Integral

Beton arsitektur dan beton struktural sama-sama terbuat dari semen portland, agregat, dan air, tetapi keduanya memiliki desain campuran beton yang sama sekali berbeda. Berbagai hasil akhir arsitektur dan warna dapat dicapai dengan mengubah campuran ketiga bahan sederhana ini. Biaya produksi biasanya menentukan batas pilihan hasil akhir. Ada tiga cara dasar untuk mengubah tampilan hasil akhir permukaan beton:

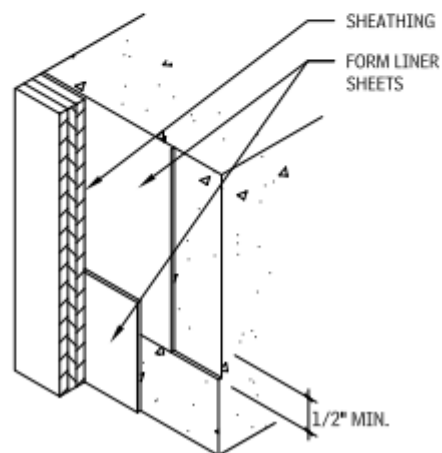
- Variasi material melibatkan perubahan ukuran, bentuk, tekstur, dan warna agregat kasar dan halus, khususnya pada beton agregat terbuka, serta pemilihan semen putih atau abu-abu.
- Variasi cetakan atau Bekisting melibatkan perubahan tekstur atau pola permukaan beton melalui desain bentuk, pelapis bentuk, atau perawatan sambungan/tepi.
- Perawatan permukaan melibatkan perawatan atau perkakas permukaan setelah beton mengeras.



Gambar 1.43 formulir void untuk pengungkapan sudut

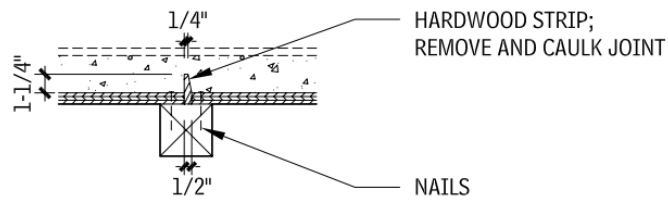


HORIZONTAL FORMWORK JOINT

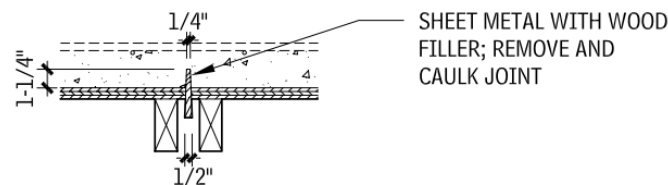


FORM LINER JOINT

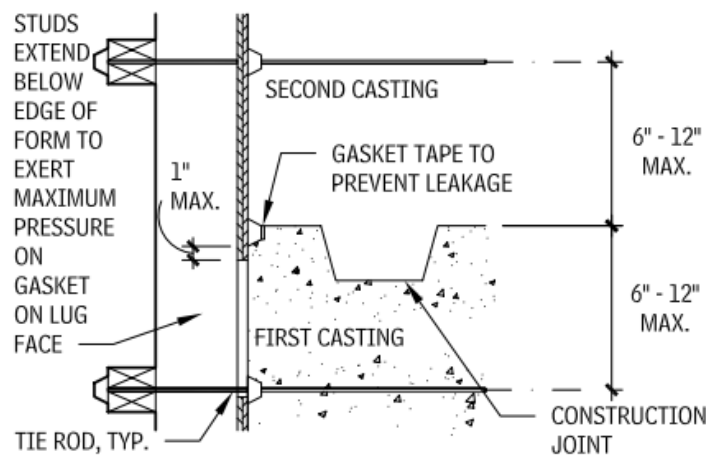
Gambar 1.44 sambungan pada formulir



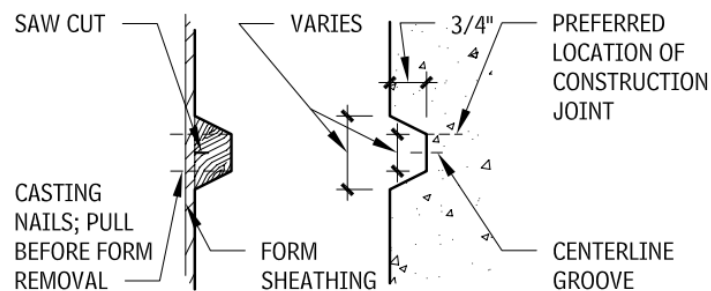
WOOD FORM INSERT



Gambar 1.45 sambungan kontrol



Gambar 1.46 sambungan konstruksi berpengukur



Gambar 1.47 rustikasi pada sambungan konstruksi

Gambar desain untuk beton arsitektur harus menunjukkan detail bentuk, termasuk bukaan, sambungan (kontrol, konstruksi, dan karat), dan hal-hal spesifik penting lainnya. Faktor lain yang memengaruhi permukaan beton adalah teknik pencampuran dan penempatan, kontrol kemerosotan, metode pengawetan, dan agen pelepas.

Peemilihan teknik penempatan (pemompaan, saluran, ember) merupakan langkah penting untuk mencapai permukaan dan hasil akhir beton arsitektur yang diinginkan. Evaluasi

apakah bentuk beton arsitektur juga dapat digunakan untuk beton struktural. Pastikan bahwa vibrator yang digunakan memiliki ukuran, frekuensi, dan daya yang tepat.

Gambar kerja harus diperiksa dengan saksama untuk menentukan kesesuaian dengan dokumen kontrak. Perlu persetujuan bekisting dan hasil akhir; maket lapangan disarankan untuk mengevaluasi tampilan panel beton dan kualitas pengerjaan.

Agen pelepas adalah perawatan kimia yang diaplikasikan pada lapisan atau permukaan bekisting yang bereaksi dengan beton untuk mencegahnya menempel pada bekisting. Cara terbaik untuk memilih agen pelepas adalah dengan mengevaluasi beberapa produk pada panel uji dalam kondisi pekerjaan yang sebenarnya.

Senyawa pengawet, yang digunakan untuk memperlambat atau mengurangi penguapan air dari beton atau untuk memperpanjang waktu pengawetan, biasanya diaplikasikan segera setelah penyelesaian akhir permukaan beton. Konsultasikan dengan produsen dan *American Concrete Institute* untuk informasi lebih rinci tentang kompatibilitas perawatan ini dan bahan permukaan bekisting atau pelapis dan permukaan lain yang akan diaplikasikan pada beton.

AGREGAT

Agregat, salah satu dari lima komponen beton, sangat memengaruhi tampilan akhir permukaan beton. Agregat harus dipilih berdasarkan warna, kekerasan, ukuran, bentuk, gradasi, metode pemaparan, daya tahan, ketersediaan, dan biaya. Kekerasan dan kepadatan agregat harus sesuai dengan persyaratan struktural dan kondisi pelapukan. Sumber agregat kasar dan halus harus dijaga untuk keseluruhan pekerjaan guna menghindari variasi pada tampilan permukaan akhir, khususnya pada beton dengan warna terang.

Berikut ini adalah jenis agregat umum yang tersedia:

- Kuarsa tersedia dalam warna bening, putih, kuning, hijau, abu-abu, dan merah muda terang atau mawar. Kuarsa bening digunakan sebagai permukaan berkilau untuk melengkapi warna lain dan semen berpigmen.
- Granit, yang dikenal karena daya tahan dan keindahannya, tersedia dalam nuansa merah muda, merah, abu-abu, biru gelap, hitam, dan putih. Traprock seperti basal dapat digunakan untuk warna abu-abu, hitam, atau hijau.

Tabel 1.48 metode paparan untuk permukaan beton arsitektur

Metode	Efek akhir	Sumber warna	Permukaan cetakan	Rincian kritis
1. Sebagai Hasil Pengecoran (As cast)	Biasanya seperti setelah cetakan dilepas; umumnya menunjukkan tanda cetakan atau serat kayu.	Semen pengaruh pertama; agregat halus pengaruh kedua.	Halus dan bertekstur.	<ul style="list-style-type: none"> • Slump = 2-1/2 hingga 3-1/2 • Sambungan cetakan yang baik • Bahan pelepas yang tepat • Sambungan titik yang tepat untuk menghindari tanda.
2. Peledakan Abrasif				

a. Peledakan Sikat	Pembersihan gosok seragam.	Semen dan agregat halus memiliki pengaruh yang sama.	Semua halus	<ul style="list-style-type: none"> • Penggosokan setelah 7 hari • Slump = 2-1/2 hingga 3-1/2
b. Peledakan Ringan	Di-blast untuk mengekspos agregat halus dan beberapa agregat kasar (sandblast, water blast, air blast, ice blast).	Agregat halus primer; agregat kasar dan semen sekunder.	Semua halus.	<ul style="list-style-type: none"> • 10% lebih banyak agregat kasar. • Slump = 2-1/2 hingga 3-1/2 • Peledakan antara 7 dan 45 hari • Peledakan air dan udara digunakan di mana sandblasting dilarang. &lt;br> • Kekuatan tekan beton minimum 1500 psi.
c. Agregat Terekspos Sedang	Di-blast untuk mengekspos agregat kasar (sandblast, water blast, air blast, ice blast).	Agregat kasar.	Semua halus.	<ul style="list-style-type: none"> • Agregat kasar lebih tinggi dari normal. • Slump = 2 hingga 3 blast, blast udara, blast es) • Peledakan sebelum 7 hari.
d. Agregat Terekspos Berat	Di-blast untuk mengekspos agregat kasar (sandblast, ice blast); 80% terlihat.	Agregat kasar.	Semua halus.	<ul style="list-style-type: none"> • Campuran agregat kasar khusus. • Slump = 0 hingga 2 • Peledakan dalam 24 jam. • Gunakan vibrator frekuensi tinggi.
3. Penghambatan Kimia pada Pengikatan Permukaan	Bahan kimia mengekspos agregat.	Coarse aggregate and cement	Semua halus; serat kaca.	<ul style="list-style-type: none"> • Tingkat kimia menentukan kedalaman etsa. • Pelepasan cetakan dijadwalkan untuk mencegah pengeringan yang lama dan pencucian.
	Agregat dapat dilekatkan ke permukaan.			
4. Permukaan retak secara mekanis (Mechanically fractured surfaces), pengelupasan (scaling), pemukul palu (bush hammering), jackhammering,	Bervariasi.	Semen halus dan kasar serta agregat.	Bertekstur.	<ul style="list-style-type: none"> • Partikel agregat 3/8" untuk pengelupasan dan perkakas • Penutup beton min. 2-1/2 concrete di atas baja tulangan. • Kekuatan tekan beton minimum 4000 psi.

perkakas (tooling)				
5. Kombinasi / Beralur	Beralur/terkena pasir/berpola tidak beraturan	Semakin dangkal permukaannya, semakin besar pengaruh agregat halus dan semen.	Strip kayu atau karet, lembaran logam bergelombang, atau serat kaca	<ul style="list-style-type: none"> • Tergantung pada jenis hasil akhir yang diinginkan • Alur kayu dibuat kerf (sayatan) dan dipaku secara longgar
	Bergelombang/terkena pasir			
	Tekstur menonjol vertikal/terkena pasir			
	Beralur dan dipukul dengan palu kasar			
	Beralur dan dipalu			
	Beralur dan dipahat			
6. Penggilingan dan Pemolesan	Hasil akhir seperti terrazzo	Agregat dan semen	Semua halus	<ul style="list-style-type: none"> • Cacat permukaan harus ditambal • Kuat tekan beton minimal 5000 psi

Tabel 1.49 visibilitas agregat yang terpapar tergantung pada ukuran agregat

Ukuran agregat, IN.	Jarak di mana tekstur terlihat, FT
1/4–1/2	20–30
1/2–1	30–75
1–2	75–125
2–3	125–175

- Marmer mungkin menawarkan pilihan warna terluas—hijau, kuning, merah, merah muda, abu-abu, putih, dan hitam.
- Batu kapur tersedia dalam warna putih dan abu-abu.
- Kerikil campuran, setelah dicuci dan disaring, dapat digunakan untuk hasil akhir berwarna cokelat dan cokelat kemerahan. Warna kuning oker, umber, warna krem, dan putih murni banyak terdapat di kerikil dasar sungai. Periksa ketersediaan lokal.
- Keramik menunjukkan warna yang paling cemerlang dan bervariasi saat material kaca digunakan.
- Serpih ringan yang mengembang dapat digunakan untuk menghasilkan agregat berwarna cokelat kemerahan, abu-abu, atau hitam. Berpori dan mudah hancur, serpih ini menghasilkan permukaan yang kusam dengan warna lembut. Serpih ini harus diuji untuk mengetahui karakteristik pewarnaan besi dan harus memenuhi ASTM C 330.
- Agregat beton daur ulang diproduksi saat beton lama dihancurkan. Terutama digunakan dalam pekerjaan perkerasan, material ini umumnya memiliki tingkat penyerapan yang lebih tinggi dan kepadatan yang lebih rendah daripada agregat

konvensional. Serpih ini harus diuji untuk mengetahui ketahanan, gradasi, dan sifat-sifat lainnya, seperti halnya sumber agregat baru.

AGREGAT TERBUKA

Permukaan agregat yang terbuka merupakan lapisan akhir dekoratif untuk pekerjaan beton, yang dicapai dengan membuang semen permukaan untuk mengekspos agregat di dalamnya. Agregat yang cocok untuk diekspos dapat bervariasi mulai dari 1/4 inci hingga batu bulat berdiameter lebih dari 6 inci. Sejauh mana potongan-potongan agregat terlihat sangat ditentukan oleh ukurannya. Ukuran umumnya dipilih berdasarkan jarak dari mana ia akan dilihat dan tampilan yang diinginkan.

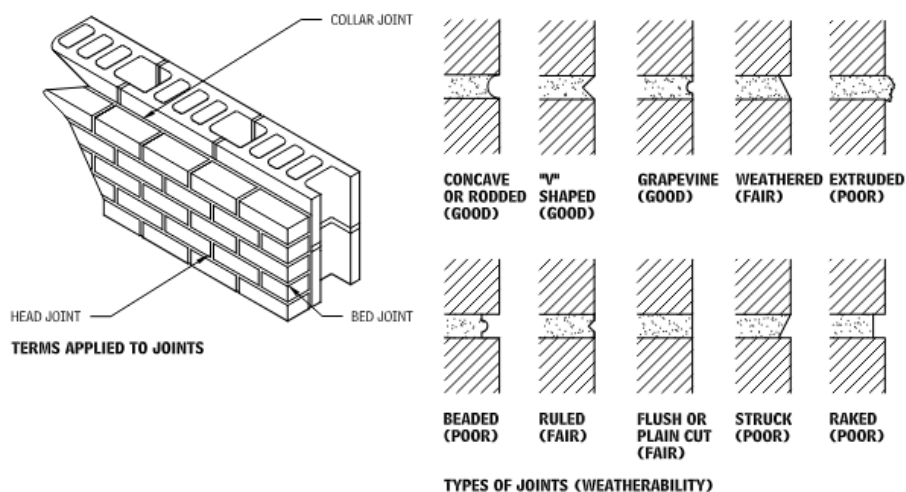
Agregat dengan permukaan kasar memiliki sifat ikatan yang lebih baik daripada yang permukaannya yang lebih halus; ikatan ini penting, terutama saat menggunakan agregat kecil. Untuk ketahanan pelapukan dan tampilan yang lebih baik, area matriks semen yang terbuka di antara potongan-potongan agregat harus minimal, yang membuat warna semen pada dalam beton agregat yang terbuka kurang penting.

BAB 2 PERBAIKAN BATU

2.1 PENDAHULUAN

Adukan dan sementasi adalah bahan pengikat semen yang menyatukan unit-unit pasangan batu ke dalam rakitan pasangan bata. Karena beton, Adukan pasangan bata, dan sementasi mengandung komponen utama yang sama, beberapa profesional desain berasumsi bahwa praktik yang baik untuk salah-satunya juga akan menjadi praktik yang baik untuk yang lain. Kenyataannya, ketiga bahan tersebut berbeda dalam proporsi, konsistensi kerja, metode penempatan, dan kinerja struktural.

Adukan dan sementasi secara struktural mengikat unit-unit pasangan bata, sedangkan beton itu sendiri biasanya merupakan bahan structural itu sendiri. Salah satu fungsi terpenting dari elemen beton adalah untuk menahan beban, sedangkan fungsi utama Adukan dan sementasi adalah untuk mengembangkan ikatan yang lengkap, kuat, dan tahan lama dengan unit-unit pasangan bata. Beton cor dituangkan ke dalam bentuk yang tidak menyerap dengan jumlah air yang minimum. Adukan dan sementasi ditempatkan, dengan lebih banyak air, di antara bentuk-bentuk yang menyerap (unit pasangan bata). Rasio air/semen dari desain campuran sangat penting dalam pekerjaan beton, tetapi kurang penting pada Adukan atau sementasi untuk pasangan bata. Bila Adukan atau sementasi dipasang pada unit pasangan bata, rasio air/semen akan menurun dengan cepat karena daya serap pasangan bata dari tanah liat atau beton. Penting untuk membedakan antara persyaratan untuk beton, Adukan pasangan bata, dan sementasi.



Gambar 2.1 sambungan adukan

Adukan Dan Grouting Batu Bata

Adukan memiliki beberapa fungsi:

- Menyambung dan menyegel pasangan bata, sehingga memungkinkan variasi dimensi pada unit pasangan bata.
- Memengaruhi tampilan keseluruhan warna, tekstur, dan pola dinding.
- Mengikat baja tulangan ke pasangan bata, sehingga menghasilkan rakitan komposit.

Metode Penyelesaian Sambungan Adukan

- Disekop: Adukan yang berlebih dikelupas. Sekop adalah satu-satunya alat yang digunakan untuk membentuk dan menyelesaikan.
- Diperkakas: Alat khusus digunakan untuk memadatkan dan membentuk Adukan pada sambungan.

2.2 PENAHAN BATU BATA, PENGUATAN, DAN AKSESORIS

Penahan Batu Bata Dan Penguatan

Konstruksi batu bata tidak selalu memerlukan penyertaan komponen logam. Secara historis, konstruksi batu bata komposit terdiri dari beberapa lapisan batu bata yang direkatkan oleh bata pengikat (header). Namun, dinding batu bata kontemporer memerlukan pengikat diantara lapisan bagian dalam dan luar, yang kemudian ditambahkan ke rangka struktural. Banyak profesional desain menggunakan istilah "pengikat dinding" dan "jangkar" secara bergantian; dalam praktiknya "ikat" terbuat dari bahan yang lebih ringan daripada jangkar. Baik ikatan maupun jangkar mentransfer beban ke rangka struktural atau anggota struktural lainnya.

Jangkar dan pengikat dengan komponen fleksibel dapat mengakomodasi gerakan diferensial terbatas antara rangka struktural dan dinding batu bata dengan memungkinkan gerakan dalam bidang.

Perlindungan Korosi

Ketahanan setiap komponen logam biasanya didasarkan pada kemampuannya untuk menahan korosi. Karena dinding pasangan bata sering kali terkena kelembapan, logam harus dilindungi, baik dengan galvanisasi atau dengan penggunaan logam tahan korosi. Standar ASTM berikut berlaku untuk perlindungan korosi komponen baja karbon.

- ASTM A 123, "Spesifikasi Standar untuk Pelapis Seng (Galvanis Celup Panas) pada Produk Besi dan Baja"
- ASTM A 153, "Spesifikasi Standar untuk Pelapisan Seng (Celup Panas) pada Perkakas Besi dan Baja"
- ASTM A 641, "Spesifikasi Standar untuk Kawat Baja Karbon Berlapis Seng"
- ASTM A 653, "Spesifikasi Standar untuk Lembaran Baja, Dilapisi Seng (Galvanis) atau Dilapisi Paduan Seng-Besi (Galvanil) melalui Proses Celup Panas"

Perlindungan korosi juga disediakan oleh jangkar dan ikatan baja tahan karat yang sesuai dengan ASTM A 580, untuk Tipe 304.

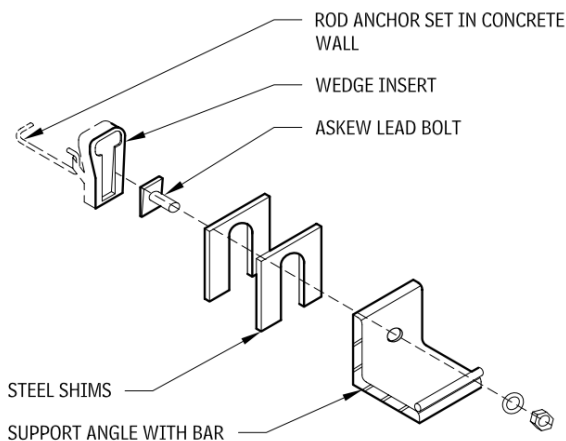
Jangkur Dan Tulangan

Pemilihan jangkur dan tulangan ditentukan oleh hubungan elemen pasangan bata dengan dukungan struktural.

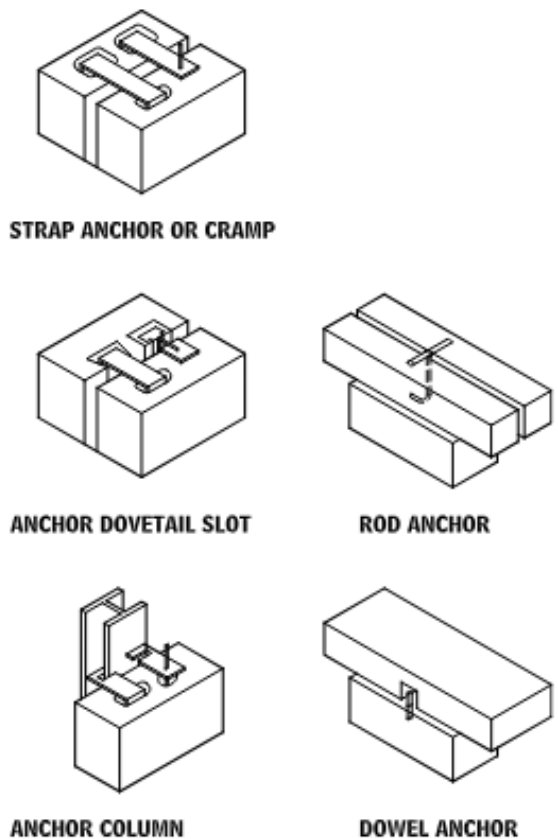
Tabel 2.2 batang tulangan standar astm untuk pasangan batu

Ukuran penamaan baja	Berat (LB/FT)	Dimensi nominal — penampang bulat		
		Diameter (IN.)	Luas penampang melintang (SQ IN.)	Keliling (IN.)
#3	0.376	0.375	0.11	1.178
#4	0.668	0.500	0.20	1.571
#5	1.043	0.625	0.31	1.963
#6	1.502	0.750	0.44	2.356
#7	2.044	0.875	0.60	2.749
#8	2.670	1.000	0.79	3.142
#9	3.400	1.128	1.00	3.544
#10	4.303	1.270	1.27	3.990
#11	5.313	1.410	1.56	4.430

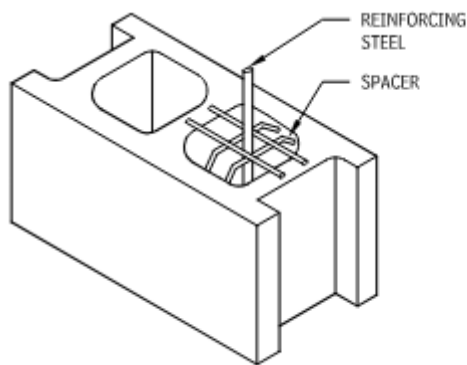
Batang tulangan dapat ditempatkan secara horizontal dan vertikal dalam pasangan bata. Tulangan ini dapat ditempatkan di inti atau sel unit pasangan bata atau di antara lapisan-lapisan pasangan bata. Penggunaan slot ekor burung yang dilas pada kolom baja atau beton memerlukan koordinasi selama tahap fabrikasi baja atau beton. Jenis jangkar yang ditentukan, termasuk ukuran, diameter, dan jaraknya, harus disebutkan dalam dokumen konstruksi.



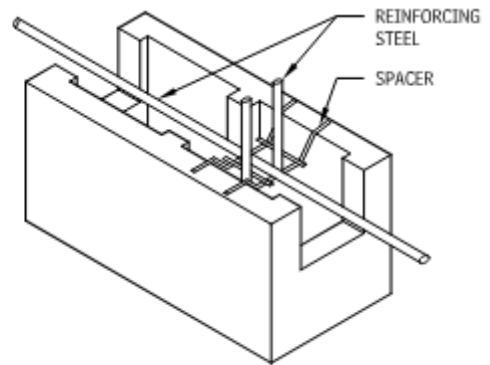
Gambar 2.3 jangkar sudut klip



Gambar 2.4 jenis jangkar

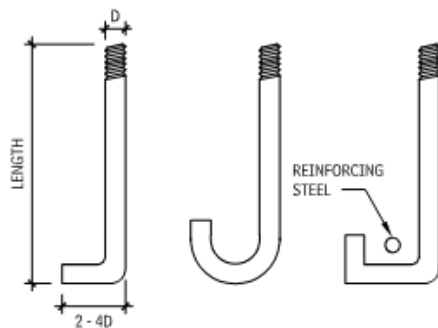


CMU SPACER

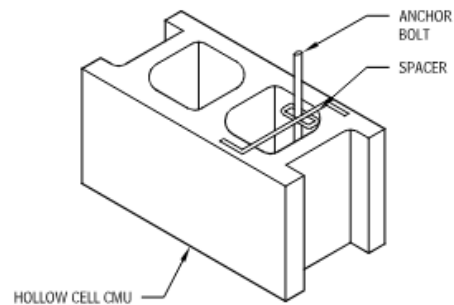


CMU BOND BEAM

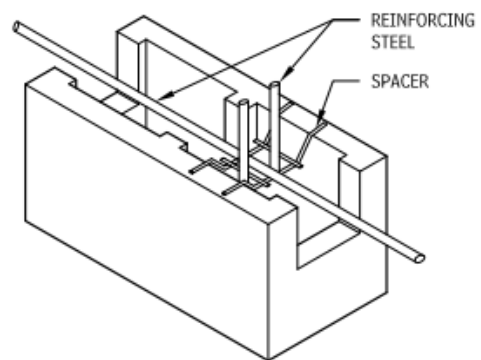
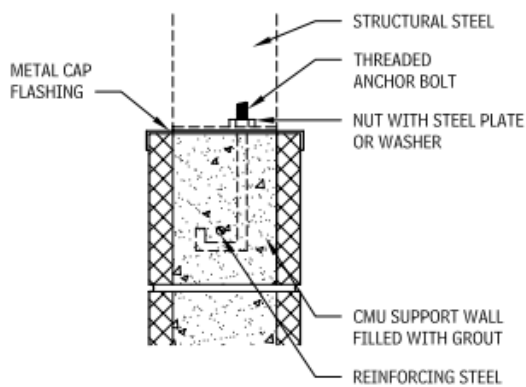
Gambar 2.5 batang penguat cmu



Gambar 2.6 baut jangkar



Gambar 2.7 penempatan baut jangkar



CMU BOND BEAM

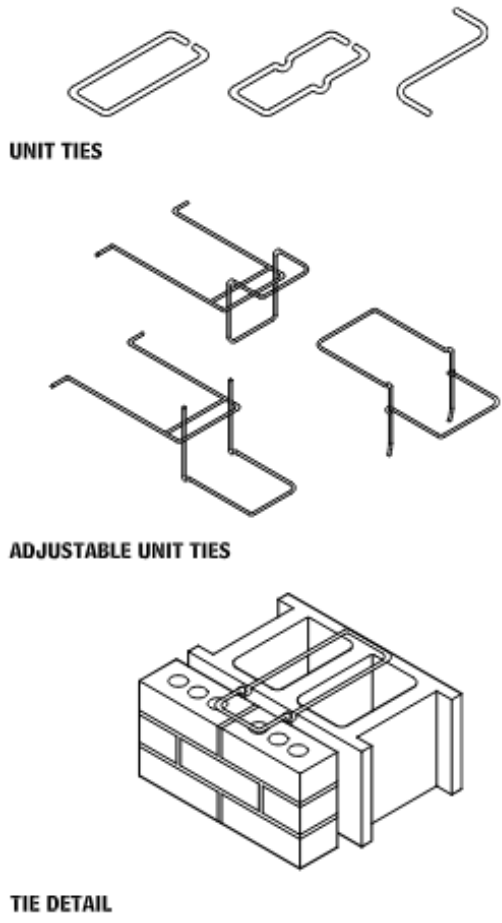
Gambar 2.8 jumlah baut jangkar

Ikatan Batu Pasangan

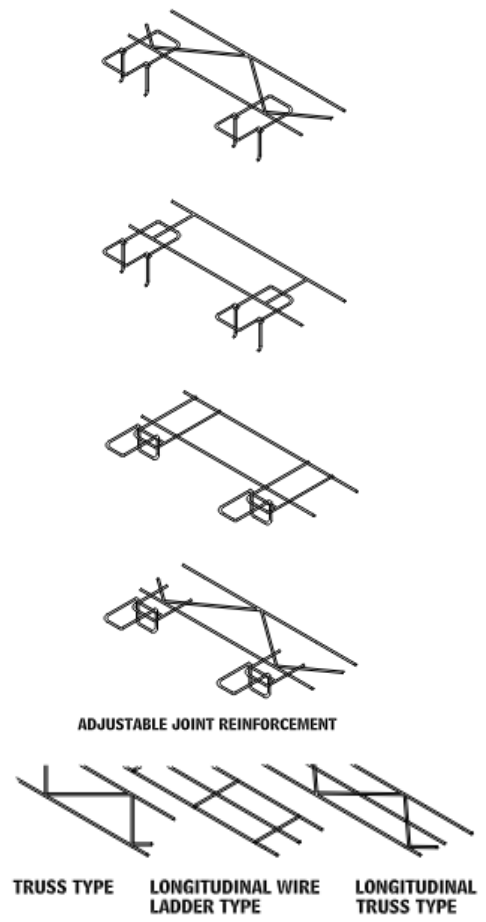
Ikatan batu bata memiliki satu atau beberapa fungsi:

- Menyediakan sambungan.
- Mentransfer beban lateral.
- Memungkinkan pergerakan dalam bidang untuk mengakomodasi gerakan diferensial.
- Dapat berfungsi sebagai tulangan struktural horizontal.

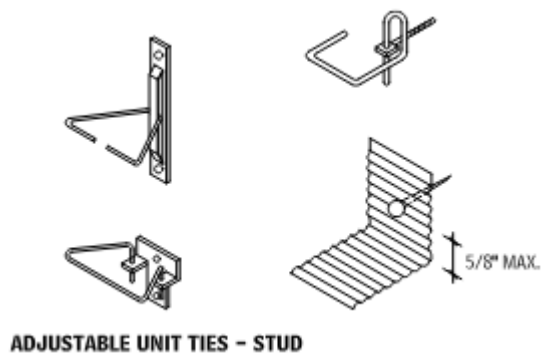
Jenis pengikat batu bata meliputi ikatan unit, ikatan unit yang dapat disesuaikan, tulangan sambungan yang dapat disesuaikan, dan tulangan sambungan.



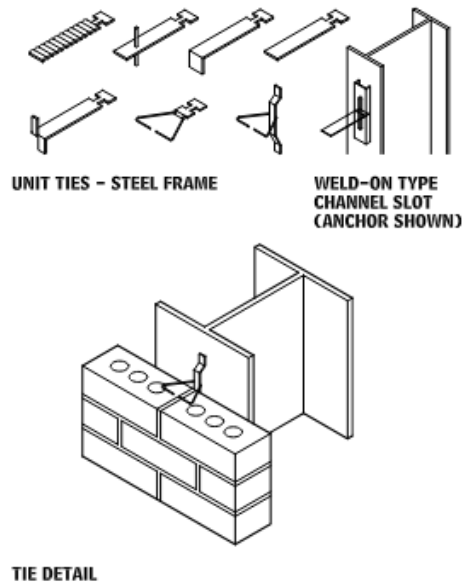
Gambar 2.9 ikat unit untuk penyangga batu pasangan



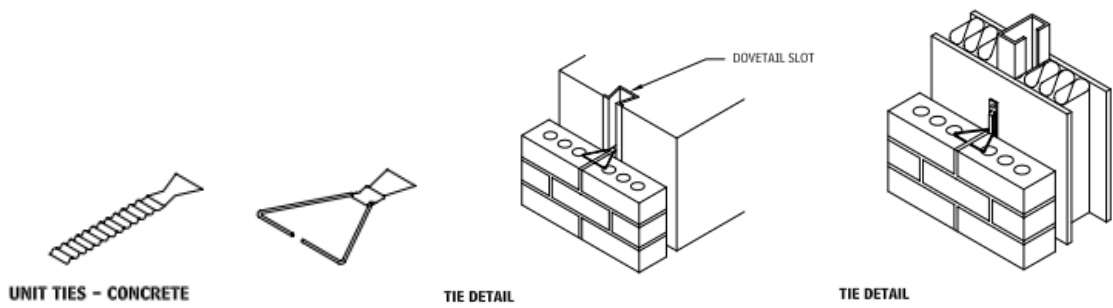
Gambar 2.10 penguatan sambungan untuk penyangga batu pasangan



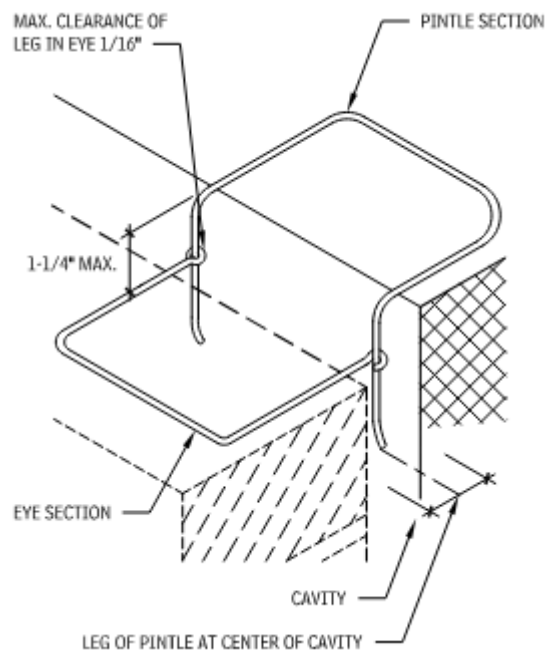
Gambar 2.11 ikat unit yang dapat disesuaikan untuk cadangan rangka



Gambar 2.12 ikat unit yang dapat disesuaikan—penyangga baja struktural



Gambar 2.13 pengikat unit yang dapat disesuaikan untuk cadangan beton



Gambar 2.14 unit yang dapat disesuaikan umumnya

Rekomendasi jarak antar pengikat pasangan bata disertakan pada Tabel 2.22. Ikatan harus disusun berselang-seling dalam baris, dan hanya satu baris ikatan yang harus ditempatkan pada sambungan dasar yang sama agar dapat tertanam dengan baik pada Adukan.

Tabel 2.15 rekomendasi jarak pengikatan batu bata

Jenis dinding	Jenis dan ukuran pengikat	Luas maksimum per pengikat (SQ FT)	Jarak vertikal maksimum (IN.)	Jarak horizontal maksimum (IN.)
Dinding Multi-wythe	W 1.7 (kawat 9)	2-2/3	24	36
	W 2.8 (diameter 3/16 inc)	4-1/2	24	36
Dinding rongga	W 1.7 (kawat 9)	2-2/3	24	36
	W 2.8 (diameter 3/16 inci)	4-1/2	24	36
	W 2.8 yang dapat disesuaikan (diameter 3/16 inci)	1.77	16	16
Veneer (lapisan luar)	Kawat pengikat	3-1/2	18	32
	Bergelombang	2-2/3	18	32

Pada konstruksi dinding tempat lapisan pasangan bata dibangun bersama-sama dan sambungannya sejajar, satu jangkar diletakkan di atas kedua lapisan. Jika satu lapisan pasangan bata diletakkan sebelum lapisan lainnya, atau jika sambungan tidak sejajar, pengikat yang dapat disesuaikan mungkin diperlukan. pengikat yang dapat disesuaikan menguntungkan karena beberapa alasan:

- Lapisan interior dapat dibangun sebelum lapisan eksterior, sehingga memungkinkan struktur ditutup lebih cepat.
- Resiko kerusakan pada ikatan saat lapisan eksterior dibangun berkurang.
- pengikat yang dapat disesuaikan dapat lebih mudah mengakomodasi toleransi konstruksi.
- pengikatan yang dapat disesuaikan dapat mengakomodasi gerakan diferensial yang lebih besar.

Namun, ikatan yang dapat disesuaikan harus dipasang dengan benar atau ikatan tersebut dapat menjadi tidak berguna. Lokasi saluran sangat penting, karena ikatan harus melekat pada saluran dan tertanam dengan benar di bagian luar atau lapisan.

Tabel 2.16 diameter dan ukuran minimum yang direkomendasikan

Pengikat dinding bata			Ukuran minimum	
			Diameter (IN.)	Kawat
Pengikat standar	Unit	Persegi panjang dan Z-tie	3/16	—
		Bergelombang	—	22
	Penguat sambungan	Tangga dan rangka	—	9
		Tab (pelat pengikat kecil)	—	9
Pengikat dapat disesuaikan	Unit	Persegi panjang dan Z-tie	3/16	—
	Slot ekor merpati / kanal	Kawat	3/16	—
		Bergelombang	—	16
		Slot konektor	—	22

	Pelat berlubang	Kawat	3/16	—
		Pelat slot	—	14
		Pelat penopang	—	14
	Penguat sambungan	Bagian standar	—	9
		Tab (pelat pengikat kecil)	3/16	—

2.3 AKSESORIS BATU

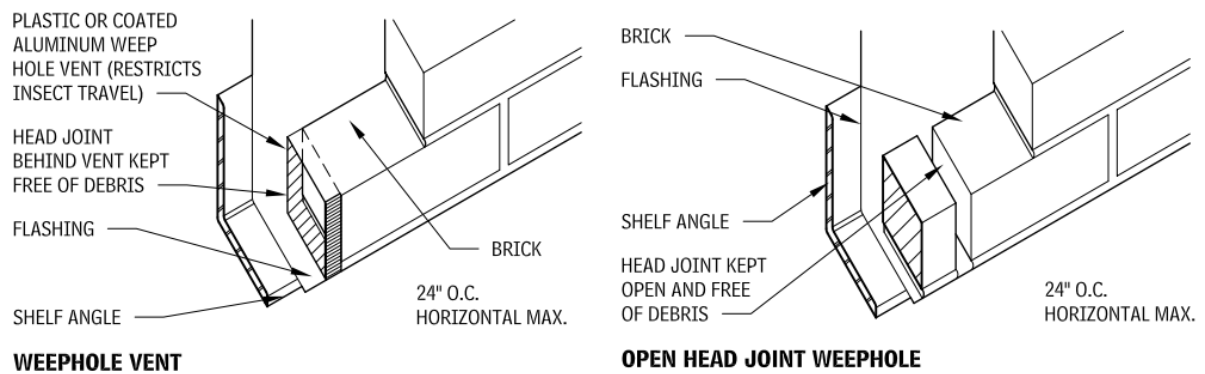
Drainase Rongga Batu, Lubang Air, Dan Ventilasi

Dengan desain dan pemasangan yang tepat, lubang air dan ventilasi berfungsi untuk membuang kelembapan yang terperangkap di dalam rongga dinding. Lubang air diwajibkan pada sambungan kepala dari jalur pasangan bata tepat di atas semua lapisan kedap air yang tertanam, dan harus dipasang di semua interupsi horizontal pada dinding. Lubang air tidak boleh ditempatkan di bawah permukaan tanah dan harus cukup kecil untuk mencegah masuknya hewan pengerat.

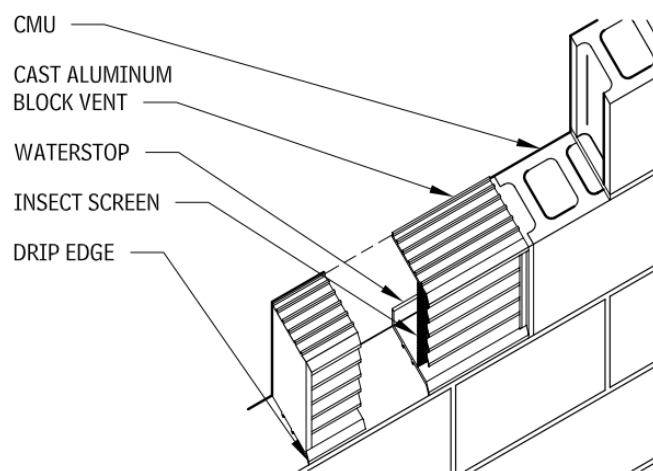
Lubang air dapat berupa sambungan kepala terbuka, lubang yang dibentuk dengan tali nilon atau batang yang diminyaki, tabung plastik atau logam, tali berserat, tali selempang katun, atau bahan seluler. Sambungan kepala yang terbuka sering kali dilengkapi dengan ventilasi atau kasa untuk mencegah masuknya serangga atau hewan pengerat. Lubang air yang dibentuk dan tabung harus memiliki diameter minimal 1/4 inci, meskipun penting untuk mempertimbangkan jenis lubang air yang digunakan sehubungan dengan iklim. Sambungan kepala terbuka adalah jenis lubang air yang lebih disukai, dengan jarak yang tidak lebih dari 32 inci di bagian tengah, meskipun pada pasangan bata tanah liat, sambungan tersebut harus diberi jarak tidak lebih dari 24 inci atau 2,5 inci di bagian tengah. Jika menggunakan tali atau tali tambang, bahannya harus setidaknya sepanjang 16 inci. Lubang Lapisan kedap air selain sambungan kepala terbuka harus diberi jarak tidak lebih dari 16 inci di bagian tengah.

Lapisan kedap air dalam konstruksi pasangan bata diperlukan untuk mengumpulkan kelembapan yang masuk ke dalam sistem dinding dan menyalurkannya ke bagian luar melalui lubang Lapisan kedap air. Kelembapan masuk ke dinding pasangan bata melalui kondensasi, penetrasi hujan yang terbawa angin, sambungan penyegel yang gagal, antarmuka dengan komponen lain, atau komponen lain itu sendiri, seperti jendela atau atap.

Ada dua jenis Lapisan kedap air. Lapisan kedap air terbuka dapat diterapkan pada semua konstruksi pasangan bata, sementara penggunaan Lapisan kedap air tertanam biasanya terbatas pada dinding tipe drainase. Pasangan bata adalah bahan konstruksi yang tahan lama dan awet. Dengan demikian, bahan Lapisan kedap air yang dipilih juga harus tahan lama dan berumur panjang, terutama bahan Lapisan kedap air yang tertanam (embedded) yang sulit diganti.



Gambar 2.17 detail lubang sunat



Gambar 2.18 ventilasi bata atau blok

Tabel 2.19 potensi korosi galvanik (elektrolisis) antara bahan lapisan kedap air umum dan bahan konstruksi terpilih

Bahan pelapis sambungan	Tembaga	Aluminum	Baja tahan karat	Baja galvanis	Seng	Timbal	Kuningan	Perunggu	Monel (paduan nikel-tembaga)	Mortar atau semen yang belum mengeras	Kayu asam (seperti kayu merah & cedar merah)	Besi / baja
Copper		•	•	•	•	•	•	•	•	○	○	•
Aluminum			○	○	○	•	•	•	○	•	•	•
Baja tahan karat				•	•	•	•	•	•	○	○	•
Baja galvanis					○	○	•	•	•	○	•	•
Zinc alloy						○	•	•	•	○	•	•
Timbal							•	•	•	•	○	○

Bahan

Lapisan kedap air dapat dibuat dari lembaran logam (tembaga, timah, baja tahan karat, baja galvanis, atau aluminium), plastik, atau bahan komposit (biasanya lembaran logam berlapis kertas, atau jaring kaca berserat). Saat memilih bahan lapisan kedap air, hindari bahan yang dapat bereaksi secara katodik dengan adukan, logam lain, atau bahan konstruksi lainnya. Ketebalan bahan lapisan kedap air yang ditentukan harus memperhitungkan rentang antara penanaman, tekukan, atau sambungan. Tembaga dapat menyebabkan patina, yang mungkin diinginkan. Timbal dan logam galvanis dapat menyebabkan noda putih, tetapi noda ini bisa

minimal jika bahan berlapis digunakan. Pilih aluminium sebagai lapisan kedap air yang ditanam hanya jika dilapisi dengan benar, sehingga tidak akan bereaksi dengan Adukan. Polietilena tidak boleh digunakan sebagai lapisan kedap air kecuali jika telah distabilkan secara kimia sehingga tidak akan rusak saat terkena sinar matahari (radiasi ultraviolet). Kertas bangunan yang diresapi aspal (kain felt bangunan) bukanlah bahan lapisan kedap air yang dapat diterima. Lapisan kedap air yang direkatkan harus dijauhkan dari muka dinding untuk menghindari kerusakan dan noda yang disebabkan oleh suhu tinggi.

Pemasangan

Lapisan kedap air tertanam biasanya digunakan pada dinding drainase di bagian dasar, di atas semua bukaan, di kusen dan sudut rak, dan di bawah coping. Lapisan kedap air tertanam kontinu harus dilapisi minimal 6 inci dan disegel dengan sealer yang sesuai. Lapisan kedap air yang terputus-putus harus memiliki ujung yang ditebuk keatas minimal 1 inci untuk membentuk bendungan. Bendungan ini mencegah air yang terkumpul pada Lapisan kedap air mengalir dari ujung Lapisan kedap air kembali ke sistem dinding atau ke rangka dan kusen.

Lapisan kedap air yang tertanam harus memanjang minimal 8 inci secara vertikal di dalam sistem dinding; harus memanjang minimal 1-1/2 inci ke dalam lapisan interior dan melalui lapisan eksterior minimal 1/4 inci untuk membentuk tetesan. Tetesan ini meminimalkan kemungkinan noda. Terkadang, mungkin perlu untuk menghindari tetesan, seperti pada unit bertekstur kasar dan unit pasangan bata bergaris, tergores, atau beralur. Lapisan kedap air harus dibawa dengan hati-hati ke permukaan bagian tersembunyi dari pasangan bata. Lapisan kedap air plastik sering kali terekspos dan dipotong rata dengan permukaan pasangan bata. Jika Lapisan kedap air tersembunyi dan tidak mencapai permukaan, air yang terkumpul di atasnya dapat disalurkan oleh adukan di bawah Lapisan kedap air dan kembali ke sistem dinding.

Catatan

9.16 Diameter dan ukuran (gauge) yang lebih tebal tersedia.

9.19 ● Reaksi galvanis akan terjadi, oleh karena itu kontak langsung harus dihindari.

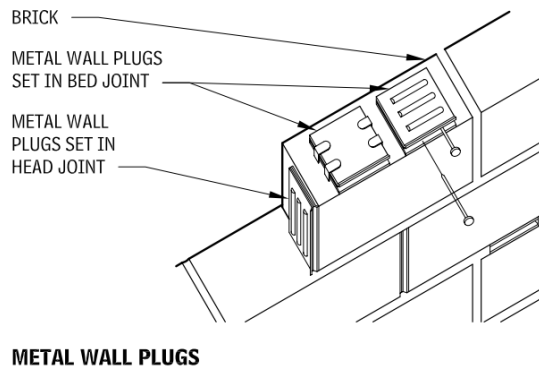
- Reaksi galvanis dapat terjadi dalam keadaan tertentu dan/atau seiring waktu.
 - Reaksi galvanis tidak signifikan; logam dapat bersentuhan langsung dalam keadaan normal.
 - a. Korosi galvanis cenderung terjadi ketika limpasan air dari satu material bersentuhan dengan material lain yang berpotensi reaktif.

Penahan Kayu Dan Penutup Dinding Logam

Prosedur untuk memasang material dan perlengkapan lain pada pasangan bata relatif sederhana dan dapat dilakukan selama atau setelah konstruksi. Pengencang, seperti baut pengikat dan pelindung, umumnya digunakan karena fleksibilitasnya dalam penempatan. Namun, ketika lokasi pengencang yang tepat dapat ditentukan selama konstruksi, balok paku dan penutup dinding logam merupakan cara pemasangan yang lebih disukai untuk menempelkan pada pasangan bata dan ditempatkan pada sambungan adukan saat pasangan sedang bata dipasang.

Balok kayu harus terbuat dari kayu lunak yang sudah dikeringkan untuk mencegah

penyusutan dan harus diolah dengan tekanan untuk menghambat kerusakan. Balok kayu harus ditempatkan hanya pada sambungan kepala. Penutup dinding logam terbuat dari logam galvanis dan dapat berisi sisipan kayu atau serat. Penutup tersebut dapat ditempatkan pada sambungan kepala atau dasar pasangan bata.



METAL WALL PLUGS
Gambar 2.20 penutup dinding logam

2.4 SAMBUNGAN GERAKAN BATU PASANGAN

Berbagai material dan elemen yang digunakan untuk membangun sebuah bangunan berada dalam gerakan konstan. Semua material bangunan berubah volumenya sebagai respons terhadap rangsangan internal atau eksternal, seperti perubahan suhu, pemuaiian kelembapan, dan deformasi elastis akibat beban atau gerak merayap. Menahan gerakan tersebut dapat menyebabkan tekanan didalam elemen bangunan, yang pada gilirannya dapat mengakibatkan retakan.

Untuk menghindari retakan, desain bangunan harus meminimalkan perubahan volume, mencegah pergerakan, atau mengakomodasi pergerakan diferensial antara material dan rakitan. Sambungan kontrol dan ekspansi pada batu bata adalah jenis sambungan pergerakan yang meminimalkan retakan dalam konstruksi batu bata. Desain sambungan harus mempertimbangkan besarnya setiap jenis pergerakan yang mungkin terjadi pada batu bata dan material bangunan lainnya.

Gerakan Material Konstruksi

Desain dan konstruksi sebagian besar bangunan tidak memungkinkan prediksi pergerakan material bangunan secara presisi. Perubahan bergantung pada sifat material; oleh karena itu, perubahan tersebut sangat bervariasi. Usia material dan suhu saat pemasangan adalah dua kondisi yang juga dapat memengaruhi pergerakan. Bila nilai rata-rata sifat material digunakan dalam desain, pergerakan aktual mungkin diremehkan atau dilebih-lebihkan. Profesional desain harus menggunakan kebijaksanaan saat memilih nilai yang berlaku. Tabel 2.21 menunjukkan jenis pergerakan yang memengaruhi material bangunan umum.

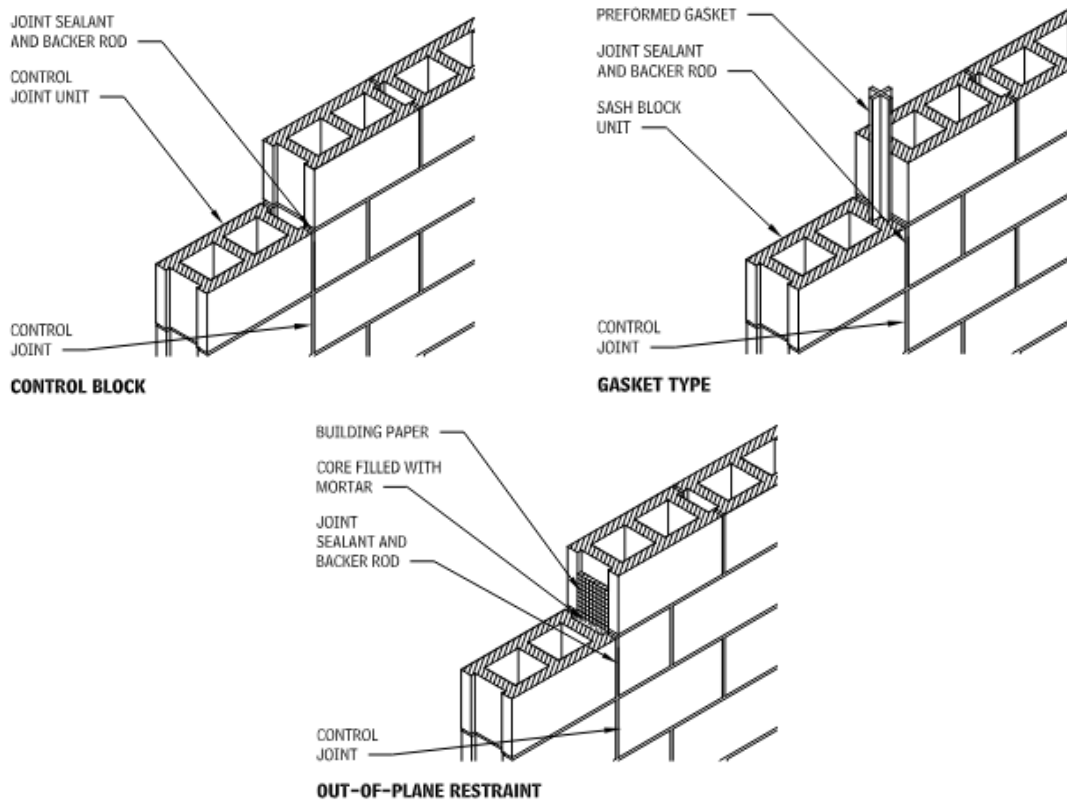
Tabel 2.21 pergerakan bahan bangunan

Bahan bangunan	Termal	Kelembaban reversibel	Kelembaban irreversibel	Deformasi elastis	Rangka
Dinding bata	X	—	X	X	—

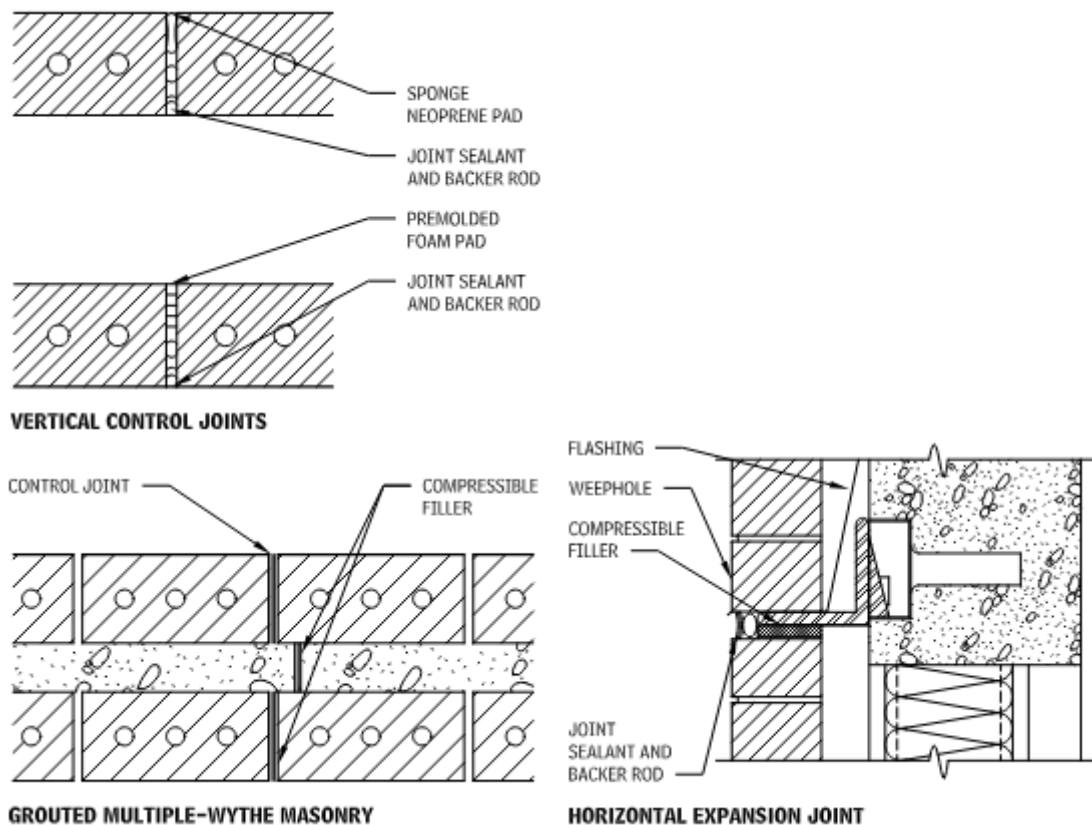
Dinding blok beton	X	X	—	X	X
Beton	X	X	—	X	X
Baja	X	—	—	X	—
Kayu	X	X	X	X	X

Sambungan Pergerakan

Ada berbagai jenis sambungan pergerakan pada bangunan: sambungan ekspansi, sambungan kontrol, sambungan pemisah atau isolasi, dan sambungan konstruksi. Setiap jenis sambungan pergerakan dirancang untuk melakukan tugas tertentu; sambungan tersebut tidak boleh digunakan secara bergantian.



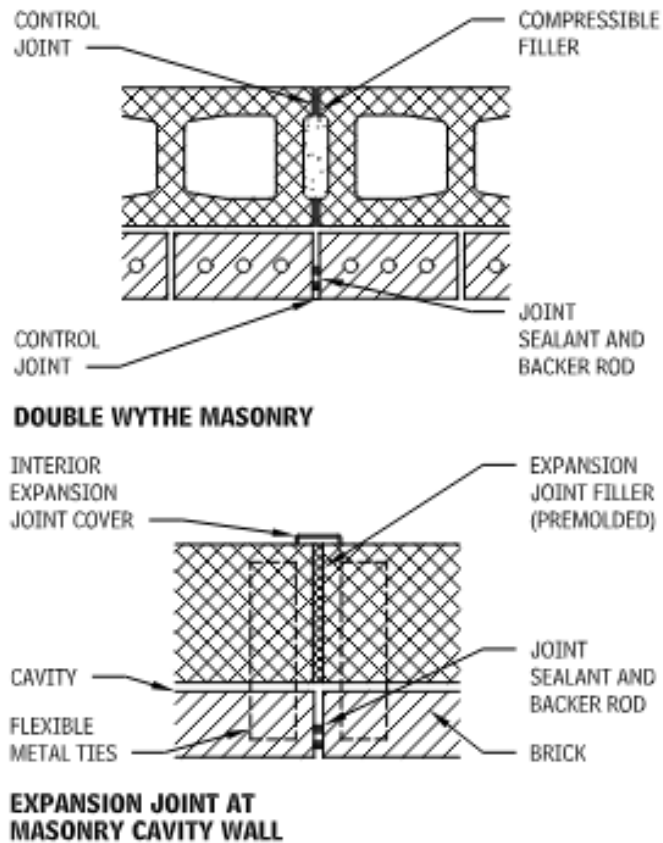
Gambar 2.22 sambungan pengendalian batu beton



Gambar 2.23 sambungan pengendali batu bata unit tanah liat

Sambungan kontrol digunakan untuk memisahkan pasangan bata menjadi beberapa segmen guna meminimalkan retak akibat perubahan suhu, ekspansi kelembapan, deformasi elastis akibat beban, serta penyusutan dan perambatan pada bangunan berbingkai beton. Sambungan kontrol dapat berupa sambungan horizontal atau vertikal. Sambungan tersebut terbentuk dari material elastomer yang ditempatkan dalam bukaan kontinu dan tidak terhalang melalui pasangan bata. Konstruksi ini memungkinkan sambungan untuk terkompresi saat pergerakan material. Sambungan kontrol harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga integritas struktural pasangan bata tidak terganggu.

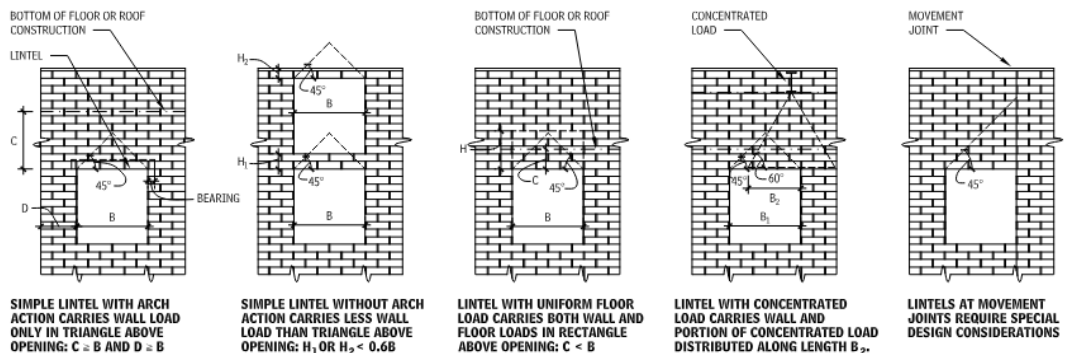
Sambungan ekspansi (isolasi) digunakan untuk memisahkan bangunan menjadi beberapa bagian struktural yang terpisah sehingga tekanan yang terjadi pada satu bagian tidak akan memengaruhi integritas seluruh struktur. Sambungan ekspansi adalah sambungan yang menembus bangunan, termasuk rakitan atap. Sambungan ekspansi atau isolasi adalah sambungan antara material yang berbeda seperti bukaan dan konstruksi pasangan bata yang berdekatan. Sambungan ini mengakomodasi pergerakan yang berbeda pada material bangunan.



Gambar 2.24 sambungan pengendalian dan ekspansi pasangan batu bata

Jarak rekomendasi untuk sambungan kendali	Jarak vertikal untuk tulangan sambungan			
		24"	16"	8"
Dinyatakan sebagai perbandingan panjang panel terhadap tinggi (L/T)	2	2-1/2	3	4
Panjang panel (L) tidak boleh melebihi (tanpa memperhatikan tinggi [T])	40	45	50	60

Gambar 2.25 Jarak Sambungan Kontrol Untuk Unit Pasangan Beton



Gambar 2.26 kondisi pembebanan langit (lihat panduan struktural untuk rumus desain)

Sambungan konstruksi (dingin) digunakan terutama dalam konstruksi beton saat pekerjaan konstruksi terhenti. Sambungan konstruksi ditempatkan di tempat yang paling tidak akan merusak kekuatan struktur.

Jarak Sambungan Kontrol Dan Ekspansi Pasangan

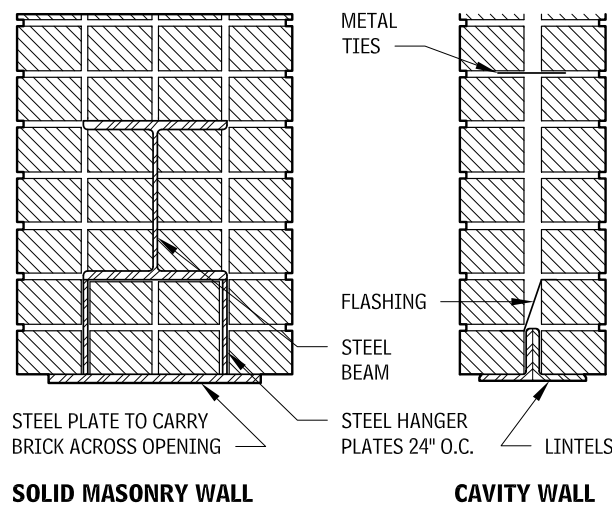
Tidak ada satu rekomendasi pun mengenai penentuan posisi dan jarak sambungan kontrol dan ekspansi yang dapat diterapkan pada semua struktur. Setiap bangunan harus dianalisis untuk menentukan tingkat pergerakan yang diharapkan dalam struktur tertentu. Ketentuan harus dibuat untuk mengakomodasi pergerakan ini dan tekanan terkaitnya dengan serangkaian sambungan kontrol dan ekspansi.

Secara umum, jarak sambungan kontrol ditentukan dengan mempertimbangkan jumlah pergerakan dinding yang diharapkan dan ukuran sambungan kontrol. Jarak sambungan kontrol yang direkomendasikan pada pasangan bata unit beton dibahas dalam Tabel 2.25. Sambungan kontrol sering kali berukuran menyerupai sambungan adukan, biasanya 3/8 inci hingga 1/2 inci.

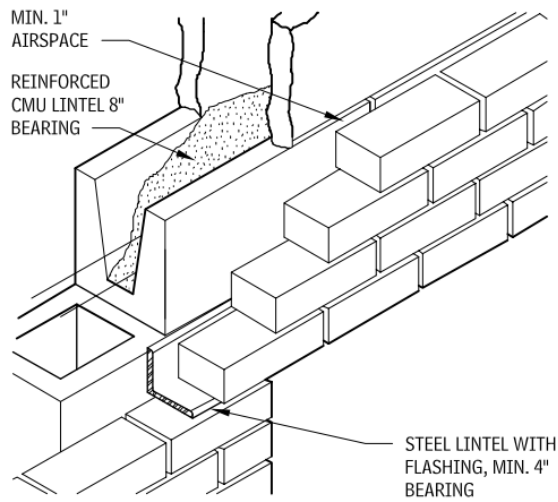
Sambungan ekspansi dapat menggunakan penyegel atau pengisi yang telah dibentuk sebelumnya. Ukuran sambungan penyegel maksimum kira-kira 2 inci dengan pergerakan 50 persen, jadi bila sambungan ekspansi lebarnya lebih dari 3 inci, pengisi yang sudah dibentuk sebelumnya adalah hal yang umum.

Sambungan kontrol dan ekspansi tidak harus disejajarkan di dinding rongga; namun, sambungan tersebut harus disejajarkan di dinding multilapisan.

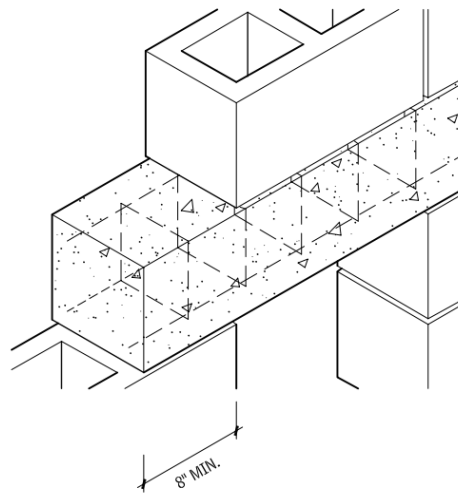
Ambang Pintu



Gambar 2.27 detail ambang pintu baja



Gambar 2.28 detail pintu batu pasangan



Gambar 2.29 detail pintu batu beton pra cetak

Tabel 2.30 bagan ukuran jendela sudut baja

Kaki horizontal	Ukuran sudut	Berat per kaki	Bentang (kaki) – dari titik tengah ke titik tengah tumpuan yang diperlukan									
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3 - 1/2	3 X 3-1/2 X 1/4	5.4	956	517	262	149	91	57				
	X 5/16	6.6	1166	637	328	184	113	73				
	3-1/2 X 3-1/2 X 1/4	5.8	1281	718	400	232	144	94	65			
	X 5/16	7.2	1589	891	504	290	179	118	80			
	4 X 3-1/2 X 1/4	6.2	1622	910	510	338	210	139	95	68		
	X 5/16	7.7	2110	1184	734	421	262	173	119	85	62	
	X 3/8	9.1	2434	1365	855	490	305	201	138	98	71	
	X 7/16	10.6	2760	1548	963	561	349	230	158	113	82	60
	5 X 3-1/2 X 1/4	7.0	2600	1460	932	636	398	264	184	132	97	73
	X 5/16	8.7	3087	1733	1166	765	486	323	224	161	119	89
X 7/16	12.0	4224	2371	1513	1047	655	435	302	217	160	120	

	6 X 3-1/2 X 1/4	7.9	3577	2009	1232	888	650	439	306	221	164	124
	X 5/16	9.8	4390	2465	1574	1090	798	538	375	271	201	151
	X 3/8	11.7	5200	2922	1865	1291	945	636	443	320	237	179

Tabel 2.31 penguatan yang diperlukan untuk jalur beton bertulang yang ditopang secara sederhana

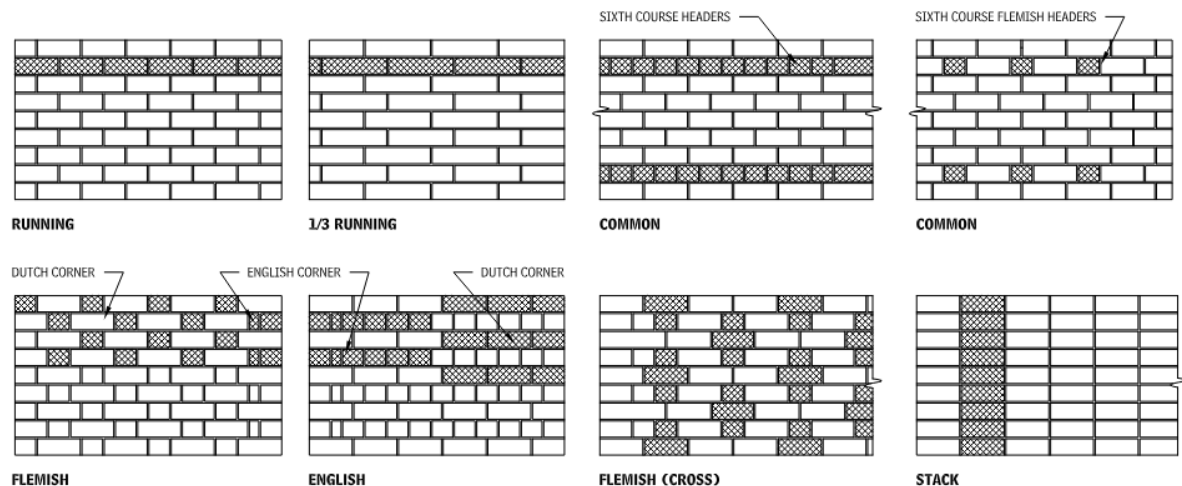
Jenis beban	Ukuran nominal penampang balok lintel (IN.)	Bentang bersih tulangan yang diperlukan							
		3'-4"	4'-0"	4'-8"	5'-4"	6'-0"	6'-8"	7'-4"	8'-0"
Beban Dinding	6 X 8	1-#3	1-#4	1-#4	2-#4	2-#5			
	6 X 16					1-#4	1-#4	1-#4	1-#4
Beban Lantai dan Atap	6 X 16	1-#4	1-#4	2-#3	1-#5	2-#4	2-#4	2-#5	2-#5
Beban Dinding	8 X 8	1-#3	2-#3	2-#3	2-#4 2	2-#4	2-#5	2-#6	
	8 X 16							2-#5	2-#5
Beban Lantai dan Atap	8 x 8	2-#4							
	8 x 16	2-#3	2-#3	2-#3	2-#4	2-#4	2-#4	2-#5	2-#5

Tabel 2.32 beban desain maksimum untuk jalur beton pra cetak (lb/kaki linier)

Tulangan / penguatan	Bentang bersih											
	3'-4"	4'-0"	4'-8"	5'-4"	6'-0"	6'-8"	7'-4"	8'-0"	8'-8"	9'-4"	10'-0"	10'-8"
2-#3	1585	1150	850	625	475	365	285	225	180	145	115	90
2-#4	1855	1300	910	665	500	380	300	235	185	150	120	95
2-#5	1825	1410	1005	725	535	410	315	250	195	155	125	100

Unit Masonry

Terdapat berbagai jenis pola ikatan yang dapat digunakan saat memasang pasangan bata. Pola ikatan yang paling umum adalah ikatan lurus untuk pasangan bata yang terbuka dan tidak terbuka. Kombinasi berbagai pola ikatan menghasilkan konstruksi yang lebih menarik secara estetika dan dapat dikombinasikan dengan berbagai jenis, tekstur, dan warna pasangan bata. Banyak pola ikatan yang paling umum ditunjukkan pada gambar berjudul Pola Ikatan Umum (Gambar 2.33).



Gambar 2.33 pola ikatan umum

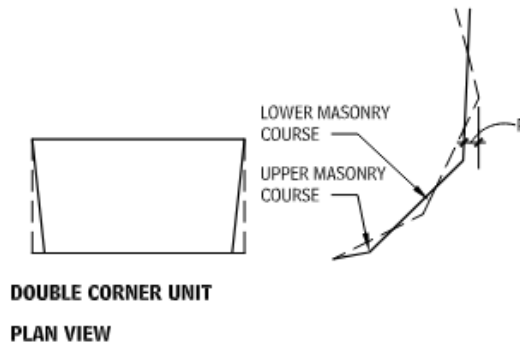
Jika dinding pasangan bata melengkung akan dipasang dengan ikatan lurus, proyeksi sudut setiap unit di luar permukaan unit pada jalur di atas dan di bawah mungkin perlu dibatasi karena alasan estetika. Secara umum, proyeksi sekitar 1/8 in. untuk unit nominal sepanjang 8 inci dan 1/4 in. untuk unit nominal sepanjang 16 inci dapat diterima. Jika permukaan dinding akan diplester atau ditutupi dengan cara lain, proyeksi 1/2 hingga 3/4 in. mungkin tidak menjadi masalah.

Namun, jika ingin memperoleh tampilan yang halus untuk lengkungan atau untuk membatasi bayangan yang dibuat oleh sudut yang menonjol, proyeksi tidak boleh melebihi yang ditunjukkan di atas. Proyeksi kurang dari 1/8 in. biasanya tidak praktis karena toleransi konstruksi. Bergantung pada estetika yang diinginkan, penggunaan jenis pola ikatan lainnya dapat memungkinkan jari-jari yang lebih rapat, seperti jalur header dalam ikatan bertumpuk. Tabel Jari-jari Minimum Masonry (Tabel 2.34) menunjukkan jari-jari yang terkait dengan penggunaan pola ikatan berjalan dan ukuran pasangan bata umum.

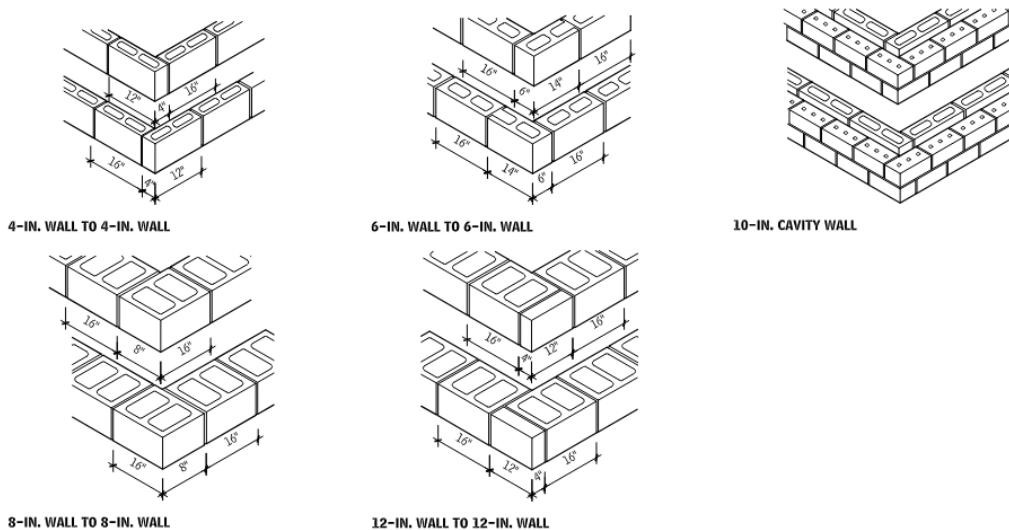
Tabel 2.34 jari-jari minimum pasangan batu

Panjang nominal	Lebar nominal (IN.)	Sambungan mortar eksterior 3/8 INCI			Sambungan mortar eksterior 1/2 INCI		
		Jari-jari Dinding	Jumlah Unit dalam Dinding 360°	Proyeksi unit (IN.)	Jari-jari dinding	Jumlah unit dalam dinding 360°	Proyeksi unit (IN.)
8 in. (uncut)	4	9'-9"	92	1/16	6'-6"	61	3/32
	8	20'-4"	192	1/32	13'-7"	126	1/16
	12	31'-1"	293	1/32	20'-8"	195	1/32
16 in. (uncut)	4	19'-6"	92	1/8	13'-1"	61	7/32
	8	40'-9"	192	1/16	27'-5"	128	3/32
	12	62'-2"	293	1/16	41'-9"	195	1/16
8 in. (3/4 inci, potongan pada sisi dalam, kedua ujung)	4	1'-6"	14	7/16	1'-4"	13	1/2
	8	8'-0"	26	7/32	2'-9"	26	1/4
	12	4'-6"	42	5/32	4'-3"	40	5/32
	4	2'-11"	14	7/8	2'-9"	13	15/16
	8	5'-11"	26	7/16	5'-7"	26	1/2

16 in(3/4 inci, potongan pada sisi dalam, kedua ujung)	12	8'-11"	42	5/16	8'-6"	40	5/16
--	----	--------	----	------	-------	----	------



Gambar 2.35 dinding radial dan proyeksi bata



Gambar 2.36 tata letak sudut yang menunjukkan jalan yang bergantian

2.5 UNIT PASANGAN BATU TANAH LIAT

Klasifikasi Bata Dan Ubin

Bata dan ubin diklasifikasikan menurut lokasi spesifik tempat keduanya digunakan. Spesifikasi standar telah dikembangkan untuk menghasilkan persyaratan yang seragam untuk batu bata. ASTM menerbitkan standar yang paling banyak diterima secara luas untuk batu bata. Spesifikasi standar mencakup kekuatan, daya tahan, dan persyaratan estetika.

Persyaratan Umum

Istilah yang digunakan dalam setiap standar untuk klasifikasi batu bata mungkin mencakup paparan, tampilan, sifat fisik, efloresensi, toleransi dimensi, distorsi, terkelupas, inti, dan frog. Batu bata dapat diklasifikasikan menurut penggunaan, mutu (paparan), dan jenis (tampilan). Properti harus diidentifikasi, setiap standar ASTM memiliki persyaratan minimum untuk mutu dan jenis, yang akan digunakan sebagai properti default jika tidak ditentukan.

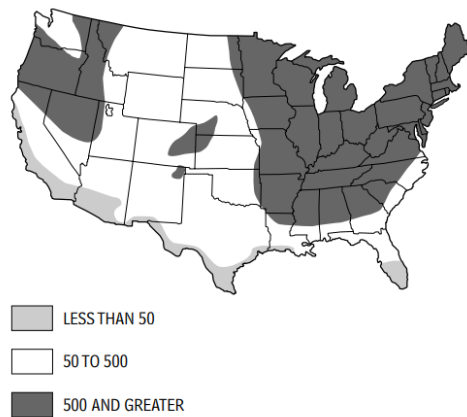
Tabel 2.37 klasifikasi jenis batu tanah liat

Jenis unit bata	Penunjukan ASTM
Bata bangunan	C 62
Bata muka	C 216
Bata berlubang	C 652
Bata perkerasan	C 902
Bata perkerasan (untuk kendaraan berat)	C 1272
Bata keramik glasir	C 126
Unit bata tipis pelapis dinding	C 1088
Bata saluran dan lubang kontrol	C 32
Bata tahan bahan kimia	C 279
Bata lantai industri	C 410
Jenis unit bata	
Ubin tanah liat struktural penahan beban	C 34
Ubin tanah liat struktural non-penahan beban	C 56
Ubin tanah liat struktural untuk tampilan (finishing)	C 212
Ubin tanah liat struktural penyekat non-penahan beban	C 530
Ubin keramik glasir	C 126

Persyaratan Mutu Untuk Paparan Muka

Mutu batu bata tertentu diperlukan untuk mengakomodasi berbagai iklim di Amerika Serikat dan berbagai aplikasi di mana batu bata dapat digunakan. Mutu bata meliputi Pelapukan Parah (SW), Pelapukan Moderat (MW), dan Pelapukan Tidak Jelas (NW), masing-masing berdasarkan indeks pelapukan dan paparan yang akan diterimanya.

Indeks pelapukan adalah hasil perkalian dari jumlah rata-rata hari siklus pembekuan tahunan dan rata-rata curah hujan musim dingin tahunan dalam inci (lihat Gambar 2.38). Paparan terkait dengan apakah bata digunakan pada permukaan vertikal atau horizontal dan apakah unit akan bersentuhan dengan tanah (lihat Tabel 2.39). Indeks pelapukan yang lebih tinggi atau paparan yang lebih parah akan membutuhkan bata muka untuk memenuhi persyaratan SW. Mutu untuk setiap spesifikasi tercantum dalam Tabel 2.39.



Gambar 2.38 indeks cuaca amerika serikat

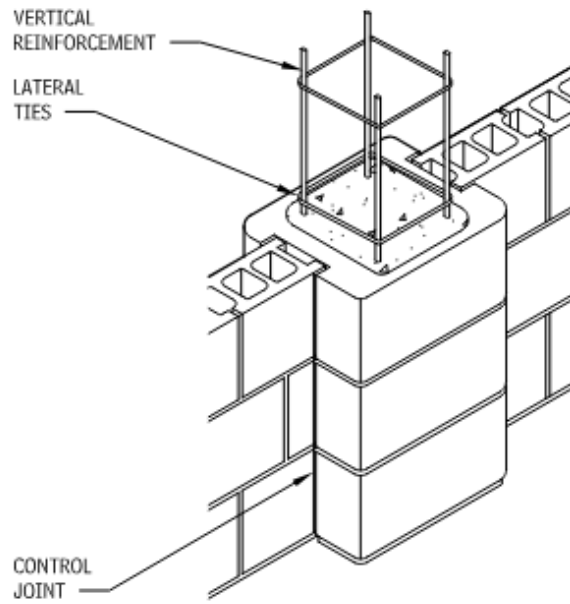
Tabel 2.39 Paparan

Paparan	Indeks Pelapukan	
	Kurang dari 50	50 atau lebih
Pada permukaan vertikal		
Bersentuhan dengan tanah	MW	SW
Tidak bersentuhan dengan tanah	MW	SW
Pada permukaan selain vertikal		
Bersentuhan dengan tanah	SW	SW
Tidak bersentuhan dengan tanah	MW	SW

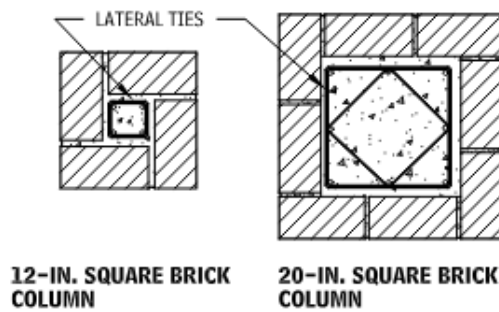
Tabel 2.40 persyaratan kelas untuk paparan wajah

Standar ASTM	Paparan lebih berat	Paparan lebih berat	Paparan lebih ringan
Kelas C 62	SW	MW	NW
Kelas C 216	SW	MW	—
Kelas C 652	SW	MW	—
Kelas C 902	SX	MX	NX
C 126 ^a			—
Kelas C 1088	Eksterior	Bagian dalam	—
Saluran pembuangan C 32 ^b	SS	SM	—
Kelas lubang kontrol	MS	MM	—

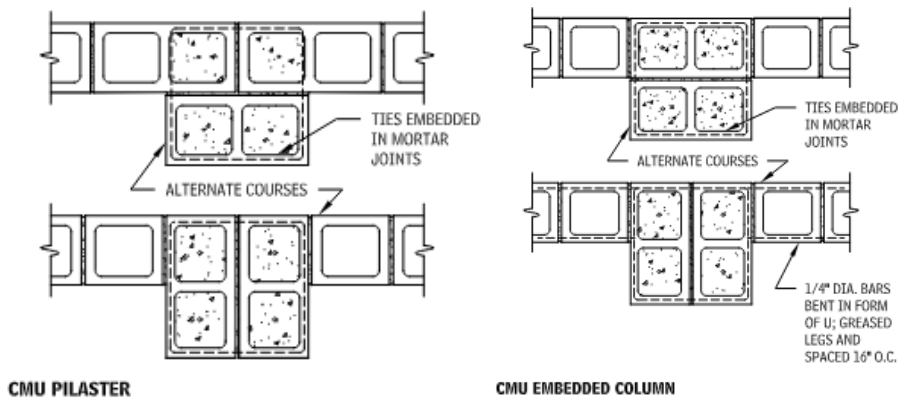
Kolom, Pilaster, Dan Balok



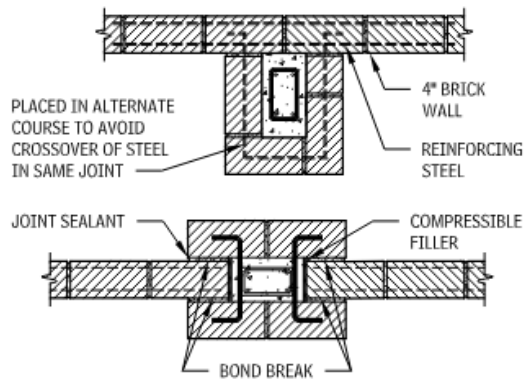
Gambar 2.41 unit pilaster khusus yang umum digunakan dengan sambungan control



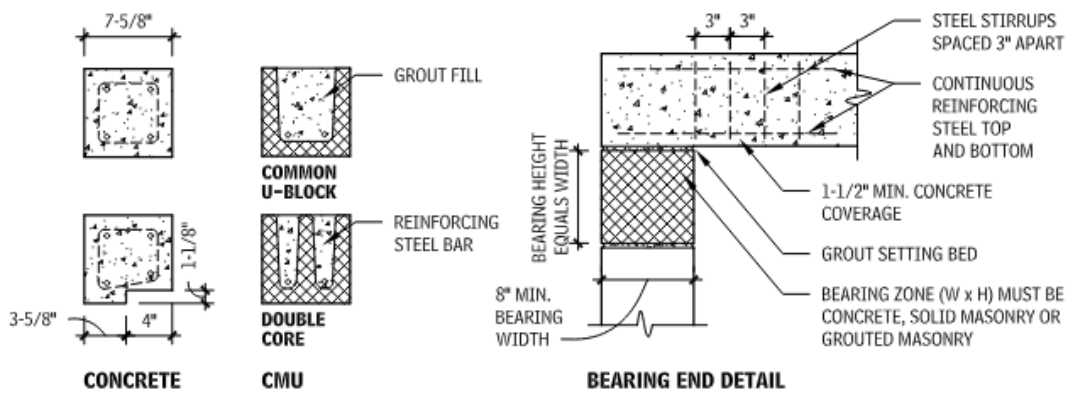
Gambar 2.42 kolom bata bertulang



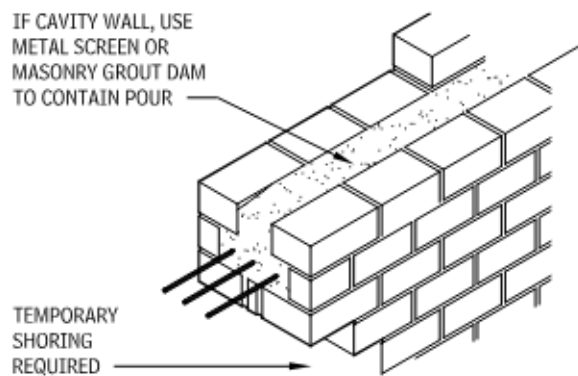
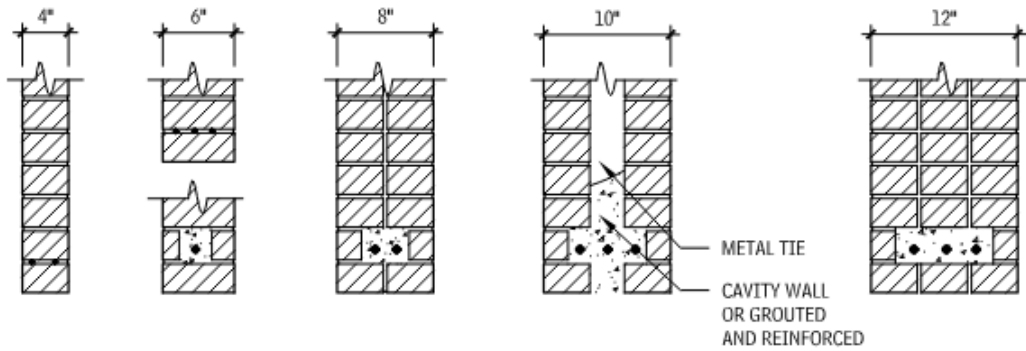
Gambar 2.43 pilaster cmu dan kolom tertanam



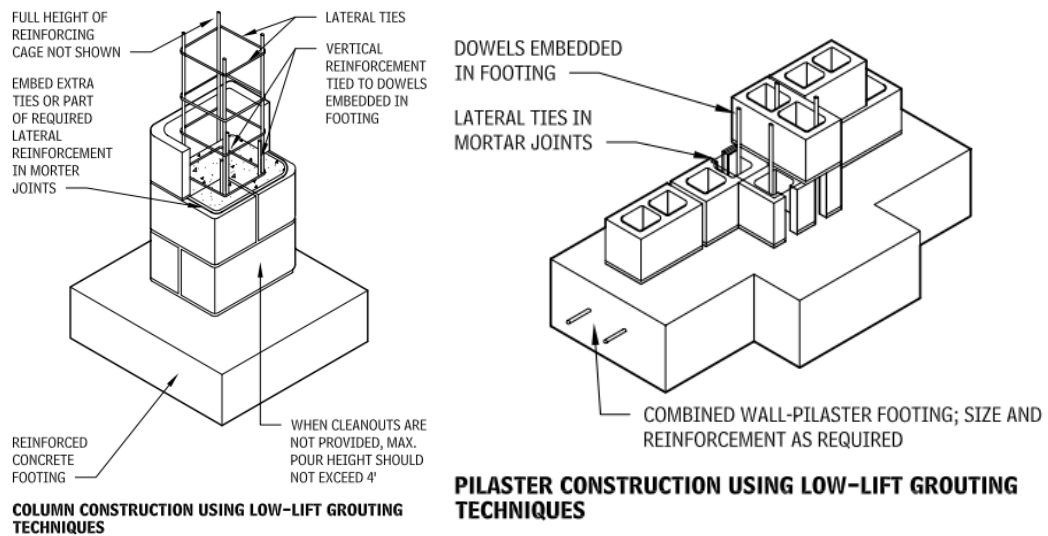
Gambar 2.44 pilaster batu tanah liat bertulang



Gambar 2.45 beton pra cetak dan balok atau kulkas cmu



Gambar 2.46 balok bata atau kusen bertulang

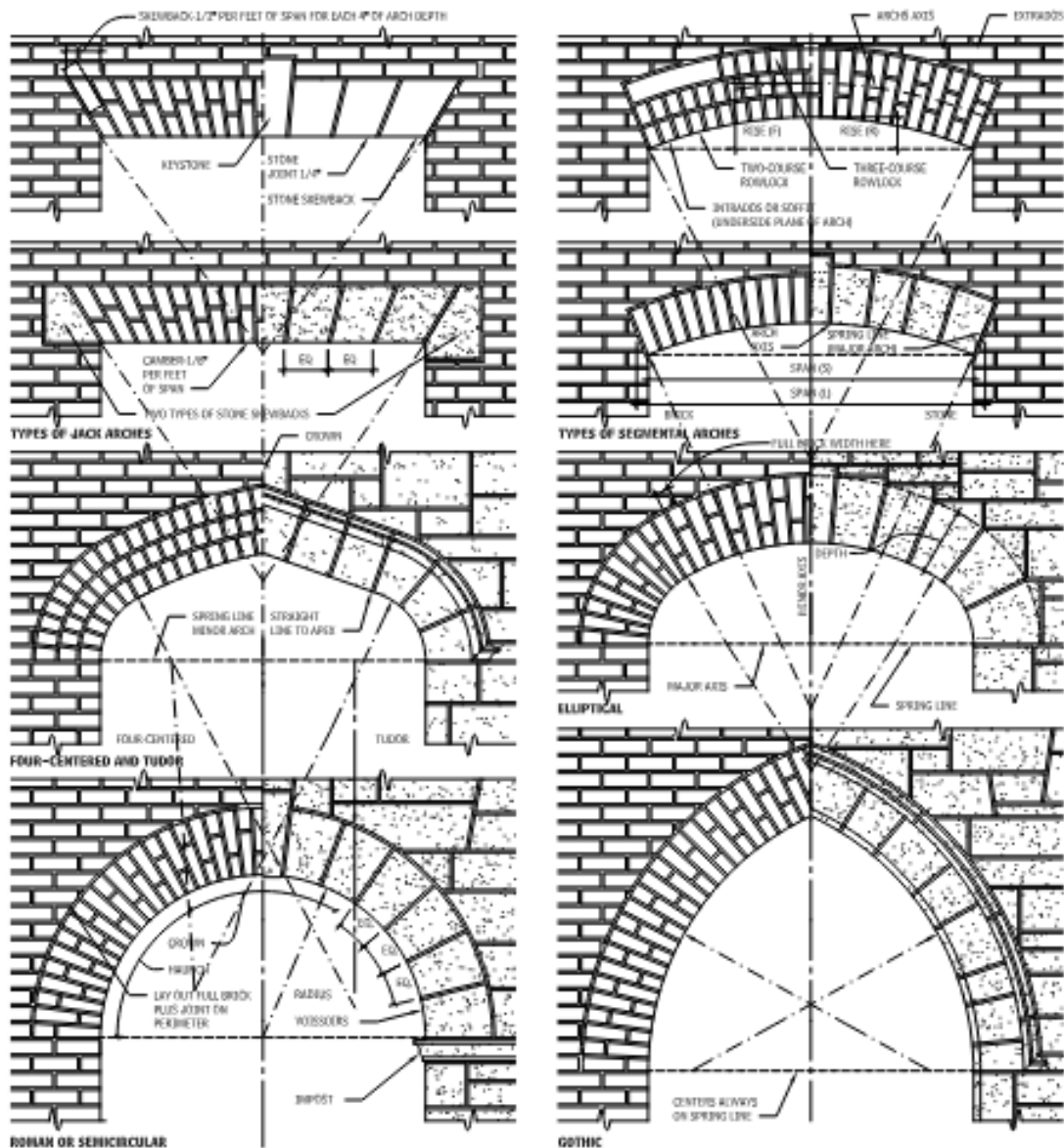


Gambar 2.47 konstruksi kolom dan pilaster

Tabel 2.48 persyaratan penguatan tangga langit

Jenis lintel	Bentang bebas (MAKS.)	Dinding bata 8 (80 LB/SQ FT)	Dinding CMU 8 (50 LB/SQ FT)
Beton bertulang (penampang persegi 7-5/8)	4-0	4—#3	4—#3
	6-0	4—#4	4—#3
	8-0	4—#5	4—#4
Unit pasangan beton (penampang persegi 7-5/8 inci) ukuran nominal 8 x 8 x 16 inci	4-0	2—#4	2—#3
	6-0	2—#5	2—#4
	8-0	2—#6	2—#5

Lengkungan Batu Bata



Gambar 2.49 lengkungan batu bata

2.6 BATU PASANGAN KACA

Blok Kaca: Data Desain

Blok kaca merupakan bahan bangunan yang beragam dengan berbagai aplikasi yang menunjukkan karakteristiknya yang beraneka ragam. Berbagai bentuk blok kaca—jenis, ketebalan, ukuran, bentuk, dan pola—serta metode pemasangannya dapat dipadukan untuk menciptakan solusi desain yang unik. Aplikasinya berkisar dari seluruh fasad, jendela, pembatas interior, dan partisi hingga skylight, lantai, jalan setapak, dan tangga. Dalam semua aplikasi, unit blok kaca memungkinkan kontrol cahaya, baik alami maupun buatan, untuk fungsi atau kesan dramatis. Blok kaca juga memungkinkan kontrol transmisi termal, kebisingan, debu, dan angin. Blok kaca bermuka tebal atau padat 3 inci tahan benturan dan membantu aplikasi keamanan.

Adukan

Campuran Adukan yang optimal untuk memasang unit blok kaca adalah satu bagian

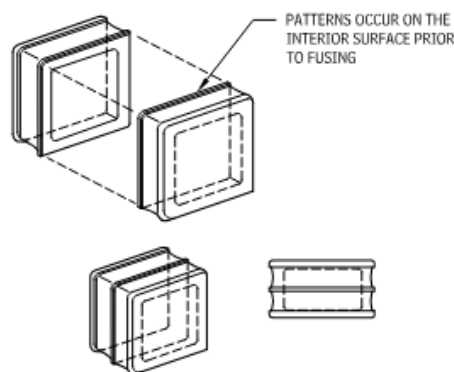
semen portland, setengah bagian kapur, dan empat bagian pasir. Tabel 2.50 di bawah ini memberikan jumlah blok kaca yang dapat dipasang pada rasio tersebut.

Tabel 2.50 blok kaca/batch adukan

Seri	Ukuran blok ^a	Nomor blok ^b
Regular	4 x 8	350
	6 x 6	350
	8 x 8	260
	12 x 12	190
Thin	4 x 8	450
	6 x 6	450
	8 x 8	335

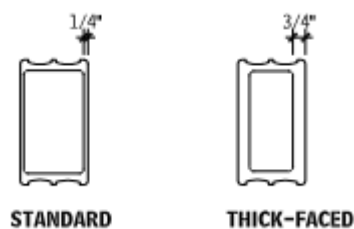
Jenis Blok

Unit blok kaca dasar terbuat dari dua bagian yang disatukan dengan fusi, menciptakan ruang hampa parsial di dalamnya. Unit-unit ini bisa transparan, translusen, atau opak, dan juga bisa berwarna serta berpola. Pilihan lain mungkin tersedia, silakan konsultasi dengan produsen.



Gambar 2.51 unit blok kaca persegi

Blok kaca tersedia dalam ketebalan mulai dari minimal 3 inci untuk unit padat hingga maksimal 4 inci (nominal) untuk unit berongga. Beberapa produsen menyediakan blok tebal untuk aplikasi kritis yang membutuhkan blok kaca tebal dan lebih berat. Blok ini memiliki sifat transmisi suara yang unggul, karena permukaannya tiga kali lebih tebal dari unit standar.

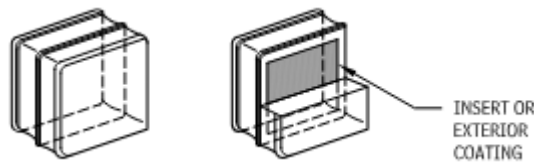


Gambar 2.52 perbandingan ketebalan muka blok

Unit kontrol surya memiliki sisipan atau lapisan luar untuk mengurangi perolehan panas. Unit berlapis memerlukan pembersihan berkala untuk menghilangkan alkali dan ion logam yang dapat merusak lapisan. Tetesan tepi diperlukan untuk mencegah kelembapan mengalir ke permukaan. Beberapa produsen memiliki bentuk khusus untuk menjalankan desain sudut. Unit-unit ini juga dapat ditempatkan bersama untuk berbagai pola dan bentuk. Dekorasi permukaan dapat dicapai dengan keramik yang menyatu, etsa, atau sandblasting.

Tabel 2.53 transmisi suara

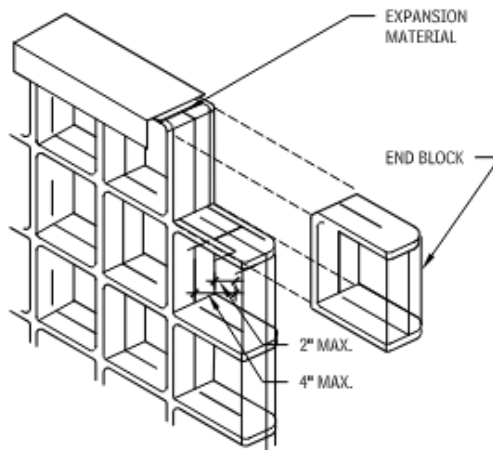
STC ^b	Ukuran	Konstruksi Perakitan
31	8" x 8" x 3"	Silikon
37 ^b	8" x 8" x 4"	Adukan
40	8" x 8" x 4"	Adukan
50	8" x 8" x 4"	Adukan
53	8" x 8" x 3"	Adukan



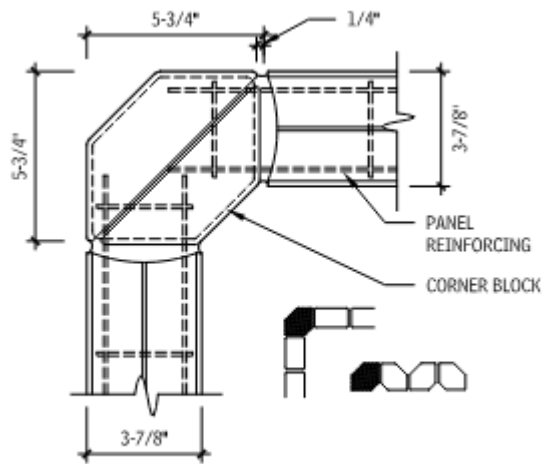
Gambar 2.54 sisipan atau pelapis blok kaca

Tabel 2.55 kinerja termal umum/transmisi cahaya^{a,c}

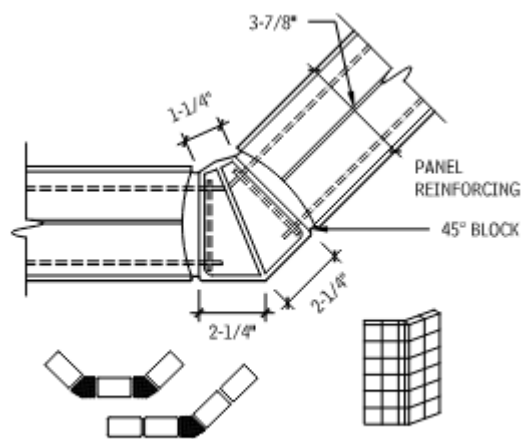
Jenis blok	Transmisi panas ^b nilai-U (BTU/HR FT ² °F)	Daya tahan termal ^b nilai-R(HR FT ² °F/BTU)	Koefisien muai termal (°F)	Transmisi cahaya tampak (%)	Koefisien peneduhan
Standar (tebal 3-7/8 inci)	0.51 (0.14 dengan filter serat)	1.96 (2.96 dengan filter serat)	47 x 10 ⁻⁷	75	0.65
Dilapisi reflektif	0.51 (0.14 dengan filter serat)	1.96 (2.96 dengan filter serat)	47 x 10 ⁻⁷	5-20	0.20-0.25
Tipis (tebal 3-1/8 inci)	0.53 (0.54 dengan filter serat)	1.75 (1.85 dengan filter serat)	47 x 10 ⁻⁷	75	0.65
Solid	0.87	1.15	47 x 10 ⁻⁷	80	1.00
Kaca monolitik	1.04	0.96	47 x 10 ⁻⁷	90	1.00



Gambar 2.56 Blok akhir



CORNER BLOCK



45° BLOCK

Gambar 2.57 Bentuk khusus (sudut)

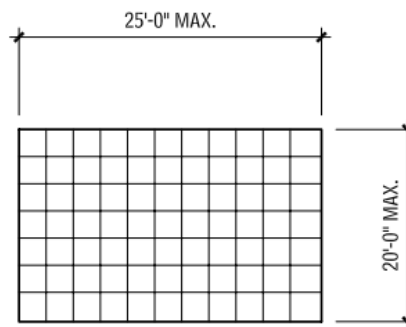
Pemasangan Blok Kaca

Blok kaca dapat digunakan untuk aplikasi interior maupun eksterior. Sambungan ke

struktur dan penggunaan material ekspansi pada sambungan pemisah sangat penting untuk memastikan panel blok kaca tidak menerima beban dari konstruksi yang berdekatan. Baik panel interior maupun eksterior harus dirancang untuk menahan beban lateral. Blok kaca dapat digunakan dalam banyak aplikasi termasuk dinding, atap, dan lantai.

Persyaratan Pemasangan

- Area panel eksterior tanpa penopang tidak boleh melebihi 144 kaki persegi dan 250 kaki persegi untuk pemasangan interior tanpa penopang. Lihat Gambar 2.59 untuk dimensi maksimum.
- Ukuran panel eksterior maksimum yang ditunjukkan didasarkan pada beban angin desain 20 lb./kaki persegi dengan faktor keamanan 2,7. Evaluasi ukuran panel dan beban angin desain untuk proyek spesifik.
- Panel dirancang untuk direkatkan pada ambang, dengan kepala dan tiang yang memungkinkan pergerakan dan penurunan. Defleksi ambang atas pada kepala harus diantisipasi.
- Sambungan pergerakan harus dipasang pada perubahan arah dinding multi-lengkung, pada titik perpotongan dinding melengkung dengan dinding lurus, dan pada pusat kelengkungan yang melebihi 90 derajat.
- Konsultasikan dengan produsen untuk batasan desain spesifik panel blok kaca. Ketebalan blok yang digunakan juga menentukan ukuran panel maksimum.



ELEVATION

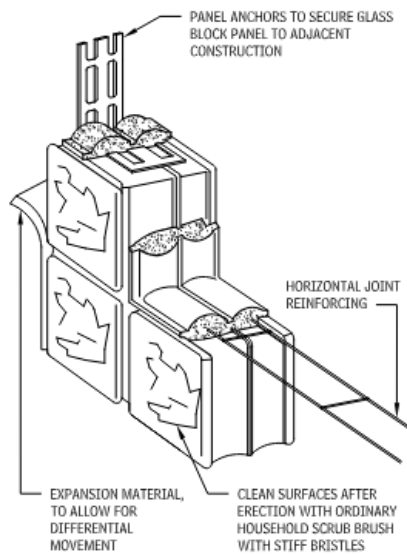
Jumlah Blok untuk Panel Seluas 100 Kaki Persegi			
Ukuran blok (nominal)	6"	8"	12"
Number of blocks	400	225	100

Gambar 2.58 panel blok kaca

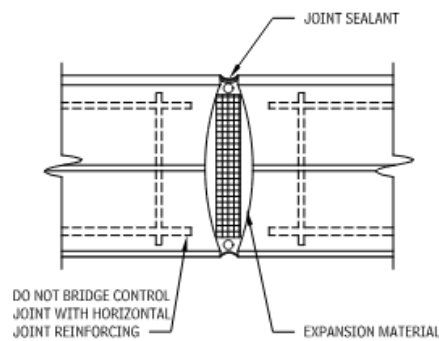
Tabel 2.59 Dimensi Panel Maksimum

Metode Dukungan di Sepanjang Tepi	Standar			Tipis		
	Luas (SQ FT)	Tinggi (FT)	Lebar (FT)	Luas (SQ FT)	Tinggi (FT)	Lebar (FT)
Eksterior						
Penahan tipe kanal	144	20	25	85	10	25
Angkur panel	144	20	25	85	10	25
Kanal atau angkur panel dengan pengaku tengah	250	20	25	150	20	25
Bagian dalam						
Penahan tipe kanal	250	20	25	150	20	25

Angkur panel	250	20	25	150	20	25
--------------	-----	----	----	-----	----	----



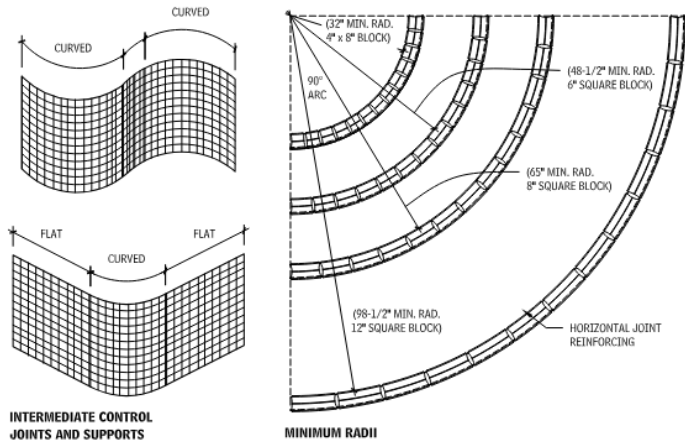
Gambar 2.60 komponen panel blok kaca



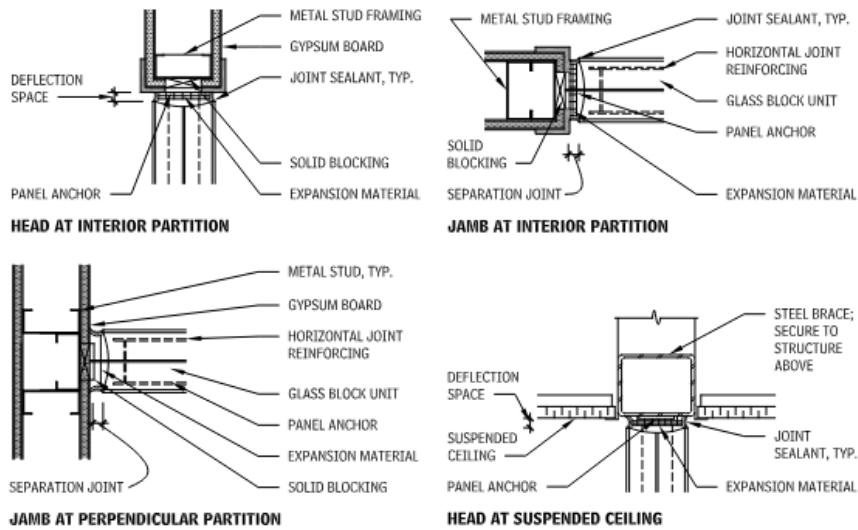
Tabel 2.61 sambungan kontrol blok kaca

Tabel 2.62 radius minimum untuk konstruksi panel lengkung

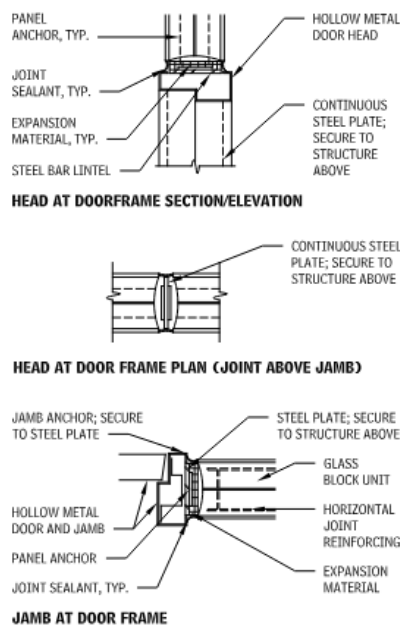
Ukuran blok	Jari-jari bagian dalam (IN.)	Jumlah blok dalam sudut 90°	Tebal penghubung (IN.)	
			Dalam	Luar
4" x 8"	32	13	1/8	5/8
6" x 6"	48-1/2	13	1/8	5/8
8" x 8"	65	13	1/8	5/8
12" x 12"	98-1/2	13	1/8	5/8



Gambar 2.63 konstruksi panel lengkung



Gambar 2.64 detail sambungan interior



Gambar 2.65 detail rangka pintu

2.7 PERAKITAN BATU

Penggunaan Dan Sifat Batu

Perakitan batu mencakup batu alam dan batu potong yang dapat digunakan dalam banyak aplikasi konstruksi. Faktor utama yang mempengaruhi kesesuaian dan penggunaan batu untuk konstruksi terbagi dalam dua kategori yang luas, tetapi saling tumpang tindih: sifat fisik dan struktural serta kualitas estetika. Tiga faktor batu bangunan yang paling memengaruhi pemilihannya oleh para profesional desain karena alasan estetika adalah pola, tekstur, dan warna. Pertimbangan juga harus diberikan pada biaya, ketersediaan, karakteristik pelapukan, sifat fisik, dan keterbatasan ukuran.

Pola batu sangat bervariasi, dan menyediakan fitur khusus yang menjadikan batu bangunan sebagai material yang unik. Teksturnya berkisar dari pecahan kasar hingga butiran halus dan struktur kristal. Tekstur juga bervariasi dengan kekerasan mineral yang menyusun batu. Untuk membandingkan warna batu secara akurat, bagan warna batu yang diterbitkan oleh *Geological Society of America* (Boulder, Colorado). Sampel juga dapat digunakan untuk menetapkan rentang warna yang dapat diterima untuk instalasi tertentu.

Pola, tekstur, dan warna semuanya dipengaruhi oleh cara pembuatan dan penyelesaian batu. Granit cenderung mempertahankan warna dan polanya, sedangkan warna dan pola batu kapur berubah seiring paparan. Tekstur dapat berkisar dari hasil akhir yang kasar dan berpola hingga permukaan yang diasah atau dipoles. Semakin keras batu, semakin baik ia bertahan dan mempertahankan polesan.

Batu diperoleh dengan cara menambang dan memiliki dua bentuk umum: potongan dan puing.

- Puing tidak beraturan dalam ukuran dan bentuk. Batu alam yang dikumpulkan meliputi batu galian, batu lapangan, dan batu dasar sungai, mungkin halus karena pelapukan, tetapi tetap tidak beraturan dan tidak rata. Jenis puing kedua, puing tambang, meliputi pecahan batu yang tersisa dari pemotongan dan pemindahan lempengan batu besar di tambang. Puing tambang memiliki permukaan yang baru pecah, yang mungkin tajam dan bersudut.
- Batu potong adalah batu dimensi atau batu bermuka belah. Batu potong dikirim dari fabrikator yang telah memotong dan merapikan batu ke ukuran tertentu, dikuadratkan sesuai dimensi masing-masing arah, dan dengan ketebalan tertentu. Perlakuan permukaan meliputi permukaan yang kasar atau alami, permukaan yang halus, bertekstur sedikit, atau dipoles. Batu ashlar adalah jenis batu dimensi bermuka datar, umumnya berbentuk kotak atau persegi panjang kecil, dengan alas dan sambungan yang digergaji atau dirapikan, sedangkan batu dimensi biasanya berupa balok yang lebih besar.

Sifat Fisik Batu

Karakteristik fisik suatu batu tertentu harus sesuai dengan tujuan penggunaannya. Penting untuk menentukan sifat fisik batu yang digunakan daripada menggunakan nilai dari tabel generik, yang dapat sangat menyesatkan. Pertimbangan sifat fisik batu yang dipilih

meliputi modulus pecah, kekuatan geser, koefisien ekspansi, defleksi mulur, kekuatan tekan, modulus elastisitas, ketahanan terhadap kelembapan, dan ketahanan terhadap cuaca.

Selain aksesibilitas dan kemudahan penggalian, batu bangunan harus memenuhi persyaratan untuk kekuatan, kekerasan, kemudahan pengerjaan, porositas, daya tahan, dan penampilan.

- Biasanya, kekuatan tekan batu bangunan berkali-kali lipat lebih tinggi daripada yang dibutuhkan oleh beban yang dikenakan padanya dalam konstruksi sementara. Kekuatan lentur dan geser relatif rendah. Baik kekuatan tekan maupun kekerasan sebanding dengan kandungan silika.
- Kekerasan batu sangat penting hanya pada bidang horizontal seperti lantai dan paving, tetapi kekerasan memiliki pengaruh langsung pada kemampuan pengerjaan. Karakteristiknya dapat bervariasi dari batu pasir lunak, yang mudah tergores, hingga batu yang sangat keras seperti granit.
- Kemampuan pengerjaan mengacu pada kemudahan batu untuk digergaji, dibentuk, diolah, atau diukir, dan akan secara langsung memengaruhi biaya produksi. Kemampuan pengerjaan menurun seiring dengan peningkatan persentase silika. Misalnya, batu kapur, yang mengandung sedikit silika, mudah dipotong, dibor, dan diproses. Sebaliknya, granit memiliki kandungan silika yang tinggi, dan merupakan batu yang paling sulit dipotong dan dipoles.
- Porositas, persentase kandungan rongga, memengaruhi penyerapan air oleh batu, sehingga memengaruhi kemampuannya untuk menahan aksi embun beku dan siklus beku/cair yang berulang. Ruang pori biasanya kontinu, dan sering kali membentuk retakan mikroskopis dengan bentuk yang tidak beraturan. Batu pasir dan batu kapur lebih berpori daripada granit dan marmer. Karena porositasnya, pemilihan batu harus mempertimbangkan aplikasi dan material konstruksi yang berdekatan, seperti penyegel, yang dapat menyebabkan noda pada batu.
- Yang terkait erat dengan porositas adalah butiran dan tekstur, yang memengaruhi kemudahan batu untuk dibelah, dan untuk tujuan ornamen berkontribusi pada efek estetika seperti halnya warna.
- Daya tahan batu, atau ketahanannya terhadap keausan dan pelapukan, juga dianggap sama dengan kandungan silika. Ini mungkin merupakan karakteristik batu yang paling penting karena memengaruhi masa pakai suatu bangunan. Granit lebih tahan lama daripada batu bangunan lainnya karena mengandung lebih banyak silika.

Dari segi kepraktisan dan biaya jangka panjang, daya tahan merupakan pertimbangan terpenting dalam memilih batu bangunan.

Kesesuaian tidak hanya bergantung pada karakteristik batu tetapi juga pada kondisi lingkungan dan iklim setempat. Air merupakan agen paling aktif dalam penghancuran batu. Di daerah beriklim hangat dan kering, hampir semua batu dapat digunakan dengan hasil yang baik. Batu dengan jenis yang sama seperti batu kapur, batu pasir, dan marmer sangat berbeda dalam hal daya tahan berdasarkan kelembutan dan porositasnya. Batu yang lunak dan berpori lebih mudah menyerap air dan mengelupas atau rusak akibat embun beku yang lebat, dan mungkin tidak cocok untuk daerah beriklim dingin dan lembap.

Sebagian besar batu yang digunakan untuk konstruksi bangunan eksterior relatif stabil terhadap volume, kembali ke dimensi aslinya setelah mengalami pemuaian dan penyusutan termal melalui berbagai suhu. Namun, beberapa marmer yang relatif murni, bertekstur seragam, dan berbutir halus, mempertahankan peningkatan volume tambahan yang kecil setelah setiap siklus pemanasan. Marmer sebenarnya tersusun dari lapisan-lapisan kristal, dan siklus termal dan kelembapan yang berulang cenderung membuat kristal-kristal ini mengendur dan bergeser terpisah. Marmer menjadi kurang padat saat mengembang selama pemanasan, tetapi tidak kembali ke keadaan sebelumnya selama siklus pendinginan.

Ekspansi yang tidak dapat dikembalikan ini disebut histeresis. Pada lapisan yang relatif tebal, ekspansi yang lebih besar pada permukaan eksterior yang terbuka ditahan atau diakomodasi oleh massa interior yang tidak terpengaruh. Namun, pada lapisan yang tipis, pelebaran wilayah permukaan dapat dengan mudah mengatasi pengekangan lapisan dalam, yang menyebabkan efek "cekungan" karena ekspansi terbesar terjadi di sepanjang sumbu diagonal. Ekspansi permukaan eksterior panel marmer juga meningkatkan porositas batu dan kerentanannya terhadap serangan asam atmosfer dan pembekuan siklik.

Jenis Batu

Tiga kelas batuan adalah batuan beku, sedimen, dan metamorf. Meskipun keragamannya melimpah, relatif sedikit jenis batu yang cocok sebagai bahan bangunan. Granit, marmer, batu kapur, batu pasir, dan batu tulis merupakan batu bangunan yang paling umum di Amerika Serikat. Banyak batu lainnya, seperti kuarsit dan serpentin, digunakan secara lokal atau regional, tetapi dalam jumlah yang jauh lebih sedikit.

Granit

Granit merupakan batuan beku yang sebagian besar terdiri dari kuarsa silika, feldspar, mika, dan hornblende. Warnanya bervariasi dari merah, merah muda, coklat, krem, abu-abu, dan krem hingga hijau tua dan hitam. Granit diklasifikasikan sebagai berbutir halus, sedang, atau kasar. Batu ini sangat keras, kuat, dan tahan lama, serta terkenal karena ketahanannya terhadap pelapukan dan abrasi. Kekuatan tekannya dapat berkisar antara 7700 hingga 60.000 psi, tetapi ASTM C 615, "Spesifikasi Standar untuk Batu Dimensi Granit" mensyaratkan minimal 19.000 psi untuk kinerja yang dapat diterima dalam konstruksi bangunan. Meskipun kekerasan batu ini memungkinkan permukaan yang sangat halus, namun juga membuat penggergajian dan pemotongan menjadi sangat sulit. Granit digunakan untuk lantai, panel, pelapis, permukaan kolom, anak tangga, batu-batuan, dan aplikasi lanskap. Ukiran atau penulisan huruf pada granit, yang sebelumnya dilakukan dengan tangan atau alat pneumatik, kini dilakukan dengan peralatan pemotong batu berbantuan komputer untuk mencapai tingkat presisi yang tinggi.

Batu Gamping

Batu kapur adalah batuan sedimen yang tahan lama dan mudah diolah. Batu kapur ini sebagian terdiri dari kalsium karbonat, tetapi banyak juga yang mengandung magnesium karbonat dalam berbagai proporsi, pasir atau tanah liat, bahan karbonat, atau oksida besi, yang dapat memberi warna batu kapur. Bentuk yang paling "murni" adalah batu kapur kristal, yang didominasi oleh kristal kalsium karbonat, menghasilkan batu putih atau abu-abu muda

yang cukup seragam dengan tekstur halus. Batu kapur ini memiliki kekuatan tertinggi dan daya serap terendah di antara berbagai jenis batu kapur. Batu kapur dolomit bentuknya agak kristal, dan memiliki variasi tekstur yang lebih besar. Batu kapur oolitik bersifat nonkristalin, tidak memiliki bidang belahan, dan sangat seragam dalam komposisi dan struktur.

Kekuatan tekan batu kapur bervariasi dari 1800 hingga 28.000 psi, tergantung pada kandungan silika. ASTM C 568, "Spesifikasi Standar untuk Batu Dimensi Batu Kapur" mengklasifikasikan batu kapur dalam tiga kategori: I (kepadatan rendah); II (kepadatan sedang); dan III (kepadatan tinggi), dengan kekuatan tekan minimum yang dibutuhkan masing-masing 1.800, 4.000, dan 8.000 psi. Batu kapur jauh lebih lembut, lebih berpori, dan lebih mudah menyerap daripada granit. Meskipun cukup lunak saat pertama kali diambil dari tanah, batu kapur akan mengeras setelah terpapar cuaca. Ketahanannya paling besar di iklim yang lebih kering. Ketidakmurnian memengaruhi warna batu kapur. Oksida besi menghasilkan warna merah atau kekuningan, sementara bahan organik seperti gambut menghasilkan warna abu-abu. Tekstur batu kapur dinilai sebagai:

- A – Patung
- B – Pilihan
- C – Standar
- D – Pedesaan
- E – Beraneka Ragam
- F – Gotik Kuno

Kelas A, B, C, dan D berwarna krem atau abu-abu, dan bervariasi dalam butiran dari halus hingga kasar. Kelas E adalah campuran krem dan abu-abu, dan memiliki ukuran butiran yang tidak dipilih. Kelas F adalah campuran D dan E dan mencakup batu dengan urat dan tanda. Batu kapur digunakan sebagai batu potong untuk pelapis, tutup, ambang atas, penutup dinding, ambang bawah, dan cetakan, serta sebagai batu tulis dengan permukaan kasar atau yang sudah jadi. Panel atau lempengan pelapis dapat diiris dengan ketebalan mulai dari 1 inci hingga 6 inci dan ukuran permukaan mulai dari 3 kaki x 5 kaki hingga 5 kaki x 14 kaki.

Seiring bertambahnya ukuran panel, ketebalan panel juga harus bertambah. Puing-puing yang dikumpulkan dan digali sering digunakan sebagai pelapis pedesaan pada bangunan komersial perumahan dan bertingkat rendah. Travertine adalah batu kapur berpori yang ditandai dengan kantong atau rongga kecil. Kantong-kantong yang umum pada travertine dapat diisi untuk memberikan permukaan yang konsisten, sebelum dipoles. Tekstur alami dan tidak biasa ini menghadirkan permukaan dekoratif yang menarik yang sangat cocok untuk bahan pelapis dan lempengan pelapis. Varietas batu kapur yang lebih padat, termasuk travertine, dapat dipoles, dan karena alasan itu terkadang digolongkan sebagai marmer. Garis pemisah antara batu kapur dan marmer sering kali sulit ditentukan.

Marmer

Marmer adalah bentuk kristalisasi, metamorf dari batu kapur atau dolomit non-kristal. Teksturnya secara alami halus, sehingga memungkinkan permukaan yang sangat halus. Marmer ditemukan dalam berbagai macam warna, dan struktur kristalnya menambah kedalaman dan kilau pada permukaan yang dipoles. Marmer murni berwarna putih, tanpa

pigmentasi yang disebabkan oleh oksida mineral. Marmer breksi terbuat dari fragmen bersudut dan membulat yang tertanam dalam pasta berwarna atau media pengikat.

Marmer sering kali memiliki kekuatan tekan setinggi 20.000 psi, dan bila digunakan di daerah beriklim kering atau di daerah yang terlindungi dari presipitasi, batu tersebut cukup tahan lama. Akan tetapi, beberapa jenis varietas mengalami kerusakan akibat pelapukan atau paparan asap industri dan hanya cocok untuk pekerjaan interior. ASTM C 503, "Spesifikasi Standar untuk Batu Dimensi Marmer (Eksterior)" mencakup empat klasifikasi marmer, masing-masing dengan kekuatan tekan minimum yang diperlukan sebesar 7500 psi: I, Kalsit; II, Dolomit; III, Serpentin; dan IV, Travertin. Lebih dari 200 marmer impor dan domestik tersedia di Amerika Serikat. Masing-masing memiliki sifat dan karakteristik yang membuatnya cocok untuk berbagai jenis konstruksi.

Marmer diklasifikasikan sebagai A, B, C, atau D berdasarkan kualitas pengerjaan, keseragaman, cacat, dan ketidaksempurnaan. Untuk aplikasi eksterior, hanya bahan kelompok A, dengan kualitas tertinggi yang boleh digunakan. Kelompok lainnya kurang tahan lama dan karenanya kurang cocok untuk digunakan di area luar yang tidak terlindungi. Marmer Kelompok B memiliki sifat pengerjaan yang kurang baik daripada Kelompok A, dan akan memiliki cacat alami sesekali yang memerlukan perbaikan terbatas. Marmer Kelompok C memiliki variasi kualitas pengerjaan yang tidak pasti; mengandung cacat, rongga, urat, dan garis pemisah; dan akan selalu memerlukan beberapa perbaikan (dikenal sebagai penempelan, pelapisan lilin, pengisian, dan penguatan). Marmer Kelompok D memiliki proporsi variasi struktur alami yang lebih tinggi yang memerlukan perbaikan, dan memiliki variasi besar dalam kualitas pengerjaan. Marmer tersedia sebagai batu berdimensi kasar atau jadi, sebagai lempengan pelapis tipis untuk pelapis dinding dan kolom, lantai, partisi, ubin, dan pekerjaan permukaan dekoratif lainnya. Lempengan pelapis dapat dipotong dengan ketebalan dari 3/4 inci hingga 2 inci. Transmisi cahaya dan translensi berkurang seiring bertambahnya ketebalan.

Batu Tulis

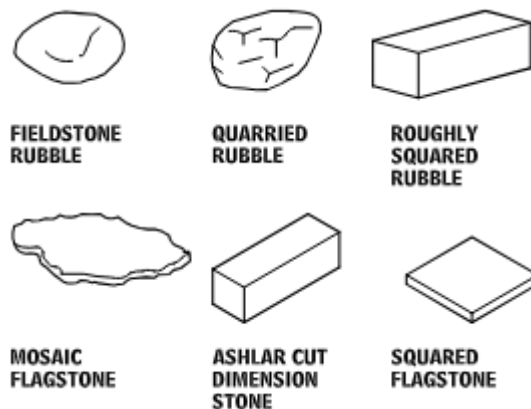
Batu tulis adalah batuan metamorf yang terbentuk dari endapan sedimen lempung dan serpih. Batu tulis yang mengandung mika dalam jumlah besar lebih kuat dan lebih elastis daripada batu tulis lempung. Tekstur batu tulis halus dan padat, dengan kristalisasi yang sangat kecil. Batu tulis dicirikan oleh bidang belahan yang jelas, yang memungkinkan pemisahan batu dengan mudah menjadi lempengan setebal 1/4 inci atau lebih. Bila digunakan dalam bentuk ini, batu tulis menyediakan material yang sangat tahan lama untuk lantai, atap, ambang, anak tangga, dan pelapis. ASTM C 629, "Spesifikasi Standar untuk Batu Dimensi Batu Tulis" mensyaratkan bahwa baik batu tulis eksterior Tipe I eksterior maupun interior Tipe II memiliki modulus pecah minimum 9000 psi di sepanjang serat, dan 7200 psi di sepanjang serat.

Sejumlah kecil bahan mineral lainnya memberi warna pada berbagai batu tulis. Material karbon atau sulfida besi menghasilkan warna gelap seperti hitam, biru, dan abu-abu; oksida besi menghasilkan warna merah dan ungu; dan klorit menghasilkan warna hijau. Batu tulis "Select" memiliki warna yang seragam dan lebih mahal daripada batu tulis "pita", yang memiliki garis-garis warna yang lebih gelap.

Batu Pasir

Batu pasir adalah batuan sedimen yang terbentuk dari butiran pasir atau kuarsa. Kekerasan dan ketahanannya terutama bergantung pada jenis bahan perekat yang ada. Jika diikat dengan silika dan mengeras di bawah tekanan, batu tersebut berwarna terang, kuat, dan tahan lama. Jika bahan perekatnya sebagian besar adalah oksida besi, batu tersebut berwarna merah atau cokelat, dan lebih lunak serta lebih mudah dipotong. Kapur dan tanah liat adalah bahan pengikat yang kurang tahan lama yang rentan terhadap kerusakan akibat pelapukan alami. Batu pasir dapat dikategorikan berdasarkan ukuran butiran dan bahan perekatnya.

Batu pasir silika diikat bersama dengan silika. Banyak batu pasir silika mengandung besi, yang dioksidasi oleh polutan asam (atau pembersih asam), yang mengubah batu menjadi cokelat. Batu pasir feruginosa diikat bersama dengan oksida besi, sehingga warnanya secara alami merah hingga cokelat tua. Batu pasir kalkareus diikat bersama dengan kalsium karbonat, yang sensitif terhadap asam dan dapat cepat rusak di lingkungan yang tercemar. Batupasir dolomit diikat bersama dengan dolomit, yang lebih tahan terhadap asam. Batupasir argillaceous mengandung sejumlah besar tanah liat, yang dapat cepat rusak hanya karena terkena hujan.



Gambar 2.66 rns batu bangunan

ASTM C 616, “Spesifikasi Standar untuk Batu Dimensi Berbasis Kuarsa” mencakup tiga klasifikasi batu. Tipe I, batu pasir, dicirikan oleh kandungan silika bebas minimal 60 persen; Tipe II, batu pasir kuarsit, oleh kandungan silika bebas 90 persen; dan Tipe III, kuarsit, oleh kandungan silika bebas 95 persen. Sebagai cerminan dari komposisi yang bervariasi ini, kekuatan tekan minimum masing-masing adalah 2000 psi, 10.000 psi, dan 20.000 psi. Karakteristik penyerapan juga berbeda secara signifikan, berkisar dari 20 persen untuk Tipe I hingga 3 persen untuk Tipe II dan 1 persen untuk Tipe III. Saat pertama kali diambil dari tanah, batu pasir mengandung sejumlah besar air, yang membuatnya mudah dipotong. Saat uap air menguap, batu menjadi jauh lebih keras.

Batu pasir bervariasi dalam warna dari krem, merah muda, dan merah tua hingga cokelat kehijauan, krem, dan abu-abu kebiruan. Baik tekstur halus maupun kasar ditemukan, beberapa di antaranya sangat berpori dan karenanya daya tahannya rendah. Struktur batu pasir cocok untuk hasil akhir yang halus dan bertekstur untuk batu potong yang biasanya

digunakan dalam pelapis, cetakan, kusen, dan pelapis. Batu pasir juga tersedia dalam bentuk pasangan bata kasar.

Hasil Akhir

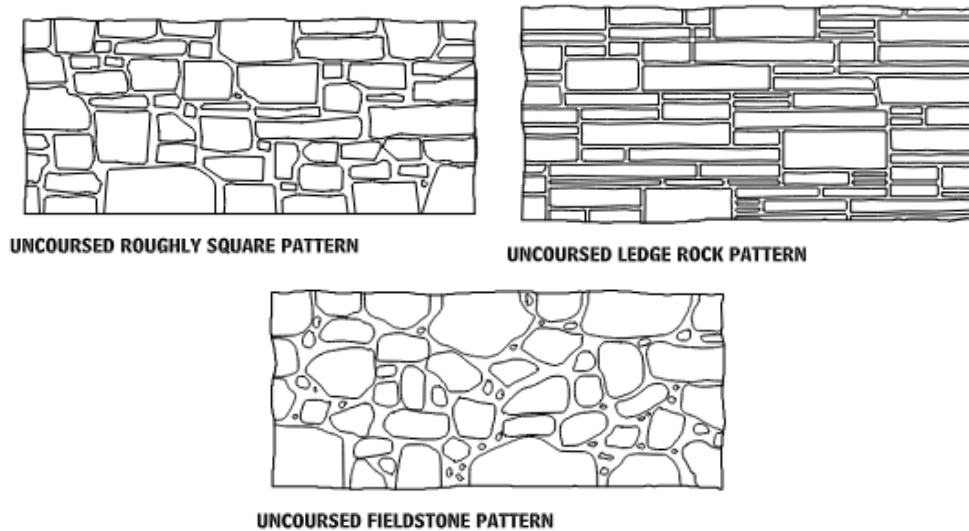
Banyak batu yang diproduksi untuk konstruksi bangunan memiliki hasil akhir yang gergajian, tetapi batu juga dapat diproses lebih lanjut dengan perkakas tangan atau mesin untuk hasil akhir yang dipalu, hasil akhir yang dipoles, hasil akhir yang diasah atau digosok. Pengasahan dilakukan dengan menggosok permukaan batu dengan bahan abrasif setelah dipotong rata. Permukaan yang lebih besar dikerjakan dengan mesin, sementara permukaan yang lebih kecil dan cetakan dengan tangan. Permukaan yang dipoles membutuhkan gosokan berulang dengan bahan abrasif yang semakin halus. Hanya granit, marmer, dan beberapa batu kapur yang sangat padat yang akan menghasilkan dan mempertahankan polesan yang tinggi. Mesin bubut bertenaga telah dikembangkan untuk memutar kolom, langkan, dan anggota lain yang berbentuk bulat.

Penggunaan perkakas tangan merupakan metode tertua dalam pengolahan batu. Dengan menggunakan beliung, palu, dan pahat, tukang batu mengolah setiap sisi batu secara berurutan, sehingga menghasilkan hasil akhir dan tekstur yang diinginkan. Hasil akhir yang diaplikasikan dengan tangan meliputi permukaan yang dipalu dengan palu semak, dipalu dengan palu paten, dipahat dengan beliung, digerinda, dan dipalu dengan palu peen. Banyak dari hasil akhir ini kini sekarang diaplikasikan dengan perkakas pneumatik daripada perkakas tangan, sehingga menghasilkan permukaan yang lebih seragam. Ukiran hias masih dilakukan dengan tangan, baik untuk konstruksi baru maupun untuk proyek restorasi dan rehabilitasi, meskipun terkadang dibantu dengan pahat pneumatik. Granit dapat dibuat dengan pemotongan api, atau hasil akhir termal untuk menghasilkan tekstur permukaan yang retak. Granit paling sering diaplikasikan secara selektif pada bagian permukaan agar kontras dengan area hasil akhir yang dipoles.

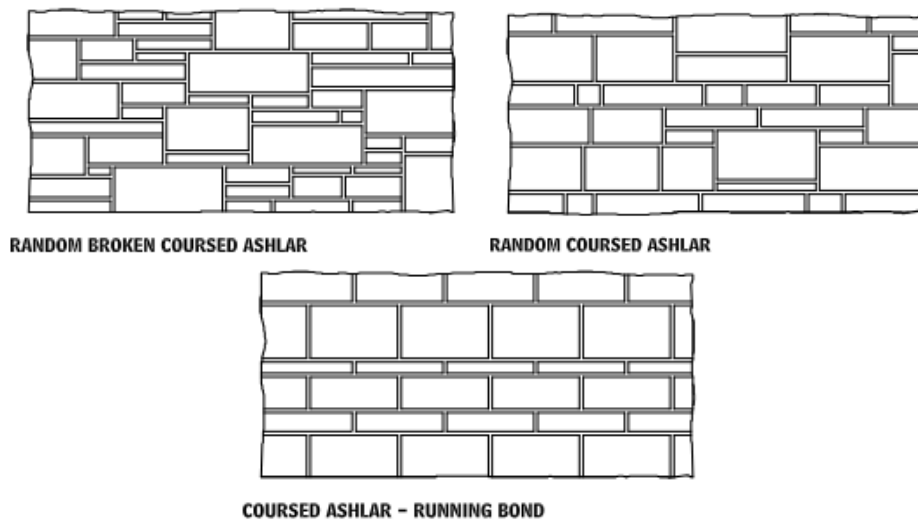
2.8 POLA BATU PASANGAN DAN PELAPISAN BATU

- Ikatan struktural mengacu pada pengikatan fisik antara bagian-bagian yang menahan beban dan pelapis dinding komposit. Ikatan struktural ini bisa dicapai dengan menggunakan pengikat logam atau dengan menempatkan unit batu sebagai header (batu melintang) ke bagian backup (lapisan belakang) dinding.
- Batu bata ashlar terdiri dari unit batu bangunan berbentuk persegi dengan berbagai ukuran. Batu ashlar yang dipotong dibentuk sesuai dimensi desain tertentu di pabrik. Batu ashlar sering digunakan dalam panjang dan tinggi yang acak.
- Pengikat dan jangkar harus terbuat dari material yang tidak korosif. Baja tahan karat kromium-nikel Tipe 302 dan 304 serta paduan seng Eraydo adalah yang paling tahan terhadap korosi dan noda. Gunakan baja tahan karat Tipe 316 di lingkungan yang sangat korosif. Perlu diingat, tembaga, kuningan, dan perunggu dapat menyebabkan noda dalam kondisi tertentu. Kode bangunan setempat seringkali mengatur jenis logam yang boleh digunakan untuk jangkar batu.
- Adukan semen anti noda harus digunakan pada batu berpori dan berwarna terang.

Pada sudut, gunakan pengikat tambahan dan, jika memungkinkan, gunakan batu yang lebih besar. Sambungan untuk pekerjaan kasar umumnya berukuran 1/2 inci hingga 1-1/2 inci, sedangkan untuk ashlar adalah 3/8 inci hingga 3/4 inci. Penting juga untuk mencegah reaksi elektrokimia antara logam yang berbeda dalam satu susunan dengan mengisolasi atau melapisi logam tersebut secara tepat.

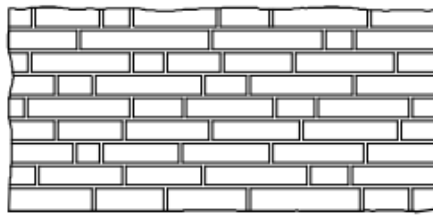


Gambar 2.67 pola pasangan batu pecahan—tinggi



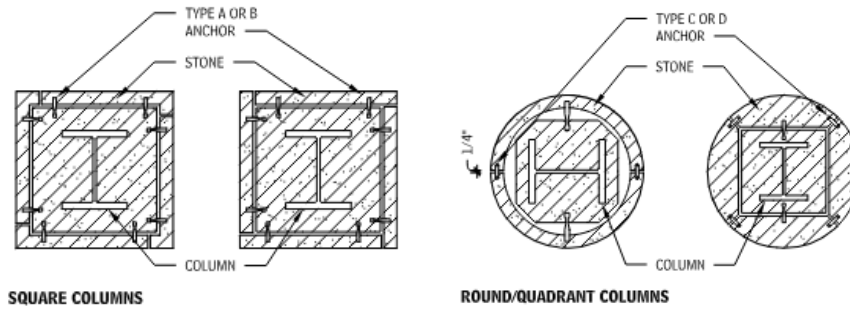
Gambar 2.68 pola batu potongan—tinggi





ONE-HEIGHT PATTERN (SINGLE RISE)

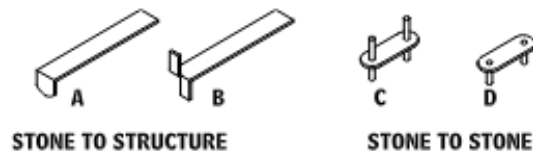
Gambar 2.69 pola ketinggian batu potongan—tinggi



SQUARE COLUMNS

ROUND/QUADRANT COLUMNS

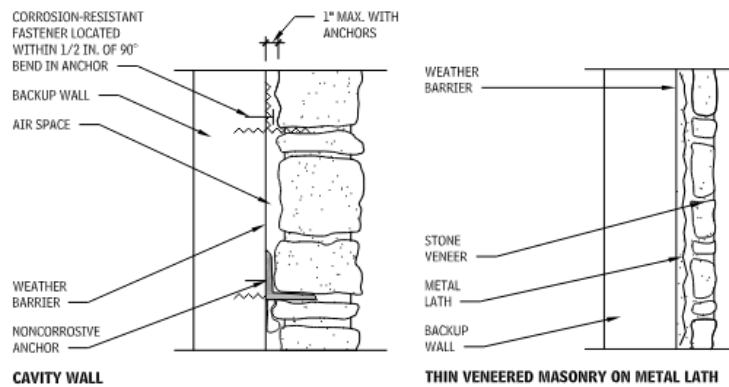
Gambar 2.70 detail pemasangan



STONE TO STRUCTURE

STONE TO STONE

Gambar 2.71 jangkar

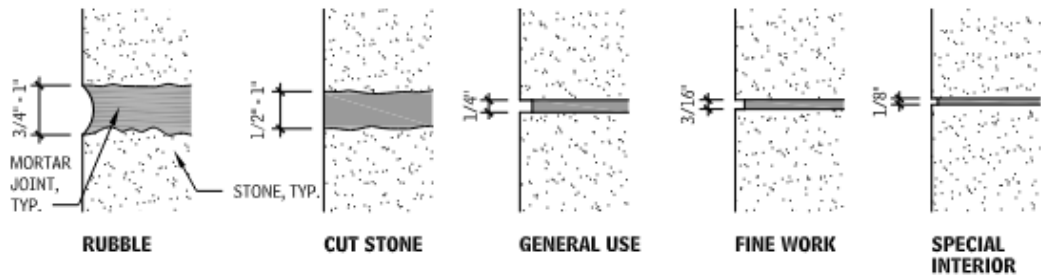


CAVITY WALL

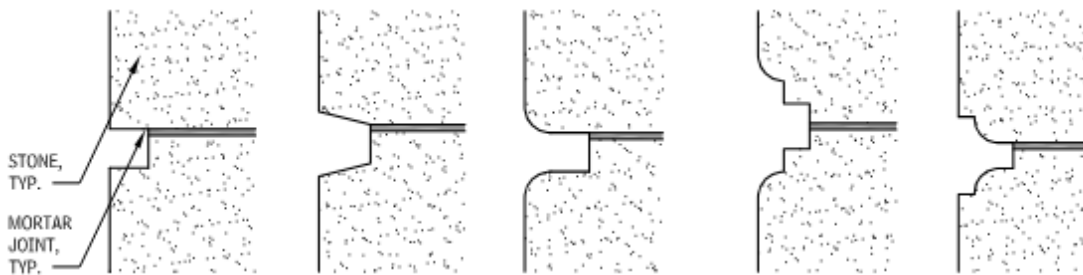
THIN VENEERED MASONRY ON METAL LATH

Gambar 2.72 bagian-bagian veneer batu yang umum

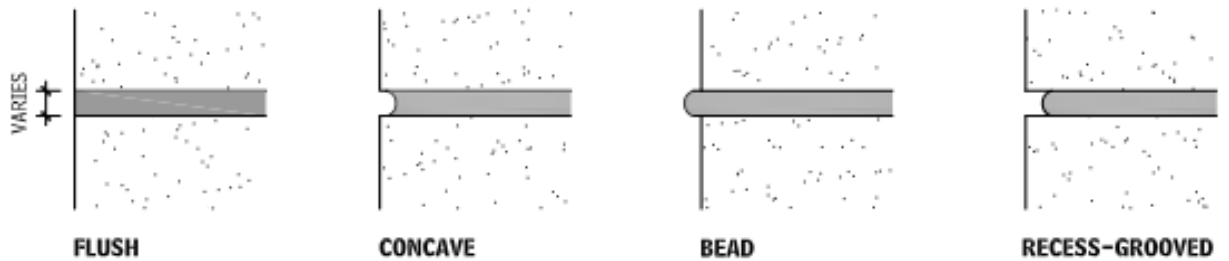
Rincian Batu



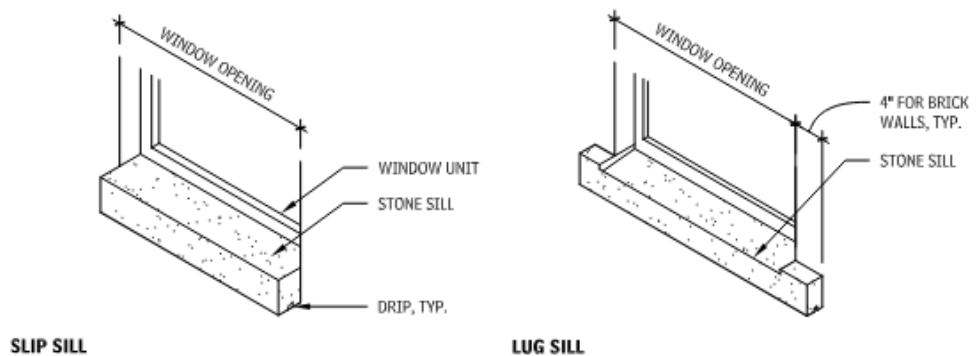
Gambar 2.73 dimensi sambungan batu umum



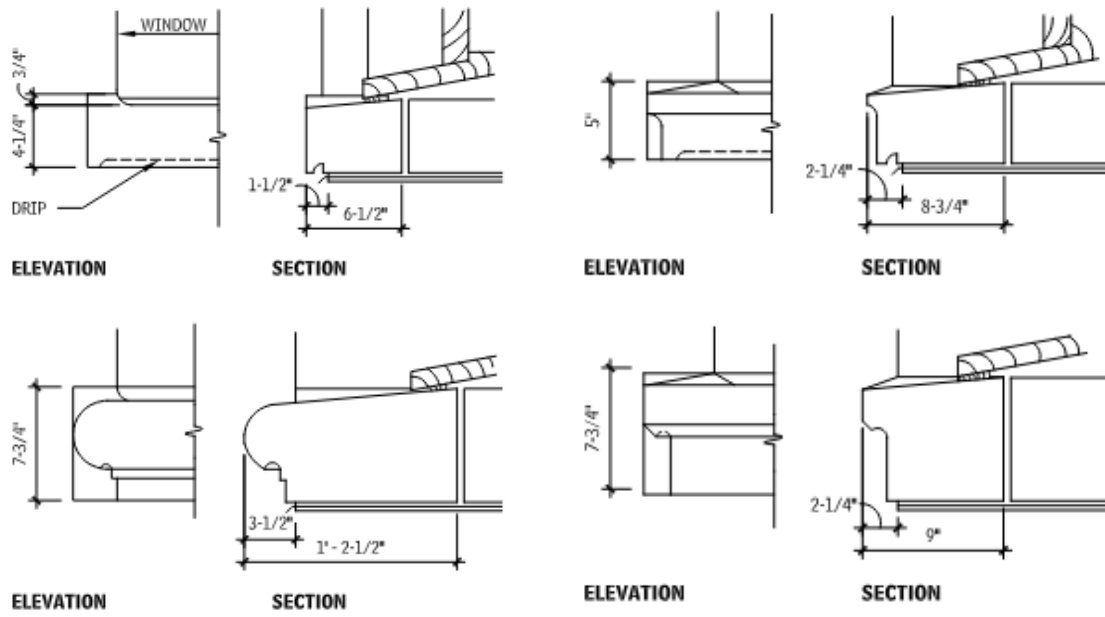
Gambar 2.74 sambungan karat



Gambar 2.75 profil sendi umum



Gambar 2.76 jenis kusen batu



Gambar 2.77 profil kusen lug batu

BAB 3

LOGAM

3.1 PENDAHULUAN

Logam merupakan bagian integral dari perkembangan dunia. Dari penemuan paling awal hingga material terbaru dan paling misterius, pengetahuan tentang sifat dan aplikasi logam telah meningkat dan menciptakan tantangan berkelanjutan untuk menemukan penggunaan baru dan yang lebih baik.

Baja telah berevolusi dari besi tuang dan besi tempa paling awal, yang masih memiliki aplikasi dan penggunaan saat ini, menjadi berbagai macam mutu yang diperoleh melalui paduan dan perlakuan panas. Sifat beberapa mutu bergantung pada penambahan elemen seperti nikel dan kromium untuk memperoleh keluarga baja tahan karat; mutu lainnya bergantung pada berbagai bahan kimia untuk memperoleh karakteristik kekuatan. Keuletan yang diinginkan diperoleh dengan mengendalikan kandungan karbon.

Dari staples terkecil yang digunakan untuk merekatkan lembaran kertas hingga kolom besar yang dipasang untuk menopang gedung pencakar langit, baja tersedia dalam berbagai bentuk, termasuk kawat, batang, pipa, tabung, lembaran, pelat, dan bagian struktural yang digulung.

Baja gulung panas digunakan untuk anggota struktural yang berat. Aplikasi baja yang dibentuk dingin meliputi dek baja, rangka logam yang dibentuk dingin, rangka balok logam yang dibentuk dingin, rangka tiang logam struktural, rangka saluran berlubang, dan rangka logam yang dibentuk dingin. Rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi yang diperoleh dengan profil tipis merupakan salah satu manfaat baja gulung dingin.

Baja lembaran dan strip dapat dibentuk, memberikan sifat struktural ringan untuk digunakan dalam komponen bangunan, penguat pintu, dan kendaraan. Kisi-kisi, tapak, dan layar logam yang diperluas dibuat dengan cara membelah dan meregangkan lembaran baja. Lembaran juga digunakan dengan pengaku internal untuk menyediakan pintu logam berongga. Plat yang lebih tebal dapat dilas bersama untuk membentuk bentuk yang lebih besar dari yang dibuat dengan cara digulung. Pelat dan sudut yang dihubungkan dengan paku keling masih digunakan setelah bertahun-tahun digunakan, tetapi sekarang pelat baja dilas bersama untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan.

Baja tahan karat mungkin menjadi logam yang lebih disukai jika ketahanan terhadap korosi penting. Galvanisasi celup panas dan berbagai pelapisan merupakan metode yang dapat diterima dan terbukti untuk menahan korosi, jika logam tidak terpapar kelembapan berlebih atau bahan kimia lainnya. Banyak struktur baja tua yang dirawat dengan baik masih berfungsi.

Spesifikasi baja ditetapkan oleh ASTM International (ASTM). Standar-standar ini, serta standar untuk logam lainnya, dikembangkan oleh komite konsensus yang terdiri dari produsen, pengguna, dan anggota yang berkepentingan umum.

Selama bertahun-tahun, ketebalan lembaran dan strip ditetapkan berdasarkan ukuran.

Namun, penetapan ini tidak secara akurat mencerminkan terminologi industri saat ini karena ukuran yang dapat bervariasi menurut bahan. Oleh karena itu, ASTM, *American National Standards Institute* (ANSI), *American Iron and Steel Institute* (AISI), *National Association of Architectural Metal Manufacturers* (NAAMM), dan organisasi standar lainnya telah menghentikan penggunaan ukuran untuk menetapkan ketebalan, dan sebagai gantinya, menggunakan ketebalan minimum dengan toleransi.

Banyak standar baja lembaran untuk baja gulung panas, gulung dingin, dan baja berlapis seng telah digabungkan menjadi tiga standar. Dengan demikian, standar baja lembaran gulung panas kini mencakup baja komersial, baja tarik, dan baja paduan rendah berkekuatan tinggi. Hal ini mengharuskan profesional desain untuk mengidentifikasi penunjukan, jenis, dan mutu yang diinginkan. Hal yang sama berlaku untuk standar baja lembaran golongan dingin dan standar berlapis seng untuk baja galvanis dan galvanis. Penunjukan baru tersebut memberikan informasi yang diperlukan, termasuk sifat kimia dan mekanis, sehingga pengguna dapat memilih baja yang sesuai untuk aplikasi akhir.

Berdasarkan karakteristiknya, semua logam—baja, baja tahan karat, aluminium, paduan tembaga (perunggu dan kuningan), titanium, dan logam nonferrous lainnya—memberikan bahan kepada profesional desain, yang bila dikombinasikan dengan pertimbangan ketersediaan, biaya, dan efektivitas memungkinkan terciptanya struktur sederhana atau kompleks.

Informasi dalam bab ini harus dilengkapi dengan literatur yang tersedia dari banyak asosiasi, di antaranya: AISI, Aluminum Association, American Institute of Steel Construction, ANSI, ASTM, Copper Development Association, Nickel Development Institute, dan NAAMM.

3.2 BAHAN LOGAM

Sifat Logam

Logam dan paduannya diklasifikasikan dalam dua kategori besar: besi dan nonbesi. Komponen utama logam besi adalah besi, dan paduan logam nonbesi biasanya tidak mengandung besi.

Logam Besi

Besi, baja, dan paduannya biasanya merupakan pilihan logam yang paling hemat biaya untuk aplikasi struktural.

Besi yang tidak mengandung jejak karbon bersifat lunak, ulet, dan mudah dikerjakan, tetapi berkarat dalam waktu yang relatif singkat dan rentan terhadap korosi oleh sebagian besar asam.

Karakteristik besi cor sangat bervariasi di antara enam jenis dasar: abu-abu, lunak, ulet, putih, grafit padat, dan besi paduan tinggi. Semua besi cor memiliki kekuatan tekan yang tinggi, tetapi kekuatan tarik dan luluh sangat bervariasi tergantung pada jenis dasarnya. Besi cor relatif tahan korosi tetapi tidak dapat dipalu atau dipukul menjadi bentuk tertentu.

Besi abu-abu agak rapuh karena memiliki kandungan karbon dan silikon yang tinggi. Namun, pengecoran besi abu-abu sangat baik untuk tujuan peredaman (misalnya, menyerap getaran). Pengecoran ini diproduksi dalam delapan kelas atau mutu ASTM, dengan peringkat

kekuatan tarik dari 20.000 hingga 60.000 psi. Aplikasinya meliputi bentuk dekoratif, seperti pagar dan tiang, kisi-kisi, dan komponen tangga, serta penggunaan utilitas seperti penutup lubang got dan hidran kebakaran.

Besi lunak, yang lebih mahal daripada besi abu-abu, telah digunakan selama beberapa dekade dalam aplikasi yang membutuhkan daya tahan dan keuletan tinggi. Besi putih rendah karbon ini dituang, dipanaskan ulang, dan didinginkan perlahan, atau dianil, untuk meningkatkan kemampuan kerjanya.

Besi lunak dibuat dengan menambahkan magnesium ke besi cair sesaat sebelum logam dituangkan ke dalam cetakan. Magnesium mengubah mekanisme tegangan permukaan besi cair dan mengendapkan karbon keluar sebagai bola-bola kecil, bukan serpihan, yang membuat pengecoran besi lebih lunak. Besi ulet tidak mudah patah, lebih kaku, lebih kuat, dan lebih tahan guncangan daripada besi abu-abu. Pengecoran besi ulet lebih mahal daripada besi abu-abu tetapi biasanya lebih murah daripada besi lunak. Besi ulet merupakan segmen industri pengecoran logam yang tumbuh paling cepat.

Besi ulet diproduksi dalam peringkat kekuatan dari 55.000 hingga 130.000 psi. Pengecoran ulet yang menggunakan proses perlakuan panas austempering khusus menawarkan kekuatan tarik yang jauh lebih tinggi, berkisar antara 125.000 hingga 230.000 psi. Disebut pengecoran ADI, pengecoran ini menyaingi atau melampaui pengecoran baja paduan tertentu dalam kekuatan tarik dan luluh.

Pengecoran besi putih, yang sangat keras dan getas, digunakan terutama pada komponen mesin industri yang mengalami keausan tinggi dan memerlukan ketahanan abrasi.

Karakteristik besi grafit padat berada di antara karakteristik besi abu-abu dan ulet. Sifat logam ini sangat sulit dikendalikan selama produksi sehingga sangat sedikit pengecoran logam yang memproduksinya.

Besi paduan tinggi adalah besi abu-abu, ulet, atau putih dengan kandungan paduan 3 persen hingga lebih dari 30 persen. Sifat-sifatnya sangat berbeda dari besi tanpa paduan.

Besi tempa atau baja relatif lunak, tahan korosi dan leleh, serta dapat dikerjakan dengan mesin. Besi tempa mudah dikerjakan, sehingga ideal untuk pagar, kisi-kisi, pagar, layar, dan berbagai jenis logam dekoratif. Besi tempa tersedia secara komersial dalam bentuk batangan, batang, tabung, lembaran, dan plat.

Baja karbon adalah besi yang mengandung karbon dalam jumlah rendah hingga sedang. Kandungan karbon yang lebih tinggi meningkatkan kekuatan dan kekerasan logam tetapi mengurangi keuletan dan kemampuan lasnya. Ketahanan korosi baja karbon ditingkatkan dengan galvanisasi, yang merupakan proses pencelupan seng panas, atau penerapan lapisan organik. Beberapa penggunaan arsitektural meliputi bentuk struktural seperti fabrikasi atau pengecoran las, rangka dan balok logam, pengencang, kisi-kisi dinding, dan kisi-kisi suspensi langit-langit.

Baja paduan rendah berkekuatan tinggi (HSLA) memiliki ketahanan korosi yang lebih baik daripada baja karbon, dan baja ini dipilih jika berat menjadi pertimbangan dan kekuatan yang lebih tinggi ditentukan. Baja paduan rendah jarang digunakan dalam aplikasi arsitektur eksterior yang melibatkan limpasan air karena material yang berdekatan dapat ternoda karat.

Elemen-elemen umum yang digunakan untuk memodifikasi baja meliputi yang berikut ini:

- Aluminium, untuk pengerasan permukaan.
- Kromium, untuk ketahanan korosi.
- Tembaga, untuk ketahanan korosi atmosfer.
- Mangan dalam jumlah kecil, untuk pengerasan tambahan; dalam jumlah yang lebih besar, untuk ketahanan aus yang lebih baik.
- Molibdenum, dikombinasikan dengan logam lain seperti kromium dan nikel, untuk meningkatkan ketahanan korosi dan meningkatkan kekuatan tarik tanpa mengurangi keuletan.
- Nikel, untuk meningkatkan kekuatan tarik tanpa mengurangi keuletan; dalam konsentrasi tinggi, nikel meningkatkan ketahanan korosi.
- Silikon, untuk memperkuat baja paduan rendah dan meningkatkan ketahanan terhadap oksidasi; jumlah yang lebih besar menghasilkan cetakan yang keras dan getas yang tahan terhadap bahan kimia korosif.
- Sulfur, untuk pemesinan bebas.
- Titanium, untuk mencegah korosi intergranular pada baja tahan karat.
- Tungsten, vanadium, dan kobalt untuk kekerasan dan ketahanan terhadap korosi.

Baja tahan karat mengandung setidaknya 11,5 persen kromium. Nikel ditambahkan untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi atmosfer; molibdenum ditambahkan ketika ketahanan terhadap korosi maksimum dibutuhkan, seperti ketika besi akan bersentuhan dengan air asin. Baja tahan karat digunakan dalam konstruksi untuk Lapisan kedap air, coping, fasciae, panel dinding, pelat lantai, kisi-kisi, pegangan tangan, perangkat keras, pengencang, dan jangkar. Bentuk dan patung dekoratif dapat dicetak dari baja tahan karat.

Logam Non-Ferro

Logam non-ferro dan paduannya dapat dikategorikan ke dalam tujuh kelompok utama untuk aplikasi arsitektur: yang berbahan dasar aluminium, tembaga (tembaga murni, kuningan, dan perunggu), timbal, seng, timah, nikel, dan magnesium. Pendekatan lain adalah membagi paduan non-ferro menjadi dua kelompok: logam berat (berbahan dasar tembaga, seng, timbal, dan nikel) dan logam ringan (berbahan dasar aluminium dan magnesium).

Aluminium

Logam non-ferrous yang menjadi andalan untuk aplikasi arsitektur adalah aluminium. Aluminium memiliki karakteristik pembentukan dan pengecoran yang baik dan menawarkan ketahanan korosi yang baik. Saat terkena udara, aluminium tidak teroksidasi secara progresif karena lapisan oksida yang keras dan tipis terbentuk di permukaan dan menyegel logam dari lingkungannya.

Aluminium dan paduannya, yang jumlahnya mencapai ratusan, tersedia secara luas dalam bentuk komersial umum. Lembaran paduan aluminium dapat dibentuk, ditarik, dicap, atau diputar. Banyak paduan aluminium tempa atau cor yang dapat dilas, dibrazing, atau disolder, dan permukaan aluminium mudah menerima berbagai macam pelapisan, baik mekanis maupun kimia.

Meskipun ringan, aluminium murni komersial memiliki kekuatan tarik sekitar 13.000

psi. Sebagian besar paduan aluminium kehilangan kekuatan pada suhu tinggi. Di sisi lain, pada suhu di bawah nol, aluminium lebih kuat daripada pada suhu ruangan tetapi tidak kurang ulet. Pembentukan dingin logam dapat hampir menggandakan kekuatan tariknya. Aluminium dapat lebih diperkuat dengan memadukannya dengan unsur-unsur lain seperti mangan, silikon, tembaga, magnesium, seng, atau litium. Paduan aluminium berbasis mangan 3003 digunakan untuk atap, lembaran logam, pelapis dinding, dan saluran listrik.

Kuningan, Tembaga, Dan Perunggu

Konduktivitas termal dan listrik yang baik, ketahanan terhadap korosi, serta kemudahan pembentukan dan penyambungan yang mudah membuat tembaga dan paduannya berguna dalam konstruksi. Akan tetapi, tembaga dan banyak paduannya memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang relatif rendah, dan kekuatannya semakin berkurang pada suhu tinggi. Logam-logam ini tersedia dalam bentuk batang, pelat, strip, lembaran, dan tabung; tempaan; pengecoran; dan kawat listrik.

Logam-logam ini dapat dikelompokkan menurut komposisi dalam beberapa kategori umum: tembaga murni, paduan tembaga tinggi, dan banyak jenis kuningan dan perunggu. Logam monel adalah paduan tembaga-nikel yang menawarkan ketahanan korosi yang sangat baik, dan sering digunakan untuk pengencang tahan korosi.

Perunggu awalnya merupakan paduan tembaga-timah, tetapi saat ini perunggu aluminium, perunggu silikon, dan perunggu fosfor bertimbang lebih umum. Perunggu fosfor adalah paduan tembaga-timah-fosfor, dan perunggu fosfor bertimbang terdiri dari tembaga, timbal, timah, dan fosfor.

Kuningan adalah tembaga dengan seng sebagai unsur paduan utamanya. Penting untuk diketahui bahwa beberapa paduan kuningan dapat disebut perunggu meskipun mengandung sedikit atau tidak mengandung timah sama sekali. Beberapa paduan kuningan non-perunggu yang umum adalah perunggu komersial (90 persen tembaga, 10 persen seng), kuningan laut (60 persen tembaga, 29 persen seng, dan 1 persen timah), logam Muntz (60 persen tembaga, 40 persen seng), dan perunggu mangan (58 persen tembaga, 39 persen seng, dan 1 persen timah dan besi). Ketika suatu logam diidentifikasi sebagai perunggu, paduan tersebut mungkin tidak mengandung seng atau nikel; jika mengandung, kemungkinan besar itu adalah kuningan.

Kuningan dan perunggu arsitektur sebenarnya semuanya adalah kuningan; keduanya digunakan untuk pintu, jendela, rangka pintu dan jendela, pagar, lis dan kisi-kisi, dan perangkat keras pelapis. Logam Muntz, juga disebut kuningan lunak, adalah paduan perunggu yang menyerupai perunggu arsitektur ekstrusi dalam hal warna. Logam ini tersedia dalam bentuk lembaran dan strip dan digunakan pada permukaan datar dalam komposisi arsitektur yang berhubungan dengan perunggu arsitektur yang ekstrusi.

Paduan berbasis tembaga secara karakteristik membentuk lapisan perekat yang relatif kedap korosi dan melindungi logam dasar dari serangan lebih lanjut. Dalam aplikasi eksterior, paduan tertentu menjadi gelap cukup cepat, dari coklat menjadi hitam. Namun, dalam sebagian besar kondisi cuaca luar ruangan, permukaan tembaga, seperti atap atau patung, mengembangkan patina biru-hijau. Lapisan pernis dapat membantu mempertahankan warna asli paduan.

Tabel 3.1 jenis dan sifat kuningan

Nama	Perunggu arsitektural	Perunggu komersial	Logam muntz
Komposisi (%)			
Tembaga (Cu)	55.5	90.0	60.0
Seng (Zn)	41.25	10.0	40.0
Timbal (Pb)	2.25		
Warna	Perunggu	Perunggu	Kuning muda
Kemampuan dibentuk dingin	Sangat buruk	Sangat baik	Sedang
Kemampuan dikerjakan mesin	Baik	Buruk	Baik
Kemampuan dilas	Buruk	Gas, busur karbon, busur logam	Pengelasan gas, busur karbon, busur logam, dan pengelasan titik/sambungan untuk pelat tipis
Kemampuan dibentuk panas (termasuk penyolderan dan pemolesan)	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik
Sifat lainnya	Sangat baik untuk penempatan dan mudah dikerjakan mesin	Sangat ulet	Kuat tinggi, keuletan rendah

Timbal

Timbal merupakan logam yang sangat padat, tahan korosi dan mudah diolah. Berbagai paduan ditambahkan ke dalamnya untuk meningkatkan sifat-sifat seperti kekerasan dan kekuatan. Aplikasi umum timbal meliputi aksesoris atap dan dinding, pengendalian suara dan getaran, dan perlindungan radiasi. Timbal dapat dikombinasikan dengan paduan timah untuk melapisi besi atau baja, yang umumnya disebut terneplate. Penting untuk dicatat bahwa uap dan debu timbal beracun jika tertelan, jadi harus berhati-hati mengenai bagaimana dan di mana logam ini digunakan.

Seng

Meskipun tahan korosi di air dan udara, seng bersifat getas dan kekuatannya rendah. Penggunaan utamanya adalah dalam galvanisasi (mencelupkan besi atau baja panas ke dalam seng cair), meskipun seng juga digunakan untuk membuat komponen cetakan pasir atau cetakan mati. Penggunaan utama dalam industri bangunan adalah atap, lapisan kedap air, paku, perangkat keras pipa, galvanisasi komponen struktural, dan bentuk dekoratif.

Timah

Sifat utama timah adalah titik lelehnya yang rendah (450°F), relatif lunak, mudah dibentuk, dan siap untuk membentuk logam paduan. Kegunaan utama timah adalah sebagai bahan baku solder, pelapis baja (pelat timah, pelat terne), dan paduan logam lain yang dapat dituang, digulung, diekstrusi, atau diatomisasi. Timah paling populer sebagai logam paduan untuk tembaga, antimon, timbal, bismut, perak, dan seng. Logam paduan timah mengandung 1 hingga 8 persen antimon dan 0,5 hingga 3 persen tembaga. Logam paduan dalam solder timah berkisar antara 40 persen timbal hingga tidak mengandung timbal dan 3,5 persen perak.

Nikel

Berwarna keputihan, nikel digunakan untuk melapisi logam lain atau sebagai dasar pelapisan kromium. Nikel dapat dipoles dengan baik dan tidak ternoda. Nikel juga banyak digunakan sebagai aditif dalam logam paduan besi dan baja, serta logam paduan lainnya. Cetakan nikel-besi lebih lunak dan lebih tahan terhadap korosi daripada besi tuang konvensional. Penambahan nikel membuat baja lebih tahan terhadap benturan.

Kromium

Kromium, logam keras berwarna abu-abu baja, umumnya digunakan untuk melapisi logam lain, termasuk besi, baja, kuningan, dan perunggu. Bentuk cetakan berlapis dapat dipoles dengan cemerlang dan tidak ternoda. Beberapa paduan baja, seperti pelat baja tahan karat, mengandung hingga 18 persen kromium. Kromium tidak berkarat, yang membuat paduan kromium sangat baik untuk penggunaan eksterior.

Magnesium

Magnesium murni, yang merupakan logam paling ringan yang digunakan dalam konstruksi, tidak cukup kuat untuk fungsi struktural umum. Sebagai perbandingan, jika sebuah balok baja beratnya 1000 pon, volume aluminium dan magnesium yang sama beratnya masing-masing 230 pon dan 186 pon. Menggabungkan logam lain seperti aluminium dengan magnesium menghasilkan bahan paduan ringan yang digunakan dalam tangga, furnitur, peralatan rumah sakit, dan roda mobil.

Korosi Logam

Korosi, yang disebabkan oleh aksi galvanik, terjadi ketika antara logam yang berbeda jenis atau antara logam dan material lain ketika terdapat cukup air untuk mengalirkan arus listrik. Deret galvanik yang ditunjukkan pada Tabel 3.3 merupakan indikator yang berguna untuk menunjukkan kerentanan korosi yang disebabkan oleh aksi galvanik. Logam-logam yang tercantum disusun dari yang paling tidak mulia (paling reaktif terhadap korosi) hingga yang paling mulia (paling tidak reaktif terhadap korosi). Semakin jauh dua logam dalam daftar, semakin besar kerusakan yang akan terjadi pada logam yang kurang mulia tersebut jika keduanya bersentuhan dalam kondisi yang tidak menguntungkan.

Kerusakan logam juga terjadi ketika logam bersentuhan dengan material yang aktif secara kimia, terutama ketika terdapat kelembapan. Misalnya, aluminium terkorosi ketika bersentuhan langsung dengan beton atau adukan, dan baja terkorosi ketika bersentuhan dengan kayu tertentu yang telah diolah.

Tabel 3.2 berat logam untuk bangunan

Material	Berat jenis	Massa jenis	
		(LB/CU FT)	(LB/CU IN.)
Magnesium	1.76	110	0.064
Aluminium	2.77	173	0.100
Seng	7.14	446	0.258
Besi tuang	7.22	450	0.260

Besi tempa	7.70	480	0.278
Baja	7.85	490	0.283
Kuningan	8.47	529	0.306
Tembaga dan perunggu	8.92	556	0.322
Timbal	11.35	708	0.410

Tabel 3.3 seri galvanik

Anoda (paling tidak mulia) + Arus listrik mengalir dari positif (+) ke negatif (-)	Magnesium, paduan magnesium
	Seng
	Aluminium 1100
	Kadmium
	Aluminium 2024-T4
	Baja atau besi, besi tuang
	Besi kromium (aktif)
	Ni-Resist (<i>baja tuang tahan panas berbasis nikel</i>)
	Baja tahan karat tipe 304, 316 (aktif)
	Hastelloy "C" (<i>paduan tahan korosi berbasis nikel-kromium</i>)
	Timbal, timah
	Nikel (aktif)
	Hastelloy "B" (<i>paduan nikel-molibdenum tahan asam kuat</i>)
	Kuningan, tembaga, perunggu, paduan tembaga-nikel, monel
	Solder perak
	Nikel (pasif)
	Besi kromium (pasif)
Baja tahan karat tipe 304, 316 (pasif)	
Perak	
Titanium	
Katoda (paling mulia) -	Grafit, emas, platina

Korosi sel konsentrasi dan korosi lubang merupakan jenis kerusakan logam lainnya. Korosi lubang terjadi ketika partikel atau gelembung gas mengendap pada permukaan logam. Kekurangan oksigen di bawah endapan ini membentuk area anoda, yang menyebabkan korosi lubang. Korosi sel konsentrasi mirip dengan korosi galvanik; perbedaannya terletak pada elektrolit. Korosi sel konsentrasi dapat dihasilkan oleh perbedaan konsentrasi ion, konsentrasi oksigen, atau benda asing yang menempel pada permukaan.

Pembentukan Dan Pembuatan Logam

Banyak proses manufaktur yang berbeda diterapkan pada logam untuk menghasilkan bentuk dan bentuk struktural yang dibutuhkan dalam konstruksi dan ornamen bangunan.

- **Pengerolan (Rolling):** Proses ini melibatkan pengerolan logam panas atau dingin di antara *roller* bertekanan, menghasilkan sebagian besar bentuk material konstruksi

standar yang tersedia. Contohnya, aluminium berlapis *baked enamel* dirol dingin untuk membuat *siding* dan talang air.

- **Ekstrusi (Extruding):** Dalam proses ini, batangan atau batangan logam yang dipanaskan didorong melalui cetakan (*die orifice*) untuk menghasilkan berbagai bentuk sederhana dan kompleks. Ukurannya hanya dibatasi oleh ukuran atau kapasitas cetakan.
- **Pengecoran (Casting):** Ini adalah proses di mana logam cair dituangkan ke dalam cetakan atau dipaksa masuk ke dalam *die* dan dibiarkan mengeras dalam bentuk cetakan atau *die* tersebut. Proses pengecoran digunakan pada hampir semua jenis logam; namun, kualitas permukaan dan karakteristik fisiknya sangat dipengaruhi oleh paduan logam dan proses pengecoran yang dipilih. Hampir semua logam dapat dicor dalam cetakan pasir. Hanya aluminium, seng, dan magnesium yang biasanya dicor dalam *die* logam dalam proses yang disebut *die-casting* atau *permanent-mold*. Produk bangunan berongga berbentuk bulat seperti pipa besi tuang untuk aplikasi perpipaan dan saluran pembuangan dibuat dengan mesin pengecoran sentrifugal.
- **Penarikan (Drawing):** Dalam proses penarikan, logam panas atau dingin ditarik melalui *die* yang mengubah atau mengurangi bentuk penampang melintangnya untuk menghasilkan konfigurasi produk arsitektural. Produk yang umum ditarik adalah lembaran, tabung, pipa, batangan, batang, dan kawat. Penarikan dapat digunakan pada semua logam kecuali besi.
- **Penempaan (Forging):** Ini adalah proses memalu logam panas atau menekan logam dingin ke bentuk yang diinginkan dalam *die* logam yang lebih keras. Proses ini biasanya meningkatkan kekuatan dan karakteristik permukaan logam. Aluminium, tembaga, dan baja dapat ditempa.
- **Permesinan (Machining):** Digunakan untuk menyelesaikan area cetakan atau tempaan yang memerlukan *fitting* atau kontur yang sangat presisi. Bentuk juga dapat dikerjakan dengan mesin dari plat tebal atau blok logam padat.
- **Pembengkokan (Bending):** Menghasilkan bentuk melengkung pada tubing, pipa, dan ekstrusi.
- **Pembentukan Rem (Brake forming):** Proses pembentukan plat logam atau lembaran logam ini melibatkan penekanan berturut-turut untuk mencapai bentuk dengan sudut garis lurus.
- **Pemutaran (Spinning):** Dalam proses ini, jenis lembaran logam yang ulet (biasanya tembaga atau aluminium) dibentuk dengan perkakas sambil diputar pada poros.
- **Embossing dan Coining:** Proses ini mencetak logam dengan pola bertekstur atau timbul.
- **Blanking:** Proses menggunting, menggergaji, atau memotong lembaran logam dengan mesin *punch press* untuk mendapatkan konfigurasi yang diinginkan.
- **Perforating:** Proses melubangi atau mengebor lubang pada plat datar atau lembaran logam.
- **Piercing:** Proses melubangi logam tanpa menghilangkan sebagian pun dari logam tersebut.

- **Pengelasan Fusi (Fusion Welding):** Digunakan untuk menyatukan potongan-potongan logam dengan melelehkan logam pengisi (*welding rod*) dan tepi-tepi yang berdekatan secara singkat dengan obor, kemudian membiarkan logam cair tersebut mengeras. Dua jenis umum pengelasan fusi adalah busur listrik (*electric-arc*) dan gas. Pengelasan busur listrik atau busur logam biasanya menggunakan batang las logam sebagai elektroda dalam alat las.
- **Pengelasan Gas (Gas Welding):** Juga dikenal sebagai pengelasan *oxyacetylene* karena menggunakan campuran oksigen dan asetilena untuk menyuplai api yang dihasilkan oleh *blowtorch*. *Blowtorch oxyacetylene* banyak digunakan dalam pekerjaan konstruksi untuk memotong balok struktural logam dan plat logam.

Gambar 3.4 suhu leleh logam

Logam dasar	Suhu meleleh	
	Derajat celcius (°C)	Derajat fahrenheit (°F)
Aluminium	660	1220
Antimon	631	1168
Kadmium	321	610
Kromium	1857	3375
Kobalt	1495	2723
Tembaga	1083	1981
Emas	1064	1947
Besi	1535	2795
Timbal	328	622
Magnesium	649	1200
Mangan	1244	2271
Nikel	1453	2647
Perak	962	1764
Timah	232	450
Seng	420	788
Zirkonium	1852	3366

- Penyolderan adalah proses penyambungan logam yang menggunakan solder keras atau lunak. Potongan logam yang disambung tidak meleleh seperti pada proses pengelasan karena solder meleleh pada suhu yang jauh lebih rendah. Solder lunak terdiri dari timah dengan persentase timbal yang tinggi, dan meleleh pada suhu 360° hingga 370°F. Solder keras terdiri dari timah dan kandungan antimon atau perak yang rendah, dan meleleh pada suhu berkisar antara 430° hingga 460°F.
- Brazing, yang terkadang disebut penyolderan keras, juga menyambungkan dua potong logam dengan cara melelehkan bahan batang pengisi di antara keduanya dengan obor. Pengisi memiliki kandungan tembaga yang tinggi dan meleleh antara 800° dan 900°F.

3.3 HASIL AKHIR PADA LOGAM

Hasil Akhir yang umum digunakan pada logam arsitektur terbagi dalam tiga kategori:

- Hasil Akhir mekanis adalah hasil dari perubahan fisik permukaan logam melalui cara

mekanis. Proses pembentukan itu sendiri atau prosedur selanjutnya dilakukan sebelum atau setelah logam diubah menjadi produk akhir.

- Pelapisan kimia dicapai dengan menggunakan bahan kimia, yang mungkin atau mungkin tidak memiliki efek fisik pada permukaan logam.
- Pelapisan diterapkan sebagai pelapisan, baik pada stok logam atau pada produk yang difabrikasi. Pelapisan ini mengubah logam itu sendiri, melalui proses konversi kimia atau elektrokimia, atau hanya diterapkan pada permukaan logam.

Lingkungan aplikasi, persyaratan layanan, dan estetika bersama-sama menentukan pelapisan atau pelapisan logam mana yang terbaik untuk ditentukan. Pelapisan biasanya dipilih untuk tampilan dan fungsi; pelapisan kromium pada keran dan gagang air kamar mandi logam, atau enamel panggang pada perlengkapan lampu logam lembaran, misalnya, harus menarik serta melindungi secara fungsional.

Untuk produk bangunan logam struktural dan eksterior, seperti rangka logam struktural, dinding baja, dan lampu eksterior, fungsi dan lingkungan pengoperasian merupakan kriteria yang lebih penting. Dari sudut pandang desain, penting untuk mengetahui bagaimana pelapis dan pelapis akhir menahan keausan dan korosi. Untuk memilih pelapis atau pelapis akhir yang tepat, profesional desain harus memahami material atau proses mana yang paling cocok untuk aplikasi tertentu.

FINISHING MEKANIK

Finishing mekanis terbagi dalam lima kategori berikut:

- Hasil akhir sesuai fabrikasi adalah tekstur dan tampilan permukaan yang diberikan pada logam melalui proses pembuatannya itu sendiri.
- Hasil akhir poles diproduksi melalui operasi pemolesan dan penggosokan berturut-turut menggunakan bahan abrasif halus, pelumas, dan roda kain lembut. Pemolesan dan penggosokan meningkatkan hasil akhir tepi dan permukaan serta menjadikan berbagai jenis komponen cor lebih tahan lama, efisien, dan aman.
- Hasil akhir berpola tersedia dalam berbagai tekstur dan desain. proses ini diproduksi dengan melewati lembaran as-fabrikasi di antara dua rol dengan desain yang sama, dengan membuat pola timbul di kedua sisi lembaran, atau di antara rol halus dan rol desain, dengan membuat pola timbul atau membuat koin di satu sisi lembaran saja.
- Hasil akhir bertekstur terarah diproduksi dengan membuat goresan paralel kecil pada permukaan logam menggunakan sabuk atau roda dan bahan abrasif halus, atau dengan menggosoknya dengan tangan menggunakan sabut baja. Logam yang diolah dengan cara ini memiliki kilau satin yang halus.
- Hasil akhir yang dipoles dicapai dengan menembakkan aliran baja kecil yang ditembakkan ke permukaan logam dengan kecepatan tinggi. Tujuan utama dari peening-shot adalah untuk meningkatkan kekuatan lelah komponen; hasil akhir dekoratif adalah produk sampingan. Hasil akhir bertekstur nondirectional lainnya diproduksi dengan meledakkan logam, dalam kondisi terkendali, dengan pasir silika, manik-manik kaca, dan aluminium oksida.

Hasil Akhir Kimia

Hasil akhir kimia diproduksi dengan empat cara.

- Pembersihan kimia membersihkan permukaan logam tanpa memengaruhinya dengan cara lain. Hasil akhir ini dicapai dengan pelarut berklorina dan hidrokarbon dan pembersih atau pelarut kimia yang dihambat (untuk aluminium dan tembaga) dan larutan pengawet, terklorinasi, dan alkali (untuk besi dan baja).
- Hasil akhir terukir menghasilkan permukaan buram dan kasar dengan berbagai tingkat kekasaran dengan memperlakukan logam dengan larutan asam (asam sulfat dan nitrat) atau alkali.
- Proses pelapisan akhir yang cemerlang, yang tidak digunakan secara luas, melibatkan pencerah permukaan logam secara kimia atau elektrolitik, biasanya aluminium.
- Pelapisan konversi biasanya dikategorikan sebagai pelapisan akhir secara kimia, tetapi karena lapisan atau lapisan pelindung dihasilkan melalui reaksi kimia, dapat dianggap sebagai pelapisan. Pelapisan konversi biasanya menyiapkan permukaan logam untuk pengecatan atau untuk menerima jenis pelapisan akhir lainnya, tetapi pelapisan tersebut juga digunakan untuk menghasilkan patina atau pelapisan akhir yang menyerupai patung. Suatu komponen diperlakukan dengan larutan encer asam fosfat atau asam sulfat dan bahan kimia lain yang mengubah permukaan logam menjadi lapisan pelindung yang menyeluruh dari fosfat kristal atau sulfat yang tidak larut. Pelapisan tersebut dapat diaplikasikan baik dengan cara disemprotkan maupun direndam dan memberikan ketahanan sementara dalam lingkungan yang agak korosif. Pelapisan tersebut dapat digunakan untuk pengecoran besi abu-abu, ulet, dan lunak serta pengecoran baja, tempaan, atau las, seperti pagar dan furnitur luar ruangan.

Pelapis

Pelapis organik pada logam dapat memberikan perlindungan dan juga dapat bersifat dekoratif. Jika perlindungan merupakan satu-satunya tujuan, primer atau lapisan bawah, lapisan atas berpigmen di area tersembunyi, dan lapisan akhir bening digunakan. Pelapis organik yang digunakan untuk aplikasi dekoratif dan pelindung meliputi pelapis berpigmen, lapisan akhir bening yang digunakan untuk mengilapkan, dan lapisan akhir bening transparan atau tembus cahaya dengan pewarna tambahan.

Pelapis organik biasanya termasuk dalam kategori umum cat, pernis, enamel, lak, plastisol, organisol, dan bubuk. Ratusan formulasi pelapis organik yang berbeda menawarkan berbagai sifat yang hampir tak terbatas.

Banyak pelapis organik diaplikasikan dengan kuas dan rol, tetapi pencelupan dan penyemprotan mendominasi sebagian besar proyek bangunan industri dan komersial. Pencelupan berguna untuk melapisi bagian logam yang kompleks, tetapi penyemprotan digunakan untuk sebagian besar aplikasi arsitektur. Penyemprotan cepat dan murah, dan aplikator baru yang dikendalikan komputer dapat mengikuti lengkungan yang rumit sekalipun. Namun, penyemprotan konvensional memiliki dua kelemahan. Pertama, tidak ada cara mudah dan murah untuk mengumpulkan dan menggunakan kembali bahan pelapis. Kedua, ketika pelapis berbasis pelarut digunakan, batasan lingkungan perlu dipertimbangkan.

Elektrodeposisi, alternatif yang semakin populer untuk penyemprotan, mirip dengan

pelapisan listrik, kecuali bahwa resin organik diendapkan sebagai pengganti logam. Elektrodeposisi didasarkan pada prinsip elektroforesis—pergerakan partikel bermuatan dalam cairan di bawah pengaruh muatan listrik yang diberikan. Elektrodeposisi menawarkan beberapa keuntungan: Lapisan terbentuk hingga ketebalan yang seragam tanpa luntur atau kendur, sangat sedikit cat yang terbuang, kadar senyawa organik volatil (VOC) yang dipancarkan rendah, dan pelapis dapat diendapkan bahkan ke area yang sangat tersembunyi dengan bentuk yang rumit. Elektrodeposisi juga memiliki kerugian: Ketebalan lapisan terbatas, dan karena hanya satu lapisan yang dapat diaplikasikan dengan cara ini, lapisan berikutnya harus disemprotkan.

Tabel 3.5 penerapan perbandingan berbagai hasil akhir untuk aplikasi arsitektur

Jenis finishing atau perlakuan permukaan	Logam			
	Aluminium	Paduan Tembaga	Baja Tahan Karat	Baja Karbon Dan Besi
Sebagaimana diproduksi	Umum untuk semua jenis logam (diproduksi melalui proses canai panas, ekstrusi, atau pengecoran)			
Canai dingin mengilap	Umum digunakan (diproduksi melalui proses canai dingin)			Tidak digunakan
Tekstur garis searah	Umum digunakan (diproduksi melalui pengamplasan, pemolesan, penyikatan, atau canai dingin)			Jarang digunakan
Tekstur doff tanpa arah	Umum digunakan (diproduksi melalui sandblasting atau shot blasting)			Jarang digunakan
Polesan mengilap	Umum digunakan (dengan pemolesan dan pengkilapan)			Tidak digunakan
Bermotif	Tersedia untuk semua jenis logam dalam ketebalan pelat tipis			
Finishing Kimia				
Pembersihan tanpa etsa	Umum digunakan pada semua jenis logam			
Finishing doff melalui etsa kimia	Finishing etsa banyak digunakan	Jarang digunakan	Tidak digunakan	Tidak digunakan
Finishing mengilap	Penggunaan terbatas	Jarang Digunakan	Tidak digunakan	Tidak digunakan
Lapisan konversi	Banyak digunakan sebagai perlakuan awal sebelum pengecatan	Banyak digunakan untuk memberikan variasi warna tambahan	Tidak digunakan	Banyak digunakan sebagai perlakuan awal sebelum pengecatan
Lapisan Pelindung				
Organik	Banyak digunakan	Jenis buram jarang digunakan; jenis transparan umum digunakan	Kadang digunakan	Jenis finishing yang paling penting
Anodik	Jenis finishing yang paling penting	Tidak digunakan	Tidak digunakan	Tidak digunakan
Oksida	Banyak digunakan	Penggunaan terbatas	Tidak digunakan	Banyak digunakan
Metalik	Jarang digunakan	Penggunaan terbatas	Penggunaan terbatas	Banyak digunakan
Laminasi	Digunakan secara signifikan	Penggunaan terbatas	Tidak digunakan	Digunakan secara signifikan

Pelapisan serbuk mungkin merupakan proses pengecatan yang paling dikenal dan dapat diterima secara lingkungan. Proses ini menawarkan tiga keuntungan utama. Pertama, karena cat tidak mengandung pelarut, cat lebih aman dan berkelanjutan; kedua, cat lebih murah; dan ketiga, cat lebih tahan lama. Cat bubuk diformulasikan dengan cara yang hampir sama seperti cat berbasis pelarut, dengan pigmen, pengisi, dan ekstender yang sama, tetapi kering pada suhu ruangan. Pengeras yang reaktif terhadap panas atau "laten panas", katalis,

atau komponen pengikat silang digunakan sebagai agen pengeras.

Pelapis bubuk bersifat termoplastik atau termoset. Pelapis termoplastik (misalnya, vinil, polietilena, dan poliester tertentu), seperti yang tersirat dari istilahnya, dicairkan oleh panas selama aplikasi. Sebelum pelapis tersebut diterapkan, permukaan harus diberi cat dasar untuk memastikan daya rekat. Cat termoset mengalami perubahan kimia; cat tersebut tidak dapat dicairkan kembali oleh panas. Termoset tidak memerlukan cat dasar. Bubuk pelapis meliputi epoksi, poliuretan, akrilik, dan poliester.

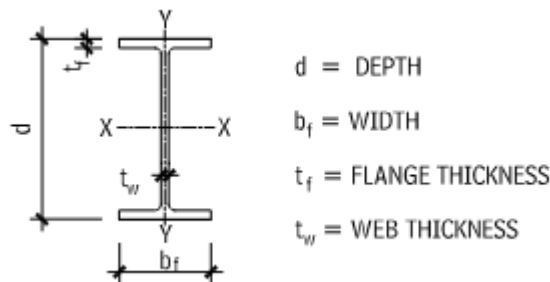
Dua metode yang paling umum untuk menerapkan lapisan akhir bubuk pada logam adalah penyemprotan dan pencelupan, sama seperti yang digunakan untuk cat berbasis pelarut. Penyemprotan elektrostatik digunakan untuk menerapkan lapisan bubuk setebal 1 hingga 5 mil. Campuran udara dan bubuk bergerak dari corong ke aplikator semprot. Campuran tersebut diisi muatan elektrostatis saat melewati aplikator, menyebabkannya menempel pada objek logam yang terhubung ke tanah. Bubuk yang jatuh ke lantai didaur ulang.

Untuk pelapis yang lebih tebal dari 5 mil, digunakan pencelupan fluidized-bed. Bubuk ditempatkan dalam tangki khusus tempat udara ditiupkan, mengubah bubuk menjadi massa seperti cairan. Objek dicelupkan ke dalam "cairan" dan kemudian dipanggang untuk mengeringkan lapisan akhir.

3.4 RANGKA LOGAM STRUKTURAL

Bentuk Baja W Dan M

Tabel Dan Gambar 3.6 Bentuk W—Dimensi Untuk Perincian



Kode profil	Kedalaman (IN.)	Flens		Badan	
		Lebar (IN.)	Tebal (IN.)	Tebal (IN.)	
W 36	X 300	36-3/4	16-5/8	1-11/16	15/16
	X 280	36-1/2	16-5/8	1-9/16	7/8
	X 260	36-1/4	16-1/2	1-7/16	13/16
	X 245	36-1/8	16-1/2	1-3/8	13/16
	X 230	35-7/8	16-1/2	1-1/4	3/4
W 36	X 210	36-3/4	12-1/8	1-3/8	13/16
	X 194	36-1/2	12-1/8	1-1/4	3/4
	X 182	36-3/8	12-1/8	1-3/16	3/4
	X 170	36-1/8	12	1-1/8	11/16
	X 160	36	12	1	5/8
	X 150	35-7/8	12	15/16	5/8

	x 135	35-1/2	12	13/16	5/8
W 33	X 241	34-1/8	15-7/8	1-3/8	13/16
	X 221	33-7/8	15-3/4	1-1/4	3/4
	X 201	33-5/8	15-3/4	1-1/8	11/16
W 33	X 152	33-1/2	11-5/8	1-1/16	5/8
	X 141	33-1/4	11-1/2	5/16	5/8
	X 130	33-1/8	11-1/2	7/8	9/16
	X 118	32-7/8	11-1/2	3/4	9/16
W 30	X 211	31	15-1/8	1-5/16	3/4
	X 191	30-5/8	15	1-3/16	11/16
	X 173	30-1/2	15	1-1/16	5/8
W 30	X 132	30-1/4	10-1/2	1	5/8
	X 124	30-1/8	10-1/2	15/16	9/16
	X 116	30	10-1/2	7/8	9/16
	X 108	29-7/8	10-1/2	3/4	9/16
	X 99	29-5/8	10-1/2	11/16	1/2
W 27	X 178	27-3/4	14-1/8	1-3/26	3/4
	X 161	27-5/8	14	1-1/16	11/16
	X 146	27-3/8	14	1	5/8
W 27	X 114	27-1/4	10-1/8	15/16	9/16
	X 102	27-1/8	10	13/16	1/2
	X 94	26-7/8	10	3/4	1/2
	X 84	26-3/4	10	5/8	7/16
W 24	X 162	25	13	1-1/4	11/16
	X 146	24-3/4	12-7/8	1-1/16	5/8
	X 131	24-1/2	12-7/8	15/16	5/8
	X 117	24-1/4	12-3/4	7/8	9/16
	X 104	24	12-3/4	3/4	1/2
W 24	X 94	24-1/4	9-1/8	7/8	1/2
	X 84	24-1/8	9	3/4	1/2
	X 76	23-7/8	9	11/16	7/16
	X 68	23-3/4	9	9/16	7/16
W 24	X 62	23-3/4	7	9/16	7/16
	X 55	23-5/8	7	1/2	3/8
W 21	X 147	22	12-1/2	1-1/8	3/4
	X 132	21-7/8	12-1/2	1-1/16	5/8
	X 122	21-5/8	12-3/8	15/16	5/8
	X 111	21-1/2	12-3/8	7/8	9/16
	X 101	21-3/8	12-1/4	13/16	1/2

Kode profil	Kedalaman (IN.)	Flens		Badan Tebal (IN.)	
		Lebar (IN.)	Tebal (IN.)		
W 21	X 93	21-5/8	8-3/8	15/16	9/16
	X 83	21-3/8	8-3/8	13/16	1/2
	X 73	21-1/4	8-1/4	3/4	7/16
	X 68	21-1/8	8-1/4	11/16	7/16
	X 62	21	8-1/4	5/8	3/8
W 21	X 57	21	6-1/2	5/8	3/8
	X 50	20-7/8	6-1/2	9/16	3/8

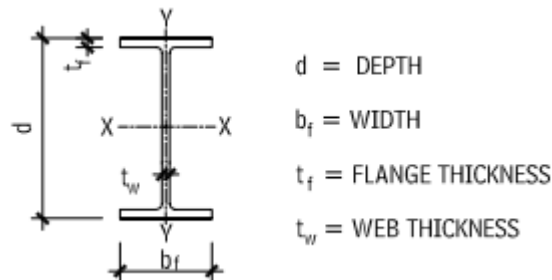
	X 44	20-5/8	6-1/2	7/16	3/8
W 18	X 119	19	11-1/4	1-1/16	5/8
	X 106	18-3/4	11-1/4	15/16	9/16
	X 97	18-5/8	11-1/8	7/8	9/16
	X 86	18-3/8	11-1/8	3/4	1/2
	X 76	18-1/4	11	11/16	7/16
W 18	X 71	18-1/2	7-5/8	13/16	1/2
	X 65	18-3/8	7-5/8	3/4	7/16
	X 60	18-1/4	7-1/2	11/16	7/16
	X 55	18-1/8	7-1/2	5/8	3/8
	X 50	18	7-1/2	9/16	3/8
W 18	X 46	18	6	5/8	3/8
	X 40	17-7/8	6	1/2	5/16
	X 35	17-3/4	6	7/16	5/16
W 16	X 100	17	10-3/8	1	9/16
	X 89	16-3/4	10-3/8	7/8	1/2
	X 77	16-1/2	10-1/4	3/4	7/16
	X 67	16-3/8	10-1/4	11/16	3/8
W 16	X 57	16-3/8	7-1/8	11/16	7/16
	X 50	16-1/4	7-1/8	5/8	3/8
	X 45	16-1/8	7	9/16	3/8
	X 40	16	7	1/2	5/16
	X 36	15-7/8	7	7/16	5/16
W 16	X 31	15-7/8	5-1/2	7/16	1/4
	X 26	15-3/4	5-1/2	3/8	1/4
W 14	X 730	22-3/8	17-7/8	4-15/16	1/16
	X 665	21-5/8	17 5/8	4-1/2	13/16
	X 605	20-7/8	17-3/8	4-3/16	5/8
	X 550	20-1/4	17-1/4	3-13/16	3/8
	X 500	19-5/8	17	3-1/2	3/16
	X 455	19	16-7/8	3-3/16	
W 14	X 426	18-5/8	16-3/4	3-1/16	7/8
	X 398	18-1/4	16-5/8	2-7/8	3/4
	X 370	17-7/8	16-1/2	2-11/16	5/8
	X 342	17-1/2	16-3/8	2-1/2	9/16
	X 311	17-1/8	16-1/4	2-1/4	7/16
	X 283	16-3/4	16-1/8	2-1/16	5/16
	X 257	16-3/8	16	1-7/8	3/16
	X 233	16	15-7/8	1-3/4	1/16
	X 211	15-3/4	15-3/4	1-9/16	
	X 193	15-1/2	15-3/4	1-7/16	7/8
	X 176	15-1/4	15-5/8	1-5/16	13/16
	X 159	15	15 5/8	13/16	3/4
	X 145	14-3/4	15-1/2	1-1/16	11/16
W 14	X 132	14-5/8	14-3/4	1	5/8
	X 120	14-1/2	14-5/8	15/16	9/16
	X 109	14-3/8	14-5/8	7/8	1/2
	X 99	14-1/8	14-5/8	3/4	1/2
	X 90	14	14-1/2	11/16	7/16

W 14	X 82	14-1/4	10-1/8	7/8	1/2
	X 74	14-1/8	10-1/8	13/16	7/16
	X 68	14	10	3/4	7/16
	X 61	13-7/8	10	5/8	3/8
W 14	X 53	13-7/8	8	11/16	3/8
	X 48	13-3/4	8	5/8	5/16
	X 43	13-5/8	8	1/2	5/16

Kode profil		Kedalaman (IN.)	Flens		Badan
			Lebar (IN.)	Tebal (IN.)	Tebal (IN.)
W 14	X 38	14-1/8	6-3/4	1/2	5/16
	x 34	14	6-3/4	7/16	5/16
	x 30	13-7/8	6-3/4	3/8	1/4
W 14	X 26	13-7/8	5	7/16	1/4
	X 22	13-3/4	5	5/16	1/4
W 12	X 336	16-7/8	13-3/8	2-15/16	3/4
	X 305	16-3/8	13-1/4	2-11/16	5/8
	X 279	15-7/8	13-1/8	2-1/2	1/2
	X 252	15-3/8	13	2-1/4	3/8
	X 230	15	12-7/8	2-1/16	5/16
	X 210	14-3/4	12-3/4	1-7/8	3/16
W 12	X 190	14-3/8	12-5/8	1-3/4	1/16
	X 170	14	12-5/8	1-9/16	15/16
	X 152	13-3/4	12-1/2	1-3/8	7/8
	X 136	13-3/8	12-3/8	1-1/4	13/16
	X 120	13-1/8	12-3/8	1-1/8	11/16
	X 106	12-7/8	12-1/4	1	5/8
	X 96	12-3/4	12-1/8	7/8	9/16
	X 87	12-1/2	12-1/8	13/16	1/2
	X 79	12-3/8	12-1/8	3/4	1/2
	X 72	12-1/4	12	11/16	7/16
	X 65	12-1/8	12	5/8	3/8
W 12	X 58	12-1/4	10	5/8	3/8
	X 53	12	10	9/16	3/8
W 12	X 50	12-1/4	8-1/8	3/8	5/8
	X 45	12	8	5/16	9/16
	X 40	12	8	5/16	1/2
W 12	X 35	12-1/2	6-1/2	5/16	1/2
	X 30	12-3/8	6-1/2	1/4	7/16
	X26	12-1/4	6-1/2	1/4	3/8
W 12	X 22	12-1/4	4	7/16	1/4
	X 19	12-1/8	4	3/8	1/4
	X 16	12	4	1/4	1/4
	X 14	11-7/8	4	1/4	3/16
W 10	X 112	11-3/8	10-3/8	1-1/4	3/4
	X 100	11-1/8	10-3/8	1-1/8	11/16
	X 88	10-7/8	10-1/4	1	5/8
	X 77	10-5/8	10-1/4	7/8	1/2
	X 68	10-3/8	10-1/8	3/4	1/2

	X 60	10-1/4	10-1/8	11/16	7/16
	X 54	10-1/8	10	5/8	3/8
	X 49	10	10	9/16	5/16
W 10	X 45	10-1/8	8	5/8	3/8
	X 49	9-7/8	8	1/2	5/16
	X 33	9-3/4	8	7/16	5/16
W 10	X 30	10-1/2	5-3/4	1/2	5/16
	X 26	10 3/8	53/4	7/16	1/4
	X 22	10-1/8	5-3/4	3/8	1/4
W 10	x 19	10-1/4	4	3/8	1/4
	X 17	10-1/8	4	5/16	1/4
	X 15	10	4	1/4	1/4
	X 12	9-7/8	4	3/16	3/16
W 8	X 67	9	8-1/4	15/16	3/16
	X 58	8-3/4	8-1/4	13/16	1/2
	X 48	8-1/2	8-1/8	11/16	3/8
	X 40	8-1/4	8-1/8	9/16	3/8
	X 35	8-1/8	8	1/2	5/16
	X 31	8	8	7/16	5/16

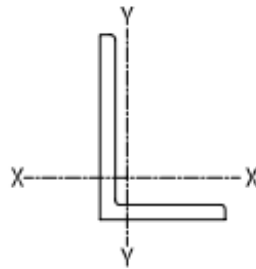
Gambar Dan Tabel 3.7 Bentuk M—Dimensi Untuk Detail



Kode profil	Kedalaman (IN.)	Flens		Badan	
		Lebar (IN.)	Tebal (IN.)	Tebal (IN.)	
M 14	X 18	14	4	1/4	3/16
M 12	X 11.8	12	3-1/8	1/4	3/16
	X 10.8	12	3-1/4	1/4	3/16
	X 10	12	3-1/4	3/16	3/16
M 10	X 9	10	2-3/4	3/16	3/16
	X 8	10	2-3/4	3/16	3/16
	X 7.5	10	2-3/4	3/16	3/16
M 8	X 6.5	8	2-1/4	3/16	1/8
M 6	X 4.4	6	1-7/8	1/8	1/8
M 5	X 18.9	5	5	7/16	5/16

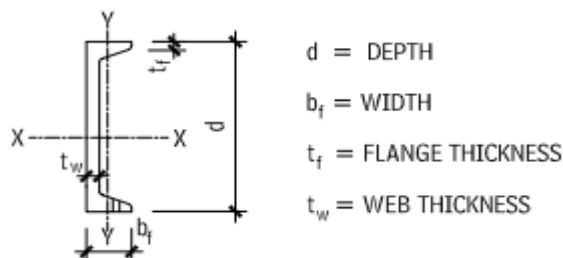
BENTUK BAJA S, HP, C, MC, DAN L

Gambar Dan Tabel 3.8 Sudut—Dimensi Untuk Perincian



Ukuran dan tebal (IN.)		Berat per FT (LB)	Ukuran dan tebal (IN.)		Berat per FT (LB)	
L8 X 8 X	1-1/8	57.2	L6 X 6 X	9/16	22	
	1	51.3		1/2	19.6	
	7/8	45.3		7/16	17.3	
	3/4	389.2		3/8	14.9	
	5/8	33.0		5/16	12.5	
	9/16	29.8		L6 X 4 X	7/8	27.1
	1/2	26.7			3/4	23.5
L8 X 6 X	1	44.4	5/8		19.8	
	7/8	39.3	9/16		17.9	
	3/4	34	1/2		16	
	5/8	28.6	7/16		14.1	
	9/16	25.9	3/8		12.2	
	1/2	23.2	5/16	10.2		
	7/16	20.4	L6 X 3-1/2 X	1/2	15.3	
L8 X 4 X	1	37.6		3/8	11.6	
	3/4	28.9		5/16	9.72	
	9/16	22.1	L5 X 5 X	7/8	27.3	
	1/2	19.7		3/4	23.7	
L7 X 4 X	3/4	26.2		5/8	20.1	
	5/8	22.1		1/2	16.3	
	1/2	17.9		7/16	14.4	
	3/8	13.6		3/8	12.4	
L6 X 6 X	1	37.5		5/16	10.4	
	7/8	33.2	L5 X 3-1/2 X	3/4	19.8	
	3/4	28.8		5/8	16.8	
	5/8	24.3		1/2	13.6	

Tabel 3.9 Saluran Lain-Lain—Dimensi Untuk Detail



Kode profil		Kedalaman (IN.)	Flens		Badan
			Lebar (IN.)	Tebal (IN.)	Tebal (IN.)
MC 18	X 58	18	4-1/4	5/8	11/16
	X 51.9	18	4-1/8	5/8	5/8

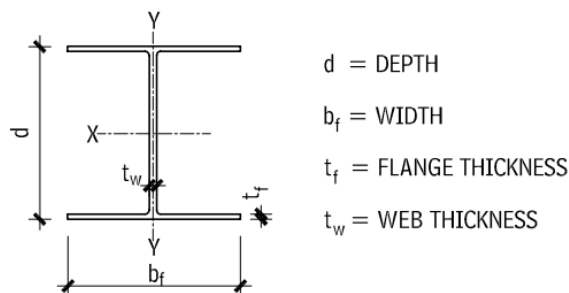
	X 45.8	18	4	5/8	1/2
	X 42.7	18	4	5/8	7/16
MC 13	X 50	13	4-3/8	5/8	13/16
	X 40	13	4-1/8	5/8	9/16
	X 35	13	4-1/8	5/8	7/16
	X 31.8	13	4	5/8	3/8
MC 12	X 50	12	4-1/8	11/16	13/16
	X 45	12	4	11/16	11/16
	X40	12	3-7/8	11/16	9/16
	X 35	12	3-3/4	11/16	7/16
	X 31	12	3-5/8	11/16	3/8

Ukuran dan tebal (IN.)		Berat per FT (LB)	Ukuran dan tebal (IN.)		Berat per FT (LB)
L5 X 3-1/2 X	7/16	12.0	L3-1/2 X 2-1/2 X	1/2	9.4
	3/8	10.4		7/8	8.3
	5/16	8.7		3/8	7.2
	1/4	7.0		5/16	6.1
L5 X 3 X	5/8	15.7	L3 X 3 X	1/4	4.9
	1/2	12.8		1/2	9.4
	7/16	11.3		7/16	8.3
	3/8	9.8		3/8	7.2
	5/16	8.19		5/16	6.1
L4 X 4 X	3/4	18.5	L3 X 2-1/2 X	1/4	4.9
	5/8	15.7		3/16	3.71
	1/2	12.8		1/2	8.5
	7/16	11.3		7/16	7.6
	3/8	9.8		3/8	6.6
	5/16	8.2		5/16	5.6
	1/4	6.6		1/4	4.5
L4 X 3 1/2 X	1/2	11.9	L3 X 2 X	3/16	3.39
	7/16	10.6		1/2	7.7
	3/8	9.1		7/16	6.8
	5/16	7.7		3/8	5.9
	1/4	6.2		5/16	5.0
L4 X 3 X	1/2	11.1	L3 X 2 X	1/4	4.1
	7/16	9.8		3/16	3.07
	3/8	8.5		1/2	7.7
	5/16	7.2		7/16	6.8
	1/4	5.8		3/8	5.9
L3 1/2 X 3 1/2 X	1/2	11.1	L2-1/2 X 2-1/2 X	5/16	5.0
	7/16	9.8		1/4	4.1
	3/8	8.5		3/16	3.07
	5/16	7.2		1/2	7.7
	1/4	5.8		3/8	5.9

L3-1/2 X 3 X	1/2	10.2	L2-1/2 X 2 X	5/16	5.0
	7/16	9.1		1/4	4.1
	3/8	7.9		3/16	3.07
	5/16	6.6		3/8	5.3
	1/4	5.4		5/16	4.5
				1/4	3.62
				3/16	2.75
			L2 X 2 X	3/8	4.7
				5/16	3.92

Kode profil		Kedalaman (IN.)	Flens		Badan
			Lebar (IN.)	Tebal (IN.)	Tebal (IN.)
MC 12	X 37	12	3-5/8	5/8	5/8
	X 32.9	12	3-1/2	5/8	1/2
	X 30.9	12	3-1/2	5/8	7/16
MC 12	X 10.6	12	1-1/2	5/16	3/16
MC 10	X 41.1	10	4-3/8	9/16	13/16
	X 33.6	10	4-3/8	9/16	9/16
	X 28.5	10	4	9/16	7/16
	X 25	10	3-3/8	9/16	3/8
	X 22	10	3-3/8	9/16	5/16
MC 10	X 8.4	10	1-1/2	1/4	3/16
MC 10	X 6.5	10	1-1/8	3/16	1/8
MC 9	X 25.4	9	3-1/2	7/16	9/16
	X 23.9	9	3-1/2	3/8	9/16
MC 8	X 22.8	8	3-1/2	7/16	1/2
	X 21.4	8	3-1/2	3/8	1/2
MC 8	X 20	8	3	3/8	1/2
	X 18.7	8	3	3/8	1/2
MC 8	X 8.5	8	1-7/8	3/16	5/16

Gambar Dan Tabel 3.10 Bentuk Hp—Dimensi Untuk Detail



Kode profil		Kedalaman (IN.)	Flens		Badan
			Lebar (IN.)	Tebal (IN.)	Tebal (IN.)
MHP 14	X 117	14-1/4	14-7/8	13/16	13/16
	X 102	14	14-3/4	11/16	11/16
	X 89	13-7/8	14-3/4	5/8	5/8
	X 73	13-5/8	14-5/8	1/2	1/2
HP 13	X 100	13-1/8	13-1/4	3/4	3/4

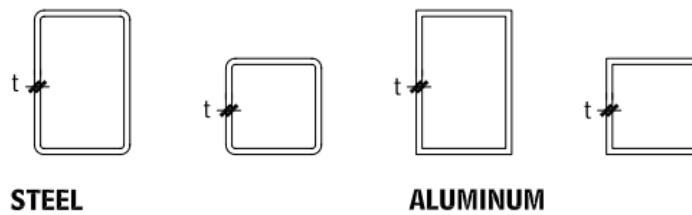
	X 87	13	13-1/8	11/16	11/16
	X 73	12-3/4	13	9/16	9/16
	X 60	12-1/2	12-7/8	7/16	7/16
HP 12	X 84	12-1/4	12-1/4	11/16	11/16
	X 74	12-1/8	12-1/4	5/8	5/8
	X 63	12	12-1/8	1/2	1/2
	X 53	11-3/4	12	7/16	7/16
HP 10	X 57	10	10-1/4	9/16	9/16
	X 42	9-3/4	10-1/8	7/16	7/16

Pipa Dan Tabung Logam

Tabel 3.11 pipa persegi panjang—baja

Ukuran (IN.)	T = lebar dinding (ukuran BW atau IN.)						
11 x 1/2	18	16					
1-1/2 X 3/4	16	14	11				
1-1/2 X 1	16	14	11				
2X1	18	16	15	14	12	11	11
2X 1-1/4	14						
2 X 1-1/2	14	11					
2-1/2 X 1	14						
2-1/2 X 1-1/4	14						
2-1/2 X 1-1/2	14	11	1/8"	9/16"	1/4"		
3X1	16	14					
3 X 1-1/2	14	13	12	11	1/8"	3/16"	1/4"
3X2	16	14	11	1/8"	3/16"	1/4"	5/16"
4X2	14	11	1/8"	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"
4X 2 1/2	1/8"						
4X3	11	1/8"	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	
5X2	11	1/8"	10	1/4"	5/16"		
5 X 2-1/2	1/8"	3/16"					
5X3	11	1/8"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"	
6X2	11	1/8"	1/4"	5/16"	3/8"		
6X3	11	1/8"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"	
6X4	1/8"	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"	
7X3	3/16"	1/4"	3/8"				
7X4	3/16"	1/4"	3/8"				
7X5	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"	3/8"	1/2"
8X2	3/16"	1/4"	3/8"				
8X3	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"		
8X4	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"		
8X6	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"		
9X5	3/8"						
9X7	1/4"	5/16"					

10X 2	3/16"	1/4"					
10X 4	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"		
10X 5	1/4"						
10X 6	1/4"	3/16"	5/16"	3/8"	1/2"		
10X 8	1/4"	3/8"	1/2"				
12X 2	3/16"	1/4"					
12X 4	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"		
12X 6	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"			
12X 8	1/4"	3/8"	1/2"				



Gambar 3.12 tabung persegi panjang dan persegi panjang

Tabel 3.13 tabung aluminium persegi panjang (IN.)

Ukuran X t	Ukuran X t	Ukuran X t
1-1/2 X 1-1/2 X 1/8	1-3/4 X 3-1/2 X 1/8	2 X 4 X 1/8
1 X 2 X 1/8	1-3/4 X 4 X 1/8	2 X 5 X 1/8
1-1/2 X 2-1/2 X 1/8	1-3/4 X 4-1/2 X 1/8	3 X 5 X 1/8
1-3/4 X 2-1/4 X 1/8	1-3/4 X 5 X 1/8	
1-3/4 X 3 X 1/8	2 X 3 X 1/8	

Tabel 3.14 tabung aluminium persegi (IN.)

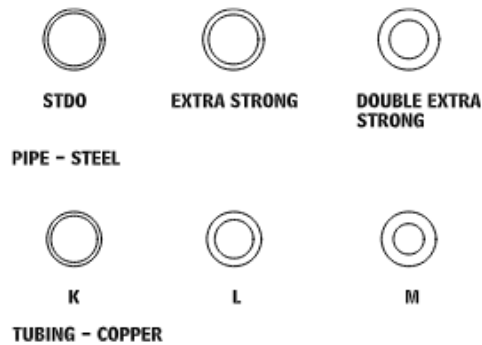
Ukuran X t	Ukuran X t	Ukuran X t
1/2 X 1/2 X 1/8	1-1/2 X 1-1/2 X 1/8	3 X 3 X 1/4
3/4 X 3/4 X 1/8	1-3/4 X 1-3/4 X 1/8	4 X 4 X 1/8
1 X 1 X 1/16	2 X 2 X 1/8	4 X 4 X 1/4
1-1/4 X 1-1/4 X 1/8	2 X 2 X 1/4	
1-1/2 X 1-1/2 X 5/64	3 X 3 X 1/8	

Tabel 3.15 tabung bulat—tembaga

Ukuran (IN.) Diameter dalam nominal	Diameter luar (IN.)	Diameter dalam (IN.)		
		TYPE K	TYPE L	TYPE M
1/4	0.375	0.305	0.315	
1/2	0.625	0.527	0.545	0.569
3/4	0.875	0.745	0.785	0.811
1	1.125	0.995	1.025	1.055
1-1/2	1.625	1.481	1.565	1.527
2	2.125	1.959	1.985	2.009
4	4.125	3.857	3.905	3.935

Tabel 3.16 pipa bulat—baja

Ukuran (IN.) Diameter dalam nominal	Diameter luar (IN.)	Diameter dalam (IN.)		
		Standar	Ekstra kuat	Sangat ekstra kuat
1/8	0.405	0.269	0.215	
¼	0.540	0.364	0.302	
3/8	0.675	0.493	0.423	
½	0.840	0.622	0.546	
¾	1.050	0.824	0.742	
1	1.315	1.049	0.957	
1-1/4	1.660	1.380	1.278	
1-1/2	1.900	1.610	1.500	
2	2.375	2.067	1.939	1.503
2-1/2	2.875	2.469	2.323	1.771
3	3.500	3.068	2.900	2.300
3-1/2	4.000	3.548	3.364	
4	4.500	4.026	3.826	3.152
5	5.563	5.047	4.813	4.063
6	6.625	6.065	5.761	4.897
8	8.625	7.981	7.625	6.875
10	10.750	10.020	9.750	
12	12.750	12.000	11.750	



Gambar 3.17 tabung dan pipa bulat

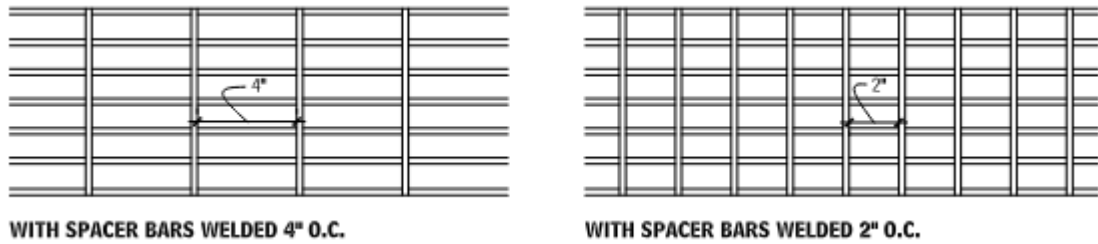
Tabel 3.18 tabung persegi—baja

Ukuran (IN.)	Lebar dinding (ukuran BW atau IN.)												
	20	18	16	16	13	11	14	13	12	11			
1/2 X 1/2	20	18		16									
5/8 X 5/8	20		16										
3/4 X 3/4	20	18		16	13	11							
7/8 X 7/8	18	16	14	13									
1X1	20	18		16	15		14	13	12	11			
1-1/8 X 1-1/8	18	16											

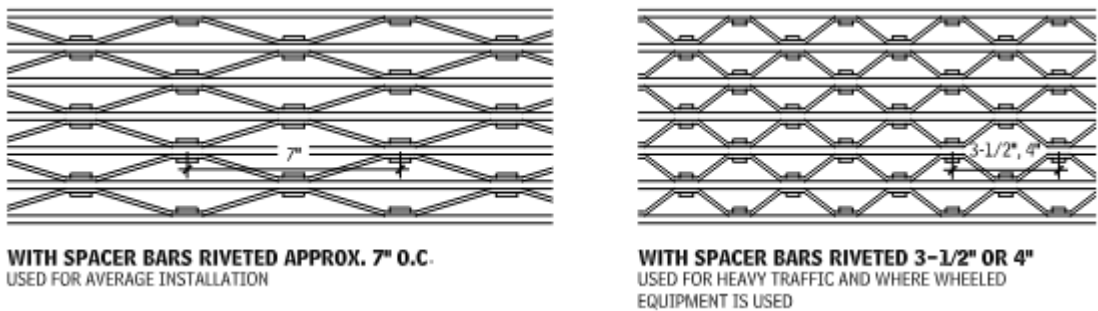
1-1/4 x 1-1/4	18		16		14	13	12	11	0.135	3/16"			
1-1/2 x 1-1/2	18		16	15	14	13	12	11	0.145	3/16"	01/04"		
1-3/4 X1-3/4	16	14	13	11									
2X2	18		16	15	14	13	12	11	1/8"	10	0.145	3/16"	1/4"
2-1/4 X 2-1/4	16	0.109	1/4"										
2-1/2 X 2-1/2	16	12	1/8"	10		3/16"	0.238	1/4"					
3X3	14	0.109	11	1/8"		3/16"	1/4"	5/16"	3/8"				
3-1/2 X 3-1/2	1/8"		3/16"	1/4"	5/16"								
4X4	11	1/8*		3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"					
4-1/2 x 4-1/2	3/16"	1/4"											
5X5	11	1/8"	7	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"					
6X6		3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"							
7X7	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"								
8X8		3/16"	1/4"	5/16"	3/8"		5/8"						
10X 10	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"	5/8"								
12 X 12	1/4"	5/16"	3/8*	1/2"									
14 X 14	3/8"	1/2"											
16 X 16	1/2"												

Ukuran (IN.)	Lebar dinding (ukuran BW atau IN.)			
Aluminium (IN.)				
3/4 X 3/4	0.125			
1x1	0.125			
1-1/4 x 1-1/4	0.125			
1-1/2 x 1-1/2	0.125			
1-3/4 x1-3/4	0.125			
2X2	0.125	0.250		
2-1/2 X 2-1/2	0.125			
3X3	0.125	0.250		
4X 49	0.250			
Stainless steel				
1x1	18	16	11	
1-1/4 x 1-1/4	16	14	11	
1-1/2 X 1-1/2	16	14	11	7
2X2	16	14	11	7
2-1/2 x 2-1/2		7		
3X3	14	11	7	01/04"
4X4	11	7	3/16"	

Kisi-Kisi



Gambar 3.19 kisi batang persegi panjang (dilengkapi atau dikunci dengan tekanan)



Tabel 3.20 kisi-kisi berjaringan (dipaku)

Kisi-kisi berjaringan dibuat dari batang bantalan persegi panjang dari baja, baja tahan karat, atau aluminium, dan batang penghubung berkerut kontinu (jaringan) yang dipaku keling pada batang bantalan. Ujung-ujungnya mungkin terbuka atau ujung-ujungnya diikat dengan pelat datar, kira-kira berukuran sama dengan batang bantalan, yang dilas di sepanjang ujungnya. Jarak antar batang normal adalah 3/4, 1-1/8, atau 2-5/16 inci. Untuk ukuran, toleransi, detail, dan tabel beban, rujuk ANSI/NAAMM MBG 532, Heavy-Duty Metal Bar Grating Manual, yang diterbitkan oleh National Association of Architectural Metal Manufacturers.

Kisi-kisi batang persegi panjang dibuat dari batang bantalan persegi panjang dari baja, baja tahan karat, atau aluminium atau batang-l aluminium, dengan palang melintang pada sudut siku-siku. Palang melintang dapat berbentuk persegi, persegi panjang, atau bentuk lainnya, dan dikunci dengan tekanan, dibengkokkan, atau dilas ke batang bantalan. Palang melintang dapat memiliki ujung terbuka atau ujung yang diikat dengan pita datar, kira-kira berukuran sama dengan batang bantalan. Jarak antar batang standar meliputi 7/16, 15/16, dan 1-3/16 inci. Jarak jala rapat 7/16 inci yang menyediakan bukaan bening 1/4 inci mungkin lebih cocok untuk area lalu lintas pejalan kaki, menghilangkan bukaan yang terlalu besar untuk kruk, kursi roda, dan tumit pada sepatu wanita. Untuk ukuran, toleransi, detail, dan tabel beban, rujuk ANSI/NAAMM MBG 531, Manual Kisi-kisi Batang Logam, yang diterbitkan oleh National Association of Architectural Metal Manufacturers.

BAB 4

KAYU

4.1 PENDAHULUAN

Kayu merupakan salah satu bahan bangunan yang paling umum dan serbaguna yang digunakan saat ini. Konstruksi kayu dapat mencakup pertukangan kasar, pertukangan akhir, pengerjaan kayu arsitektur, dan komposit struktural.

Sekitar 9 dari setiap 10 bangunan yang dibangun setiap tahunnya menggunakan rangka kayu, termasuk sebagian besar rumah keluarga tunggal dan multikeluarga serta sebagian besar bangunan komersial, institusional, dan publik. Kayu disukai sebagai bahan struktural dan bahan akhir, karena ekonomis, fleksibilitas arsitektur, dan kualitas visualnya. Banyak kontraktor tahu cara membangun dengan kayu. Kru kerja kecil dapat menangani sebagian besar anggota kayu tanpa peralatan pengangkat khusus, pemotongan dan pengikatan dapat dilakukan di lokasi dengan perkakas tangan atau listrik portabel, dan keterampilan yang dibutuhkan untuk konstruksi kayu mudah dipelajari.

Namun, kayu merupakan salah satu bahan yang paling sulit dikuasai oleh perancang, karena kayu merupakan satu-satunya bahan bangunan yang berasal dari tumbuhan dan bukan mineral. Asal usul ini membawa sejumlah keistimewaan yang berkaitan dengan sifat arah, kekuatan, kekakuan, pola serat, penyusutan, distorsi, pembusukan, kerusakan serangga, dan ketahanan terhadap api.

Saat ini, sebagian besar kayu berasal dari hutan yang lebih muda, di mana pohon-pohon biasanya lebih kecil daripada yang dipanen hanya beberapa dekade lalu. Kayu besar dan padat semakin sulit diperoleh, dan kualitas kayu secara umum menurun. Akibatnya, para profesional desain dan kontraktor harus semakin bergantung pada kayu struktural yang dibuat di toko seperti kayu lapis laminasi, kayu untai paralel, balok-I kayu yang dibuat di toko, papan pelek, dan rangka kayu yang dibuat di toko. Produk-produk ini cenderung lebih lurus, lebih kuat, lebih kaku, tidak mudah terdistorsi, dan lebih ekonomis daripada kayu padat konvensional.

Kayu juga merupakan salah satu bahan bangunan paling ramah lingkungan di dunia. Dari rangka hingga lantai hingga produk interior lainnya, kayu dapat diperbarui dan didaur ulang, dan terus menyimpan karbon dioksida bahkan sebagai produk jadi. Kayu tidak hanya dapat didaur ulang, tetapi juga dapat diregenerasi. Faktanya, hutan Amerika Utara telah tumbuh 20 persen sejak 1970. Meskipun produk kayu merupakan 47 persen dari semua bahan mentah yang diproduksi di Amerika Serikat, pangsa kayu dalam konsumsi energi hanya 4 persen selama proses produksi. Produksi produk kayu menghasilkan gas rumah kaca yang relatif lebih sedikit daripada bahan bangunan alternatif, dan memiliki dampak terendah pada kualitas udara dan air. Selain itu, regenerasi hutan menciptakan pohon yang bermanfaat bagi lingkungan saat tumbuh, menyerap karbon dioksida dan melepaskan oksigen.

Struktur kayu dapat dirancang dan dibangun untuk memenuhi persyaratan kode untuk

melindungi dari gempa bumi dan angin topan. Konstruksi rangka kayu terdiri dari banyak sambungan kecil. Jika satu sambungan kelebihan beban, bagiannya dapat diambil alih oleh sambungan yang berdekatan. Kayu juga memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi. Bangunan yang ringan dan kuat cenderung berkinerja lebih baik selama gempa bumi. Konstruksi rangka kayu umumnya diselesaikan dengan permukaan interior papan gipsum, yang lebih tahan terhadap api.

4.2 BAHAN KAYU

Jenis Konstruksi Kayu

Kode bangunan umumnya mengkategorikan konstruksi kayu menjadi dua jenis yang berbeda: kayu berat (Tipe IV) dan rangka kayu ringan (Tipe V).

- Konstruksi kayu berat, yang terdiri dari kolom, balok utama, balok, dan dek yang cukup besar agar tidak mudah terbakar, diizinkan untuk digunakan pada bangunan yang relatif besar di berbagai macam penggunaan. Dimensi dan bentang elemen yang besar membuat konstruksi kayu berat paling cocok untuk bangunan dengan rongga yang teratur dan berulang. Bangunan kayu berat direkayasa sesuai dengan Spesifikasi Desain Nasional untuk Konstruksi Kayu.
- Konstruksi rangka kayu terdiri dari anggota rangka nominal 2 inci yang diberi jarak berdekatan dan biasanya disembunyikan oleh bahan pelapis interior seperti papan gipsum atau panel kayu. Konstruksi rangka kayu, dengan elemennya yang kecil dan jarak antar elemen yang rapat, mudah beradaptasi bahkan dengan ruang dan bentuk arsitektur yang paling rumit sekalipun. Akan tetapi, karena konstruksi tersebut kurang tahan terhadap api dibandingkan konstruksi kayu berat, peraturan bangunan membatasi tinggi dan luas bangunan berangka kayu. Tinggi maksimum yang umumnya diizinkan pada bangunan rangka kayu hunian adalah tiga lantai, meskipun empat lantai atau lebih dimungkinkan jika sistem penyiram yang disetujui dipasang. Dalam banyak kondisi, konstruksi rangka kayu dapat memanfaatkan International Code Council (ICC) International Residential Code, yang telah diadopsi secara luas oleh negara bagian dan kotamadya.

Kayu Sebagai Bahan Struktural

Berdasarkan kinerja per satuan berat, kayu konstruksi pada umumnya setidaknya sama kuat dan kakunya dengan baja struktural. Karena struktur mikro sel longitudinalnya, kayu memiliki sifat struktural yang berbeda dalam dua arah utamanya: sejajar dengan serat, kayu kuat dan kaku; tegak lurus dengan serat, kayu lemah dan mudah berubah bentuk. Kekuatan kayu bervariasi sesuai dengan durasi beban. Untuk beban jangka pendek, seperti beban akibat salju, angin, dan benturan, nilai tegangan yang diizinkan adalah 15 hingga 100 persen lebih tinggi daripada yang diizinkan untuk beban jangka normal. Namun, pada beban jangka sangat panjang, kayu cenderung merayap, dan nilai tegangan yang dikurangi harus digunakan.

Kayu Sebagai Bahan Finishing

Kayu digunakan sebagai bahan finishing pada bangunan dari segala jenis. Bahkan pada jenis konstruksi yang paling tahan api, jumlah finishing kayu yang terbatas dapat digunakan.

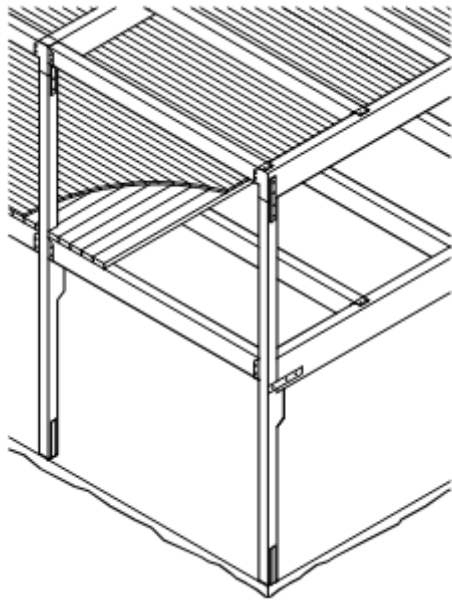
Dengan perlindungan yang tepat dari api, air, dan sinar matahari, kayu dapat berfungsi sebagai bahan eksterior yang tahan lama untuk pelapis, lis, dan bahkan atap.

Untuk pelapis interior, meskipun ada kekhawatiran baru-baru ini mengenai menipisnya spesies langka atau spesies tua, berbagai jenis kayu tetap tersedia secara umum dalam bentuk padat atau venir dan menunjukkan berbagai sifat, termasuk kekerasan, serat, warna, kesesuaian untuk berbagai pelapis, dan biaya. Kayu pelapis tersedia dalam berbagai bentuk yang telah dibentuk sebelumnya dan juga mudah dibentuk dan dipotong di lapangan. Kayu dan produk kayu dapat dipoles dengan lapisan transparan atau buram atau berfungsi sebagai dasar untuk laminasi plastik yang diaplikasikan.

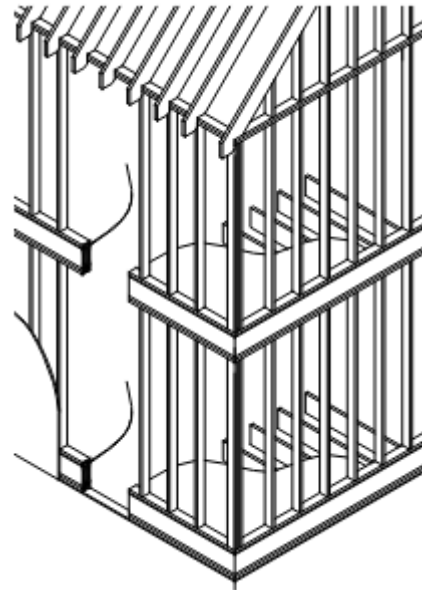
Pemilihan Bahan Kayu Untuk Pemurnian Interior

Faktor-faktor utama yang memengaruhi pemilihan kayu untuk aplikasi pelapisan kayu, sebagaimana ditetapkan oleh Architectural Woodwork Institute (AWI) adalah:

- Karakteristik estetika: Berbagai spesies menunjukkan berbagai warna, serat (serat terbuka atau tertutup), dan bentuk (pola serat) yang selanjutnya dibedakan berdasarkan metode penggergajian (gergaji polos, gergaji seperempat, gergaji celah) dan karakteristik pelapisan (kepekaan terhadap proses pelapisan, seperti pengisi, pewarna, dll.).
- Ketersediaan: Ketersediaan spesies tertentu bervariasi menurut musim dan popularitas.
- Keterbatasan ukuran: Beberapa spesies menghasilkan anggota yang lebih panjang dan/atau lebih lebar.
- Kekuatan, ketahanan, dan kepadatan: Kemampuan kayu terpilih untuk menahan tekanan; menahan lekukan, kerusakan, dan keausan; dan menahan beban yang diantisipasi berkontribusi pada kesesuaiannya untuk penggunaan tertentu.
- Stabilitas dimensi: Pembengkakan dan penyusutan karena kelembaban relatif dan perubahan kadar air bervariasi menurut spesies dan jenis produk.
- Kemampuan beradaptasi untuk penggunaan eksterior: Spesies tertentu lebih tahan lama untuk digunakan dalam aplikasi eksterior. Kayu teras dari semua spesies lebih tahan terhadap kerusakan oleh unsur-unsur daripada kayu gubal. Spesies berikut tahan busuk dan dapat diterima untuk penggunaan eksterior: Cedar merah Timur dan Barat, kayu merah, mahoni, dan jati. Untuk informasi lebih lanjut, lihat "Perawatan Kayu" dalam bab ini.
- Ketahanan api: Kualitas tahan api alami dan penerimaan perawatan bervariasi menurut spesies. Klasifikasi penyebaran api merupakan pengukuran yang diterima secara umum untuk menilai ketahanan api suatu material. Perawatan tahan api dan penumpukan anggota dapat digunakan untuk meningkatkan peringkat ketahanan api bahan kayu.
- Perawatan pengawet: Spesies tertentu yang digunakan untuk pengerjaan kayu arsitektur dapat dirawat dengan senyawa pengawet untuk memperpanjang umurnya saat terkena unsur-unsur alam.



Gambar 4.1 konstruksi kayu berat

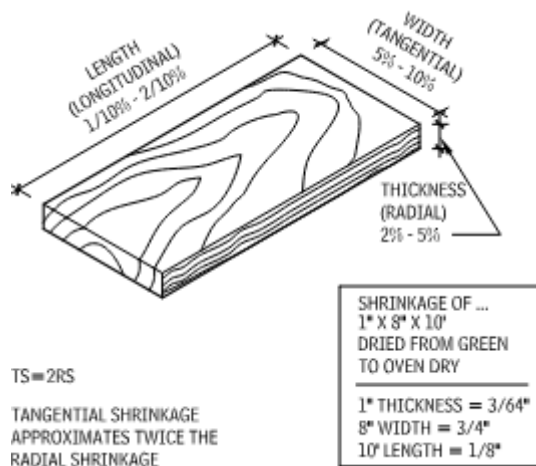


Gambar 4.2 konstruksi rangka kayu

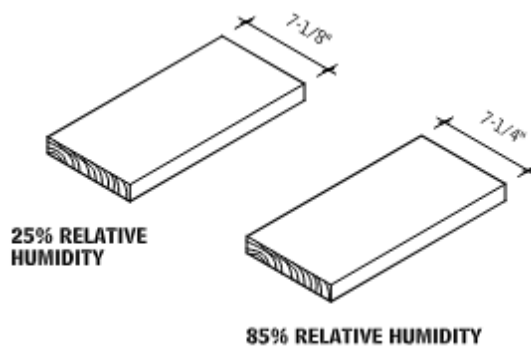
Produksi Kayu

Kayu yang dipasarkan secara komersial mencakup pohon dari lusinan spesies yang secara kasar dibagi menjadi kayu lunak, yang merupakan spesies yang selalu hijau, dan kayu keras, yaitu spesies yang menggugurkan daunnya di musim gugur. Mayoritas kayu rangka berasal dari kayu lunak yang relatif melimpah. Kayu keras, dengan rentang warna dan bentuk serat yang lebih bervariasi, digunakan terutama untuk pelapis interior, lantai, lemari, dan furnitur.

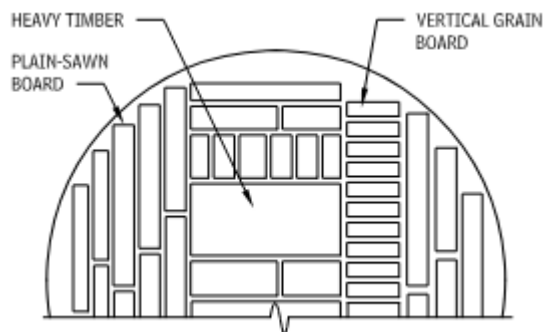
Saat diperiksa di bawah kaca pembesar berdaya rendah, kayu sebagian besar terdiri dari sel-sel tubular berongga dari selulosa yang membentang sejajar dengan sumbu panjang batang pohon. Saat pohon dipanen, baik rongga maupun dinding tabung ini penuh dengan getah berair. Pohon digergaji menjadi kayu olahan kasar saat dalam kondisi jenuh, atau "hijau". Kayu jadi dikeringkan (dikeringkan sebagian besar airnya), baik dengan menumpuknya di udara terbuka selama beberapa bulan atau, lebih umum, dengan memanaskannya dalam tungku selama beberapa hari. Selama pengeringan, air menguap terlebih dahulu dari rongga tabung, dan kemudian dari dinding selulosa tabung, menyebabkan kayu menyusut. Pada saat kayu meninggalkan tungku, ukurannya jauh lebih kecil. Penyusutan lebih lanjut biasanya terjadi setelah kayu dimasukkan ke dalam bangunan, karena kadar air dalam kayu secara bertahap mencapai keseimbangan dengan kadar air di udara sekitarnya. Kayu menyerap air selama cuaca lembap dan melepaskannya selama cuaca kering dalam siklus pembengkakan dan penyusutan yang tidak pernah berakhir, fakta yang harus diperhitungkan saat merinci komponen kayu bangunan. Sebagian besar kayu dilapis setelah pengeringan untuk mengecilkannya ke dimensi akhirnya dan memberikan permukaan yang halus.



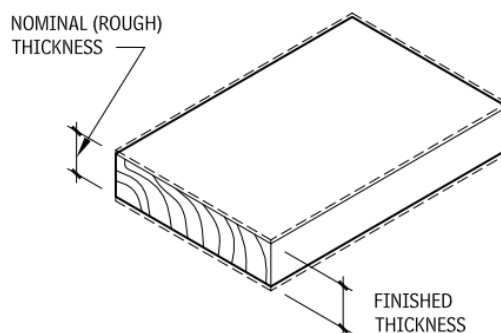
Gambar 4.3 penyusutan karena pengeringan



Gambar 4.4 pemunculnya karena kelembapan di udara



Gambar 4.5 penggergajian umum gulungan besar



Gambar 4.6 ketebalan kayu

Klasifikasi Kayu

Sebagai produk alami, kayu memiliki tampilan dan sifat struktural yang sangat bervariasi. Oleh karena itu, sistem pengelompokan yang rumit telah ditetapkan untuk menunjukkan kualitas setiap potong kayu. Dalam setiap spesies kayu, terdapat dua sistem pengelompokan, satu berdasarkan kekuatan dan kekakuan struktural, dan yang lainnya berdasarkan penampilan. Penampilan dinilai secara visual. Pengelompokan struktural didasarkan pada inspeksi visual, ukuran dan posisi mata kayu dan cacat lainnya, atau sifat struktural yang diukur dengan mesin yang menganalisis setiap potong kayu.

Kekuatan dan kekakuan kayu sangat bervariasi dari satu spesies dan kelas ke spesies lainnya. Saat merancang struktur kayu, penting untuk mengetahui spesies dan kelas mana yang akan digunakan. Jika ragu, dasarkan perhitungan struktural pada spesies terlemah, dan dasarkan kelas pada spesies yang tersedia secara lokal.

Menyambungkan Kayu

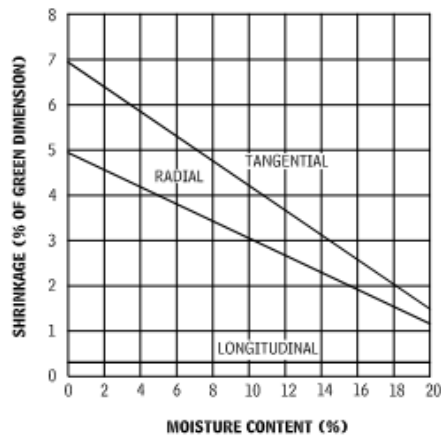
Memaku adalah metode yang paling umum untuk menyambung rangka kayu. Paku tidak mahal untuk dibeli dan dipasang dan dapat ditancapkan dengan tangan atau dengan peralatan pneumatik. Bila diaplikasikan dalam ukuran, jumlah, dan jarak yang tepat, mereka membentuk sambungan yang kuat dan ulet. Tali pengikat, jangkar, dan braket lembaran logam dapat dipaku ke sambungan yang memerlukan ketahanan yang lebih besar terhadap tegangan atau geser. Persyaratan pemakuan yang terperinci untuk konstruksi rangka kayu disertakan dalam kode bangunan. Konstruksi kayu berat biasanya bergantung pada baut dan sekrup lag, bersama dengan perangkat penyambung logam.

Dalam konstruksi kayu akhir, paku akhir yang hampir tanpa kepala digunakan untuk meningkatkan tampilan. Sekrup, pengencang tersembunyi atau tertanam, splines, dan sambungan yang dipasang dan direkatkan memberikan kekakuan mekanis yang lebih besar dan tampilan yang optimal.

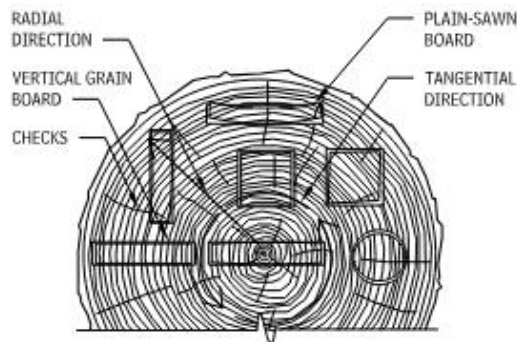
Pergerakan Kelembapan Pada Kayu

Penyusutan kayu saat mengering tidak seragam. Kayu menyusut sangat sedikit di sepanjang serat, agak ke arah radial dari batang kayu silinder, dan lebih banyak ke arah tangensial dari batang kayu, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7. Salah satu konsekuensi dari perbedaan antara penyusutan radial dan tangensial adalah bahwa retakan radial, yang disebut cek, terbentuk selama pengeringan, terutama pada kayu dengan dimensi yang lebih besar. Selain itu, potongan kayu mengalami distorsi yang nyata sesuai dengan posisi aslinya di batang pohon.

Untuk potongan kayu yang harus tetap datar, seperti lantai, dek luar ruangan, papan pinggir, rangka, dan panel, kayu serat vertikal, yang digergaji sehingga lingkaran pertumbuhan tahunan kurang lebih tegak lurus dengan permukaan papan yang lebar, adalah pilihan yang tepat. Salah satu pola penggergajian khusus yang menghasilkan kayu serat vertikal disebut quarter sawn. Untuk rangka biasa, distorsi akibat proses pengeringan tidak terlalu berarti, jadi papan gergaji biasa digunakan.



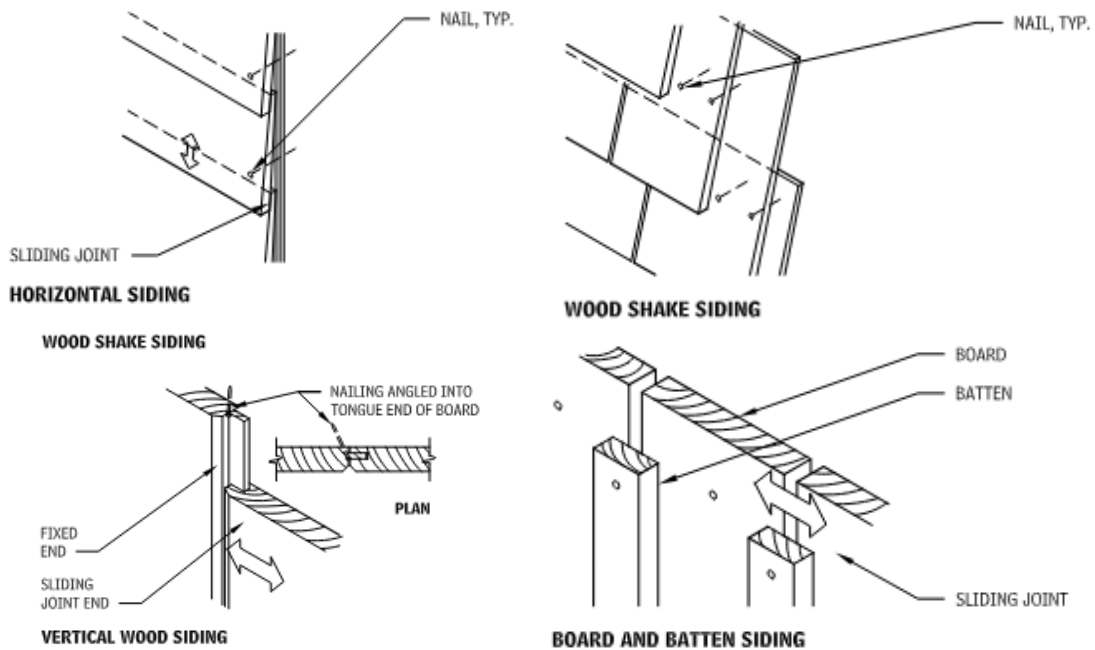
Gambar 4.7 penyusutan kelembapan pada kayu lunak umum



Gambar 4.8 distorsi penyusutan berdasarkan posisi di log

Sejumlah praktik perincian kayu yang diterima telah dikembangkan sebagai respons terhadap pergerakan kelembapan yang terjadi pada kayu dan distorsi yang diakibatkan oleh tingkat penyusutan yang berbeda di sepanjang tiga sumbu serat. Dalam menerapkan pelapis kayu, perlu menggunakan pola paku yang tidak menahan penyusutan dan pembengkakan musiman lintas serat kayu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.9.

Pelapis kayu miring horizontal dipaku sehingga setiap papan diikat hanya dengan satu baris paku, menciptakan sambungan geser pada setiap tepi yang tumpang tindih untuk memungkinkan pergerakan. Papan pelapis kayu lidah-dan-alur dipaku hanya pada tepi lidah, tepi lainnya ditahan oleh lidah papan yang berdekatan yang meluncur bebas di alurnya. Pelapis kayu vertikal dan reng dipaku hanya di bagian tengah papan dan reng, yang memungkinkan pemuai dan penyusutan kayu secara bebas.



Gambar 4.9 sambungan geser pada pelapis kayu

Karena penyusutan kayu jauh lebih besar pada arah tangensial daripada pada arah radial, papan yang digergaji polos cenderung melengkung dengan jelas pada arah yang berlawanan dengan lengkungan lingkaran tahunan. Oleh karena itu, dek dan lantai yang digergaji polos harus diletakkan dengan "sisi kulit kayu" setiap papan menghadap ke bawah, untuk mengurangi terangkatnya tepi. Pada dek luar ruangan, praktik ini juga akan meminimalkan genangan air pada papan. Lantai dan papan dek dengan serat vertikal lebih disukai daripada papan yang digergaji polos, tidak hanya karena meminimalkan lengkungan tetapi juga karena pola serat yang lebih rapat dan lebih tahan lama.



WOOD TREATMENT

Gambar 4.10 distorsi penyusutan pada dek yang digergaji polos

Pelapukan dan Serangga pada Kayu

Kayu menyediakan makanan dan habitat bagi berbagai serangga dan jamur penyebab pembusukan. Umumnya, pembusukan dan serangan serangga dapat diminimalkan dengan merinci konstruksi sedemikian rupa sehingga kayu tetap kering. Komponen kayu harus dijaga jaraknya minimal 6 inci dari tepi tanah. Detail yang memerangkap dan menahan kelembapan, seperti sambungan di dek dan pagar eksterior, harus dihindari kecuali jika kayu yang diawetkan atau spesies yang tahan pembusukan seperti kayu merah, kayu cedar, atau cemara digunakan.

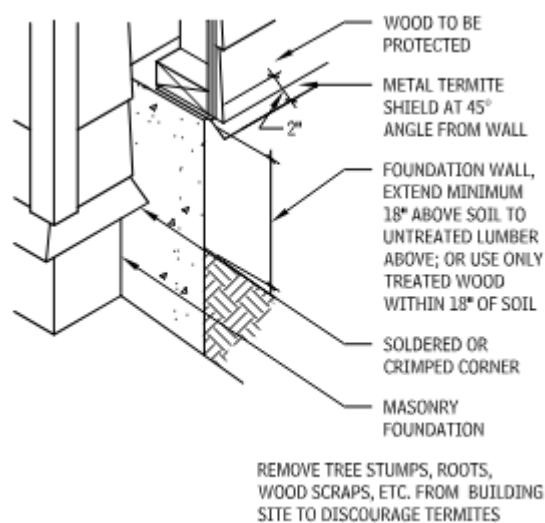
Api pada Konstruksi Kayu

Kayu mudah terbakar, menghasilkan produk pembakaran yang sangat beracun, jadi penting untuk merancang struktur kayu agar aman dari kebakaran. Langkah pertama adalah mengikuti batasan ketinggian dan luas bangunan, beserta ketentuan kode untuk memudahkan keluar dari bangunan kayu. Alarm asap dan panas sangat penting dalam bangunan tempat tinggal dari kayu. Bangunan kayu yang berat memiliki ketahanan alami terhadap api karena kayunya yang besar lebih lambat terbakar dibandingkan dengan rangka yang lebih kecil dalam konstruksi rangka kayu. Rangka kayu memiliki lorong berongga internal yang mendorong penyebaran api.

4.3 PERAWATAN KAYU DENGAN PENGAWET

Kayu dapat rusak akibat pembusukan yang disebabkan oleh jamur, serangga seperti semut tukang kayu dan rayap, serta penggerek air laut di perairan asin. Empat kondisi harus ada sebelum banyak organisme ini dapat merusak kayu: (1) pasokan oksigen bebas, (2) kadar air dalam kayu di atas titik jenuh serat (20 persen), (3) suhu dalam kisaran 50 hingga 90F, dan (4) keberadaan sumber makanan, dalam hal ini, kayu. Beberapa serangga, seperti rayap kayu kering dan semut tukang kayu, dapat merusak kayu yang kadar airnya sangat rendah.

Di sebagian besar lingkungan dalam ruangan, di mana tingkat kelembaban relatif umumnya rendah, kayu akan bertahan sangat lama. Namun, di lingkungan dalam ruangan tertentu, dan di banyak lingkungan luar ruangan, kayu tidak dapat dijaga tetap kering atau tidak berada di dekat kelembaban. Sebagian besar peraturan bangunan mengakui hal ini dengan mewajibkan penggunaan perawatan kayu pengawet atau spesies kayu yang tahan secara alami pada komponen bangunan yang bersentuhan dengan beton, pasangan bata, atau tanah yang terbuka. Persyaratan ini juga mencakup balok lantai dan elemen penyangga ruang bawah tanah dalam jarak 12 hingga 18 inci dari tanah yang terbuka.



Gambar 4.11 detail perisai rayap

Kayu Anti-Pembusukan

Saat menentukan kayu yang tahan terhadap pembusukan, pilihannya adalah antara kayu yang tahan pembusukan alami dan kayu yang diolah dengan bahan pengawet. Yang pertama memerlukan penggunaan kayu teras dari kayu yang tahan pembusukan alami seperti cedar merah barat, cemara botak, kayu merah, dan lainnya yang mengandung racun alami yang disebut ekstraktif, yang tidak disukai oleh organisme penyebab pembusukan. Namun, tidak semua jenis atau spesies kayu ini cocok untuk beberapa situasi struktural.

Proses untuk mengolah kayu dengan bahan pengawet adalah dengan mengimpregnasi kayu dengan bahan kimia melalui proses pengolahan bertekanan. Pengolahan tanpa tekanan, seperti penyemprotan, pencelupan, dan penyikatan, umumnya digunakan untuk pengolahan komponen pertukangan selama pembuatan, pengolahan kayu di lapangan selama konstruksi, atau pengolahan perbaikan kayu yang sudah ada yang sudah digunakan.

Kayu Yang Diramu Dengan Pengawet

Beberapa proses umumnya digunakan untuk mengolah kayu dengan bahan pengawet, termasuk proses tekanan sel penuh, sel penuh yang dimodifikasi, dan sel kosong. Metode yang dipilih bergantung pada jumlah retensi pengawet yang diinginkan. Selama perawatan, kayu ditempatkan dalam bejana bertekanan silinder besar dan, bergantung pada prosesnya, vakum atau tekanan rendah diterapkan. Pengawet dipompa ke dalam silinder dan dipaksa masuk ke dalam sel-sel kayu di bawah tekanan. Setelah jumlah pengawet yang tepat telah disuntikkan, pengawet dipompa keluar dari silinder dan, dalam kebanyakan kasus, vakum diterapkan untuk menghilangkan pengawet yang berlebih. Terlepas dari proses mana yang digunakan, kayu umumnya dikeringkan sebelum perawatan hingga kadar air yang memungkinkan penetrasi dan retensi pengawet yang ditentukan.

PENETRASI DAN RETENSI PENGAWET

Penetrasi dan retensi adalah dua ukuran yang menentukan efektivitas metode pengawetan. Penetrasi bergantung pada spesies kayu, jenis pengawet, dan ukuran anggota kayu yang dirawat. Beberapa spesies yang tahan terhadap penetrasi pengawet, seperti cemara Douglas, biasanya diiris dengan celah kecil agar perawatan lebih efektif. Yang lain, seperti pinus Selatan, mudah dirawat tanpa sayatan. Sementara gubal beberapa spesies mudah ditembus, kayu teras sebagian besar tahan terhadap penetrasi (meskipun kayu teras semua spesies secara alami tahan terhadap pembusukan hingga tingkat yang berbeda-beda).

Penetrasi dan retensi ditentukan dengan menggunakan mata bor berongga untuk mengambil "inti" dari sampel representatif kayu yang diolah dalam setiap kelompok. Penetrasi ditentukan dengan pemeriksaan visual setiap inti, dan retensi ditentukan melalui analisis kimia inti. Standar penetrasi dan retensi ditetapkan oleh *American Wood Preservers' Association* (AWPA) dalam proses terbuka berbasis konsensus; standar ini ditegakkan oleh lembaga pihak ketiga independen yang disetujui oleh American Lumber Standar Committee (ALSC). Tanda mutu yang menguraikan informasi terkait dapat ditemukan pada stok kayu yang memenuhi syarat.

Tabel 4.12 ketahanan relatif kayu terhadap pembusukan dari kayu yang tidak dirati secara alami tahan

Tahan atau sangat tahan	Cukup tahan / moderat	Sedikit Tahan atau Tidak Tahan
Kayu bald cypress (pertumbuhan tua), kayu cedar, kayu oak putih, kayu redwood	Kayu bald cypress (pertumbuhan baru), kayu cemara douglas, kayu larch barat, pinus longleaf (tua), pinus slash, pinus putih timur, kayu tamarack	Semua jenis pinus selain yang disebut di kolom sebelumnya, spruce, Kayu Fir sejati

Jenis Pengawet

Dua kelas utama pengawet yang digunakan saat ini: yang mengandung minyak (organik dan organologam) dan yang mengandung air (anorganik).

Pengawet Yang Berbahan Bakar Minyak

Pengawet yang mengandung minyak organik dan organologam digunakan sendiri atau dibawa dalam pelarut hidrokarbon seperti minyak mineral atau bahan bakar minyak, dan digunakan untuk merawat sebagian besar kayu lunak dan kayu keras. Beberapa pengawet yang mengandung minyak yang lebih umum termasuk kreosot, pentaklorofenol (penta), tembaga naftenat, dan tembaga 8-kuinolinolat.

- Kayu yang diolah dengan kreosot sering digunakan untuk produk industri seperti bantalan rel kereta api, tiang pancang, tiang listrik, dan kayu berat dalam aplikasi eksterior. Kreosot sangat efektif dalam mencegah serangan penggerek laut saat digunakan untuk merawat tiang pancang dan kayu yang akan direndam dalam air asin atau payau. Kayu yang diolah dengan kreosot berwarna coklat tua hingga hitam, dan biasanya memiliki bau kapur barus yang kuat saat baru diolah. Karena residu berminyak yang terkadang ditemukan pada permukaan kayu yang diolah dengan kreosot, cat mungkin tidak menempel dengan baik. Selain itu, kreosot mengandung senyawa organik yang mudah menguap (VOC) dan, karenanya, tidak boleh digunakan untuk lokasi interior tanpa ventilasi yang memadai.
- Kayu yang diolah dengan penta terutama digunakan untuk tiang listrik, kayu berat, dan kayu laminasi lem. Untuk aplikasi ini, penta dilarutkan dalam pelarut hidrokarbon berat, yang meninggalkan permukaan kayu dengan minyak hingga pelarut menguap, saat itulah kayu dapat dicat—meskipun minyak dapat merembes melalui cat di kemudian hari. Ketika penta dilarutkan dalam pelarut hidrokarbon ringan dan digunakan untuk mengolah barang-barang pertukangan, cat dan primer berbasis minyak dapat menempel dengan baik setelah semua pelarut menguap dari kayu. Warna kayu yang diolah dengan penta bergantung pada warna pelarut hidrokarbon. Minyak yang lebih terang sedikit menggelapkan kayu, sedangkan minyak yang lebih gelap membuat kayu berwarna sangat gelap.
- Tembaga naftenat, yang sering dilarutkan dalam pelarut hidrokarbon berat, digunakan untuk perawatan tiang listrik dan rel kereta api. Kayu yang diolah dengan tembaga naftenat biasanya berwarna coklat kehijauan dan berbau berminyak. Beberapa cat berbasis minyak dapat menempel pada kayu yang diolah dengan tembaga naftenat setelah pelarut menguap, tetapi beberapa minyak kemudian dapat merembes melalui

lapisan akhir. Karena bukan pestisida dengan penggunaan terbatas, tembaga naftenat dapat dibeli di banyak toko cat atau toko perlengkapan bangunan dan diaplikasikan pada ujung yang dipotong dan lubang bor pada kayu yang diawetkan dengan tekanan.

- Tembaga 8-quinolinolate (juga disebut tembaga oxine) biasanya dilarutkan dalam pelarut hidrokarbon ringan dan paling sering digunakan untuk perawatan kayu yang bersentuhan dengan bahan makanan. Kayu yang diolah dengan tembaga-8 sering digunakan untuk peti dan wadah pertanian.

Bahan Pengawet Yang Berbahan Air

Bahan pengawet anorganik yang berbahan dasar air merupakan jenis bahan pengawet yang paling populer dan umum tersedia yang digunakan untuk merawat kayu. Bahan pengawet tersebut meliputi tembaga kuaterner alkali (ACQ), tembaga boron azole tipe A (CBA-A) dan tembaga azole tipe B (CA-B), tembaga arsenat kromat (CCA), tembaga seng arsenat amoniak (ACZA), dan boron anorganik (SBX). Semua bahan pengawet ini dilarutkan dalam air, jadi setelah kayu dibiarkan kering, permukaannya siap menerima cat dan pewarna. ACQ (tipe A, B, C, dan D) terdiri dari tembaga dan senyawa amonium kuaterner yang dilarutkan dalam larutan amonia dan/atau etanolamin dalam air.

Finishing Kayu Yang Diperlakukan Pengawet

Pengawet berbasis air direkomendasikan jika diperlukan produk kayu yang bersih, tidak berbau, dan dapat dicat. Kayu yang diolah dengan pengawet tersebut dapat digunakan di dalam ruangan jika serbuk gergaji dan puing konstruksi dibersihkan. Mengecat kayu yang diolah dengan pengawet berbasis minyak tidak direkomendasikan, karena sulit digunakan, memerlukan perawatan yang ekstensif, dan cat berbasis aluminium. Untuk aplikasi interior tertentu di bangunan komersial, industri, atau pertanian, kayu yang diolah dengan kreosot atau penta dapat digunakan jika permukaan yang terbuka ditutup dengan dua lapis cat uretan atau epoksi atau lak. Pedoman untuk tindakan pencegahan dalam kasus ini diuraikan dalam lembar informasi konsumen yang disetujui EPA untuk setiap perlakuan pengawet.

Pengencangan Kayu Yang Diperlakukan Dengan Pengawet

Kayu yang diperlakukan dengan sebagian besar pengawet berbasis air dapat bersifat korosif terhadap pengencang dan penyambung logam. Untuk konstruksi di atas tanah, baja galvanis celup panas dan pengencang baja tahan karat biasanya direkomendasikan. Gantungan balok dan jangkar rangka juga harus berupa baja galvanis celup panas atau baja tahan karat. Untuk konstruksi di bawah permukaan tanah, seperti sistem pondasi kayu yang diperlakukan, baja tahan karat tipe 304 dan 316, perunggu silikon Tipe H, tembaga ETP, dan pengencang monel diperlukan.

Perekat bekerja dengan baik pada kayu yang diperlakukan dengan pengawet berbasis air. Perekat struktural fenolresorsinol, resorsinol, dan melemina-formaldehida digunakan pada balok glulam yang terbuat dari anggota kayu yang diperlakukan. Di lokasi kerja, gunakan perekat yang direkomendasikan untuk digunakan dengan kayu yang diperlakukan.

Hal lain yang penting bagi para profesional desain:

- Jangan pernah mencampur baja galvanis dengan baja tahan karat dalam sambungan yang sama. Bila logam-logam yang berbeda ini bersentuhan secara fisik, aksi galvanik

akan meningkatkan laju korosi pada bagian yang digalvanis (seng akan berpindah dari bagian yang digalvanis ke bagian yang terbuat dari baja tahan karat dengan laju yang lebih cepat). Lihat Tabel 3.3 di Bab 3 Logam.

- Galvanisasi menyediakan lapisan pengorbanan untuk melindungi konektor atau pengikat baja. Ketebalan yang lebih besar (bobot pelapis) umumnya memberikan perlindungan yang lebih lama di lingkungan yang korosif.
- Pengencang elektrogalvanis yang paling umum tersedia tidak memiliki lapisan seng yang cukup untuk bahan kimia baru ini.
- Aluminium tidak boleh digunakan dalam kontak langsung dengan CCA, ACQ, tembaga azol, atau ACZA.

Tindakan Pencegahan Untuk Penggunaan Dan Penanganan

Formulasi kimia yang digunakan untuk perawatan pengawetan kayu terdaftar di EPA, yang telah menyetujui penggunaan tertentu untuk berbagai jenis kayu yang dirawat dengan tekanan untuk memastikan penanganan yang aman dan menghindari bahaya lingkungan atau kesehatan lainnya. Berikut ini adalah beberapa panduan untuk penggunaan dan penanganan:

- Buang kayu yang diawetkan melalui pengumpulan sampah biasa atau penguburan. Jangan pernah membakar kayu yang dirawat di api terbuka atau di kompor, perapian, atau boiler rumah tangga.
- Hindari menghirup serbuk gergaji dari kayu yang dirawat secara sering. Jika memungkinkan, lakukan penggergajian dan pemesinan kayu yang dirawat di luar ruangan.
- Hindari kontak kulit yang sering atau berkepanjangan dengan kayu yang dirawat dengan penta atau kreosot.
- Setelah menangani produk kayu yang dirawat, cuci kulit secara menyeluruh sebelum makan atau minum.

Spesifikasi Kayu Yang Diolah

Sebagian besar peraturan bangunan mengharuskan penggunaan kayu yang diawetkan dalam aplikasi tertentu. AWWA telah menetapkan sistem kategori penggunaan dan telah menerbitkan standar ini dalam sebuah dokumen berjudul U1–Sistem Kategori Penggunaan: Spesifikasi Pengguna untuk Kayu yang Diolah.

Pemrosesan dan pengolahan kayu diatur oleh sejumlah organisasi, dan tidak semua badan regulasi mengakui atau mengizinkan penggunaan bahan pengawet, proses, atau spesies kayu tertentu yang tercantum dalam standar. Berikut ini adalah ringkasan kategori AWWA–U1:

- Kategori Penggunaan UC1: Kayu yang digunakan dalam konstruksi interior, tidak bersentuhan dengan tanah atau fondasi, dan terlindungi dari air.
- Kategori Penggunaan UC2: Kayu yang digunakan dalam konstruksi interior yang tidak bersentuhan dengan tanah, tetapi mungkin terkena kelembapan sesekali.
- Kategori Penggunaan UC3: Kayu yang digunakan dalam konstruksi eksterior, tidak bersentuhan dengan tanah. UC3 dapat dibagi menjadi dua subkategori: UC3A, adalah kayu yang dilapisi dan digunakan dengan cara yang memungkinkan air cepat mengalir dari permukaan, biasanya digunakan dalam aplikasi vertikal.; UC3B adalah kayu yang

tidak dilapisi (kecuali untuk tujuan estetika) dan dapat digunakan baik untuk aplikasi vertikal maupun horizontal.

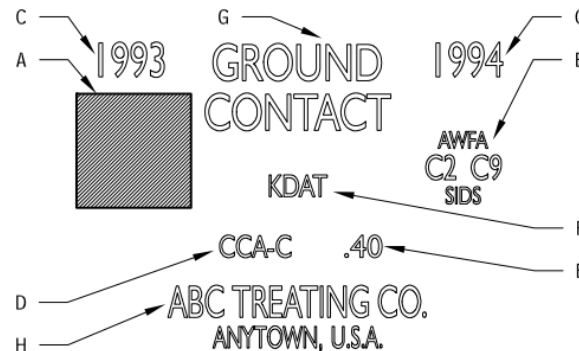
- Kategori Penggunaan UC4: Kayu yang digunakan dalam konstruksi eksterior dan bersentuhan dengan tanah atau kondisi lain yang mendukung potensi kerusakan. UC4 dapat dibagi menjadi tiga subkategori: UC4A adalah kayu yang digunakan dalam kontak dengan tanah atau air tawar; UC4B adalah kayu yang digunakan dalam kontak dengan tanah di lingkungan yang parah atau sebagai komponen struktural yang sangat penting; dan UC4C adalah kayu yang digunakan untuk bersentuhan dengan tanah di lingkungan atau iklim yang sangat keras dengan potensi kerusakan yang sangat tinggi.
- Kategori Penggunaan UC5: Kayu yang terpapar air asin dan air payau. UC5 dibagi menjadi tiga subkategori, yang bergantung pada jenis penggerek laut yang ada di berbagai area di Amerika Utara: UC5A untuk kayu yang terpapar perairan di utara New Jersey atau utara San Francisco, UC5B untuk kayu yang terpapar perairan di selatan San Francisco atau dari New Jersey selatan hingga Georgia, dan UC5C untuk perairan di selatan Georgia, Gulf Coast, Puerto Rico, dan Hawaii. Sebelum menentukan subkategori UC5, penting untuk menentukan penggerek laut mana yang ada di area tersebut sebelum merujuk ke Standar AWWA U1.

Setelah kategori penggunaan untuk setiap komponen telah ditentukan, penentu spesifikasi harus merujuk pada tabel yang terdapat dalam spesifikasi komoditas untuk jenis komponen, guna menentukan spesies dan kombinasi pengawet dan retensi yang tepat untuk komponen tersebut. Tabel 4.13 memberikan contoh aplikasi dari Standar AWWA U1.

Tabel 4.13 Contoh Aplikasi Dan Nilai Retensi Pengawasan Dari Standar Awwa U1

Aplikasi	Kategori Penggunaan	Spesifikasi Komoditas	Jenis Kayu	Bahan Pengawet	Kadar Penyerapan (PCF)
Lantai Luar Rumah	UC3B	A	Pinus Selatan	ACQ	0.25
			Kayu Kayu cemara Douglas	CBA-A	0.21
Papan Penutup Ujung Atap	UC3A	A	Pinus Ponderosa	ACQ	0.25
			Pinus Selatan	CA-B	0.10
Balok Glulam (Dalam Ruangan)	UC2	F	Pinus Selatan	ACQ	
Balok Glulam (Luar Ruangan)	UC4A	F	Kayu Kayu cemara Douglas	Penta	0.30
Cetakan Kayu	UC1	A	Campuran Cemara – Pinus – Fir	SBX	
Pondasi Kayu Permanen	UC4B	A	Pinus Selatan	CCA	0.60
			Kayu Kayu cemara Douglas	ACZA	
Tiang Pancang	UC4C	E	Pinus Selatan	Creosote	12.0
Tiang Pancang Laut	UC5B	G	Kayu Kayu cemara Douglas	ACZA	2.5 outer
					1.5 inner
Lantai Dasar Kayu Lapis	UC2	F	Pinus Selatan	CCA	0.25
			Pinus Selatan	SBX	0.17
Tiang Bangunan Dan Utilitas	UC4B	D	Kayu Cedar Merah Barat	Penta	1.0
			Pinus Selatan	CCA	0.60

Tiang Pagar Bulat	UC4A	B	Pinus Jack	CCA	0.40
Papan Dinding Pagar	UC2	A	Pinus Selatan	SBX	0.17
			Kayu Kayu cemara Douglas	ACQ	0.25



Gambar 4.14 tanda mutu umum untuk kayu yang diolah

A: Merek dagang lembaga inspeksi yang disertifikasi oleh American Lumber Standar Committee (ALSC). Hubungi Pinus Selatan Council (SPC) atau ALSC untuk mendapatkan daftar lembaga inspeksi yang disertifikasi.

B: Standar American Wood Preservers' Association (AWPA) yang berlaku

C: Tahun perawatan

D: Bahan pengawet yang digunakan untuk perawatan

E: Tingkat retensi

F: Kering atau KDAT (dikeringkan di tungku setelah perawatan), jika berlaku

G: Kondisi paparan yang tepat

H: Perusahaan dan lokasi perawatan

4.4 PERAWATAN KAYU TAHAN API

Bahan konstruksi bangunan diuji berdasarkan empat kriteria yang terkait dengan kinerja selama kebakaran: ketahanan api, penyebaran api, bahan bakar yang disumbangkan, dan asap yang dihasilkan.

- Ketahanan api adalah kemampuan material untuk menahan pembakaran sambil mempertahankan integritas strukturalnya.
- Penyebaran api mengukur laju api yang merambat di sepanjang permukaan material.
- Bahan bakar yang disumbangkan adalah ukuran seberapa banyak bahan yang mudah terbakar yang dihasilkan material untuk kebakaran.
- Asap yang dihasilkan merupakan ukuran karakteristik pembakaran permukaan suatu material.

Cara api menyebar melalui struktur kayu bergantung pada ukuran dan susunan anggota kayu serta detail yang membatasi atau mendorong pergerakan udara di sekitarnya. Penampang melintang yang lebih besar membutuhkan waktu lebih lama untuk terbakar. Saat kayu terbakar, ia mengembangkan lapisan luar arang, yang melindungi kayu di bawahnya dan memperlambat pembakaran. Lapisan "arang" ini menyebar melalui kayu yang terbakar dengan kecepatan rata-rata 1-1/2 inci per jam. Berbagai strategi desain dapat digunakan untuk menahan kerusakan akibat kebakaran pada struktur kayu dan penyebarannya ke area yang

berdekatan, tetapi yang terpenting adalah melindungi anggota kayu dengan penutup, pelapis, atau perawatan.

Perawatan tahan api (FRT) kayu modern terdiri dari perawatan bertekanan dengan larutan air dari berbagai bahan kimia organik dan anorganik, diikuti dengan pengeringan kiln untuk mengurangi kadar air hingga 19 persen atau kurang untuk kayu dengan ketebalan di bawah 2 inci, dan 15 persen atau kurang untuk kayu lapis. Semua FRT berpemilik harus sesuai dengan klasifikasi *Underwriters Laboratory* (UL). Kayu FRT umumnya digunakan dalam selubung kayu lapis, rangka atap, kasau, balok lantai, tiang, panggung, serta sirap dan goyang. Kombinasi kimia tahan api meliputi seng klorida, amonium sulfat, boraks atau asam borat, dan natrium dikromat dalam jumlah yang lebih sedikit. Amonium fosfat tidak lagi digunakan karena dapat menyebabkan disintegrasi kayu dengan cepat.

Penghambat api bekerja ketika bahan kimia bereaksi dengan tar dan gas yang biasanya dihasilkan dari pembakaran kayu. Arang karbon yang dihasilkan bertindak sebagai isolasi termal (lebih besar daripada pada kayu yang tidak diolah), memperlambat laju pembakaran. Gas yang dilepaskan dari kayu FRT diencerkan dengan karbon dioksida dan uap air, mengurangi kemungkinan terjadinya flashover, di mana gas kayu dinyalakan oleh suhu tinggi dan kemudian meledak.

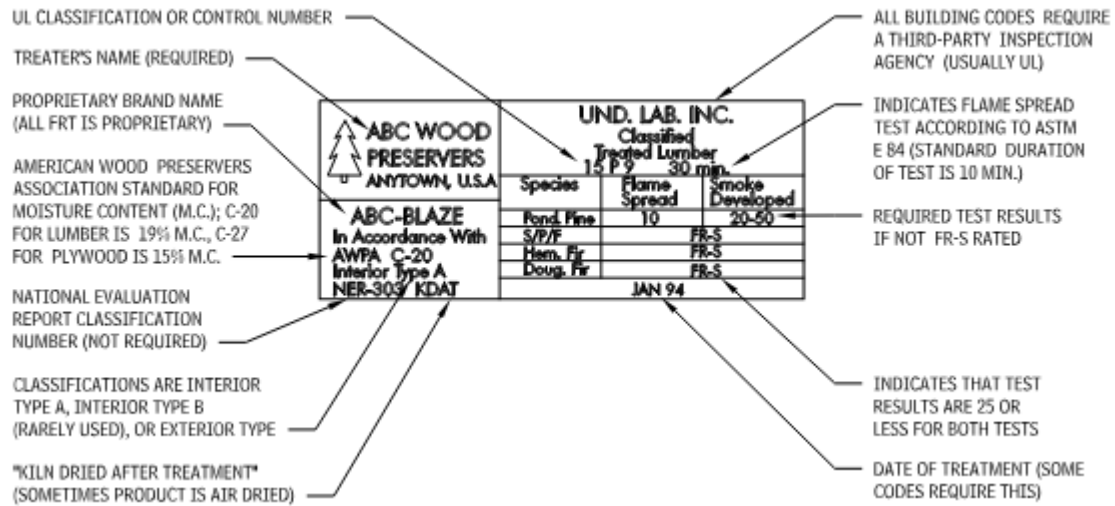
Standar Dan Klasifikasi RT

Penghambat api interior memenuhi peringkat Kelas I, yang diwajibkan oleh kode untuk pintu keluar vertikal dan area khusus. Peringkat Kelas II diwajibkan untuk pintu keluar horizontal, tetapi peringkat ini jarang dicapai dengan kayu yang tidak diolah. Kayu FRT dan tripleks dikenal sebagai pengganti bahan yang tidak mudah terbakar untuk tujuan asuransi. Banyak kode yang memperbolehkan produk kayu FRT untuk berbagai aplikasi. Baik indeks penyebaran api maupun indeks asap yang dihasilkan memberikan skala numerik untuk klasifikasi api suatu bahan. Indeks penyebaran api merupakan uji utama untuk kinerja api, menurut ASTM E 84. Dalam Kode Bangunan Internasional, peringkat penyebaran api diklasifikasikan sebagai 0-25 (Kelas I atau A), 26-75 (Kelas II atau B), dan 76-200 (Kelas III atau C).

Indeks asap yang dihasilkan sebesar 450 atau kurang diperbolehkan untuk kayu FRT yang digunakan untuk pelapis dinding dan langit-langit interior. Daftar UL FR-S hanya berlaku untuk produk yang diolah dengan klasifikasi api dan asap UL-723 (ASTM E 84) yang tidak melebihi 25 dalam uji 30 menit. Klasifikasi ini berlaku untuk spesies yang diuji dan tidak berkaitan dengan struktur tempat material dipasang. Penghambat api tersedia dalam jenis interior dan eksterior. Penghambat api interior digunakan pada rangka dan tiang kayu; penghambat eksterior melindungi kayu eksterior, dinding luar, sirap dan atap sirap, dan papan perancah. Jenis yang terakhir menawarkan perlindungan kebakaran yang tahan lama, tidak mudah larut, dan jangka panjang di luar ruangan atau kondisi lembap (kelembapan relatif 95 persen atau lebih). Sirap dan sirap FRT Kelas C atau Kelas B dapat dianggap sebagai material yang tidak mudah terbakar. Untuk kayu yang terpapar cuaca, tentukan penghambat tipe eksterior yang mempertahankan sifat pelindungnya di bawah uji hujan standar.

Kayu Tipe A Interior cocok untuk aplikasi interior dan terlindungi cuaca dengan

kelembapan relatif kurang dari 95 persen. Dalam kasus yang jarang terjadi, ketika kelembapan relatif kurang dari 75 persen, Tipe B dapat ditentukan. Tipe Interior A digunakan ketika kayu dengan higroskopisitas rendah (kecepatan bahan kimia menarik kelembapan dari udara) diperlukan.



Gambar 4.15 tanda identifikasi kayu yang diolah dengan tahan api umum

Pekerjaan Kayu Interior FRT

Seringkali, alih-alih menggunakan kayu solid yang diawetkan, lebih disukai untuk membuat komponen dari inti kayu yang sudah diawetkan (*treated cores*) yang dilapisi dengan veneer (*veneer*) tak diawetkan setebal 1/28 inci atau kurang. Sebagian besar kode bangunan mengabaikan ketebalan *finishing* yang tipis ini dalam menentukan indeks penyebaran api kayu, sehingga memungkinkan penggunaan kayu tak diawetkan pada sekitar 10 persen dari total area permukaan dinding dan plafon.

Beberapa ukuran dan spesies kayu yang saat ini diawetkan (dengan indeks penyebaran api kurang dari 25) meliputi kayu ek merah (*red oak*) dan *Kayu Cedar Merah Barat* hingga ukuran 4/4, serta *yellow poplar* hingga ukuran 8/4. Penting untuk diketahui bahwa warna dan *finishing* kayu akan terpengaruh oleh perlakuan tahan api ini.

Finishing

Kayu olahan dan *plywood* yang sudah melalui perlakuan tahan api (*Fire-Retardant Treatment* - FRT) dapat diampelas ringan untuk tujuan membersihkan kosmetik setelah diawetkan. Pengecatan dan *staining* memang memungkinkan, tetapi tidak selalu berhasil, terutama untuk *finishing* transparan. Selalu uji *finishing* untuk kompatibilitas sebelum pengaplikasian.

Kayu olahan FRT boleh dipotong di bagian ujungnya (*end-cut*), tetapi pemotongan memanjang (*ripping*) dan penghalusan permukaan (*extensive surfacing*) secara signifikan biasanya akan membatalkan sertifikasi dari agen pengawetan. Sejauh mungkin, material sebaiknya dipotong dulu sebelum diawetkan. Jika tidak, Anda harus berkonsultasi dengan ahli pengawet kayu. *Plywood* yang diawetkan dapat dipotong ke segala arah tanpa kehilangan

perlindungan apinya.

Lapisan *intumescent* kadang digunakan untuk mengurangi tingkat mudah terbakar permukaan kayu, baik dalam *finishing* buram (*opaque*) maupun transparan. Di bawah panas tinggi, lapisan ini akan mengembang atau berbusa, menciptakan efek insulasi yang mengurangi penyebaran api. Namun, periksa kode lokal sebelum menentukan lapisan ini karena cenderung kurang tahan lama, lebih lunak, dan lebih higroskopis daripada *finishing* standar.

Fakta-Fakta Penting Tentang Kayu FRT (Tahan Api)

Berikut adalah beberapa poin penting terkait kayu yang telah melalui perlakuan tahan api (FRT):

- Standar Acuan: Kayu FRT harus memenuhi berbagai standar penting, seperti ASTM E 84, ASTM D 2898, ASTM D 3201, ASTM E 108, AWWA C 20, AWWA C 27, dan ULI Building Materials Directory (edisi terbaru). Untuk informasi lebih lanjut, Anda bisa menghubungi organisasi-organisasi seperti *American Wood Preservers' Association (AWPA)*, *American Wood Preservers' Institute*, *USDA Forest Service*, *Southern Forest Products Association*, *Western Wood Preservers Institute*, dan *American Forest and Paper Association*.
- Perubahan Sifat Kayu: Kayu FRT mengalami peningkatan berat dan penurunan kekuatan. Oleh karena itu, sangat penting untuk berkonsultasi dengan insinyur struktur dan pihak pengawet kayu untuk mendapatkan nilai desain aktual yang akurat untuk aplikasi struktural.
- Persyaratan Pengencang: Pengencang untuk kayu FRT harus menggunakan bahan yang tahan terhadap bahan kimia pengawet. Material yang disyaratkan antara lain baja galvanis lapis seng celup panas (*hot-dipped, zinc-coated galvanized steel*), baja nirkarat (*stainless steel*), perunggu silikon (*silicon bronze*), atau tembaga. Material lain dapat mengalami kerusakan jika bersentuhan dengan bahan kimia FRT.

Tabel 4.16 indeks penyebaran nyala api

Material ^a		Sebaran Api menurut ASTM E84	Sumber
Kayu olahan	Kayu birch kuning	105-110	UI
	Kayu cedar merah barat	70	HPMA
	Kayu Kayu cemara Douglas	70-100	UL
	Kayu maple (lantai)	104	CWC
	Kayu oak merah atau putih	100	UL
	Kayu pinus ponderosa	105-230 ^c	UL
	Kayu pinus kuning selatan	130-195	UL
	Kayu poplar	170-185	UL
	Kayu merah	65	CRA
	Kayu cemara utara	65	UL
Kayu lapis lunak (lem tahan cuaca/luar ruang)	Kayu Kayu cemara Douglas, tebal 1/4 inci	118	Cwc
	Kayu Kayu cemara Douglas, tebal 5/8 inci	95	APA

	Kayu pinus selatan, tebal 1/4 inci"	95-110	APA
Kayu lapis keras	Kayu meranti, tebal 1/4 inci	150	Hpma
Papan partikel	Tebal 1/2 inci, berat 47 pon per kaki kubik	156	Nbs
	Tebal 5/8 inci, berat 44 pon per kaki kubik	153	NBS
Papan serpih	Kayu oak merah, tebal 1/2 inci, berat 42–47 pon/ft ³	71-189	Fpl
Kayu belahan atap	Kayu cedar merah barat, tebal 1/2"	69	Hpma
Genting kayu	Kayu cedar merah barat, tebal 1/2"	49	Hpma

Tabel 4.17 indeks penyebaran nyala produk yang sudah selesai di pabrik

Material ^a			Sebaran Api menurut ASTM E84
Papan Partikel	1/32"	Finishing pabrik bermotif cetak	118-178
	1/2"	Lapisan Kertas	175
	5/8"	Lapisan Vinyl	100
Papan Serat Kepadatan Sedang	3/16"	Finishing dari pabrik	167
Papan Serat Keras	1/8"	Factory finish printed	158-194
		Lapisan Kertas	155-166
Papan Serpih	Kayu Cedar Aromatik, tebal 3/16 inci		156
Kayu Lapis, Kayu Keras	Kayu Aspen, tebal 1/4 inci	Finishing dari pabrik	196
	Kayu Birch, tebal 5/32 inci	Finishing dari pabrik	160-195
	Kayu Cherry, tebal 1/4 inci	Finishing dari pabrik	160
	Kayu Hickory, tebal 1/4 inci	Finishing dari pabrik	140
	Kayu Meranti (Lauan), tebal 1/4 inci	Finishing pabrik bermotif cetak	99-141
	Kayu Maple, tebal 1/4 inci	Finishing dari pabrik	155
	Kayu Oak, tebal 1/4 inci	Finishing dari pabrik	125-185
	Kayu Pinus, tebal 1/4 inci	Finishing dari pabrik	120-140
	Kayu Walnut, tebal 1/4 inci	Finishing dari pabrik	138-160

4.5 PEREKAT KAYU

Perekat telah digunakan untuk merekatkan kayu selama berabad-abad, tetapi hingga tahun 1930-an, perekat tersebut hanya terbatas pada beberapa zat yang berasal dari alam— yang terbuat dari protein hewani atau nabati, getah, atau resin. Baru pada Perang Dunia II, upaya penelitian material yang ditingkatkan memacu pengembangan perekat sintesis untuk merekatkan logam, beton, kaca, karet, plastik, dan kayu. Banyak dari perekat sintesis ini digunakan untuk memproduksi produk seperti kayu lapis, papan untai berorientasi (OSB), dan kayu laminasi. Perekat ini juga dapat digunakan selama konstruksi untuk menempelkan sublantai kayu lapis ke balok lantai, menempelkan ubin keramik ke lantai atau dinding, menempelkan papan gipsum, dan produk konstruksi lainnya. Selain penggunaan strukturalnya, perekat juga dapat digunakan untuk menghilangkan derit di lantai dan untuk beberapa pengikatan mekanis.

Perekat terdiri dari komponen dasar, medium dispersi, dan berbagai aditif yang memberikan sifat spesifik. Basis elastomeric perekat jenis konstruksi menyumbang 30 hingga 50 persen dari beratnya. Tergantung pada aplikasi yang dimaksud, basis ini terbuat dari karet alam (*isoprene*) atau karet sintetis seperti *neoprene*, *butyl*, *polyurethane*, *polysulfide*, *nitrile*, *styrene-butadiene*, atau *butadiene acrylonitrile*. Aditif meliputi *tackifiers*, pengubah aliran dan ekstrusi, zat pengering, antioksidan, dan pengisi. Bersama-sama, basis dan aditif didispersikan (atau dilarutkan) dalam cairan, biasanya pelarut organik atau air.

Saat ini, sebagian besar perekat menggunakan pelarut organik, tetapi perekat berbasis air semakin populer karena tidak mengeluarkan uap berbahaya, mudah dibersihkan, dan dapat dibuang sebagai sampah biasa. Profesional desain harus mempertimbangkan persyaratan untuk pembuangan wadah yang mengandung pelarut organik. Banyak yurisdiksi memberlakukan undang-undang udara bersih yang, antara lain, menargetkan pelarut organik sebagai polutan udara. Pelarut organik juga dapat berdampak buruk pada pekerja yang mengaplikasikannya, serta penghuni bangunan di masa depan. Namun, salah satu kelemahan sebagian besar perekat berbasis air adalah bahwa mereka cenderung hanya tahan air, sedangkan perekat berbasis pelarut kecap air.

Perekat Konstruksi

Perekat konstruksi didefinisikan sebagai mastik ekstrusi berbasis elastomer, yang berarti bahwa komponen perekat utama bersifat elastis dan akan terus mempertahankan sebagian fleksibilitasnya tanpa batas. Mastik adalah jenis perekat dengan viskositas tinggi, atau ketahanan terhadap aliran. Perekat konstruksi adalah zat yang mampu menyatukan bahan melalui perlekatan permukaan.

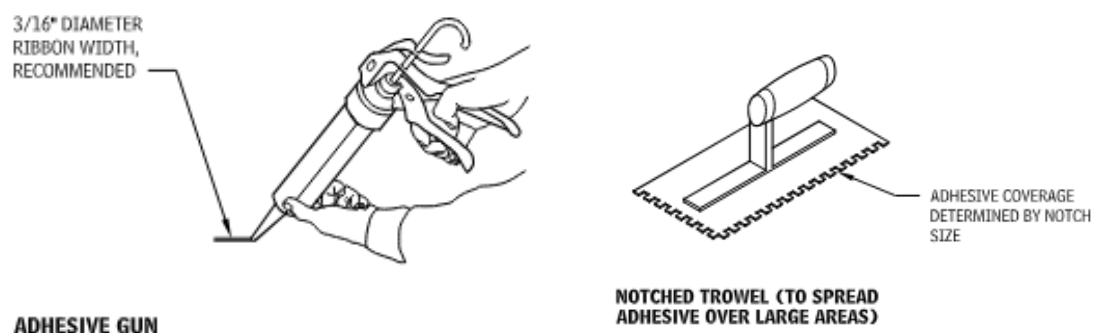
Perekat yang digunakan untuk bangunan telah diformulasikan untuk menoleransi banyak kondisi yang sering kali merugikan yang ada di sebagian besar lokasi kerja, seperti suhu ekstrem dan fluktuasi suhu. Perekat ini sangat baik untuk mengisi celah, sehingga berfungsi pada permukaan yang halus maupun kasar. Tingkat adhesi bergantung pada kondisi permukaan material; es, kotoran, minyak, atau kontaminan lain akan memberikan efek negatif.

Banyak karakteristik perekat modern dijelaskan dalam Tabel 4.18. Perhatikan bahwa sebagian besar perekat melekat pada kayu, tetapi kinerjanya bergantung pada pertimbangan cermat terhadap kompatibilitas fisik dan kimia lem dan kayu, persyaratan pemrosesan, sifat mekanis, dan daya tahan dalam kondisi desain.

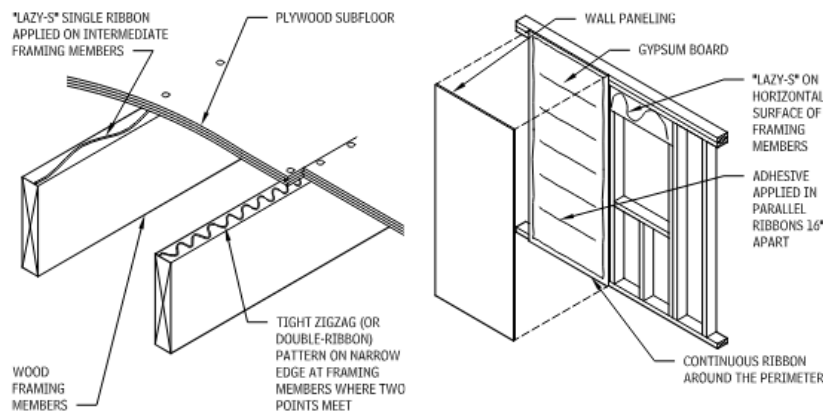
Tabel 4.18 ringkasan perekat

Kelas	Bentuk	Sifat-Sifat	Penggunaan Umum
Resin Urea	Bubuk kering atau cairan; dapat dicampur dengan melamin atau resin lainnya	Kekuatan tinggi dalam kondisi basah dan kering; cukup tahan dalam kondisi lembap; ketahanan sedang hingga rendah terhadap suhu di atas 49°C; berwarna putih atau cokelat muda	Kayu lapis keras untuk interior dan furnitur; papan partikel interior; pintu datar (flush door); inti furnitur
Resin Fenol	Bubuk kering atau cairan	Kekuatan tinggi dalam kondisi basah dan kering; sangat tahan terhadap kelembapan dan kondisi basah; berwarna merah tua	Perekat utama untuk kayu lapis lunak eksterior dan papan serpih
Resin Resorsinol dan Resin Fenol-	Cairan; pengeras disediakan secara terpisah	Kekuatan tinggi dalam kondisi basah dan kering; sangat tahan terhadap	Perekat utama untuk balok laminasi dan sambungan rakitan,

Resorsinol		kelembapan dan kondisi basah; berwarna merah tua	mampu menahan kondisi layanan berat
Emulsi Resin Polivinil Asetat	Cairan; siap digunakan	Umumnya memiliki kekuatan tinggi dalam kondisi kering; ketahanan rendah terhadap kelembapan dan kondisi basah; cenderung mengalami deformasi jika diberi tekanan terus-menerus; berwarna putih atau kuning	Perakitan furnitur, pintu datar, pengeleman laminasi plastik, pengerjaan kayu arsitektural
Emulsi PVA yang Dapat Membentuk Ikatan Silang	Mirip dengan emulsi resin polivinil asetat, namun mengandung resin yang dapat membentuk ikatan silang	Ketahanan lebih baik terhadap kelembapan dan suhu tinggi; kinerja jangka panjang lebih baik di lingkungan lembap atau basah; warna bervariasi	Pintu interior dan eksterior, lis kayu, dan pekerjaan kayu arsitektural
Perekat Kontak	Biasanya berbasis elastomer dalam pelarut organik atau emulsi air	Kekuatan sambungan awal berkembang segera setelah dibuka, meningkat perlahan selama beberapa minggu; kekuatannya umumnya lebih rendah dibanding lem kayu konvensional; ketahanan terhadap air dan rayapan bervariasi; warna bervariasi	Untuk ikatan non-struktural; laminasi dekoratif tekanan tinggi ke substrat; cocok untuk logam ringan dan beberapa plastik
Mastik (Perekat Elastomer untuk Konstruksi)	Konsistensi seperti dempul; berbasis elastomer sintetis atau alami, biasanya dalam pelarut organik	Mengisi celah; kekuatan berkembang perlahan selama beberapa minggu; tahan air dan tahan terhadap kondisi ekstrem; warna bervariasi	Kayu dan kayu lapis ke balok dan rangka; papan gipsium; busa stirena dan uretana
Resin Sintetis Termoplastik (Hot Melt / leleh panas)	Bentuk padat seperti potongan, butiran, pita, batang, atau lembaran; bebas pelarut	Ikatan cepat; dapat mengisi celah; kekuatan lebih rendah dibanding lem kayu konvensional; penetrasi minimal; tahan terhadap kelembapan; warna putih hingga cokelat muda	Pelapis pinggir panel; pelapis film dan kertas
Resin Epoksi (kuat, tahan kimia & air, untuk struktur berat)	Senyawa kimia, biasanya dua komponen cair; sangat reaktif; tanpa pelarut	Daya rekat baik terhadap logam, kaca, plastik tertentu, dan produk kayu; ketahanan jangka panjang pada sambungan kayu belum terbukti; dapat mengisi celah	Digunakan bersama resin lain untuk menempelkan logam, plastik, dan bahan selain kayu; pembuatan panel logam-ke-kayu
Lem Protein (dari kasein & kulit hewan) (lem tradisional)	Bubuk kering atau cairan yang direkonstitusi (dicampur ulang)	Melekat sangat baik pada kayu; tahan kelembapan	Aplikasi interior; laminasi balok



Gambar 4.19 aplikator perekat



Gambar 4.20 pola manik perekat yang direkomendasikan

Paku

Paku terbuat dari berbagai jenis logam untuk berbagai kegunaan. Saat memilih paku, ikuti rekomendasi dari produsen bahan yang akan diikat, serta kode bangunan yang berlaku. Panduan umum meliputi:

- Pilih paku untuk menghindari aksi galvanik antara paku dan bahan yang dipaku.
- Pilih ukuran kepala paku sesuai dengan kekuatan dan luas bahan yang akan ditahan.
- Pada rangka kayu gunakan ukuran dan jumlah paku yang benar untuk menahan tekanan. Prosedur untuk menghitung sambungan yang dipaku dapat ditemukan dalam Spesifikasi Desain Nasional untuk Konstruksi Kayu.
- Dasarkan pemilihan paku pada jenis kayu atau bahan lain yang akan dirakit, disambung, atau dihubungkan.
- Ketahuilah bahwa paku dengan tangkai bergerigi atau berulir heliks memiliki daya tahan yang lebih tinggi, tetapi paku tersebut sulit dilepaskan tanpa merusak bahan di sekitarnya.
- Jika paku terkena kelembapan atau cuaca—misalnya, pada reng plester eksterior—gunakan paku yang dilapisi seng atau nonferrous (aluminium).
- Pilih paku untuk peralatan paku otomatis yang khusus digunakan untuk peralatan tersebut. Lihat “Persyaratan Keselamatan untuk Sistem Pengikat yang Digerakkan oleh Tenaga” ANSI, dan peraturan OSHA.

Tabel 4.21 ukuran kuku umum

Panjang (in)	Ukuran Penny (D)	Kawat Ukur	Diameter Kepala Paku (IN.)	Jumlah Paku per Pon
1	2	15	11/64	847
1-1/4	3	14	13/64	543
1-1/2	4	12-1/2	1/4	296
1-3/4	5	12-1/2	1/4	254
2	6	11-1/2	17/64	167
2-1/4	7	11-1/2	17/64	150
2-1/2	8	10-1/4	9/32	101
2-3/4	9	10-1/4	9/32	92.1
3	10	9	5/16	66
3-1/4	12	9	5/16	66.1

3-1/2	16	8	11/32	47.4
4	20	6	13/32	29.7
4-1/2	30	5	7/16	22.7
5	40	4	15/32	17.3
5-1/2	50	3	1/2	13.5
6	60	2	17/32	10.7

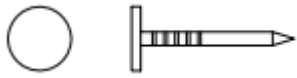





Tabel 4.22 paku untuk perkayuan kasar

Nama	Bentuk	Bahan	Lapisan Akhir
Paku Biasa		Baja atau aluminium	Halus
Paku Ulir Cincin		Baja, baja keras, tembaga, kuningan, perunggu, perunggu silikon, nikel perak, aluminium, monel	Mengkilap, diperkeras
Paku Ulir Spiral		Baja, baja keras, tembaga, kuningan, perunggu, perunggu silikon, nikel perak, aluminium, monel, atau baja tahan karat	Mengkilap, diperkeras
Paku Potong Biasa		Baja atau besi	Mengkilap atau dilapisi seng
Paku Berkepala Ganda		Baja	Mengkilap atau dilapisi seng
		Aluminium	Mengkilap
Paku Batang Persegi		Baja	Halus, mengkilap, dan dilapisi seng
Paku dari Kawat Bulat		Baja	Halus, mengkilap, dan dilapisi seng
Paku Ulir Cincin		Aluminium	Mengkilap atau keras

Tabel 4.23 paku atap

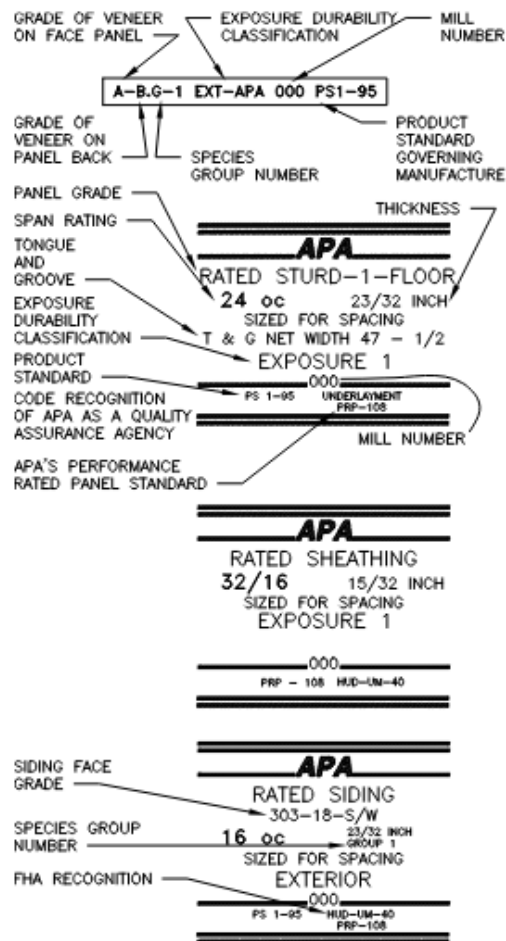
Nama	Bentuk	Bahan	Lapisan Akhir
Paku untuk Dinding Sisi dan Sirap Atap		Baja, tembaga, atau aluminium	Halus, mengkilap, dilapisi seng atau semen
Paku Atap (Bergigi)		Baja atau aluminium	Halus, mengkilap, dilapisi seng atau semen
Paku Atap		Baja	Mengkilap atau dilapisi seng
Paku Anti Bocor		Baja	Mengkilap atau dilapisi seng
Paku Sirap (Kayu Atap Tipis)		Baja atau besi potong	Tanpa pelapis (polos) atau dilapisi seng
Paku Sirap Batu (Potong, Non-Ferrous)		Tembaga, logam muntz, atau seng	
Paku Talang Bulat (Paku Panjang untuk Talang)		Baja	Mengkilap atau dilapisi seng
Paku Talang Ulir Cincin (Annular)		tembaga	Mengkilap

Tabel 4.24 paku untuk pekerjaan akhir

Nama	Bentuk	Bahan	Lapisan Akhir
Paku Dinding Gypsum		Baja atau aluminium	Halus, mengkilap, dibiru (blued), atau dilapisi semen
Paku Halus / Paku Kecil		Baja	Mengkilap
Paku Bilah Anyaman		Baja	Dibiru (blued) atau dilapisi semen
Paku Bilah Anyaman		Baja atau aluminium	Halus, mengkilap, dibiru (blued), atau dilapisi semen
Paku Lis		Baja atau aluminium	Dibiru (blued) atau dilapisi semen
Paku Akhir		Baja	Halus

4.6 PELAPIS KAYU

Data Desain Kayu Lapis



Gambar 4.25 merek dagang APA

Penetapan Kelas

Kelas panel struktural umumnya diidentifikasi berdasarkan kelas venir yang digunakan pada bagian muka dan belakang panel (misalnya, A-B, B-C, dll.) atau diberi peringkat berdasarkan nama yang menunjukkan penggunaan akhir panel yang dimaksudkan (misalnya, Selubung Berperingkat APA, Lantai Kokoh Berperingkat APA, dll.).

Kelas Kelas Venir

Kelas venir menentukan tampilan venir berdasarkan karakteristik pertumbuhan alami yang tidak diperbaiki serta jumlah dan ukuran perbaikan yang diizinkan selama proses pembuatan. Kelas venir kualitas tertinggi adalah N dan A. Kelas venir minimum yang diizinkan pada kayu lapis eksterior adalah kelas C. Venir kelas D hanya digunakan untuk bagian belakang dan lapisan dalam panel yang ditujukan untuk penggunaan interior atau aplikasi yang terlindungi dari paparan kelembapan permanen atau parah.

- N: Venir dengan permukaan halus "finishing alami". Pilih semua kayu teras atau semua kayu gubal. Bebas dari cacat terbuka. Tidak memperbolehkan lebih dari enam kali perbaikan, hanya kayu, per panel berukuran 4 X 8, yang dibuat sejajar dengan serat kayu dan disesuaikan dengan serat kayu dan warnanya.
- A: Halus, dapat dicat. Tidak lebih dari 18 perbaikan yang dibuat dengan rapi;
- jenis perahu, kereta luncur, atau router; sejajar dengan serat. Dapat digunakan untuk hasil akhir alami dalam aplikasi yang tidak terlalu menuntut. Perbaikan sintetis diizinkan.
- B: Permukaan padat. Ganjalan, sumbat perbaikan melingkar, dan simpul rapat hingga 1 inci di sepanjang serat kayu diizinkan. Beberapa retakan kecil dan perbaikan sintetis diizinkan.
- C: Disumbat, diperbaiki. Venir kelas C dengan retakan terbatas hingga lebar 1/8 inci; lubang simpul dan lubang bor terbatas hingga 1/4 X 1/2 inci. Ada beberapa serat kayu yang rusak. Perbaikan sintetis diizinkan.
- C: Simpul rapat hingga 1-1/2 inci. Lubang simpul hingga 1 inci di sepanjang serat kayu dan beberapa hingga 1-1/2 inci, jika lebar total simpul dan lubang simpul berada dalam batas yang ditentukan. Perbaikan sintetis atau kayu. Perubahan warna dan cacat pengamplasan yang tidak merusak kekuatan diizinkan. Perpecahan terbatas diperbolehkan. Jahitan diperbolehkan.
- D: Simpul dan lubang simpul dengan lebar 2-1/2 in. melintasi serat dan 1/2 in. lebih besar dalam batasan yang ditentukan. Perpecahan terbatas diperbolehkan. Jahitan diperbolehkan. Terbatas pada panel interior dan eksposur 1.

Peringkat Bentuk

Papan Penutup Berperingkat APA (APA Rated Sheathing), Lantai Dasar Berperingkat APA (APA Rated Sturd-I-Floor), dan Pelapis Dinding Berperingkat APA (APA Rated Siding) memiliki angka pada tanda merek dagang mereka yang disebut peringkat bentang. Angka-angka ini menunjukkan jarak maksimum yang direkomendasikan dari pusat ke pusat, dalam inci, antara penopang untuk panel dalam aplikasi konstruksi. Kecuali untuk panel Pelapis Dinding Berperingkat APA, peringkat bentang dalam tanda merek dagang berlaku ketika dimensi panjang panel melintang menopang, kecuali jika sumbu kekuatan diidentifikasi secara

berbeda. Peringkat bentang pada tanda merek dagang panel pelapis dinding berperingkat berlaku saat dipasang secara vertikal.

Peringkat bentang pada tanda merek dagang Papan Penutup Berperingkat APA muncul sebagai dua angka yang dipisahkan oleh garis miring, seperti 32/16 dan 48/24. Peringkat Bentang untuk panel Pelapis Dinding Berperingkat APA adalah untuk pemasangan vertikal; untuk pelapis dinding tumpang-tindih (lap siding), peringkat berlaku dengan dimensi panjang melintang menopang. Sebuah pengecualian adalah Papan Penutup Berperingkat APA yang ditujukan untuk penggunaan hanya pada dinding. Tanda merek dagang untuk ini berisi satu angka yang mirip dengan peringkat bentang untuk Pelapis Dinding Berperingkat APA. Angka di sebelah kiri menunjukkan jarak maksimum yang direkomendasikan untuk menopang ketika panel digunakan untuk penutup atap, dengan dimensi panjang atau sumbu kekuatan panel melintang pada tiga atau lebih penopang. Angka di sebelah kanan menunjukkan jarak maksimum yang direkomendasikan untuk menopang ketika panel digunakan untuk lantai dasar, dengan dimensi panjang atau sumbu kekuatan panel melintang pada tiga atau lebih penopang. Contohnya, sebuah panel bertanda 32/16 dapat digunakan untuk dek atap di atas penopang 32 inci o.c. (dari pusat ke pusat) atau untuk lantai dasar di atas penopang 16 inci o.c.

Peringkat bentang pada tanda merek dagang di panel Lantai Dasar Berperingkat APA dan Pelapis Dinding muncul sebagai satu angka. Panel Lantai Dasar Berperingkat APA dirancang khusus untuk aplikasi lantai tunggal (gabungan subfloor dan lapisan dasar) di bawah karpet dan alas dan diproduksi dengan peringkat bentang 16, 20, 24, 32, dan 48 inci. Peringkat bentang untuk panel Lantai Dasar Berperingkat APA, seperti halnya untuk Papan Penutup Berperingkat APA, didasarkan pada aplikasi panel, dengan dimensi panjang atau sumbu kekuatan melintang pada tiga atau lebih penopang.

Pelapis Dinding Berperingkat APA tersedia dengan peringkat bentang 16 dan 24 inci. Panel berperingkat bentang dan pelapis dinding tumpang-tindih dapat dipasang langsung ke balok dinding (studs), di atas penutup dinding non-struktural (konstruksi Dinding Kuat (Sturdy-Wall)), atau di atas panel atau kayu yang dapat dipaku (konstruksi dinding ganda). Panel dan pelapis dinding tumpang-tindih dengan peringkat bentang 16 o.c. dapat dipasang langsung ke balok dinding dengan jarak 16 inci o.c. dan serupa dengan 24 inci o.c. untuk panel dan peringkat bentang 24. Semua panel pelapis dinding berperingkat dapat dipasang secara horizontal langsung ke balok dinding 16 atau 24 inci o.c., asalkan sambungan horizontal diberi blok. Ketika digunakan di atas penutup struktural yang dapat dipaku, peringkat bentang panel pelapis dinding berperingkat mengacu pada jarak maksimum yang direkomendasikan untuk barisan paku vertikal, daripada jarak balok dinding.

Klasifikasi Ikatan

Panel bermerek dagang APA dapat diproduksi dalam tiga klasifikasi ikatan: Eksterior, Eksposur 1, dan Interior. (Catatan: Selubung berperingkat APA yang seluruhnya dilapisi, Paparan 1, yang umumnya disebut CDX dalam perdagangan, sering kali disalahartikan sebagai panel Eksterior dan keliru digunakan dalam aplikasi yang tidak memiliki ketahanan terhadap cuaca yang di perlukan. CDX hanya boleh digunakan untuk aplikasi sebagaimana diuraikan dalam Paparan 1. Untuk panel kelas selubung yang akan terpapar cuaca secara permanen,

tentukan selubung eksterior berperingkat APA (Eksterior C-C menurut Standar Produk PS 1 untuk pembuatan).

- Panel eksterior memiliki ikatan yang sepenuhnya kedap air dan dirancang untuk aplikasi yang mengalami paparan cuaca secara permanen.
- Panel Paparan 1 memiliki ikatan yang sepenuhnya kedap air dan dirancang untuk aplikasi dimana waktu konstruksi yang lama dapat menunda perlindungan permanen atau dimana kondisi kelembapan tinggi mungkin ditemui saat digunakan. Panel Paparan 1 dibuat dengan perekat yang sama yang digunakan dalam panel eksterior. Namun, karena faktor komposisi lain dapat memengaruhi kinerja ikatan, hanya panel Eksterior yang boleh digunakan untuk paparan cuaca secara permanen.
- Panel interior yang tidak memiliki informasi garis perekat lebih lanjut dalam merek dagangnya diproduksi dengan lem interior dan ditujukan hanya untuk aplikasi interior.

Panel Yang Diampelas, Tidak Diampelas, Dan Diampelas Dengan Sentuh

Panel dengan permukaan pelapis kualitas B atau lebih baik diampelas halus dalam proses pembuatannya untuk memenuhi persyaratan aplikasi yang dimaksudkan (lemari, rak, furnitur, built-in, dll.). Panel selubung berperingkat APA tidak diampelas karena permukaan yang halus tidak diperlukan untuk penggunaan yang dimaksudkan. Panel APA lainnya— seperti Lapisan dasar, Lantai dasar berperingkat, C-D Berpenutup, dan C-C Berpenutup —hanya memerlukan pengampelasan sentuh untuk "pengukuran," agar ketebalan panel lebih seragam.

Panel yang tidak diampelas dan diampelas sentuh dan panel dengan pelapis kualitas B atau lebih baik di satu sisi saja biasanya memiliki merek dagang APA di bagian belakang panel. Panel dengan kedua sisi pelapis kelas B atau lebih baik, atau dengan permukaan pelapis khusus (seperti lapisan kepadatan sedang), mencantumkan merek dagang APA di tepi panel.

Nomor Kelompok

Kayu lapis dapat diproduksi dari lebih dari 70 spesies kayu. Spesies ini dibagi, berdasarkan kekuatan lentur dan kekakuan, menjadi lima kelompok di bawah Standar Produk AS PS 1. Spesies terkuat berada di Kelompok 1, yang terkuat berikutnya di Kelompok 2, dan seterusnya. Nomor kelompok yang muncul dalam merek dagang pada beberapa panel bermerek dagang APA—terutama mutu yang diampelas—didasarkan pada spesies pelapis muka dan belakang.

Jika pelapis muka dan belakang tidak berasal dari kelompok spesies yang sama, nomor kelompok yang lebih tinggi digunakan, kecuali untuk panel yang diampelas dan dekoratif setebal 3/8 inci atau kurang. Panel-panel ini diidentifikasi berdasarkan spesies muka karena dipilih terutama berdasarkan tampilan dan digunakan dalam aplikasi di mana integritas struktural tidak penting. Panel yang diampelas lebih dari 3/8 inci diidentifikasi berdasarkan spesies muka jika bagian belakang mutu C atau D setidaknya 1/8 inci dan tidak lebih dari satu nomor kelompok spesies lebih besar. Beberapa spesies digunakan secara luas dalam pembuatan kayu lapis, yang lain jarang. Periksa ketersediaan lokal sebelum menentukan apakah spesies tertentu diinginkan.

Tabel 4.26 klasifikasi spesies

Kelompok 1		Kelompok 2			Kelompok 3		Kelompok 4		Kelompok 5
Keruing ^{a,b}		Cedar Port Orford		Mapel Hitam		Alder Merah		Aspen	Jati Belanda
Kayu Beech Amerika		Cypress		Mengkulana ^a		Birch, Kertas			Aspen Gigi Besar Poplar Balsam
Kayu Birch		Douglas-fir, Tidak. 2c		Meranti Merah			Cedar Alaska		Aspen Gemetar
	Fir Manis	Fir		Mersaw ^a		Fir, subalpine		Cativo	
	Pinus Kuning		Balsam	Pinus		Hemlock Timur		Cedar	
Douglas-fir, No. 1c			Kayu Merah California		Pinus Kolam	Mapel Daun Lebar			Cedar Wangi
Kapur			Fir Agung		Kayu Merah	Pinus			Cedar Merah Barat
Keruing ^{a,b}			Fir Mulia		Pinus Virginia		Jack	Poplar Kapuk	
Lariks Barat			Fir Perak Pasifik		Pinus Putih Barat		Lodge pole		Eastern
Mapel Gula			Pinus Putih	Spruce			Ponderosa		Poplar Hitam (Barat)
Pinus		Hemlock Barat			Kayu Hitam		Spruce	Pinus	
	Pinus Karibia	Lauan			Kayu merah	Kayu Merah			Eastern White
	Pinus Ocote		Almon		Sitka	Spruce			Sugar
Pinus Selatan			Bagtikan	Kayu Manis Amerika			Engellmann		
	Pinus Loblolly		Mayapis	Tamarack			White		
	Pinus Daun Panjang		Lauan Merah	Poplar Kuning					
	Pinus Daun Pendek		Tangile Lauan Putih						
Tanoak									

4.7 JENIS PANEL KAYU LAPIS

Panel Pelapis Berperingkat APA

Panel Pelapis Berperingkat APA dapat digunakan untuk pelapis eksterior, pagar, dan aplikasi eksternal lainnya. Panel ini dapat diproduksi sebagai kayu lapis venir konvensional atau sebagai pelapis papan untai berorientasi yang dilapisi. Tersedia panel dan pelapis tumpang tindih. Panel ini ditujukan untuk penggunaan dengan perlakuan permukaan khusus seperti alur-V, alur saluran dangkal, alur dalam (seperti Tekstur APA 1-11), alur kerfed, lapisan kepadatan sedang (MDO) yang disikat, digergaji kasar, dan bertekstur timbul. Peringkat Rentang (jarak stud untuk pelapis yang memenuhi syarat untuk aplikasi APA Sturd-I-Wall) dan

klasifikasi tingkat muka (untuk pelapis yang dilapisi venir) ditunjukkan dalam merek dagang. Klasifikasi Ikatan: Eksterior. Ketebalan umum adalah 11/32, 3/8, 15/32, 1/2, 19/32, dan 5/8 inci.

Tabel 4.27 303-pemasangan kayu lapis mutu

Kelas	Tingkat ^{aa}	Patch kayu	Patch sintetis
Seri Spesial 303	303-0C ^{b,c}	Tidak diizinkan	Tidak diizinkan
	303-0L ^d	Tidak berlaku untuk overlay	—
	303-NR ^e	Tidak diizinkan	Tidak diizinkan
	303-SR ^f	Tidak diizinkan	Permitted as natural defect shape only
303-6	303-6-W	Batas 6	Tidak diizinkan
	303-6-S	Tidak diizinkan	Batas 6
	303-6-S/W	Batas 6, kombinasi apa pun	—
303-18	303-18-W	Batas 18	Tidak diizinkan
	303-18-S	Tidak diizinkan	Batas 18
	303-18-S/W	Batas 18, kombinasi apa pun	—
303-30	303-30-W	Batas 30	Tidak diizinkan
	303-30-S	Tidak diizinkan	Batas 30
	303-30-S/W	Batas 30, kombinasi apa pun	—

Siding Khusus

APA menerbitkan persyaratan minimum yang harus dipenuhi panel kayu lapis agar memenuhi syarat sebagai Siding Khusus. APA mengklasifikasikan bahan yang memenuhi persyaratan sebagai Siding Khusus Seri APA 303. Bahan-bahan ini harus memenuhi persyaratan yang terkait dengan perekat, mutu pelapis, pengerjaan, ketebalan panel, dan jumlah pelapis dan lapisan, serta jenis dan jumlah tambalan perbaikan. Tabel 4.50 menunjukkan tambalan yang diizinkan untuk berbagai jenis siding khusus. Tekstur 1-11 adalah detail alur untuk Panel Pelapis Dinding 303 Special Siding. Detail pola Tekstur 1-11 meliputi: alur sedalam 1/4 in., lebar 3/8 in., jarak 4 atau 8 in. o.c., ketebalan panel keseluruhan dibatasi hingga lima lapis dengan ketebalan nominal minimum 19/32 inci.

Kayu Lapis Kelas Laut

Ideal untuk lambung kapal. Hanya dibuat dengan kayu cemara Douglas atau kayu larch Barat. Konstruksi inti sambungan padat khusus untuk ketahanan air. Tunduk pada batasan khusus pada celah inti dan perbaikan permukaan. Tersedia juga dengan pelapis kepadatan tinggi (HDO) atau permukaan MDO. Klasifikasi Ikatan: Eksterior. Ketebalan umum: 1/4, 3/8, 1/2, 5/8, 3/4 in. Kesalahpahaman umum, melibatkan penggunaan kayu lapis kelas laut sebagai pengganti panel eksterior. Kayu lapis kelas laut secara unik ditempatkan untuk aplikasi kelautan dan tidak diolah untuk meningkatkan ketahanannya terhadap pembusukan. Kayu lapis kelas laut dan panel eksterior memiliki ketahanan terhadap paparan Eksterior APA yang sama, dan keduanya dirancang untuk paparan cuaca dan kelembapan yang lama. Kayu lapis Kelas Laut memiliki permukaan yang diampelas dan tidak akan dapat diterima secara visual setelah pelapukan.

Lantai Kuat Berperingkat Apa 48 Oc (2-4-1)

Digunakan untuk lapisan bawah lantai kombinasi pada bentang 32 dan 48 in. dan untuk konstruksi atap kayu berat. Diproduksi hanya sebagai kayu lapis venir konvensional. Tersedia

dengan tepi persegi atau lidah dan alur. Klasifikasi Ikatan: Paparan 1. Ketebalan: 1-1/8.

Catatan Untuk Panel Yang Diampeli Dan Yang Dinilai Kinerja

- Tentukan panel yang dinilai kinerjanya berdasarkan ketebalan dan peringkat bentang. Peringkat bentang didasarkan pada kekuatan dan kekakuan panel. Properti ini merupakan fungsi dari komposisi dan konfigurasi panel serta ketebalannya, oleh karena itu peringkat bentang yang sama dapat muncul pada panel dengan ketebalan yang berbeda. Sebaliknya, panel dengan ketebalan yang sama dapat ditandai dengan peringkat bentang yang berbeda.
- Semua lapisan pada panel Struktural I terbatas pada spesies Grup 1. Panel Struktural II jarang tersedia.
- Panel yang diampelas eksterior, C-C Plugged, C-D Plugged, dan mutu Underlayment juga dapat diproduksi dalam Struktural I (semua lapisan terbatas pada spesies Grup 1).
- Beberapa produsen juga memproduksi panel dengan venir kelas N premium pada satu atau kedua sisinya. Panel ini hanya tersedia berdasarkan pesanan khusus.
- Tersedia dalam ketebalan 11/32, 15/32, 19/32, 23/32 inci.

Penggunaan Kayu Lapis

Tabel 4.28 panel jenis eksterior

Penampilan ^a		Veneer			Ketebalan (in.)					
TINGKAT ^b	Penggunaan Umum	F	M	B	01/04	5/16	11/32 3/8	15/32 1/2	19/32 5/8	23/32 3/4
A-A Ext	Untuk penggunaan di mana tampilan kedua sisi penting untuk aplikasi eksterior seperti pagar, papan nama, perahu, kontainer pengiriman, tangki, saluran, dll.	A	C	A	•		•	•	•	•
A-B Ext	Untuk penggunaan di mana tampilan satu sisi kurang penting tetapi dua permukaan padat diperlukan.	A	C	B	•		•	•	•	•
A-C Ext	Untuk penggunaan di mana tampilan hanya satu sisi penting dalam aplikasi eksterior, mis. soffit, pagar, penggunaan struktural, lapisan gerbong dan truk, bangunan pertanian, tangki, baki, lemari es komersial, dll.	A	C	C	•		•	•	•	•
B-B Ext	Panel utilitas dengan dua sisi padat; untuk aplikasi terlindungi.	B	C	B	•		•	•	•	•
B-C Ext	Panel utilitas untuk layanan pertanian dan bangunan kerja, lapisan gerbong dan truk, kontainer, tangki, peralatan pertanian, sebagai dasar untuk pelapis eksterior dan penggunaan eksterior lainnya.	B	C	C	•		•	•	•	•
HDO Ext	Memiliki <i>overlay</i> serat resin semi-buram yang keras di kedua sisi; tahan abrasi. Untuk cetakan beton, kabinet, meja dapur, papan nama, tangki. Cocok untuk paparan eksterior permanen tanpa finishing lebih lanjut. Juga tersedia dengan permukaan <i>screen-grid</i> anti-selip.	A B	C	A B			•	•	•	•
MDO Ext	<i>Overlay</i> kepadatan sedang dengan <i>overlay</i> serat resin yang halus, buram, satu atau kedua sisi. Direkomendasikan untuk <i>siding</i> dan aplikasi luar ruangan lainnya. Dasar ideal untuk cat. Tersedia sebagai <i>Siding</i> 303.	B	C	B C			•	•	•	•
Panel Pelapis Dinding Ext ^c	Perlakuan permukaan khusus, seperti alur V (<i>V-groove</i>), alur saluran (<i>channel groove</i>), bergaris (<i>striated</i>), disikat (<i>brushed</i>), atau gergajian kasar (<i>rough sawn</i>).	C	C			•	•	•		
T1-11 Ext ^c	Panel 303 khusus dengan alur sedalam 1/4 inci, selebar 3/8 inci, berjarak 4 atau 8 inci di tengah ke tengah (o.c.); jarak lain opsional. Tepi saling bertumpuk (<i>shiplapped</i>). Tersedia dalam keadaan tidak diampelas (<i>unsanded</i>), bertekstur, dan <i>overlay</i> kepadatan sedang.	A B C	C	C				•		
Plyron Ext	Permukaan <i>hardboard</i> di kedua sisi. Permukaan dihaluskan (<i>tempered</i>), tidak dihaluskan (<i>untempered</i>), halus, atau berpola (<i>screened</i>). Untuk meja dapur, rak, pintu kabinet, lantai, dll.	HB	C	HB				•	•	•

Lapisan Bawah Kayu Lapis C-C Ditambal	Untuk aplikasi di atas sub-lantai struktural. Memberikan permukaan halus untuk aplikasi karpet dan alas. Diampelas secara ringan (<i>touch-sanded</i>).	C	C	C			•	•	•	•
Kayu Lapis Kelas C-C yang Ditambal Ext	Untuk penggunaan sebagai lapisan bawah di atas sub-lantai struktural, dalam kondisi kelembaban parah, termasuk ruang penyimpanan berpendingin atau beratmosfer terkontrol, tempat sampah palet, tangki, lantai truk, pelapis, dan aplikasi eksterior lainnya. Diampelas secara ringan (<i>touch-sanded</i>).	C-Plugged	C	C			•	•	•	•
B-B Plyform KELAS I and KELAS II Ext ^d	Tingkat cetakan beton dengan faktor penggunaan kembali yang tinggi. Diampelas kedua sisi dan diminyaki pabrik (<i>mill-oiled</i>), kecuali ditentukan lain. Pembatasan khusus pada jenis spesies kayu. Panel KELAS I adalah yang paling kaku, terkuat, dan paling umum tersedia. Juga tersedia dalam HDO untuk hasil beton yang sangat halus, dalam Struktural I (semua lapisan Dibatasi pada spesies KELOMPOK 1), dan dengan <i>overlay</i> khusus.	B	C	B					•	•
PENAMPILAN^a		Veneer			Ketebalan (in.)					
TINGKAT^b	Penggunaan Umum	F	M	B	01/04	5/16	11/32 3/8	15/32 1/2	19/32 5/8	23/32 3/4
Lapisan struktur Ext	Dirancang khusus untuk sub-lantai dan dinding serta penutup atap, dan siding pada bangunan servis dan pertanian. Juga baik untuk berbagai aplikasi konstruksi dan industri lainnya. Dapat diproduksi sebagai kayu lapis berveener konvensional, sebagai komposit, atau sebagai panel tanpa veneer. Untuk aplikasi rekayasa khusus, panel berveener yang sesuai dengan PS 1 mungkin diperlukan.	C	C	C		•	•	•	•	•
Pelapis Struktural Kelas I dan II Ext	Kayu lapis kelas PS 1 atau PS 2 yang seluruhnya berveener dan tidak diampelas (<i>unsanded</i>) digunakan di mana kekuatan sangat penting; misalnya, untuk balok kotak (<i>box beams</i>), pelat gusset, panel stressed-skin, kontainer, dan tempat sampah palet. Struktural I lebih umum tersedia. Untuk aplikasi rekayasa dalam konstruksi dan industri di mana panel tipe eksterior penuh diperlukan. Tidak diampelas (<i>unsanded</i>).	C	C	C		•	•	•	•	•
Panel Lantai Struktural Tipe Sturdi-I Ext	Dirancang khusus sebagai kombinasi subfloor underlayment, di mana kondisi kelembaban parah terjadi (misalnya, dek balkon). Memberikan permukaan halus untuk aplikasi karpet dan alas, serta memiliki ketahanan beban terpusat dan benturan yang tinggi. Dapat diproduksi sebagai panel tanpa veneer. Tersedia dengan tepi persegi (<i>square-edged</i>) atau sambungan lidah dan alur (<i>tongue-and-grooved</i>). Diampelas secara ringan (<i>touch-sanded</i>).	C	C ^e	C					•	•

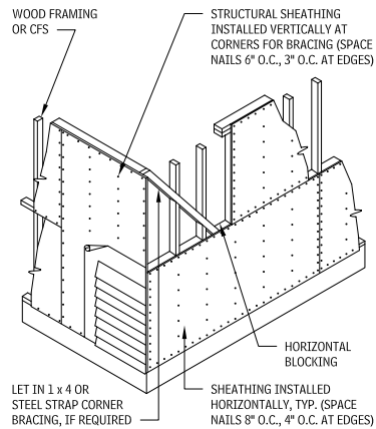
Tabel 4.29 panel jenis interior

Penampilan ^a		Veneer			Ketebalan (in.)					
Tingkat ^{b,f}	Penggunaan umum	F	M	B	01/04	5/16	11/32 3/8	15/32 1/2	19/32 5/8	23/32 3/4
A-A Int	Digunakan di mana tampilan kedua sisi penting untuk aplikasi interior, seperti built-in, kabinet, furnitur, partisi. Permukaan halus cocok untuk pengecatan.	A	D	A	•	•	•	•	•	
A-B Int	Untuk penggunaan di mana tampilan satu sisi kurang penting tetapi dua permukaan padat diperlukan.	A	D	B	•		•	•	•	•
A-D Int	Untuk penggunaan di mana tampilan hanya satu sisi penting dalam aplikasi interior, mis. paneling, built-in, rak, partisi, dll.	A	D	D	•		•	•	•	•
B-B Int	Panel utilitas dengan dua sisi padat.	B	D	B	•		•	•	•	•
B-D Int	Panel utilitas untuk pelapis belakang (<i>backing</i>), sisi built-in, rak industri, lembaran alas (<i>slip sheets</i>), papan pemisah (<i>separator boards</i>), aplikasi interior atau yang terlindungi.	B	D	D	•		•	•	•	•

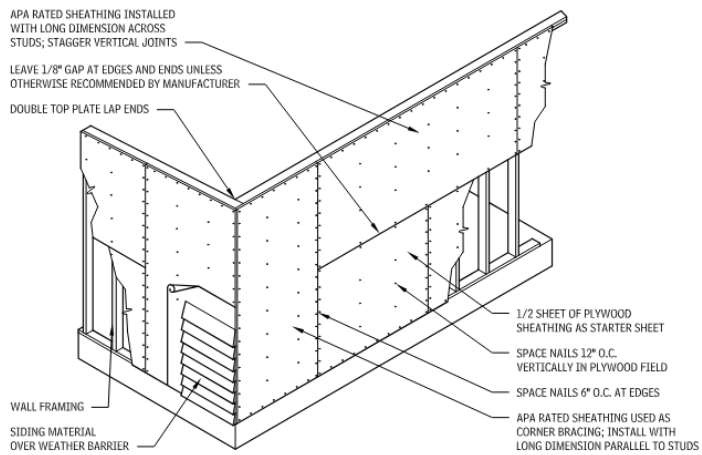
Dekorasi Panel-Int	Permukaan kasar, disikat, beralur, atau permukaan lainnya. Untuk paneling, dinding aksen interior, built-in, pelapis meja (counter facing), dan pajangan pameran. Juga dapat dibuat oleh beberapa produsen dalam versi eksterior untuk siding, ujung atap (gable ends), pagar, dll. Rekomendasi penggunaan untuk panel eksterior bervariasi tergantung pada produk tertentu; periksa dengan produsen.	A B C	D	D										
Plyron-Int	Permukaan hardboard di kedua sisi. Permukaan dihaluskan (tempered), berpola (screened), tidak dihaluskan (untempered), halus, atau untuk meja dapur, rak, pintu kabinet, lantai, dll.	H B D	C	H B										
Lapisan Bawah -Int	Untuk aplikasi di atas sub-lantai struktural. Memberikan permukaan halus untuk aplikasi karpet dan alas, dan memiliki ketahanan beban terpusat dan benturan yang tinggi. Diampelas secara ringan (touch-sanded). Juga tersedia dengan lem eksterior.	C D	C	D										
Penambal C-D Int	Untuk soffit terbuka, built-in, pelapis dinding dan langit-langit, gulungan kabel, jalan setapak (walkways), papan pemisah, dan aplikasi interior atau yang terlindungi lainnya. Bukan pengganti underlayment atau APA Rated Sturd-I-Floor, karena kurang tahan tusukan. Diampelas secara ringan (touch-sanded). Juga dibuat dengan lem eksterior.	C	D	D										
Penampilan^a		Veneer			Ketebalan (in.)									
Tingkat	Penggunaan umum	F	M	B	01/04	5/16	11/32 3/8	15/32 1/2	19/32 5/8	23/32 3/4				
Struktural Kelas 1 dan II	Dirancang khusus untuk sub-lantai, dinding, dan penutup atap. Juga baik untuk berbagai aplikasi konstruksi dan industri lainnya. Dapat diproduksi sebagai kayu lapis berveneer konvensional, sebagai komposit, atau sebagai panel tanpa veneer. Untuk aplikasi rekayasa khusus, panel berveneer yang sesuai dengan PS 1 mungkin diperlukan. Umumnya tersedia dengan lem eksterior untuk sheathing dan sub-lantai. Spesifikasikan Exposure 1 untuk fondasi kayu yang diberi perlakuan.	C	D	D										
Struktural Kelas 1 dan II Pelapis Dinding Exp 1	Kayu lapis kelas PS 1 atau PS 2 yang seluruhnya berveneer dan tidak diampelas (unsanded) digunakan di mana kekuatan sangat penting; misalnya, balok kotak (box beams), pelat gusset, panel stressed-skin, kontainer, tempat sampah palet. Struktural I lebih umum tersedia. Dibuat hanya dengan lem eksterior untuk balok, pelat gusset, dan panel stressed-skin.	C ^g	D ^g	D ^g										
lantai Exp 1	Untuk kombinasi subfloor dan underlayment di bawah karpet dan alas. Spesifikasikan Exposure 1 di mana terdapat kelembaban. Tersedia dengan sambungan lidah dan alur (tongue-and-groove).	C D ^e	C	D										
lantai 48 in. o.c. Exp 1	Kombinasi subfloor underlayment pada bentang 32 dan 48 inci serta untuk atap balok kayu berat (heavy timber roofs). Diampelas secara ringan (touch-sanded) atau diampelas penuh (fully sanded).	C D	C	D					1-1/8					

Pelapis Dinding Dan Atap

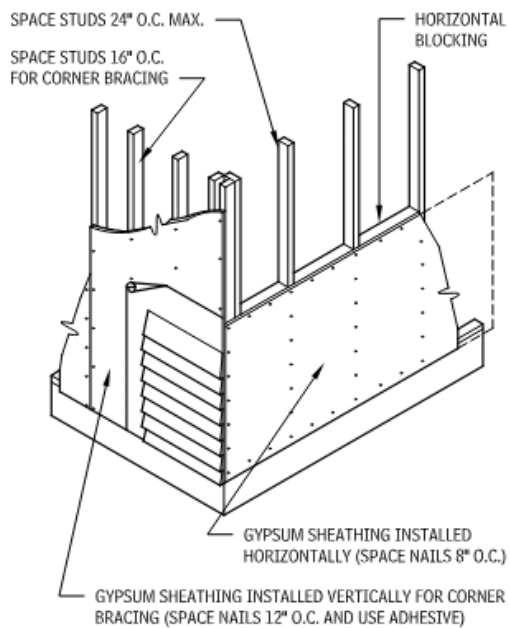
**FIBERBOARD SHEATHING
11.30**



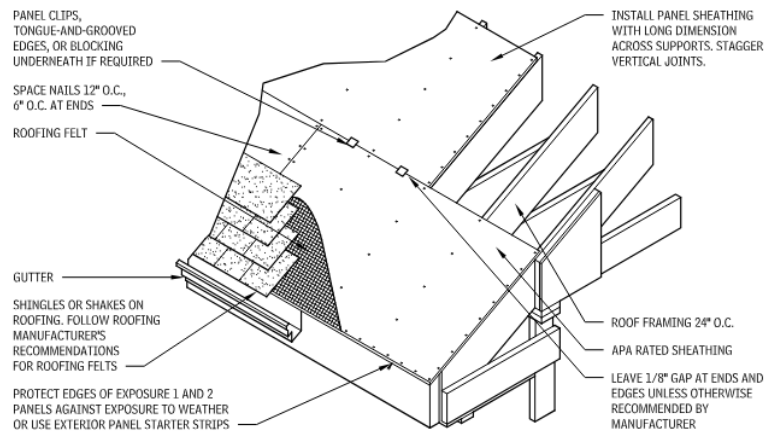
Gambar 4.30 pelapis fiberboard



Gambar 4.31 pelapis dinding struktural



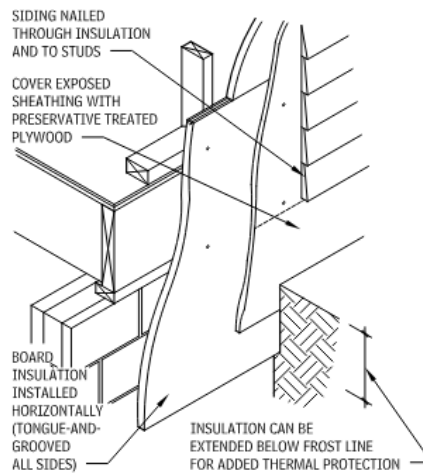
Gambar 4.32 pelapis papan gypsum



Gambar 4.33 pelapis atap struktural

Tabel 4.34 bahan selut

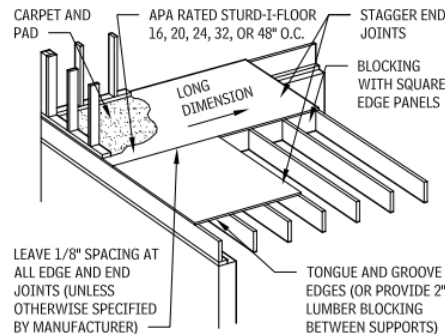
Karakteristik	Selubung struktural	Gypsum	Fiberboard	Plastik
Dasar yang dapat dipaku	Iya	Tidak	Hanya berdensitas tinggi	Tidak
Penghambat uap air	Tidak	Tidak	jika diberi perlakuan aspal	Iya
Nilai R insulasi (ketebalan 1/2 inci)	1.2	0.7	2.6	Bervariasi tergantung pabrik pembuatnya
Pengaku sudut disediakan	Iya	Iya (lihat rekomendasi dari produsen)	Hanya berdensitas tinggi	Tidak
Ukuran panel (inci)	48 x 96, 48 x 108, 48 x 120	24 x 96, 48 x 96, 48 x 120, 48 x 144, 48 x 168	48 x 96, 48 x 108, 48 x 120, 48 x 144	2' x 96, 24 x 48, 224 x 96, 48 x 96, 48 x 108
Ketebalan panel (inci)	5/16, 3/8, 7/16, 15/32, 1/2, 19/32, 5/8, 23/32, 3/4, 7/8, 1, 11/8	1/4, 3/8, 1/2, 5/8	1/2, 25/32	1/2 hingga 6 (untuk atap)
Keterangan lain	Kelas plywood yang umum digunakan untuk atap dan penutup dinding memiliki peringkat bentang (span ratings) sebesar 12/0, 16/0, 20/0, 24/0, 24/16, 32/16, 40/20, dan 48/24. Klasifikasi daya tahan terhadap paparan cuaca dibagi menjadi Exposure 1 dan Exterior. Untuk tepi yang tidak ditopang, silakan merujuk pada rekomendasi produsen.	Panel dengan peringkat tahan api tersedia dalam ketebalan 1/2 inci dan 5/8 inci.	Juga disebut papan insulasi. Dapat diberi perlakuan atau diresapi dengan aspal. Tersedia dalam varian panel reguler dan berdensitas tinggi.	Dianggap sebagai penghalang uap yang efektif, sehingga dinding harus memiliki ventilasi yang baik. Beberapa produk dapat mengeluarkan asap beracun saat terbakar; silakan merujuk pada spesifikasi dari produsen.



Gambar 4.35 selimut gipsum

Lantai Kayu Lapis Pada Rangka Kayu

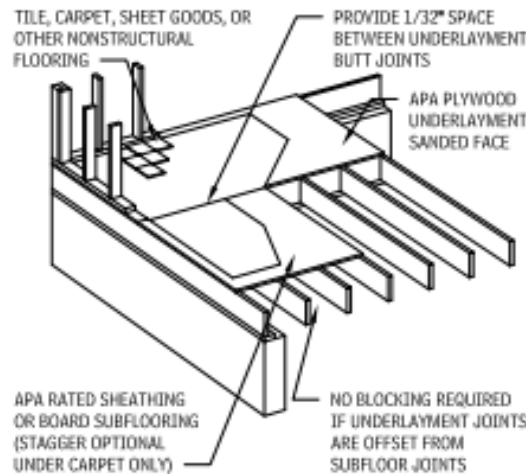
Gambar dan Tabel 4.36 lantai yang dinilai apa dengan kekuatan



Peringkat bentang (jarak balok maksimum, dalam inci)	Ketebalan panel (inci)	Ukuran dan jenis paku	Fastening			
			Tepi panel		Tengah.	
			Jarak (inci)		Spacing (in.)	
			Dilem/dipaku	Dipaku saja	Dilem/dipaku	Dilem/dipaku
16	19/32, 5/8, 21/32	paku 6d dengan batang beralur cincin atau beralur sekrup ⁴	12	6	12	12
20	19/32, 5/8, 23/32, 3/4	paku 6d dengan batang beralur cincin atau beralur sekrup ⁴	12	6	12	12
24	11/16, 23/32, 3/4	paku 6d dengan batang beralur cincin atau beralur sekrup ⁴	12	6	12	12
32	7/8, 1	paku 8d dengan	12	6	12	12

		batang beralur cincin atau beralur sekrup ⁴				
48	1-1/8	paku 9d dengan batang beralur cincin atau beralur sekrup ⁴	6	6		

Gambar dan Tabel 4.37 lapisan dasar kayu lapis



Kelompok kelas dan jenis kayu lapis	Aplikasi	Ketebalan papan lapis minimum (in.)
KELOMPOK s 1, 2, 3, 4, dan 5 Lapisan Bawah (Underlayment) Int-APA (dengan lem interior atau eksterior), atau Lapisan Bawah Ext-APA (kelas C-C yang ditambah) Ext	Di atas lantai dasar yang rata	1/4
	Di atas lantai dasar dari kayu atau permukaan lain yang tidak rata.	11/32
Kelas yang sama seperti di atas, tetapi hanya dari Kelompok 1	Di atas lantai kayu dengan lebar papan hingga 6 inci. Arah serat permukaan harus tegak lurus terhadap papan.	1/4

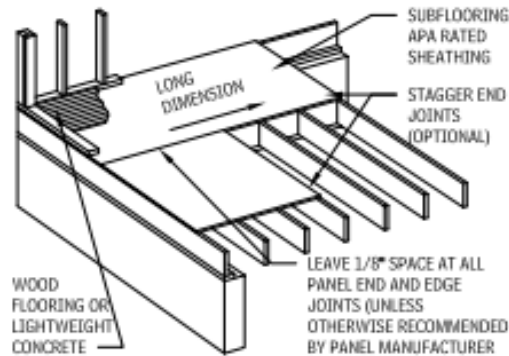
Penggunaan Paku Bagian Bawah

Gunakan paku tangkai cincin 3d untuk bagian bawah dengan ketebalan hingga 1/2 inci, dan 4d untuk ketebalan 19/32 inci atau lebih tebal. Gunakan staples ukuran 16; namun ukuran 18 dapat digunakan untuk bagian bawah setebal 1/4 inci. Lebar mahkota staples harus 3/8 inci untuk staples ukuran 16, 3/16 inci untuk ukuran 18. Panjangnya harus cukup untuk menembus sublantai setidaknya 5/8 inci atau menembus seluruhnya. Jarak antar pengencang adalah 3 inci di sepanjang tepi panel dan 6 inci di setiap sisi di bagian dalam panel, kecuali untuk bagian bawah setebal 11/32 inci atau lebih yang diaplikasikan dengan paku tangkai cincin; dalam hal ini, gunakan jarak 6 inci di sepanjang tepi dan jarak 8 inci di setiap sisi di bagian dalam panel.

Kecuali jika lantai dasar dan balok lantai terbuat dari bahan yang sudah dikeringkan dengan baik dan tetap kering selama konstruksi, masukkan kepala paku ke dalam bak di bawah permukaan lapisan bawah sebelum memasang lantai akhir, untuk menghindari paku menyembul. Sambungan antar panel harus selebar 1/32 inci untuk memungkinkan pemuaian

dan penyusutan. Jika lantai tipis yang lentur akan digunakan untuk menutupi lapisan bawah, isi dan amplas sambungan secara menyeluruh.

Tabel Dan Gambar 4.38 Panel Apa Sublantai



Peringkat rentang panel (atau nomor kelompok) (in.)	Ketebalan panel (in.)	Jarak maksimum ^{b, c, e}
24/16	7/16, 1/2	16
32/16	15/32, 1/2, 5/8, 23/32	16 ^d
40/20	19/32, 5/8, 23/32, 3/4	20 ^d
48/24	23/32, 3/4, 7/8	24
1-1/8 in, kelompok 1 dan 2	1-1/8	48

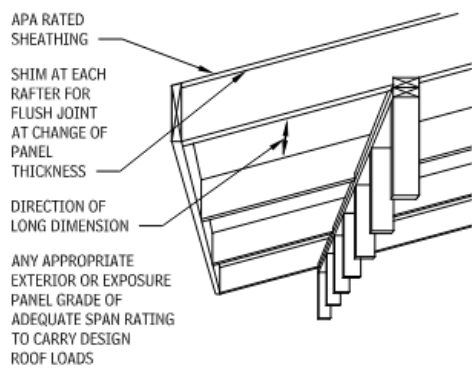
Penggunaan Paku Bawah Lantai

Untuk panel dengan ketebalan 7/16 inci, gunakan paku biasa 6d dengan jarak 6 inci (o.c.) di sepanjang tepi panel dan 12 inci (o.c.) pada penyangga tengah. Untuk panel dengan ketebalan 15/32 hingga 7/8 inci, gunakan paku biasa 8d dengan jarak 6 inci (o.c.) di sepanjang tepi panel dan 12 inci (o.c.) pada penyangga tengah. Untuk panel dengan ketebalan 1-1/8 dan 1-1/4 inci dengan bentang hingga 48 inci, gunakan paku biasa 10d dengan jarak 6 inci (o.c.) di sepanjang tepi panel dan 6 inci (o.c.) pada penyangga tengah.

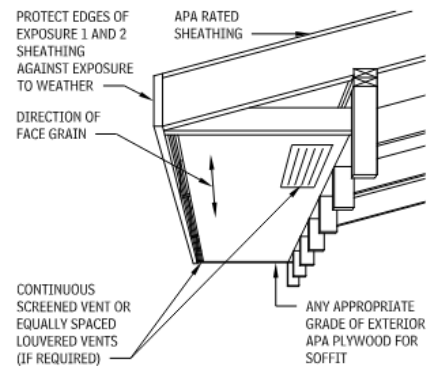
Sistem Lantai Yang Ditetapkan

- Untuk informasi lengkap tentang lantai yang direkatkan, termasuk tabel bentang balok (berdasarkan kriteria kode bangunan dan ukuran kayu), urutan aplikasi, dan daftar perekat yang direkomendasikan, hubungi *Engineered Wood Association*.
- Letakkan sambungan lidah dan alur (T&G) APA Lantai di atas balok dengan sambungan ujung yang disusun berselang-seling. Sisakan ruang 1/8 in. di semua sambungan ujung dan tepi.
- Meskipun panel T&G lebih sering digunakan, panel tepi persegi dapat digunakan jika penyangga 2X4 ditempatkan di bawah sambungan tepi panel di antara balok.
- Berdasarkan beban hidup 40 psf dan beban total 50 psf, defleksi dibatasi hingga 1/360 pada 40 psf.
- Rekatkan pada balok dan pada sambungan T&G. Jika panel tepi persegi digunakan, blokir tepi panel dan rekatkan di antara panel dan antara panel dan penghalang.

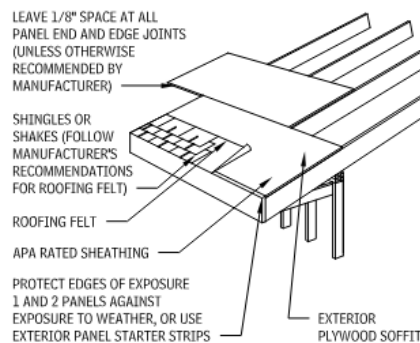
Pelapis Kayu Lapis Untuk Atap Dan Soffit



Gambar 4.39 soffit terbuka



Gambar 4.40 soffit tertutup



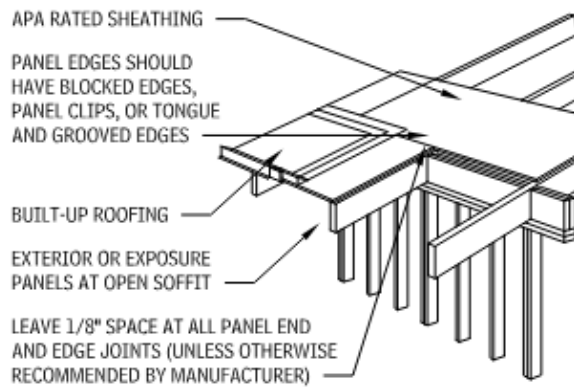
Gambar 4.41 atap pelana

Tabel 4.42 soffit terbuka eksterior/deking langit-langit kombinasi^a

Deskripsi panel, rekomendasi minimum	Kelompok	Bentang maksimum (in.)
Pelapis Dinding 15/32 Inchi Tipe APA 303	1, 2, 3, 4	16
Kayu Lapis 15/32 Inchi APA – Diamplas dan MDO	1, 2, 3, 4	
Pelapis Dinding 15/32 Inchi APA Tipe 303	1	24
Kayu Lapis 15/32 Inchi APA – Diamplas dan MDO	1, 2, 3	
Pelapis Dinding 19/32 Inchi – Standar APA Tipe 303	1, 2, 3, 4	32 ^b
Kayu Lapis 19/32 Inchi – Diamplas dan MDO (Standar APA)	1, 2, 3, 4	
Pelapis Dinding 19/32 Inchi – Standar APA Tipe 303	1	
Kayu Lapis 19/32 Inchi – Diamplas dan MDO (Standar APA)	1	
Pelapis Dinding 23/32 Inchi – Standar APA Tipe 303	1, 2, 3, 4	
Kayu Lapis 23/32 Inchi – Diamplas dan MDO (Standar APA)	1, 2, 3, 4	
Kayu Lapis 1-1/8 Inchi – Tekstur (Standar APA)	1, 2, 3, 4	

Tabel 4.43 soffit kayu lapis eksterior tertutup

Ketebalan nominal kayu lapis	Kelompok	Bentang maksimum (inci) – semua tepi ditopang
Kayu Lapis 11/32 Inchi – Tipe APA 303 Siding atau APA Diamplas	Semua	24
Kayu Lapis 15/32 Inchi – APA Tipe 303 Siding atau APA Diamplas	Kelompok	32
Kayu Lapis 19/32 Inchi – APA Tipe 303 Siding atau APA Diamplas	Jenis Kayu	48

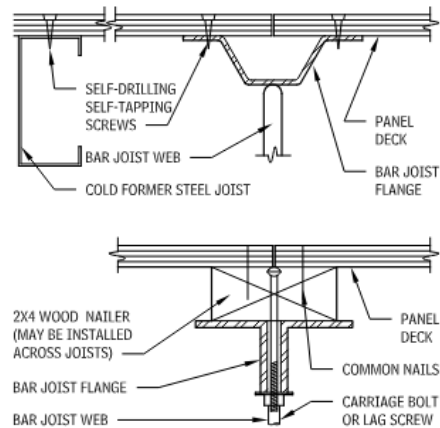


Gambar 4.44 Atap Datar Rendah

Tabel 4.45 Pelapis Atap Panel Apa

Penilaian bentang panel	Ketebalan panel(in.)	Bentang maksimum (in.)		Antar paku (in.)		
		Dengan dukungan tepi	Tanpa dukungan tepi	Ukuran dan jenis paku	Tepi panel	Tengah
12/0	5/16	12	12	6d common	6	12
16/0	5/16, 3/8	16	16			
20/0	5/16, 3/8	20	20			
24/0	3/8, 7/16, 15/32, 1/2	24	20			
24/16	7/16, 15/32, 1/2	24	24			
32/16	15/32, 1/2	32	28			
32/16	19/32, 5/8,	32	28	8d Biasa		
40/20	19/32, 5/8, 23/32, 3/4, 7/8	40	32			
40/24	23/32, 3/4, 7/8	48	36			
				Jarak antar staples (in.)		
				Panjang kaki	Tepi panel	Tengah
(Lihat di atas)	5/16			1-1/4"	4	8
	3/8			1-3/8"		
	7/16, 15/32, 1/2			1-1/2"		

- Berlaku untuk Selubung Panel Berperingkat APA.
- Semua panel akan menahan beban hidup minimal 30 psf ditambah beban mati 10 psf pada bentang maksimum. Batas defleksi beban seragam adalah bentang 1/180 di bawah beban hidup ditambah beban mati, atau 1/240 di bawah beban hidup saja.
- Kondisi khusus mungkin memerlukan konstruksi yang melebihi minimum yang diberikan.
- Panel diasumsikan kontinu di dua bentang atau lebih, dengan dimensi panjang di seluruh tumpuan.



Gambar 4.46 sambungan ke balok baja web terbuka

Penggunaan Paku

Untuk sofit tertutup, gunakan paku kotak atau paku casing tanpa pewarnaan: 6d untuk panel 11/32 inci dan 15/32 inci, dan 8d untuk panel 19/32 inci. Beri jarak paku sekitar 6 inci di sepanjang tepi panel dan 12 inci di sepanjang penyangga tengah untuk bentang kurang dari 48 inci; jarak paku adalah 6 inci di semua penyangga. Gunakan paku halus biasa 6d, paku tangkai cincin, atau paku ulir spiral untuk kayu lapis setebal 1/2 inci atau lebih tipis dan 8d untuk kayu lapis setebal 1 inci. Gunakan paku tangkai cincin atau paku ulir spiral 8d atau paku halus biasa 10d untuk panel 2-4-1 dan 1-1/8 inci. Beri jarak paku 6 inci di tepi panel dan 12 inci di penyangga tengah, kecuali untuk bentang 48 inci atau lebih panjang, di mana paku harus diberi jarak 6 inci di semua penyangga.

Papan Untai Berorientasi

Papan untaian berorientasi (OSB) dibuat dari untaian kayu berbentuk persegi panjang yang diorientasikan memanjang lalu disusun berlapis-lapis pada sudut siku-siku satu sama lain, disusun menjadi tikar, dan direkatkan dengan perekat kedap air yang diawetkan dengan panas. Hasilnya adalah produk kayu rekayasa struktural yang memiliki banyak karakteristik kekuatan dan kinerja kayu lapis.

Pada tahap pertama pembuatan OSB, kayu gelondongan dikupas dan dipotong dengan panjang yang seragam. Kayu gelondongan kemudian diubah menjadi untaian atau wafer. Untaian dikeringkan dengan panas dalam drum putar besar, yang disaring untuk mendapatkan untaian dengan ukuran yang benar. Untaian kering disemprot dengan resin cair atau bubuk lalu diangkut berlapis-lapis pada sistem konveyor ke jalur pembentukan, tempat lapisan-lapisan tersebut diorientasikan silang menjadi tikar. Untuk lapisan muka, untaian umumnya membujur di sepanjang panel; untuk lapisan inti, untaian diarahkan secara acak atau berjalan melintasi panel. Tikar dipotong sesuai ukuran yang dapat dikerjakan, lalu dipindahkan ke mesin pres tempat untaian kayu dan lem direkatkan bersama di bawah panas dan tekanan untuk membuat panel struktural. Terakhir, panel dipotong sesuai ukuran. Panel dapat diproduksi dalam berbagai ukuran hanya dengan mengubah pola pemotongan.

OSB menggunakan sumber daya kayu dengan sangat efisien, sebagian karena panel selubung dapat dibuat menggunakan spesies pohon yang lebih kecil, lebih muda, dan tumbuh

cepat seperti aspen dan pinus kuning selatan. Ditambah lagi, sekitar 85 hingga 90 persen batang kayu dapat digunakan untuk membuat panel struktural berkualitas tinggi, dan sisanya—kulit kayu, potongan gergaji, dan serbuk gergaji—dapat diubah menjadi energi, serpihan pulp, atau debu kulit kayu.

OSB paling umum digunakan untuk aplikasi tradisional seperti selubung untuk atap dan dinding, sublantai, dan lantai satu lapis. Kinerjanya yang unggul telah memungkinkan OSB mendapatkan popularitas di berbagai bidang lain, termasuk panel insulasi struktural, jaring untuk balok kayu I, aplikasi penanganan material, furnitur, dan berbagai proyek swakarya.

Ukuran Umum

Panel OSB yang diproduksi di Amerika Utara biasanya berukuran 4 X 8 kaki. Panel untuk penggunaan sebagai pelapis eksterior juga tersedia panel dengan lebar tumpang tindih sempit 6 inci atau 8 inci dan panjang 16 kaki. Karena OSB biasanya diproduksi dalam ukuran besar, banyak produsen dapat membuat panel sesuai pesanan dalam hampir semua ukuran hanya dengan mengubah pola pemotongan. Sebagian besar produsen OSB membuat panel berukuran besar, hingga 8 X 24 kaki, yang biasanya digunakan untuk sistem atap berpanel atau lantai modular. Dalam operasi yang menangani panel berukuran besar, panel ini memberikan keuntungan karena mengurangi jumlah total panel yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, dan dengan demikian mempercepat waktu dan biaya pemasangan.

OSB dapat diproduksi dengan tepi persegi atau dengan tepi T&G. Perlakuan permukaan panel dapat mencakup pemberian tekstur atau pengamplasan. OSB yang dilapisi untuk digunakan sebagai pelapis eksterior juga dapat diberi tekstur permukaan atau beralur.

Mutu Dan Ketebalan Panel Apa

Dua mutu panel umum untuk OSB adalah APA Rated Sheathing dan APA Rated Lantai. OSB APA Rated Sheathing ditujukan untuk sub-lantai, penutup dinding, dan penutup atap. Nilai APA untuk selubung/Langit-langit Dek juga dapat dibuat menggunakan OSB; dibuat sedemikian rupa sehingga satu permukaan memiliki lapisan atas, tekstur, atau alur. Ketebalan umum untuk panel selubung adalah: 5/16, 3/8, 7/16, 15/32, 1/2, 19/32, 5/8, 23/32, dan 3/4 inci.

OSB APA Rated Lantai ditujukan untuk lantai satu lapis di bawah karpet dan bantalan. Panel APA Rated Lantai sering kali memiliki tepi lidah dan alur. Ketebalan umum untuk panel lantai adalah: 19/32, 5/8, 23/32, 3/4, 7/8, 1, dan 1-1/8 in.

Klasifikasi Ikatan Osb

Panel papan untai berorientasi dengan Peringkat Kinerja APA memiliki klasifikasi ikatan yang ditetapkan, yang mengidentifikasi ketahanan panel terhadap paparan kelembapan. Panel diklasifikasikan ke dalam dua kelompok berikut:

- Panel eksterior memiliki ikatan yang sepenuhnya kedap air dan dirancang untuk aplikasi yang rentan terhadap paparan cuaca atau kelembapan secara permanen.
- Panel Paparan 1 memiliki ikatan yang sepenuhnya kedap air dan dirancang untuk aplikasi yang mungkin memerlukan penundaan konstruksi yang lama sebelum memberikan perlindungan. Sekitar 95 persen Panel dengan Peringkat Kinerja

diproduksi dengan penunjukan ini.

Standar Panel Berperforma Apa Untuk Osb

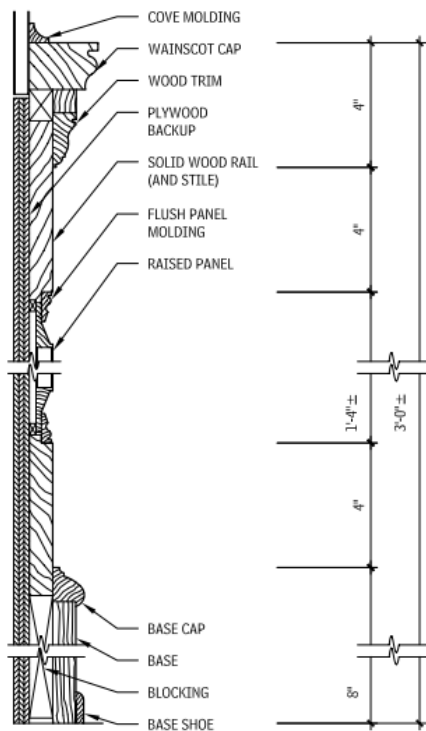
Panel OSB yang memiliki merek dagang APA diproduksi berdasarkan program jaminan kualitas APA yang ketat dan diakui oleh berbagai peraturan bangunan utama di AS dan Kanada, serta berbagai peraturan bangunan internasional. Setiap panel memiliki "peringkat kinerja", yang berarti panel tersebut memenuhi persyaratan kinerja yang diperlukan untuk aplikasi penggunaan akhirnya.

Sebagian besar panel OSB Amerika Utara diproduksi sesuai dengan Standar Produk Sukarela PS-2 atau standar kinerja APA PRP-108. Aplikasi panel yang dijelaskan dalam PS-2 dan APA PRP-108 meliputi lantai, dinding, dan atap. Standar-standar ini diakui oleh berbagai peraturan bangunan di Amerika Serikat, termasuk Kode Bangunan Internasional dan Kode Perumahan Internasional, dan oleh Laporan Layanan Evaluasi Nasional NER-108.

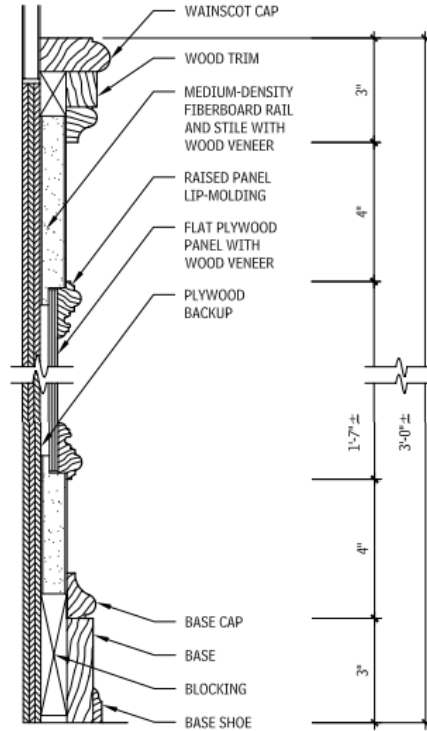
Panel Kayu

Panel kayu meliputi panel dinding yang dibuat di bengkel, dibuat sebagai panel kayu solid, panel kayu lapis, dan panel kayu berlapis plastik. Panel papan yang dibuat dari papan profil standar dianggap sebagai pertukangan jadi, dan tidak boleh disamakan dengan panel kayu, yang diklasifikasikan sebagai pekerjaan kayu arsitektur. Panel kayu terdiri dari serangkaian lembaran tipis panel kayu yang dibingkai bersama oleh potongan kayu, tiang vertikal, dan balok horizontal

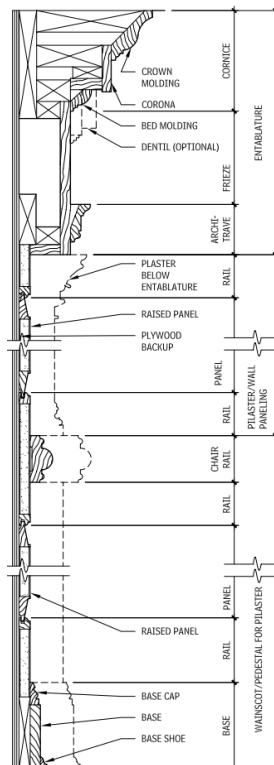
Panel pertama kali digunakan sebagai penutup dinding di Inggris pada abad ketiga belas. Hingga abad keenam belas, rangka hampir sama besarnya dengan konstruksi setengah kayu, seiring waktu rangka menjadi lebih ringan dan kurang masif. Saat ini, panel kayu setebal 1 inci atau kurang dapat berupa panel kayu solid atau terbuat dari venir di atas kayu lapis atau papan komposit. Tiang dan balok biasanya terbuat dari kayu solid atau papan venir. Cetakan tepi dan bibir serta lis lainnya hampir seluruhnya terbuat dari kayu solid.



Gambar 4.47 bagian—wainscot dengan panel tinggi dan cetakan tinggi



Gambar 4.48 bagian—wainscot dengan panel tinggi dan cetakan tinggi



Gambar 4.49 bagian—panel dinding tinggi enuh

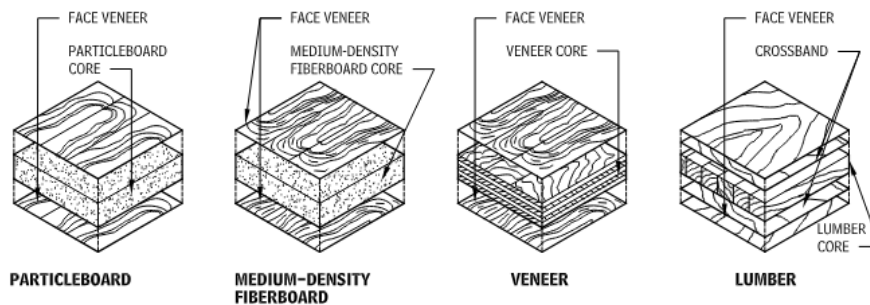
4.8 PRODUK PANEL DAN PELAPIS KAYU

Panel kayu arsitektural terbuat dari bahan kayu yang dipotong atau dibentuk menjadi produk lembaran yang disebut sebagai "inti panel". Lembaran ini digunakan sendiri (dengan atau tanpa pelapis) atau dilaminasi bersama dengan produk pelapis lainnya untuk membuat

kayu lapis. Berbagai macam panel diproduksi menggunakan bahan inti dan perekat atau pengikat yang berbeda serta berbagai teknik pembentukan dan perawatan permukaan. Karakteristik panel bervariasi dengan perbedaan bahan dan konstruksi ini.

Jenis Inti Panel

Inti panel, yang berfungsi sebagai substrat untuk laminasi dan pelapis pada permukaan luar, diklasifikasikan berdasarkan produk dan metode pembuatan. Jenis inti panel yang dijelaskan di bawah ini cocok untuk penggunaan arsitektural.



Gambar 4.50 jenis inti kayu lapis kayu keras

Inti Partikel Papan Bermutu Industri

Jenis inti ini dibuat dengan menggunakan panas dan tekanan untuk mengikat resin sintetis atau pengikat dan partikel kayu dengan berbagai ukuran.

Tabel 4.51 karakteristik kinerja material inti

Jenis inti panel	Kekerataan	Kualitas tepi secara visual	Keseragaman permukaan	Stabilitas dimensi	Daya topang sekrup	Kekuatan lentur	Ketersediaan
Papan Partikel Industri (kelas menengah)	Sangat Baik	Baik	Sangat Baik	Cukup	Cukup	Baik	Readily
MDF (Sedang-Density Fiberboard) / Papan Serat Kepadatan Menengah	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Cukup	Baik	Baik	Readily
Lapisan Kayu Tipis	Cukup	Baik	Cukup	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Readily
Kayu Olahan	Baik	Baik	Baik	Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Terbatas
Inti Kombinasi dengan Jalur Silang Komposit	Sangat Baik	Baik	Sangat Baik	Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Terbatas
Inti Kombinasi dengan Lapisan Dalam Komposit	Baik	Cukup	Baik	Baik	Baik	Baik	Terbatas
Papan Partikel Tahan Lembap	Sangat Baik	Baik	Baik	Cukup	Cukup	Baik	Terbatas
MDF Tahan Lembap	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Cukup	Baik	Baik	Terbatas
Papan Partikel Tahan Api	Sangat Baik	Cukup	Baik	Cukup	Cukup	Baik	Terbatas

Digunakan dalam berbagai macam aplikasi arsitektur pertukangan kayu, papan partikel kelas industri sangat cocok sebagai substrat untuk pelapis berkualitas tinggi dan laminasi

dekoratif. Bila digunakan sebagai panel tanpa lapisan permukaan, produk ini disebut papan partikel; bila digunakan dengan pelapis kayu di permukaan, panel ini disebut kayu lapis inti partikel. Inti papan partikel diklasifikasikan menjadi tiga kepadatan, tergantung pada berat per kaki kubik:

- Kepadatan rendah: kurang dari 40 pon per kaki kubik.
- Kepadatan sedang: 40 hingga 50 pon per kaki kubik.
- Kepadatan tinggi: lebih dari 50 pon per kaki kubik.

Inti Papan Partikel Tahan Kelembapan

Beberapa jenis papan partikel industri kepadatan sedang direkatkan menggunakan resin yang lebih tahan terhadap pembengkakan saat terkena kelembapan. Mutu yang paling umum adalah Lem Eksterior Tipe M-2 dan Lem Eksterior M-3 sesuai dengan ANSI 208.1. Ini berarti material ini lebih cocok untuk lingkungan di mana ada potensi paparan kelembapan, meskipun bukan untuk paparan air secara langsung dan terus-menerus seperti pada aplikasi eksterior murni.

Inti Partikel Papan Tahan Api

Papan partikel industri dengan kepadatan sedang dapat diolah selama proses produksinya agar memiliki stempel peringkat api UL Kelas A (dengan penyebaran api 20 dan pengembangan asap 25). Material ini bisa digunakan sebagai substrat untuk panel yang memerlukan peringkat Kelas A dalam ketahanan api. Ini sangat penting untuk aplikasi di mana kode bangunan mengharuskan material memiliki kemampuan untuk membatasi penyebaran api dan produksi asap.

Inti Sedang-Density Fiberboard (Mdf)

MDF terbuat dari partikel kayu yang direduksi menjadi serat dalam bejana uap bertekanan sedang, dikombinasikan dengan resin, dan direkatkan bersama di bawah panas dan tekanan. Permukaannya datar, halus, seragam, padat, dan bebas dari mata kayu atau pola serat. MDF sangat berguna sebagai substrat untuk cat, bahan pelapis tipis, venir, dan laminasi dekoratif. Tepinya yang homogen memungkinkan pengerjaan dengan mesin dan pelapisan cat. MDF adalah salah satu produk panel yang dibentuk dengan alas yang paling stabil dan banyak digunakan sebagai panel arsitektur.

Inti MDF Yang Tahan Kelembapan

Beberapa jenis MDF direkatkan dengan resin yang tahan kelembapan untuk menghasilkan produk yang tahan air. Ini membuatnya lebih cocok untuk aplikasi di area dengan potensi kelembapan tinggi.

Inti Venir (Kayu Lapis)

Produk panel ini terbuat dari lapisan-lapisan venir tipis yang berselang-seling. Perekat ditempatkan di antara lapisan, dan panel ditekan hingga perekat mengeras; panas sering digunakan untuk mempercepat pengeringan. Dua lapisan luar, yang sering dipilih berdasarkan spesies, serat, dan tampilan, disebut pelapis permukaan.

Inti Papan Keras

Papan keras terbuat dari serat yang dijalin dan dipadatkan di bawah panas dan tekanan hingga kepadatan 31 lbs. per kaki kubik atau lebih (sekitar 496 kg/m³). Tersedia dengan satu

sisi (S1S) atau dua sisi (S2S) yang halus, papan keras sering digunakan untuk bagian belakang rangka, bagian bawah laci, dan panel pembagi. Pekerja kayu arsitektur biasanya menggunakan dua jenis inti papan keras: standar (tidak ditempa) dan ditempa, yang merupakan papan keras standar yang telah mengalami perawatan pengawetan untuk meningkatkan kekakuan, kekerasan, dan beratnya.

Karakteristik Bahan Inti

Karakteristik kinerja bahan inti dipengaruhi oleh mutu dan ketebalan inti serta berat jenis spesies inti. Kualitas tepi visual dinilai sebelum perawatan dengan pita tepi atau pengisi dan, untuk inti kayu, mengasumsikan penggunaan mutu "tepi bening". Keseragaman permukaan berhubungan langsung dengan kinerja pelapis halus yang ditempatkan di atas permukaan. Stabilitas dimensi biasanya berhubungan dengan paparan terhadap variasi kelembapan relatif yang luas. Kekuatan penahan sekrup dan tekukan dipengaruhi oleh desain dan rekayasa yang tepat.

Kayu Lapis

Istilah "kayu lapis" didefinisikan sebagai panel yang terdiri dari tiga atau lebih lapisan (lapisan) kayu atau produk kayu (pelapis atau pelapis dan/atau bahan inti) yang umumnya dilaminasi menjadi satu lembar (panel). Kayu lapis dipisahkan menjadi dua kelompok, menurut bahan dan pembuatannya:

- Panel kayu lapis keras terbuat dari kayu keras atau pelapis kayu lunak yang ditempelkan di atas material inti seperti particleboard kepadatan sedang, fiberboard kepadatan sedang (MDF), kayu solid kepadatan rendah, dan veneer lainnya. Jenis ini umumnya digunakan dalam aplikasi arsitektural yang membutuhkan tampilan estetik dan stabilitas.
- Panel kayu lapis kayu lunak dibuat dengan pelapis permukaan kayu lunak, dan jarang dimasukkan ke dalam proyek pengerjaan kayu arsitektur yang sudah jadi karena ketidakstabilan bahan inti dan rongga inti.

Jenis Bahan Pelapis

Substrat produk kayu diklasifikasikan dalam dua kategori bahan pelapis utama: laminasi/lapisan dekoratif dan pelapis kayu.

Laminasi Dekoratif, Layer, Dan Produk Panel Pra-Finish

Kategori permukaan akhir ini dapat dipecah menjadi beberapa kelompok besar berikut:

- Laminasi dekoratif bertekanan tinggi dibentuk di bawah panas dan tekanan dari substrat kertas kraft yang diresapi resin dengan bahan permukaan plastik dekoratif dan lembaran pelindung atas yang bening. Perakitan yang biasa disebut laminasi plastik ini, menawarkan ketahanan terhadap keausan, banyak noda, serta bahan kimia. Penggunaan umum meliputi eksterior rangka, meja dapur, dan panel dinding.
- Panel dekoratif yang menyatu secara termal ditekan datar dari jarring yang diresapi resin poliester termoset atau diresapi resin melamin, dan sebagian besar telah dilaminasi ke substrat papan partikel industri atau papan serat kepadatan menengah saat tiba di pabrik pengerjaan kayu. Kinerjanya mirip dengan laminasi dekoratif bertekanan tinggi. Penggunaan umum meliputi interior rangka, furnitur, rak, bahan

pajangan, dan panel dekoratif.

- Lembaran termoplastik adalah lembaran atau gulungan semi kaku yang diekstrusi dari paduan akrilik/polivinil klorida (PVC) nonpori. Bahan tersebut tahan benturan dan goresan serta lekukan kecil tidak terlalu mencolok karena sifat warnanya yang tembus pandang.
- Pelapis dengan kepadatan sedang terbuat dari pelapis kertas yang diresapi resin yang ditekan, dan sangat tahan terhadap kelembapan. Pelapis ini tersedia untuk diaplikasikan pada inti yang cocok untuk penggunaan interior dan eksterior. Permukaan panel yang mulus dan kepadatan yang seragam menawarkan dasar yang kuat untuk lapisan akhir dan cat buram.
- Film vinil, foil, dan kertas dengan berat dasar rendah adalah bahan pelapis dekoratif yang, meskipun penggunaannya terbatas dalam pengerjaan kayu arsitektur khusus, cocok untuk beberapa instalasi.

Pelapis Kayu

Pelapis kayu diproduksi dalam berbagai ketebalan standar industri. Proses pemotongan dikontrol oleh sejumlah variabel, tetapi ketebalan pelapis tidak terlalu memengaruhi kualitas produk akhir.

Ada dua jenis pelapis, kayu keras dan kayu lunak. Pelapis kayu keras tersedia dalam berbagai spesies kayu domestik dan impor dan biasanya diiris polos, tetapi spesies tertentu dapat diiris belah, diiris seperempat, atau dipotong putar. Pelapis kayu lunak biasanya diiris dari kayu cemara Douglas, tetapi pinus dan kayu lunak lainnya juga tersedia. Sebagian besar pelapis kayu lunak dipotong putar. Kayu lunak yang diiris polos dan diiris seperempat (serat vertikal) dapat diperoleh dengan pesanan khusus.

Sebagian besar pelapis diambil dari pohon besar, tetapi beberapa diiris dari pohon yang tumbuh cepat, diwarnai, dan direkatkan kembali dalam cetakan untuk menciptakan pola "serat". Warna pelapis yang direkonstitusi ini ditetapkan selama pembuatan karena persentase garis lem yang tinggi tahan terhadap pewarnaan.

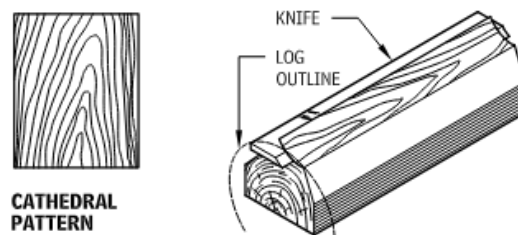
Cara pemotongan segmen batang kayu terhadap lingkaran tahunan pohon menentukan tampilan lapisan kayu. Potongan-potongan lapisan kayu, yang disebut sebagai "daun," disusun menurut urutan pemotongan sebagai acuan selama pemasangan. Kelompok daun dari satu pemotongan disebut "fitch" dan diidentifikasi dengan angka dan luas persegi kotor yang dikandungnya. Sisi-sisi daun yang terkait dengan posisinya dalam batang kayu diidentifikasi sebagai "sisi rapat" (di bagian luar batang kayu) dan "sisi longgar" (di bagian dalam atau inti batang kayu).

- Untuk mencapai konstruksi yang seimbang, produk panel harus benar-benar simetris dari garis tengah. Bahan yang digunakan di kedua sisi harus berkontraksi dan mengembang atau menunjukkan permeabilitas kelembapan pada tingkat yang sama. Ini penting untuk mencegah *warping* (melengkung).
- Dalam konstruksi panel, semakin tipis bahan pelapis, semakin sedikit gaya yang dapat dihasilkan untuk menyebabkan lengkungan. Semakin tebal substrat, semakin dapat menahan gerakan atau gaya lengkungan.

- Standar pelapis kayu: Untuk kayu lapis keras, karakteristik pelapis permukaan dari *Hardwood Plywood and Venir Association* (HPVA) secara umum telah disesuaikan untuk digunakan. Mutu permukaan ini berlaku untuk pengerjaan kayu arsitektur khusus.
- Faktor penyebaran api: Peringkat api dari bahan inti menentukan peringkat panel yang dirakit. Panel pelapis tahan api harus memiliki inti tahan api. Inti papan partikel tersedia dengan peringkat Kelas I (Kelas A). Beberapa kode bangunan, kecuali yang diamandemen secara lokal, menetapkan bahwa bahan permukaan 1/28 inci atau lebih tipis tidak dipertimbangkan dalam menentukan peringkat penyebaran api panel. Untuk informasi lebih lanjut, rujuk ke publikasi *Architectural Woodwork Institute, Quality Standards Illustrated*.

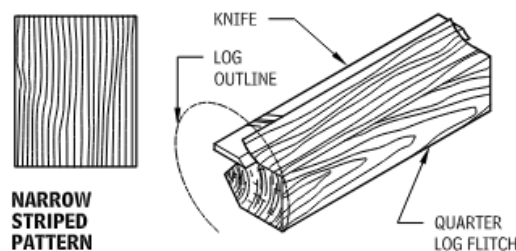
Jenis Potongan Venir

Metode pemotongan polos atau datar paling sering digunakan untuk menghasilkan veneer untuk pengerjaan kayu arsitektur berkualitas tinggi. Pada metode ini, pengirisan dilakukan sejajar dengan garis yang melewati pusat gelondongan. Hasilnya adalah kombinasi pola serat katedral dan serat lurus, dengan perkembangan pola alami dari satu "daun" pelapisan ke daun berikutnya.



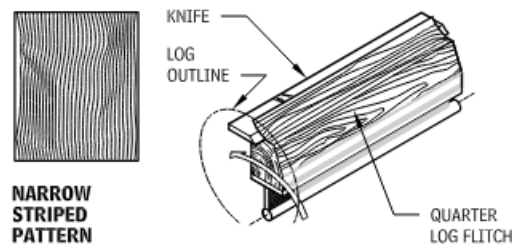
Gambar 4.52 veneer yang diiris polos (diiris datar)

Pemotongan seperempat, kira-kira sejajar dengan garis radius melalui segmen kayu gelondongan, meniru proses penggergajian seperempat yang digunakan dengan kayu solid. Pada banyak spesies, daun-daun individualnya sempit sebagai hasilnya. Serangkaian garis dihasilkan, bervariasi dalam kepadatan dan ketebalan di antara spesies. Pada kayu ek merah dan putih, "bintik" (kadang-kadang disebut serpihan) merupakan karakteristik dari metode pemotongan ini.



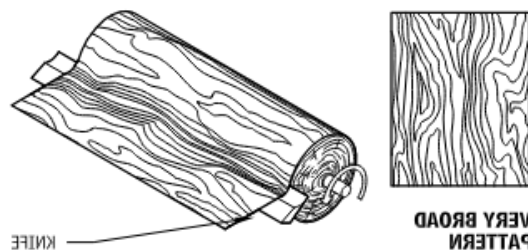
Gambar 4.53 veneer yang diiris seperempat

Venir potongan rift paling sering diproduksi dari kayu ek merah dan putih, jarang dari spesies lain. Perhatikan bahwa veneer rift dan kayu solid yang digergaji rift diproduksi dengan sangat berbeda sehingga "kecocokan" di antara keduanya sangat tidak mungkin. Dalam kedua kasus, pemotongan dilakukan sedikit di luar garis radius, meminimalkan "bintik" (kadang-kadang disebut serpihan) yang terkait dengan pengirisan seperempat. Hasilnya adalah pola serat yang sangat lurus dan seragam.



Gambar 4.54 veneer yang diiris rift (potongan rift)

Untuk membuat veneer potong putar, kayu gelondongan dipasang di bagian tengah pada mesin bubut dan "dikupas" di sepanjang jalur lingkaran pertumbuhan, seperti membuka gulungan kertas. Ini menghasilkan tampilan yang berani dan acak. Lebar veneer putar bervariasi, jadi pencocokan pada sambungan veneer sangat sulit. Sebagian besar veneer kayu lunak dipotong dengan cara ini. Veneer potong putar adalah yang paling tidak berguna dalam pengerjaan kayu arsitektur yang halus.



Gambar 4.55 veneer putar

Peniyauaian Antara Daun-Daun Veneer Yang Berdekatan

Kita bisa menciptakan berbagai efek visual tertentu dengan cara daun-daun veneer disusun. Veneer potong putar sulit untuk dicocokkan; oleh karena itu, sebagian besar pencocokan dilakukan dengan veneer yang diiris. Pencocokan daun-daun veneer yang berdekatan harus ditentukan. Konsultasikan dengan tukang kayu AWI untuk pilihan.

Peniyauaian Buku

Pencocokan buku adalah pencocokan yang paling umum digunakan dalam industri. Di dalamnya, setiap bagian veneer lainnya dibalik sehingga bagian yang berdekatan (daun) "dibuka" seperti halaman buku. Karena sisi "rapat" dan "longgar" bergantian di daun yang berdekatan, mereka memantulkan cahaya dan menerima pewarnaan secara berbeda. Sambungan veneer cocok, menciptakan pola simetris yang menghasilkan kontinuitas serat maksimum.

Peniyauaian Slip

Dalam metode pencocokan ini, daun yang berdekatan ditempatkan (dilepas) secara berurutan tanpa dibalik; dengan demikian, semua sisi muka yang sama terekspos. pola serat akan berulang tetapi sambungan tidak menunjukkan kecocokan serat.

Peniyauaian Acak

Dalam pencocokan acak, lembaran venir ditempatkan di samping satu sama lain dalam urutan dan orientasi acak, menghasilkan efek papan demi papan yang kasual pada banyak spesies. Upaya sadar dilakukan untuk tidak mencocokkan serat pada sambungan.

Peniyauaian Ujung

Pencocokan ujung sering digunakan untuk memperpanjang panjang venir yang tersedia untuk panel dinding tinggi dan meja konferensi panjang. Pencocokan ujung terjadi dalam dua jenis:

- Pencocokan ujung arsitektur: lembaran dicocokkan secara individual dengan metode buku atau slip, bergantian ujung ke ujung dan sisi ke sisi. Pencocokan ujung arsitektur menghasilkan pola serat kontinu terbaik untuk panjang maupun lebar.
- Pencocokan ujung panel: lembaran dicocokkan dengan metode buku atau slip pada sub-rakitan panel, dengan sub-rakitan berurutan dicocokkan dari ujung ke ujung, menghasilkan beberapa penghematan biaya pada proyek-proyek, jika diterapkan. Untuk sebagian besar spesies, pencocokan ujung panel menghasilkan tampilan yang menyenangkan, menyatu, dan kesinambungan serat.

Pencocokan Berjalan

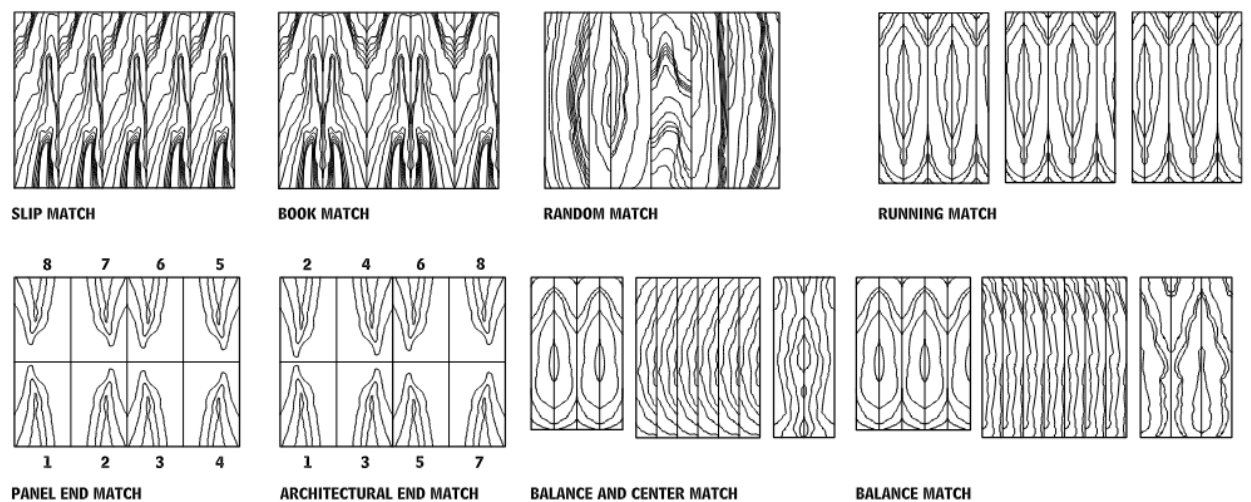
Dengan menggunakan metode ini, setiap permukaan panel dirakit dari sebanyak mungkin daun venir yang diperlukan. Hal ini sering kali menghasilkan tampilan asimetris, dengan beberapa daun venir dengan lebar yang tidak sama.

Pencocokan Seimbang

Dalam metode pencocokan seimbang, setiap permukaan panel dirakit dari daun venir ganjil atau genap dengan lebar yang seragam sebelum pemangkasan tepi. Tujuan utama metode ini adalah menciptakan tampilan yang seimbang secara visual di seluruh panel.

Keseimbangan Dan Peniyauaian Pusat

Dengan menggunakan metode ini, setiap permukaan panel dirakit dari sejumlah lembar venir dengan lebar yang sama sebelum pemangkasan tepi. Dengan demikian, terdapat sambungan venir di bagian tengah panel, yang menghasilkan simetri horizontal.

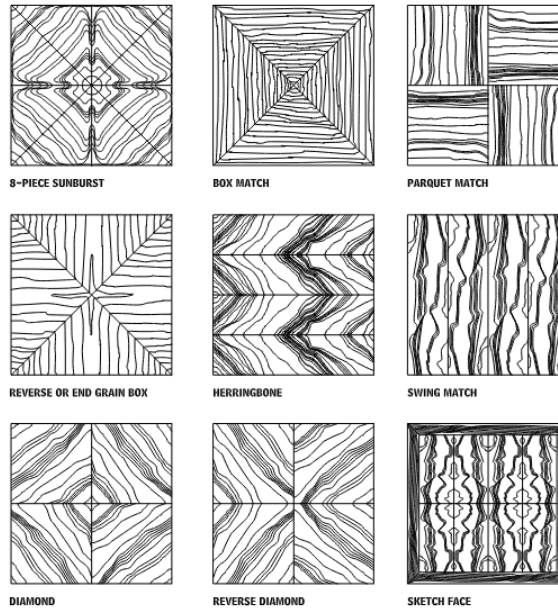


Gambar 4.56 jenis pertandingan venir

Tabel 4.57 ciri-ciri umum dari jenis venir kayu terpilih

Jenis kayu		Lebar maksimal (IN.)	Panjang (FT)	Ukuran papan belah	Biaya	Ketersediaan
Mahoni	Kayu Mahoni Honduras (Sayatan Biasa)	18	12	Besar	Sedang	Baik
	Kayu Mahoni Honduras (Sayatan Seperempat)	12	12	Besar	Tinggi	Sedang
	Kayu Mahoni Afrika (Sayatan Biasa)	18	12	Besar	Sedang	Sedang
	Kayu Mahoni Afrika (Sayatan Seperempat)	12	12	Besar	Tinggi	Baik
Ash	Kayu Ash Putih Amerika (Sayatan Biasa)	12	10	Sedang	Sedang	Baik
	Kayu Ash Putih Amerika (Sayatan Seperempat)	8	12	Kecil	Tinggi	Baik
	Kayu Ash Eropa (Sayatan Seperempat atau Sayatan Biasa)	10 ^d	10	Sedang	Tinggi	Terbatas
Anegre	Kayu Anegre (Sayatan Seperempat atau Sayatan Biasa)	12 ^d	12	Besar	Tinggi	Baik
Avodire	Kayu Avodire (Sayatan Seperempat)	10	10	Besar	Tinggi	Terbatas
Ceri	Kayu Ceri Amerika – Sayatan Biasa (<i>Plain-Sliced</i>)	12	11	Sedang	Sedang	Baik
	Kayu Ceri Amerika (Sayatan Seperempat)	4	10	Sangat Kecil	Tinggi	Sedang
Birch	Kayu Birch Potong Berputar (Alami)	48	10	Besar	Low	Baik
	Kayu Birch Potong Berputar (Pilihan Merah atau Putih)	36	10	Sedang	Sedang	Sedang
	Kayu Birch Sayatan Biasa (Alami)	10	10	Kecil	Sedang	Terbatas
	Kayu Birch Sayatan Biasa (Pilihan Merah atau Putih)	5	10	Kecil	Tinggi	Terbatas
Butternut	Kayu Butternut – Sayatan Biasa	12	10	Sedang	Tinggi	Terbatas
Makore	Kayu Makore – Sayatan Seperempat atau Sayatan Biasa	12 ^d	12	Besar	Tinggi	Baik

Maple	Kayu Maple Amerika – Sayatan Biasa (Setengah Lingkaran / Half Round)	12	10	Sedang	Sedang	Baik
	Kayu Maple Birdseye – Potong Berputar (<i>Rotary</i>)	20	10	Sedang	Sangat Tinggi	Baik
Ek	Kayu Ek Cokelat Inggris – Sayatan Biasa	12	10	Sedang	Sangat Tinggi	Terbatas
	Kayu Ek Cokelat Inggris – Sayatan Seperempat	10	10	Sedang	Sangat Tinggi	Terbatas
	Kayu Ek Merah Amerika – Sayatan Biasa	16	12	Besar	Sedang	Baik
	Kayu Ek Merah Amerika – Sayatan Seperempat	8	10	Kecil	Sedang	Baik
	Kayu Ek Merah Amerika – Sayatan Miring (<i>Rift-Sliced</i>)	10	10	Sedang	Sedang	Baik
	Kayu Ek Merah Amerika – Rift Serat Sisir (<i>Comb Grain</i>)	8	10	Kecil	Sangat Tinggi	Terbatas
	Kayu Ek Putih Amerika – Sayatan Seperempat	12	12	Sedang	Sedang	Baik
	Kayu Ek Putih Amerika – Sayatan Biasa	8	10	Kecil	Sedang	Baik
	Kayu Ek Putih Amerika – Sayatan Miring (<i>Rift-Sliced</i>)	8	10	Sedang	Tinggi	Baik
	Kayu Ek Putih Amerika – Rift Serat Sisir (<i>Comb Grain</i>)	8	10	Kecil	Sangat Tinggi	Terbatas
Hickory atau Pecan	Kayu Hickory atau Pecan Amerika – Sayatan Biasa	12	10	Kecil	Sedang	Baik
Sapele	Kayu Sapele – Sayatan Seperempat atau Sayatan Biasa	12 ^d	12	Besar	Tinggi	Baik
Sycamore	Kayu Sycamore Inggris – Sayatan Biasa	10	10	Sedang	Sangat Tinggi	Terbatas
	Kayu Sycamore Inggris – Sayatan Seperempat	6	12	Sedang	Sangat Tinggi	Terbatas
Jati	Kayu Jati – Sayatan Biasa	12	12	Besar	Sangat Tinggi	Terbatas
	Kayu Jati – Sayatan Seperempat	12	10	Sedang	Sangat Tinggi	Terbatas
Kenari	Kayu Kenari Amerika – Sayatan Biasa	12	12	Sedang	Sedang	Baik
	Kayu Kenari Amerika – Sayatan Seperempat	6	10	Sangat Kecil	Tinggi	Langka



Gambar 4.58 pilihan peniyauaian veneir kayu khusus

Tabel 4.59 pola veneir wajah umum dari jenis komersial terpilih

Jenis kayu keras komersial utama	Pola veneer permukaan			
	Sayatan biasa (<i>potong datar</i>)	Sayatan seperempat	Sayatan miring dan serat sisir	Potong berputar (<i>rotary</i>)
Ash	Iya	Iya	Tidak	Iya
Birch	Iya	Tidak	Tidak	Iya
Ceri	Iya	Iya	Iya	Iya
Hickory	Iya	Iya	Iya	Iya
Lauan	Tidak	Iya	Tidak	Iya
Mahoni Afrika	Iya	Iya	Tidak	Iya
Mahoni Amerika (Honduras)	Iya	Iya	Tidak	Iya
Maple	Iya	Iya	Iya	Iya
Ek Merah	Iya	Iya	Iya	Iya
Kayu Ek Putih	Iya	Iya	Iya	Iya
Pecan	Iya	Iya	Iya	Iya
Kayu Kenari Hitam	Iya	Iya	Iya	Iya
Poplar Kuning	Iya	Iya	Tidak	Iya
Metode Pemotongan yang Umum Digunakan	Sayatan Biasa atau Setengah Lingkaran dengan Mesin Bubut	Sayatan Seperempat	Sayatan Seperempat Miring dengan Mesin Bubut	Mesin Bubut Berputar

BAB 5

DESAIN BERKELANJUTAN

5.1 PENDAHULUAN

Desain berkelanjutan, seperti semua ide hebat lainnya, didefinisikan dengan beragam cara. Istilah tersebut telah kehilangan kejelasan di tengah upaya mulia para desainer untuk menciptakan dunia yang lebih sehat dan lebih baik. Bahkan definisi yang diterima dari Komisi Brundtland tentang pembangunan berkelanjutan sebagai *“memenuhi kebutuhan masa kini sambil memungkinkan generasi mendatang memenuhi kebutuhan mereka sendiri”* menggunakan istilah kebutuhan yang tidak didefinisikan. Apa yang akan *“memenuhi kebutuhan kita”* bukanlah standar kuantitatif yang dapat didefinisikan dalam bab ini—atau di tempat lain. David Orr, pendidik terkemuka dan pendukung literasi ekologi dari Oberlin College, telah mendefinisikan istilah tersebut lebih jelas daripada kebanyakan orang ketika ia menyatakan bahwa *“desain ekologis adalah penyediaan yang cermat antara tujuan manusia dengan pola dan aliran yang lebih besar dari dunia alami.”*

Ide keberlanjutan, yaitu bahwa manusia harus secara sengaja hidup berdampingan dalam keadaan seimbang dengan alam, tumbuh dari gerakan lingkungan hidup pada paruh kedua abad kedua puluh. Frasa *“desain berkelanjutan”* dalam praktik saat ini—yang sering digunakan secara bergantian dengan desain *“hijau,” “lingkungan,”* atau *“ekologis,”* mencakup berbagai konsepsi dalam perencanaan dan arsitektur tentang tindakan yang diperlukan untuk mencapai keberlanjutan. Ini termasuk ekologi lokasi, infrastruktur perkotaan alternatif, mobilitas, desain yang bertanggung jawab secara sosial, konservasi dan pengolahan air, mitigasi pulau panas, efisiensi energi, integrasi energi terbarukan, desain untuk pembongkaran, penggunaan kembali adaptif, bahan daur ulang, dapat didaur ulang, dan direklamasi, desain ulang bahan yang sehat, protokol konstruksi yang efisien, pencahayaan alami, kualitas udara dalam ruangan, komisioning, umpan balik pasca-hunian, serta kebutuhan akan desain arsitektur yang sangat baik dan integrasi proses yang diperlukan untuk memberikan kejelasan di tengah parameter yang sering bersaing ini.

Para pemerhati lingkungan memberi tahu kita bahwa kita sering mengacaukan kebutuhan dan keinginan kita, dan bahwa kita harus belajar untuk merasa cukup dengan apa yang ada—menjadi *“tidak terlalu buruk.”* Arsitek William McDonough, FAIA, telah mengemukakan agenda positif yang akan mengarah pada paradigma baru di mana kita *“merayakan ketergantungan kita dengan sistem kehidupan lain dan menjadikan arsitektur itu sendiri sebagai kekuatan regeneratif.”* Ini adalah panggilan bagi arsitek dan desainer untuk terlebih dahulu membayangkan seperti apa menjadi lebih baik, bukan lebih baik.

Desain berkelanjutan adalah desain yang mengajukan pertanyaan yang tepat. Desain ini mengharuskan kita untuk memahami cerita di balik apa yang kita ciptakan: Apakah desain tersebut aman? Bagaimana desain tersebut saling bergantung dengan sistem kehidupan? Apakah desain tersebut membuat hidup lebih baik? Desain berkelanjutan, pada dasarnya,

adalah desain yang baik.

Halaman berikut menyediakan kerangka awal untuk desain yang didasarkan pada visi dunia yang sehat dan berkelanjutan.

5.2 PRINSIP DAN PROSES KERANGKA DESAIN YANG BAIK

Prinsip Desain Berkelanjutan

Setiap tindakan desain menandakan visi dunia. Baik disengaja atau tidak, visi dunia tersebut didukung oleh prinsip. Prinsip adalah generalisasi dasar yang dimaksudkan sebagai standar perilaku yang baik. Prinsip mendefinisikan kerangka etika tempat arsitek dapat berpraktik dengan jelas, adil, dan peka terhadap elemen dunia yang dipengaruhi oleh desain. Prinsip dalam pengertian ini bukanlah strategi desain, melainkan dasar bagi strategi tersebut.

Desain Berkelanjutan

Pada tahun 1992, William McDonough, FAIA, dan Michael Braungart menulis sembilan Prinsip Hannover, Desain untuk Keberlanjutan (Diterbitkan oleh Kota Hannover, Jerman, 1992), yang saat ini berfungsi sebagai panduan untuk desain produk, komunitas, dan arsitektur:

1. Menekankan hak asasi manusia dan alam untuk hidup berdampingan dalam kondisi yang sehat, mendukung, beragam, dan berkelanjutan.
2. Kenali dan saling ketergantungan. Elemen desain manusia berinteraksi dengan dan bergantung pada alam, dengan implikasi yang luas dan beragam di setiap skala. Perluas pertimbangan desain untuk mengenali efek yang bahkan jauh.
3. Hargai hubungan antara roh dan materi. Pertimbangkan semua aspek permukiman manusia, termasuk komunitas, tempat tinggal, industri, dan perdagangan dalam hal hubungan yang ada dan berkembang antara kesadaran spiritual dan material.
4. Menerima tanggung jawab atas konsekuensi keputusan desain terhadap kesejahteraan manusia, kelangsungan sistem alam, dan hak mereka untuk hidup berdampingan.
5. Menciptakan objek yang aman dengan nilai jangka panjang. Jangan membebani generasi mendatang dengan persyaratan untuk pemeliharaan atau administrasi yang waspada terhadap potensi bahaya karena pembuatan produk, proses, atau standar yang ceroboh.
6. Menghilangkan konsep limbah. mengevaluasi dan mengoptimalkan siklus hidup penuh produk dan proses, untuk mendekati keadaan sistem alami, di mana tidak ada limbah.
7. Mengandalkan aliran energi alami. Desain manusia harus, seperti dunia yang hidup, memperoleh kekuatan kreatifnya dari pendapatan surya abadi. Menggabungkan energi ini secara efisien dan aman untuk penggunaan yang bertanggung jawab.
8. Pahami keterbatasan desain. Tidak ada ciptaan manusia yang bertahan selamanya dan desain tidak menyelesaikan semua masalah. Mereka yang menciptakan dan merencanakan harus bersikap rendah hati dalam menghadapi alam. Perlakukan alam sebagai model dan mentor, bukan sebagai gangguan yang harus dihindari atau dikendalikan.
9. Carilah peningkatan yang konstan dengan berbagi pengetahuan. Dorong komunikasi langsung dan terbuka antara kolega, pelanggan, produsen, dan pengguna untuk

menghubungkan pertimbangan berkelanjutan jangka panjang dengan tanggung jawab etis dan membangun kembali hubungan integral antara proses alami dan aktivitas manusia.

Prinsip Hannover memberikan dasar untuk memahami saling ketergantungan manusia dengan alam dan, dengan demikian, menyediakan landasan bagi prinsip desain berkelanjutan. Desain berkelanjutan memungkinkan arsitek untuk menentukan jalur terbaik untuk mengintegrasikan bangunan, infrastruktur, dan sistem alam. Arsitek harus memahami sistem alam sehingga desain mereka tetap ramah lingkungan sepanjang umur struktur dan infrastruktur.

Pembangunan Berkelanjutan

Pada tahun 1987, Komisi Dunia untuk Lingkungan dan Pembangunan yang ditunjuk oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa menerbitkan "Masa Depan Kita Bersama" (atau lebih dikenal sebagai "Laporan Brundtland," yang diambil dari nama Perdana Menteri Norwegia Gro Harlem Brundtland, ketua komisi tersebut). Sebuah frasa dari dokumen ini telah menjadi definisi keberlanjutan yang paling banyak dikutip, yang menurut laporan tersebut, "memenuhi kebutuhan masa kini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri."

Ini telah menjadi definisi pembangunan berkelanjutan yang diterima secara luas, yang membuktikan realitas politik dari konstruksinya, karena "kebutuhan" tidak dibedakan dari kebutuhan gaya hidup saat ini. Mendefinisikan apa yang dibutuhkan masyarakat merupakan tantangan sekaligus kunci menuju dunia yang lebih berkelanjutan. Para pemerhati lingkungan sering menyamakan solusi dengan belajar untuk hidup dengan lebih sedikit. Memang, salah satu peran desainer adalah membuat lebih banyak dari yang sedikit, sehingga masa depan dapat dilihat bukan sebagai masa kelangkaan, tetapi sebagai dunia yang berkelimpahan secara berkelanjutan.

Desain Ekologis

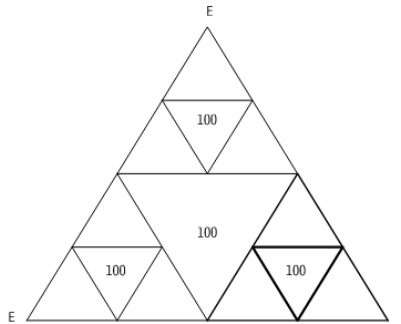
Komite Lingkungan dari *American Institute of Architect* (AIA COTE) telah mengutip definisi desain berkelanjutan dari pemerhati lingkungan terkemuka David Orr, profesor di Oberlin College. Orr lebih menyukai istilah desain ekologis. Dalam sebuah artikel berjudul, "*Literasi Lingkungan: Pendidikan seakan-akan Bumi Itu Penting*" (1992), ia menulis, "*Desain ekologis memerlukan kemampuan untuk memahami pola-pola yang saling terhubung, yang berarti melihat melampaui kotak-kotak yang kita sebut disiplin untuk melihat berbagai hal dalam konteks yang lebih luas. Desain ekologis adalah perpaduan yang cermat antara tujuan manusia dengan pola dan alur yang lebih besar dari dunia alam; ini adalah studi yang cermat tentang pola dan alur tersebut untuk menginformasikan tujuan manusia.*"

Ekonomi-Ekologi-Kesetaraan

Desain berkelanjutan memerlukan lebih dari sekadar desain yang peka terhadap lingkungan atau desain bioklimat. Banyak arsitek yang mengikuti prinsip-prinsip desain berkelanjutan menyadari bahwa keberlanjutan melibatkan lebih dari sekadar lingkungan dan energi, yang membentuk substansi dari sebagian besar gerakan bangunan hijau hingga saat ini. Desain dan pembangunan berkelanjutan dapat dilihat sebagai optimalisasi pertimbangan

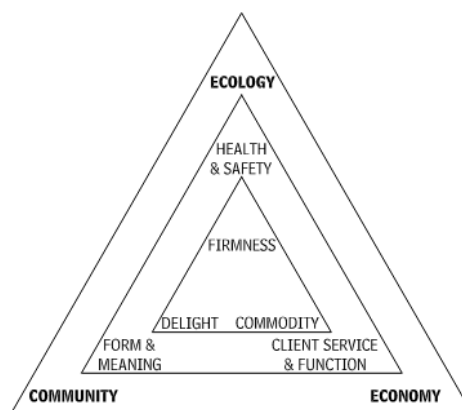
ekonomi, lingkungan, dan sosial—atau ekonomi, ekologi, dan ekuitas.

Optimalisasi ini dapat direpresentasikan sebagai hubungan segitiga antara pertimbangan-pertimbangan ini dan, dengan demikian, dapat digunakan sebagai cara untuk mengidentifikasi hubungan isu-isu individual. Misalnya, pembuatan produk ramah lingkungan yang hemat biaya, atau "eko-efisiensi," adalah pertanyaan ekonomi/ekologi. Menemukan keseimbangan antara keadilan bagi masyarakat dan lanskap alam di sekitarnya adalah masalah ekuitas/ekologi.



Gambar 5.1 segitiga fraktal: ekonomi-ekologi-ekuitas

Dalam sejarahnya, desain arsitektur yang baik telah didefinisikan berdasarkan tiga aspek: komoditas (program dan ekonomi proyek), kekokohan (kinerja), dan keindahan (estetika). Isu-isu lingkungan dan sosial tidak selalu melekat dalam ketiga aspek ini. Namun, beberapa pihak telah mencoba menghubungkan paradigma ekonomi-ekologi-ekuitas (komunitas) dengan konsep komoditas, kekokohan, dan keindahan tersebut



Gambar 5.2 pemetaan kekuatan dan kenikmatan komoditas terhadap ekonomi-ekologi-ekuitas

Arsitek Sebagai Penjaga Kesehatan Manusia Dan Ekologi

Edisi awal Standar Grafis Arsitektur mendefinisikan peran arsitek dengan jelas, mendefinisikan peran arsitek, gaya yang didefinisikan secara sempit, dan umumnya mendasarkan kerangka peraturan pada tradisi bangunan yang dipahami arsitek saat itu. Edisi

berikutnya memperhitungkan bagaimana industrialisasi yang sedang berlangsung mengubah banyak cara dalam pembuatan bangunan dan bagaimana teknologi baru digunakan untuk membuat dan membentuk bahan dan produk.

Teknologi baru ini mulai dianggap berbeda ketika praktik desain mulai dipengaruhi oleh lebih dari sekadar biaya, kinerja, dan estetika. Secara khusus, isu-isu yang berkaitan dengan kesehatan manusia dan lingkungan telah memengaruhi industri bangunan, di antaranya:

- Asbes dan penyakit paru-paru
- Klorofluorokarbon (CFC) dan lapisan ozon
- PCB dan kanker
- Radon dan penyakit
- Asap rokok dan penyakit
- Polusi udara dan alergi serta asma
- Perluasan wilayah pinggiran kota dan gaya hidup yang tidak banyak bergerak
- Makanan cepat saji dan diabetes
- Penebangan hutan dan erosi serta spesies yang terancam punah
- Polusi industri terhadap air dan udara serta penipisan spesies

Setiap aspek desain telah menjadi lebih kompleks karena hubungan antara material dan praktik baru mulai dipahami. Prinsip-prinsip yang didasarkan pada hubungan yang baru ditemukan antara kesehatan manusia dan lingkungan alam mengubah industri arsitektur.

Proses Desain Berkelanjutan

Arsitek memiliki kemampuan untuk memecahkan masalah kompleks melalui sintesis desain. Keterampilan ini telah diformalkan dalam sebuah proses desain yang, pada puncaknya, mencirikan semacam pemikiran sistem yang dapat diterapkan pada disiplin ilmu apa pun. Pemikiran sistem ditandai dengan identifikasi koneksi dan hubungan antara item-item yang berbeda, dikombinasikan dengan analisis intensif. Pemecahan masalah yang efektif menerapkan pemikiran nonlinier untuk menemukan pola, skala, dan hubungan, seringkali bertentangan dengan linimasa linier, hubungan, dan subsistem yang diketahui untuk menemukan solusi kreatif.

Arsitek dilatih sebagai pemecah masalah tiga dimensi, sehingga pelatihan arsitektur dapat dilihat sebagai bentuk pemikiran sistem. Arsitektur dibatasi oleh pertimbangan fungsional, regulasi, dan ekonomi, serta pengaruh banyak pengambil keputusan, yang semuanya dapat mengubah arah desain secara tak terduga. Seiring dengan meningkatnya kompleksitas ini, pemikiran sistem dibutuhkan untuk memberikan kejelasan pada proses, sementara pemikiran linier mungkin bernilai untuk disiplin ilmu khusus tertentu, jadwal jalur kritis, anggaran, dan perhitungan teknik.

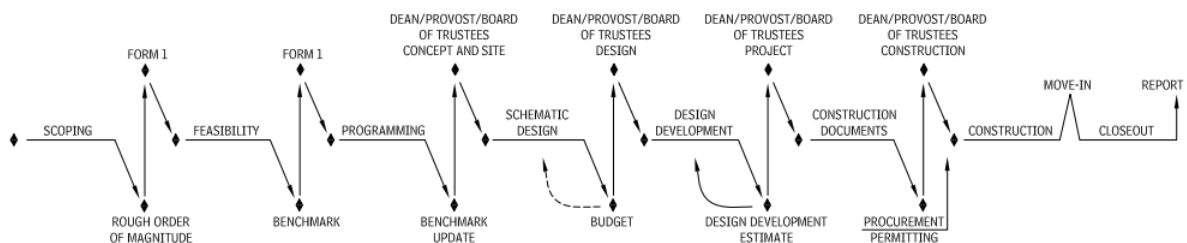
Iterasi

Pemikiran linier tidak efektif untuk proses desain yang baik, yang mendekati masalah berulang-ulang, hampir kembali ke awal, ke premis dan program proyek awal, meninjaunya kembali untuk mengonfirmasi arah desain dan menentukan apakah bagian utama dari solusi tersebut sesuai.

Desain arsitektur mungkin lebih kompleks daripada proses disiplin desain lainnya.

Misalnya, desain material mungkin sulit dan multidimensi tetapi pada dasarnya linier dan biasanya tentang pemenuhan spesifikasi. Desain mobil dan produk memiliki masalah yang sama dengan desain bangunan. Akan tetapi, perubahan yang terjadi antara desain dan pembuatan produk cenderung lebih sedikit, karena sebagian besar produk direplikasi dalam batasan variasi yang ketat.

Semua desain pada dasarnya bersifat iteratif, dan biasanya semakin banyak iterasi yang dilakukan, semakin tinggi kualitas hasilnya. Jurusan Perencanaan dan Manajemen Modal Universitas Stanford mencirikan proses iteratif terstruktur selama masa proyek, yang memungkinkan persetujuan, pemeriksaan, dan penyeimbangan di setiap fase selama prosesnya.



Gambar 5.3 proses stanford—debar jantung

Pemikiran Sistem

Ekologi adalah tentang sistem alami dan desain yang baik berupaya untuk meniru efektivitas sistem ini, mengidentifikasi hubungan yang penting. Misalnya, pemahaman mendalam tentang program proyek memastikan bahwa setiap ruang yang digabungkan akan memiliki nilai dan tingkat kualitas serta perabotan yang sesuai. Memahami program, konsep desain formal, struktur tim, parameter lokasi dan teknik, jadwal, serta teknik dan material konstruksi memerlukan pemikiran sistem yang kompleks. Desain berkelanjutan menambahkan parameter baru ke persamaan ini dan menyusun ulang banyak elemen tradisional.

Rapat

Proses desain yang berkelanjutan mempertimbangkan kembali kapan dan bagaimana rapat diadakan, siapa yang hadir, dan berapa biaya yang sesuai di setiap tahap. Desain berkelanjutan memerlukan lebih banyak interaksi di awal desain, dengan lebih banyak pemangku kepentingan yang hadir, dan transparansi yang lebih besar dari proses desain. Jika para pemimpin masyarakat, pejabat, dan lingkungan berpartisipasi dalam evolusi desain, desain akan lebih dipahami dan memiliki kualitas yang lebih tinggi.

Insinyur

Insinyur memberikan pengetahuan yang mengarah pada bangunan hemat energi dengan sistem yang dioptimalkan. Konsultan spesialis lebih umum ditemukan dalam proyek desain berkelanjutan karena sebagian besar informasinya masih relatif baru. Ini adalah fase transisi bagi profesi teknik, karena layanan baru ini dimasukkan oleh firma arsitektur dan teknik utama. Kemajuan teknologi semakin memungkinkan pemodelan pertimbangan seperti aliran energi dan cahaya matahari dilakukan sebagai bagian dari layanan arsitektur.

Karakteristik Desain Berkelanjutan

Menentukan apa yang dimaksud dengan pendekatan berkelanjutan bisa jadi sulit saat tujuan-tujuan proyek ditetapkan di tahap awal. Keadaan khusus lokasi, wilayahnya, dan program proyek akan memengaruhi keputusan. Selain itu, mempertimbangkan serangkaian isu desain berkelanjutan lintas disiplin bisa sangat membantu. Sebuah matriks desain berkelanjutan yang diterbitkan bersama Prinsip-Prinsip Hannover, dan diadaptasi di sini dalam Tabel 5.4 (dari bagan yang dikembangkan oleh Malcolm Wells dan kemudian Osama Salem pada tahun 1990), dapat membantu mengangkat isu-isu ke permukaan dan mulai menetapkan apa yang penting dalam proyek tertentu.

Tabel 5.4 matriks keberlanjutan

Ekstrem negatif (-100)	Ekstrem positif (+100)
Material	
Material impor	Material lokal / asli daerah
Material dengan energi tertanam tinggi	Material dengan energi tertanam rendah
Material tak terbarukan	Material terbarukan
Material tidak dapat didaur ulang	Material dapat didaur ulang
Material beracun	Material tidak beracun
Penggunaan lahan	
Merusak tanah subur	Melindungi / menciptakan tanah subur
Menghancurkan nutrisi	Menciptakan / menambahkan nutrisi
Tidak menghasilkan pangan	Menghasilkan pangan sendiri
Merusak habitat satwa liar	Menyediakan habitat bagi satwa liar
Menggunakan lahan produktivitas tinggi	Menggunakan lahan dengan produktivitas rendah
Konteks perkotaan	
Mendukung transportasi berenergi tinggi	Mendukung transportasi berenergi rendah
Mendukung transportasi yang mencemari	Mendukung transportasi yang tidak mencemari
Tidak mengakomodasi pertanian kota	Mengakomodasi pertanian kota
Tipe bangunan seragam	Tipe bangunan beragam
Tanpa ruang terbuka	Ruang terbuka dilestarikan secara permanen
Ruang terbuka dilestarikan secara permanen	Menyediakan habitat manusia
Tanpa akses matahari dan angin	Diatur untuk akses matahari dan angin
Air	
Merusak air bersih	Menciptakan air bersih
Membiarkan air hujan terbuang sia-sia	Menyimpan dan menggunakan air hujan
Mengabaikan penggunaan air abu-abu	Menggunakan air abu-abu
Membuang limpasan air	Menciptakan perkolasi
Mengambil air dari tempat jauh	Mengambil air secara lokal
Limbah	
Membuang air limbah hitam	Mendaur ulang air limbah hitam
Membiarkan energi tertanam terbuang	Mendaur ulang energi tertanam
Membuang limbah padat	Mendaur ulang limbah padat
Udara	
Merusak udara bersih	Menciptakan udara bersih
Mencemari udara secara termal	Menghindari polusi termal
Mencemari udara dalam ruangan	Memurnikan udara dalam ruangan

Energi	
Mebiarkan energi surya terbuang	Menggunakan energi surya
Mengabaikan inersia termal bangunan	Menggunakan inersia termal bangunan
Membuang energi limbah	Mendaur ulang energi limbah
Mebiarkan energi angin terbuang	Menggunakan energi angin
Mebiarkan biomassa terbuang	Menggunakan biomassa
Mengabaikan pencahayaan alami	Menggunakan pencahayaan alami
Mengabaikan ventilasi alami	Menggunakan ventilasi alami
Memperparah iklim mikro	Menstabilkan iklim mikro
Tanggung jawab	
Merusak kesunyian	Menciptakan kesunyian
Tanpa desain partisipatif	Desain partisipatif
Sering membutuhkan perbaikan	Memelihara diri sendiri
Adiktif dan memperbudak	Mencerahkan dan membebaskan
Tidak responsif terhadap alam	Responsif terhadap alam
Tidak responsif terhadap perubahan	Responsif terhadap perubahan
Tidak responsif terhadap budaya	Responsif terhadap budaya

Ruang Lingkup Layanan Yang Diperluas

Desain berkelanjutan menghadirkan peluang untuk memperluas cakupan layanan yang menguntungkan arsitek, pemilik, pengguna, masyarakat, dan lingkungan. Perencanaan fasilitas strategis selalu mendapat manfaat dari masukan arsitek. Secara tradisional, arsitek dipekerjakan setelah keputusan untuk membangun dibuat dan lokasi telah dipilih.

Perencanaan dan arsitektur bersatu dalam bidang baru seperti desain komunitas dan desain perkotaan yang sedang berkembang. Serangkaian praktik baru muncul dalam fase tradisional suatu proyek. Banyak arsitek yang mengejar konsultasi keberlanjutan sebagai jalur karier alternatif. Peluang pascahunian seperti komisioning dan manajemen fasilitas juga menjadi area pertumbuhan.

Cakupan layanan yang diperluas ini menunjukkan bahwa proses harus dimulai lebih awal, saat keputusan strategis kunci dibuat; diperpanjang hingga nanti, untuk memastikan tujuan kinerja dan kepuasan pengguna; dan menjadi lebih menyeluruh di sepanjang proses, untuk memastikan pemeriksaan menyeluruh terhadap pemodelan energi, pencahayaan alami, akustik, dan parameter lain yang biasanya dianggap opsional.

Penasihat Strategis

Desain bangunan yang berkelanjutan mempertimbangkan keputusan yang diambil sebelum bangunan benar-benar dibangun. Konsep desain yang berkelanjutan mempertanyakan asumsi status quo dan mendefinisikan ulang tugas desain. Haruskah bangunan itu dibangun? Bagaimana pemilihan lokasi dioptimalkan untuk mobilitas dan akses ke transportasi umum atau alternatif? Sebagai penasihat utama bagi klien, arsitek dapat menerapkan kerangka prinsip-prinsip yang berkelanjutan untuk mengoptimalkan ekonomi, ekologi, dan ekuitas.

Prinsip dan tujuan proyek yang memandu sangat penting untuk keberhasilan desain. Elemen lain dari "pradesain", yang semuanya merupakan bagian dari awal yang sukses untuk program yang solid, meliputi yang berikut ini:

- Dimensi kualitatif
- Analisis keuangan
- Penilaian lingkungan
- Perbandingan
- Strategi konstruksi

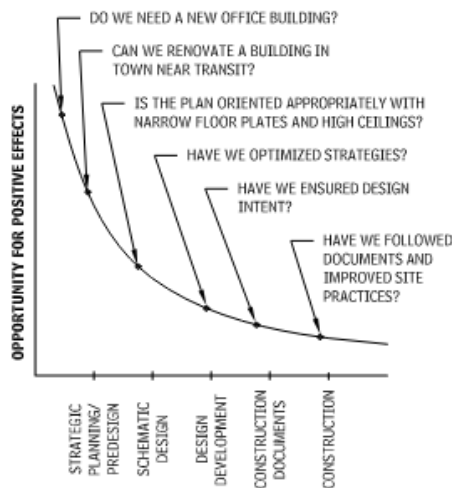
Desain yang berkelanjutan lebih menekankan pada keberhasilan permulaan, membina penerimaan masyarakat, mengelola risiko, dan mempertimbangkan hubungan sosial dan ekologis.

Desain Komunitas

Desain bangunan yang berkelanjutan saja tidak akan memengaruhi biaya finansial, lingkungan, dan sosial masyarakat. Keberlanjutan pada dasarnya adalah pertanyaan tentang perubahan budaya. Tidak ada satu jawaban yang tepat untuk masyarakat. Strategi pembangunan perkotaan, pinggiran kota, dan pedesaan semuanya mungkin dilakukan. Pertumbuhan yang tidak terkendali ke daerah pedesaan telah membebani infrastruktur dan pemerintah terutama karena desain masyarakat yang efektif belum dimasukkan ke dalam proses pembangunan.

Memaksimalkan Peluang Awal

Jenis keputusan yang terjadi di setiap fase proyek pembangunan dapat dipetakan dalam sebuah grafik, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.5. Peluang untuk mengoptimalkan ekonomi, ekologi, dan ekuitas ada di setiap tahap, tetapi peluang yang lebih besar tampak pada tahap paling awal.



Gambar 5.5 peluang dan pertanyaan desain berkelanjutan

Sebagai contoh, asumsikan sebuah gedung kantor perusahaan baru sedang dipertimbangkan. Sebuah lokasi di lahan hijau (greenfield) untuk fasilitas baru di lahan pertanian yang sudah ada akan menyediakan ruang yang sangat dibutuhkan, tetapi dampak lingkungan dan sosial dari bangunan baru tersebut akan sangat besar. Merenovasi fasilitas yang sudah ada akan menjadi peluang untuk menghindari relokasi tenaga kerja, dengan efek berantai yang melibatkan relokasi rumah keluarga, distrik sekolah baru, waktu perjalanan yang

lebih lama, akses yang lebih sedikit ke angkutan umum, dan sebagainya. Namun, fasilitas yang ada terlalu tidak efisien untuk digunakan kembali. Jadi, sebuah bangunan yang sudah ada yang dekat dengan bangunan asli ditemukan di dekat stasiun metro utama. Studi kelayakan menunjukkan bahwa 20 persen tenaga kerja akan dapat menggunakan transportasi umum; lokasi tersebut dekat dengan pusat kota, dengan banyak apartemen yang tersedia untuk staf baru dan banyak restoran di dekatnya, menghilangkan kebutuhan perjalanan mobil saat makan siang. Hasilnya adalah peningkatan kualitas hidup karyawan dan penghematan biaya bagi perusahaan. Terlebih lagi, tidak ada kebutuhan akan material yang seharusnya digunakan untuk konstruksi baru, karena tidak ada kebutuhan untuk pembangunan rumah baru dan infrastruktur terkait; lahan pertanian tersebut terlindungi; beban pada sekolah lokal dan pajak terkait berkurang, dan waktu perjalanan dipersingkat, sehingga mengurangi emisi karbon dan degradasi lingkungan terkait.

Jika kita membandingkan konsekuensi ini dengan peluang yang muncul selama fase pengembangan desain, yang mencakup spesifikasi material dan optimalisasi energi bangunan baru, jelas bahwa hasil yang lebih baik dapat dicapai dengan membuat keputusan awal yang baik. Sistem penilaian yang dikembangkan untuk desain berkelanjutan mungkin memberikan kredit untuk pembangunan kembali perkotaan, tetapi sebagian besar sistem tersebut berfokus pada bangunan hijau, dengan penekanan pada optimasi energi dan material berdampak rendah. Contoh ini menunjukkan bahwa menggunakan bangunan yang direnovasi di dekat angkutan umum menghasilkan efek keseluruhan yang lebih baik, meskipun mungkin tidak dinilai terlalu tinggi dalam sistem. Pendekatan universal yang berpusat pada bangunan untuk keberlanjutan terbatas. Keadaan desain yang unik dari proyek seperti yang dijelaskan di sini, menunjukkan bagaimana perspektif yang lebih luas menciptakan peluang yang lebih besar.

Peluang Dalam Proses

Daftar kegiatan dan peluang berikut dalam proses pengembangan dapat menjadi bagian dari cakupan yang ditingkatkan terkait dengan desain berkelanjutan:

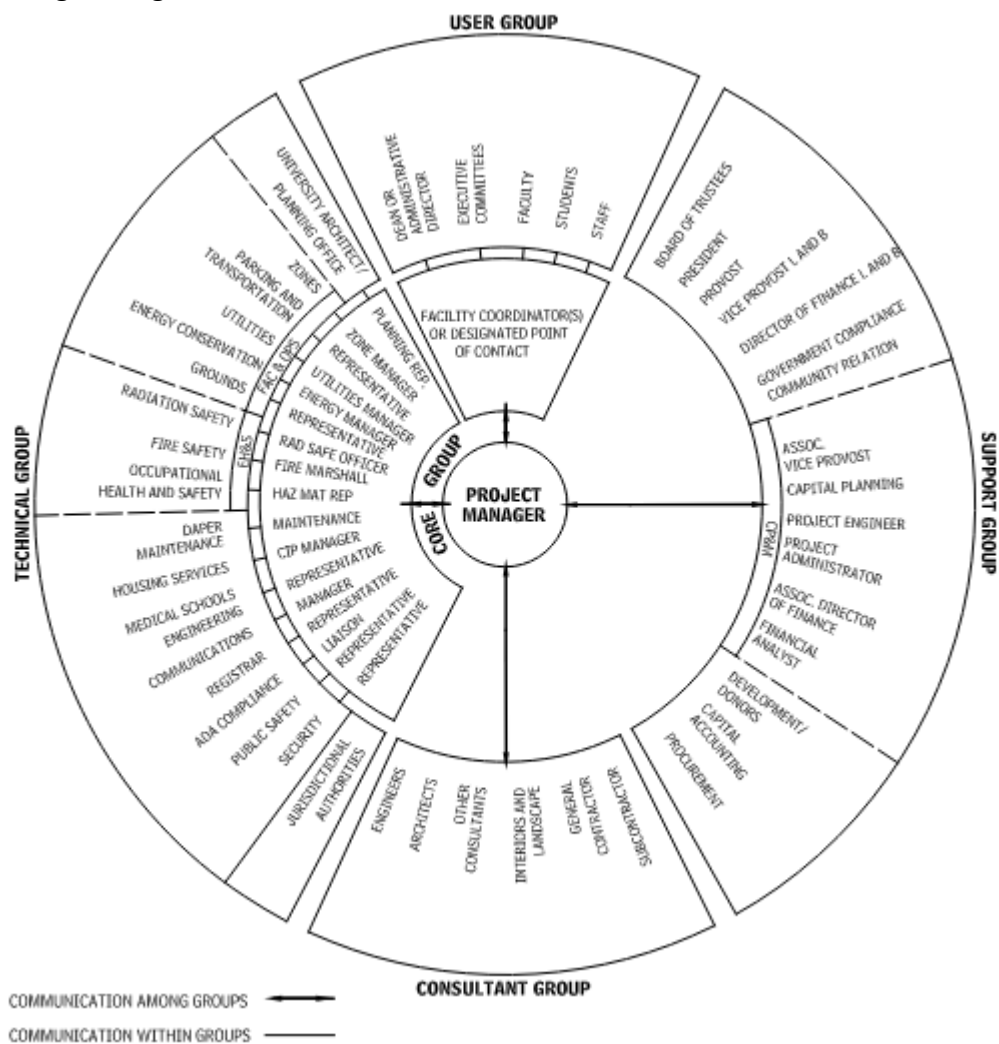
- Penilaian yang ada—memahami kondisi yang ada
- Penetapan tujuan—menetapkan prinsip/tujuan proyek
- Penilaian pemrograman/pertumbuhan—memahami kebutuhan masa depan
- Desain perkotaan/desain komunitas—mempertimbangkan konteks sipil dan budaya yang lebih luas
- Studi dampak lingkungan—memahami dampak hilir
- Proses pemilihan lokasi—menemukan lokasi yang memenuhi kebutuhan saat ini dan memperhatikan alternatif masa depan
- Desain konseptual—memberikan cukup waktu dalam proses desain
- Desain skematis—mendefinisikan program dan menguji tujuan serta menciptakan bentuk
- Pengembangan desain—menyempurnakan kinerja desain
- Dokumen konstruksi—memastikan penggabungan tujuan
- Penawaran—mengkomunikasikan konsep berkelanjutan
- Konstruksi—menggunakan praktik dan sumber daya berkelanjutan

- Pengoperasian—mengoptimalkan kinerja
- Pengoperasian hunian/fasilitas—memberikan edukasi kepada pengguna tentang cara menggunakan fasilitas
- Evaluasi pascahunian—memberikan edukasi kepada tim desain tentang seberapa baik penggunaan diantisipasi (misalnya, pelajaran yang dipetik)

Desain Terpadu

Desain terpadu mengacu pada proses di mana setiap orang yang terkait dengan desain (juga dikenal sebagai pemangku kepentingan) dilibatkan dalam desain cukup awal untuk memungkinkan integrasi disiplin ilmu yang dapat mengoptimalkan desain.

Gambar 5.6 menunjukkan pendekatan Universitas Stanford terhadap tim desain yang diperluas yang terlibat dalam proses berkualitas tinggi. Proyek itu sendiri berada di pusat diagram, dan pemangku kepentingan berada "di sekitar meja". Pendekatan yang berpusat pada proyek ini berbeda dari piramida otoritas atau akuntabilitas "perintah dan kendali". Struktur otoritas masih berlaku, tetapi tidak digunakan sebagai sarana untuk mencegah suara-suara penting didengar.



Gambar 5.6 Tim Proyek Universitas Stanford: Diagram Komunikasi Utama

Terkait dengan desain bangunan hijau pada umumnya, desain terpadu difokuskan pada

kinerja bangunan, khususnya efisiensi energi dan jenis interaksi yang harus terjadi antara desainer, insinyur, dan spesialis untuk meningkatkan kinerja. Pandangan yang lebih luas tentang desain terpadu, dan yang sedang berkembang dalam profesi ini, mengarah pada integrasi berbagai skala dari wilayah ke lokasi hingga kinerja dan kualitas bangunan.

Literasi Ekologis

Sistem pendidikan saat ini harus mencakup kurikulum yang berpusat pada desain ekologis untuk mengajarkan siswa tentang manfaat keberlanjutan dari system bangunan penghijauan. Dalam pendidikan desain, bahkan di tingkat profesional, hal ini sudah berlangsung. Desainer dan ahli ekologi mengungkap hubungan antara pemilihan material dan dampak lingkungan; dan sains memperkuat hubungan antara penggunaan energi dan polusi, perubahan iklim global, dan degradasi lingkungan.

David Orr menyebut Vitruvius sebagai pemikir sistem pertama di dunia Klasik dan mengatakan bahwa arsitektur itu sendiri adalah pedagogi yang mendalam, tetapi tanpa pendekatan formal untuk menerjemahkan nilai pendidikannya ke dunia yang lebih luas. Ia berbagi dengan banyak orang pandangan bahwa dunia tidak akan berkelanjutan jika sistem kita "gagal membangun peradaban yang aman dan tahan lama yang beroperasi dalam kerangka moral dan batasan ekologis yang dapat dikenali."

Berdasarkan pengetahuan saat ini, arsitek harus siap mempertimbangkan tanggung jawab etis mereka. Para pekerja magang dan mahasiswa sangat dipengaruhi oleh perspektif ini. Para profesional harus segera menanggapi kebutuhan generasi baru yang memasuki dunia arsitektur.

Topik pendidikan desain berkelanjutan telah diangkat oleh setiap organisasi besar yang menangani desain. Gagasan berharga yang umum untuk semua pendekatan ini meliputi:

- Pembuatan kursus profesional dalam desain berkelanjutan
- Penambahan kursus dasar dalam ekologi ke kurikulum inti
- Pembentukan sumber daya dalam organisasi profesional
- Pembuatan hubungan dengan profesi terkait
- Pembuatan perangkat lunak dan alat Web untuk memungkinkan penilaian kinerja bangunan

Literasi ekologi dapat didefinisikan sebagai pendidikan interdisipliner yang berpusat pada interaksi langsung dengan lingkungan tempat terjadinya. Untuk mencapai hal ini, desainer harus memahami pola dan aliran alam.

5.3 ALIRAN DI ALAM

Konsep Aliran

Definisi sederhana dari sebuah bangunan adalah "tempat berteduh yang menawarkan perlindungan dari unsur-unsur alam." Secara tradisional, unsur-unsur di alam telah dicirikan sebagai tanah, udara, api, dan air, dan kerangka kerja desain berkelanjutan yang komprehensif dapat diatur di sekitar unsur-unsur ini; dengan demikian, energi sebagai api; material sebagai tanah, air, dan udara.

Karena mereka sering berada dalam keadaan transisi, semua unsur di alam "mengalir."

Mudah dipahami, air mengalir di samping sungai yang deras, tetapi penguapan, penyerapan, dan perubahan lambat lainnya tidak dapat dirasakan dengan mudah. Di antara aliran-aliran lain yang kurang jelas adalah sebagai berikut:

- Aliran matahari, yang mencakup semua interaksi antara matahari, atmosfer, dan massa di bumi. Radiasi yang dipancarkan oleh matahari yang berada di luar spektrum cahaya tampak sangat penting tidak hanya untuk makhluk hidup tetapi juga untuk berbagai teknologi energi surya yang muncul. Aliran matahari bervariasi menurut garis lintang, air di atmosfer, waktu dalam setahun, dan waktu dalam sehari. Elemen api mencakup aliran surya, serta semua bentuk energi termal dan listrik.
- Aliran air, yang mencakup interaksi antara air di atmosfer, di daratan, di laut, dan di dalam bumi. Air berada dalam siklus penguapan dan transpirasi, presipitasi, aliran, dan penyerapan yang berkelanjutan. Sebagai media untuk mendukung kehidupan, air membutuhkan aliran untuk menukar udara dan nutrisi dengan lingkungan. Jenis air berdasarkan kualitas dan terkait dengan penggunaan manusia meliputi air minum, air limbah, air irigasi untuk pertanian dan kebun, air proses industri, dan air hujan. Aliran air bervariasi menurut iklim, topografi, dan infrastruktur.
- Aliran udara, yang mencakup semua bentuk pergerakan udara. Interaksi perubahan tekanan atmosfer, topografi, radiasi, dan air semuanya memengaruhi aliran angin. Aliran udara sangat penting bagi makhluk hidup. Aliran angin dapat menciptakan kenyamanan dan menghancurkan bangunan. Untuk tujuan pembahasan ini, aliran udara di alam mencakup pergerakan udara melalui dan di sekitar bangunan. Udara di dalam gedung hampir selalu bergerak, dan kecepatannya memiliki efek besar pada kenyamanan manusia.

Fisika

Fisika menggambarkan aliran unsur-unsur ini. Kini, sumber daya tersedia bagi arsitek yang memetakan matahari, angin, dan cahaya dengan cara yang bermanfaat. Akan tetapi, unsur waktu, kekhususan tempat, dan interaksi unsur-unsur tersebut begitu kompleks sehingga kemampuan kita untuk memahami gaya yang bekerja pada arsitektur pada satu waktu masih relatif kasar. Diperlukan lebih dari sekadar analisis agar desain dapat berfungsi dengan baik—untuk menciptakan bangunan (tempat berteduh) yang aman, nyaman, responsif, dan estetis yang efektif hampir sepanjang waktu dan memenuhi kebutuhan dasar sepanjang waktu. Arsitek memiliki kemampuan untuk menanggapi aliran menggunakan pemahaman rasional yang disediakan oleh alat-alat tersebut sebagai titik awal untuk sintesis desain.

- Bangunan tunduk pada kondisi ekstrem dan pola yang luar biasa. Suhu di atap, misalnya, bisa 100°F lebih tinggi dari udara di sekitarnya. Dinginnya angin dari udara dingin yang bergerak dan siklus beku/cair memberikan tekanan ekstrem pada material selubung bangunan.
- Desain dapat memanfaatkan aliran atau menciptakan tantangan yang lebih besar untuk diatasi. Berkat teknologi, kota-kota masa kini dapat dibangun di tempat-tempat yang dulunya dianggap tidak layak huni. Bangunan apa pun dengan gaya apa pun dapat

dibangun di mana saja dan kapan saja. Bangunan seperti itu bahkan dapat menjadi terlalu panas di musim dingin dan memerlukan pendingin udara. Teknologi baru yang menyegel selubung bangunan dan menyediakan isolasi yang jauh lebih banyak menciptakan tekanan tambahan pada material, bahkan saat menciptakan selubung yang responsif dan hemat energi. Kondensasi dan jamur kini dapat muncul di tempat-tempat yang sebelumnya tetap kering. Dinding lumpur besar yang cocok untuk New Mexico tidak akan efektif di Minnesota atau Miami. Tidak ada ukuran yang sama untuk semua.

Skala

Desain yang merespons aliran dapat terjadi dalam skala apa pun, dari tata letak jalan kota baru hingga bagian teras samping yang menjorok.

Aliran Tenaga Surya

Matahari dulunya merupakan satu-satunya sumber energi bumi dan akan menjadi sumber energi utama di masa depan. Energi matahari diserap oleh tanaman dan diubah melalui fotosintesis. Energi tersebut terdapat dalam spektrum radiasi yang luas, dan teknologi arsitektur dapat mengubahnya dalam sejumlah cara: semua energi inframerah adalah panas dan menjadi dasar desain surya pasif dan sistem pemanas air surya aktif. Bagian spektrum yang tampak memberikan cahaya, yang bersama dengan bagian yang tidak tampak, memberdayakan teknologi fotolistrik. Bagian spektrum ultraviolet sangat penting bagi kehidupan tanaman tetapi dapat merusak bahan arsitektur.

Untuk membuat beberapa pilihan dalam penerapan teknologi dan peralatan listrik dan perpipaan (yang dibahas di bagian lain buku ini), arsitek harus memahami variasi sumber daya surya dan potensi pengembalian teknologi serta cara penggunaannya dalam bangunan.

Biaya Listrik Dan Energi Surya

Peta sumber daya surya mengidentifikasi bagian-bagian negara dengan peluang terbesar untuk tenaga surya. Data sumber daya surya, bersama dengan tarif utilitas listrik dan biaya kolektor fotovoltaik dapat mengungkapkan pengembalian untuk teknologi fotovoltaik (PV). Misalnya, sistem 4 kilowatt mungkin berharga Rp. 280.000.000 (dengan harga Rp. 70.000/watt terpasang) dan dipasang di bagian negara yang biaya listriknya 5 sen per kilowatt jam, dan sistem tersebut mampu menghasilkan 6000 kWh per tahun. Sistem ini akan menghemat \$400 per tahun tetapi akan membutuhkan waktu 70 tahun untuk melunasinya—menggunakan perhitungan pengembalian modal yang sederhana. Di daerah terpencil di negara ini, biaya listrik 20 sen per kilowatt jam, sehingga mengurangi pengembalian modal menjadi kurang dari 18 tahun.

Efisiensi Dan Ukuran Kolektor Fotovoltaik

Efisiensi sel fotovoltaik (PV) polikristalin silikon pada kolektor saat ini masih sekitar 15%. Artinya, hanya 15% dari energi surya yang mencapai kolektor yang diubah menjadi listrik. Untuk menghasilkan listrik yang cukup untuk menyalakan bohlam 60 watt, mungkin diperlukan modul seluas 6 kaki persegi. Dengan biaya Rp. 70.000 per watt, awalnya akan membutuhkan biaya Rp. 4.200.000 untuk menyalakan bohlam lampu pijar standar dengan PV.

Energi Terbarukan Dan Pencemaran

Sebuah lampu 60 watt yang digunakan terus-menerus selama 10 tahun akan mengonsumsi sekitar 5256 kWh energi, dengan biaya \$1051 jika harga listrik \$0.20 per kWh selama periode tersebut. Namun, ini bukan satu-satunya biaya. Kerugian transmisi listrik dan infrastruktur energi yang dibutuhkan untuk mengekstrak dan membakar bahan bakar fosil (atau membangun reaktor bahan bakar nuklir) jauh dari efisien. Setiap watt listrik yang digunakan pada lampu membutuhkan energi beberapa kali lipat untuk sampai ke lampu tersebut. Memperhitungkan "eksternalitas" energi ini adalah salah satu cara untuk menghubungkan penggunaan energi dengan efek lingkungan secara keseluruhan.

Beberapa literatur lingkungan yang mempromosikan energi bersih sering menjelaskan biaya listrik yang sebenarnya dalam bentuk karbon dioksida dan polutan lainnya. Misalnya, sebuah keluarga di Ohio dengan tagihan listrik bulanan sebesar Rp. 1.000.000 menghasilkan polusi berikut setiap tahunnya, menurut Pusat Hukum dan Kebijakan Lingkungan Midwest (Ohio menghasilkan 88 persen listriknya menggunakan batu bara):

- 2621 pon karbon dioksida
- 10 pon nitrogen oksida
- 28 pon sulfur dioksida, limbah nuklir, dan merkuri sebagai akibat dari pembakaran batu bara di pembangkit listrik

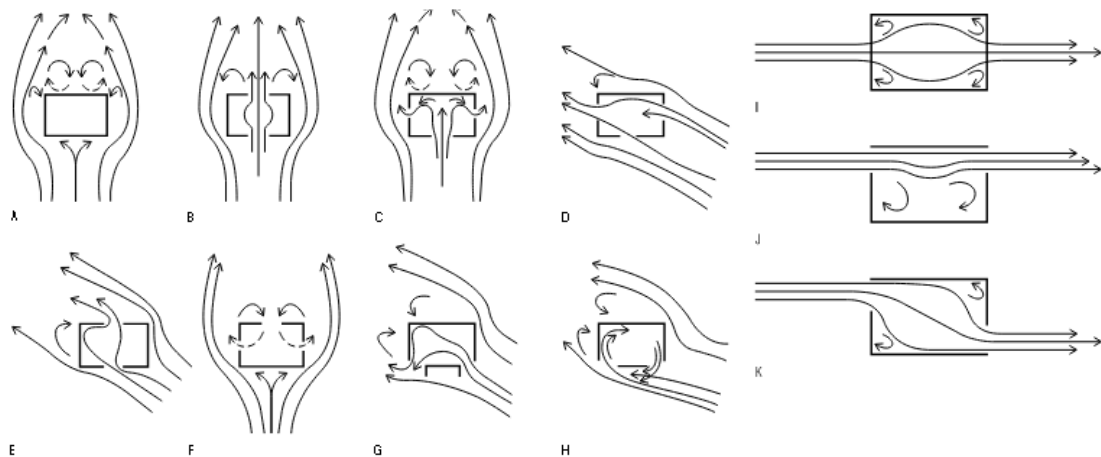
Eksternalitas Energi/Jejak Lingkungan

Aliran surya yang terlihat dalam perspektif ini menawarkan alternatif yang bersih untuk polusi pada contoh sebelumnya. Perhitungan lengkap eksternalitas energi akan mencakup:

- Penyakit yang disebabkan oleh polusi
- Kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh ekstraksi batu bara
- Infrastruktur transportasi, yang digunakan untuk mengangkut bahan baku
- Dampak lingkungan pada sumber daya alam seperti danau, sungai, dan sebagainya

Desain Untuk Konservasi Energi

Desain regional untuk konservasi energi bertujuan untuk meminimalkan penggunaan pemanas, pendingin, dan pencahayaan bertenaga konvensional dengan menggunakan energi alami yang tersedia di lokasi bangunan. Perencanaan lokasi dan orientasi bangunan, penataan massa, dan desain selubung adalah cara utama untuk mengelola konduksi, konveksi, radiasi, dan perpindahan uap yang didorong oleh iklim. Strategi desain iklim dipilih sebagai respons terhadap kondisi iklim mikroklimat luar ruangan, yang didefinisikan sebagai kurang panas atau terlalu panas sehubungan dengan parameter kenyamanan manusia di dalam ruangan.



Gambar 5.7 Prinsip Dasar Ventilasi Alami

Ukuran Jendela

Aliran udara dalam ruangan tertentu meningkat seiring dengan peningkatan ukuran jendela, dan untuk memaksimalkan aliran udara, bukaan masuk dan keluar harus berukuran sama. Mengurangi ukuran masuk relatif terhadap keluar akan meningkatkan kecepatan masuk. Membuat keluar lebih kecil dari masuk akan menciptakan kecepatan udara yang rendah tetapi lebih seragam.

Laju Pergantian Udara Ventilasi

Laju pergantian udara alami dalam bangunan bergantung pada beberapa faktor:

- Kecepatan dan arah angin di lokasi bangunan
- Geometri eksternal bangunan dan lingkungan sekitar yang berdekatan
- Jenis, ukuran, lokasi, dan geometri jendela
- Tata letak partisi internal bangunan

Masing-masing faktor ini mungkin memiliki pengaruh yang lebih besar pada laju pergantian udara bangunan tertentu. Ventilasi alami dapat dilakukan dengan metode yang digerakkan oleh angin atau dengan cerobong surya (efek cerobong asap). Namun, efek cerobong asap yang cenderung lemah dan bekerja paling baik selama jam-jam ketika suhu udara paling tinggi dan ventilasi mungkin tidak diinginkan. Di banyak area, ventilasi paling baik dilakukan pada jam-jam malam ketika suhu paling rendah. Kecepatan angin malam rata-rata umumnya sekitar 75 persen dari kecepatan angin rata-rata 24 jam yang dilaporkan oleh biro cuaca.

Sering kali, kecepatan angin tidak cukup untuk mencapai pendinginan manusia yang efektif; oleh karena itu, ventilasi untuk pendinginan struktur daripada pendinginan manusia harus menjadi tujuan desain pertama. Sebagai aturan praktis, rata-rata 30 pergantian udara per jam harus memberikan pendinginan struktur yang memadai, menjaga suhu udara sebagian besar waktu dalam 1,5°F dari suhu luar ruangan.

Dampak Eksternal

Daerah belakang bangunan (*leeward wake*) bangunan tempat tinggal umumnya meluas sekitar empat setengah kali tinggi dari tanah ke atap (*eave height*). Untuk bangunan

yang berjarak lebih dari itu, arah angin umum akan tetap tidak berubah. Untuk tujuan desain, vegetasi harus dipertimbangkan karena pengaruhnya terhadap kecepatan angin, yang bisa mencapai 30 hingga 40 persen di sekitar vegetasi. Namun, pengaruhnya terhadap arah angin belum terbukti dengan baik, sehingga tidak boleh diandalkan dalam menetapkan strategi ventilasi.

Contoh Aturan Umum

Pertama, tentukan luas bukaan jendela masuk untuk mencapai 30 kali pergantian udara per jam di rumah seluas 1200 kaki persegi dengan tinggi langit-langit 8 kaki dan jendela tenda dengan kasa serangga.

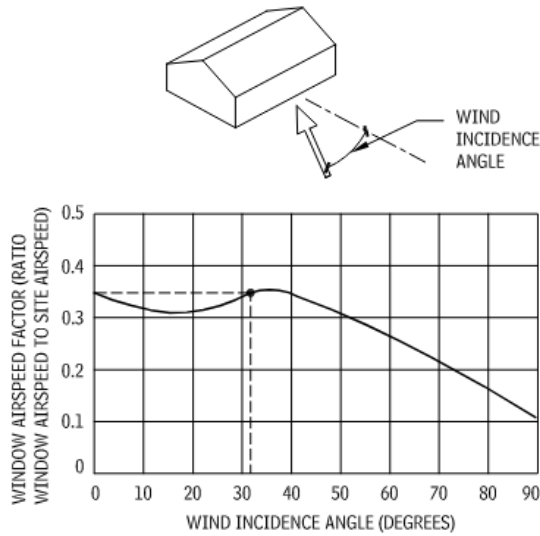
$$\begin{aligned} \text{Required airflow (CFM)} &= \text{House volume} \times \text{air changes per hr} / 60 \\ \text{Required airflow} &= 1200 \times 8 \times 30 / 60 = 4800 \text{ CFM} \end{aligned}$$

Berikutnya, dari data cuaca *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) setempat, tentukan kondisi angin di lokasi untuk bulan desain. Untuk contoh ini, kecepatan angin rata-rata pada sekitar 32,81 kaki di atas permukaan tanah sama dengan 7 mph, atau 616 kaki/menit pada sudut datang 30° ke muka rumah. Perhatikan bahwa kecepatan angin di lokasi umumnya lebih rendah dari data NOAA, yang biasanya dikumpulkan di bandara.

Untuk menentukan area masuk yang diperlukan, bagi aliran udara rumah dengan kecepatan angin yang melewati bukaan pada muka bangunan yang menghadap angin. Untuk menetapkan kecepatan angin ini, kecepatan angin di lokasi harus dimodifikasi oleh efek sudut bangunan relatif terhadap arah angin dan porositas bukaan jendela. Gambar 5.8 memetakan efek sudut datang angin pada laju aliran udara (berdasarkan uji terowongan angin pada bangunan model dengan area masuk dan keluar yang sama yang setara dengan 12 persen dari area dinding masuk). Tabel 5.9 menetapkan faktor porositas untuk pengaturan jendela yang umum. Dengan mengalikan kecepatan angin lokasi dengan faktor kecepatan udara jendela (WAF) dan faktor porositas jendela (WPF), kecepatan angin efektif dapat ditentukan.

$$\begin{aligned} \text{Inlet window area} &= \frac{\text{Airflow}}{\text{Wind speed} \times \text{WAF} \times \text{WPF}} \\ \text{Inlet window area} &= \frac{4800}{616 \times 0.35 \times 0.75} = 29.7 \text{ sq ft} \end{aligned}$$

Dalam contoh ini, dengan menyediakan total 60 kaki persegi jendela berkanopi antiserangga akan menyediakan ventilasi yang dibutuhkan sebanyak 30 kali pergantian udara per jam. Untuk hasil terbaik, jendela seluas 60 kaki persegi harus dibagi rata antara lubang masuk dan lubang keluar. Namun, aliran udara yang memadai dapat dipertahankan mulai dari 40/60 hingga 60/40 yang dibagi antara lubang masuk dan lubang keluar.



Gambar 5.8 pengaruh sudut masuk angin terhadap laju aliran udara

Tabel 5.9 faktor porositas

Jenis jendela	Faktor
Jendela awning atau jendela menjorok yang terbuka penuh	0.75
Jendela awning dengan kasa nyamuk berporositas 60%	0.65
Hanya kasa nyamuk berporositas 60%	0.85

Waktu

Menyauaikan bangunan yang dirancang dengan baik dengan jalur matahari dan perubahan musim bukanlah ide baru. Agar desain menjadi lebih berkelanjutan, desain harus mencari peluang untuk merespons perubahan sepanjang hari melalui pencahayaan alami dan strategi lainnya, serta merespons perubahan musim melalui integrasi bangunan dan lanskap.

Ritme Diurnal

Desain dan lokasi ruangan berdasarkan pola penggunaan dan orientasi harian (diurnal) dioptimalkan dalam desain yang berkelanjutan. Pencahayaan dan transportasi luar ruangan telah menghilangkan kualitas malam yang unik dan menenangkan serta telah mengganggu ritme sirkadian biologis manusia yang telah berkembang selama ribuan tahun. Contohnya termasuk penempatan kamar tidur di sebelah timur, ruang memasak di sebelah utara, atau taman di sebelah selatan. Arsitek menangani siklus diurnal dengan desain yang:

- Merespons posisi matahari sepanjang hari
- Merespons kondisi malam hari melalui penghapusan pelanggaran cahaya dan polusi
- Merespons suhu warna dan intensitas cahaya
- Merespons ritme biologis (sirkadian) yang terganggu oleh jadwal kerja dan sekolah, televisi, dan perjalanan

Ritme Musiman

Arsitektur yang merespons musim memiliki ruang luar yang lebih sering digunakan saat cuaca memungkinkan. Misalnya, beranda, dek, dan patio merupakan bagian dari musim panas di sebagian besar Amerika Serikat dan lebih banyak digunakan sepanjang tahun di Selatan; ruang keluarga di bagian dalam rumah—seperti di perapian—merupakan pusat kenyamanan

saat cuaca dingin. Inti dari arsitektur regional terbaik adalah gagasan bahwa bangunan dan lanskap dirancang untuk memungkinkan orang menghabiskan waktu sebanyak mungkin di tempat yang paling nyaman dengan pemandangan terbaik dan koneksi terbaik ke alam terbuka. Transformasi musiman dan respons regional merupakan pendorong utama desain yang berkelanjutan. Kemampuan operasional jendela dan dinding membantu transformasi ini. Desain ruang makan utama dalam ruangan dan ruang makan sekunder luar ruangan yang keduanya berdekatan dengan dapur merupakan contoh kemampuan beradaptasi dalam menanggapi arus musiman. Di daerah dengan peristiwa musiman ekstrem seperti badai, arsitektur menggabungkan elemen seperti penutup jendela eksterior dan panel anti badai yang dapat dipindahkan yang memberikan perlindungan lebih baik untuk pintu dan jendela.

5.4 EKOSISTEM YANG SEHAT

Perspektif kemandirian sering dikaitkan dengan desain yang berkelanjutan. Munculnya rumah surya pasif pada tahun 1970-an berhubungan dengan gerakan untuk menarik diri dari budaya arus utama. Desain surya memiliki reputasi kemandirian, "hidup dari alam." Namun, saling ketergantungan telah terbukti menjadi model keberlanjutan yang lebih efektif, dan yang didasarkan pada prinsip ekologi.

Konsep Ekosistem

Konsep tempat yang diperluas mencakup atribut fisik suatu lokasi dan aliran yang telah dijelaskan sebelumnya, serta atribut budaya dan sejarah manusia yang lebih umum diterima, meskipun belum sepenuhnya dipahami. Yang kurang dipahami dengan baik adalah komunitas makhluk hidup yang saling bergantung yang merupakan penduduk asli suatu tempat dan memberinya stabilitas dan karakter yang unik. Bagian ini mengeksplorasi bagaimana keputusan arsitek dapat memiliki efek positif pada lingkungan yang sensitif ini.

Ekosistem didefinisikan sebagai komunitas organisme yang terjadi secara alami yang hidup bersama dengan lingkungan fisiknya dan berfungsi sebagai unit yang longgar. Ekosistem adalah istilah abad ke-20 yang muncul dari studi tentang saling ketergantungan di antara komunitas tumbuhan dan hewan dalam lingkungan tertentu. Ekosistem ada di semua skala, dan lebih dari satu ekosistem dapat ada di satu tempat. Ekosistem dapat menyatu, dan batas-batasnya dapat bergeser seiring waktu. Energi dan materi mengalir di antara elemen-elemen ekosistem, yang memungkinkannya mempertahankan keadaan keseimbangan. Ekosistem dapat seluas hutan atau sekecil kolam dan sering kali dipisahkan oleh fitur geografis utama, seperti danau, gurun, dan pegunungan.

Ekotone adalah zona transisi antara dua atau lebih ekosistem. Ini adalah tempat di mana ekologi berada dalam ketegangan dan sering kali mewakili peluang bagi bentuk-bentuk kehidupan yang dapat memanfaatkan berbagai ekologi. Batasnya bisa tajam atau lebar. Garis pantai dan tepi hutan adalah contoh ekotone.

Gangguan

Unsur-unsur baru yang diperkenalkan ke dalam ekosistem dapat mengganggu sampai batas tertentu, baik unsur biotik (hidup) maupun abiotik (tak hidup). Pembangunan mengganggu fungsi ekosistem, sehingga berbagai upaya dilakukan untuk memulihkan atau

mengganti unsur-unsur penting dari sistem ini. Misalnya, beberapa peraturan mungkin mengharuskan pemulihan atau penggantian lahan basah yang terganggu, sehingga memungkinkan keluarga tumbuhan dan hewan terkait untuk membangun kembali keseimbangan.

Bioma

Bioma adalah komunitas biotik besar yang terdiri dari banyak ekosistem yang lebih kecil dengan iklim yang berlaku; bioma dicirikan oleh bentuk-bentuk kehidupan tumbuhan yang dominan. Contoh bioma adalah hutan, gurun, tundra, dan padang rumput (ada juga bioma akuatik). Bioma daratan utama di Amerika Serikat adalah tundra, gurun, hutan gugur, hutan konifer, hutan hujan, dan padang rumput.



Gambar 5.10 bioma darat

Monokultur

Dalam pertanian, monokultur menggambarkan penanaman dan pembudidayaan satu spesies di area yang cukup luas, atau praktik mengandalkan sejumlah kecil spesies untuk keperluan pertanian. Meningkatnya monokultur dalam pertanian modern merupakan hasil dari peningkatan teknologi; mesin untuk mengolah tanah, menanam, mengendalikan hama, dan memanen umumnya jauh lebih murah dan lebih efisien daripada tenaga manusia. Contoh monokultur meliputi halaman rumput dan sebagian besar tanaman pangan, seperti gandum atau jagung. Monokultur membahayakan sistem ekologi.

Tanah Yang Sehat

Tanah yang sehat adalah tanah yang hidup. Mineral dan porositas serta struktur tanah penting, tetapi kesuburan merupakan fungsi dari biota tanah, termasuk pengaruh hewan besar seperti tikus tanah dan hewan pengerat lainnya; hewan yang lebih kecil atau makrofauna

(berukuran 0,08 hingga 0,8 inci) seperti laba-laba, semut, cacing tanah, kumbang, siput, dan bekicot serta hewan yang lebih kecil; dan mikroflora dan mikrofauna. Kelompok yang terakhir meliputi bakteri dan jamur, yang penting untuk menjaga kesehatan tanah.

Perencanaan Arsitektur Untuk Regenerasi Ekosistem

Arsitek terkadang terlibat dalam keputusan pemilihan lokasi dengan klien, atau bahkan mungkin berfungsi sebagai pengembang sendiri. Kebijakan perencanaan yang ada jarang memperhitungkan perlindungan yang belum diwajibkan oleh peraturan, seperti undang-undang pemulihan lahan basah. Karena bidang tanah yang tersedia untuk pembangunan menjadi lebih luas dan ruang terbuka berkurang, keputusan kolaboratif harus dibuat, dan arsitek terlatih dengan baik untuk memecahkan masalah yang rumit tersebut.

Sumber daya alam tidak akan habis, dan budaya ekstraksi dan produksi yang boros ini dapat didesain ulang. Regenerasi ekosistem—dimulai dengan pemulihan sistem seperti sebelum pembangunan dan melengkapi sistem tersebut untuk membantu mereka berkembang—memungkinkan suksesi berkelanjutan yang terjadi dalam sistem alami.

Pemulihan Lapangan Terkontaminasi Dan Pembangunan Lapangan Hijau

Salah satu strategi efektif yang semakin banyak diterapkan dalam perencanaan pembangunan perkotaan adalah pemulihan lahan terkontaminasi. Brownfield adalah lahan yang sebelumnya telah dikembangkan dan mungkin memerlukan pemindahan atau pengolahan tanah beracun sebelum dapat ditempati kembali. EPA AS mengevaluasi dan menilai lokasi tersebut dengan bekerja sama dengan pengembang dan pemerintah daerah untuk membersihkan dan menggunakan kembali lahan yang sering kali dekat dengan pusat kota dan lingkungan sekitar. Di beberapa kota seperti Portland, Oregon, pemerintah memberikan insentif untuk pembangunan di lahan yang sebelumnya telah dikembangkan dalam batas pertumbuhan. Sebaliknya, lahan yang belum dikembangkan adalah lahan yang mungkin berisi sebagian ekosistem asli atau lahan pertanian.

Perwalian Tanah Konservasi

Kawasan alam yang sensitif dapat dilestarikan dengan sejumlah cara, termasuk pembelian yang membuat lahan tersebut dilindungi secara terus-menerus. Pendekatan ini tumbuh tiga kali lipat pada tahun 1990-an dan kini melindungi lebih dari 6 juta hektar.

Upaya Organisasi

Beberapa organisasi utama dalam industri ini telah secara resmi menyatakan kebijakan dan pendapat terkait peran desain berkelanjutan dan bagaimana hal itu memengaruhi ekologi. Organisasi-organisasi ini meliputi Forest Stewardship Council (FSC), International Union of Architects (UIA), dan American Institute of Architects (AIA).

Kehutanan Berkelanjutan

Beberapa isu ekologi terkait industri bangunan telah menimbulkan kontroversi sebanyak praktik kehutanan. Dalam upaya untuk mengurangi penebangan habis-habisan dan praktik kayu Dunia Ketiga yang merusak dan telah menyebabkan keruntuhan ekologi di beberapa wilayah termasuk hutan hujan tropis, organisasi internasional telah didirikan dan standar sertifikasi telah dibuat.

Salah satu yang paling ketat dan paling terkenal adalah FSC. Prinsip-prinsip yang

mengatur sertifikasi FSC juga berlaku untuk sistem sertifikasi lainnya, banyak di antaranya baru muncul atau disesuaikan dengan kepemilikan lahan tertentu dan bagian dari industri kayu dan kertas. FSC telah mengembangkan seperangkat 10 prinsip dan 57 kriteria untuk pengelolaan hutan yang berlaku untuk semua hutan bersertifikat FSC di seluruh dunia. Prinsip-prinsip tersebut membahas masalah hukum, hak-hak masyarakat adat, hak-hak buruh, berbagai manfaat, dan dampak lingkungan seputar pengelolaan hutan.

Ke-10 prinsip tersebut adalah:

- **Prinsip 1**—Kepatuhan terhadap Hukum dan Prinsip-prinsip FSC: Pengelolaan hutan harus menghormati semua hukum yang berlaku di negara tempat pengelolaan hutan tersebut dilakukan, dan perjanjian serta kesepakatan internasional yang ditandatangani oleh negara tersebut, serta mematuhi semua Prinsip dan Kriteria FSC.
- **Prinsip 2**—Hak dan Tanggung Jawab Penguasaan dan Pemanfaatan: Hak penguasaan dan pemanfaatan jangka panjang atas lahan dan sumber daya hutan harus didefinisikan dengan jelas, didokumentasikan, dan ditetapkan secara hukum.
- **Prinsip 3**—Hak Masyarakat Adat: Hak hukum dan adat masyarakat adat untuk memiliki, menggunakan, dan mengelola tanah, wilayah, dan sumber daya mereka harus diakui dan dihormati.
- **Prinsip 4**—Hubungan Masyarakat dan Hak Pekerja: Operasi pengelolaan hutan harus menjaga atau meningkatkan kesejahteraan sosial dan ekonomi jangka panjang para pekerja hutan dan masyarakat lokal.
- **Prinsip 5**—Manfaat dari Hutan: Operasi pengelolaan hutan harus mendorong penggunaan berbagai produk dan layanan hutan secara efisien untuk memastikan kelangsungan ekonomi dan berbagai manfaat lingkungan dan sosial.
- **Prinsip 6**—Dampak Lingkungan: Pengelolaan hutan harus melestarikan keanekaragaman hayati dan nilai-nilai terkaitnya, sumber daya air, tanah, dan ekosistem serta lanskap yang unik dan rapuh, dan dengan demikian, menjaga fungsi ekologis dan integritas hutan.
- **Prinsip 7**—Rencana Pengelolaan: Rencana pengelolaan (yang sesuai dengan skala dan intensitas operasi) harus ditulis, dilaksanakan, dan selalu diperbarui. Sasaran jangka panjang pengelolaan, dan cara untuk mencapainya, harus dinyatakan dengan jelas.
- **Prinsip 8**—Pemantauan dan Penilaian: Pemantauan harus dilakukan (yang sesuai dengan skala dan intensitas pengelolaan hutan) untuk menilai kondisi hutan, hasil hutan, rantai pengelolaan, kegiatan pengelolaan, dan dampak sosial dan lingkungannya.
- **Prinsip 9**—Pemeliharaan Hutan Bernilai Konservasi Tinggi: Kegiatan pengelolaan di hutan bernilai konservasi tinggi harus memelihara atau meningkatkan atribut yang mendefinisikan hutan tersebut. Keputusan mengenai hutan bernilai konservasi tinggi harus selalu dipertimbangkan dalam konteks pendekatan kehati-hatian.
- **Prinsip 10**—Perkebunan: Perkebunan harus direncanakan dan dikelola sesuai dengan Prinsip dan Kriteria 1 hingga 9, dan Prinsip 10 dan Kriterianya. Meskipun perkebunan dapat memberikan berbagai manfaat sosial dan ekonomi dan dapat berkontribusi

dalam memenuhi kebutuhan dunia akan produk hutan, perkebunan harus melengkapi pengelolaan, mengurangi tekanan terhadap, dan mendorong pemulihan dan konservasi hutan alam.

Deklarasi Ketergantungan

Pada Kongres Arsitek Dunia UIA/AIA yang diadakan di Chicago, Illinois pada tahun 1993, para arsitek dari seluruh dunia bertemu untuk membahas munculnya masalah lingkungan global. Salah satu hasil dari pertemuan tersebut adalah pengakuan bahwa arsitek harus mengembangkan dan menerapkan desain, teknologi, dan metode inovatif untuk mencapai masa depan yang berkelanjutan.

Menurut dokumen yang ditandatangani oleh Olufemi Majekodunmi (saat itu presiden *International Union of Architects*) dan Susan A. MaXman, FAIA (saat itu presiden **American Institute of Architects**), dan berjudul, "*Declaration of Interdependence for a Sustainable Future*," para arsitek mengakui hal-hal berikut:

- "Masyarakat yang berkelanjutan memulihkan, melestarikan, dan meningkatkan alam dan budaya untuk kepentingan semua kehidupan, baik saat ini maupun di masa mendatang; lingkungan yang beragam dan sehat secara intrinsik bernilai dan penting bagi masyarakat yang sehat; masyarakat saat ini secara serius merusak lingkungan dan tidak berkelanjutan;
- "*Kita saling bergantung secara ekologis dengan seluruh lingkungan alam; kita saling bergantung secara sosial, budaya, dan ekonomi dengan seluruh umat manusia; keberlanjutan, dalam konteks saling ketergantungan ini, membutuhkan kemitraan, kesetaraan, dan keseimbangan di antara semua pihak.*"
- "*Bangunan dan lingkungan binaan memainkan peran utama dalam dampak manusia terhadap lingkungan alam dan kualitas hidup; desain berkelanjutan memadukan pertimbangan efisiensi sumber daya dan energi, bangunan dan material yang sehat, penggunaan lahan yang peka terhadap ekologi dan sosial, dan kepekaan estetika yang menginspirasi, menegaskan, dan memuliakan; desain berkelanjutan dapat secara signifikan mengurangi dampak buruk manusia terhadap lingkungan alam sekaligus meningkatkan kualitas hidup dan kesejahteraan ekonomi.*"

Para arsitek (secara individu dan melalui organisasi profesional) berkomitmen untuk melakukan hal berikut:

- "*Menempatkan keberlanjutan lingkungan dan sosial sebagai inti praktik dan tanggung jawab profesional kami.*"
- "*Mengembangkan dan terus meningkatkan praktik, prosedur, produk, kurikulum, layanan, dan standar yang akan memungkinkan penerapan desain berkelanjutan.*"
- "*Mendidik sesama profesional, industri bangunan, klien, mahasiswa, dan masyarakat umum tentang pentingnya dan peluang penting dari desain berkelanjutan.*"
- "*Menetapkan kebijakan, peraturan, dan praktik dalam pemerintahan dan bisnis yang memastikan desain berkelanjutan menjadi praktik yang wajar.*"
- "*Menyauaikan semua elemen lingkungan binaan yang ada dan yang akan dibangun—dalam desain, produksi, penggunaan, dan penggunaan ulang pada akhirnya—dengan*

standar desain berkelanjutan.”

5.5 BAHAN YANG SEHAT

Dampak Lingkungan/ Siklus Hidup Bahan

Panduan Sumber Daya Lingkungan AIA, yang dibuat pada tahun 1990-an oleh AIA dan EPA, berisi banyak informasi tentang asal-usul bahan saat ini dan ke mana bahan tersebut digunakan setelah memenuhi fungsinya di gedung. Agar informasi tersebut bermakna, desainer dan klien mereka harus bekerja sama untuk menetapkan prioritas yang akan memandu pilihan bahan. Pembahasan di sini tidak dimaksudkan sebagai kesimpulan, tetapi lebih untuk memberikan perspektif melalui serangkaian pertimbangan.

Misalnya, seorang arsitek dapat menentukan bahwa satu bahan memiliki energi yang terkandung sangat rendah (baik) dan memiliki toksisitas yang pasti; bahan lain mungkin terbukti dapat berkontribusi secara signifikan terhadap hujan asam tetapi tahan lama; dan bahan ketiga dapat dibuat dari bahan daur ulang, tetapi bahan daur ulang tersebut tidak sepenuhnya diketahui. Tanpa kerangka kerja, setiap keputusan tidak mungkin dibuat, dan masing-masing akan terstruktur sebagai pencarian kejahatan yang lebih kecil.

Seiring dengan semakin mudahnya akses terhadap alat siklus hidup, arsitek akan memiliki akses ke lebih banyak informasi tentang dampak material dari hulu dan hilir. Bagi arsitek dan pemilik yang bersedia meluangkan waktu untuk menetapkan tujuan dan meneliti daur hidup, tidak ada jalan pintas. Program perangkat lunak dan sertifikasi akan muncul yang hanya menyatakan satu material lebih baik daripada yang lain. Desainer harus memahami kriteria di balik sertifikasi tertentu untuk membuat pilihan yang tepat sebagaimana yang akan mereka lakukan untuk aspek kinerja material lainnya.

Pendekatan proaktif yang secara sukarela menghilangkan material yang diduga memiliki dampak buruk telah terbukti sangat berharga dan praktis. Dengan secara sukarela menghilangkan asbes atau CFC atau PCB dari proyek sebelum diatur dan dilarang, desainer menghemat banyak uang dan waktu klien. Setelah desainer menyadari adanya masalah kesehatan, menjadi tanggung jawab etisnya untuk membagikannya dengan klien dan mengusulkan alternatif secara proaktif.

Analisis Dampak Lingkungan Terhadap Bahan Bangunan

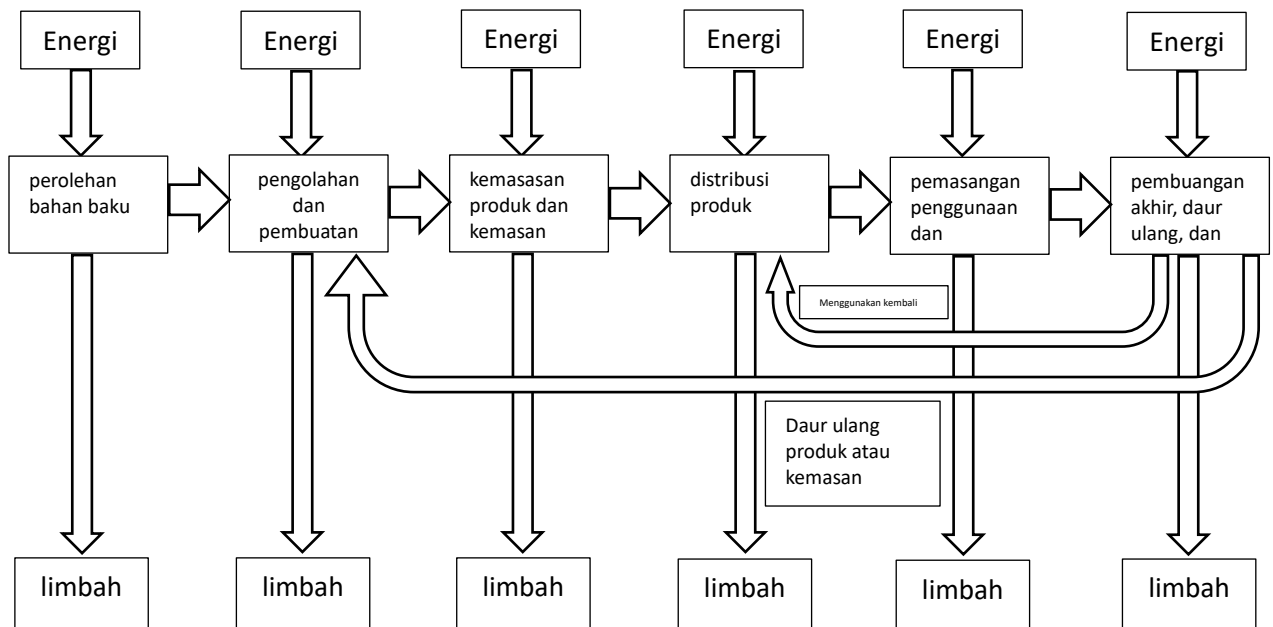
Selama bertahun-tahun industri bangunan di Amerika Serikat bergantung pada pasokan bahan, perlengkapan, dan sumber daya energi berkualitas tinggi yang tampaknya tak ada habisnya. Produsen telah memproduksi bahan bangunan dalam jumlah besar, dan arsitek umumnya telah menentukannya berdasarkan alasan estetika, anggaran, kinerja, kepatuhan kode, dan ketersediaan. Pertimbangan jarang diberikan pada dampak lingkungan dari penggunaan bahan-bahan ini—yaitu, "biaya" lingkungan apa yang dikeluarkan untuk mengekstraksi, memproduksi, mengirimbkan, dan memasangnya. Biaya ini mencakup penipisan bahan baku dan sumber daya yang tidak terbarukan; produksi produk sampingan limbah; dan paparan racun terhadap udara, air, tanah, dan penduduk di daerah sekitar.

Untuk industri bangunan di masa depan, akan masuk akal secara bisnis untuk menggunakan bahan yang ramah lingkungan, berkelanjutan, dan terbarukan, serta yang

mengandung bahan daur ulang. Industri bangunan yang bergantung pada sumber daya yang dapat habis untuk memproduksi materialnya akan menjadi semakin mahal seiring dengan habisnya sumber daya tersebut. Yang lebih penting, dunia tempat kita membangun akan semakin tidak layak huni karena racun dan limbah yang ditinggalkan oleh material dan metode konstruksi kita saat ini. Untuk berperan serta dalam menjaga dunia agar tetap aman untuk ditinggali, profesi arsitektur harus memasukkan prosedur dan standar konservasi sumber daya ke dalam filosofi desain kita.

Daur Hidup Bahan Bangunan

Untuk menganalisis bahan bangunan dari sudut pandang lingkungan, pemahaman tentang siklus hidup bahan tersebut harus dicapai. Hal ini dicapai dengan memeriksa beban lingkungan yang timbul melalui ekstraksi atau perolehan bahan baku dan pemrosesan/pembuatannya serta pengemasan, distribusi, penggunaan, dan pemulihan akhir (penggunaan kembali/daur ulang) atau pembuangan produk jadi.



Gambar 5.11 bagan siklus hidup

Tiga aspek dari masa pakai bahan bangunan yang paling penting dalam mempertimbangkan dampak lingkungan:

- Apakah bahan baku tersebut dapat diperbarui atau tidak dapat diperbarui?
- Berapa banyak total limbah atau berapa banyak produk sampingan beracun yang dihasilkan dalam produksinya dan selama masa pakai produk tersebut?
- Berapa banyak energi yang dikonsumsi dalam siklus hidupnya?

Material bangunan yang secara lingkungan "murni" sekaligus mudah didapatkan—yaitu, yang terbuat dari 100 persen bahan baku terbarukan, hanya menggunakan energi terbarukan dalam ekstraksi, produksi, dan transportasinya, serta dapat direklamasi dan didaur ulang tanpa batas (dan juga sehat bagi penghuni bangunan)—akan sulit ditemukan. Bahkan untuk

menjadikan material "sempurna" itu sebagai tujuan, penting untuk memiliki kerangka acuan dalam memilih material berdasarkan masalah lingkungan, mirip dengan label bahan dan nutrisi pada produk makanan. Jika informasi ini tersedia pada material untuk industri bangunan, akan mungkin untuk menentukan material yang sehat dan "bergizi" untuk planet yang berkelanjutan.

Energi Terkandung Dalam Material Bangunan

Energi terkandung (embodied energy) dari suatu material bangunan mencakup semua energi yang dikonsumsi dalam memperoleh dan mengubah bahan baku menjadi produk jadi, serta mengangkutnya ke lokasi pembangunan. Bagan siklus hidup yang ditunjukkan pada Gambar 5.20 merinci di mana energi dikonsumsi dalam memproduksi material bangunan. Energi terkandung atau "kandungan" energi suatu material bangunan akan berfungsi sebagai panduan kasar untuk keramahan lingkungannya. Kandungan energi mencerminkan kedekatan material dengan bumi; semakin halus atau diproses material tersebut, semakin banyak energi yang terkandung di dalamnya, sehingga semakin "mahal" secara lingkungan.

Jika kita harus memproduksi dan menggunakan bahan berenergi tinggi, penting untuk tidak membuang-buang energi itu dengan menguburnya di tempat pembuangan sampah, tetapi menggunakan kembali atau mendaur ulangnya. Untuk membandingkan satu material dengan material lain, karakteristik berikut harus diperhatikan:

- Ketersediaan regional—ekstraksi/manufaktur lokal
- Daur ulang (berapa kali material dapat didaur ulang dan tetap dapat digunakan)
- Dapat digunakan kembali
- Daya tahan dan masa pakai
- Toksisitas produk atau material yang digunakan untuk merawat produk selama masa pakainya
- Efisiensi kinerja produk sebagai komponen arsitektur
- Penghematan pada material lain yang tidak digunakan karena produk ini digunakan
- Penghematan energi yang tidak dikonsumsi selama masa pakai bangunan karena produk ini digunakan
- Kombinasi faktor-faktor ini

Beberapa metode dan sistem konstruksi mengikat material bersama sehingga sulit atau mahal untuk didaur ulang atau digunakan kembali. Salah satu contohnya adalah beton bertulang, yang secara efisien tidak hanya menggunakan baja dalam perannya untuk membentangi jarak tetapi juga membuatnya tidak praktis untuk didaur ulang setelah bangunan tidak lagi berguna. Rangka baja struktural, meskipun menggunakan lebih banyak baja daripada rangka beton bertulang sejenis, dapat dilepas bautnya, dibongkar, dan digunakan kembali atau dilebur dan dibentuk ulang tanpa batas.

Mengevaluasi apakah material tertentu digunakan dalam konstruksi merupakan proses rumit yang melibatkan banyak faktor. Daerah atau pasar tertentu mungkin lebih mengenal atau lebih cocok untuk jenis konstruksi atau material tertentu, dan ini mungkin merupakan faktor yang tidak dapat dihindari yang meniadakan semua faktor lain dalam menentukan material struktural atau material lain yang digunakan.

Daftar Periksa Siklus Hidup Untuk Bahan Bangunan

Daftar periksa ini dapat digunakan untuk menganalisis dampak lingkungan dari bahan bangunan:

- Akuisisi bahan baku (penambangan, pemanenan, pengeboran, ekstraksi)
 - Apakah sumber daya tersebut terbarukan atau berkelanjutan (dapat diproduksi ulang tanpa batas waktu)?
 - Berapa banyak limbah tak terbarukan yang dihasilkan?
 - Berapa jumlah dan jenis energi yang dikonsumsi? (Apakah berkelanjutan?)
 - Bagaimana akuisisi memengaruhi lingkungan? (Apakah merusak hutan atau habitat lain, atau menghasilkan lumpur atau limpasan beracun atau polusi udara?)
- Pemrosesan dan pembuatan bahan baku
 - Berapa banyak limbah tak dapat didaur ulang yang dihasilkan?
 - Berapa jenis dan jumlah energi yang dikonsumsi untuk memproduksi produk tersebut?
 - Toksisitas apa yang dihasilkan oleh pemrosesan terhadap udara, air, atau tanah? • Pengemasan produk dan pengemasan akhir (untuk pengiriman)
- Pengemasan produk dan pengemasan akhir (untuk pengiriman)
 - Apakah pengemasan dapat didaur ulang atau terbuat dari bahan daur ulang?
 - Apakah pengemasan berlebihan?
 - Apakah pengemasan menggunakan sumber daya yang tidak terbarukan (misalnya, minyak bumi atau bahan yang berbahaya bagi lingkungan, seperti bahan pengemasan insulasi CFC)?
- Distribusi produk
 - Apakah produk akan menempuh jarak yang sangat jauh dari lokasi produksi ke lokasi pembangunan jika lebih banyak produk lokal dapat digunakan?
 - Apa jenis dan jumlah energi yang dikonsumsi untuk mengangkat bahan tersebut?
- Pemasangan, penggunaan, dan pemeliharaan produk
 - Apakah pemasangan menghasilkan limbah lokasi yang berlebihan dan/atau tidak terbarukan?
 - Energi apa yang dikonsumsi untuk memasang dan memelihara produk tersebut?
 - Apakah pemasangan, penggunaan, atau pemeliharaan produk mencemari lingkungan luar atau dalam ruangan bagi pemasang atau penghuninya?
 - Seberapa tahan lama produk tersebut dan berapa tingkat degradasinya?
 - Apakah produk tersebut meningkatkan efisiensi energi bangunan?
- Pembuangan, daur ulang, dan penggunaan kembali
 - Apakah produk tersebut menggunakan bahan baku baru secara bijaksana?
 - Apakah dapat didaur ulang setelah digunakan dan, jika ya, sejauh mana?
 - Dapatkah produk tersebut digunakan kembali?
 - Berapa banyak energi yang dikonsumsi untuk mendaur ulang produk tersebut?
 - Energi apa yang dikonsumsi untuk membuang elemen-elemen yang tidak dapat didaur ulang?
 - Berapa toksisitas terhadap lingkungan saat produk dibuang?

Tabel 5.12 nilai perkiraan energi yang terkandung dalam bahan bangunan

Kategori	Material	Energi tertanam (BTU/LB)
Energi Rendah	Pasir/Kerikil	18
	Kayu	185
	Batu bata pasir-kapur	730
	Beton ringan	940
Energi Sedang	Papan gipsum	1830
	Batu bata	2200
	Kapur	2800
	Semen	4100
	Insulasi serat mineral	7200
	Kaca	11100
	Porselen	11300
Energi Tinggi	Plastik	18500
	Baja	19,200
	Timbal	25900
	Seng	27800
	Tembaga	29600
	Aluminum	103500

Dampak Lingkungan Dari Bahan

Tabel 5.13 dimaksudkan sebagai panduan untuk memilih bahan yang ramah lingkungan. Sebagai aturan praktis, gunakan bahan yang diproduksi secara lokal dan ramah lingkungan untuk menghemat energi terkait transportasi.

Dalam membandingkan bahan bangunan, pilihan yang mendukung konservasi sumber daya mungkin tidak selalu semudah yang terlihat. Misalnya, kayu mungkin tampak sebagai pilihan yang lebih baik daripada plastik untuk bangku taman, karena merupakan bahan alami dan terbarukan, bukan yang berbasis minyak bumi. Namun, dalam penggunaan di luar ruangan, di mana daya tahan dan karakteristik perawatan yang baik lebih disukai, pelepasan gas dari plastik mungkin tidak terlalu penting. Jika estetika kayu tidak penting, plastik yang terbuat dari botol soda daur ulang mungkin merupakan solusi yang tepat.

Memilih plastik daur ulang akan menghemat bahan kayu—cedar tua, kayu merah, atau pinus yang diolah secara kimia—dan menggunakan kembali sesuatu yang terbuat dari sumber daya yang tidak dapat diperbarui, menjadikannya solusi yang dapat diterima yang sejalan dengan prinsip konservasi sumber daya. Masalahnya adalah definisi "sumber daya" yang harus dilestarikan. Banyak sekali material dan energi yang terkandung dalam plastik yang ada. Penggunaan kembali bahan-bahan ini tidak hanya memungkinkan sumber daya tersebut untuk terus bermanfaat, tetapi juga menghemat energi yang terkandung yang seharusnya digunakan untuk membuat produk baru sebagai gantinya. Plastik, khususnya, sangat tahan lama dan sangat lambat terurai.

Tabel 5.13 bagan perbandingan bahan bangunan

Divisi masterformat	Produk	Dampak lingkungan	Tingkat toksisitas terhadap lingkungan dalam ruangan	Produk alternatif ramah lingkungan atau saran	Dampak lingkungan	Tingkat toksisitas terhadap lingkungan dalam ruangan
Beton	Material beton	<ul style="list-style-type: none"> Beton memiliki kandungan energi tertanam yang tinggi 		<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan abu terbang, limbah hasil pembakaran batubara 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak menghasilkan produk sampingan yang berbahaya 	<ul style="list-style-type: none"> Aditif bubuk aluminium bereaksi dengan kapur untuk membentuk gelembung hidrogen dan menciptakan material semen ringan berpori sendiri (memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi); juga memiliki sifat isolasi mandiri (R-10 untuk dinding setebal 8 inci).
				<ul style="list-style-type: none"> Autoclaved Cellular Concrete (ACC) – beton ringan berpori sendiri isolasi 		
Logam	Rangka/balok baja (steel studs/framing members)	<ul style="list-style-type: none"> Mengurangi eksploitasi kayu tua dan kayu yang baru tumbuh. 	<ul style="list-style-type: none"> Bersifat inert; tidak menghasilkan produk sampingan yang berbahaya 	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan material dengan kandungan energi tertanam yang lebih rendah jika baja daur ulang tidak tersedia. 		<ul style="list-style-type: none"> Dapat dibuat dari baja bekas daur ulang menjadi produk yang identik.
		<ul style="list-style-type: none"> Memerlukan lebih banyak energi untuk diproduksi (memiliki kandungan energi tertanam yang tinggi). 				
		<ul style="list-style-type: none"> Produksi baja mencemari udara, air, dan tanah. 				
Kayu, Plastik, dan Komposit	Rangka kayu	<ul style="list-style-type: none"> Menguras sumber daya kayu tua maupun kayu yang baru tumbuh. 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak menghasilkan produk sampingan berbahaya yang signifikan. 	<ul style="list-style-type: none"> Interior: Kayu rekayasa; kayu struktural sambung jari; elemen rangka dari plastik 	<ul style="list-style-type: none"> Kayu rekayasa dibuat dari serat kayu daur ulang dan pohon berdiameter kecil. 	<ul style="list-style-type: none"> Kayu rekayasa dapat melepaskan gas formaldehida
		<ul style="list-style-type: none"> Dapat didaur ulang menjadi papan partikel dan produk kayu lainnya. 	<ul style="list-style-type: none"> Kayu yang diawetkan dengan bahan pengawet mengandung arsenat anorganik yang beracun (limbah di lokasi harus dikendalikan). 	<ul style="list-style-type: none"> Eksterior: 	<ul style="list-style-type: none"> Kayu sambung jari dibuat dari potongan kayu kecil. 	<ul style="list-style-type: none"> Elemen plastik dapat melepaskan uap bahan kimia dan mengeluarkan asap beracun saat dibakar.
				<ul style="list-style-type: none"> Pelapis dek (decking): menggunakan lapa loge. Balok dasar (mudsills): menggunakan Douglas fir yang 	<ul style="list-style-type: none"> Elemen plastik dibuat dari botol soda daur ulang. 	

			diawetkan dengan minyak resin, destilat heksaklor, dan bahan pengawet lainnya		
				• Pav lope, kayu keras tahan pembusukan yang ditanam di perkebunan.	
				• Bahan pengawet kayu alami tidak bersifat toksik.	
Kayu lapis	• Terbuat dari kayu kupas (peeler logs) berdiameter besar dan berasal dari hutan tua	• Kayu lapis untuk interior melepaskan formaldehida urea dengan tingkat emisi yang tinggi.	• Kayu lapis dengan inti kayu solid	• Semua kayu lapis masih dibuat dari kayu kupasyang berasal dari hutan tua.	• Kayu lapis inti kayu dan kayu lapis untuk penggunaan eksterior memiliki tingkat pelepasan formaldehida yang lebih rendah.
		• Kayu lapis untuk eksterior melepaskan formaldehida fenol dengan tingkat emisi yang rendah.	• Lapisan bawah dari papan serat selulosa	• Papan serat selulosa dibuat dari kertas koran daur ulang.	• Papan serat selulosa dan kayu pinus sambung lidah dan alur tidak menghasilkan pelepasan gas yang berbahaya.
		• Formaldehida adalah zat yang kemungkinan bersifat karsinogenik dan dapat mengiritasi saluran pernapasan.	• Kayu lapis untuk penggunaan eksterior	• Kayu pinus sambung lidah dan alur biasanya ditanam secara lokal dan dapat berasal dari pohon berdiameter kecil.	
		• Masa paruh pelepasan gas formaldehida adalah sekitar ± 6 bulan.	• dengan lapisan pelindung		
			• Pelapis pinus sambung lidah dan alur		
Papan partikel: termasuk papan serpih terorientasi (OSB) dan papan serat berkepadatan sedang (MDF)	• Dapat dibuat dari potongan limbah kayu daur ulang, kayu berkelanjutan, dan serat selulosa.	• Memiliki karakteristik yang sama dengan kayu lapis.	• MDF yang dilapisi atau disegel		• Lapisan penutup atau bahan penyegel dapat mengurangi pelepasan gas (offgassing).
• Kayu untuk akhir	• Penggunaan kayu tropis eksotis menyebabkan berkurangnya	• Tidak menghasilkan produk sampingan yang berbahaya.	• Kayu keras dari daerah beriklim sedang lokal (seperti prem, ceri, alder, akasia hitam, dan kesemek)	• Kayu lokal dapat dikelola sebagai hutan tanaman berkelanjutan.	• Beberapa jenis finishing dapat berbahaya bagi kualitas udara di dalam ruangan.

		hutan hujan tropis.		<ul style="list-style-type: none"> • Kayu veneer dengan inti dari material daur ulang 	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan veneer sebagai pengganti kayu solid menghemat sumber daya pohon. 	
				<ul style="list-style-type: none"> • Kayu bekas bongkaran yang digunakan kembali 	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan kayu bekas pakai membantu menghemat sumber daya pohon. 	
Perlindungan Termal dan Kelembapan	Insulasi selimut (blanket insulation)	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat dibuat dari kaca daur ulang 	<ul style="list-style-type: none"> • Serat yang terbawa udara dapat mengiritasi kulit, paru-paru, dan saluran hidung. 	<ul style="list-style-type: none"> • Insulasi selulosa 	<ul style="list-style-type: none"> • Insulasi selulosa dibuat dari kertas koran daur ulang. 	<ul style="list-style-type: none"> • Insulasi kapas dan selulosa mungkin diberi perlakuan kimia tahan api.
			<ul style="list-style-type: none"> • Melepaskan gas formaldehida 	<ul style="list-style-type: none"> • Insulasi kapas 	<ul style="list-style-type: none"> • Insulasi kapas tipe selimut dibuat dari serat denim kapas daur ulang. 	
				<ul style="list-style-type: none"> • Insulasi busa semen 	<ul style="list-style-type: none"> • Busa semen dibuat dari magnesium berbasis silikat dan bebas CFC 	
				<ul style="list-style-type: none"> • Insulasi serat mineral 	<ul style="list-style-type: none"> • Serat mineral dibuat dari terak mineral, yaitu produk sampingan limbah dari produksi baja. 	
	Papan Insulasi	<ul style="list-style-type: none"> • Banyak jenisnya dibuat dari petrokimia yang tidak dapat diperbarui. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengeluarkan asap beracun saat dibakar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Insulasi polistirena ekstrusi dari bahan daur ulang 	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan ulang plastik daur ulang tidak menguras sumber daya minyak bumi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Beberapa bahan plastik daur ulang dapat melepaskan uap kimia
			<ul style="list-style-type: none"> • Jenis insulasi yang terbuat dari isosianurat, poliuretan, dan busa fenolik melepaskan uap kimia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Insulasi bebas CFC 	<ul style="list-style-type: none"> • Agen pembusa HCFC memiliki dampak terhadap ozon 1/20 kali lebih kecil dibandingkan CFC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plastik mengeluarkan asap beracun saat dibakar.
				<ul style="list-style-type: none"> • Polistirena yang diperluas 	<ul style="list-style-type: none"> • Polistirena yang diperluas (EPS) hanya memiliki nilai R-3,6 per inci, sedangkan polistirena ekstrusi (XPS) memiliki nilai R-4,4 per inci. 	
	Pelapis Dinding	<ul style="list-style-type: none"> • Siding vinil dibuat dari 		<ul style="list-style-type: none"> • Siding papan keras 	<ul style="list-style-type: none"> • Siding papan keras dibuat dari 	

		<p>sumber petrokimia yang tidak dapat diperbarui.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siding kayu dan sirap (shakes) menguras pohon cedar dan redwood yang tumbuh lambat dan sudah matang. 			<p>serat kayu daur ulang.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siding semen serat mineral • Lis komposit 	<ul style="list-style-type: none"> • Siding semen serat mineral dibuat dari serpihan kayu dari pabrik penggergajian dan semen portland. • Lis komposit dibuat dari plastik daur ulang dan serat kayu daur ulang.
	Atap Sirap Kayu dan Aspal	<ul style="list-style-type: none"> • Aspal berasal dari petrokimia yang tidak dapat diperbarui. 	<ul style="list-style-type: none"> • Banyak jenisnya mengandung serat fiberglass (umumnya berbahaya bagi pemasang), yang dapat mengiritasi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sirap komposit berbahan semen serat 	<ul style="list-style-type: none"> • Sirap semen serat dibuat dari serpihan kayu daur ulang dari pabrik penggergajian atau kertas daur ulang, dan semen portland (yang juga dapat didaur ulang). 	<ul style="list-style-type: none"> • Plastik melepaskan uap berbahaya (dampaknya kecil terhadap udara dalam ruangan), dan menghasilkan asap beracun saat dibakar.
	Sirap kayu, baik dari cedar maupun redwood, dibuat dari pohon tua yang tumbuh lambat.		<ul style="list-style-type: none"> • Perlakuan kimia pada sirap kayu berbahaya bagi para pemasang. 	<ul style="list-style-type: none"> • Batu alam dan terakota alami • Sirap aluminium daur ulang • Sirap plastik daur ulang • Atap logam dari baja atau tembaga daur ulang 	<ul style="list-style-type: none"> • Aluminium daur ulang dari kaleng minuman dan limbah logam • Plastik daur ulang dari casing komputer 	
Bukaan	Pintu	<ul style="list-style-type: none"> • Some doors are made with endangered old-growth woods, such as teak or Mahoni (lauan) veneers and solids. 	<ul style="list-style-type: none"> • Few harmful by-products in wood; finishes may contain offgassing materials. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recycled-content doors • Fiberglass doors 	<ul style="list-style-type: none"> • Some doors are made from recycled plastic and wood waste; also recycled steel. • Fiberglass uses a few petrochemicals in production. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recycled wood may be bound by urea formaldehyde resin. • Recycled plastic offgasses and gives off toxic fumes when burned.
	Jendela	<ul style="list-style-type: none"> • Banyak jendela pada bangunan lama tidak efisien terhadap energi. 	<p>Jendela vinil melepaskan uap berbahaya dan menghasilkan asap beracun saat dibakar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jendela berbahan daur ulang • Jendela kaca low-E berperforma tinggi dan efisien energi 	<ul style="list-style-type: none"> • Fiberglass memiliki koefisien muai yang sama dengan kaca. • Lihat bagian pintu di atas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lihat bagian pintu di atas.

				<ul style="list-style-type: none"> Jendela kaca insulasi berisi gas argon 		
Penyelesaian Akhir	Papan gipsum	<ul style="list-style-type: none"> Banyak jenis papan gipsum menggunakan mineral gipsum murni secara dominan, sehingga menguras sumber daya alam. 	<ul style="list-style-type: none"> Banyak senyawa penyambung standar mengandung karsinogen. 	<ul style="list-style-type: none"> Papan gipsum kini dibuat dengan bahan daur ulang atau bahan yang dipulihkan kembali. 	<ul style="list-style-type: none"> Beberapa inti papan "gipsum" alternatif mengandung potongan papan gipsum bekas (scrap wallboard); gipsum hasil samping dari emisi pabrik berbahan bakar fosil; serat selulosa daur ulang; perlit; jerami ryegrass (limbah pertanian); dan kertas limbah campuran. Beberapa lapisan permukaan papan dinding dibuat dari kertas daur ulang. 	<ul style="list-style-type: none"> Senyawa sambungan yang tidak beracun tidak mengandung zat berbahaya, tetapi harus dicampur di lokasi (site-mixed) dan mungkin sulit digunakan.
	Lantai	<ul style="list-style-type: none"> Ubin PVC dan vinil dibuat dari petrokimia yang tidak dapat diperbarui. 	<ul style="list-style-type: none"> PVC dan vinil mengandung aditif yang melepaskan uap berbahaya. 	<ul style="list-style-type: none"> Ubin linoleum alami 	<ul style="list-style-type: none"> Linoleum terbuat dari minyak biji rami, resin pinus, tepung kayu lunak, gabus, dan goni. 	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan perekat dengan kadar VOC rendah.
	<ul style="list-style-type: none"> Ubin dengan kandungan bahan daur ulang 	<ul style="list-style-type: none"> Ubin dapat dibuat dari lampu bekas dan kaca mobil. 				
<ul style="list-style-type: none"> Nat alami 	<ul style="list-style-type: none"> Ubin juga dapat dibuat dari ban mobil bekas. 					
<ul style="list-style-type: none"> Lantai kayu yang direklamasi dan digunakan kembali 	<ul style="list-style-type: none"> Nat terbuat dari silika, batu kapur (kalsium), dan pigmen besi oksida. 					
Karpet	<ul style="list-style-type: none"> Banyak yang dibuat dari petrokimia, yaitu sumber daya yang tidak dapat diperbarui. 	<ul style="list-style-type: none"> Serat plastik, pelapis belakang, perekat (mastics), dan bahan perawatan melepaskan berbagai gas yang berbahaya bagi sistem pernapasan (merupakan penyebab utama dari 	<ul style="list-style-type: none"> Karpet dari serat alami 	<ul style="list-style-type: none"> Pilih karpet tanpa perlakuan kimia yang dibuat dari serat dan pelapis alami seperti wol atau kapas. 	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan tepi yang bisa dipaku sebagai pengganti perekat, atau gunakan perekat hanya pada bagian tepi dan sambungan. 	

		“sindrom bangunan sakit”).			
		<ul style="list-style-type: none"> • Semua jenis karpet dapat menjadi tempat berkumpulnya debu dan tungau, yang merupakan iritan bagi pernapasan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Karpet dengan kandungan bahan daur ulang 	<ul style="list-style-type: none"> • Beberapa karpet dibuat dari plastik daur ulang (seperti botol minuman ringan). 	<ul style="list-style-type: none"> • Gunakan perekat dengan kadar VOC rendah.
		<ul style="list-style-type: none"> • Plastik menghasilkan asap beracun saat dibakar. 		<ul style="list-style-type: none"> • Pilih alas karpet dari serat alami seperti goni 	<ul style="list-style-type: none"> • Plastik daur ulang melepaskan uap berbahaya (offgassing) dan menghasilkan asap beracun saat dibakar.
Cat, pelapis, dan perawatan kayu	<ul style="list-style-type: none"> • Cat yang tidak terpakai dan sejenisnya dapat mencemari air tanah dan tanah jika dibuang secara tidak tepat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Banyak jenis enamel, pernis, dan poliuretan mengandung VOC dan melepaskan uapnya, yang dapat menyebabkan reaksi pernapasan berbahaya. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cat berbasis jeruk • Pewarna berbasis akrilik 	<ul style="list-style-type: none"> • Cat berbasis jeruk memiliki kandungan biosida yang rendah, tetapi masih mengandung beberapa petrokimia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cat berbasis jeruk memiliki kandungan biosida rendah dan tidak menyebabkan iritasi (namun harus diencerkan dan dicampur warna oleh pemasang).
	<ul style="list-style-type: none"> • Senyawa organik mudah menguap (VOC) dapat menyebabkan kabut asap (smog) dan polusi ozon di permukaan tanah. 		<ul style="list-style-type: none"> • Perawatan dan pelapis kayu alami 	<ul style="list-style-type: none"> • Pelapis dengan bahan yang lebih organik cenderung tidak menimbulkan masalah dalam pembuangannya. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pewarna berbasis akrilik memiliki kadar VOC yang rendah.
					<ul style="list-style-type: none"> • Perawatan kayu alami, seperti minyak tung, salep lilin lebah, dan sejenisnya, tidak mengandung zat iritan berbahaya (tetapi memerlukan perawatan lebih sering).
Perekat dan Mastik	<ul style="list-style-type: none"> • Wadah perekat yang tidak terpakai dapat mencemari air tanah dan tanah 	<ul style="list-style-type: none"> • Beberapa jenis perekat dan mastik melepaskan uap berbahaya yang membahayakan 	<ul style="list-style-type: none"> • Perekat dan mastik dengan kadar VOC rendah lebih aman bagi lingkungan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Beberapa jenis perekat dan mastik tidak beracun, tidak mudah terbakar, dan lebih aman 	<ul style="list-style-type: none"> • Kandungan VOC yang rendah menghasilkan lebih sedikit uap beracun.

		<p>jika dibuang secara tidak benar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Banyak jenis perekat yang mudah terbakar dan menghasilkan asap beracun saat dibakar. 	pemasang maupun penghuni.		untuk dibuang (larut dalam air).	
Kabel Daya Listrik	Kabel daya listrik		<ul style="list-style-type: none"> • Medan elektromagnetik terbentuk di sekitar setiap sumber listrik dan dapat menyebabkan kanker. 	<ul style="list-style-type: none"> • Perisai elektromagnetik 		<ul style="list-style-type: none"> • Pasang pelindung pada instalasi kabel di area yang akan digunakan penghuni dalam jangka waktu lama (misalnya, kamar tidur).

5.6 KONSERVASI SUMBER DAYA DAN BAHAN YANG TIDAK BERACUN

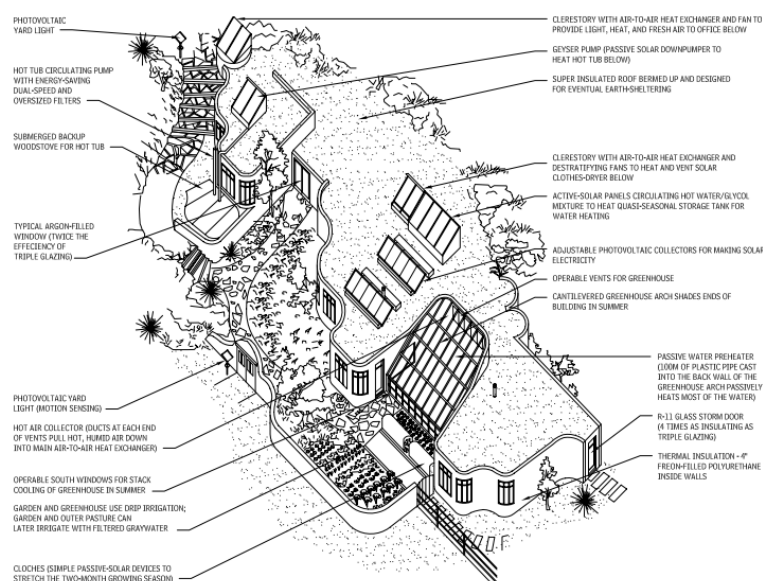
Metode Dan Sistem Konservasi Sumber Daya

Memilih bahan bangunan yang mengandung material daur ulang hanyalah satu langkah dalam proses desain yang berwawasan lingkungan. Desain lingkungan yang sensitif mengambil pandangan holistik, mempertimbangkan setiap aspek bagaimana sebuah bangunan berfungsi dalam konteksnya. Perhatian harus diberikan pada bagaimana sebuah bangunan berkinerja dan berhubungan dengan lingkungannya sepanjang masa pakainya, sebelum (desain dan spesifikasi), selama (konstruksi), dan setelah (biaya pemeliharaan dan energi seumur hidup) bangunan tersebut didirikan. Panduan berikut dapat digunakan untuk mendesain dengan tujuan konservasi sumber daya:

1. Desain dengan mempertimbangkan pola alam sehingga bangunan tersebut bekerja dengan pola tersebut dan sumber daya di lokasinya, daripada mengalahkan dan mengendalikannya. Metode berikut akan membantu anda mencapai tujuan ini:
 - Perencanaan Bangunan dan Lokasi: Untuk mencapai tujuan desain lingkungan secara keseluruhan, sangat penting untuk mengorientasikan bangunan terhadap bentang alam di lokasi. Bekerja dengan fitur lokasi memungkinkan pemanfaatan sistem alami, seperti ventilasi melalui jendela dan cerobong asap atau sumber cahaya spektrum penuh.
 - Desain yang terlindung dari tanah: Panas dan cahaya matahari dapat digunakan untuk mengurangi kebutuhan energi tak terbarukan dari sebuah bangunan. Fitur bumi yang mengatur suhu merupakan aspek lingkungan sekitar yang sering kali diabaikan. Melalui tanggul tanah, atap yang tertutup tanah, dan desain bawah tanah, sebuah bangunan dapat memanfaatkan suhu tanah yang konsisten $55^{\circ}\text{F} \pm$ di bawah garis beku lokal, atau setidaknya nilai-R yang melekat pada material tanah. Struktur yang terlindung dari tanah yang dirancang dengan baik juga mengurangi kebutuhan untuk pemeliharaan eksterior material bangunan.

2. Melestarikan fitur-fitur situs yang ada dapat menguntungkan habitat lokal dan membuat bangunan selaras dengan lokasi.

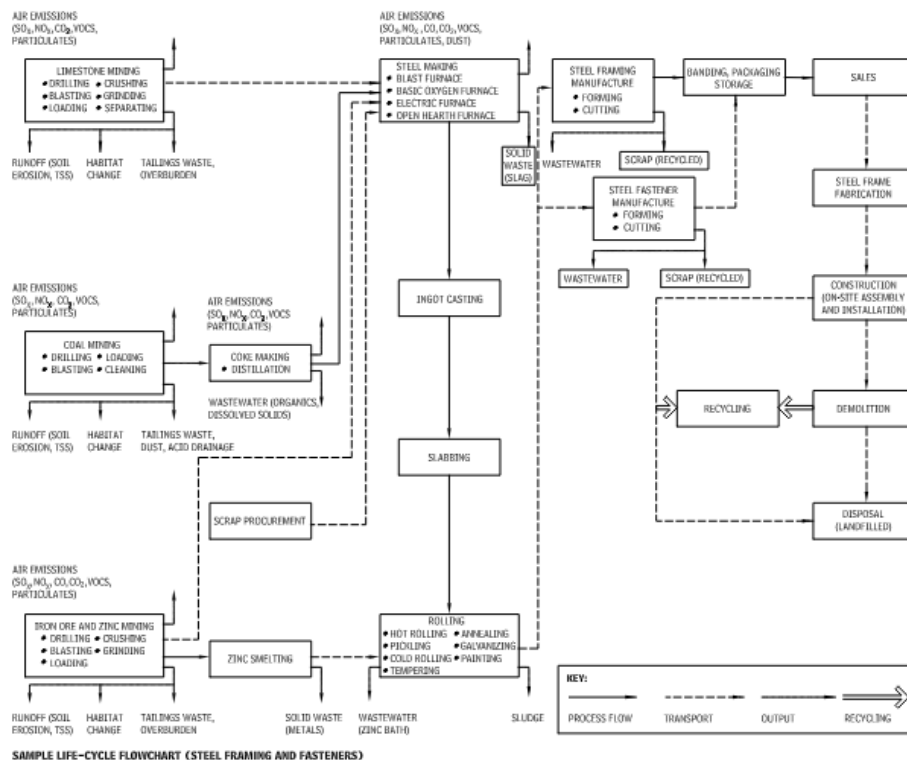
- Pelestarian pohon, tanaman, dan tanah: Tetapkan prioritas lingkungan untuk lokasi bangunan. Inventarisasi fitur-fitur alami seperti pohon dan semak yang layak di area lahan basah. Pohon memberikan manfaat lingkungan yang sangat besar bagi kesehatan bangunan (naungan), lokasi (misalnya, pengayaan tanah dari dedaunan), serta burung dan satwa liar lainnya. Carilah bangunan, jalan masuk, dan lahan yang akan diganggu selama konstruksi cukup jauh dari pohon yang ada untuk menghindari pemadatan akar. Aturan praktis yang baik adalah menjauhi garis tetesan pohon selama konstruksi. Mintalah bantuan arsitek lanskap, ahli pohon, ahli kehutanan, atau konsultan lingkungan dalam survei.
- Daur ulang atau penggunaan kembali limbah lokasi konstruksi dan pembongkaran: Pembangunan rumah keluarga tunggal di Amerika Serikat menghasilkan 2,5 ton limbah. Karena kepadatan tempat pembuangan sampah telah menyebabkan biaya pembuangan meningkat secara signifikan, daur ulang limbah konstruksi dan pembongkaran menjadi layak secara ekonomi. Identifikasi bahan yang dapat digunakan secara lebih efisien, diselamatkan, digunakan kembali di lokasi, atau didaur ulang. Material umum yang umumnya dapat didaur ulang dari lokasi konstruksi adalah (dengan persentase berdasarkan total volume limbah lokasi): kayu (27 persen), kardus/kertas (18 persen), papan gipsum (15 persen), insulasi termal (9 persen), atap (8 persen), logam (7 persen), puing beton/aspal (6 persen), puing lansekap (5 persen), dan lain-lain (5 persen). Ini adalah rata-rata nasional, dan setiap lokasi akan berbeda. Identifikasi posisi tempat sampah daur ulang di lokasi sehingga material dapat dipisahkan saat diambil kembali. Cegah polusi saluran pembuangan badai dan air tanah serta kurangi erosi tanah dengan desain yang sensitif dan metode konstruksi lokasi.



Gambar 5.14 Sistem Hemat Energi

3. Desain hemat energi harus mengurangi atau menghilangkan konsumsi bahan bakar fosil yang tidak terbarukan untuk pemanasan, pendinginan, dan pencahayaan. Meskipun membangun bangunan dengan material yang hemat sumber daya adalah hal yang baik, penting untuk memastikan bahwa setelah bangunan dibangun, bangunan tersebut terus menghemat sumber daya energi atau menggunakan sumber daya energi terbarukan sepanjang masa pakainya. Pertimbangkan untuk menggunakan material yang tahan lama dan mudah dirawat. Bila memungkinkan, rancang sistem siklus penuh seperti pemanas air tenaga surya yang akan menangkap energi terbarukan di lokasi. Peralatan berikut dapat membantu mencapai tujuan ini:

- Ventilator pemulihan panas: Sistem ini mengekstraksi panas dari udara saat dikeluarkan dan mentransfernya ke udara masuk (atau sebaliknya di musim panas). Sistem ini memungkinkan bangunan yang rapat dan hemat energi untuk diberi ventilasi tetapi tetap mempertahankan energi panas yang digunakan untuk menjaga lingkungan dalam ruangan. Bergantung pada iklim, sistem ini dapat mencapai efisiensi hingga 80 persen dalam memulihkan energi dan direkomendasikan untuk iklim yang sangat dingin atau sangat panas dan lembap. Konsultasikan dengan insinyur mekanik atau produsen peralatan.
- Pompa panas sumber tanah: Seperti desain bangunan yang terlindung dari tanah, sistem ini memanfaatkan stabilitas suhu bawah tanah. Pipa tembaga yang panjang dikubur baik secara horizontal maupun vertikal di dalam tanah dan disirkulasikan dengan media penukar panas.



Gambar 5.15 Bagan Alur Siklus Hidup

Desain Komunitas Yang Sehat

Desain dan perencanaan komunitas, atau kurangnya perencanaan, memiliki dampak yang lebih besar pada lingkungan alam daripada desain bangunan individual. Sasaran bangunan berdampak rendah tentu saja membuat perbedaan, tetapi itu tidak akan cukup; desain ulang komunitas yang kreatif diperlukan untuk meningkatkan kualitas hidup dan menciptakan potensi regenerasi sistem alam. Sebagian dari solusinya bersifat pribadi, sebagian merupakan komitmen rumah tangga, sebagian berbasis lingkungan, dan sebagian memerlukan keterlibatan pemerintah di semua kalangan.

Komunitas yang sehat merupakan tanda kesehatan ekologis. Perencanaan kebijakan publik, termasuk pertumbuhan cerdas, dan tren budaya seperti urbanisme baru sedang mengubah lanskap amerika. Bagian ini merangkum secara singkat definisi dan konsep utama.

5.7 BENTUK KOMUNITAS DAN INFRASTRUKTUR BERKELANJUTAN

Bentuk dan karakter komunitas dapat didefinisikan sebagai perkotaan, pinggiran kota, atau pedesaan.

Bentuk fisik kota dan kota kecil, yang telah diteliti dan didefinisikan oleh Kevin Lynch dan lainnya, meliputi pusat perkotaan, tepian, dan simpul. Setiap elemen bentuk komunitas tradisional menawarkan peluang untuk dipahami kembali sebagai infrastruktur yang lebih berkelanjutan. Hak jalan untuk utilitas dapat mulai menggabungkan teknologi pengolahan air dan energi. Lebar jalan dan pola jalan secara keseluruhan dapat dipertimbangkan berkenaan dengan air, material, energi, dan penggunaan di masa mendatang.

Pusat suatu komunitas, tergantung pada skalanya, dapat berupa kota, kota kecil, pusat desa, atau lingkungan sekitar. Area dengan kepadatan tertinggi tersebut mungkin dapat menggunakan berbagai jenis solusi infrastruktur yang berbeda dari area di sekitarnya. Kota, misalnya, dapat lebih mudah mempertimbangkan pembangkitan panas dan listrik gabungan atau pengolahan air limbah terdesentralisasi, yang menghemat infrastruktur pengangkutan berskala besar.

Desain berkelanjutan mulai melihat bentuk dengan cara yang lebih terintegrasi daripada desain perkotaan tradisional dalam hubungan komunitas dengan aliran dan fitur alam. Infrastruktur merupakan peluang untuk peningkatan yang signifikan dalam komunitas, dan kota-kota baru merupakan kandidat yang sangat baik untuk memikirkan kembali asumsi konvensional tentang air, energi, dan transportasi. Secara umum, desain komunitas yang berkelanjutan berupaya mengelola dan menggunakan kembali air yang jatuh di lokasi dan lingkungan sekitar, daripada menyalurkannya melalui pipa ke pabrik pengolahan terpencil, danau, atau sungai.

Perkembangan terkini dalam desain komunitas telah memungkinkan adanya area yang ditentukan dan distrik terencana khusus serta inisiatif regional, seperti:

- Pengembangan yang berorientasi pada pejalan kaki, yang berupaya mengurangi ketergantungan pada mobil untuk bepergian, sekolah, berbelanja, dan beraktivitas.

- Pengembangan yang berorientasi pada angkutan umum, yang berupaya menempatkan hub angkutan umum utama di dekat area dengan kepadatan tertinggi dan menciptakan pengembangan baru bersama dengan kereta ringan dan sistem mobilitas moda massa lainnya.
- Zona perusahaan, yang mendorong pengembangan ekonomi dengan cara tertentu.
- Taman eko-industri, yang mengidentifikasi sinergi antara jenis industri untuk menghilangkan konsep limbah melalui pemanfaatan penuh produk sampingan.
- Perencanaan kota tradisional, yang berupaya menggunakan bentuk-bentuk masa lalu dengan kepadatan lebih tinggi.
- Pengembangan penggunaan campuran, yang berupaya memadukan penggunaan perumahan dan komersial untuk menciptakan lingkungan yang penuh aktivitas sepanjang hari dan malam.
- Izin penggunaan khusus dan pengembangan unit terencana, yang memungkinkan variasi dari zonasi yang ditentukan jika hal itu meningkatkan kualitas masyarakat.
- Batasan pertumbuhan perkotaan, yang membatasi perluasan wilayah dengan membatasi pertumbuhan dalam area yang ditentukan.

Efektivitas dan makna konsep-konsep ini dapat bervariasi seperti halnya istilah keberlanjutan itu sendiri. Desain untuk kota-kota baru dapat sangat preskriptif, seperti pedoman desain untuk beberapa pembangunan perkotaan baru. Bagian desain berkelanjutan dari pedoman tersebut sering kali diambil dari LEED atau standar referensi untuk kinerja bangunan individual. Peluang tambahan yang mungkin lebih besar terletak pada perencanaan itu sendiri karena perencanaan memengaruhi orientasi, infrastruktur, dan pengerasan jalan sehingga berdampak dramatis pada aliran air dan energi.

Keterlibatan Dalam Desain Komunitas

Proyek desain komunitas yang sukses mempertemukan pemerintah, warga lingkungan, dan warga yang peduli untuk berdiskusi yang membayangkan masa depan terbaik. Pusat desain komunitas kini ada di kota-kota besar. Organisasi-organisasi ini menyediakan tempat bagi para desainer dan warga untuk berpartisipasi dalam diskusi tentang masa depan jalan dan lingkungan serta mencari persetujuan untuk pengembangan baru yang diusulkan.

Pertumbuhan Dan Perubahan Komunitas

Perubahan dalam perencanaan dan zonasi memerlukan kemauan politik dan penerimaan umum bahwa pertumbuhan dan perubahan dapat menjadi positif. Beberapa bagian di Amerika Serikat sangat anti-pertumbuhan; area lain, yang tidak siap menghadapi pertumbuhan yang tidak terkendali, sedang berjuang; di area lain lagi, pertumbuhan terjadi tanpa bentuk perencanaan apa pun. Di semua tempat ini, karakter unik suatu tempat dapat hilang jika pertumbuhan tidak diarahkan. Keterlibatan aktif arsitek dalam komunitas—baik sebagai profesional maupun warga—sangat penting bagi keberlanjutan komunitas. Bangunan unik, lanskap, dan atribut lain suatu tempat seringkali perlu diidentifikasi dan dilestarikan seiring pertumbuhan komunitas.

Kepadatan Dan Komunitas Yang Berkelanjutan

Konsep kepadatan penting untuk dipahami oleh arsitek dan, secara umum, telah

menjadi area yang dipahami oleh arsitek melalui pemahaman skala bangunan. Kemampuan suatu komunitas untuk mendukung jalan-jalan yang dipenuhi pertokoan dengan sukses atau untuk menerapkan angkutan umum atau memfasilitasi jalan kaki ke tempat kerja dan sekolah terutama merupakan fungsi dari kepadatan.

Tabel 5.16 dampak lingkungan dari kepadatan perumahan

Dampak terhadap	Permukiman menyebar	Kawasan kota padat	Ukuran
Kepadatan	3	90	Jumlah rumah tangga per acre permukiman
Penggunaan Lahan	333	11	Jumlah acre per 1.000 rumah tangga
Jalan & Trotoar	233,333	7777	sq yd/1000 rumah tangga
Penggunaan Air	1031	194	Galon per rumah tangga per hari
Layanan Transportasi	1	43	Jumlah pegawai layanan dan ritel per acre
Transit service	0	233	Rata-rata jumlah bus: 2
Mobil dan penggunaannya (per rumah tangga setiap tahun)			
kendaraan	2.03	0.75	Rata-rata jumlah kendaraan
parkir	14	5	Tempat parkir
Jarak Tempuh Kendaraan	22,844	7865	Rata-rata jarak tempuh kendaraan
Penggunaan bahan bakar	1142	393	Galon bensin
Biaya bensin	Rp. 34.260.000	Rp. 11.790.000	Rupiah
Biaya total kendaraan	Rp. 224.390.000	Rp. 80.430.000	Rupiah
Polusi udara akibat mengemudi (per rumah tangga setiap tahun)			
Senyawa Organik Volatil (VOC) 60	60	20	Pound Senyawa Organik Volatil
Oksida Nitrogen	150	51	Pound Oksida Nitrogen
Partikulat	13.70	4.71	Pound Partikulat Halus (PM10)

Gas Rumah Kaca	15.99	5.50	Ton CO ₂ per 1.000 rumah tangga
----------------	-------	------	--

Teknologi tertentu memerlukan skala komunitas yang sesuai untuk berhasil. Pabrik pengkondisian ruang yang efisien, sistem air dingin (chilled water loops), pengolahan air, sel bahan bakar (fuel cells), dan teknologi lainnya semuanya memerlukan modul yang relatif besar.

Manfaat lingkungan dari kepadatan permukiman yang lebih tinggi telah dihitung oleh *San Francisco League of Conservation Voters* (www.sflcv.org). Perbandingan yang dirinci dalam Tabel 5.16 mengidentifikasi biaya lingkungan yang lebih tinggi dari pengembangan kepadatan rendah. Sebuah subdivisi baru yang khas dengan tiga rumah tangga per hektar permukiman membutuhkan area jalan dan trotoar lebih dari 30 kali lipat dibandingkan dengan lingkungan kota dengan kepadatan lebih tinggi, seperti *Telegraph Hill* di San Francisco.

Mobilitas

Istilah mobilitas memperluas pengertian transportasi untuk mencakup semua bentuk pergerakan melalui komunitas untuk semua usia di semua skala. Desain komunitas yang berkelanjutan membahas aksesibilitas bagi kaum muda dan lansia yang mungkin tidak memiliki akses ke mobil atau angkutan umum konvensional dan berupaya menemukan solusi yang mengurangi perjalanan yang tidak perlu untuk keperluan dan kegiatan lainnya. Mobilitas sangat penting bagi masyarakat yang sehat.

Pertimbangan untuk mobilitas yang baik meliputi:

- Jarak maksimal lima menit berjalan kaki dari area permukiman ke pusat lingkungan.
- Waktu tunggu yang singkat untuk transportasi umum
- Skala dan rute pilihan angkutan yang sesuai
- Trotoar, lanskap, dan bangunan yang mudah diakses
- Rencana yang mempertimbangkan semua kelompok umur, termasuk pemuda dan orang tua
- Jalur sepeda, jalur hijau, dan trotoar yang lebar
- Lokasi yang strategis untuk sekolah dan gedung publik

Permakultur

Salah satu pendekatan untuk kehidupan berkelanjutan adalah gerakan permakultur. Arti asli dari istilah permakultur, yang berasal dari pertanian permanen, sekarang diterapkan pada budaya, secara umum, dengan membahas khususnya aspek sosial keberlanjutan. Definisi permakultur yang diterima mencakup konsep-konsep berikut:

- Pendekatan etis terhadap lingkungan yang mencakup batasan pertumbuhan populasi dan konsumsi, distribusi sumber daya yang adil, dan tanggung jawab pribadi.
- Prinsip ekologi yang diperoleh dari pengamatan sistem alami oleh ahli ekologi seperti L.C. Birch dan Howard Odum, serta dari masyarakat prateknologi yang sukses.
- Pendekatan desain atau rencana tindakan yang dapat diimplementasikan dan dipertahankan dengan sumber daya minimal.
- Perawatan holistik untuk masyarakat dan ekologi lokal dalam ekonomi berbasis energi lokal.

Pertumbuhan Cerdas

Kepedulian terhadap dampak pembangunan terhadap lingkungan menyebabkan terbentuknya Jaringan Pertumbuhan Cerdas (SGN) pada tahun 1996. EPA AS dan beberapa organisasi nirlaba dan pemerintah menyusun serangkaian prinsip yang kini diterima secara luas sebagai panduan praktik baik dalam pembangunan berdampak rendah. Urban Land Institute dan lembaga lainnya juga telah membahas masalah ini dengan pedoman dan studi.

SGN dibentuk sebagai respons terhadap meningkatnya kekhawatiran masyarakat tentang perlunya perlindungan lingkungan dan pertumbuhan ekonomi yang juga mendukung vitalitas masyarakat. Mitra Jaringan ini meliputi kelompok lingkungan, organisasi pelestarian sejarah, organisasi profesional, pengembang, kepentingan real estat, dan entitas pemerintah daerah dan negara bagian.

10 Prinsip Aia Untuk Komunitas Yang Layak Huni

Pusat Komunitas Berdasarkan Desain AIA menawarkan berbagai layanan untuk arsitek dan komunitas, termasuk organisasi tim bantuan untuk komunitas yang membutuhkan yang terlatih dalam desain perkotaan atau desain berkelanjutan. Prinsip-prinsip berikut adalah ringkasan strategi yang koheren untuk merencanakan dan memulihkan komunitas dalam semua skala:

1. Desain dalam skala manusia: Komunitas yang kompak dan ramah pejalan kaki memungkinkan penduduk berjalan kaki ke toko, layanan, sumber daya budaya, dan pekerjaan serta dapat mengurangi kemacetan lalu lintas dan bermanfaat bagi kesehatan masyarakat.
2. Menyediakan pilihan: Orang menginginkan variasi dalam perumahan, belanja, rekreasi, transportasi, dan pekerjaan. Variasi menciptakan lingkungan yang hidup dan mengakomodasi penduduk dalam berbagai tahap kehidupan mereka.
3. Mendorong pembangunan dengan penggunaan campuran: Mengintegrasikan berbagai penggunaan lahan dan berbagai jenis bangunan menciptakan komunitas yang hidup, ramah pejalan kaki, dan beragam.
4. Melestarikan pusat kota: Memulihkan, merevitalisasi, dan mengisi pusat kota memanfaatkan jalan, layanan, dan bangunan yang ada dan menghindari kebutuhan akan infrastruktur baru. Hal ini membantu mengekang perluasan kota dan meningkatkan stabilitas lingkungan kota.
5. Beragam pilihan transportasi: Memberikan orang pilihan untuk berjalan kaki, bersepeda, dan menggunakan angkutan umum, selain mengemudi, mengurangi kemacetan lalu lintas, melindungi lingkungan, dan mendorong aktivitas fisik.
6. Membangun ruang publik yang semarak: Warga membutuhkan tempat publik yang ramah dan terdefinisi dengan baik untuk merangsang interaksi tatap muka, merayakan dan berduka bersama, mendorong partisipasi sipil, mengagumi seni publik, dan berkumpul untuk acara publik.
7. Menciptakan identitas lingkungan: "Rasa tempat" memberi lingkungan karakter yang unik, meningkatkan lingkungan pejalan kaki, dan menciptakan kebanggaan dalam masyarakat.

8. Melindungi sumber daya lingkungan: Keseimbangan alam dan pembangunan yang dirancang dengan baik melestarikan sistem alam, melindungi jalur air dari polusi, mengurangi polusi udara, dan melindungi nilai properti.
9. Melestarikan lanskap: Ruang terbuka, pertanian, dan habitat satwa liar sangat penting untuk alasan lingkungan, rekreasi, dan budaya.
10. Desain itu penting: Keunggulan desain adalah fondasi komunitas yang sukses dan sehat.

5.8 BANGUNAN YANG EFEKTIF

Strategi Konservasi Energi Untuk Bangunan Non-Hunian

Desain hemat energi untuk bangunan Non-residensial dapat dibenarkan oleh penghematan biaya operasional, yang menghasilkan investasi siklus hidup yang lebih rendah. Untuk bangunan besar dari semua jenis, peluang terbaik kemungkinan besar ditemukan pada biaya listrik; tergantung pada biaya permintaan utilitas lokal, langkah-langkah pengurangan dan/atau pergeseran beban puncak (harian atau musiman) mungkin terbukti hemat biaya. Bersamaan dengan itu, mengurangi penggunaan listrik dengan pencahayaan alami yang efektif dan pengurangan beban pendinginan (orientasi jendela dan perangkat peneduh matahari) akan hemat biaya karena beban ini biasanya saling terkait dan menggunakan bentuk energi yang mahal.

Ketika beban dan biaya ini berkurang, pengurangan biaya pemanasan dengan teknik surya dan hemat energi juga berlaku untuk bangunan yang lebih besar. Peluang hemat energi paling baik ditangani oleh pendekatan tim sistem menyeluruh dari arsitektur, HVAC, pencahayaan, dan otomatisasi terintegrasi. Misalnya, tingkat insulasi termal atau massa termal yang tinggi dapat dibenarkan secara biaya ketika ini juga menghasilkan ukuran sistem mekanis dan kebutuhan daya yang berkurang secara substansial.

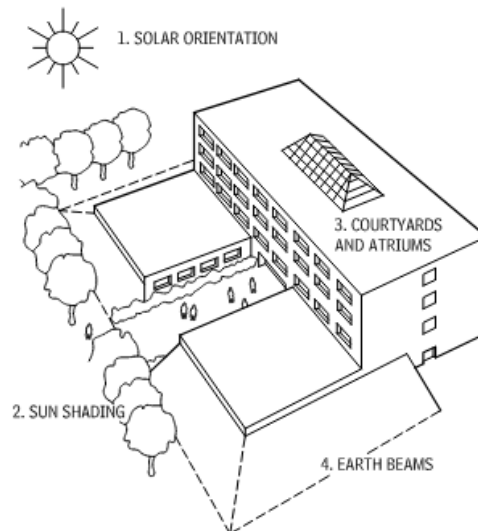
Arsitek harus mempertimbangkan hal-hal berikut dalam merancang bangunan Non-residensial yang hemat energi, terlepas dari ukuran dan jenis bangunan. (Perhatikan bahwa angka-angka dalam daftar berikut mengacu pada item dalam Gambar 5.17 hingga 12.22.)

Perencanaan Dan Orientasi Lokasi

1. Arahkan dinding bangunan yang lebih panjang agar menghadap utara-selatan: Dinding yang menghadap ekuator (misalnya, matahari siang) ideal untuk jendela yang diorientasikan agar memungkinkan cahaya matahari masuk, dengan biaya minimum untuk naungan (misalnya, tonjolan horizontal yang relatif kecil menciptakan naungan yang efektif). Namun, dinding dan jendela yang menghadap ke timur dan barat merupakan sumber panas berlebih yang tidak diinginkan dan sulit untuk dinaungi secara efektif. Di daerah beriklim dingin, jendela yang menghadap khatulistiwa dapat memperoleh panas yang berguna di musim dingin dari matahari. (Lihat juga kriteria "Pencahayaan Siang Hari", selanjutnya.)
2. Sediakan peneduh matahari yang sesuai dengan iklim dan variasi penggunaan: Bangunan dapat ditempatkan dalam kelompok untuk saling menaungi. Lanskap dan tabir surya dapat digunakan untuk menaungi permukaan bangunan, terutama jendela,

selama jam-jam yang terlalu panas. Fungsi dapat ditempatkan di dalam bangunan agar bertepatan dengan manfaat atau kerugian perolehan sinar matahari. Misalnya, kafetaria idealnya terkena sinar matahari musim dingin di siang hari di daerah beriklim dingin dan sedang, atau ditempatkan di tempat teduh di siang hari di daerah beriklim hangat; area yang jarang digunakan (area penyimpanan) dapat digunakan sebagai penyangga iklim yang ditempatkan di timur atau barat di daerah beriklim panas, atau di utara di daerah beriklim dingin.

3. Ciptakan halaman dan atrium tertutup: Halaman semi tertutup (di daerah beriklim hangat) dan atrium tertutup (di daerah beriklim sedang dan dingin) dapat dibentuk oleh kelompok bangunan untuk menyediakan area penanaman, peneduh matahari, air mancur, dan manfaat iklim mikro lainnya. Atrium juga dapat digunakan sebagai halaman cahaya dan poros ventilasi. Area tanaman dalam atau luar ruangan menyediakan pendinginan evaporatif untuk angin lokal jika berada di dekat bangunan.



Gambar 5.17 perencanaan dan orientasi situs

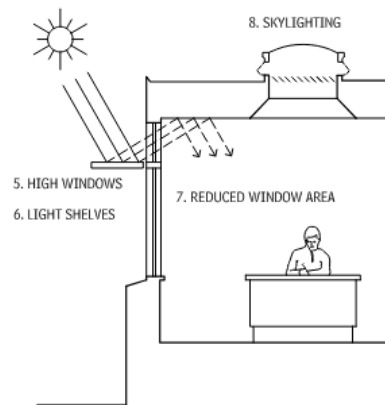
4. Gunakan tanggul tanah untuk penyangga iklim: Tanggul tanah (miring atau bertingkat, dibentuk hanya dengan meratakan tanah pada dinding bangunan) membantu menyangga bangunan terhadap suhu ekstrem, baik panas maupun dingin.

Pencahayaan Siang Hari

5. Tempatkan jendela tinggi di dinding setiap lantai: Jendela yang ditempatkan tinggi di dinding dekat langit-langit menyediakan cahaya matahari terbanyak untuk area jendela tertentu, sehingga memungkinkan cahaya matahari menembus lebih dalam ke bagian dalam.
6. Gunakan rak cahaya: Rak cahaya adalah proyeksi horizontal yang ditempatkan di luar dan di bawah jendela untuk memantulkan sinar matahari ke bagian dalam. Biasanya ditempatkan tepat di atas ketinggian mata, rak cahaya memantulkan cahaya matahari ke langit-langit bagian dalam, menjadikannya permukaan yang memantulkan cahaya

(bukan permukaan gelap dan teduh yang biasa ditemukan pada langit-langit bagian dalam konvensional). Pada saat yang sama, rak cahaya menaungi bagian bawah jendela, mengurangi jumlah cahaya di dekat jendela, yang biasanya terlalu terang. Hasilnya adalah cahaya matahari yang lebih seimbang dengan lebih sedikit silau dan kontras antara tingkat cahaya di bagian dalam.

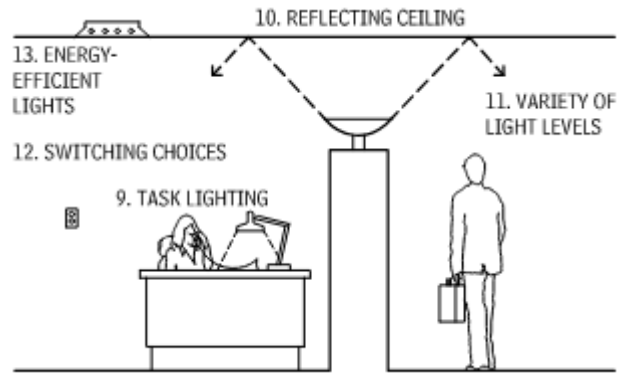
7. Sesuaikan ukuran jendela berdasarkan penggunaan dan orientasi: Karena kaca jendela memiliki sedikit atau tidak ada hambatan terhadap aliran panas, kaca jendela merupakan salah satu sumber utama pemborosan energi dan ketidaknyamanan. Area jendela harus dinaungi untuk mencegah masuknya sinar matahari langsung selama jam-jam yang terlalu panas. Bahkan saat dinaungi, jendela akan mendapatkan panas yang tidak diinginkan saat suhu luar ruangan melebihi batas kenyamanan manusia. Oleh karena itu, area jendela harus dijaga seminimal mungkin, yang dibenarkan oleh kebutuhan yang jelas untuk pandangan, kelegaan visual, ventilasi, dan/atau cahaya alami.
8. Gunakan pencahayaan langit (pencahayaan langiting) untuk pencahayaan alami, dengan kontrol surya yang tepat: pencahayaan langit yang berukuran dan berorientasi tepat adalah sumber pencahayaan yang efisien dan hemat biaya. Pertimbangkan bahwa untuk sebagian besar gedung perkantoran, sinar matahari tersedia hampir sepanjang periode hunian dan bahwa kebutuhan pencahayaan untuk penerangan interior hanya sekitar 1 persen dari jumlah cahaya yang tersedia di luar. Biaya pencahayaan listrik, biaya puncak, dan gangguan kerja selama pemadaman listrik dapat sangat dikurangi dengan menggunakan pencahayaan alami. *Pencahayaan langit* yang hemat biaya dan hemat energi dapat berukuran kecil, ditempatkan berjauhan, dengan sumbu cahaya interior yang "melebar" (splayed) yang membantu memantulkan dan menyebarkan cahaya. Langit-langit dan dinding yang dicat putih semakin meningkatkan efisiensi pencahayaan alami (sebanyak 300 persen, dibandingkan dengan *finishing* interior gelap). Pencahayaan langit harus menyertakan beberapa cara untuk mengendalikan perolehan panas matahari yang tidak diinginkan dengan satu atau lebih cara berikut: (a) Hadapkan pencahayaan langit ke orientasi polar; (b) sediakan peneduh matahari pemantul cahaya eksterior; (c) sediakan peneduh matahari bergerak di bagian dalam, dengan sarana untuk mengeluarkan panas di atas peneduh matahari.



Gambar 5.18 pencahayaan siang hari

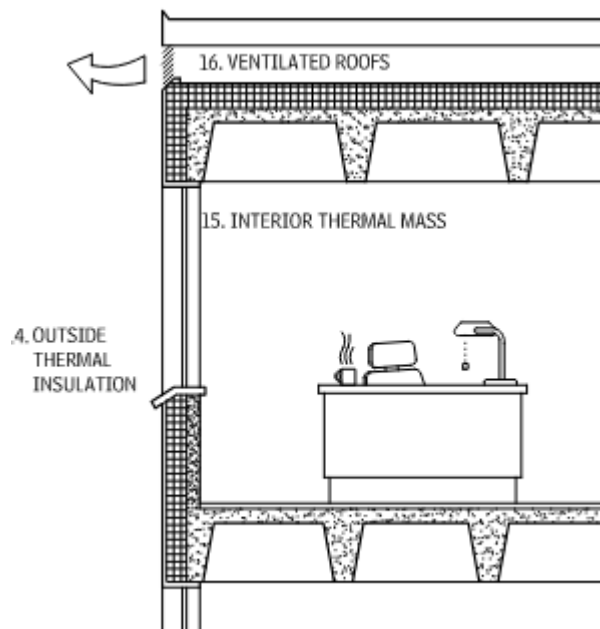
Pencahayaan Hemat Energi

9. Gunakan lampu kerja, dengan kontrol individual: Lampu untuk penerangan kerja idealnya terletak di dekat permukaan kerja dan dapat disesuaikan untuk menghilangkan silau pantulan. Keuntungan hemat energi adalah bahwa keluaran cahaya yang dibutuhkan lebih sedikit (berkurang secara geometris sebagai fungsi dari jaraknya yang lebih dekat ke tempat kerja), dan lampu dapat dimatikan saat tidak diperlukan.
10. Gunakan langit-langit sebagai permukaan yang memantulkan cahaya: Dengan menggunakan lampu sorot, baik lampu gantung langit-langit atau lampu yang dipasang pada partisi dan/atau lemari, permukaan langit-langit dapat digunakan sebagai reflektor cahaya. Ini memiliki tiga keuntungan: Pertama, lebih sedikit perlengkapan yang dibutuhkan untuk pencahayaan area umum (ambien); Kedua, cahaya tidak langsung, menghilangkan sumber ketidaknyamanan visual akibat silau dan pantulan; dan, ketiga, jika rak cahaya digunakan, langit-langit adalah reflektor cahaya untuk cahaya alami dan buatan, yang menguntungkan bagi rasa keteraturan visual penghuni.
11. Gunakan berbagai tingkat cahaya: Dalam interior mana pun, berbagai tingkat cahaya meningkatkan kenyamanan visual. Tingkat cahaya dapat dikurangi di area penggunaan rendah, penyimpanan, sirkulasi, dan area lounge. Pencahayaan alami juga dapat digunakan untuk memberikan variasi pencahayaan, sehingga mengurangi interior yang monoton.
12. Sediakan pilihan sakelar, untuk mengakomodasi jadwal dan ketersediaan cahaya alami: Area di dekat jendela yang dapat diterangi secara alami harus memiliki kontrol peredupan berkelanjutan untuk meredupkan lampu yang tidak diperlukan. Area lain harus memiliki sakelar terpisah agar sesuai dengan jadwal dan penggunaan yang berbeda. Pertimbangkan sakelar lampu yang mendeteksi penghuni di area yang jarang digunakan, seperti kamar mandi, area penyimpanan, dan gudang.



Gambar 5.19 pencahayaan hemat energi

13. Gunakan lampu dan lumener hemat energi: Gunakan sumber cahaya yang paling efisien sesuai kebutuhan: ini bisa berupa lampu fluoresen, lampu pelepasan intensitas tinggi, atau lampu tegangan tinggi/frekuensi tinggi. Lampu fluoresen kompak dengan ballast efisiensi tinggi memiliki keunggulan berupa watt rendah, panas buang rendah, masa pakai lama, dan warna yang bagus. Lampu pijar menggunakan lebih sedikit energi saat dinyalakan, jadi ini cocok untuk penggunaan sesekali dan pencahayaan jangka pendek. Lumener juga harus dievaluasi untuk seberapa efisien mereka menyebarkan, mengarahkan, atau memantulkan cahaya yang tersedia.



Gambar 5.20 konstruksi termal

Konstruksi Termal

14. Pasang insulasi termal di bagian luar bangunan: Insulasi termal merupakan salah satu cara yang paling hemat biaya untuk menghemat energi. Insulasi yang dipasang di permukaan luar dinding atau atap melindungi bangunan dari suhu ekstrem di luar

(dengan manfaat tambahan memperpanjang masa pakai membran kedap air atap) dan menambah kekokohan bangunan terhadap respons termal interior (lihat strategi 15). Di lokasi yang tidak memiliki insulasi resistansi, kombinasi ruang udara dan material berkapasitas tinggi seperti pasangan bata dan/atau tanggul tanah harus dirancang untuk peredaman termal atau jeda waktu yang efektif (penundaan dan penyebaran suhu ekstrem di luar yang ditransmisikan ke interior). Sebagai alternatif untuk mengisolasi bangunan atap di daerah beriklim panas, penghalang radiasi yang terdiri dari lembaran foil reflektif kontinu dengan lapisan emisivitas rendah (low-E) dan ruang udara di sekitarnya berfungsi sebagai pelindung yang efektif terhadap perolehan panas yang tidak diinginkan.

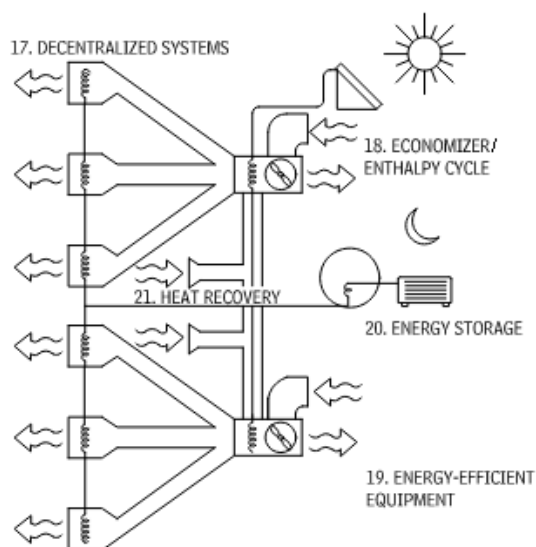
15. Memanfaatkan massa termal pada interior bangunan: Di gedung perkantoran, konstruksi yang sangat masif secara termal (seperti pasangan bata dan beton, yang memiliki kapasitas penyimpanan panas yang baik) memberikan manfaat bagi pengoperasian peralatan pemanas dan pendingin yang hemat energi sebagai berikut:
 - Manfaat pendinginan: Massa termal menyerap panas berlebih yang tidak dapat dihindari di ruang kantor karena penumpukan panas dari orang, peralatan, pencahayaan, peningkatan suhu sore hari, dan perolehan sinar matahari. Semakin banyak massa termal yang secara efektif terpapar ke langit-langit dan dinding ruang interior, semakin besar penghematan pada AC di sore hari, dengan potensi untuk menunda panas berlebih hingga sore hari, saat tarif listrik mungkin lebih rendah dan/atau udara luar mungkin cukup rendah untuk mendinginkan massa dengan ventilasi malam hari. (Pilihan pendinginan malam hari sangat disukai di iklim yang hangat dan kering karena suhu malam hari yang lebih dingin.)
16. Manfaat pemanasan: Di iklim sedang dan dingin, massa termal membantu menyerap dan menyimpan panas pasif musim dingin. Hal ini khususnya efektif jika massa termal berada di bagian dalam bangunan dan langsung dipanaskan oleh matahari (dimungkinkan oleh desain berbagai koridor, tangga, dan pengaturan partisi setengah tinggi).
17. Gunakan atap berventilasi yang dibangun dengan cahaya di iklim panas: Di iklim panas, atap merupakan sumber utama perolehan panas yang tidak diinginkan. Desain atap yang hemat energi harus dipertimbangkan. Salah satu yang terbaik untuk iklim panas adalah atap ganda berventilasi di mana lapisan luarnya adalah bahan berwarna terang dan ringan yang menaungi panas matahari dari atap bagian dalam, yang harus diisolasi dengan baik. Seperti yang dijelaskan dalam strategi 14, penghalang radiasi dapat dipertimbangkan sebagai alternatif untuk isolasi resistansi untuk berfungsi sebagai pelindung terhadap perpindahan termal melalui bagian langit-langit struktur atap.

Sistem Mekanik Hemat Energi

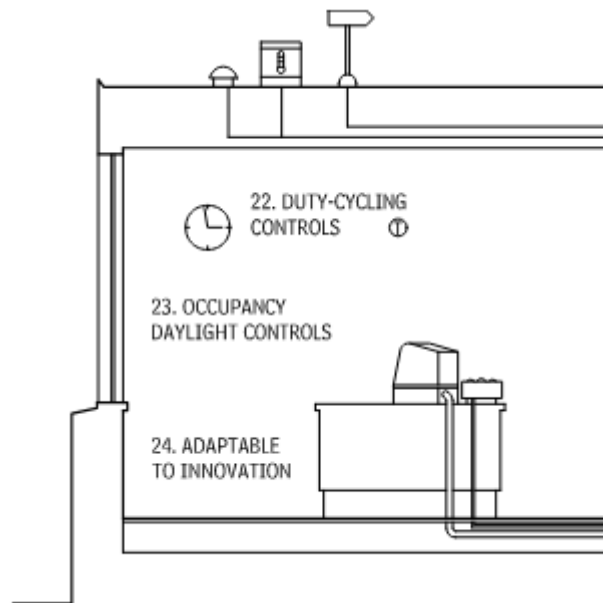
18. Gunakan sistem modular dan terdesentralisasi: Peralatan pemanas dan pendingin paling efisien jika ukurannya disesuaikan dengan kondisi beban rata-rata, bukan kondisi puncak atau ekstrem. Gunakan boiler, pendingin, pompa, dan kipas unit modular secara seri sehingga beban operasi rata-rata dapat dipenuhi oleh beberapa modul yang

beroperasi pada efisiensi puncak, bukan satu unit yang terlalu besar untuk kondisi normal. Zonasi sistem distribusi untuk memenuhi beban yang berbeda karena orientasi, penggunaan, dan jadwal. Gunakan sistem volume udara variabel (VAV) untuk mengurangi kebutuhan energi kipas dan menurunkan ukuran dan biaya saluran (sistem dapat dirancang untuk beban dominan, bukan jumlah beban puncak). Sistem penanganan udara terdesentralisasi memiliki saluran utama dan kehilangan saluran yang lebih kecil. Penanganan udara terpecah, yang terletak dekat dengan penggunaan akhirnya, dapat diperkecil ukurannya dari ukuran sistem konvensional jika air panas dan dingin disalurkan ke sana (sistem penanganan udara terdesentralisasi dengan pabrik terpusat).

19. Gunakan pendingin siklus entalpi/ekonomizer: Pendinginan siklus entalpi/ekonomizer menggunakan udara luar saat cukup dingin untuk ventilasi langsung dan/atau saat udara luar memiliki kandungan panas yang lebih rendah daripada udara dalam ruangan, sehingga dapat didinginkan secara evaporatif tanpa meningkatkan kelembapan dalam ruangan. Meskipun berguna di semua iklim, sistem pendingin evaporatif langsung atau tidak langsung sangat efektif di iklim panas dan kering.
20. Gunakan peralatan hemat energi: Efisiensi energi peralatan mekanis sangat bervariasi. Pertimbangkan pompa kalor untuk pendinginan dan pemanasan untuk mengganti unit pendingin dan boiler yang terpisah. Pompa kalor juga dapat menggunakan sumber air lokal atau penyimpanan air (lihat strategi 20).
21. Gunakan penyimpanan energi untuk pendinginan: Penyimpanan air dingin memiliki dua keuntungan: Pertama, memungkinkan pendinginan air atau pembuatan es di malam hari dalam kondisi lingkungan yang lebih baik dan kemungkinan tarif listrik yang lebih rendah. Kedua, dan mungkin yang lebih penting, mengurangi atau menghilangkan konsumsi energi pada jam sibuk, sehingga mengurangi biaya permintaan.



Gambar 5.21 sistem mekanik hemat energi



Gambar 5.22 kontrol bangunan cerdas

22. Gunakan pemulihan panas untuk pemanasan: Di daerah beriklim dingin dan sedang, panas dapat dipulihkan dari zona hangat bangunan dan disirkulasikan kembali ke area yang kurang panas. Sumber panas yang dapat dipulihkan meliputi peralatan, panas proses, dan perolehan panas surya pasif. Roda atau kumparan pemulihan panas dapat digunakan di tempat udara dalam ruangan perlu diventilasi, mentransfer panas ke aliran udara segar yang masuk. Di semua iklim, panas proses atau panas surya aktif (misalnya, dari kolektor surya) dapat digunakan untuk air panas rumah tangga atau untuk mengatur suhu udara segar yang masuk.

Kontrol Bangunan Pintar

23. Gunakan termostat pintar: Kontrol suhu siklus kerja dapat diprogram untuk jadwal waktu dan kondisi termal yang berbeda, yang paling sederhana adalah pengaturan siang/malam. Kontrol yang lebih baru bersifat prediktif, mendeteksi tren suhu luar ruangan, lalu memilih operasi sistem yang paling sesuai dengan kondisi tersebut.
24. Gunakan kontrol pencahayaan yang mendeteksi hunian dan cahaya matahari: Disarankan untuk menyalakan lampu secara otomatis sesuai dengan jadwal penghuni gedung dan kondisi siang hari, dengan penggantian manual untuk penghunian malam hari. Fotosensor harus ditempatkan di area yang dapat diprediksi oleh cahaya alami.
25. Bersiaplah untuk inovasi cepat dalam sistem kontrol gedung: Sistem gedung "pintar" yang baru dikembangkan mencakup pemrosesan mikro untuk kontrol termal dan cahaya, tindakan pencegahan kebakaran dan kualitas udara, kegagalan peralatan, dan persyaratan operasi/pemeliharaan (bersama dengan sistem komunikasi dan manajemen kantor yang baru). Inovasi-inovasi ini memerlukan kabel listrik yang mudah diganti, misalnya melalui konstruksi dua lantai.

Desain Atrium Hemat Energi

Dalam makna aslinya, atrium adalah halaman terbuka sebuah rumah Romawi. Saat ini,

atrium adalah halaman berkaca di sisi atau di dalam bangunan. Jika masalah pemanasan, pendinginan, dan pencahayaan diabaikan, desain atrium dapat menambah biaya energi bangunan secara signifikan, serta membutuhkan energi di atas rata-rata untuk mempertahankan kenyamanan di dalamnya. Sebaliknya, ruang atrium hemat energi dapat memberikan penghematan melalui pencahayaan alami, pemanasan pasif, dan strategi pendinginan alami. (Setiap ruang bertingkat menimbulkan kekhawatiran akan keselamatan kebakaran dan memerlukan perhatian khusus.)

Ruang atrium lebih responsif terhadap pengaruh iklim luar daripada bangunan konvensional, dan oleh karena itu, desainnya akan mengikuti persyaratan iklim setempat. Desain juga akan bergantung pada fungsi dan tujuan khusus atrium: untuk menyediakan cahaya matahari untuk dirinya sendiri atau ke ruang yang berdekatan; untuk memberikan kenyamanan bagi hunian manusia atau hanya berfungsi sebagai ruang semi-kondisioner untuk sirkulasi. Tantangan desain atrium hemat energi adalah menggabungkan berbagai persyaratan yang mungkin saling bertentangan untuk pemanasan pasif, pendinginan alami, dan pencahayaan alami menggunakan geometri atrium, orientasinya, serta kontrol surya dan isolasi pada permukaan kaca. Pilihan arsitektur ini perlu diintegrasikan dengan teknik mesin untuk memastikan bahwa peluang energi pasif akan, pada kenyataannya, secara efektif mengurangi penggunaan energi bangunan.

Peluang Pemanasan Tenaga Surya Pasif

Atrium yang dirancang dengan area kaca besar menjadi terlalu panas di siang hari, sehingga memberikan panas yang berpotensi dapat dipulihkan ke bagian bangunan yang berdekatan, seperti perimeter luarnya, yang dapat ditransfer melalui udara atau pompa panas udara-ke-air. Di daerah beriklim dingin dan di bangunan dengan beban panas yang dominan (seperti bangunan perumahan atau hotel), penggunaan perolehan panas surya ini dapat menghemat biaya. Dalam kasus seperti itu, kaca vertikal yang menghadap ke selatan menangkap sinar matahari musim dingin sambil menimbulkan kewajiban perolehan panas musim panas yang minimum. Jika ruang atrium membutuhkan kenyamanan bagi penghuni yang tidak banyak bergerak, penyimpanan panas di dalam ruang dan kaca yang hemat energi juga bermanfaat.

Peluang Pendinginan Alami

Untuk mengurangi kebutuhan pendinginan di atrium, perlindungan dari terik matahari musim panas sangatlah penting. Pendinginan alami dapat dilakukan dengan orientasi kaca, lapisan pelindung sebagai bagian dari kaca, dan perangkat peneduh, yang mungkin dapat dipindahkan atau tidak. Di iklim yang panas dan cerah, jumlah kaca yang relatif sedikit dapat memenuhi tujuan pencahayaan alami sekaligus mengurangi kemungkinan masuknya sinar matahari.

Di iklim yang hangat dan lembap dengan langit yang sebagian besar berawan (langit tetap merupakan sumber masuknya panas yang tidak diinginkan), orientasi yang menghadap ke utara harus lebih disukai untuk area kaca yang luas. Ventilasi mekanis harus memfasilitasi aliran ventilasi alami ke atas. Pendinginan titik dengan AC di area atrium bawah merupakan

cara yang relatif efisien untuk menjaga beberapa area tetap nyaman untuk ditempati tanpa sepenuhnya mengondisikan seluruh volume udara.

Peluang Pencahayaan Siang Hari

Atrium dengan fungsi utama untuk menyediakan pencahayaan alami terbentuk dari kondisi langit yang dominan. Di daerah beriklim dingin dan berawan, idealnya, penampang atrium akan dibuat lebih tinggi dengan melangkah keluar untuk meningkatkan pencahayaan di atas kepala. Di lokasi yang panas dan cerah dengan langit cerah, penampang tersebut seperti perlengkapan pencahayaan besar yang dirancang untuk memantulkan, menyebarkan, dan membuat cahaya dari atas dapat digunakan. Desain pencahayaan siang hari menjadi rumit karena pergerakan matahari, karena ia berubah posisi terhadap bangunan sepanjang hari dan sepanjang tahun.

Desain Atrium Taman Musim Dingin

Tanaman hijau yang sehat dapat dipadukan dalam desain atrium. Perancang perlu mengetahui persyaratan hortikultura yang unik untuk spesies tanaman untuk pencahayaan, pemanasan, dan pendinginan, yang mungkin sangat berbeda dari yang dibutuhkan manusia. Umumnya, tanaman membutuhkan tingkat cahaya yang lebih tinggi dan suhu yang lebih dingin daripada yang mungkin nyaman bagi manusia. Cara yang paling efisien untuk menjaga tanaman tetap hangat adalah dengan pemanas bedengan atau akar tanaman, seperti dengan tabung air atau tabung udara di kerikil atau tanah. Tanaman juga mendapat manfaat dari pergerakan udara yang lembut, yang mengurangi kelembapan berlebihan yang dapat membusukkan tanaman dan mengedarkan karbon dioksida yang dibutuhkan untuk pertumbuhan.

Prosedur Desain Pemanas Tenaga Surya Pasif

Fokus bagian ini adalah pada pemanasan musim dingin antara garis lintang AS 32° LU dan 48° LU. Prosedur desain dan perhitungan ini berlaku untuk:

- Jenis bangunan yang memiliki persyaratan pemanasan ruang yang didominasi oleh kehilangan panas melalui penutup luar bangunan.
- Bangunan dengan kontribusi panas internal yang kecil dari lampu; orang; dan peralatan seperti tempat tinggal, bangunan komersial, industri, dan institusional kecil; dan bangunan besar yang diterangi cahaya matahari yang perolehan panas internalnya hanya sebagian kecil dari total kebutuhannya.

Sistem pemanas surya pasif merupakan bagian integral dari desain bangunan. Konsep yang berkaitan dengan pengoperasian sistem harus diterapkan pada tahap paling awal pengambilan keputusan desain.

Sistem pasif menuntut integrasi yang cermat dari semua elemen arsitektur dalam setiap ruang—kaca, dinding, lantai, atap, dan, dalam beberapa kasus, bahkan warna permukaan interior. Cara kaca dan massa termal (material penyimpan panas, yaitu pasangan bata, air) dirancang secara umum menentukan efisiensi dan tingkat kenyamanan termal yang disediakan oleh sistem. Dua konsep penting untuk memahami kinerja termal ruang yang dipanaskan secara pasif:

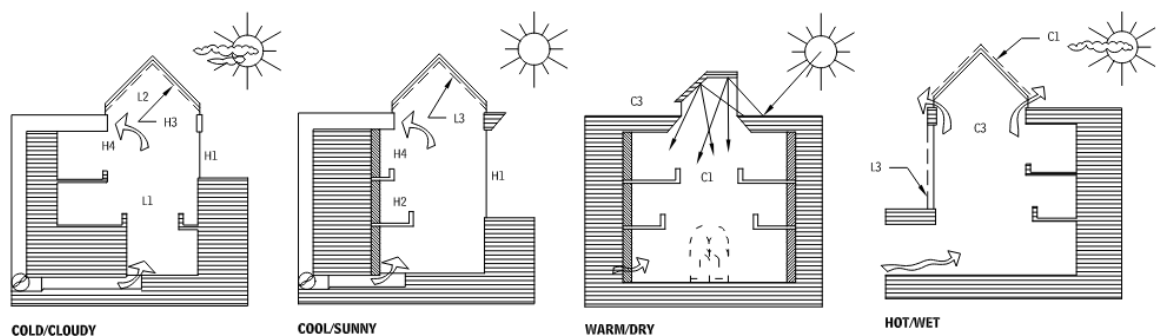
- Bahwa jumlah kaca selatan, sifat isolasi ruang, dan kondisi iklim luar ruangan akan

menentukan jumlah derajat suhu dalam ruangan rata-rata di suatu ruang di atas suhu luar ruangan rata-rata pada hari tertentu.

- Bahwa ukuran, distribusi, material, dan dalam beberapa kasus—sistem perolehan langsung—warna permukaan massa termal dalam ruang akan menentukan fluktuasi harian di atas dan di bawah suhu dalam ruangan rata-rata (lihat Gambar 5.25).

Menghitung perolehan dan kehilangan panas adalah prosedur yang relatif mudah. Namun, penyimpanan dan pengendalian panas dalam ruang yang dipanaskan secara pasif merupakan masalah utama yang dihadapi sebagian besar desainer. Dalam proses penyimpanan dan pelepasan panas, massa termal dalam ruang akan berfluktuasi dalam suhu, namun tujuan dari sistem pemanas adalah untuk mempertahankan suhu interior yang relatif konstan. Untuk setiap sistem, integrasi massa termal dalam ruang akan menentukan fluktuasi suhu dalam ruangan pada siang hari.

Misalnya, dalam sistem perolehan langsung dengan massa termal pasangan bata, penentu utama fluktuasi suhu udara dalam ruangan adalah jumlah luas permukaan pasangan bata yang terbuka di ruang tersebut; dalam sistem dinding penyimpanan termal, penentu utama adalah ketebalan material yang digunakan untuk membangun dinding. Berikut ini adalah prosedur untuk menentukan ukuran sistem perolehan langsung dan dinding penyimpanan termal.

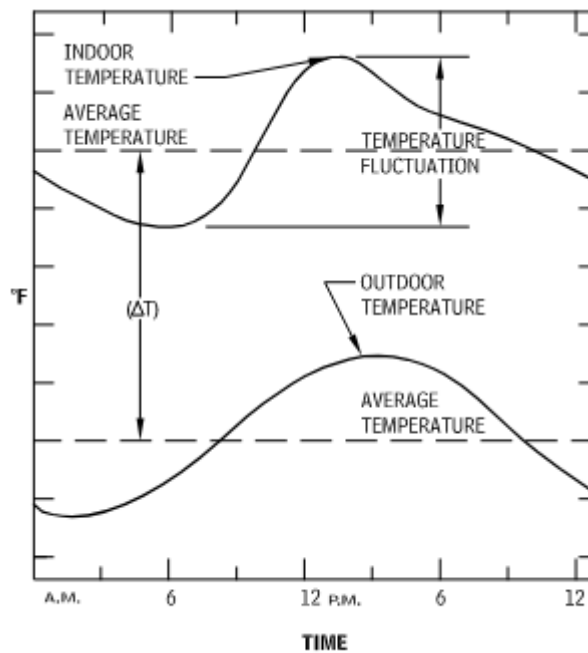


Gambar 5.23 jenis metode yang digunakan untuk hunian dalam pemanfaatan energi alam

Tabel 5.24 pentingnya prinsip desain dalam berbagai iklim

Prinsip desain atrium	Pemanasan	Dingin/berawan (seattle, chicago, minneapolis)	Sejuk/cerah (denver, st. louis, boston)	Hangat/kering (los angeles, phoenix, midland-tx)	Panas/lembap (houston, new orleans, miami)
H1	Untuk memaksimalkan perolehan panas matahari di musim dingin, arahkan bukaan atrium ke selatan.	V	P	D	
H2	Untuk penyimpanan dan distribusi panas radiasi, letakkan material pasangan bata atau beton (massa termal) di jalur	P	V		

	langsung sinar matahari musim dingin di dalam ruangan.				
H3.	Untuk mencegah kehilangan panas berlebihan pada malam hari, pertimbangkan penggunaan sistem insulasi (pemanas) pada kaca atrium.	V	P		
H4.	Untuk memulihkan panas, tempatkan saluran udara balik (return air duct) di bagian atas ruang atrium, menghadap langsung ke arah matahari.	P	V	D	
Pendinginan					
C1.	Untuk meminimalkan perolehan panas matahari, sediakan naungan dari sinar matahari musim panas.	P	P	V	
C2.	Gunakan atrium sebagai plenum udara dalam sistem mekanikal gedung	P	P	P	P
C3.	Untuk memfasilitasi ventilasi alami, ciptakan efek cerobong vertikal dengan bukaan di bagian atas dan bagian bawah.	P	P	P	V
Pencahayaan					
L1.	Untuk memaksimalkan cahaya alami, gunakan penampang bertingkat	P	D		
L2.	Untuk memaksimalkan cahaya alami, pilih jenis kaca atap (skylight glazing) yang sesuai dengan kondisi dominan cuaca (gunakan kaca bening dan horizontal di daerah yang sebagian besar berawan).	P	P	P	P
L3.	Sediakan pengendalian terhadap cahaya matahari langsung dan silau.	P	P	P	P



Gambar 5.25 fluktuasi suhu harian

Perolehan Langsung (Direct Gain)

Sistem perolehan langsung dicirikan oleh fluktuasi suhu dalam ruangan harian, yang berkisar dari hanya 10°F hingga 30°F. Sistem pemanas tidak dapat dinyalakan atau dimatikan, karena sedikit kontrol aliran panas alami di dalam ruangan. Untuk mencegah panas berlebih, perangkat peneduh digunakan untuk mengurangi perolehan panas matahari, atau panas berlebih dibuang dengan membuka jendela atau mengaktifkan kipas buang.

Area kaca utama (kolektor) dari setiap ruang harus diorientasikan ke selatan (+30°) untuk perolehan panas matahari maksimum di musim dingin. Jendela-jendela ini juga dapat berfungsi lain, seperti bukaan untuk cahaya dan pemandangan.

Setiap ruang juga harus mengandung massa yang cukup untuk penyimpanan perolehan panas matahari. Ini menyiratkan penggunaan pasangan bata dalam bangunan, tetapi pasangan bata bisa setipis 4 inci di iklim dingin dan 1 1/2 inci hingga 2 inci di iklim yang sangat ringan.

Salah satu kriteria untuk ruang yang dirancang dengan baik adalah bahwa ia memperoleh energi matahari yang cukup pada hari cerah rata-rata di musim dingin untuk mempertahankan suhu ruang rata-rata +68°F selama periode 24 jam. Dengan menetapkan kriteria ini, dimungkinkan untuk mengembangkan rasio untuk penentuan ukuran awal kaca selatan. Tabel 5.27 mencantumkan rasio untuk berbagai iklim.

Dalam sistem perolehan langsung, sinar matahari juga dapat masuk ke dalam ruang melalui ventilasi cahaya atas dan pencahayaan langit, serta jendela vertikal yang menghadap ke selatan. Pendekatan ini dapat diambil: (1) untuk privasi, (2) karena naungan pada fasad selatan, (3) karena ruang terletak di sepanjang fasad selain selatan, dan (4) untuk menghindari sinar matahari langsung pada orang dan furnitur. Gunakan panduan berikut saat mendesain ventilasi cahaya atas dan pencahayaan langit:

- Ventilasi cahaya atas: tempatkan ventilasi cahaya atas pada jarak di depan dinding massa interior sekitar 1 hingga 1,5 kali tinggi ventilasi cahaya atas di atas lantai yang sudah jadi. Buat langit-langit ventilasi cahaya atas berwarna terang untuk memantulkan dan menyebarkan sinar matahari ke dalam ruangan. Di wilayah dengan hujan salju lebat, tempatkan ambang kaca ventilasi cahaya atas 18 inci atau lebih di atas permukaan atap (lihat Gambar 5.25).
- ventilasi cahaya atas berbentuk gigi gergaji: buat sudut (diukur dari horizontal) sama dengan atau lebih kecil dari ketinggian matahari pada siang hari tanggal 21 desember, titik balik matahari musim dingin. Buat bagian bawah ventilasi cahaya atas berwarna terang (lihat Gambar 5.25).
- jendela atap dan jendela atap: gunakan jendela atap yang menghadap ke selatan atau horizontal dengan reflektor untuk meningkatkan perolehan sinar matahari di musim dingin dan naungi jendela atap horizontal dan selatan di musim panas untuk mencegah perolehan sinar matahari yang berlebihan (lihat Gambar 5.25).

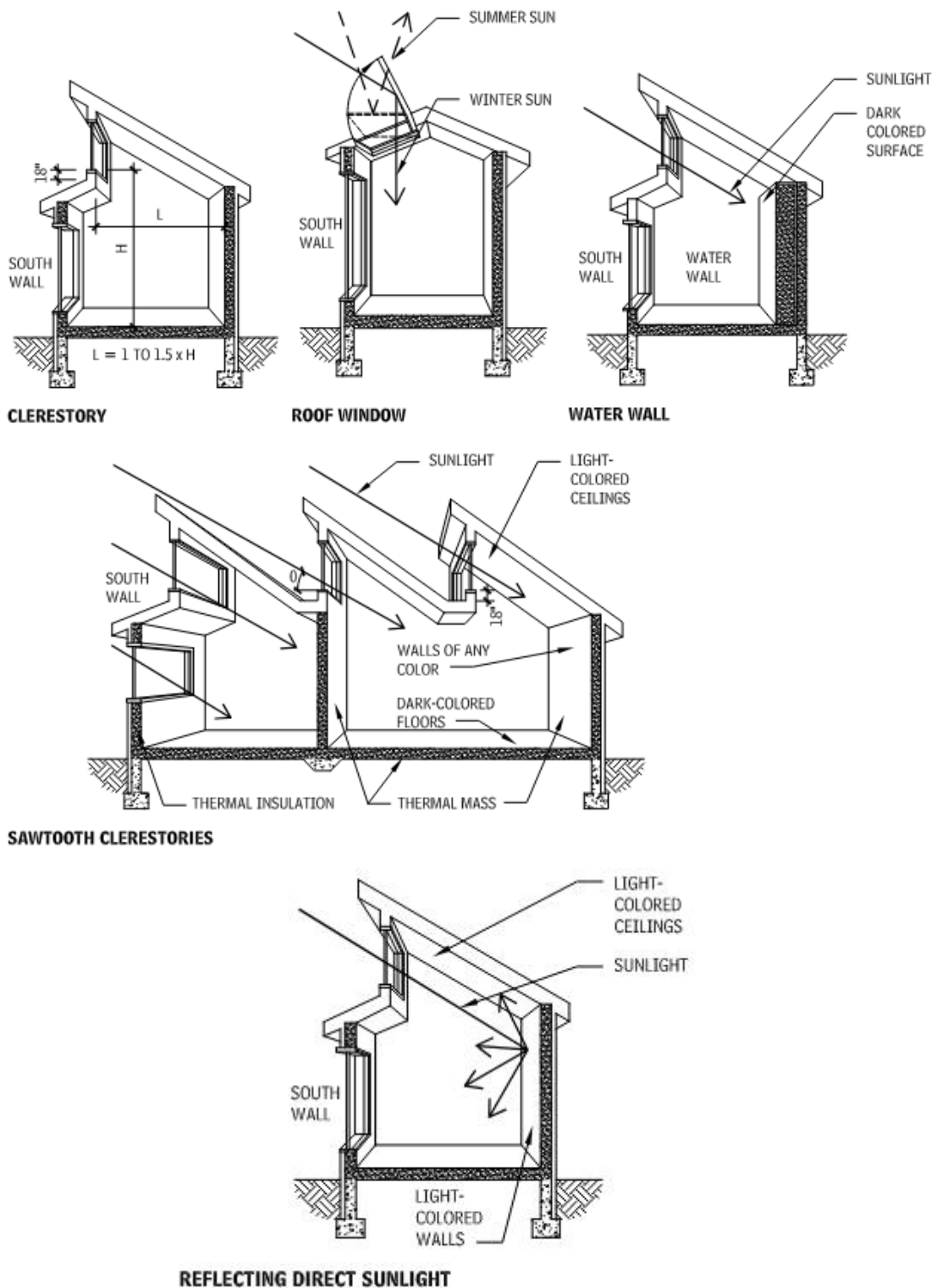
Massa Penyimpanan Panas

Dua material yang paling umum digunakan untuk menyimpan panas adalah batu bata dan air. Material batu bata memindahkan panas dari permukaannya ke bagian dalam dengan kecepatan yang lambat. Jika sinar matahari langsung mengenai permukaan material batu bata yang gelap dalam waktu yang lama, material tersebut akan menjadi sangat panas, sehingga sebagian besar panasnya akan berpindah ke udara di dalam ruangan daripada mengalirkannya dari permukaan untuk disimpan. Hal ini menyebabkan panas berlebih di siang hari dan fluktuasi suhu harian yang besar di dalam ruangan.

Untuk mengurangi fluktuasi, sinar matahari langsung harus disebarkan ke area permukaan batu bata yang luas. Untuk melakukannya:

1. Bangun dinding dan lantai bagian dalam dari batu bata setebal minimal 4 inci.
2. Sebarkan sinar matahari langsung ke permukaan area pasangan bata dengan menggunakan bahan kaca tembus pandang—dengan memasang sejumlah jendela kecil sehingga sinar matahari dapat masuk dalam beberapa bagian—atau dengan memantulkan sinar matahari langsung dari permukaan interior berwarna terang terlebih dahulu (lihat Gambar 5.26).
3. Gunakan panduan berikut untuk memilih warna dan pelapis permukaan interior:
 - Lantai pasangan bata dengan warna sedang hingga gelap
 - Dinding pasangan bata dengan warna apa pun
 - Konstruksi ringan (massa termal kecil) dengan warna terang untuk memantulkan sinar matahari ke permukaan pasangan bata
 - Tidak boleh memasang karpet dari dinding ke dinding di atas lantai pasangan bata

Dengan mengikuti rekomendasi ini, fluktuasi suhu di ruang pada hari-hari musim dingin yang



Gambar 5.26 sistem penguatan langsung

cerah dapat dikendalikan hingga sekitar 10°F hingga 15°F. Fluktuasi suhu ini berlaku untuk hari-hari musim dingin yang cerah dan untuk setidaknya 6 kaki persegi luas permukaan batu bata yang terbuka untuk setiap kaki persegi kaca selatan.

Dinding Penyimpanan Termal

Ekspresi arsitektur utama dari bangunan dengan dinding penyimpanan termal adalah

kaca yang menghadap ke selatan. Kaca tersebut berfungsi sebagai permukaan pengumpul saja; ia tidak memasukkan cahaya alami ke dalam ruangan. Namun, jendela dapat disertakan dalam dinding untuk memasukkan cahaya alami dan panas langsung serta memungkinkan pemandangan.

Baik air (lihat Gambar 5.26) maupun pasangan bata dapat digunakan untuk dinding penyimpanan termal. Karena massa terkonsentrasi di sepanjang sisi selatan bangunan, tidak ada batasan dalam pilihan bahan konstruksi dan pelapis interior di sisa bagian bangunan.

Kriteria untuk dinding penyimpanan termal berlapis ganda sama dengan sistem perolehan langsung: yaitu menyalurkan cukup panas pada hari musim dingin yang cerah untuk memenuhi semua kebutuhan pemanas ruangan pada hari itu. Tabel 5.28 mencantumkan panduan untuk menentukan ukuran kaca sistem Trombe berventilasi dan dinding air, dan Tabel 5.27 mencantumkan panduan untuk menentukan ukuran kaca surya untuk sistem dinding penyimpanan termal batu bata tanpa ventilasi.

Tabel 5.27 mengukur kaca tenaga surya untuk sistem dinding penyimpanan termal batu bata yang tanpa ventilasi

Suhu rata-rata musim dingin (hari cerah)	Jumlah kaca yang dibutuhkan (ft ²) untuk setiap satu kaki persegi luas lantai			
	36°F kehilangan bersih (NL)		44°F kehilangan bersih (NL)	
	Kehilangan panas rendah	Kehilangan panas tinggi	Kehilangan panas rendah	Kehilangan panas tinggi
Iklm Dingin				
20°F	0.33	0.66	0.43	0.85
25°F	0.30	0.60	0.35	0.70
30°F	0.26	0.52	0.30	0.60
Iklm Sedang				
35°F	0.20	0.40	0.23	0.46
40°F	0.15	0.30	0.17	0.24
45°F	0.12	0.23	0.13	0.26

Tabel 5.28 pengukuran kaca tenaga surya untuk sistem trombe berventilasi dan dinding air dengan pengukuran langsung

Suhu Rata-Rata Musim Dingin (Hari Cerah)	Jumlah Kaca yang Dibutuhkan (ft ²) untuk Setiap Satu Kaki Persegi Luas Lantai			
	36°F Kehilangan Bersih (NL)		44°F NET LOSS (NL)	
	Kehilangan panas rendah	Kehilangan panas tinggi	Kehilangan panas rendah	Kehilangan panas tinggi
Iklm Dingin				
20°F	0.23	0.46	0.30	0.60
25°F	0.18	0.37	0.23	0.46
30°F	0.15	0.30	0.17	0.34
Iklm Sedang				
35°F	0.12	0.23	0.13	0.26

40°F	0.09	0.18	0.10	0.20
45°F	0.06	0.13	0.08	0.15

Prosedur sebelumnya memberikan panduan untuk ukuran keseluruhan (luas permukaan) dinding penyimpanan termal, tetapi efisiensi dinding sebagai sistem pemanas terutama bergantung pada ketebalannya, bahan, dan warna permukaannya (lihat Tabel 5.29). Jika dinding terlalu tipis, ruangan akan terlalu panas di siang hari dan terlalu dingin di malam hari; jika terlalu tebal, dinding menjadi tidak efisien sebagai sumber pemanas karena hanya sedikit energi yang disalurkan melaluinya. Semakin besar penyerapan energi matahari di bagian luar dinding termal, semakin besar jumlah energi insiden yang ditransfer melalui dinding di dalam bangunan. Oleh karena itu, buat bagian luar dinding berwarna gelap (sebaiknya hitam) dengan penyerapan matahari minimal 85 persen.

Pilihan ketebalan dinding, dalam kisaran yang diberikan untuk setiap bahan dalam Tabel 5.29 akan menentukan fluktuasi suhu udara di dalam ruangan pada siang hari. Sebagai aturan umum, semakin besar ketebalan dinding, semakin kecil fluktuasi di dalam ruangan. Tabel 5.30 dapat digunakan untuk memilih ketebalan dinding.

Tabel 5.29 ketebalan material yang disarankan untuk dinding penyimpanan termal dengan pengukuran tidak langsung

Material	Ketebalan yang direkomendasikan (IN.)
Batu Bata (umum)	10 hingga 14
Beton (padat)	12 hingga 18
Air	6 atau lebih

Tabel 5.30 perkiraan fluktuasi suhu ruang sebagai fungsi keuntungan tidak langsung dari material dan ketebalan dinding penyimpanan termal

Material	Ketebalan (in.)					
	4	8	12	16	20	24
Batu Bata (umum)	—	24°	11°	7°	—	—
Beton (padat)	—	28°	16°	10°	6°	5°
Air (31°F)	—	18°	13°	11°	10°	9°

5.9 PRIORITAS UNTUK BANGUNAN BERKELANJUTAN

Jarang sekali arsitek dapat melakukan semua yang mereka inginkan untuk mengurangi dampak lingkungan dari proyek bangunan. Dibutuhkan waktu untuk meneliti sistem desain dan konstruksi alternatif, material baru mungkin belum memiliki rekam jejak yang terbukti, biaya mungkin berlebihan, atau klien mungkin tidak tertarik. Oleh karena itu, masuk akal untuk menentukan upaya mana yang akan memberikan manfaat terbesar.

Pemilihan material adalah salah satu strategi bangunan hijau yang paling terlihat, dan seringkali yang paling mudah ditunjukkan, tetapi biasanya bukan yang paling penting. Oleh karena itu, di sini diuraikan faktor-faktor lain yang perlu dipertimbangkan dan daftar prioritas dalam desain hijau.

Dasar Untuk Menetapkan Prioritas

Untuk membuat keputusan objektif tentang investasi waktu dan uang mana yang akan memberikan kontribusi paling besar terhadap pengurangan dampak lingkungan, pertimbangkan beberapa faktor terkait:

- Risiko lingkungan paling signifikan dari proyek: Ini mungkin bersifat global atau lebih spesifik untuk wilayah atau lokasi. Sulit untuk memprioritaskannya, karena sering kali tidak berhubungan dan tidak dapat dibandingkan secara langsung, tetapi menentukan bagaimana bangunan berkontribusi terhadap risiko ini dan seberapa signifikan tindakan yang diambil dapat membantu situasi tersebut sangatlah penting.
- Peluang khusus yang disajikan oleh setiap proyek: Untuk beberapa proyek, seorang arsitek dapat secara dramatis memengaruhi kinerja bangunan di satu area dengan sedikit investasi, sementara menangani dampak lingkungan lainnya mungkin terbukti sangat mahal dan hanya sedikit efektif.
- Sumber daya dan agenda klien yang tersedia: Sering kali, tindakan dapat diambil tanpa biaya tambahan—beberapa bahkan dapat menghemat uang—untuk mengurangi dampak lingkungan. Tindakan lain mungkin meningkatkan biaya awal bangunan tetapi menghemat uang seiring berjalannya waktu.

Semua tindakan yang dijelaskan dalam bagian berikut ini penting dan harus diterapkan kapan pun memungkinkan dalam batasan proyek tertentu.

Hemat Energi

Desain dan bangun bangunan hemat energi. Penggunaan energi yang berkelanjutan merupakan satu-satunya sumber dampak lingkungan terbesar dari sebuah bangunan; dengan demikian, bangunan yang dirancang untuk penggunaan energi rendah dapat memiliki dampak yang signifikan terhadap lingkungan. Pendekatan desain terpadu memanfaatkan penghematan energi yang dihasilkan dari interaksi antara elemen bangunan yang terpisah (misalnya, jendela, pencahayaan, dan sistem mekanis).

Contoh strategi meliputi:

- Pada bangunan dengan beban energi yang didominasi oleh selubung (kulit) bangunan, gunakan isolasi tingkat tinggi dan jendela berkinerja tinggi untuk membuat bangunan kedap udara semaksimal mungkin.
- Minimalkan beban pendinginan melalui desain bangunan yang cermat, pemilihan kaca, desain pencahayaan, dan penataan lanskap.
- Penuhi permintaan energi dengan sumber daya energi terbarukan.
- Pasang peralatan, pencahayaan, dan peralatan mekanis yang hemat energi.

Daur Ulang Bangunan

Gunakan kembali bangunan dan infrastruktur yang sudah ada alih-alih membangun ruang terbuka. Bangunan yang sudah ada sering kali mengandung banyak material dan sumber

daya budaya serta berkontribusi pada rasa memiliki tempat. Selain itu, pengerjaan dan kualitas material yang digunakan hampir mustahil untuk ditiru saat ini.

Contoh strategi meliputi:

- Memaksimalkan efisiensi energi saat merestorasi atau merenovasi bangunan.
- Menangani semua material berbahaya dengan tepat (cat timbal, asbestos, dan sebagainya).

Ciptakan Komunitas

Desain komunitas untuk mengurangi ketergantungan pada mobil dan menumbuhkan rasa kebersamaan. Tangani transportasi sebagai bagian dari upaya untuk mengurangi dampak lingkungan. Bahkan rumah surya pasif yang paling hemat energi dan canggih akan menanggung beban lingkungan yang berat, jika penghuninya harus naik mobil untuk bepergian sejauh 20 mil ke tempat kerja.

Contoh strategi meliputi:

- Mendesain komunitas yang menyediakan akses ke angkutan umum, koridor pejalan kaki, dan jalur sepeda.
- Berusaha mengubah zonasi untuk mengizinkan pembangunan dengan penggunaan campuran sehingga pemilik rumah dapat berjalan kaki ke toko atau ke tempat kerja.
- Merencanakan kantor rumah di rumah untuk memungkinkan bekerja dari rumah.
- Menempatkan bangunan untuk meningkatkan ruang publik di sekitarnya dan memaksimalkan akses pejalan kaki.

Kurangi Penggunaan Material

Optimalkan desain untuk memanfaatkan ruang yang lebih kecil dan memanfaatkan material secara efisien. Lebih kecil lebih baik dibandingkan dengan lingkungan. Untuk semua material, menggunakan lebih sedikit hampir selalu lebih baik, asalkan daya tahan atau integritas struktural bangunan tidak terganggu. Mengurangi luas permukaan bangunan mengurangi konsumsi energi. Mengurangi limbah membantu lingkungan dan mengurangi biaya. Contoh strategi meliputi:

- Mengurangi tapak bangunan dan menggunakan ruang secara lebih efisien.
- Menyederhanakan geometri bangunan untuk menghemat energi dan material.
- Mendesain dimensi bangunan untuk mengoptimalkan penggunaan material dan mengurangi limbah.

Melindungi Dan Meningkatkan Lokasi

Melestarikan atau memulihkan ekosistem dan keanekaragaman hayati setempat. Dalam ekosistem yang rapuh atau lingkungan yang penting secara ekologis, seperti hutan tua atau sisa padang rumput asli, ini mungkin menjadi prioritas tertinggi.

Contoh strategi meliputi:

- Melindungi lahan basah dan area penting secara ekologis lainnya di sebidang tanah yang akan dikembangkan.
- Di lahan yang telah rusak secara ekologis, berupaya untuk memperkenalkan kembali spesies asli.
- Melindungi pohon dan lapisan tanah atas selama konstruksi.

- Menghindari penggunaan pestisida. Memberikan perincian konstruksi yang meminimalkan kebutuhan untuk perawatan pestisida.
- Dengan sistem air limbah di lokasi, menyediakan perawatan yang bertanggung jawab untuk meminimalkan polusi air tanah.

Pilih Bahan Yang Berdampak Rendah

Tentukan bahan yang aman, berdampak rendah terhadap lingkungan, dan hemat sumber daya. Sebagian besar dampak lingkungan yang terkait dengan bahan bangunan terjadi sebelum pemasangan. Bahan mentah telah diekstraksi dari tanah atau dipanen dari hutan, polutan telah dipancarkan selama pembuatan, dan energi telah diinvestasikan selama produksi.

Contoh strategi meliputi:

- Hindari bahan yang menghasilkan banyak polusi (VOCs, HCFCs, dan sebagainya) selama pembuatan atau penggunaan.
- Tentukan bahan dengan energi yang terkandung rendah (energi yang digunakan dalam ekstraksi sumber daya, pembuatan, dan pengiriman).
- Tentukan material yang diselamatkan dari penggunaan lain.
- Hindari material yang menghabiskan sumber daya alam yang terbatas secara tidak semestinya.
- Hindari material yang terbuat dari bahan beracun atau berbahaya (benzena, arsenik, dan sebagainya).

Maksimumkan Umur Panjang

Desain untuk daya tahan dan kemampuan beradaptasi. Semakin lama bangunan bertahan, semakin lama pula periode untuk mengamortisasi dampak lingkungannya. Mendesain dan membangun struktur yang akan bertahan lama memerlukan pertimbangan tentang bagaimana bangunan dapat dimodifikasi untuk memenuhi kebutuhan yang berubah.

Contoh strategi meliputi:

- Tentukan material yang tahan lama. Ini biasanya bahkan lebih penting daripada memilih material dengan energi rendah.
- Merakit material untuk mencegah pembusukan dini.
- Desain untuk perawatan yang mudah dan penggantian komponen yang kurang tahan lama.
- Desain untuk kemampuan beradaptasi, terutama di gedung komersial.
- Alokasikan persentase dana pembangunan yang sesuai untuk pemeliharaan dan perbaikan yang berkelanjutan.

Hemat Air

Rancang bangunan dan lanskap yang menggunakan air secara efisien. Ini sebagian besar merupakan masalah regional. Di beberapa bagian negara, mengurangi penggunaan air jauh lebih tinggi dalam daftar prioritas.

Contoh strategi meliputi:

- Pasang perlengkapan dan peralatan yang hemat air.
- Kumpulkan dan gunakan air hujan.

- Sediakan lanskap yang menggunakan sedikit air (Xeriscaping).
- Pisahkan dan gunakan air limbah untuk irigasi lanskap jika diizinkan oleh peraturan.
- Sediakan pengisian ulang air tanah melalui desain infiltrasi air hujan yang efektif.

Buat Bangunan Sehat

Sediakan lingkungan dalam ruangan yang aman dan nyaman. Meskipun beberapa orang memisahkan lingkungan dalam dan luar ruangan, keduanya saling terkait dan kesehatan penghuninya harus dipastikan dalam setiap bangunan yang berkelanjutan.

Contoh strategi meliputi:

- Rancang sistem distribusi udara untuk memudahkan pembersihan dan pemeliharaan.
- Hindari peralatan mekanis yang dapat memasukkan gas hasil pembakaran ke dalam bangunan.
- Hindari material dengan tingkat pelepasan VOC yang tinggi seperti papan partikel standar, beberapa karpet dan perekat, serta cat tertentu.
- Kendalikan kelembapan untuk meminimalkan jamur dan lumut.
- Sediakan ventilasi berkelanjutan di semua bangunan yang ditempati. Di daerah beriklim dingin, ventilasi pemulihan panas akan mengurangi penalti energi ventilasi.
- Berikan penghuni kendali atas lingkungan mereka dengan fitur-fitur seperti jendela yang dapat dibuka, lampu kerja, dan kontrol suhu.

Minimalkan Sampah Konstruksi Dan Pembongkaran

Kembalikan, gunakan kembali, dan daur ulang limbah lokasi kerja. Untuk semakin banyak material, pemilahan dan daur ulang limbah lokasi kerja memberikan keuntungan ekonomis. Hal ini juga dapat menghasilkan citra publik yang baik.

Contoh strategi meliputi:

- Pilih limbah konstruksi dan pembongkaran untuk didaur ulang.
- Sumbangkan bahan-bahan yang dapat digunakan kembali kepada kelompok nirlaba atau masyarakat yang dapat menggunakannya untuk membangun atau memperbaiki perumahan.

5.10 METRIK SISTEM PENILAIAN DAN PENGHARGAAN

Desain berkelanjutan dalam arsitektur biasanya didefinisikan menggunakan kumpulan atribut di seluruh spektrum kriteria lingkungan. Untuk mengukur atribut ini, sistem penilaian dan standar kinerja telah dikembangkan yang menggabungkan dan merujuk silang standar dari berbagai disiplin ilmu.

Desain bangunan secara keseluruhan harus sangat hemat energi dan/atau menggunakan sumber energi terbarukan. Desain tersebut harus sama efisien atau produktifnya dengan penggunaan air, material, dan lahan. Desain bangunan secara keseluruhan mengintegrasikan perencanaan dan kualitas interior sedemikian rupa sehingga keseluruhannya lebih besar daripada jumlah bagian-bagiannya.

Karena sebagian besar pemilik bangunan menginginkan bukti konkret bahwa desain tersebut membedakan dirinya dari desain konvensional, sering kali ada penekanan pada

kriteria kuantitatif. Dua dari banyak sistem yang sekarang digunakan dijelaskan di sini.

- Sertifikasi Kepemimpinan dalam Desain Energi dan Lingkungan (LEED) dari Dewan Bangunan Hijau AS (USGBC) menjadi standar industri untuk bangunan hijau skala besar. Hal ini memerlukan pembuktian melalui serangkaian langkah-langkah yang ketat dan sertifikasi penghargaan hanya setelah tim peninjau internal menyelesaikan pemeriksaan dokumen yang diserahkan.
- Program Sepuluh Proyek Hijau Teratas dari Komite Lingkungan AIA (COTE) adalah penghargaan tahunan untuk 10 proyek yang melengkapi aplikasi terperinci, dengan data kuantitatif sebanyak mungkin untuk memungkinkan juri arsitektur yang berkualifikasi memberikan penghargaan kepada desain terbaik. Dalam hal ini, kualitas desain dan tanggapan naratif sangat penting untuk keberhasilan, sehingga yang berkinerja terbaik dari perspektif efisiensi energi mungkin tidak menerima penghargaan jika juri menentukan aspek lain dari desain tidak sukses kandidat lainnya.

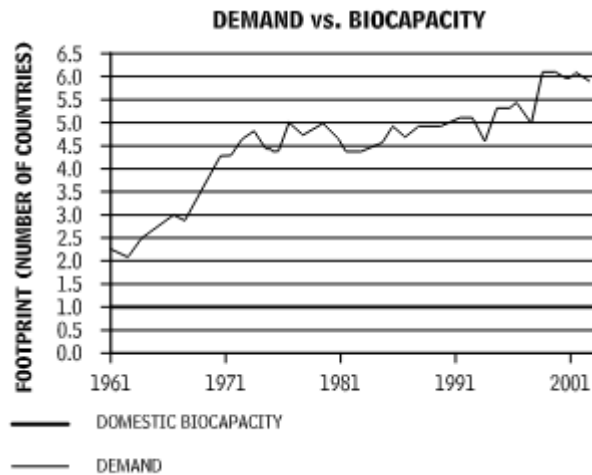
Usgbc Dan Leed

Program LEED USGBC merupakan sistem pemeringkatan bangunan hijau terkemuka di Amerika Serikat. Sistem ini, yang berkembang melalui proses berbasis konsensus para anggotanya, telah berkembang dari basisnya di gedung perkantoran menjadi struktur baru dan lama dengan tipe yang paling umum.

Proyek yang diajukan dievaluasi berdasarkan kriteria di lima area desain lingkungan: energi, air, desain lokasi, material, dan lingkungan dalam ruangan. Daftar periksa dalam Tabel 5.32, untuk Konstruksi Baru (NC), melacak kredit di setiap kategori dan, setelah ditinjau, USGBC memberikan penghargaan kepada tim desain dengan sertifikasi dasar, perak, emas, atau platinum.

Sepuluh Proyek Hijau Terbaik Aia Cote

Serangkaian 10 ukuran dan metrik pendukung ini merupakan dasar dari Sepuluh Proyek Hijau Teratas COTE, program penghargaan tahunan yang dimulai pada tahun 1996, dan dasar dari teori desain berkelanjutan COTE. Meskipun bukan sistem pemeringkatan seperti LEED, metrik yang digunakan dalam program COTE Top Ten merupakan indikator yang dapat diandalkan untuk kualitas desain berkelanjutan. COTE mengakui bahwa desain yang hebat mencakup keunggulan lingkungan, teknis, dan estetika. Pengelolaan, kinerja, dan inspirasi adalah hal yang penting dan tidak dapat dipisahkan.



Gambar 5.31 permintaan versus biokapasitas

Peserta Top Ten diminta untuk memberikan narasi yang menanggapi kategori tertentu dan menunjukkan pemahaman tentang hubungan antara strategi desain berkelanjutan dan desain, mengukur fitur jika memungkinkan menggunakan metrik yang disarankan. Rangkaian ukuran dan metrik ini berkembang setiap tahun, menjadikannya salah satu sistem pemeringkatan paling fleksibel yang saat ini digunakan. COTE Top Ten terhubung dengan program EPA Energy Star, dan entri secara otomatis dimasukkan ke dalam Basis Data Bangunan Berkinerja Tinggi milik Departemen Energi (DOE).

Meskipun penekanan harus diberikan pada hasil yang terukur jika memungkinkan, format naratif mengakui bahwa tujuan kualitatif sering kali subjektif dan, oleh karena itu, tidak selalu dapat dievaluasi secara kuantitatif. Esai singkat memungkinkan peserta untuk menjelaskan dengan kata-kata mereka sendiri bagaimana tujuan proyek dikejar dan dicapai. Narasi dan metrik harus merujuk hanya pada proyek akhir yang dibangun, tanpa memperhatikan langkah-langkah desain yang tidak diterapkan.

Seleksi lebih mengutamakan solusi yang dirancang dengan indah yang menunjukkan integrasi sistem alam dan teknologi yang tepat, diverifikasi melalui pemodelan sistem bangunan, analisis, dan praktik terbaik. (Peserta juga memberikan deskripsi fitur lingkungan utama, ekonomi proyek, dan detail tentang proses dan hasil.)

Sepuluh Ukuran Terbaik 1: Inovasi Dan Maksud Desain Berkelanjutan

- Naratif: Desain berkelanjutan mencakup keadaan ekologis, ekonomi, dan sosial dari suatu proyek. Bagaimana keadaan ini mendorong desain proyek? Apakah keadaan tersebut memengaruhi ekspresi arsitektural? Jelaskan ide desain berkelanjutan yang paling penting untuk proyek Anda serta keadaan atau kendala khusus yang menghasilkan ide tersebut. (Ini seharusnya bukan daftar ukuran desain berkelanjutan.) Jelaskan inovasi desain berkelanjutan yang unik. Bagaimana ekspresi arsitektural menunjukkan maksud desain berkelanjutan? Bagaimana upaya desain berkelanjutan menghasilkan desain proyek yang lebih baik secara keseluruhan?

Sepuluh Ukuran Terbaik 2: Desain Dan Konektivitas Regional/Komunitas

- Naratif: Desain berkelanjutan mengakui karakter budaya dan alam yang unik dari suatu wilayah tertentu. Jelaskan bagaimana desain tersebut mempromosikan identitas regional dan komunitas serta rasa tempat yang sesuai. Jelaskan bagaimana proyek tersebut berkontribusi pada ruang publik dan interaksi masyarakat. Apakah lokasi yang dipilih proyek mengurangi perjalanan mobil dari rumah, kantor, pusat perbelanjaan, atau tujuan lain yang sering dikunjungi? Apakah proyek tersebut memanfaatkan strategi transportasi lokal atau regional alternatif serta upaya yang berhasil untuk mengurangi persyaratan parkir yang diamanatkan secara lokal?
- Metrik: Tunjukkan persentase populasi bangunan yang bepergian ke lokasi dengan angkutan umum (bus, kereta bawah tanah, kereta ringan, atau kereta api), tumpangan mobil, sepeda, atau berjalan kaki. Harap tunjukkan dalam narasi apakah ada kebijakan dan insentif transportasi perusahaan dan upaya yang dilakukan untuk memberikan pengalaman berkualitas bagi mereka yang menggunakan alternatif transportasi (peningkatan jalur sepeda atau jalan pejalan kaki, dan sebagainya.)

Dan: Bagi jumlah total tempat parkir yang tersedia dengan total populasi bangunan (penghuni dan pengunjung). Tempat parkir yang didedikasikan untuk penggunaan bangunan tetapi bukan bagian dari proyek bangunan harus dihitung. Harap tunjukkan dalam narasi jika proyek berhasil menyediakan lebih sedikit tempat parkir daripada persyaratan zonasi melalui tindakan proaktif. Persentase populasi bangunan yang menggunakan pilihan angkutan selain kendaraan berpenumpang tunggal: %
Jumlah tempat parkir per orang:

Sepuluh Tindakan Terbaik 3: Penggunaan Lahan Dan Ekologi Lokasi

- Naratif: Desain berkelanjutan mengungkap bagaimana ekosistem dapat tumbuh subur di tengah pembangunan manusia. Jelaskan bagaimana pengembangan lokasi proyek menanggapi konteks ekologisnya. Bagaimana pemilihan dan desain lokasi terkait dengan ekosistem pada skala yang berbeda, dari lokal hingga regional? Bagaimana pengembangan lokasi langsung dan bangunannya terkait dengan rencana induk yang lebih besar dan/atau pedoman penggunaan lahan untuk area tersebut? Jelaskan desain lanskap dan penciptaan, rekreasi, atau pelestarian ruang terbuka, lanskap tanah permeabel, dan/atau ekosistem di lokasi. Jelaskan secara singkat strategi apa pun untuk penciptaan habitat dan penanaman yang sesuai dengan wilayah (Air akan dibahas di tempat lain). Jelaskan penilaian dan tujuan kepadatan atau penggunaan lahan. Apakah lokasi tersebut pedesaan, pinggiran kota atau perkotaan, lahan terlantar atau lahan lain yang sebelumnya telah dikembangkan, tanah timbunan atau lahan hijau? (Atau dapatkah penggunaan lahannya dikarakterisasi dengan istilah lain?) Bagaimana proyek tersebut menangani praktik penggunaan lahan berkelanjutan dalam konteks yang diberikan?

Sepuluh Tindakan Terbaik 4: Desain Bioklimatis

- Naratif: Desain berkelanjutan melestarikan sumber daya alam dan memaksimalkan kenyamanan manusia melalui hubungan erat dengan aliran dan siklus alami wilayah bioklimatis di sekitarnya. Jelaskan bagaimana bangunan merespons kondisi ini melalui

strategi desain pasif. Apa masalah terpenting yang harus ditangani untuk iklim dan jenis bangunan Anda? Jelaskan analisis lokasi Anda dan bagaimana tapak, bagian, orientasi, dan massa bangunan merespons analisis ini dan kondisi iklim regional dan lokal, jalur matahari, angin yang bertiup, dan siklus musiman dan harian. Bahas strategi desain dan teknik hemat energi yang mengurangi atau menghilangkan kebutuhan akan sistem aktif atau solusi mekanis. Jelaskan bagaimana strategi ventilasi pasif dan desain surya membentuk bangunan.

Tabel 5.32 daftar periksa proyek terdaftar leed-nc versi 2.2

Iya	?	Tidak	Lokasi berkelanjutan	14 poin	
Y			Prasyarat 1	Pencegahan Polusi akibat Aktivitas Konstruksi	Diperlukan
			Kredit 1	Pemilihan Lokasi	1
			Kredit 2	Kepadatan Pengembangan dan Konektivitas Komunitas	1
			Kredit 3	Pengembangan Kembali Lahan Terkontaminasi	1
			Kredit 4.1	Transportasi Alternatif, Akses ke Transportasi Umum	1
			Kredit 4.2	Transportasi Alternatif, Penyimpanan Sepeda dan Ruang Ganti	1
			Kredit 4.3	Transportasi Alternatif, Kendaraan Rendah Emisi dan Efisiensi Bahan Bakar	1
			Kredit 4.4	Transportasi Alternatif, Kapasitas Parkir	1
			Kredit 5.1	Pengembangan Lahan, Perlindungan atau Pemulihan Habitat	1
			Kredit 5.2	Pengembangan Lahan, Maksimalkan Ruang Terbuka	1
			Kredit 6.1	Desain Air Hujan, Pengendalian Kuantitas	1
			Kredit 6.2	Desain Air Hujan, Pengendalian Kualitas	1
			Kredit 7.1	Efek Pulau Panas, Permukaan Non-Atap	1
			Kredit 7.2	Efek Pulau Panas, Atap	1
			Kredit 8	Pengurangan Polusi Cahaya	1
			EFISIENSI AIR	5 POIN	
			Kredit 1.1	Lanskap Efisien Air, Pengurangan 50%	1
			Kredit 1.2	Lanskap Efisien Air, Tanpa Penggunaan Air Minum atau Tanpa Irigasi	1
			Kredit 2	Teknologi Air Limbah Inovatif	1
			Kredit 3.1	Pengurangan Penggunaan Air, Pengurangan 20%	1
			Kredit 3.2	Pengurangan Penggunaan Air, Pengurangan 30%	1
			Energi dan atmosfer	17 poin	
Y			Prasyarat 1	Komisioning Dasar untuk Sistem Energi Bangunan	Diperlukan
Y			Prasyarat 2	Kinerja Energi Minimum	Diperlukan
Y			Prasyarat 3	Manajemen Refrigeran Dasar	Diperlukan
			Kredit 1	Optimalisasi Kinerja Energi	1 hingga 10
			Kredit 2.1	Energi Terbarukan di Lokasi	1 hingga 3
			Kredit 3	Komisioning Tingkat Lanjut	1
			Kredit 4	Manajemen Refrigeran Tingkat Lanjut	1
			Kredit 5	Pengukuran dan Verifikasi	1
			Kredit 6	Energi Ramah Lingkungan	1
			Material dan sumber daya	13 poin	

Y			Prasyarat 1	Penyimpanan dan Pengumpulan Bahan Daur Ulang	Diperlukan
			Kredit 1.1	Penggunaan Kembali Bangunan, Mempertahankan 75% Dinding, Lantai, dan Atap yang Ada	1
			Kredit 1.2	Penggunaan Kembali Bangunan, Mempertahankan 100% Dinding, Lantai, dan Atap yang Ada	1
			Kredit 1.3	Penggunaan Kembali Bangunan, Mempertahankan 50% Elemen Interior Non-Struktural	1
			Kredit 2.1	Manajemen Limbah Konstruksi, Mengalihkan 50% dari Pembuangan	1
			Kredit 2.2	Manajemen Limbah Konstruksi, Mengalihkan 75% dari Pembuangan	1
			Kredit 3.1	Penggunaan Ulang Material, 5%	1
			Kredit 3.2	Penggunaan Ulang Material, 10%	1
			Kredit 4.1	Kandungan Daur Ulang, 10% (pascakonsumen + setengah praproduksi)	1
			Kredit 4.2	Kandungan Daur Ulang, 20% (pascakonsumen + setengah praproduksi)	1
			Kredit 5.1	Material Regional, 10% Diekstraksi, Diproses, dan Diproduksi Secara Regional	1
			Kredit 5.2	Material Regional, 20% Diekstraksi, Diproses, dan Diproduksi Secara Regional	1
			Kredit 6	Material yang Dapat Diperbarui dengan Cepat	1
			Kredit 7	Kayu Bersertifikat	1
			Kualitas lingkungan dalam ruangan	15 poin	
Y			Prasyarat 1	Kinerja Minimum Kualitas Udara Dalam Ruangan (IAQ)	Diperlukan
Y			Prasyarat 2	Pengendalian Asap Rokok Lingkungan (ETS)	Diperlukan
			Kredit 1	Pemantauan Pengiriman Udara Luar Ruangan	1
			Kredit 2	Peningkatan Ventilasi	1
			Kredit 3.1	Rencana Manajemen IAQ Selama Konstruksi	1
			Kredit 3.2	Rencana Manajemen IAQ Selama Konstruksi, Sebelum Hunian	1
			Kredit 4.1	Material Rendah Emisi, Perekat dan Sealant	1
			Kredit 4.2	Material Rendah Emisi, Cat dan Pelapis	1
			Kredit 4.3	Material Rendah Emisi, Sistem Karpet	1
			Kredit 4.4	Material Rendah Emisi, Kayu Komposit dan Produk Agrifiber	1
			Kredit 5	Pengendalian Sumber Bahan Kimia dan Polutan dalam Ruangan	1
			Kredit 6.1	Kontrol Sistem, Pencahayaan	1
			Kredit 6.2	Kontrol Sistem, Kenyamanan Termal	1
			Kredit 7.1	Kenyamanan Termal, Desain	1
			Kredit 7.2	Kenyamanan Termal, Verifikasi	1
			Kredit 8.1	Pencahayaan Alami dan Pemandangan, Pencahayaan Alami pada 75% Ruang	1
			Kredit 8.2	Pencahayaan Alami dan Pemandangan, Pemandangan untuk 90% Ruang	1
			Inovasi dan proses desain	5 poin	
			Kredit 1.1	Inovasi dalam Desain: Cantumkan Judul Spesifik	1

		Kredit 1.2	Inovasi dalam Desain: Cantumkan Judul Spesifik	1
		Kredit 1.3	Inovasi dalam Desain: Cantumkan Judul Spesifik	1
		Kredit 1.4	Inovasi dalam Desain: Cantumkan Judul Spesifik	1
		Kredit 2	Profesional Terakreditasi LEED	1
		Total proyek (perkiraan pra-sertifikasi)	69 poin	
		Tersertifikasi (Certified): 26–32 poin		
		Perak (Silver): 33–38 poin		
		Emas (Gold): 39–51 poin		
		Platina (Platinum): 52–69 poin		

Sepuluh Tindakan Terbaik 5: Cahaya Dan Udara

- Narasi: Desain berkelanjutan menciptakan dan mempertahankan lingkungan interior yang nyaman sekaligus menyediakan cahaya matahari dan udara segar yang melimpah. Uraikan strategi desain yang menciptakan lingkungan dalam ruangan yang sehat dan produktif melalui pencahayaan alami, desain pencahayaan, ventilasi, kualitas udara dalam ruangan, koridor pandang, dan sistem kendali pribadi. Uraikan bagaimana desain proyek meningkatkan hubungan antara dalam dan luar ruangan. Berikan gambar atau diagram untuk mengilustrasikan strategi ini.
- Metrik: Identifikasi persentase total luas bangunan yang menggunakan cahaya matahari sebagai sumber cahaya dominan selama siang hari (dengan lampu listrik mati atau redup di bawah 20 persen). Perhitungan ini harus mencakup semua area bangunan, termasuk tangga, kamar kecil, koridor, dan sebagainya. Identifikasi persentase total luas bangunan yang dapat dilayani secara memadai oleh ventilasi alami (dengan semua sistem HVAC dimatikan) untuk semua atau sebagian tahun. Persentase total luas bangunan yang memiliki pencahayaan alami: %
Persentase bangunan yang dapat diberi ventilasi atau didinginkan dengan jendela yang dapat dioperasikan: %

Sepuluh Tindakan Terbaik 6: Siklus Air

- Narasi: Air merupakan sumber daya penting bagi semua kehidupan di bumi. Jelaskan bagaimana strategi desain bangunan dan lokasi menghemat persediaan air, mengelola air dan drainase lokasi, dan memanfaatkan sumber daya terbarukan (seperti curah hujan) di lokasi terdekat. Uraikan strategi desain lanskap dan bangunan yang menghemat air, serta perlengkapan, peralatan, dan peralatan HVAC yang menghemat air. Buat daftar strategi penggunaan kembali air untuk air hujan, air limbah, dan/atau air limbah.
- Metrik: Berapa persentase curah hujan dari peristiwa badai yang umum (yang terjadi secara teratur pada musim semi/panas/gugur) yang jatuh di lokasi tersebut yang ditahan dan diresapkan/diisi ulang di lokasi tersebut? Aliran air hujan yang terjadi secara alami akibat topografi dan tanah yang melekat pada kondisi prapembangunan di lokasi (tidak terpengaruh oleh pembangunan) dapat dikurangi dari perhitungan ini. Perhitungan ini harus mencakup semua penggunaan air di dalam dan luar gedung (misalnya, perlengkapan pipa, peralatan, peralatan HVAC, irigasi lanskap, dan

sebagainya). Air minum didefinisikan sebagai air yang diambil dari pasokan kota, sumur, atau saluran irigasi. Air limbah yang didaur ulang dan air hujan yang dipanen tidak boleh dikurangkan untuk perhitungan ini, tetapi catat persentase air yang didaur ulang yang digunakan dan catat sumbernya dalam narasi. Harap jelaskan strategi penghematan air yang digunakan dan proyeksi penghematan air dalam narasi.

Jika air limbah digunakan kembali di lokasi, daripada dibuang ke sistem pengolahan kota atau sistem septik konvensional, identifikasi bagian air limbah yang digunakan kembali di lokasi. Curah hujan yang dikelola di lokasi: % Total air yang digunakan di dalam ruangan: galon/thn Total air yang digunakan di luar ruangan: galon/thn

Persentase total air dari sumber yang direklamasi: %

Persentase air limbah yang digunakan kembali di lokasi: %

Sepuluh Tindakan Terbaik 7: Aliran Energi Dan Masa Depan Energi

- Narasi: Desain sistem mekanik dan listrik bangunan yang baik dan integrasi sistem tersebut dengan strategi desain pasif sangat penting untuk melestarikan sumber daya alam dan meningkatkan kinerja bangunan. Jelaskan bagaimana desain sistem bangunan berkontribusi pada konservasi energi, mengurangi polusi, dan meningkatkan kinerja dan kenyamanan bangunan. Jelaskan teknik untuk mengintegrasikan sistem ini dengan aspek lain dari desain bangunan. Jelaskan penggunaan kontrol dan teknologi yang efektif, strategi pencahayaan yang efisien, dan sistem energi terbarukan di lokasi. Desain berkelanjutan mempertimbangkan dengan cermat dampak jangka panjang dari keputusan saat ini untuk melindungi kualitas hidup di masa depan. Jelaskan bagaimana proyek Anda menanggapi pengurangan yang sedang berlangsung dan kemungkinan hilangnya bahan bakar fosil. Apakah proyek menggunakan atau mendorong sumber energi alternatif? Jelaskan strategi untuk mengurangi permintaan listrik puncak melalui desain, pemrograman, pola penggunaan, pemilihan peralatan, kontrol HVAC/pencahayaan, dan pembangkitan energi di lokasi. Jelaskan bagaimana bangunan atau bagian-bagian bangunan dapat berfungsi saat terjadi pemadaman listrik (jendela yang dapat dibuka dan daya siang hari/independen untuk keselamatan jiwa, dan sebagainya).
- Metrik: Gunakan alat Pencari Target Energy Star milik Badan Perlindungan Lingkungan (EPA) dan masukkan skor Anda di sini. (Perhatikan bahwa hanya ada beberapa jenis bangunan yang tersedia untuk analisis ini.) Gunakan data meteran utilitas atau tagihan aktual jika memungkinkan. Peringkat Kinerja EPA ____ Untuk proyek residensial, jika Anda menggunakan sistem peringkat HERS, masukkan skor Anda di sini. Kunjungi: www.energystar.gov/index.cfm?c=new_homes.hm_verification. Peringkat Kinerja HERS ____ Tentukan persentase penghematan biaya energi tahunan yang dicapai dengan desain, dibandingkan dengan model dasar yang memenuhi kode minimum. Gunakan ASHRAE 90.1, atau kode/standar lokal, mana pun yang lebih ketat. Kode lain yang lebih ketat dapat digunakan sebagai dasar. Namun, kode alternatif harus diidentifikasi (termasuk tahun penerbitan), dan metode perhitungan (misalnya, pemodelan energi DOE-2, data meteran utilitas, dan sebagainya) harus dijelaskan.

Sertakan juga PDF perhitungan energi (ringkasan model energi, lembar energi LEED, analisis Title 24, atau lainnya). Persentase total penghematan energi: ____ % Berikan informasi rinci yang diminta sejauh mungkin. Perhatikan bahwa total energi (konsumsi) mencakup semua energi yang dibeli dan dihasilkan di lokasi dan mengacu pada semua beban terkait termasuk HVAC, pencahayaan, dan beban *plug*. Luas lantai (sf) mengacu pada luas lantai kotor. Berikan "desain standar" bangunan atau "kasus dasar" dari model energi bangunan.

Tabel 5.33 total penghematan energi

	Kasus dasar	Nyata	
Total Energi Tahunan			Btu/sf/yr
Total Energi Tahunan berdasarkan Jenis Bahan Bakar			
Listrik			Btu/sf/yr
Gas Alam			Btu/sf/yr
Lainnya			Btu/sf/yr
Pemanas			Btu/sf/yr
Pendingin (jika diperlukan)			Btu/sf/yr
Kapasitas Pendinginan			sf/ton
Beban Penerangan Terpasang			W/sf
Beban Penerangan Setelah Sistem Kontrol (perkiraan dalam model energi)			W/sf
Beban Peralatan (perkiraan dalam model energi)			W/sf

Dan: Identifikasi permintaan puncak listrik per kaki persegi bersih area bangunan (kurangi ruang mekanis dan dermaga pemuatan), dan identifikasi sejauh mana Anda telah mengurangi permintaan daya puncak melalui manajemen lokasi permintaan dan pembangkitan energi terbarukan.

Dan: Berapa persentase total penggunaan energi tahunan untuk fasilitas yang disediakan oleh sumber energi terbarukan di lokasi? Identifikasi campurannya dari daftar berikut: PV, tenaga surya termal, angin, mikrohidro, listrik biomassa (definisikan), panas biomassa, panas bumi, listrik biogas (definisikan), tenaga surya pasif, lainnya.

Dan: Berapa porsi total penggunaan energi tahunan untuk fasilitas yang dihasilkan dari sumber terbarukan yang dipasok dari jaringan listrik yang memenuhi persyaratan Green-E Center for Resource Solutions (CRS)? Harap identifikasi sumber yang digunakan dan proporsinya dari setiap sumber dalam narasi tambahan.

	Kasus dasar	Kasus desain	
Identifikasi Permintaan Listrik Puncak			W/sf
Persentase Energi Terbarukan yang Dihasilkan di Lokasi			
Persentase Energi Terbarukan yang Disuplai dari Jaringan			

- Narasi Tambahan: Jelaskan standar atau pedoman yang digunakan untuk mengembangkan kasus dasar dan kasus aktual atau desain untuk data yang diberikan di atas, dan identifikasi perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan simulasi apa

pun.

Sepuluh Tindakan Terbaik 8: Bahan Dan Konstruksi

- Narasi: Pemilihan bahan dan produk yang cermat dapat menghemat sumber daya, mengurangi dampak pemanenan, produksi, dan transportasi, meningkatkan kinerja bangunan, dan meningkatkan kesehatan dan kenyamanan penghuni. Jelaskan kriteria pemilihan, pertimbangan, dan kendala yang paling penting (seperti mengoptimalkan kesehatan, daya tahan, pemeliharaan, dan penggunaan energi, dan/atau mengurangi dampak ekstraksi, manufaktur, dan transportasi) untuk bahan atau rakitan bangunan untuk proyek Anda. Apa pertimbangan terpenting dalam mengembangkan selubung bangunan? Apa keputusan atau pemilihan bahan atau rakitan bangunan yang paling penting (tidak lebih dari tiga) dan bagaimana mereka memenuhi kriteria tersebut? Sertakan pertimbangan yang diberikan terhadap dampak terhadap lingkungan selama siklus hidup penuh dan hasil penilaian siklus hidup, jika tersedia. Jelaskan material apa pun yang menjadi bagian dari program "sewa hijau". Jelaskan pengurangan limbah konstruksi dan strategi apa pun untuk mendorong daur ulang selama hunian.

Sepuluh Tindakan Terbaik Ke-9: Umur Panjang, Kelemahan

- Naratif: Desain berkelanjutan berupaya memaksimalkan nilai ekologis, sosial, dan ekonomi dari waktu ke waktu. Jelaskan bagaimana desain proyek menciptakan nilai yang langgeng melalui fleksibilitas dan kemampuan beradaptasi jangka panjang. Mengapa proyek ini kemungkinan akan terus berkembang pesat di masa mendatang? Identifikasi masa pakai proyek yang diantisipasi dan jelaskan komponen apa pun yang dirancang untuk dibongkar. Jelaskan material, sistem, dan solusi desain yang dikembangkan untuk meningkatkan fleksibilitas, daya tahan, dan potensi penggunaan kembali yang adaptif. Jelaskan upaya untuk "menyuaikan ukuran" proyek dan mengurangi luas persegi yang tidak perlu.

Sepuluh Tindakan Terbaik Ke-10: Kebijakan Kolektif Dan Umpan Balik

- Naratif: Desain berkelanjutan mengakui bahwa strategi desain yang paling cerdas berkembang dari waktu ke waktu melalui pengetahuan bersama dalam komunitas yang besar. Jelaskan secara jelas dan spesifik bagaimana proses desain Anda meningkatkan kinerja dan keberhasilan akhir bangunan. Bagaimana upaya kolaboratif antara tim desain, konsultan, klien, dan masyarakat berkontribusi pada keberhasilan? Pelajaran apa yang dipelajari selama desain, konstruksi, dan hunian bangunan? Jika memulai dari awal hari ini, bagaimana pendekatan atau penekanan Anda akan berubah? Identifikasi upaya untuk mendokumentasikan dan berbagi pelajaran ini dengan masyarakat yang lebih luas. Jelaskan komisioning dan pemantauan berkelanjutan terhadap kinerja bangunan dan kepuasan penghuni. Bagaimana (atau akan) hal ini berkontribusi pada kinerja bangunan, kepuasan penghuni, atau desain proyek masa depan?

5.11 INFORMASI LAINNYA

Ekonomi Proyek

- Keuangan: Jelaskan analisis biaya inovatif, strategi pembiayaan, dan/atau kemitraan

yang berkontribusi pada keberhasilan proyek (<200 kata).

- Analisis Biaya dan Pengembalian: Jelaskan masalah biaya proyek yang tidak umum dan berikan perkiraan pengembalian investasi apa pun dalam langkah-langkah ramah lingkungan (<200 kata).

Proses dan Hasil

- Berikan detail sebanyak mungkin tentang aspek penting apa pun dari proses perancangan dan pembangunan proyek ini, terutama yang berkaitan dengan kinerja lingkungannya. Informasi diperlukan hanya untuk dua fase pertama; sisanya bersifat opsional (pradesain, desain, proses konstruksi, operasi/pemeliharaan, Komisioning, pengukuran, dan evaluasi verifikasi/pascahunian).

Hasil Sistem Penilaian

- Jika proyek telah dinilai secara resmi di bawah LEED, BREEAM, atau program bangunan hijau lokal/regional, harap cantumkan sistem penilaian, tanggal penilaian (MM-DD-YYYY), dan skor atau tingkat penilaian. Persyaratan Informasi Minimum: Rencana Konteks yang menunjukkan tempat, wilayah, lingkungan (dengan panah Utara); Rencana Lokasi (dengan panah Utara); Denah Lantai (dengan panah Utara); Elevasi; Bagian dan Detail (termasuk setidaknya satu bagian yang menggambarkan pencahayaan alami, ventilasi alami, atau strategi desain berkelanjutan lainnya); Foto proyek yang telah selesai (interior dan eksterior).

Sumber Standar Dan Sertifikasi

Metrik bangunan berkinerja tinggi sering digunakan untuk menentukan apakah suatu bangunan berkelanjutan. Faktanya, metrik tersebut, yang banyak di antaranya mendahului munculnya gerakan desain berkelanjutan, hanyalah standar kinerja yang lebih tinggi daripada kode bangunan. Berbagai lembaga federal dan negara bagian, organisasi Nonpemerintah, dan asosiasi profesional dan perdagangan mengembangkan standar dan sertifikasi ini, yang menjadi standar arsitektur (Nongrafis) utama.

Beberapa program sangat spesifik untuk satu masalah atau material seperti standar Cool Roof Rating Council untuk atap, yang mengurangi efek pulau panas perkotaan. Program sertifikasi kayu, seperti Smartwood dari Rainforest Action Network, ada untuk memberikan kejelasan terhadap klaim keberlanjutan dalam pasar bahan bangunan. Daftar program yang terus bertambah ini mencakup banyak program yang telah memasukkan LEED atau elemen standar sebelumnya ke dalam kode bangunan atau sebagai persyaratan untuk pengembangan proyek lokal.

BAB 6

DESAIN INKLUSIF

6.1 PENDAHULUAN

Desain inklusif Adalah payung yang mengakui keberagaman manusia dan dalam prosesnya merangkul sejumlah posisi dalam hubungannya dengan penyandang disabilitas dan

lingkungan binaan. Beberapa posisi diamanatkan secara hukum dan beberapa lainnya dianjurkan (didorong oleh tuntutan publik). Litani terminologi yang menggambarkan posisi ini dapat membingungkan dan menyebabkan pengaburan yang tidak efektif dari perbedaan kritis dalam makna, derivasi, dan pendekatan; oleh karena itu, sejumlah istilah relevan didefinisikan di sini sebagai kata pengantar untuk diskusi yang disajikan dalam bab ini:

- Desain universal: “Desain produk dan lingkungan yang dapat digunakan oleh semua orang, sejauh mungkin, tanpa perlu Adaptasi atau desain khusus.” (Ron Mace, arsitek dan pendiri Center for Universal Design)
- Desain yang dapat diakses: Desain yang difokuskan pada penyandang disabilitas (terutama orang dengan keterbatasan fisik dan sensorik) sebagai persentase dari populasi. Standar minimum diamanatkan melalui kode dan peraturan bangunan, standar teknis, dan undang-undang hak sipil seperti Americans with Disabilities Act (ADA) dan Fair Housing Amendments Act (FHAA).
- Americans with Disabilities Act (ADA): Undang-undang hak sipil federal yang melarang diskriminasi atas dasar disabilitas dalam pekerjaan, pemerintah negara bagian dan lokal, tempat akomodasi publik, transportasi, dan telekomunikasi. ADA mencakup Standar untuk Desain yang Dapat Diakses.
- Fair Housing Act: Undang-undang hak sipil yang melarang diskriminasi dalam perumahan atas dasar ras, warna kulit, agama, jenis kelamin, disabilitas, status keluarga, dan asal kebangsaan. Fair Housing Amendments Act mencakup Pedoman Aksesibilitas Perumahan yang Adil.

Banyak arsitek saat ini berpikir bahwa desain universal dan aksesibilitas adalah sinonim. Faktanya, desain universal bukanlah aksesibilitas, meskipun didukung oleh kode dan standar aksesibilitas, serta semua kode dan standar lain yang diwajibkan. Standar aksesibilitas menggunakan pendekatan teknis preskriptif berdasarkan kerangka persentase yang diwajibkan oleh hukum. Desain universal adalah pendekatan terhadap desain yang baik, yang menyatakan bahwa dengan mempertimbangkan berbagai kemampuan manusia dalam rentang hidup kita (kecil/besar, muda/tua, dengan kemampuan yang berbeda-beda dalam setiap ukuran, setiap tahap kehidupan), kita dapat merancang lingkungan yang lebih baik untuk semua orang. Bab ini akan menjelaskan perbedaan dan hubungan antara dua pendekatan desain yang sangat berbeda: satu yang membahas berbagai pengalaman dan kemampuan manusia, dan selanjutnya merupakan syarat keberlanjutan; yang kedua berasal dari mentalitas persentase dan selanjutnya difokuskan secara lebih sempit.

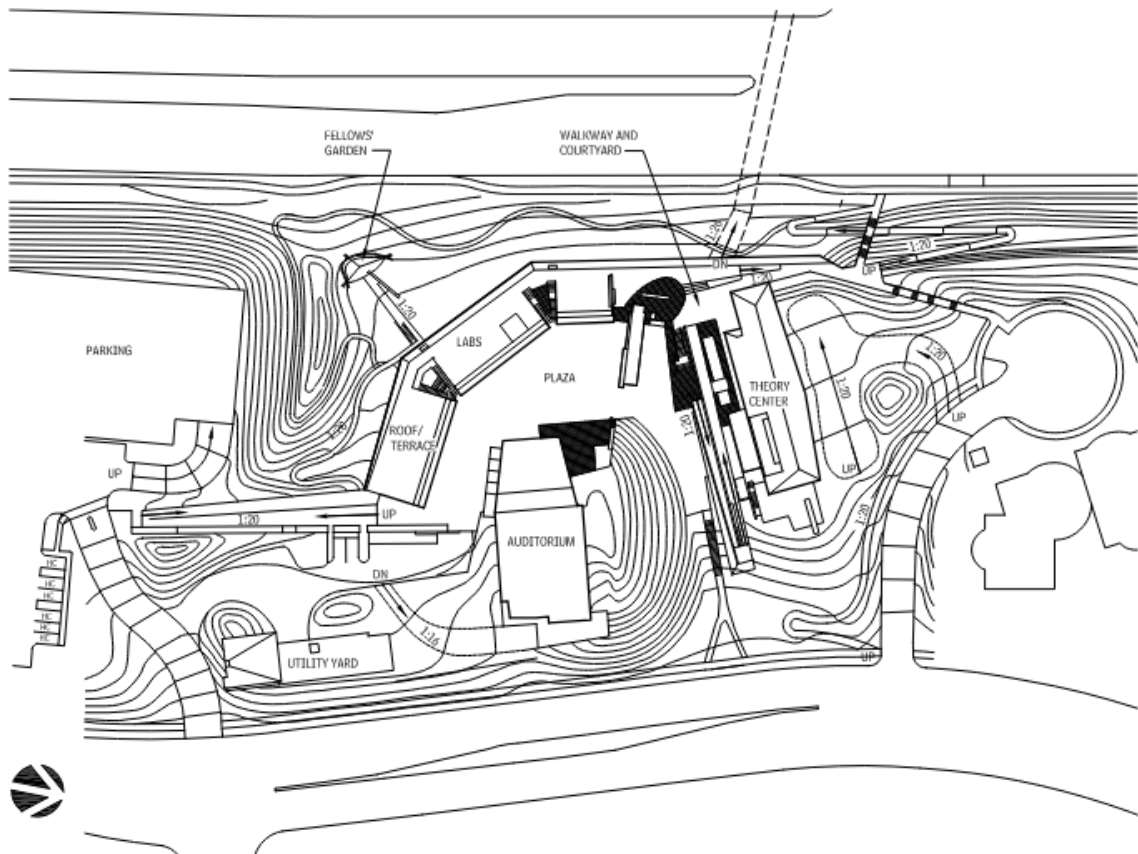
6.2 DESAIN UNIVERSAL

Realitas fisik individu kita berada dalam kondisi perubahan yang konstan sepanjang hidup manusia. Kita tidak statis. Kita muda dan tua, dengan banyak corak di antaranya; kita kecil dan besar, dengan banyak variasi; kita adalah setiap etnis, dalam banyak kombinasi; kita memiliki semua kemampuan, dengan variasi yang tak terbatas. Kehidupan kita tersusun dari irama yang berbeda dan berubah. Ini normal bagi spesies kita, terjadi secara alami maupun melalui penerapan kehendak bebas kita. Mendesain secara universal berarti mendesain untuk

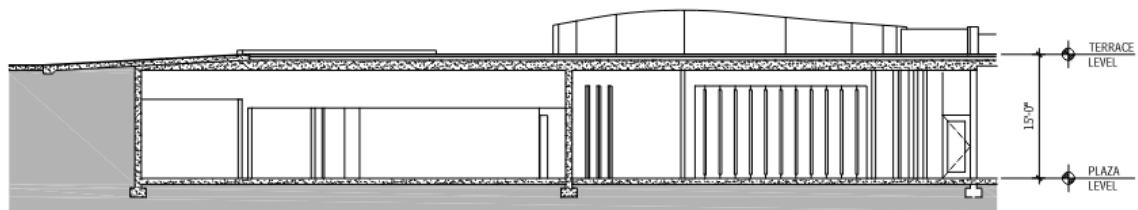
pengalaman manusia terhadap lingkungan binaan. Gerakan menuju proses desain yang menempatkan pengalaman manusia di awal bukanlah hal baru. Desain universal paling berhasil ketika terintegrasi sepenuhnya dalam sebuah proyek, menjadikannya tidak terlihat dan tidak diberi judul. Landasannya sebagai gerakan desain dikaitkan dengan korelasi antara peningkatan kemampuan fungsional dan penghapusan hambatan dalam lingkungan binaan.

Pada tahun 1970-an, arsitek Michael Bednar menyarankan bahwa nilai dalam korelasi ini berlaku bagi kita semua, bukan hanya segelintir orang. Pada tahun 1980-an, Mace mendefinisikan dan memberi nama gerakan tersebut dan menjadi salah satu wajahnya yang paling dikenal. "Desain universal Adalah desain produk dan lingkungan yang dapat digunakan oleh semua orang, sejauh mungkin, tanpa perlu Adaptasi atau desain khusus." Pada tahun 1990-an, Mace bekerja dengan sekelompok rekan advokat dan desainer (arsitek, desainer produk, insinyur, dan peneliti desain lingkungan) untuk membuat Prinsip Desain Universal, yang menyediakan langkah pertama untuk meningkatkan pasar melalui desain produk dan lingkungan yang dapat digunakan secara lebih luas. Hal ini menandai pergeseran signifikan dari pendekatan teknis preskriptif yang digambarkan dalam kode dan standar dan menetapkan kriteria berbasis kinerja alternatif yang berfokus pada masalah kegunaan.

Tujuh prinsip tersebut menetapkan kriteria kinerja dasar untuk berbagai macam produk dan kondisi yang dirancang. Prinsip-prinsip tersebut masih berfungsi dengan sangat baik dalam banyak kasus di mana korelasi satu-satu antara peningkatan kemampuan fungsional dan penghapusan hambatan dapat dengan mudah digunakan dan dipahami. Namun, pembuatan dan pengalaman arsitektur jarang menghadirkan korelasi satu-satu. Perakitan pengalaman spasial yang dijelaskan oleh material dan produk sering kali menghasilkan lapisan yang lebih kompleks dari berbagai prinsip dan munculnya atribut universal yang memperluas cakupan tujuh prinsip asli. Penulis prinsip-prinsip asli menyadari bahwa mereka sedang membangun kerangka kerja yang terus berkembang yang dapat diperluas saat setiap disiplin ilmu memanfaatkan dan memperluas peluang yang melekat pada maksud asli.

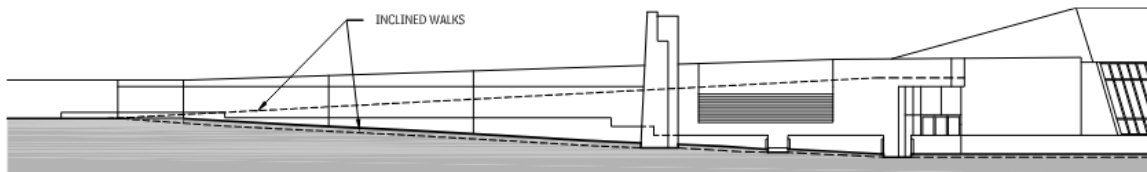


Gambar 6.1 Rencana Lokasi Dengan Sirkulasi Universal Terpadu



Source: Tod Williams Billie Tsien Architects, New York City, New York.

Gambar 6.2 Bagian Di Halaman Yang Diukir Dengan Teras Di Atasnya



Source: Tod Williams Billie Tsien Architects, New York City, New York.

Gambar 6.3 Jalan Jalan Miring—Tinggi Timur Di Lab

Sesuai dengan maksud asli (“... dapat digunakan oleh semua orang, sejauh mungkin, tanpa perlu Adaptasi atau desain khusus”), atribut desain universal yang disajikan di sini terkadang sangat cocok dengan prinsip-prinsip yang Ada—terkadang merupakan lapisan yang kompleks dan terkadang muncul. Penyajian atribut tertentu dalam bab ini tidak memastikan bahwa proyek tersebut memenuhi setiap prinsip atau mematuhi setiap kode atau standar yang

diperlukan yang mendasarinya. Sebaliknya, prinsip-prinsip tersebut disajikan sebagai contoh pemikiran kritis dan eksekusi detail yang menghasilkan pengalaman arsitektur yang memperkaya kehidupan kita—seluruh kehidupan kita.

6.3 TUJUH PRINSIP DESAIN UNIVERSAL

Prinsip Satu: Penggunaan Yang Adil

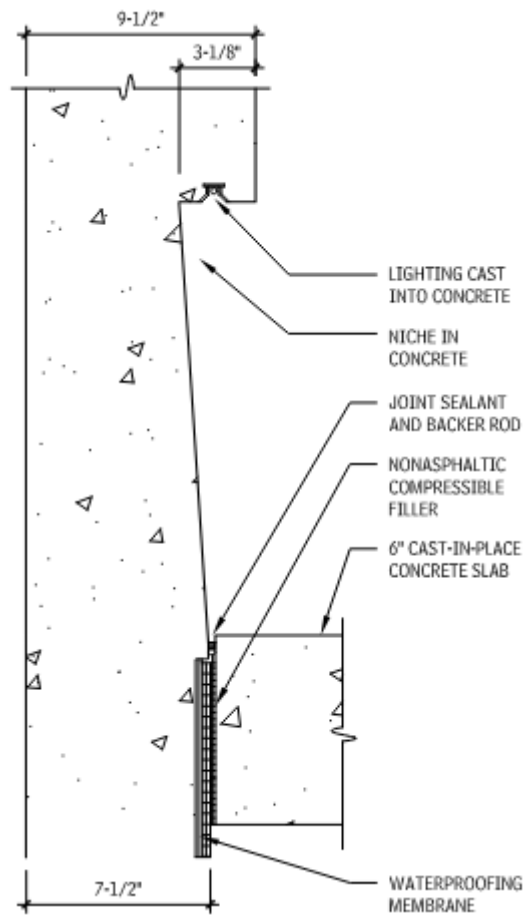
Desain bermanfaat dan dapat dipasarkan kepada orang-orang dengan kemampuan yang beragam.

- Menyediakan sarana penggunaan yang sama untuk semua pengguna: identik jika memungkinkan; setara jika tidak.
- Hindari pemisahan atau stigmatisasi terhadap pengguna mana pun.
- Sediakan ketentuan privasi, keamanan, dan keselamatan yang tersedia secara merata bagi semua pengguna.
- Buat desain yang menarik bagi semua pengguna.

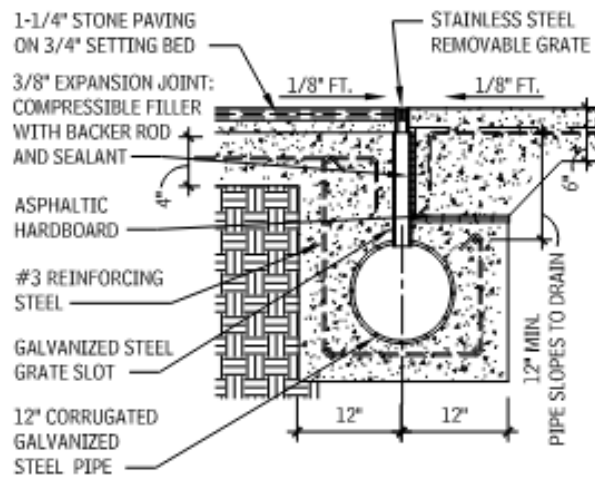
Contoh: Institut Ilmu Saraf

Tod Williams, FAIA dan Billie Tsien, AIA memadukan ide program, topografi, dan gerakan dalam desain mereka untuk Institut Ilmu Saraf di La Jolla, California. Bangunan-bangunan tersebut melingkupi ruang publik luar, yang di dalamnya terdapat auditorium ilmiah. Auditorium, bersama dengan tanggul yang ditanami, berfungsi dengan cara yang sangat cocok untuk mendirikan salah satu pintu masuk ke alun-alun, yang dibaca sebagai objek, yang menentukan penutupan, dan mengarahkan pandangan. Serangkaian jalan setapak miring (1:20 atau kurang) memanfaatkan topografi yang ada dan menciptakan yang baru, sekaligus menghubungkan tempat-tempat internal (alun-alun dan teras di atas laboratorium) dan eksternal (tempat parkir dan Institut Scripps di bawah jalan raya utama).

Sebuah bangunan laboratorium dan salah satu ujung bangunan teori diukir ke dalam topografi untuk membentuk dinding penahan yang dapat dihuni yang membatasi jalan di atasnya. Jalan setapak yang menanjak, beserta berbagai anak tangga, merupakan bagian integral dari sirkuit yang dirancang untuk menjadi perjalanan diskusi, kontemplasi, dan penemuan—perjalanan yang dapat dilakukan siapa saja. Sebagai masalah "etika dan estetika," para arsitek telah mengintegrasikan akses universal dengan mulus ke dalam esai tektonik tentang gerakan, menciptakan pengalaman spasial yang terus berubah.

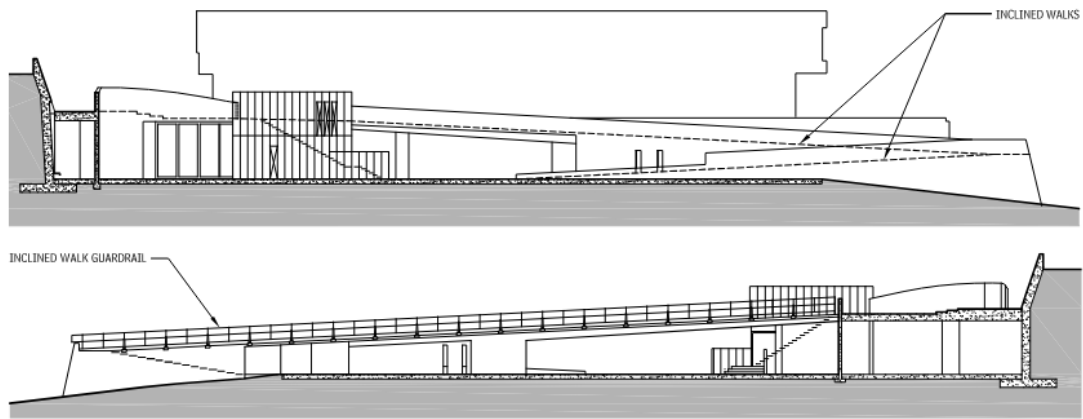


Gambar 6.4 Pencahayaan Terpadu—Jalan Jalan Miring (Umum)



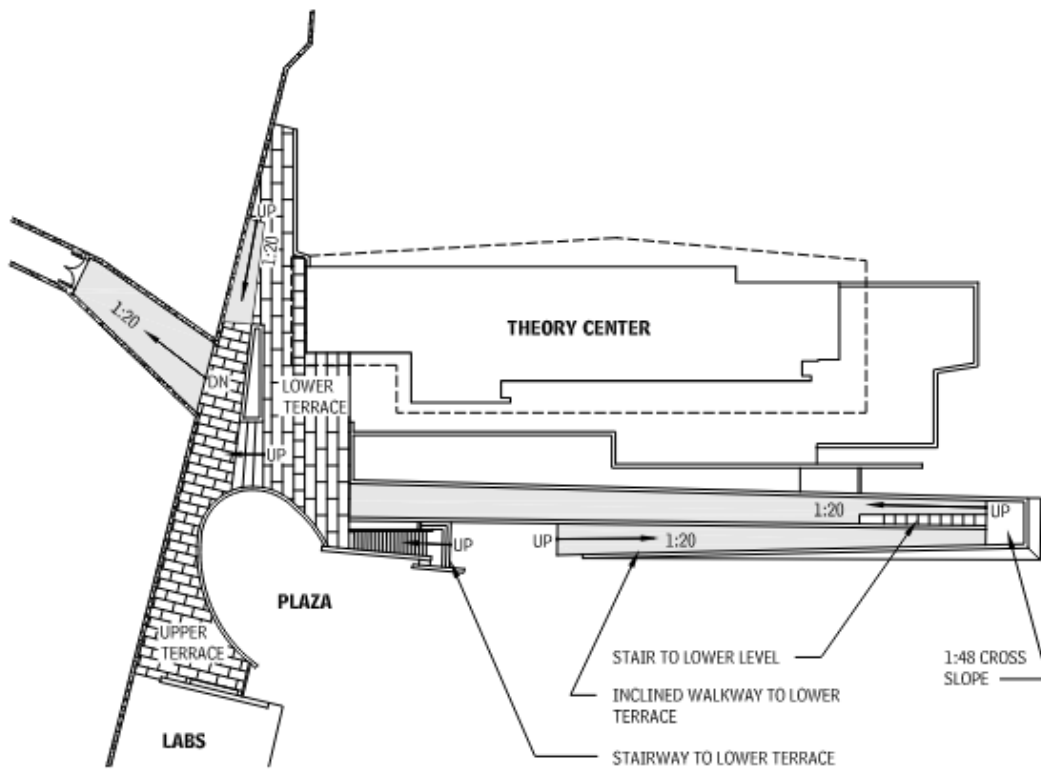
Source: Tod Williams Billie Tsien & Architects, New York City, New York.

Gambar 6.5 Detail Jaringan Dan Saluran Pembuangan—Auditorium Plaza (Umumnya Di Jalan Kaki Miring)



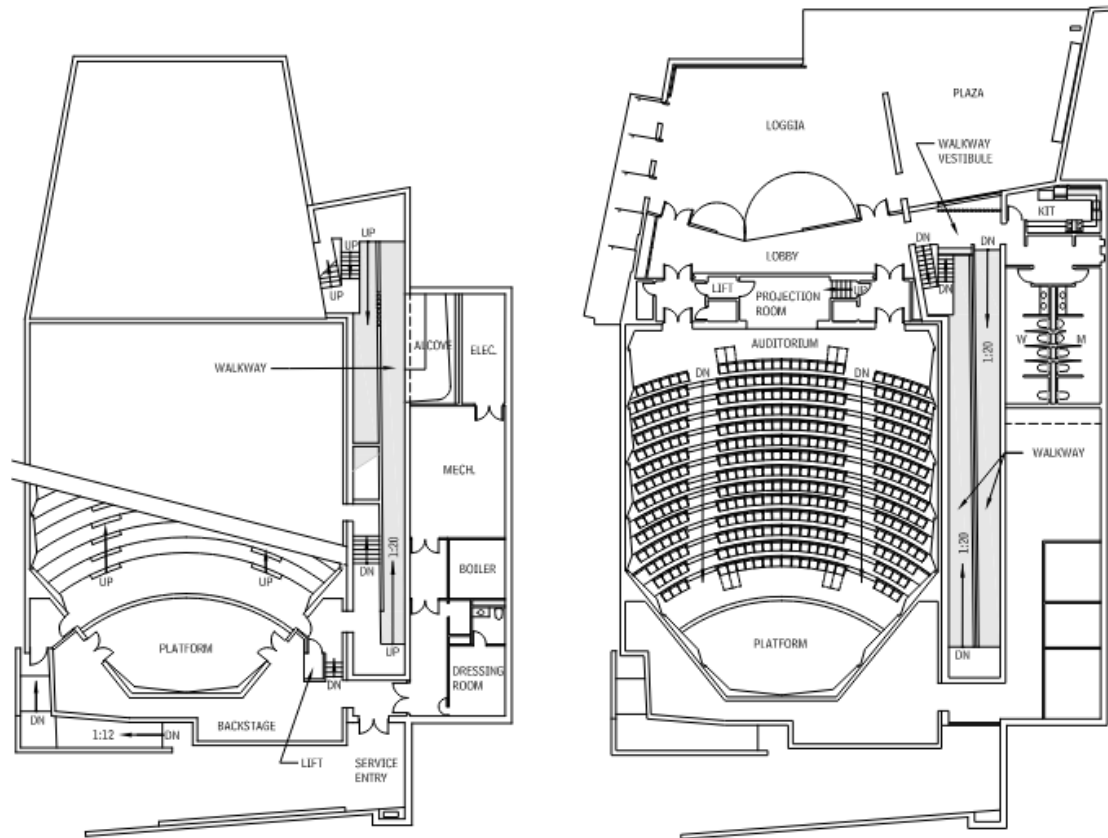
Source: Tod Williams Billie Tsien Architects, New York City, New York.

Gambar 6.6 Elevasi Jalan Miring—Teori Membangun

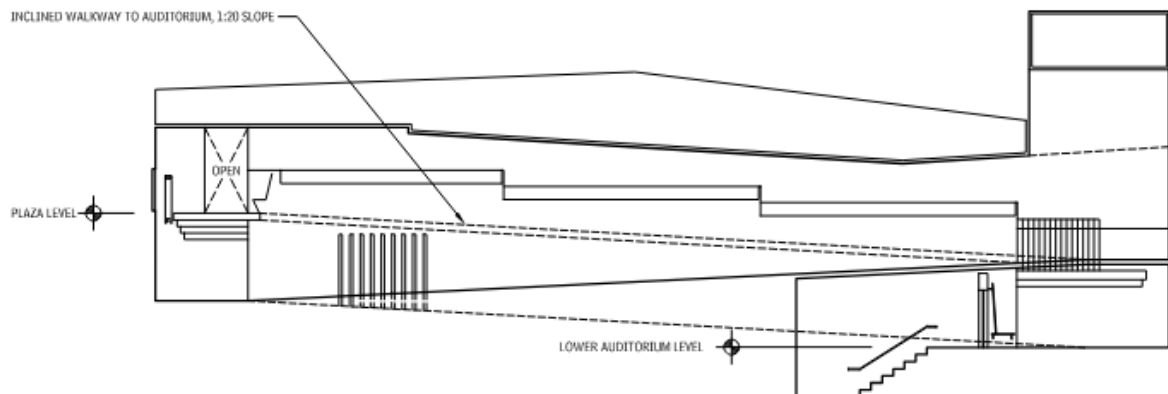


Source: Tod Williams Billie Tsien Architects, New York City, New York.

Gambar 6.7 Jalan Kaki Miring—Rencana Tingkat Teras



Gambar 6.8 Rencana Auditorium Dengan Jalan Miring



Gambar 6.9 Jalan Kaki Miring Dan Bagian Vestibule Dengan Bangku—Auditorium

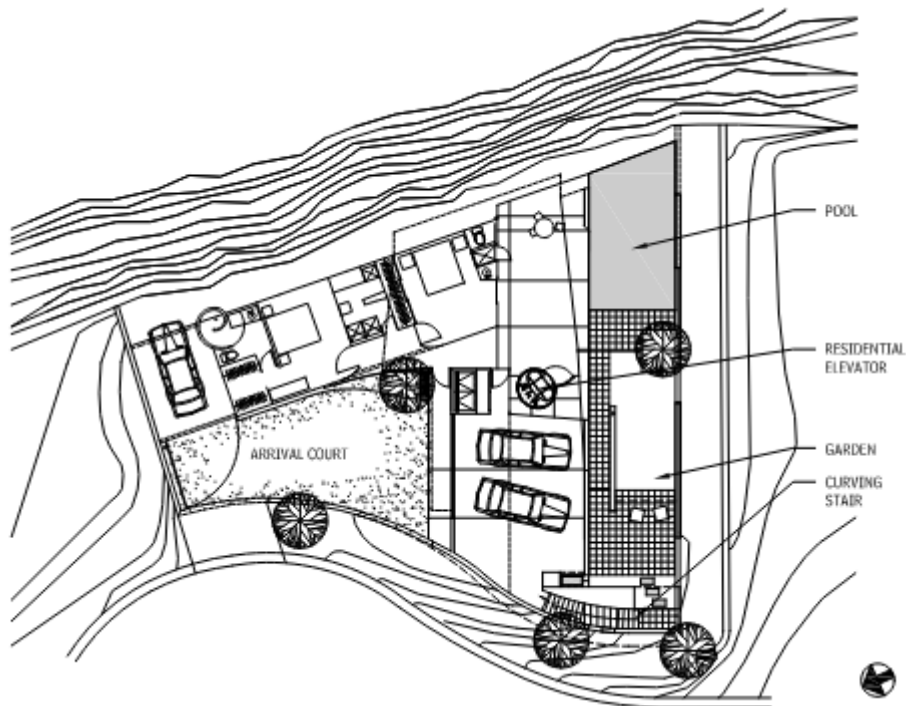
Prinsip Dua: Fleksibilitas Dalam Penggunaan

Desain mengakomodasi berbagai preferensi dan kemampuan individu.

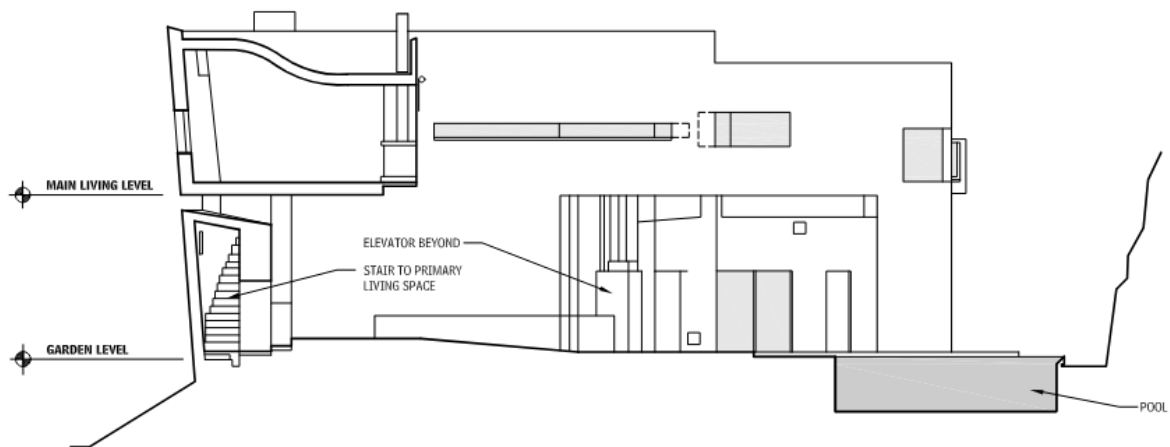
- Menyediakan pilihan dalam metode penggunaan.
- Mengakomodasi akses pengguna tangan kanan atau kiri dalam penggunaan.
- Memfasilitasi akurasi dan presisi pengguna.
- Menyediakan kemampuan beradaptasi dengan kecepatan pengguna.

Contoh: Tempat Tinggal Schall

Melewati tembok besar dan tiba di tempat parkir mobil rumah Schall menyingkap dunia tersembunyi, sebuah oasis di iklim gurun Phoenix, Arizona.



Gambar 6.10 Rencana Tingkat Pemula Dengan Pilihan Sirkulasi—Tangga Dan Lift



Gambar 6.11 Bagian Yang Menunjukkan Tangga Yang Hilang

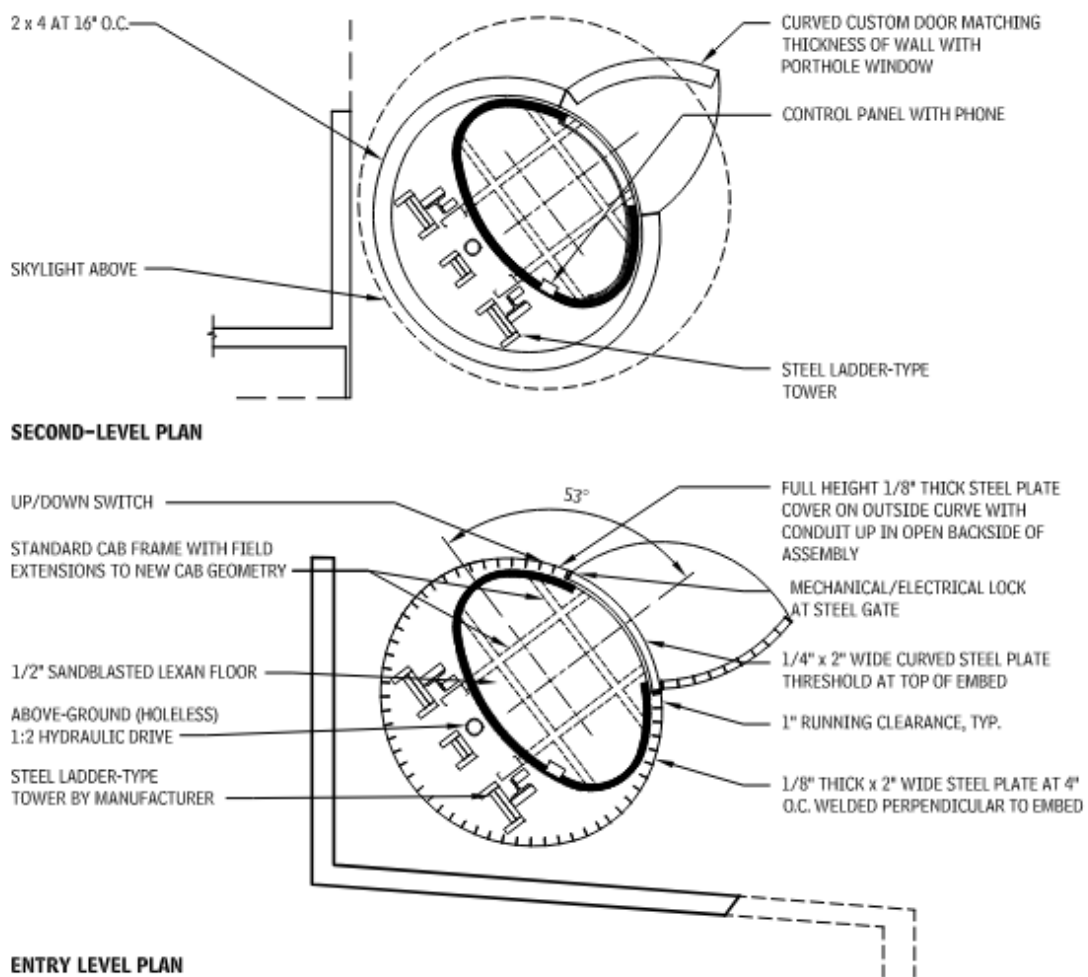
Kamar tamu dan taman memenuhi lantai dasar, secara efektif menyaring dunia pinggiran kota tepat di balik temboknya. Ruang tinggal utama berada di lantai dua, dan untuk mencapainya Adalah masalah pilihan dan opsi. Lift tempat tinggal, yang melewati ruang luar ke ruang dalam, dan tangga melengkung misterius, menyediakan lorong dengan cara yang dapat digunakan oleh orang-orang dengan berbagai kemampuan. Arsitektur karya Wendell Burnette, AIA, menawarkan pilihan tentang bagaimana orang bergerak di dalam rumah, sesuai dengan gagasan untuk menciptakan berbagai kemungkinan untuk hidup di dalam dan luar, serta di atas dan di atas bidang tanah.

Prinsip Ketiga: Penggunaan Yang Sederhana Dan Intuitif

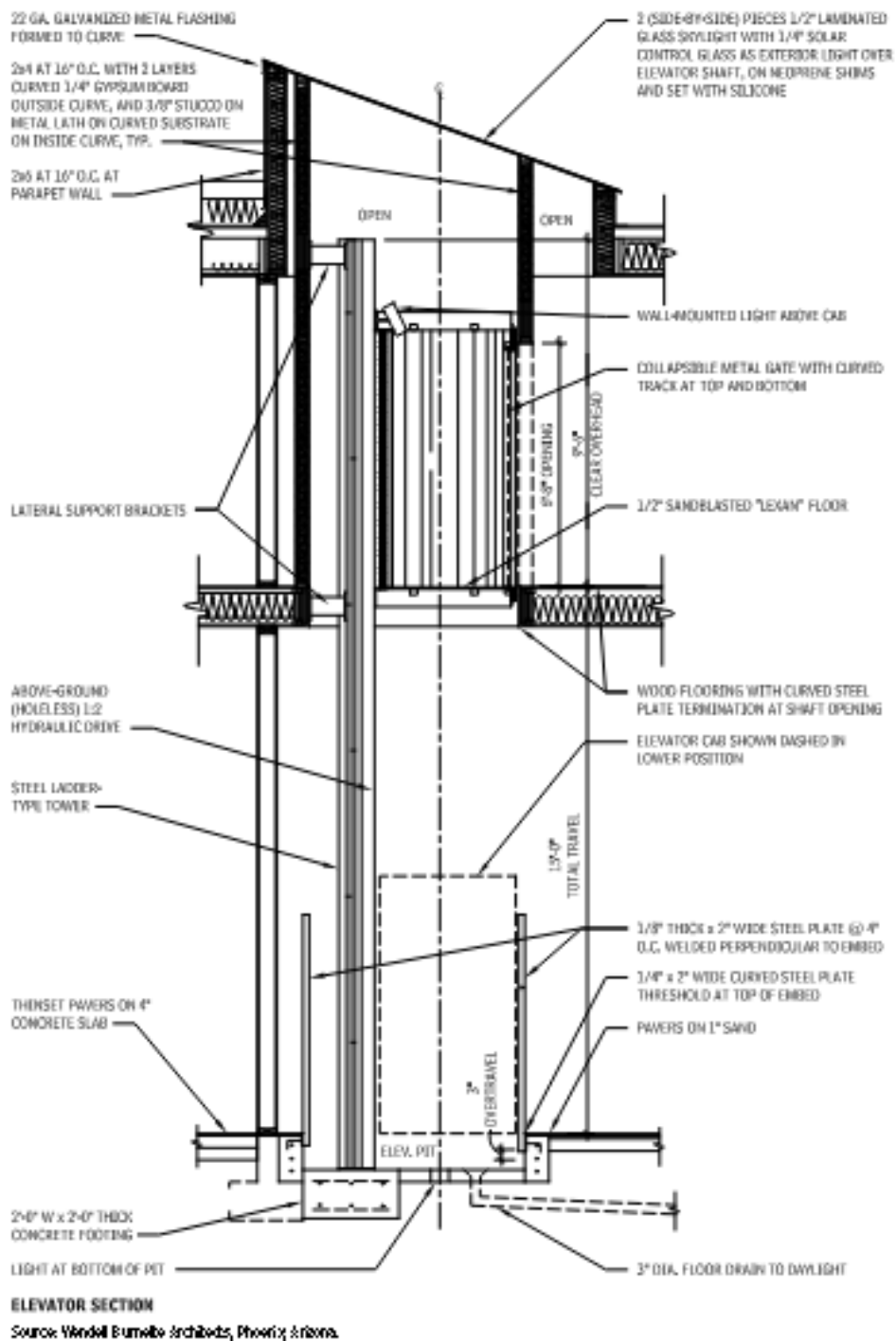
Penggunaan desain mudah dipahami, terlepas dari pengalaman, pengetahuan,

keterampilan bahasa, atau tingkat konsentrasi pengguna saat ini.

- Menghilangkan kerumitan yang tidak perlu.
- Konsisten dengan harapan dan intuisi pengguna.
- Mengakomodasi berbagai keterampilan literasi dan bahasa.
- Menyusun informasi sesuai dengan kepentingannya.
- Memberikan dorongan dan umpan balik yang efektif selama dan setelah penyelesaian tugas.



Gambar 6.12 Bagian Dan Rencana Lift



Gambar 6.12 Bagian Dan Rencana Lift (Lanjutan)

Contoh: Museum Anak-Anak Pittsburgh

Di Museum Anak-Anak Pittsburgh, arsitek, Koning Eizenberg Architecture, dan desainer pameran, Springboard Architecture Communication Design, mengubah pengering tangan biasa menjadi sesuatu yang lebih. Mereka mengambil objek yang mudah digunakan dan jelas kegunaannya, memperbanyaknya, memasangnya dalam berbagai jangkauan, dan mengubahnya menjadi sebuah pengalaman.

Prinsip Keempat: Informasi Yang Dapat Diperasai

- Desain mengomunikasikan informasi yang diperlukan secara efektif kepada pengguna, terlepas dari kondisi sekitar atau kemampuan sensorik pengguna.
- Gunakan mode yang berbeda (bergambar, verbal, taktil) untuk penyajian informasi penting yang berulang-ulang.
- Maksimalkan "keterbacaan" informasi penting.
- Bedakan elemen dengan cara yang dapat dijelaskan (misalnya, buat lebih mudah untuk memberikan instruksi atau arahan).
- Berikan kompatibilitas dengan berbagai teknik atau perangkat yang digunakan oleh orang-orang dengan keterbatasan sensorik.

Prinsip Lima: Toleransi Terhadap Kesalahan

Desain meminimalkan bahaya dan konsekuensi buruk dari tindakan yang tidak disengaja atau tidak diinginkan.

- Atur elemen untuk meminimalkan bahaya dan kesalahan: elemen yang paling sering digunakan, paling mudah diakses; elemen berbahaya dihilangkan, diisolasi, atau dilindungi. Sediakan ketentuan untuk privasi, keamanan, dan keselamatan yang tersedia secara merata bagi semua pengguna.
- Berikan peringatan tentang bahaya dan kesalahan.
- Berikan fitur anti-gagal.
- Cegah tindakan tidak sadar dalam tugas yang membutuhkan kewaspadaan.

Prinsip Enam: Upaya Fisik Yang Rendah

Desain dapat digunakan secara efisien dan nyaman serta dengan kelelahan minimum.

- Biarkan pengguna mempertahankan posisi tubuh yang netral.
- Gunakan kekuatan pengoperasian yang wajar.
- Minimalkan tindakan berulang.
- Minimalkan upaya fisik yang berkelanjutan.

Prinsip Tujuh: Ukuran Dan Ruang Untuk Pendekatan Dan Penggunaan

Ukuran dan ruang yang sesuai disediakan untuk pendekatan, jangkauan, manipulasi, dan penggunaan terlepas dari ukuran tubuh, postur, atau mobilitas pengguna.

- Sediakan garis pandang yang jelas ke elemen-elemen penting untuk setiap pengguna yang duduk atau berdiri.
- Buat jangkauan ke semua komponen terasa nyaman untuk setiap pengguna yang duduk atau berdiri.
- Akomodasikan variasi dalam pegangan tangan dan ukuran.
- Sediakan ruang yang cukup untuk penggunaan alat bantu atau bantuan pribadi.

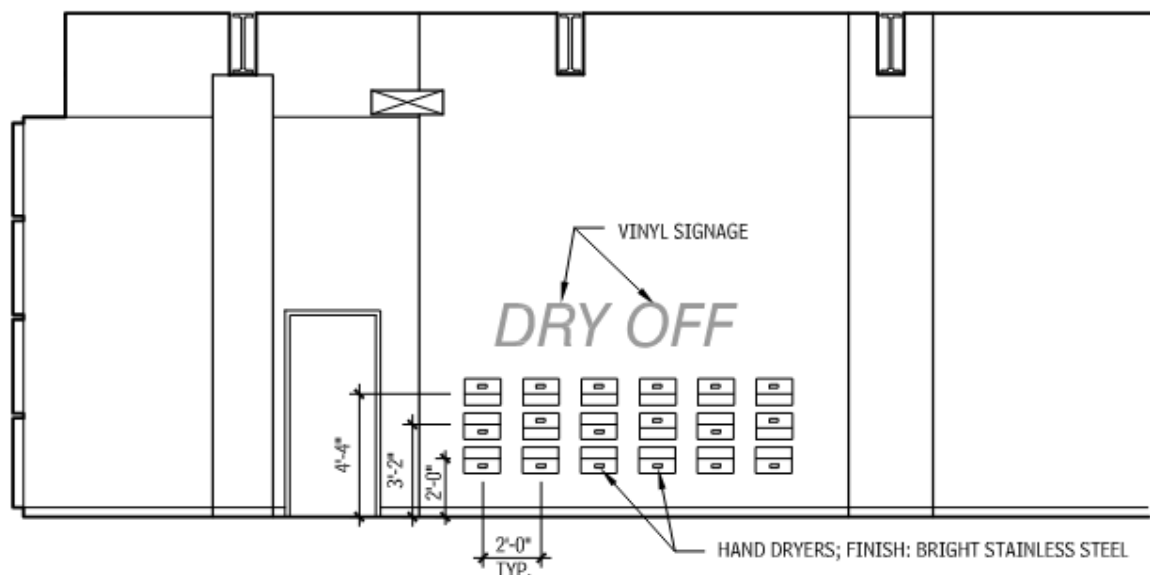
Contoh: Tempat Tinggal Anderson

Kamar mandi untuk Anderson Remodel di Albuquerque, New Mexico, oleh Geoffrey C. Adams, AIA, dengan Rebecca Ingram Architect dan Karen J. King, RA, mengatasi sejumlah masalah dalam ruang yang relatif kecil. Sering kali, kamar mandi kedua harus melayani pengunjung serta orang-orang yang tinggal di rumah tersebut. Kamar mandi ini terhubung ke kamar tidur di sebelahnya dan ke lorong yang diterangi cahaya matahari dan mengarah ke

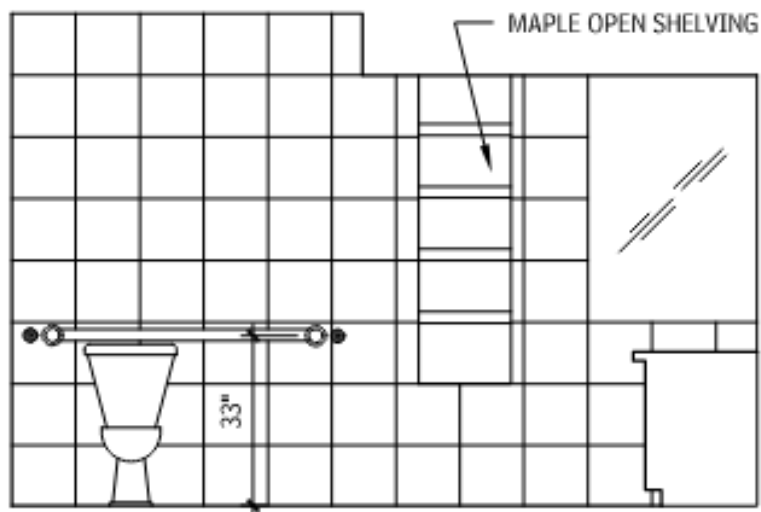
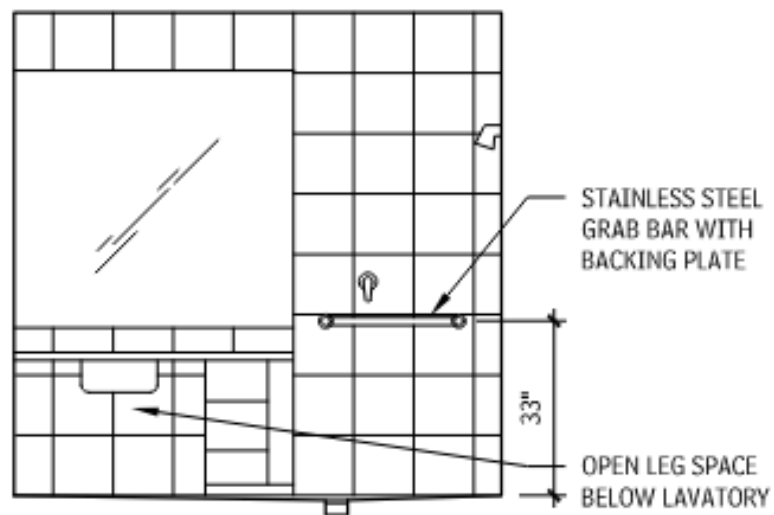
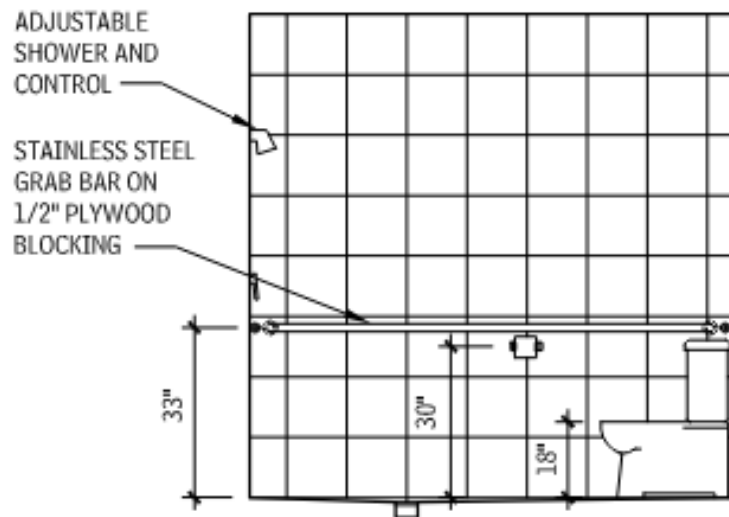
ruang publik rumah. Pintu saku, yang dirancang sebagai variasi dari sekat shoji, memungkinkan akses pribadi dari kamar tidur, sambil memanfaatkan cahaya matahari dari lorong. Sebagai alternatif, kamar mandi dapat dibuka untuk pengunjung dan ditutup dari kamar tidur. Pemisahan tambahan pancuran dan kloset dari area toilet dan perawatan menawarkan fleksibilitas penggunaan untuk keluarga dan orang-orang yang lebih akrab satu sama lain; privasi dengan kedekatan cepat bagi orang-orang yang mungkin memerlukan bantuan; area persiapan untuk peralatan bantu; dan zona transisi untuk menampung sekelompok orang.

Pancuran dan kloset membentuk kamar mandi basah, dilapisi dengan palang pegangan yang terlihat seperti lapisan lain dari ruang tersebut. Pendekatan ini menjadi lebih umum karena desain palang pegangan telah berkembang melampaui pemanfaatan institusional. Palang pegangan berfungsi ganda sebagai palang handuk, sekaligus meningkatkan keamanan. Rak terbuka dirancang dengan mempertimbangkan isyarat visual, dan untuk berbagai jangkauan (tinggi hingga kecil).

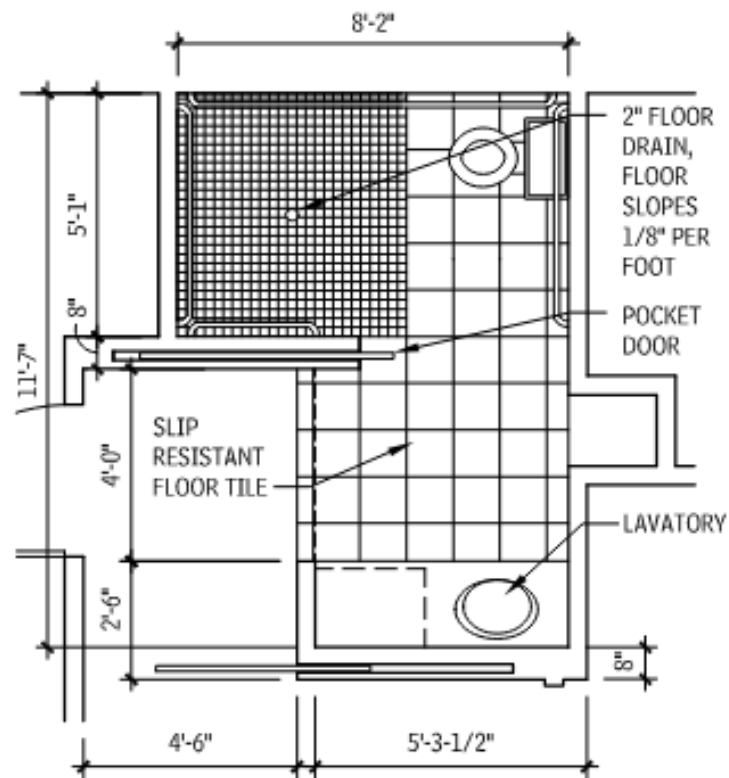
Pintu-pintu tersebut dapat bergerak dengan mudah menggunakan sistem roda dan terbuat dari plastik tembus pandang yang diisi dengan insulasi selimut. Karena sangat ringan, pintu-pintu ini mengurangi kemungkinan seseorang terluka akibat pintu yang terbanting. Selain itu, penggunaan pintu geser mengurangi kemacetan yang terkait dengan pintu ayun; pintu ini juga mengurangi jarak manuver yang diperlukan bagi mereka yang menggunakan alat bantu.



Gambar 6.13 Lingkungan Bermain Air—Dinding Pengering



ENLARGED BATHROOM ELEVATION



ENLARGED BATHROOM PLAN

Gambar 6.14 Denah Kamar Mandi Yang Diperluas Dan Tingkat Ketinggian

Desain Yang Dapat Diakses

Aksesibilitas Adalah istilah desain yang pertama kali diperkenalkan pada tahun 1950-an untuk menggambarkan elemen lingkungan fisik yang dapat digunakan oleh penyandang disabilitas. Awalnya, istilah tersebut menggambarkan fasilitas yang dapat diakses oleh pengguna kursi roda, tetapi telah berkembang hingga mencakup desain untuk kelompok orang yang lebih luas dengan persyaratan fungsional yang lebih beragam.

Kebutuhan masyarakat akan desain yang dapat diakses telah meningkat sebagai hasil dari kemajuan medis yang berkelanjutan. Bersamaan dengan kemajuan medis, telah dikembangkan teknologi bangunan baru, seperti lift perumahan, lift kursi roda, dan operator pintu elektrik, yang telah membuat penyediaan fasilitas yang dapat diakses menjadi lebih praktis dan lebih murah. Desain yang dapat diakses akan terus berubah seiring dengan kemajuan medis dan teknologi bangunan yang terus berkembang.

Dari sudut pandang seorang arsitek, Ada perbedaan antara desain yang dapat diakses yang sesuai untuk fasilitas publik dan pendekatan terbaik untuk proyek pribadi, khusus, dan dapat diakses. Standar aksesibilitas publik menetapkan spesifikasi desain umum yang secara luas memenuhi kebutuhan populasi yang ditargetkan. Sebaliknya, desain yang dapat diakses khusus harus memenuhi kebutuhan khusus pengguna individu.

6.4 KODE, HUKUM, DAN PERATURAN

Meskipun masih merupakan bidang yang terus berkembang, sudah Ada banyak hukum dan kode yang mengatur penerapan desain aksesibilitas; oleh karena itu, arsitek harus mendidik diri mereka sendiri, dan mengikuti perkembangan terkini, baik dalam prinsip maupun persyaratan hukum aksesibilitas.

Sejarah Peraturan Desain Aksesibel

Pada tahun 1961, American National Standards Institute (ANSI) menerbitkan “Bangunan dan Fasilitas yang Dapat Diakses dan Digunakan,” A117.1; standar nasional pertama untuk desain aksesibilitas. Setelah penerbitan awalnya, banyak yurisdiksi negara bagian dan lokal mulai mengadopsi ANSI A117.1 sebagai kode aksesibilitas mereka, meskipun mereka sering memodifikasi standar tertentu agar sesuai dengan komunitas mereka. ANSI A117.1 dengan cepat menjadi standar aksesibilitas yang paling banyak digunakan di Amerika Serikat. ANSI A117.1 direvisi secara berkala. Pada tahun 1980, standar ini diperluas untuk mencakup standar perumahan yang terutama difokuskan pada kebutuhan pengguna kursi roda (khususnya paraplegik). Dalam upaya untuk mendorong negara-negara bagian mengadopsi standar dan mempromosikan keseragaman; revisi tahun 1986 menghapus semua persyaratan ruang lingkup.

Ruang lingkup Adalah sejauh mana suatu standar diterapkan; misalnya, suatu standar dapat diterapkan pada semua elemen proyek atau hanya pada sebagian kecil elemen. Standar ANSI A117.1 tahun 1980, misalnya, mengharuskan penyediaan “jumlah yang wajar” tempat duduk kursi roda di tempat berkumpul tetapi tidak kurang dari dua tempat. Setelah publikasi standar ANSI A117.1 tahun 1986, ruang lingkup diserahkan kepada kebijaksanaan otoritas pengadopsi lokal, yang biasanya mendasarkannya pada kode model nasional. ANSI A117.1 mencakup persyaratan “teknis”—atau “bagaimana”—membuat elemen bangunan dapat diakses. Pada tahun 1998, ANSI A117.1 diperluas untuk mencakup persyaratan teknis untuk unit hunian dan tidur yang konsisten dengan persyaratan dalam Undang-Undang Perumahan yang Adil (FHA).

Seiring dengan perkembangan ICC/ANSI A117.1 yang mencakup informasi dan teknologi baru, undang-undang telah disahkan sebagai tanggapan, termasuk:

- Undang-Undang Hambatan Arsitektur (ABA): Disahkan pada tahun 1968, ABA Adalah undang-undang federal pertama yang mewajibkan desain yang dapat diakses di fasilitas federal.
- Undang-Undang Rehabilitasi: Kongres memberlakukan undang-undang ini pada tahun 1973 untuk mengatasi tidak Adanya standar aksesibilitas federal, serta kurangnya mekanisme penegakan hukum. Selain itu, undang-undang tersebut mewajibkan fasilitas yang dibangun dengan dana federal, dan fasilitas yang dibangun oleh entitas yang menerima dana federal, untuk dapat diakses oleh penyandang disabilitas. Bagian 502 Undang-Undang Rehabilitasi tahun 1973 membentuk badan federal baru, Dewan Kepatuhan Hambatan Arsitektur dan Transportasi (Dewan Akses) untuk mengembangkan dan menerbitkan pedoman minimum untuk standar desain yang akan ditetapkan oleh empat badan penyusun standar.

- Uniform Federal Accessibility Standards (UFAS): Pada tahun 1984, Access Board mengeluarkan Uniform Federal Accessibility Standards (UFAS), yang ditetapkan oleh Department of Defense (DOD), Department of Housing and Urban Development (HUD), General Services Administration (GSA), dan U.S. Postal Service (USPS). UFAS memiliki format dan konten yang mirip dengan edisi A117.1 tahun 1980.
- Fair Housing Amendments Act (FHAA): Pada tahun 1988, Kongres mengubah Fair Housing Amendments Act (FHAA) untuk melarang diskriminasi terhadap individu atas dasar disabilitas. Meskipun Fair Housing Act Guidelines (FHAG) mencakup persyaratan desain, FHAA adalah undang-undang hak sipil, bukan kode bangunan. Dan karena merupakan undang-undang federal, baik otoritas bangunan negara bagian maupun lokal tidak dapat secara resmi menafsirkan persyaratan FHAG, dan inspektur bangunan lokal juga tidak dapat menegakkannya. FHAA tahun 1988 adalah undang-undang federal pertama yang mengatur konstruksi perumahan pribadi.
- Americans with Disabilities Act (ADA): Pada tahun 1990, Presiden George Herbert Walker Bush menandatangani ADA, sebuah undang-undang penting yang memberikan perlindungan hak sipil baru bagi penyandang disabilitas. Pedomannya mencakup standar aksesibilitas federal baru dan membahas desain dan pengoperasian akomodasi publik milik swasta serta fasilitas dan program pemerintah negara bagian dan lokal.
- Pedoman Aksesibilitas ADA (ADAAG): ADAAG sangat mirip dengan standar ANSI A117.1 edisi 1986. ADA tidak menyertakan persyaratan desain perumahan karena telah dibahas dalam FHAA sebelumnya.

Access Board sedang merevisi dan memperbarui pedoman aksesibilitasnya untuk bangunan dan fasilitas yang tercakup dalam ADA tahun 1990 dan ABA tahun 1968. Pedoman ADA/ABA final, tertanggal 23 Juli 2004, akan menjadi dasar untuk standar minimum saat diadopsi oleh lembaga federal lain yang bertanggung jawab untuk mengeluarkan standar yang dapat diberlakukan.

Hubungan Antara Undang-Undang Hak Sipil Dan Kode Bangunan

Pemberlakuan FHAA 1988 dan ADA 1990 menciptakan hubungan yang rumit antara undang-undang federal dan kode bangunan lokal yang sudah ada di seluruh Amerika Serikat. Meskipun banyak persyaratan desain yang dapat diakses dalam undang-undang hak sipil dan kode tersebut serupa, ada perbedaan yang cukup besar. Namun, selama beberapa tahun terakhir, ada upaya signifikan untuk menyelaraskan kode model nasional dan ICC/ANSI A117.1 dengan persyaratan federal.

Kode bangunan khusus untuk yurisdiksi hukum, seperti negara bagian, daerah, kota kecil, atau kota. Peraturan negara bagian/lokal ini biasanya didasarkan pada kode model nasional yang dikembangkan oleh International Code Council (ICC) (sebelumnya BOCA, ICBO, dan SBCCI) dan National Fire Protection Association (NFPA). Yurisdiksi negara bagian dan lokal dapat mengubah kode model dan, sebagai bagian dari proses peninjauan dan penegakannya, membuat keputusan dan interpretasi administratif. Seiring berjalannya waktu, modifikasi dan interpretasi ini membuat persyaratan desain setiap kotamadya menjadi unik meskipun kode yang mendasarinya didasarkan pada model nasional.

Pejabat bangunan menggunakan kode lokal untuk meninjau rencana arsitektur dan teknik sebelum mereka mengizinkan konstruksi. Mereka juga melakukan inspeksi di lokasi untuk memverifikasi bahwa konstruksi yang telah selesai mematuhi peraturan. Tidak seperti pejabat kotamadya, badan federal tidak mengeluarkan izin bangunan dan biasanya tidak memeriksa konstruksi. Lebih jauh, pemerintah federal tidak mengeluarkan putusan atau interpretasi untuk proyek-proyek individual. Penegakan hukum hak sipil adalah "proses berbasis pengaduan" yang dikelola HUD untuk perumahan yang adil dan dikelola Departemen Kehakiman (DOJ) untuk ADA. Badan-badan ini dapat memilih untuk menindaklanjuti pengaduan warga, atau pengadu dapat memilih untuk mencari bantuan langsung melalui pengadilan federal.

Keputusan hukum mengenai pengaduan tersebut secara bertahap akan menyempurnakan komponen desain dan konstruksi yang tidak jelas dari hukum hak sipil federal. Oleh karena itu, arsitek harus memantau putusan pengadilan federal yang dibuat di seluruh Amerika Serikat untuk memastikan mereka mengetahui informasi standar desain terkini. Sebagai hukum hak sipil, FHAA dan ADA mencakup ketentuan untuk desain dan konstruksi fasilitas serta operasi dan manajemen fasilitas. Ketentuan yang membahas operasi dan manajemen menciptakan tanggung jawab hukum baru yang dibagi antara perancang dan operator fasilitas. Pengaturan ini mengubah hubungan arsitek-klien tradisional dan mengubah cara arsitek harus menjalankan bisnis.

Misalnya, arsitek harus mencatat keputusan pemrograman dengan hati-hati, karena penggunaan ruang baru yang dimaksudkan sering kali menetapkan persyaratan aksesibilitasnya. Persyaratan ADA untuk ruang kerja karyawan, misalnya, berbeda dari persyaratan untuk ruang publik. Jika operator fasilitas kemudian mengubah penggunaan ruang, kepatuhan menjadi tanggung jawab pemilik, bukan arsitek. Perubahan lainnya adalah bahwa arsitek sekarang harus mengevaluasi sumber pendanaan proyek pemilik untuk menentukan persyaratan aksesibilitas federal proyek.

Langkah pencegahan ini dapat mencegah kegagalan arsitek untuk mematuhi hukum federal seperti Undang-Undang Rehabilitasi 1973 sebagai akibat dari informasi pendanaan yang tidak akurat. Istilah yang umum digunakan dalam hukum hak sipil dan standar kode bangunan dapat membingungkan, karena kata-kata yang sama dapat memiliki makna yang berbeda. Karena arsitek harus berurusan dengan kedua jenis standar tersebut, mereka harus meninjau definisi yang disertakan dalam masing-masing standar dengan saksama.

Persyaratan Desain ADA Dan Fhaa

Americans with Disabilities Act (ADA) dan Fair Housing Amendments Act (FHAA) adalah dua undang-undang hak sipil federal yang luas yang membahas desain dan konstruksi fasilitas publik dan swasta yang dapat diakses. ADA berlaku untuk berbagai akomodasi publik yang ditawarkan oleh badan swasta (Judul III) dan fasilitas kota (Judul II); FHAA mencakup perumahan multikeluarga. Undang-undang federal lainnya seperti Rehabilitation Act 1973 juga dapat berlaku untuk beberapa proyek. Arsitek harus menyadari bahwa dalam banyak aspek undang-undang hak sipil federal berbeda dari kode bangunan. Itu berarti menerima izin bangunan tidak menunjukkan bahwa desain proyek mematuhi undang-undang federal ini.

Persyaratan ADA

ADA mencakup persyaratan desain untuk konstruksi fasilitas baru, dan untuk penambahan dan perubahan fasilitas yang Ada yang dimiliki, disewa, atau dioperasikan oleh badan swasta dan pemerintah daerah. Namun, standar desain dan tanggung jawab manajemen berbeda antara kedua kelompok pemilik. Standar dan tanggung jawab dijelaskan dalam ADA, dalam Judul III untuk entitas swasta, dan dalam Judul II untuk pemerintah daerah. Judul III mencakup standar desain dan ruang lingkup untuk aplikasi umum dan untuk jenis bangunan tertentu, termasuk penginapan sementara, fasilitas perawatan medis, dan perpustakaan. Peraturan yang dikeluarkan oleh DOJ tercantum dalam 28 CFR, Bagian 36. Pemilik dan operator fasilitas swasta yang Ada yang melayani masyarakat memiliki tanggung jawab konstruksi ADA di bawah apa yang disebut "penghapusan hambatan." Pemerintah daerah juga memiliki tanggung jawab untuk membuat semua program baru dan yang sudah Ada dapat diakses. Memenuhi tanggung jawab ADA ini untuk program kota terkadang memerlukan konstruksi baru atau modifikasi fisik pada fasilitas yang Ada. ADA juga menetapkan tanggung jawab pemberi kerja untuk mengubah kebijakan mereka atau memodifikasi fasilitas mereka untuk mengakomodasi karyawan penyandang disabilitas (Judul I).

Beberapa konsep ADA menentukan persyaratan desain, seperti komponen "jalur perjalanan" untuk proyek renovasi dan "pengecualian lift" untuk bangunan bertingkat kecil. Arsitek harus memahami semua aspek hukum, serta standar desain. Persyaratan ADA Judul II didasarkan pada konsep "aksesibilitas program," yang serupa dengan Bagian 504 Undang-Undang Rehabilitasi untuk Program Federal tahun 1973. ADA mengharuskan pemerintah negara bagian dan lokal untuk menyediakan akses ke semua program mereka bagi penyandang disabilitas. Tanggung jawab program pemerintah lokal mencakup kebijakan dan operasi serta lingkungan binaan. Untuk menyediakan akses ke program yang tidak dapat diakses, pemerintah negara bagian dan lokal harus mengembangkan "rencana transisi" yang mencantumkan perubahan yang diperlukan. Program yang tidak dapat diakses dapat ditangani dengan mengubah kebijakan dan prosedur atau dengan memodifikasi struktur fisik atau dengan menggabungkan kedua strategi tersebut.

Persyaratan FHAA

FHAA membahas perumahan multikeluarga baru yang dibangun oleh badan swasta atau pemerintah lokal. Secara umum, FHAA mencakup proyek dengan empat atau lebih unit hunian atau kamar tidur dalam satu bangunan yang dibangun untuk dijual atau disewakan. Ini termasuk apartemen dan kondominium, serta semua jenis tempat tinggal bersama seperti asrama, rumah kos, rumah perkumpulan mahasiswa dan mahasiswi, rumah kelompok, fasilitas tempat tinggal berbantuan, dan panti jompo. Biasanya, rumah deret dikecualikan karena merupakan unit bertingkat. Struktur perumahan yang Ada dan proyek renovasi, konversi, atau penggunaan kembali tidak tercakup oleh FHAA. Standar desain undang-undang tersebut mencakup persyaratan untuk unit hunian individual dan fasilitas penggunaan umum seperti lobi, koridor, dan parkir.

Pedoman Aksesibilitas Perumahan yang Adil (FHAG) memungkinkan pengecualian unit

hunian tertentu karena pertimbangan lokasi seperti topografi yang curam dan dataran banjir. Pedoman tersebut mencakup uji kepraktisan lokasi untuk menganalisis kendala lokasi. Beberapa masalah cakupan utama seperti unit hunian bertingkat dan beberapa lantai dasar dibahas dalam informasi tambahan yang disertakan dalam FHAG. Sebelum desain proyek, arsitek harus meninjau materi ini dengan saksama serta pedoman itu sendiri.

Proses Perundang-Undangan Federal

Untuk membantu memahami persyaratan desain hukum hak sipil terkini dan memantau penerbitan standar baru, arsitek harus memahami proses perundang-undangan federal. Informasi tentang standar desain federal tersedia dalam undang-undang tertentu, dalam peraturan yang dihasilkan, dan dalam pedoman yang diterbitkan. Informasi tambahan tersedia dalam sejarah perundang-undangan suatu undang-undang dan dalam berbagai dokumen yang dikeluarkan selama "proses pembuatan peraturan".

Proses administratif untuk menerapkan undang-undang federal memerlukan pemberitahuan publik (dalam Federal Register) dan periode komentar publik untuk setiap peraturan atau pedoman baru yang diusulkan. Arsitek harus memantau proses yang sedang berlangsung ini untuk melacak standar baru yang secara berkala ditambahkan ke pedoman aksesibilitas yang Ada dan untuk memverifikasi status adopsinya. Pedoman arsitektur untuk undang-undang seperti ADA juga direvisi secara berkala melalui proses pembuatan peraturan yang sama. Manual bantuan teknis (TAM) Adalah sumber informasi desain lainnya. Badan-badan yang mengelola seperti DOJ dan HUD secara berkala menerbitkan manual ini untuk mengklarifikasi pedoman atau standar yang Ada.

Standar Federal Yang Berlaku Untuk Proyek Tertentu

Langkah pertama dalam mengevaluasi persyaratan aksesibilitas untuk proyek tertentu Adalah menentukan undang-undang dan peraturan mana yang berlaku. Persyaratan aksesibilitas proyek dapat ditentukan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut:

- Jenis bangunan atau struktur apa yang akan dibangun?
- Siapa pemilik fasilitas tersebut?
- Dari mana dana konstruksi akan berasal?
- Pendanaan federal lain apa yang akan diterima pemilik proyek?
- Siapa pengguna ruang atau komponen yang dituju?

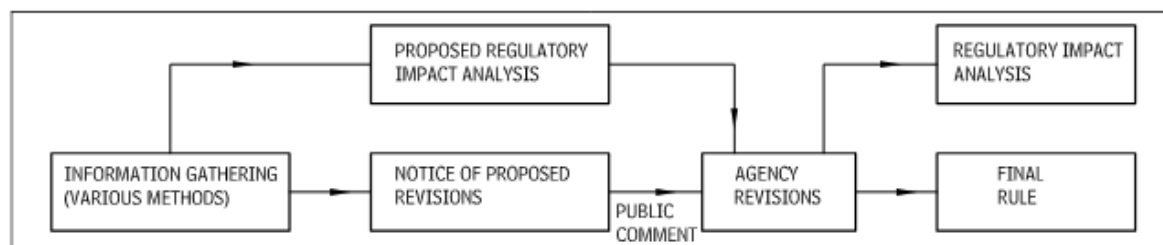
Tabel 6.15 mencantumkan standar yang berlaku untuk berbagai jenis proyek.

Tabel 6.15 Standar Aksesibilitas Yang Berlaku Untuk Proyek Sampel

DESKRIPSI PROYEK	UNDANG-UNDANG FEDERAL	KODE BANGUNAN
Proyek Milik Federal Jenis Apa Pun	Undang-Undang Hambatan Arsitektur 1968 Undang-Undang Rehabilitasi 1973 Standar lain sebagaimana diuraikan oleh lembaga terkait	Kode bangunan negara bagian dan/atau daerah mungkin berlaku.
Proyek yang Menggunakan Dana Federal atau Dibangun oleh Penerima Dana Federal (Swasta atau Pemerintah)	Undang-Undang Hambatan Arsitektur 1968 Undang-Undang Rehabilitasi 1973, UFAS	Kode bangunan negara bagian dan/atau daerah mungkin berlaku.

	Standar lain yang sesuai dengan kepemilikan, penggunaan, dan jenis	
Fasilitas Komersial atau Publik Milik Pemerintah Daerah	ADA Judul II Undang-Undang Rehabilitasi 1973	Kode bangunan negara bagian dan/atau daerah mungkin berlaku.
Perumahan Multi-Keluarga Milik Pemerintah Daerah	ADA Judul II Undang-Undang Rehabilitasi 1973 Undang-Undang Amandemen Perumahan yang Adil 1988	Kode bangunan negara bagian dan/atau daerah mungkin berlaku.
Fasilitas Akomodasi Publik atau Komersial Milik Swasta	ADA Judul III	Kode bangunan negara bagian dan/atau daerah mungkin berlaku.
Perumahan Multi-Keluarga Milik Swasta	Undang-Undang Amandemen Perumahan yang Adil 1988 (Ruang akomodasi publik harus memenuhi ADA.)	Kode bangunan negara bagian dan/atau daerah mungkin berlaku.
Akomodasi Publik Milik Pemerintah yang Disewa Secara Pribadi	ADA Judul III—Penyewa ADA Judul III—Pemilik	Kode bangunan negara bagian dan/atau daerah mungkin berlaku..
Akomodasi Publik Milik Swasta yang Disewa Pemerintah	Undang-Undang Rehabilitasi 1973—Penyewa ADA Judul II—Penyewa ADA Judul III—Pemilik	Kode bangunan negara bagian dan/atau daerah mungkin berlaku.
Fasilitas yang Dioperasikan dan Dimiliki Gereja	Tidak ada	Kode bangunan negara bagian dan/atau daerah mungkin berlaku.
Fasilitas Milik Gereja yang Dioperasikan Secara Pribadi	ADA Judul III—Penyewa Tidak Ada—Pemilik	Kode bangunan negara bagian dan/atau daerah mungkin berlaku.
Fasilitas Milik Swasta yang Dioperasikan Gereja	Tidak Ada—Penyewa ADA Judul III—Pemilik	Kode bangunan negara bagian dan/atau daerah mungkin berlaku.

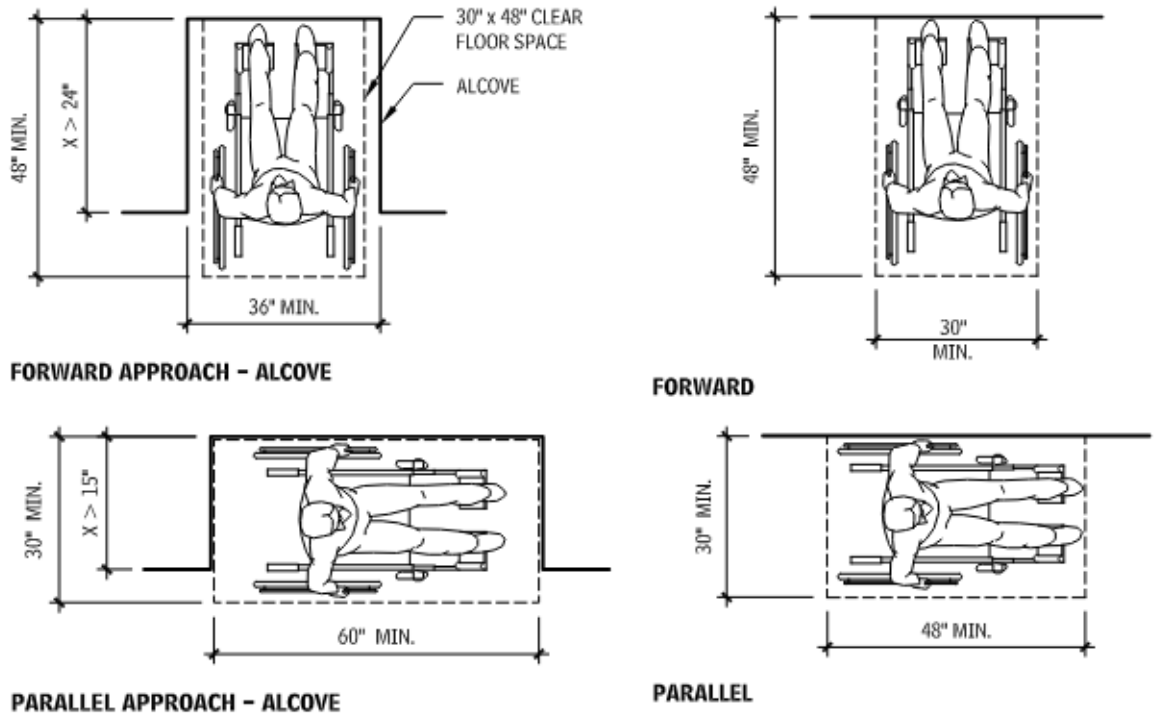
Tabel 6.16 Proses Pembuatan Aturan Federal



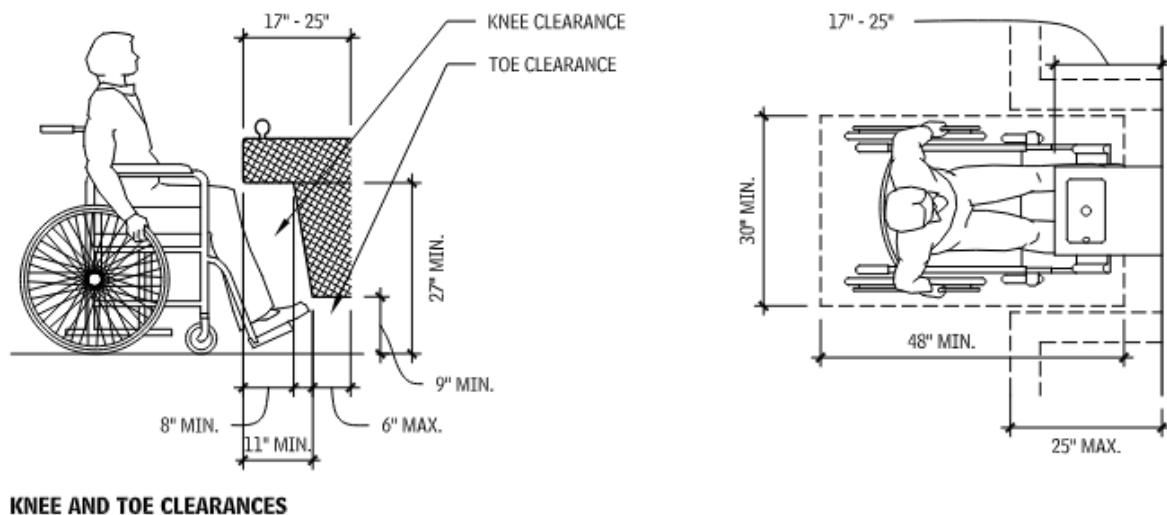
Materi teknis yang dibahas dalam diskusi di sini diambil dari standar hukum minimum yang diwajibkan untuk membuat bangunan, lokasi, dan bagian-bagian penyusunnya mudah diakses. Perlu dicatat bahwa ini Adalah "standar minimum" yang didasarkan pada persentase populasi yang dihitung dan, dengan demikian, masih cukup menantang bagi banyak orang.

Karena berbagai alasan, termasuk penyimpangan dalam dimensi material akhir dan kesalahan konstruksi, arsitek harus mempertimbangkan untuk melampaui standar minimum dan sebaiknya memahami cara penyandang disabilitas menggunakan ruang.

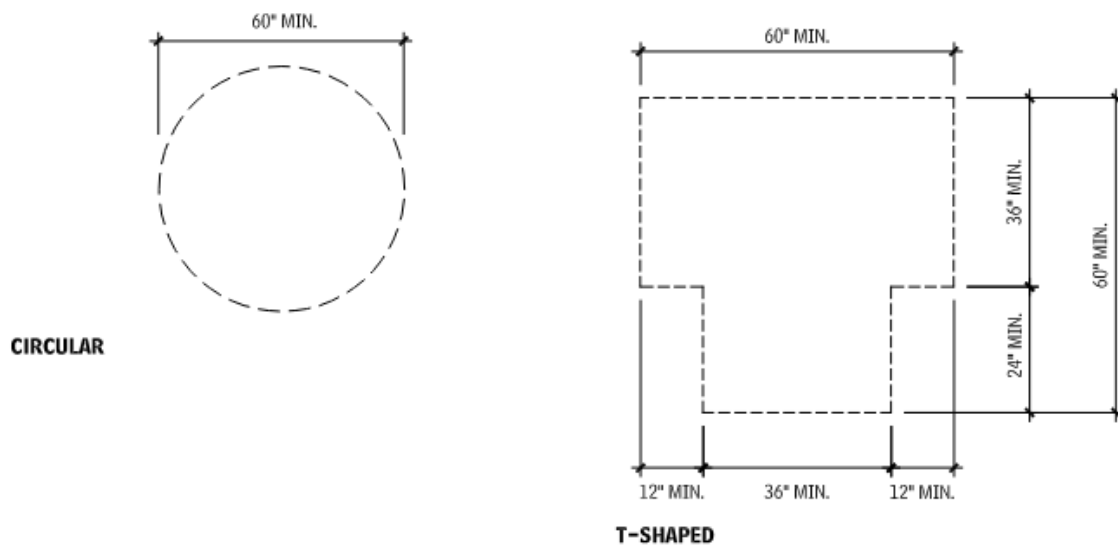
Blok Bangunan



Gambar 6.17 Jarak Manuver



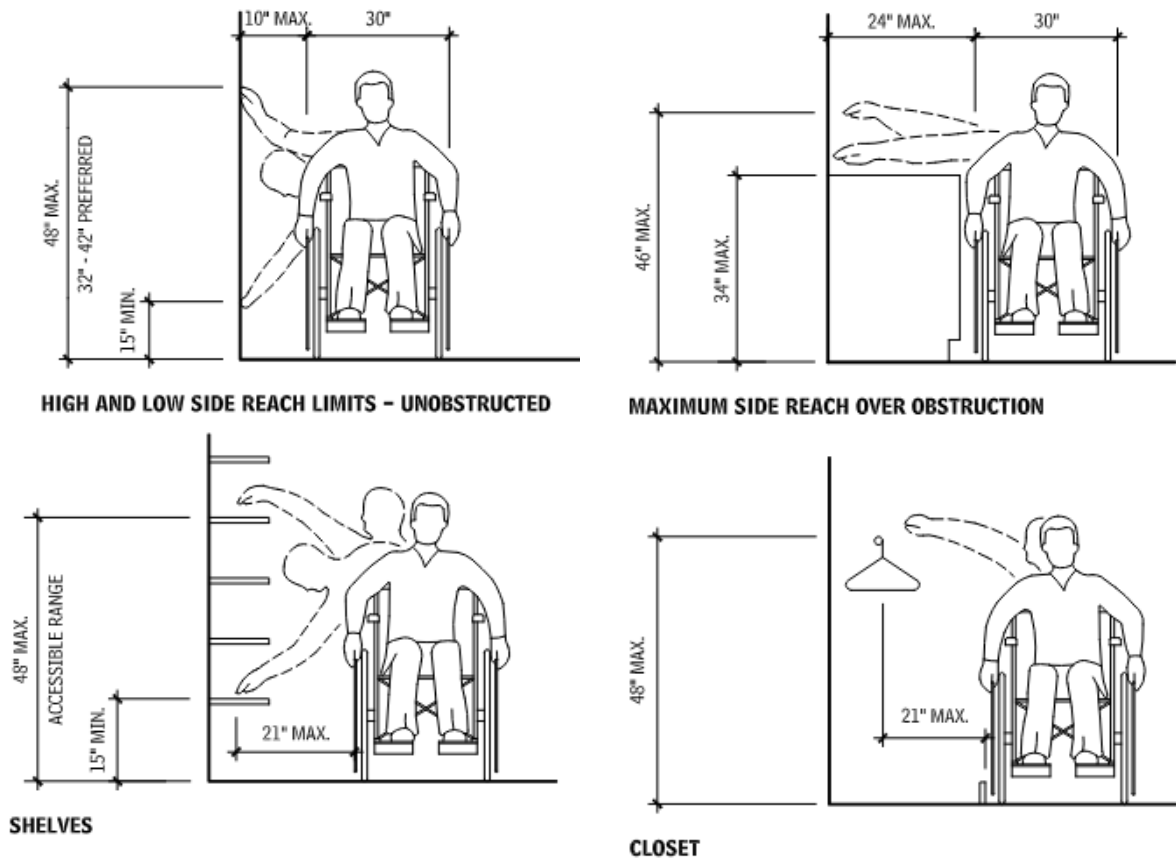
Gambar 6.18 Jarak Manuver



Gambar 6.19 Ruang Putar Kursi Roda

Jarak bebas lutut dan jari kaki yang termasuk dalam ruang putar berbentuk T hanya diperbolehkan di pangkal T atau di salah satu lengan T. Dalam beberapa konfigurasi, halangan pada bagian bentuk T dapat membuat pengguna kursi roda tidak dapat bermanuver ke lokasi yang diinginkan. Permukaan lantai ruang putar harus memiliki kemiringan yang tidak lebih curam dari 1:48.

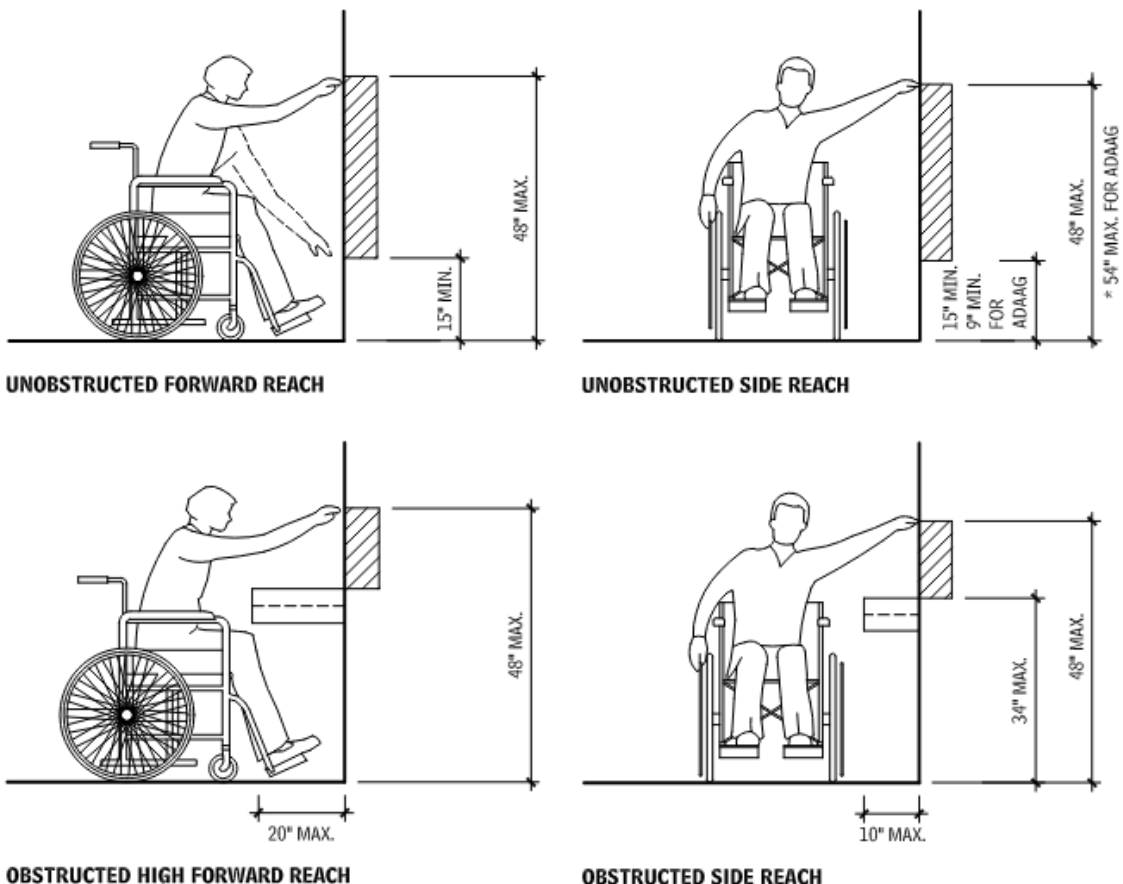
Jangkauan Jangkauan Untuk Aksesibilitas

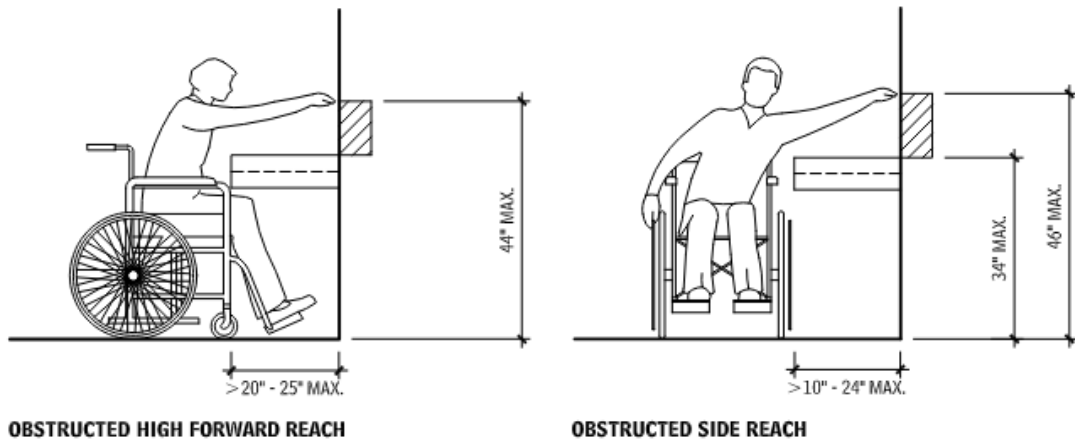


Gambar 6.20 Batas Jangkauan Paralel/Sisi

ICC/ANSI A117.1 mengharuskan jangkauan sisi yang tidak terhalang minimal 15 inci hingga maksimal 48 inci, dengan pengecualian berikut:

1. ICC/ANSI A117.1 memberikan pengecualian untuk elemen yang Ada yang terletak maksimal 54 inci di atas lantai atau tanah.
2. ICC/ANSI A117.1 memberikan pengecualian untuk kontrol gerbong lift, yang memperbolehkan tombol pada jarak maksimal 54 inci, dengan pendekatan paralel, saat lift melayani lebih dari 16 bukaan. Pengecualian ini dapat ditinjau kembali di edisi mendatang, saat industri lift memiliki kesempatan untuk mengembangkan konfigurasi kontrol alternatif.
3. ICC/ANSI A117.1 tidak menerapkan pembatasan 48 inci untuk rambu sentuh. Rambu sentuh harus dipasang sehingga karakter sentuh berada di antara 48 dan 60 inci di atas lantai. Di bawah ketinggian ini, karakter taktil sulit dibaca oleh orang yang berdiri, karena tangan harus ditekuk dengan canggung atau dibalik (mirip dengan membaca terbalik) untuk membaca pesan.





Gambar 6.21 Jangkauan

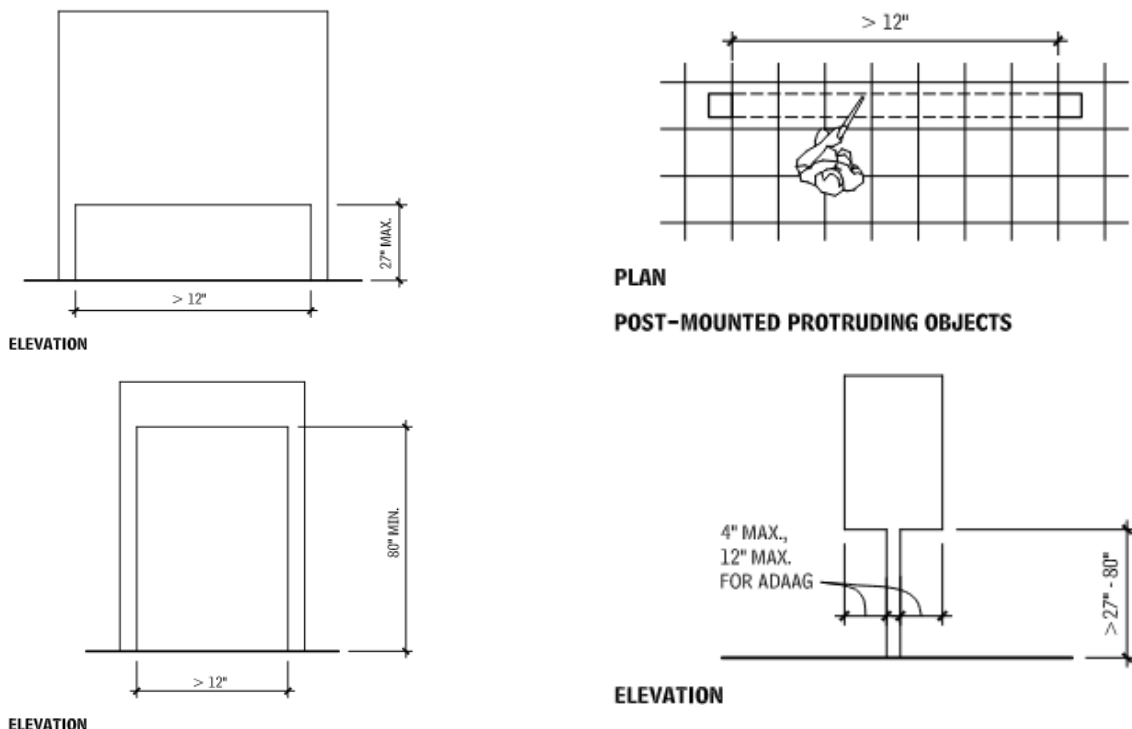
Tabel 6.22 Jangkauan Anak-Anak Dari Kursi Roda (In.)

Jangkauan ke Depan atau ke Samping	USIA 3 DAN 4 TAHUN	USIA 5–8 TAHUN	USIA 9–12 TAHUN
Tinggi (maksimum)	36	40	44
Rendah (minimum)	20	18	16

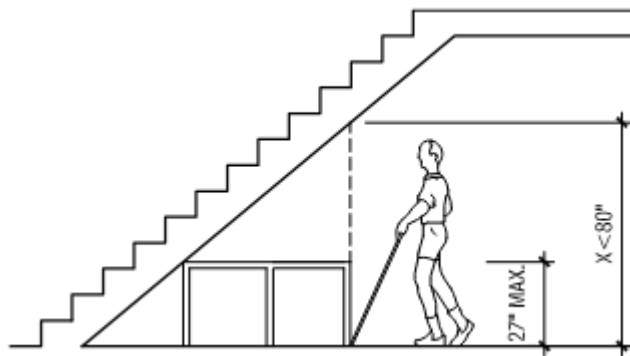
Bagian Yang Dapat Dioperasikan

Kontrol yang dapat diakses dan mekanisme pengoperasian harus dapat dioperasikan dengan satu tangan dan tidak memerlukan genggam, penjepitan, atau pelintiran pergelangan tangan yang kuat. Gaya pengoperasian tidak boleh melebihi 5 lb.

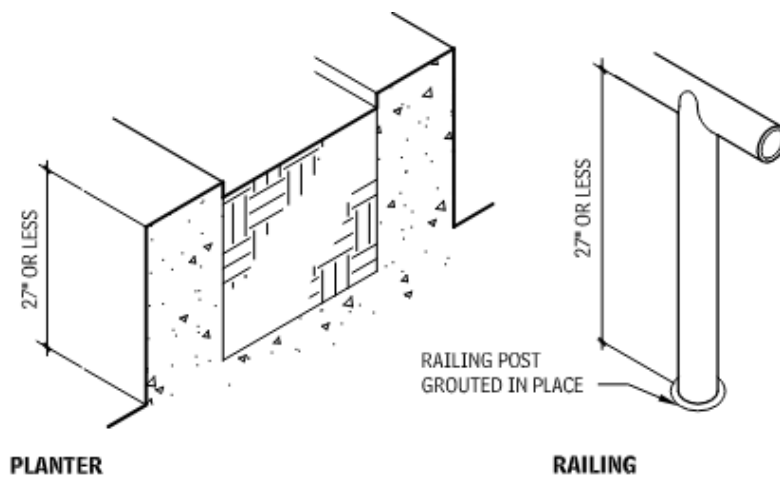
Objek Yang Menonjol Di Jalur Sirkulasi



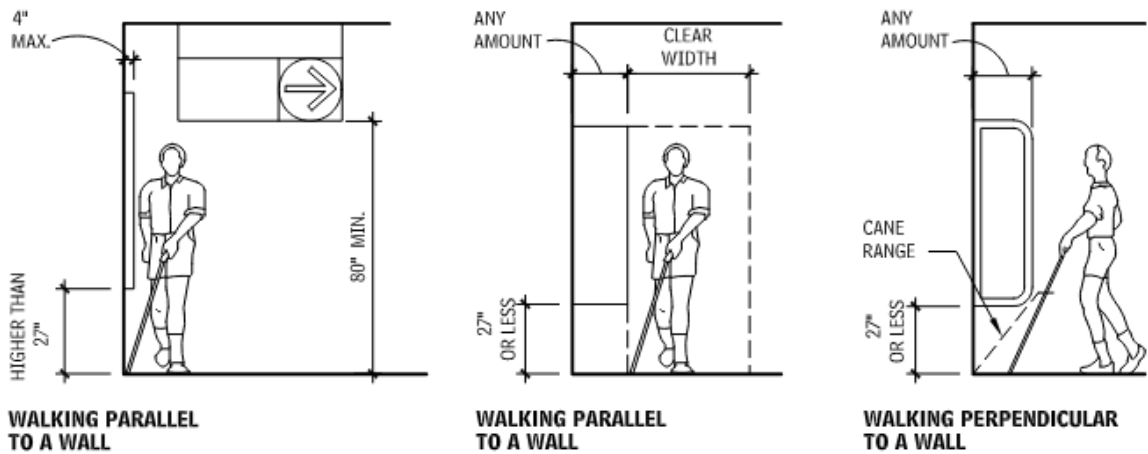
Gambar 6.23 Objek Yang Berdiri Bebas



Gambar 6.24 Jarak Vertikal Yang Dikurangi

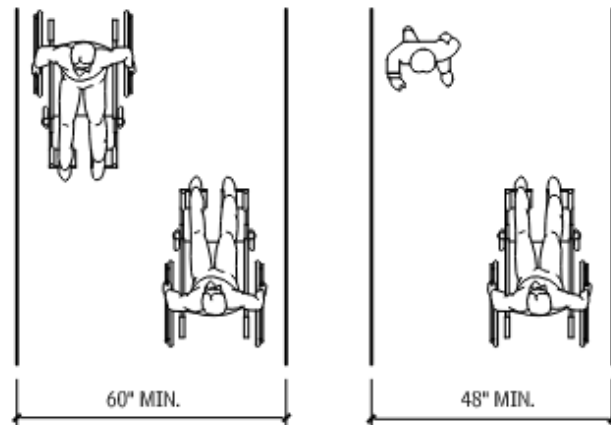


Gambar 6.25 Perlindungan Bahaya Atas Atas—Contoh



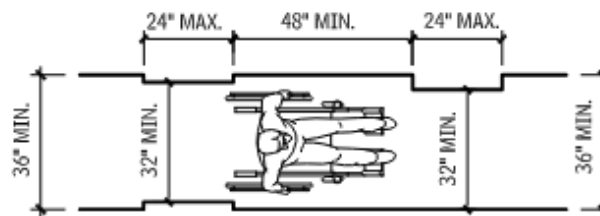
Gambar 6.26 Dimensi Objek Yang Menonjol

Rute Yang Dapat Diakses Dan Permukaan Untuk Berjalan



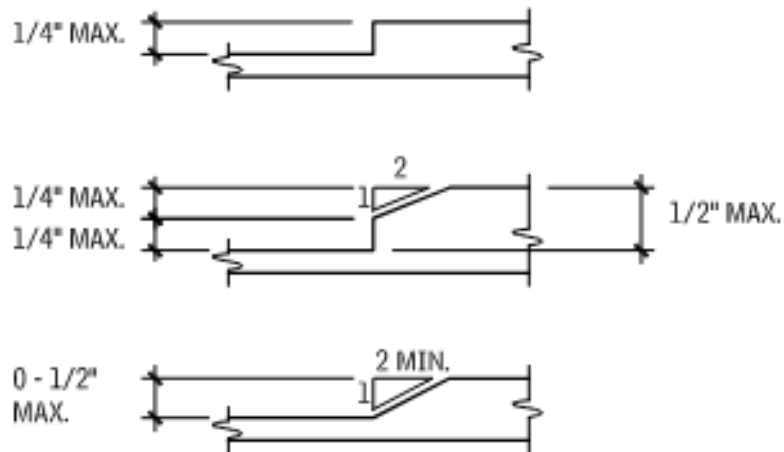
TWO WHEELCHAIRS

ONE WHEELCHAIR AND ONE AMBULATORY PERSON

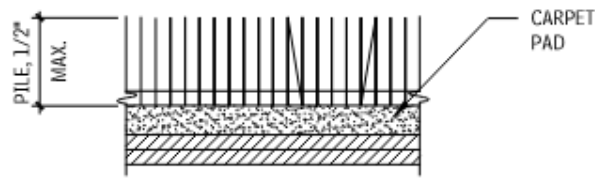


SINGLE WHEELCHAIR

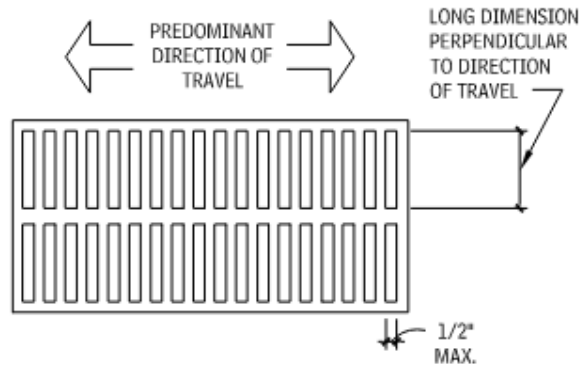
Gambar 6.27 Lebar Jesla Dari Rute Yang Dapat Diakses



Gambar 6.28 Perubahan Di Tingkat

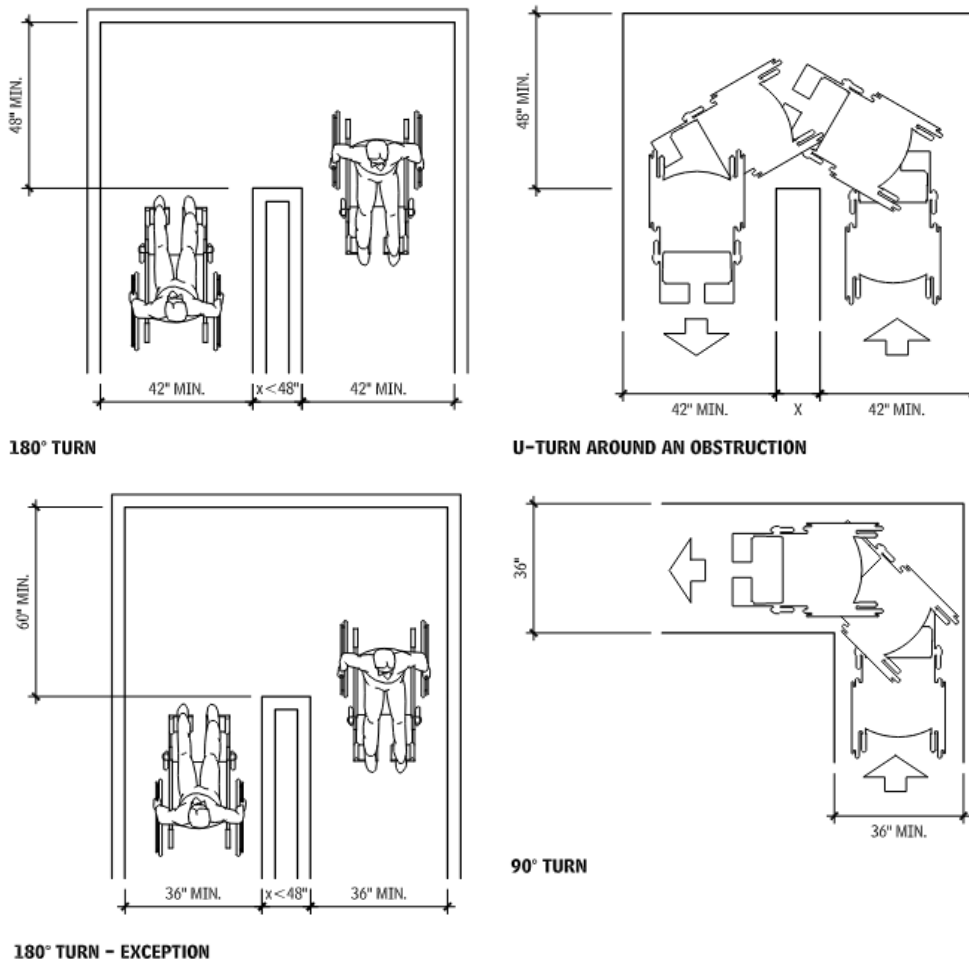


CARPET ON FLOOR OR GROUND SURFACES



OPENING IN FLOOR OR GROUND SURFACES

Gambar 6.29 Permukaan Lantai Dan Tanah



Gambar 6.30 Lebar Bebas Di Belok

Persyaratan Untuk Rute Yang Dapat Diakses

Rute yang dapat diakses umumnya diperlukan sebagai berikut:

- Titik kedatangan di lokasi: Dari setiap jenis titik kedatangan di lokasi (halte angkutan umum, tempat parkir yang dapat diakses, zona bongkar muat penumpang, dan jalan umum atau trotoar) ke pintu masuk yang dapat diakses. Konsultasikan peraturan yang berlaku untuk menentukan jumlah pintu masuk yang dapat diakses yang diperlukan. Kode bangunan umumnya mengharuskan setidaknya 50 persen dari pintu masuk umum, tetapi tidak kurang dari satu, dapat diakses. Berdasarkan Pedoman Aksesibilitas Perumahan yang Adil (FHAG), kondisi lokasi dapat memungkinkan beberapa bangunan dikecualikan dari persyaratan ini.
- Di dalam lokasi: Antara bangunan, fasilitas, elemen, dan ruang yang dapat diakses di lokasi.
- Maksud: Maksud dari persyaratan ini bukanlah untuk mengharuskan rute yang dapat diakses jika tidak Ada "koneksi" yang dimaksudkan antara bangunan atau fasilitas, tetapi untuk memastikan bahwa jika koneksi dimaksudkan, koneksi yang dapat diakses juga disediakan.
- Pengecualian rute kendaraan FHAG: FHAG mengizinkan rute kendaraan disediakan sebagai pengganti rute yang dapat diakses antara unit hunian tertutup dan fasilitas umum dan penggunaan umum di lokasi jika kemiringan lokasi atau batasan lain mencegah penggunaan rute yang dapat diakses. Ruang parkir yang dapat diakses diperlukan di unit hunian tertutup dan di fasilitas yang hanya dilayani oleh rute kendaraan.
- Pengecualian rute kendaraan menurut kode bangunan: Kode bangunan model juga mengizinkan penggunaan rute kendaraan sebagai pengganti rute yang dapat diakses jika satu-satunya sarana akses antara dua fasilitas yang dapat diakses Adalah "jalur kendaraan, tidak dimaksudkan untuk akses pejalan kaki." Pengecualian ini tidak terbatas pada kemiringan atau batasan lokasi lainnya.
- Bangunan dan fasilitas bertingkat: Di antara semua lantai, termasuk mezzanine, di gedung bertingkat, kecuali dikecualikan.
- Pengecualian lift ADA: Bangunan dengan hanya dua lantai dikecualikan dari penyediaan rute yang dapat diakses ke lantai atas atau bawah. Bangunan dengan luas kurang dari 3000 kaki persegi per lantai, berapa pun tingginya, dikecualikan dari ketentuan penyediaan rute aksesibel ke lantai atas atau bawah. Tidak Ada pengecualian yang berlaku untuk pusat perbelanjaan, kantor penyedia layanan kesehatan profesional, terminal transportasi umum, atau fasilitas pemerintah negara bagian dan lokal.
- Pengecualian lift berdasarkan kode bangunan: Kode bangunan model umumnya mengecualikan luas agregat maksimum 3000 kaki persegi, berapa pun jumlah lantainya. Mirip dengan pembatasan ADA, pengecualian ini tidak dapat digunakan di kantor penyedia layanan kesehatan, fasilitas transportasi penumpang, atau hunian dagang dengan banyak penyewa. Konsultasikan dengan kode lokal yang berlaku.

- Persyaratan lift FHAG: Kode model dan persyaratan lift FHAG untuk bangunan yang berisi unit hunian, dan bukan ruang publik atau ruang penggunaan umum. Keberadaan lift menentukan luas unit yang tercakup (dan lantai yang harus dilayani oleh rute aksesibel). Jika lift disediakan, lift umumnya harus melayani semua lantai; pengecualian diberikan untuk lift yang hanya berfungsi sebagai sarana akses dari garasi ke lantai terendah dengan unit hunian. Jika lift tidak disediakan, hanya unit "lantai dasar" yang tunduk pada persyaratan FHAG dan kode model Tipe B. Dalam konstruksi penggunaan campuran, diperlukan rute yang dapat diakses ke lantai pertama yang berisi unit hunian, terlepas dari lokasinya. Konsultasikan FHAG dan kode model untuk persyaratan khusus.
- Lantai yang tidak berisi elemen atau ruang yang dapat diakses: Untuk fasilitas di mana hanya sebagian dari ruang yang disediakan yang diharuskan dapat diakses (perakitan, hunian, institusional, dan penyimpanan), kode model tidak memerlukan rute yang dapat diakses untuk melayani lantai yang tidak berisi ruang yang dapat diakses yang diperlukan. Misalnya, motel tidak akan memerlukan rute yang dapat diakses ke lantai atas jika semua unit atau kamar yang dapat diakses dan area umum yang diperlukan terletak di lantai yang dapat diakses. Persyaratan terpisah untuk penyebaran elemen dan ruang yang dapat diakses mungkin masih memerlukan beberapa lantai yang dapat diakses. Konsultasikan kode lokal yang berlaku.
- Ruang dan elemen yang dapat diakses: Ke semua ruang dan elemen yang harus dapat diakses.
- Kamar mandi dan toilet: ADA dan kode model umumnya mengharuskan semua kamar mandi dan toilet dapat diakses. Ini tidak memicu persyaratan untuk rute yang dapat diakses jika lantai tidak diharuskan memiliki rute yang dapat diakses.
- Perubahan: ADA dan kode bangunan model umumnya tidak mengharuskan elemen yang diubah memicu persyaratan untuk rute yang dapat diakses ke elemen tersebut, kecuali jika tercakup dalam persyaratan "fungsi utama" tertentu. Dalam perubahan yang melibatkan area "fungsi utama", kewajiban rute yang dapat diakses dipicu tetapi tunduk pada batasan tertentu. Konsultasikan ADA dan kode lokal yang berlaku.

Komponen Rute Yang Dapat Diakses

Rute yang dapat diakses diizinkan untuk menyertakan elemen-elemen berikut:

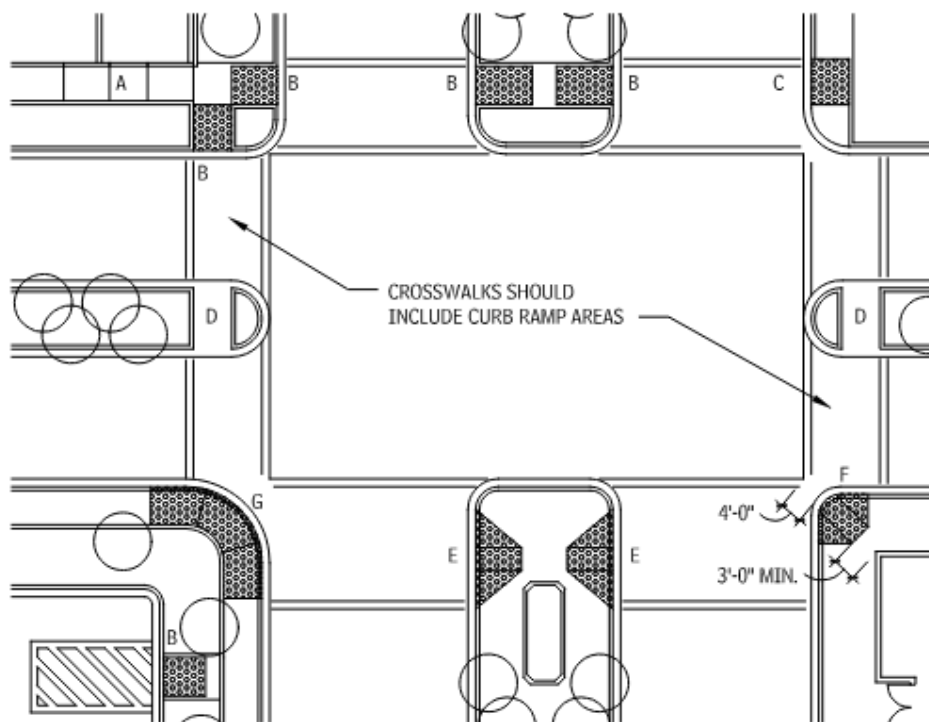
- Permukaan jalan dengan kemiringan kurang dari 1:20
- Jalan landai tepi jalan
- Jalan landai
- Lift
- Lift platform (kursi roda) (Penggunaan lift dalam konstruksi baru terbatas pada lokasi yang secara khusus diizinkan oleh peraturan yang berlaku. Lift umumnya diizinkan untuk digunakan sebagai bagian dari rute yang dapat diakses dalam perubahan.

Setiap komponen memiliki kriteria teknis khusus yang harus diterapkan untuk digunakan sebagai bagian dari rute yang dapat diakses. Konsultasikan kode atau peraturan yang berlaku.

Lokasi Jalur Yang Dapat Diakses

Jalur yang dapat diakses harus ditempatkan sebagai berikut:

- Jalur interior: Jika diperlukan jalur yang dapat diakses antara lantai, dan jalur sirkulasi umum antara lantai Adalah jalur interior, jalur yang dapat diakses juga harus berupa jalur interior.
- Hubungan dengan jalur sirkulasi: Jalur yang dapat diakses harus "bertepatan dengan, atau terletak di, area yang sama dengan jalur sirkulasi umum." Hindari menjadikan jalur yang dapat diakses sebagai sarana sirkulasi "kelas dua". Lihat peraturan yang berlaku untuk persyaratan khusus tambahan terkait lokasi jalur yang dapat diakses.
- Rambu petunjuk arah: Jika jalur yang dapat diakses menyimpang dari jalur sirkulasi umum dan tidak mudah diidentifikasi, rambu petunjuk arah harus disediakan sebagaimana diperlukan untuk menunjukkan jalur yang dapat diakses. Rambu tersebut harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga seseorang tidak perlu kembali.



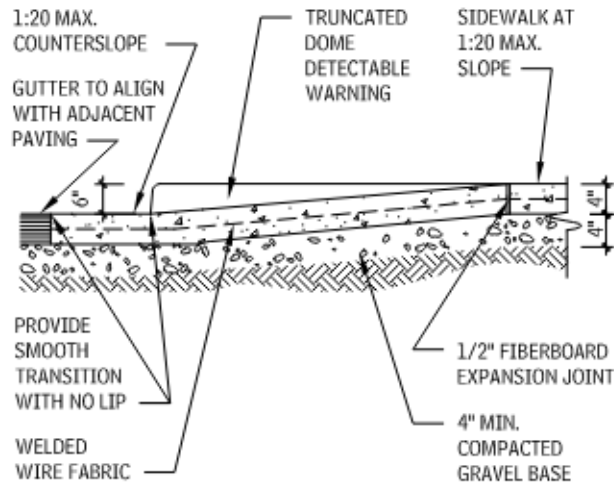
Gambar 6.31 Rencana Lantai Trotoar Yang Dapat Diakses

Batas Jalan Dan Parkir

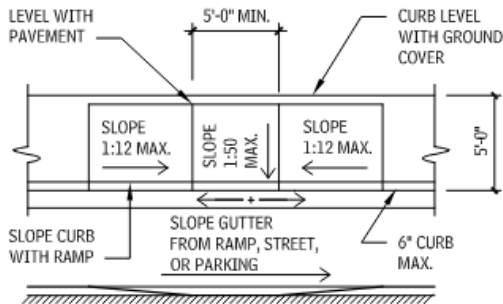
Ikuti panduan desain ini untuk jalur landai tepi jalan yang dapat diakses dan pemuatan penumpang.

- Rancang utilitas drainase bAdai untuk membuang air dari jalur landai tepi jalan.
- Dimensi yang ditunjukkan pada Gambar 6.31 hingga 13.33 Adalah untuk konstruksi baru. Untuk perubahan ketika dimensi ini tidak praktis, lihat panduan dan standar.
- Lihat kode, standar, dan peraturan yang berlaku untuk persyaratan dan lokasi

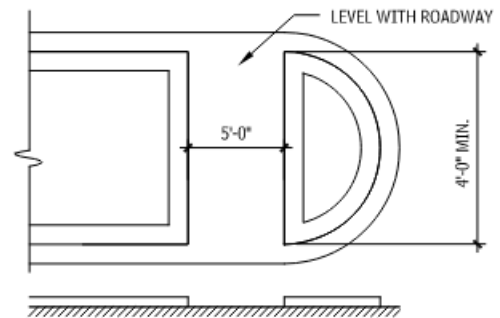
peringatan yang dapat dideteksi.



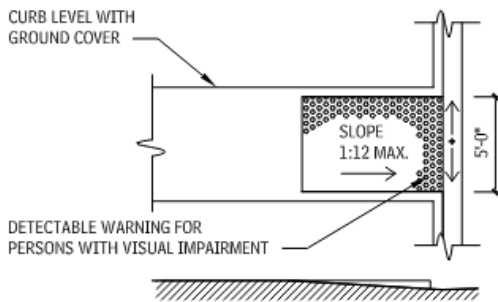
Gambar 6.32 Bagian Jalan Tanah Tinggi



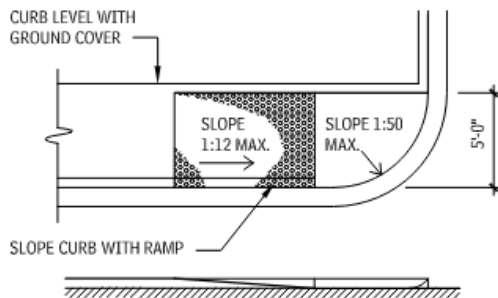
TYPE A



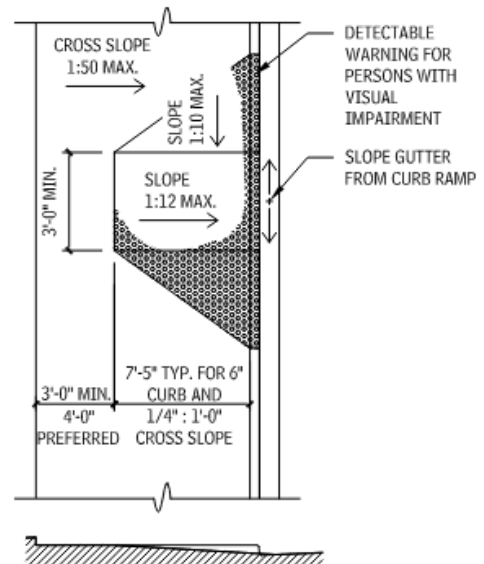
TYPE D



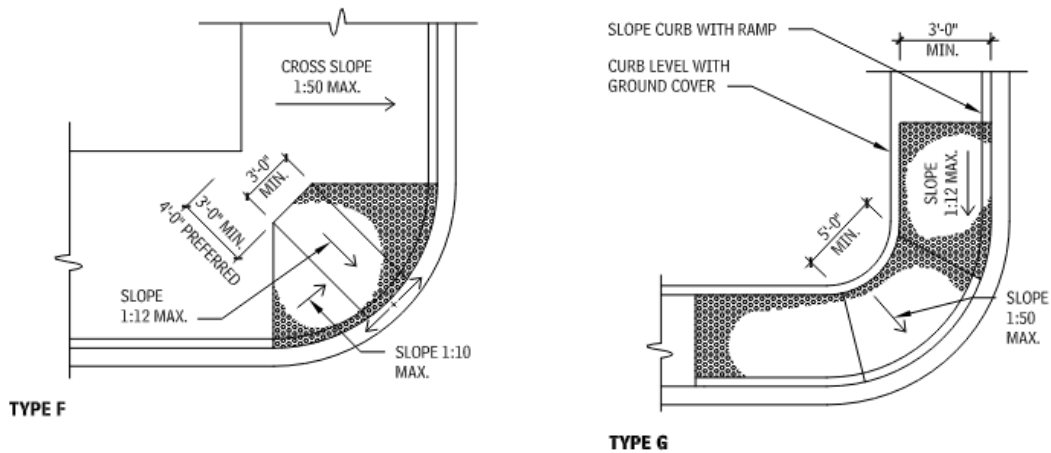
TYPE B



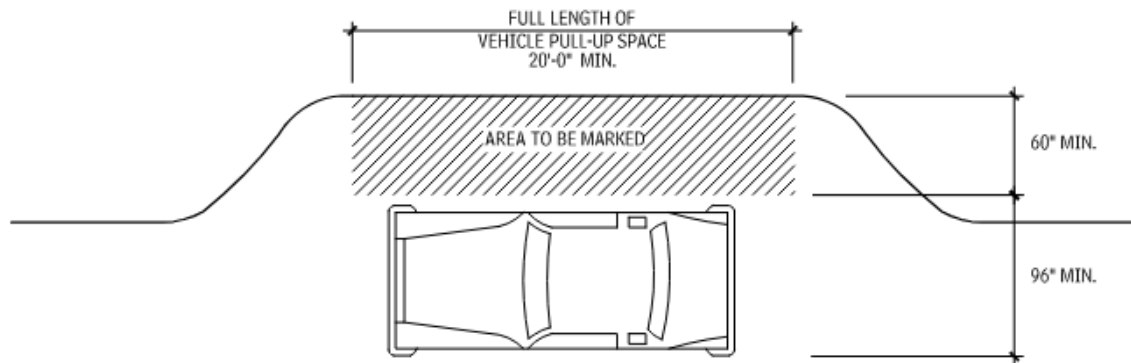
TYPE C



TYPE E



Gambar 6.33 Jenis Lantai Trotoar



Gambar 6.34 Zona Pemuatan Penumpang Yang Dapat Diakses

6.5 ZONA PEMUATAN PENUMPANG

Jika disediakan zona pemuatan penumpang, maka setidaknya satu zona pemuatan parkir yang dapat diakses harus tersedia. Zona pemuatan parkir yang dapat diakses juga diwajibkan jika terdapat parkir valet. Zona pemuatan penumpang yang dapat diakses harus memiliki ruang tarik kendaraan minimal selebar 96 inci (sekitar 243,8 cm) dan sepanjang 20 kaki (sekitar 609,6 cm). Ruang ini harus dilengkapi dengan jalur akses yang berdekatan selebar 60 inci (sekitar 152,4 cm) dan sepanjang ruang tarik kendaraan. Jalur akses tersebut harus ditandai, berada pada ketinggian yang sama dengan ruang tarik kendaraan, dan berdampingan dengan rute yang dapat diakses. Ruang tarik kendaraan dan jalur akses harus rata, dengan kemiringan tidak lebih curam dari 1:48. Zona pemuatan parkir yang dapat diakses dan rute kendaraan menuju pintu masuk dan keluar yang melayaninya harus memiliki ketinggian bebas vertikal minimal 114 inci (sekitar 289,6 cm).

Parkir Yang Mudah Diakses

Informasi yang diberikan di sini sesuai dengan Pedoman Aksesibilitas Americans with Disabilities Act untuk Bangunan dan Fasilitas (36 CFR 1191; 26 Juli 1991), yang juga dikenal sebagai ADAAG, dan Buletin #6: Parkir (Agustus 2003), keduanya dikeluarkan oleh Architectural and Transportation Barriers Compliance Board, dan ICC/ANSI A117.1, 2003. Persyaratan negara bagian dan lokal mungkin berbeda dan persyaratan yang menyediakan

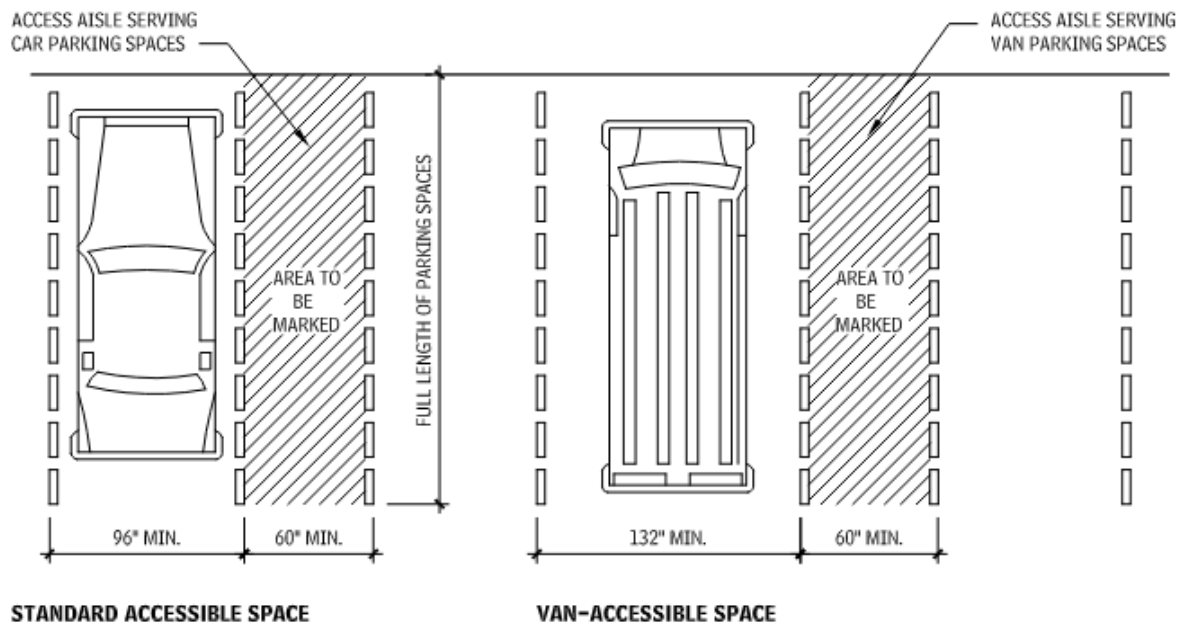
akses yang lebih besar berlaku.

- Tempat parkir yang mudah diakses harus selebar 8 kaki dengan lorong akses 5 kaki di sebelahnya.
- Tempat parkir yang dapat diakses van harus selebar 11 kaki dengan lorong akses 5 kaki di sebelahnya; atau diizinkan selebar 8 kaki dengan lorong akses 8 kaki di sebelahnya. Lorong akses harus dapat diakses dari sisi penumpang kendaraan. Mundur ke tempat parkir 90° dari lorong dua arah merupakan metode yang dapat diterima untuk mencapai hal ini; tetapi dengan parkir miring, lorong harus berada di sisi kanan. Jarak bebas kendaraan di tempat parkir yang dapat diakses van, lorong akses yang berdekatan, dan di sepanjang jalur perjalanan ke dan dari tempat parkir yang dapat diakses van harus 8 kaki-2 inci. Di struktur parkir, tempat parkir yang dapat diakses van dapat dikelompokkan pada satu tingkat.
- Lorong akses harus ditandai dengan jelas dan panjangnya sama dengan tempat parkir yang berdekatan. Lorong tersebut juga harus berada pada tingkat yang sama dengan tempat parkir (tidak di atas, setinggi trotoar). Landai tepi jalan yang diwajibkan tidak boleh ditempatkan di lorong akses.
- Tempat parkir dan lorong akses harus sejajar dengan kemiringan permukaan, tidak melebihi 1:50 (2 persen) ke segala arah.
- Tempat parkir yang diperlukan untuk fasilitas tertentu dapat dipindahkan ke lokasi lain jika aksesibilitas yang setara atau lebih besar dalam hal jarak, biaya, dan kenyamanan dipastikan.
- Tempat parkir yang dapat diakses dalam jumlah yang ditunjukkan pada Tabel 6.35 harus disertakan di semua fasilitas parkir.
- Lorong akses harus menghubungkan rute yang dapat diakses ke pintu masuk yang dapat diakses. Disarankan agar rute yang dapat diakses dikonfigurasi untuk meminimalkan perjalanan kursi roda di belakang kendaraan yang diparkir.
- Rambu dengan Simbol Aksesibilitas Internasional diperlukan untuk ruang yang dapat diakses, kecuali jika terdapat empat atau kurang ruang yang disediakan. Rambu harus dipasang minimal 60 inci dari permukaan tanah ke bagian bawah rambu.
- Ruang parkir yang dapat diakses harus berada pada rute yang dapat diakses terpendek ke pintu masuk gedung yang dapat diakses. Jika terdapat lebih dari satu pintu masuk yang dapat diakses dengan tempat parkir yang berdekatan, tempat parkir yang dapat diakses harus tersebar dan terletak di dekat pintu masuk yang dapat diakses.

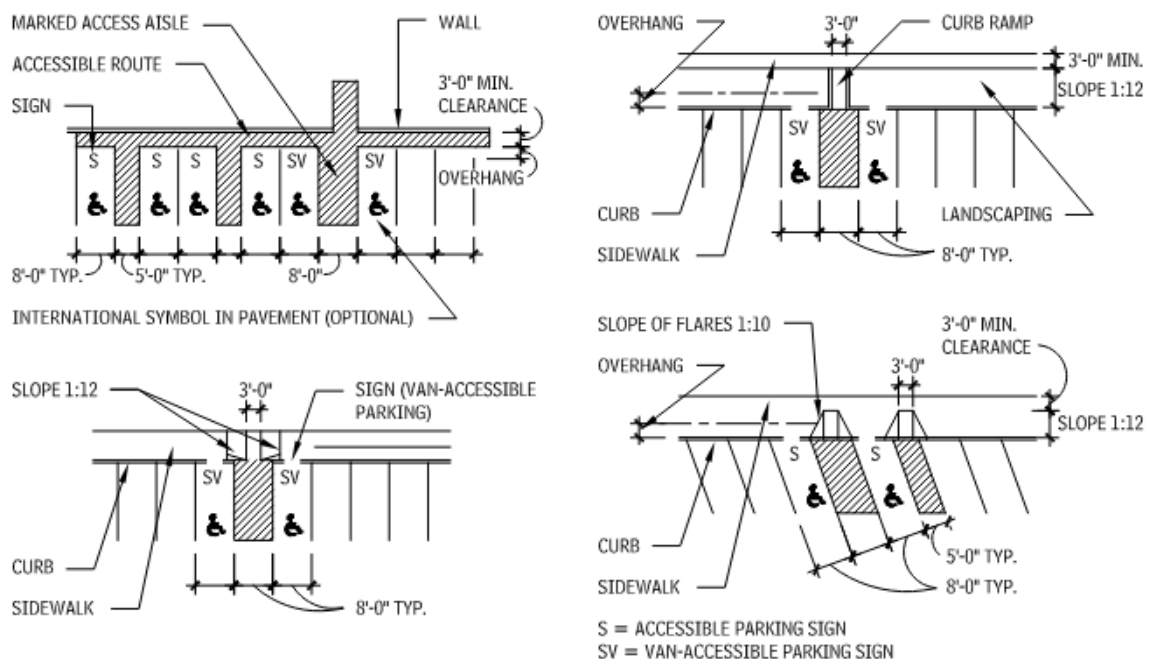
Tabel 6.35 Jumlah Minimum Tempat Parkir Yang Dapat Diakses Yang Diperlukan

Total Ruang Yang Disediakan	Jumlah Minimum Ruang Aksesibel Yang Disyaratkan
1 hingga 25	1
26 hingga 50	2
51 hingga 75	3
76 hingga 100	4
101 hingga 150	5

151 hingga 200	6
201 hingga 300	7
301 hingga 400	8
401 hingga 500	9
501 hingga 1000	2% dari total
Lebih dari 1000	20, ditambah satu untuk setiap 100 di atas 1000



Gambar 6.36 Tata Letak Tempat Parkir Dan Lorong Akses

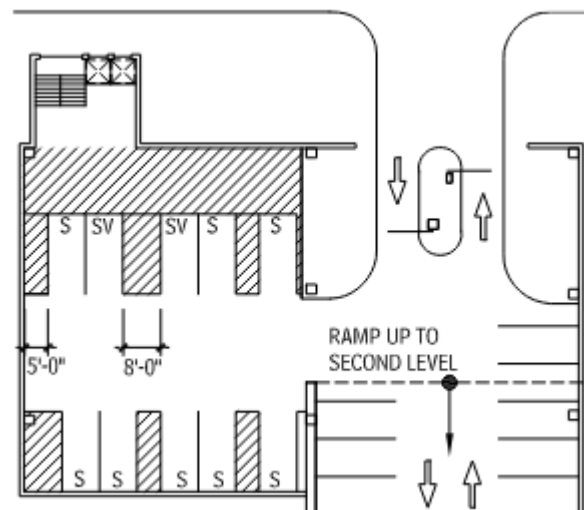


Gambar 6.37 Tata Letak Parkir Yang Dapat Diakses

- Ruang parkir yang dapat diakses harus terletak pada rute terpendek ke pintu masuk pejalan kaki yang dapat diakses di fasilitas parkir yang tidak melayani gedung tertentu.
- Bila disediakan berbagai jenis parkir—misalnya, permukaan, carport, dan garasi—ruang parkir yang dapat diakses harus disebar di antara berbagai jenis.

Berikut ini Adalah pengecualian terhadap persyaratan yang diuraikan dalam Tabel 6.98:

- Di fasilitas yang menyediakan perawatan medis rawat jalan dan layanan lainnya, 10 persen dari tempat parkir yang melayani pengunjung dan pasien harus dapat diakses.
- Di fasilitas yang mengkhususkan diri dalam perawatan atau layanan untuk orang dengan gangguan mobilitas, 20 persen dari tempat parkir yang disediakan untuk pengunjung dan pasien harus dapat diakses.
- Informasi dalam Tabel 6.35 tidak berlaku untuk fasilitas parkir valet, tetapi fasilitas tersebut harus memiliki zona bongkar muat yang dapat diakses. Satu atau lebih tempat parkir mandiri yang dapat diakses oleh van direkomendasikan untuk pelanggan dengan kontrol mengemudi yang dilengkapi secara khusus.
- Persyaratan untuk fasilitas perumahan sedikit berbeda di antara kode dan pedoman yang berlaku, tetapi secara umum 2 persen dari tempat parkir harus dapat diakses. Parkir ini harus tersebar di antara berbagai jenis parkir, termasuk permukaan, carport tertutup, dan garasi terpisah.



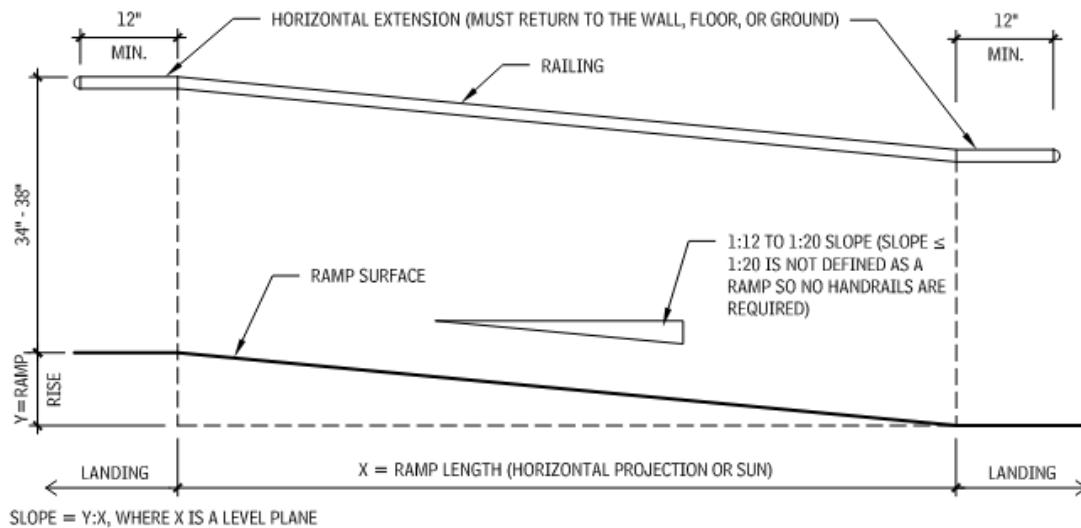
Gambar 6.38 Tempat Parkir Yang Mudah Di Tempat Khusus

Landai Yang Dapat Diakses

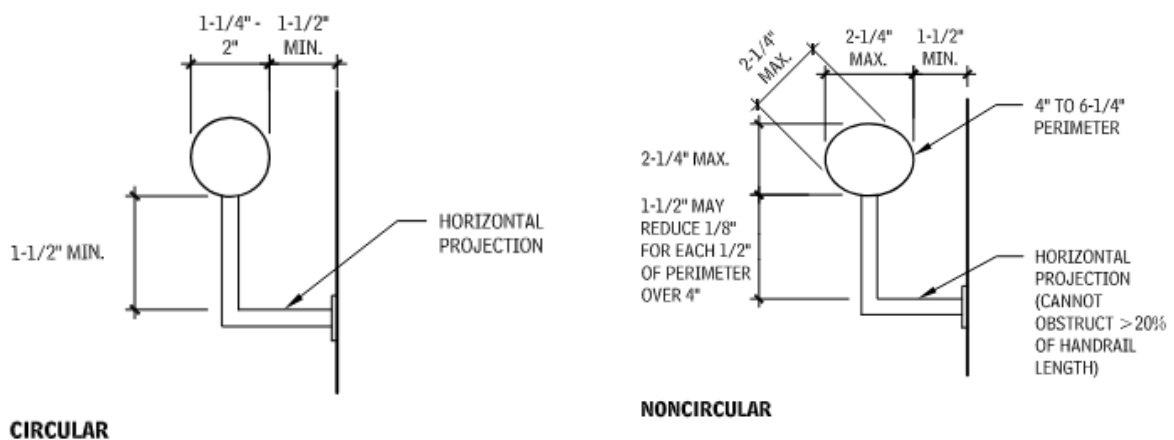
- Landai yang dapat diakses harus memiliki kemiringan jalan 1:12 atau kurang; permukaan dengan kemiringan jalan lebih besar dari 1:20 dianggap landai. Semua parameter desain yang ditunjukkan pada Gambar 6.39 didasarkan pada ICC/ANSI A117.1. Sediakan landai dengan kemiringan jalan sekecil mungkin. Jika memungkinkan,

lengkapi landai dengan tangga untuk digunakan oleh orang-orang yang jaraknya lebih besar daripada anak tangga.

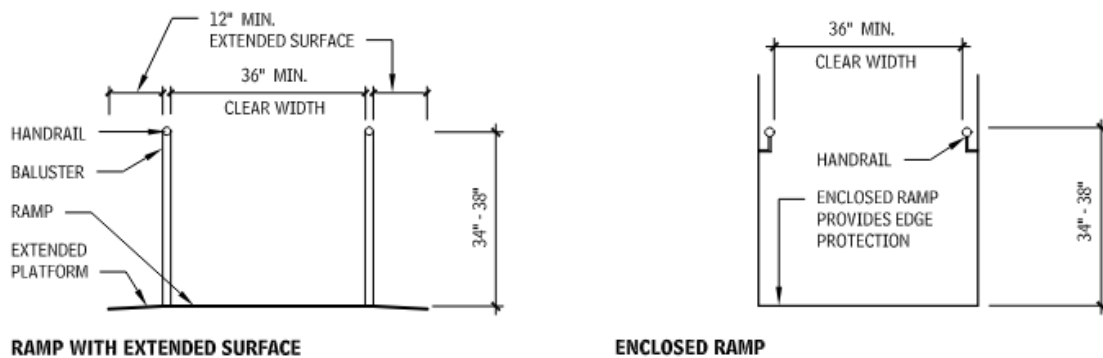
- Rancang landai dan pendekatan luar ruangan sehingga air tidak akan terkumpul di permukaan. Kemiringan silang maksimum Adalah 1:48.
- Pendaratan harus rata di bagian atas dan bawah lintasan landai dan setidaknya selebar lintasan yang mengarah ke sana. Pendaratan berukuran 60 x 60 inci diperlukan saat landai berubah arah. Sediakan jarak bebas manuver yang rata untuk pintu yang berdekatan dengan pendaratan. Jika pintu terkunci, pendaratan harus berukuran untuk menyediakan ruang putar kursi roda.
- Pegangan tangan diperlukan di kedua sisi saat ketinggian lebih dari 6 inci.
- Pelindung tepi diperlukan di jalur landai dan landasan. Lihat peraturan bangunan setempat untuk persyaratan pengamanan.



Gambar 6.39 Komponen Landai

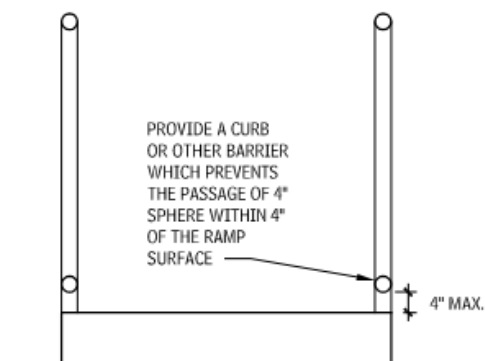


Gambar 6.40 Desain Pegangan Tangan

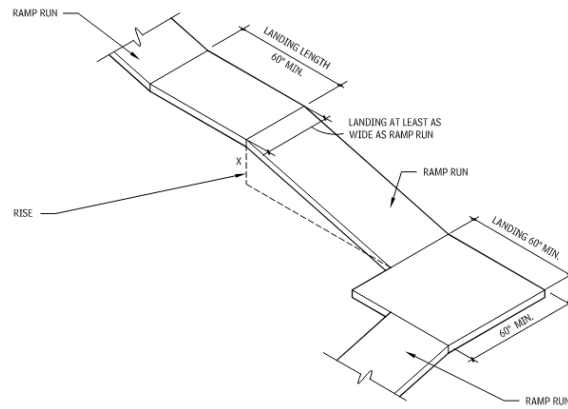


Gambar 6.41 Bagian Landai

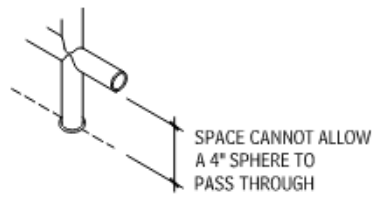
Dimensi didasarkan pada ICC/ANSI A117.1. Sediakan pegangan tangan yang kontinu di kedua sisi jalan landai dan tangga serta di pegangan tangan bagian dalam jalan landai dan tangga berkelok atau dogleg. Jika pegangan tangan tidak kontinu di bagian bawah, atas, atau landasan, sediakan ekstensi pegangan tangan seperti yang ditunjukkan pada contoh jalan landai pada Gambar 6.39; ujung pegangan tangan harus dibulatkan atau dikembalikan dengan mulus ke lantai, dinding, atau tiang. Sediakan pegangan tangan dengan ukuran dan konfigurasi yang ditunjukkan dan permukaan pegangan yang tidak terputus oleh tiang baru atau elemen konstruksi lainnya; pegangan tangan tidak boleh berputar di dalam fittingnya. Pegangan tangan dan permukaan yang berdekatan harus bebas dari elemen tajam atau abrasif.



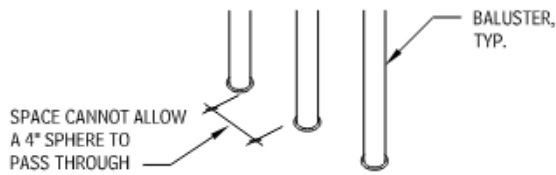
Gambar 6.42 Batas Atau Penghalang



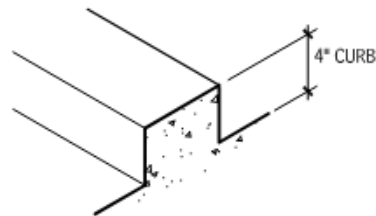
Gambar 6.43 Pendaratan Landasan



LOW RAILING

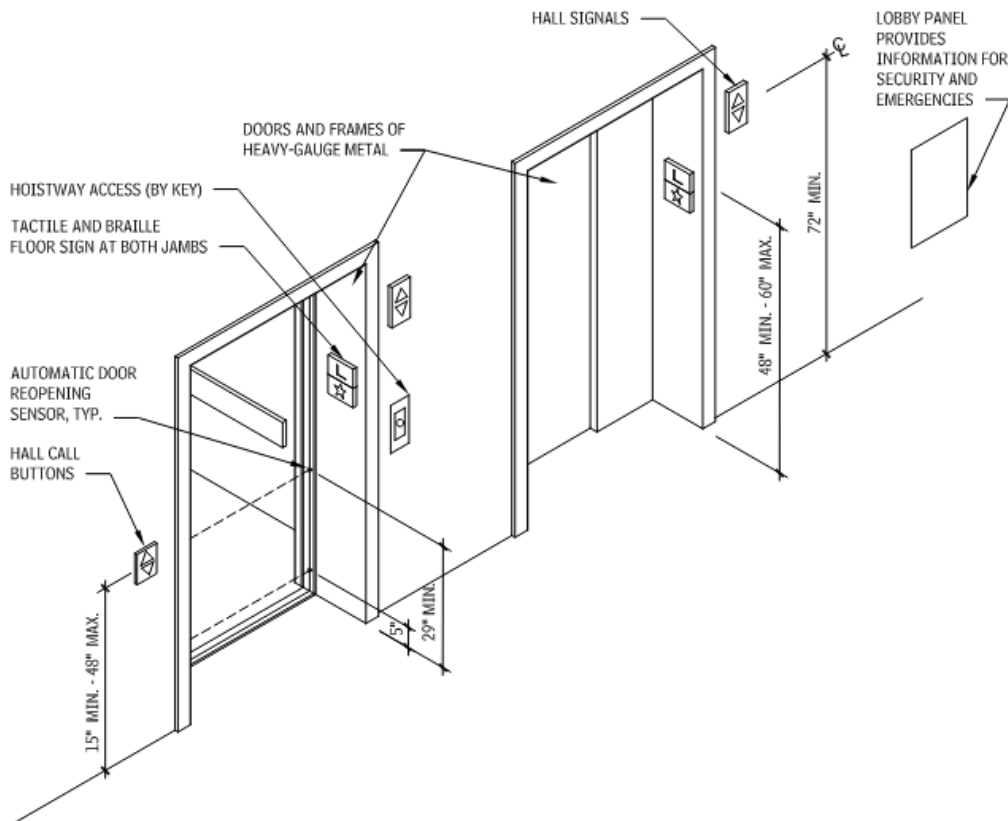


RAILING WITH BALUSTERS



CURB

Gambar 6.44 Detail Perlindungan Tepi Ramp



Gambar 6.45 Lobi Lift

Lift

Kode model mungkin mengizinkan atau mengharuskan lift berfungsi sebagai sarana keluar dalam beberapa keadaan saat daya siaga tersedia. Pintu lift harus terbuka dan tertutup secara otomatis dan memiliki alat pembuka yang akan menghentikan dan membuka kembali pintu gerbong dan pintu lift jika pintu terhalang. Meskipun alat tersebut tidak memerlukan kontak untuk diaktifkan, kontak dapat terjadi sebelum pintu berbalik arah. Alat tersebut harus tetap efektif setidaknya selama 20 detik. Penunjukan taktil di setiap kusen pintu lift harus setinggi 2 inci, maksimum 60 inci di atas lantai. Bintang berujung lima harus disertakan di lantai masuk utama.

Tombol panggilan aula harus dinaikkan atau rata, 15 hingga 48 inci tanpa halangan di atas lantai diukur dari garis tengah bagian tertinggi yang dapat dioperasikan, dengan tombol atas terletak di atas tombol bawah. Sinyal aula yang dapat didengar harus berbunyi sekali untuk gerbong yang melaju ke arah atas dan dua kali untuk gerbong yang melaju ke arah bawah. Periksa peraturan yang berlaku untuk tingkat desibel yang diperlukan dan frekuensi sinyal yang dapat didengar. Sinyal di dalam gerbong diizinkan sebagai pengganti sinyal aula, selama memenuhi semua persyaratan untuk visibilitas dan pengaturan waktu.

Sistem Lift Berorientasi Pada Tujuan

Sistem lift berorientasi tujuan menugaskan penumpang ke gerbong tertentu dengan mengharuskan mereka memasukkan lantai tujuan melalui papan tombol atau dengan cara lain, seperti penggunaan kartu identifikasi berkode. ICC/ANSI A117.1 memberikan kriteria

aksesibilitas terperinci untuk jenis sistem lift ini.

Sistem lift berorientasi tujuan harus memberikan sinyal suara dan visual untuk menunjukkan gerbong yang merespons. Sinyal audio diaktifkan dengan menekan tombol sentuh yang diidentifikasi oleh Simbol Internasional untuk Aksesibilitas. Tombol sentuh harus terletak tepat di bawah papan tombol atau tombol lantai. Diperlukan tampilan visual di gerbong untuk mengidentifikasi tujuan terdaftar untuk setiap perjalanan, dan pengumuman lisan otomatis diperlukan untuk mengumumkan lantai saat gerbong berhenti. Tanda sentuh di kusen pintu lift diperlukan untuk mengidentifikasi tidak hanya lantai tetapi juga setiap gerbong.

ICC/ANSI A117.1 mengizinkan penggunaan papan tombol bergaya telepon sebagai pengganti tombol untuk setiap lantai. Papan tombol yang digunakan untuk input lantai tujuan harus memiliki susunan papan tombol telepon, dengan titik sentuh pada tombol angka-5.

Komunikasi Darurat Lift

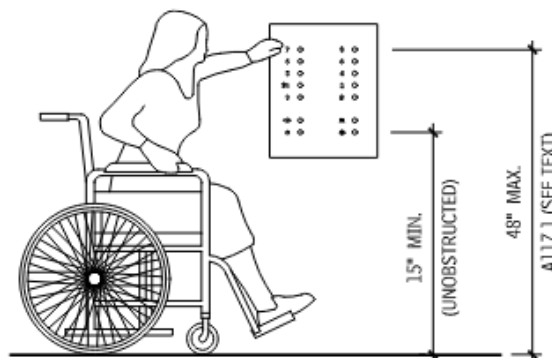
Gerbong lift harus menyediakan sistem komunikasi dua arah darurat antara gerbong dan titik di luar jalur angkat. Kontrol harus ditempatkan dalam jangkauan yang dapat diakses. Jika sistem mencakup gagang telepon, kabel harus sepanjang minimal 29 inci. Sistem harus menyediakan sinyal yang dapat didengar dan dilihat; tidak dapat dibatasi pada komunikasi suara.

Indikator Posisi Gerbang Lift

Di dalam gerbong lift, sinyal yang dapat didengar dan dilihat diperlukan untuk mengidentifikasi lokasi gerbong. Sinyal yang terlihat setinggi minimal 1/2 inci harus disediakan untuk setiap lantai yang dilayani gerbong; sinyal ini harus menyala untuk menunjukkan lantai tempat gerbong berhenti atau lewat. Sinyal yang dapat didengar untuk lift baru harus berupa pengumuman lisan otomatis yang menunjukkan lantai di setiap pemberhentian. Pengecualian memperbolehkan penggunaan sinyal suara untuk beberapa lift hidrolik bertingkat rendah.

Panel Kontrol Mobil Lift

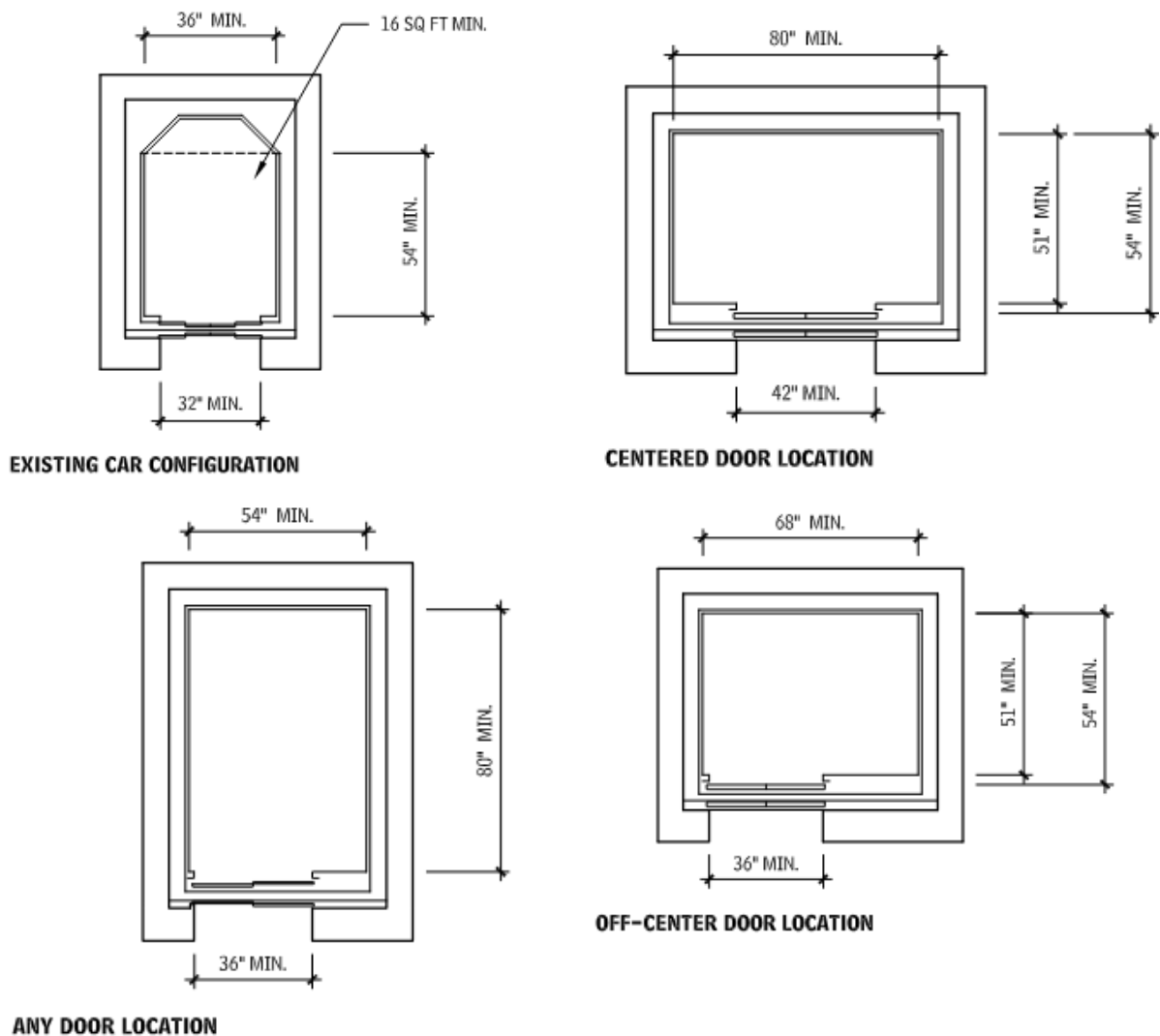
ICC/ANSI A117.1 mengharuskan semua kontrol mobil lift berada minimal 15 inci dan maksimal 48 inci di atas lantai. Pengecualian diberikan untuk mobil lift yang melayani 16 bukaan atau lebih, jika disediakan pendekatan paralel. Kontrol setinggi 54 inci diperbolehkan. Jika tombol kontrol mobil lebih tinggi dari 48 inci, pemindaian langkah berurutan harus disediakan.

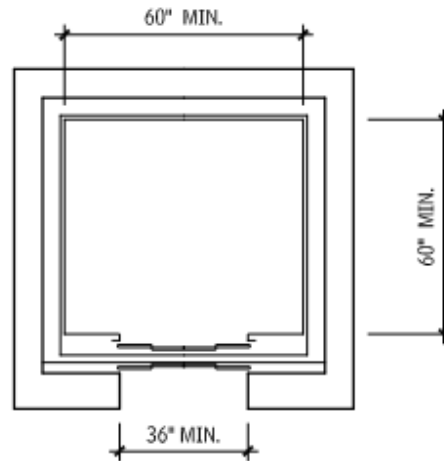


Gambar 6.46 Tinggi Panel Kontrol

Lift yang Ada memperbolehkan kontrol pada 54 inci dengan pendekatan paralel hingga panel diganti. Tombol harus berdiameter minimal 3/4 inci dan dapat dinaikkan atau rata. Tombol tersembunyi yang Ada pada umumnya diizinkan untuk tetap Ada. Tombol untuk penunjukan lantai harus ditempatkan dalam urutan menaik. Karakter visual, karakter taktil, dan Braille diperlukan untuk mengidentifikasi tombol. Karakter taktil dan Braille harus berada di sebelah kiri setiap tombol.

ASME A17.1, "Kode Keamanan untuk Lift dan Eskalator," berlaku untuk semua lift dan eskalator dan mencakup persyaratan keselamatan dan operasional lift umum. Kode ini telah diadopsi di hampir semua yurisdiksi. Semua ukuran yang ditampilkan dalam pembahasan ini didasarkan pada ICC/ANSI A117.1, yang berisi ketentuan aksesibilitas yang luas untuk lift penumpang, sistem lift berorientasi tujuan, lift penggunaan terbatas/aplikasi terbatas, dan lift tempat tinggal pribadi. ASME A18.1, "Standar Keamanan untuk Lift Platform dan Kursi Tangga," berlaku untuk semua lift, bersama dengan kode dan standar lain yang berlaku. Lihat peraturan aksesibilitas yang berlaku untuk lift, eskalator, dan lift untuk pengecualian dan persyaratan.

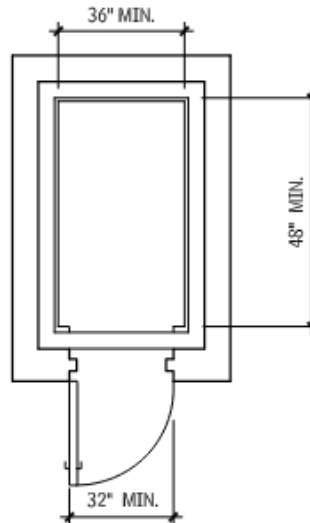




ANY DOOR LOCATION

Gambar 6.47 Dimensi Dalam Gerbong Lift Yang Dapat Diakses

Toleransi 5/8 inci diizinkan pada 36 inci. pintu lift, yang memperbolehkan penggunaan pintu standar dengan lebar bersih 35-3/8 in. Konfigurasi mobil lain yang menyediakan pintu 36 in. dan ruang putar kursi roda berdiameter 60 in. atau berbentuk T di dalam mobil, dengan pintu dalam posisi tertutup, diperbolehkan. Dimensi dalam mobil dimaksudkan untuk memperbolehkan seseorang di kursi roda untuk masuk ke dalam mobil, mengakses kontrol, dan keluar

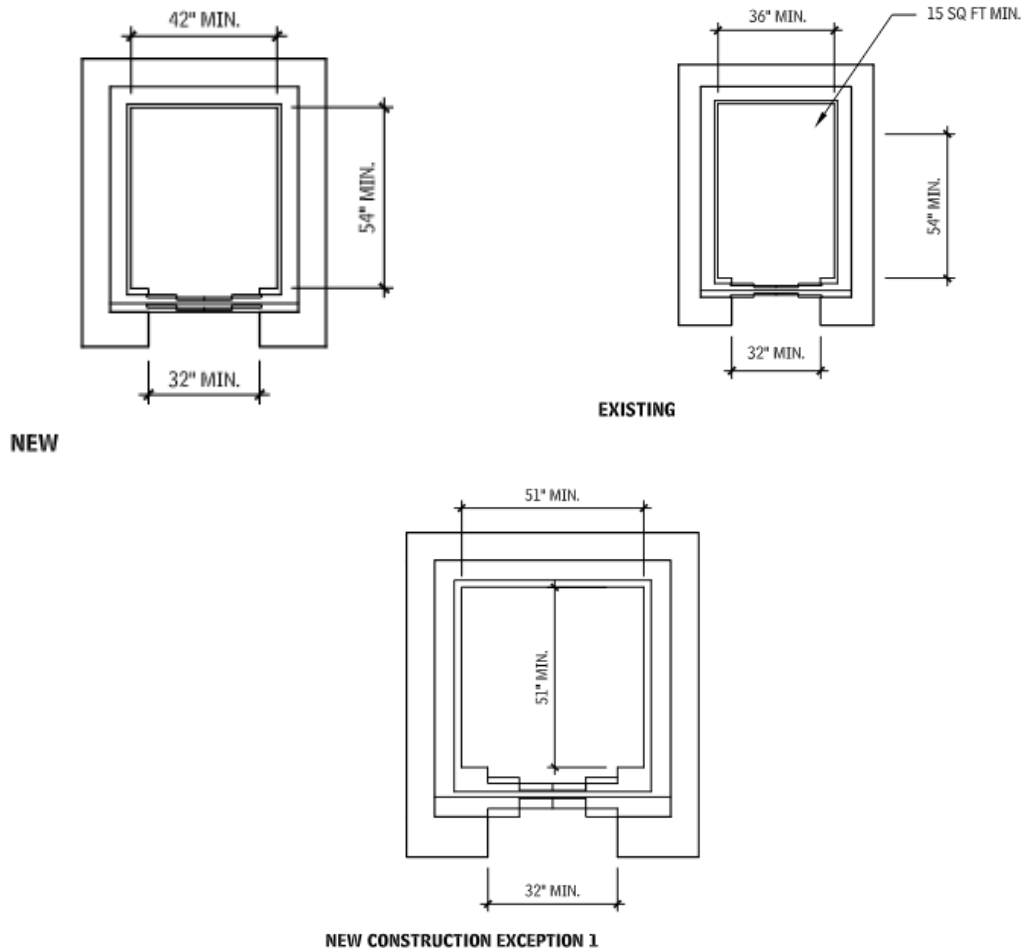


Gambar 6.48 Lift Tempat Tinggal Pribadi

Jenis lift ini diizinkan sebagai bagian dari rute yang dapat diakses di dalam unit hunian. Ukuran mobil yang ditampilkan sesuai dengan ICC/ANSI A117.1. Verifikasi persyaratan ukuran mobil dari peraturan aksesibilitas yang berlaku. Kontrol terletak di dinding samping minimal 12 inci dari dinding yang berdekatan. Pintu harus terletak di ujung mobil yang sempit. Pintu/gerbang mobil harus dioperasikan dengan tenaga.

Mobil dengan bukaan hanya pada satu ujung mengharuskan orang di kursi roda untuk masuk atau keluar dengan bergerak mundur; oleh karena itu, dalam konfigurasi bukaan

tunggal, pintu/gerbang hoistway harus berupa pintu yang hemat energi dan dioperasikan dengan tenaga. Mobil dengan bukaan di setiap ujungnya memungkinkan pengguna kursi roda untuk meluncur (masuk dan keluar dalam arah maju); pintu/gerbang hoistway yang menutup sendiri secara manual diizinkan. Telepon dengan panjang kabel 29 inci dan perangkat sinyal diperlukan di dalam mobil.



Gambar 6.49 Lift Untuk Penggunaan Terbatas/Penggunaan Terbatas

Lift dengan penggunaan terbatas/aplikasi terbatas (LULA) diizinkan untuk digunakan sebagai bagian dari rute yang dapat diakses dalam kondisi tertentu. Periksa peraturan aksesibilitas yang berlaku untuk pemasangan yang diizinkan. LULA harus mematuhi ASME A17.1. Lift LULA memiliki ukuran gerbong yang lebih kecil, yang mengharuskan orang di kursi roda untuk masuk atau keluar dengan bergerak mundur, kecuali gerbong tersebut memiliki bukaan di setiap ujungnya.

Ukuran gerbong dan perjalanan vertikal dibatasi oleh ASME A17.1. Karena LULA bergerak lebih lambat daripada lift penumpang lainnya, lift ini mungkin tidak sesuai ketika sejumlah besar orang harus dilayani. Kontrol gerbong dipusatkan pada dinding samping. Pintu ayun bertenaga rendah yang dioperasikan dengan tenaga diizinkan di pintu masuk hoistway, asalkan tetap terbuka selama 20 detik saat diaktifkan. Lihat ICC/ANSI A17.1 untuk persyaratan

komunikasi darurat, rambu, kontrol, dan sinyal.

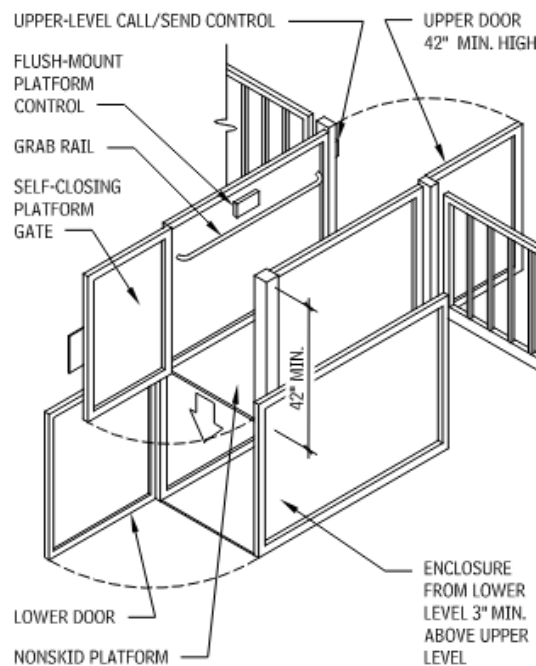
6.6 LIFT KURSI RODA

Lift Kursi Roda Vertikal

Lift kursi roda vertikal (platform) umumnya diizinkan untuk digunakan sebagai bagian dari rute yang dapat diakses dalam konstruksi baru hanya untuk menjangkau akses terbatas atau ruang kecil, seperti:

- Area pertunjukan di hunian bersama
- Ruang kursi roda di hunian bersama
- Ruang duduk di ruang makan luar ruangan dengan hunian A5 (tribun penonton, tribun utama, stadion, dsb.)
- Ruang sidang
- Ruang yang tidak terbuka untuk umum dengan beban penghuni tidak lebih dari lima ruang dalam unit hunian

Dalam beberapa peraturan, lift kursi roda diizinkan jika keterbatasan lokasi mencegah penggunaan rampa atau lift.



Gambar 6.50 Lift Kursi Roda Vertikal

Bila lift kursi roda vertikal digunakan dalam konstruksi baru, sarana keluar yang dapat diakses mungkin diperlukan dari ruang yang dilayani oleh lift tersebut. Lift ini tidak diizinkan untuk digunakan sebagai bagian dari sarana keluar yang dapat diakses kecuali jika diizinkan sebagai bagian dari rute yang dapat diakses oleh kode model. Dalam keadaan seperti itu, daya siaga diperlukan. Lift Kursi Roda Vertikal umumnya diizinkan sebagai bagian dari rute yang dapat diakses dalam perubahan pada bangunan yang sudah ada.

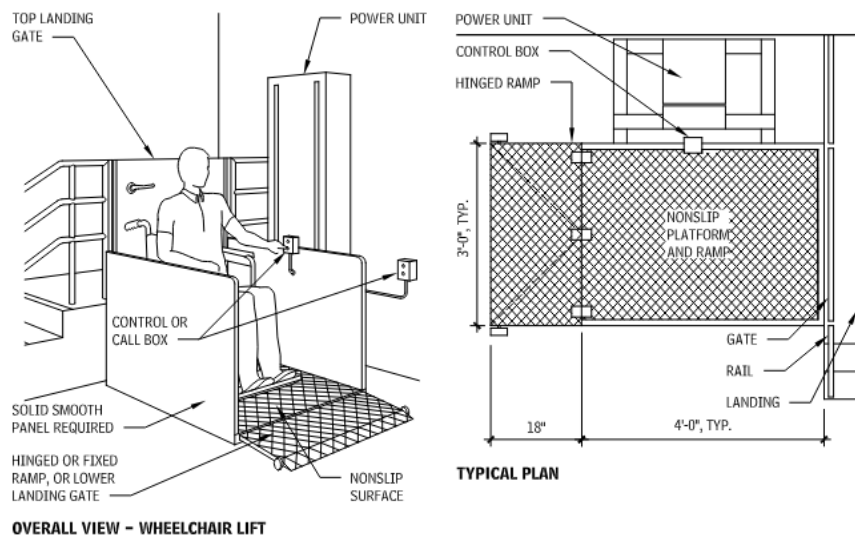
Lift Kursi Roda Vertikal yang merupakan bagian dari rute yang dapat diakses diharuskan

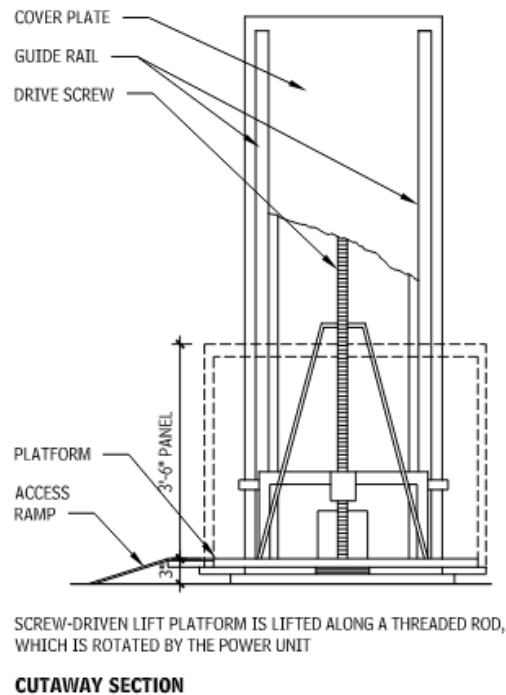
untuk mematuhi ASME A18.1 dan harus menyediakan ruang lantai yang bersih seukuran kursi roda, permukaan lantai yang rata, dan bagian yang dapat dioperasikan yang dapat diakses. Lift ini tidak diizinkan untuk dioperasikan oleh petugas; lift ini harus memungkinkan masuk dan keluar tanpa bantuan. ICC/ANSI A117.1 mengizinkan pintu atau gerbang manual yang menutup sendiri pada lift dengan pintu atau gerbang di sisi yang berlawanan (konfigurasi roll-through). Lift lain harus memiliki pintu atau gerbang yang dioperasikan dengan daya rendah dan tetap terbuka setidaknya selama 20 detik. Pintu/gerbang yang terletak pada ujung lift harus menyediakan lebar bersih 32 in.; pintu/gerbang yang terletak pada sisi lift harus menyediakan lebar bersih 42 in.

Tidak semua lift mematuhi persyaratan ADAAG dan ICC/ANSI A117.1. Verifikasi peraturan yang berlaku sebelum memilih jenis lift tertentu. Konsultasikan ASME 18.1, "Standar Keselamatan untuk Lift Platform dan Kursi Gantung Tangga." Lift kursi roda cocok untuk renovasi bangunan yang tidak bebas hambatan. Jembatan tersedia dari produsen untuk pemasangan di atas tangga. Kecepatan yang disarankan Adalah 10 hingga 19 fpm. Kapasitas harus 500 hingga 750 lb. Lift beroperasi pada arus rumah tangga standar dan cocok untuk aplikasi interior atau eksterior.

Tabel 6.51 Persyaratan Lift Kursi Roda Vertikal

TIPIKAL	HUNIAN PRIBADI
Pintu setinggi 42 inci untuk pendaratan atas dan bawah; dilengkapi dengan interlock mekanis/elektrikal, konstruksi solid.	Pintu setinggi 36 inci untuk pendaratan atas; pendaratan bawah dapat menggunakan penghalang (persyaratan lain serupa dengan pintu tinggi 42 inci)
Sisi Platform: 42 Inci Tinggi, Konstruksi Solid	Sisi Platform: 36 Inci Tinggi, Konstruksi Solid
Pegangan Tangan	Sama
Penutup atau Pelindung Kaki Teleskopik	Sakelar Penghalang pada Platform
Jarak Tempuh Maksimal 12 Kaki	Jarak Tempuh Maksimal 10 Kaki
	Penghalang Otomatis 6 Inci di Pendaratan Bawah sebagai Pengganti Pintu
Operasi Tombol Tekan untuk Pengguna	Pengoperasian Tombol Tekan untuk Pengguna



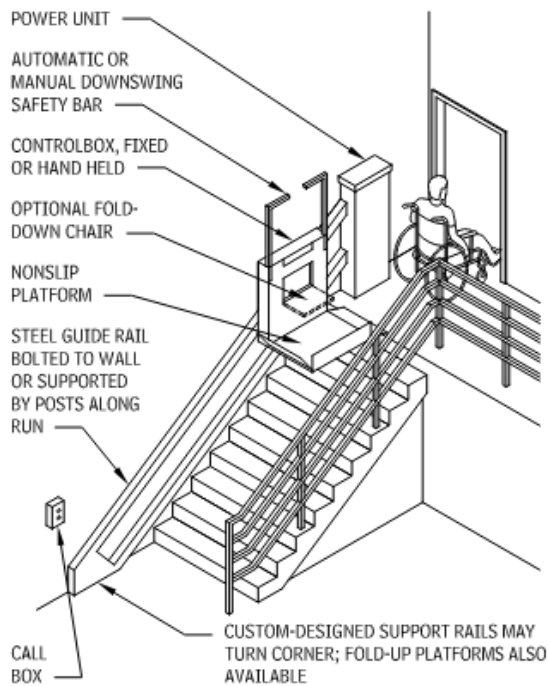


Gambar 6.52 Angkat Kursi Roda

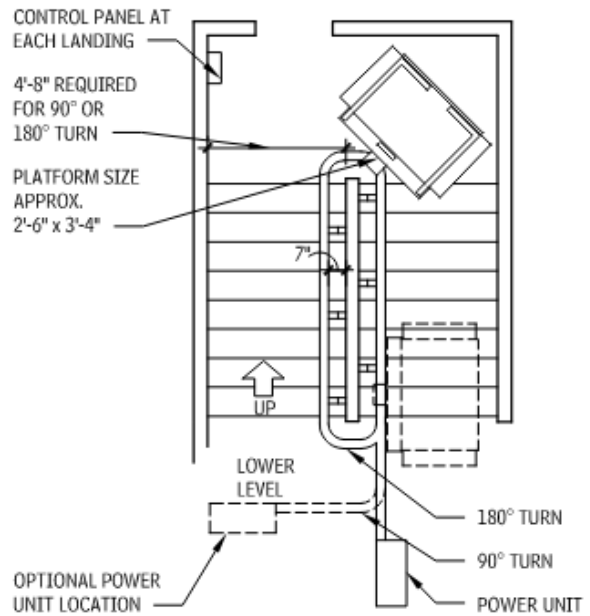
Lift kursi roda miring dapat disesuaikan dengan tangga lurus dan spiral. Jenis standar berjalan di sepanjang rel pemandu atau tabung yang diikat ke dinding padat, tangga, atau struktur lantai. Unit daya dapat ditempatkan di bagian atas atau bawah jalur lift atau di sasis lift, tergantung pada pabrikannya. Beberapa sistem lift miring dapat dilipat agar tidak menghalangi untuk penggunaan tangga sehari-hari. Kecepatan yang disarankan Adalah 20 hingga 25 fpm pada jalur lurus, 10 fpm pada bagian melengkung. Kapasitas harus 500 lb. Ukuran platform yang umum Adalah 30 x 40 inci. Periksa kapasitas kode lokal. Lift kursi tidak dapat berfungsi sebagai bagian dari rute akses yang diwajibkan.

Tabel 6.53 Persyaratan Pengangkat Kursi Roda Miring

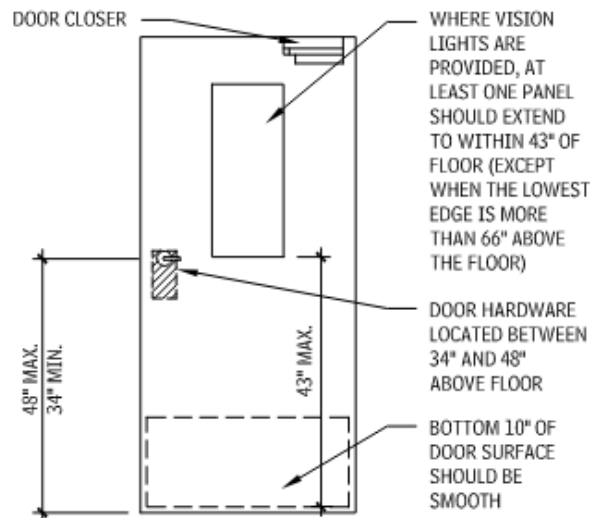
HUNIAN TIPIKAL	PRIBADI
Pintu setinggi 42 inci yang dapat menutup sendiri, dengan konstruksi kokoh dan interlock mekanis/elektrikal, dipasang di pendaratan bawah.	Pintu setinggi 36 inci yang dapat menutup sendiri, dengan konstruksi kokoh dan interlock mekanis/elektrikal, dipasang di pendaratan atas.
Pelindung sisi platform setinggi 42 inci ini memiliki konstruksi kokoh .	Pelindung sisi platform setinggi 36 inci ini dibangun dengan konstruksi kokoh.
Pelindung 6 inci diizinkan sebagai pengganti pelindung sisi	Pelindung 6 inci diizinkan sebagai pengganti pelindung sisi.
Pelindung ditarik 6 inci adalah fitur yang dirancang khusus untuk mencegah kursi roda terguling dari platform.	Pelindung ditarik 6 inci berfungsi untuk mencegah kursi roda terguling dari platform
Pintu wajib dipasang di pendaratan bawah.	Sakelar penghalang sisi bawah dipasang di pendaratan bawah.
Perjalanan Maksimal Tiga Lantai	Perjalanan Maksimal Tiga Lantai
Pengoperasian Tombol Tekan oleh Pengguna	Pengoperasian Tombol Tekan oleh Pengguna



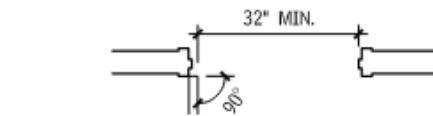
Gambar 6.54 Angkat Kursi Roda Mirin Pintu Yang Dapat Diakses



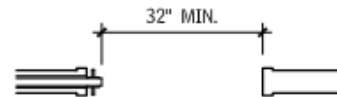
Gambar 6.55 Rencana Angkat Kursi Roda Miring Dengan Belok



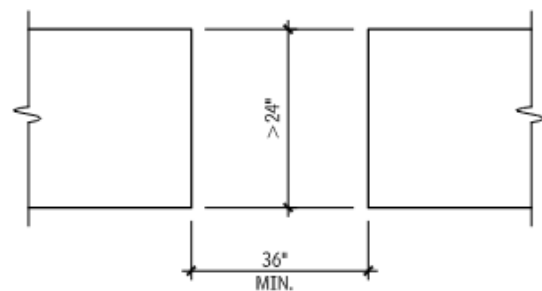
Gambar 6.56 Fitur Pintu Yang Dapat Diakses



HINGED DOOR

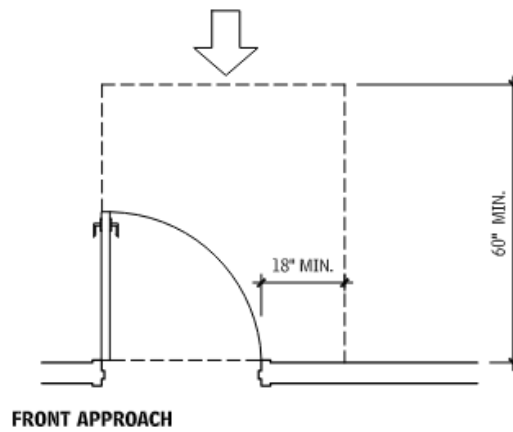
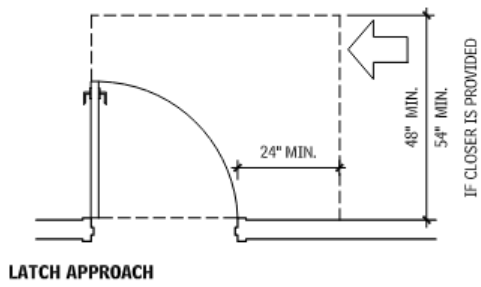
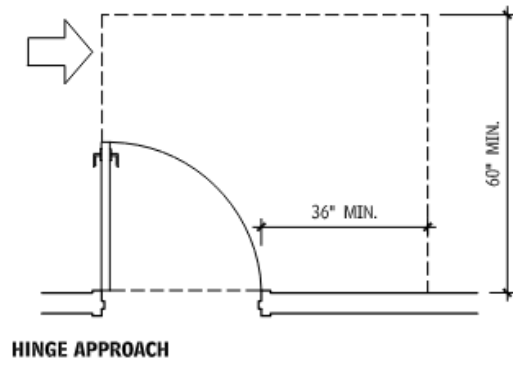
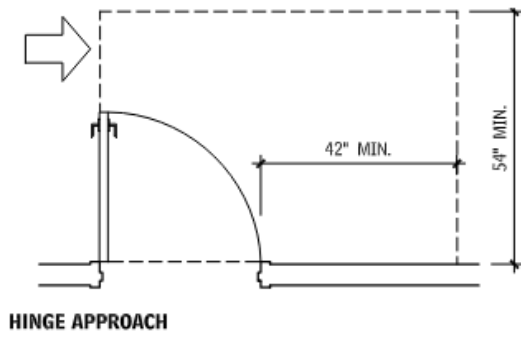


SLIDING OR FOLDING DOOR

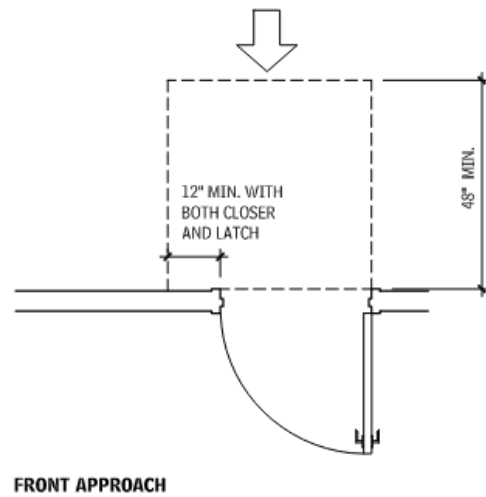
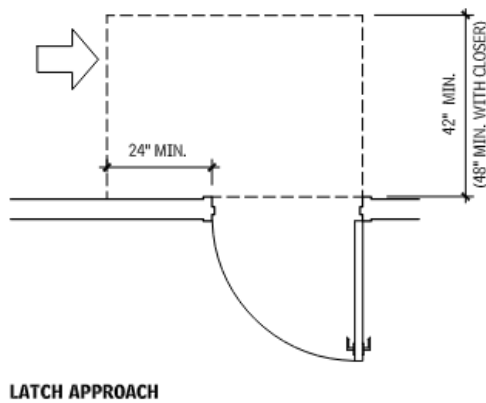


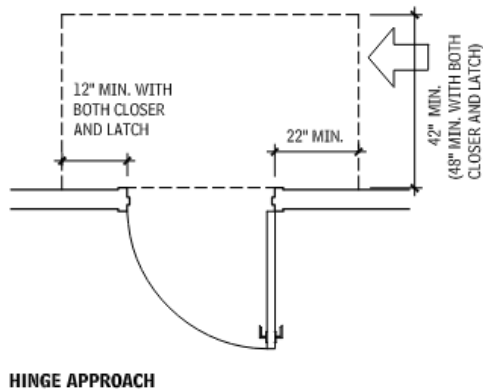
TWO DOORS IN SERIES - ANSI ONLY

Gambar 6.57 Lebar Jelas Pintu Yang Dapat Diakses



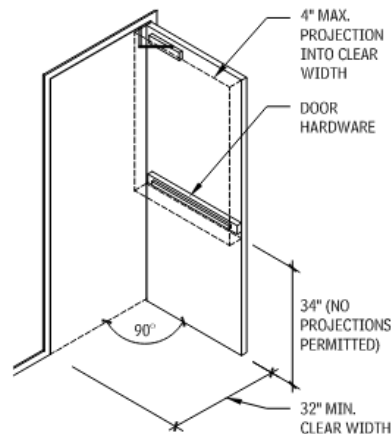
Gambar 6.58 Jarak Jauh Manuver Sisi Tarik Di Pintu Ayun



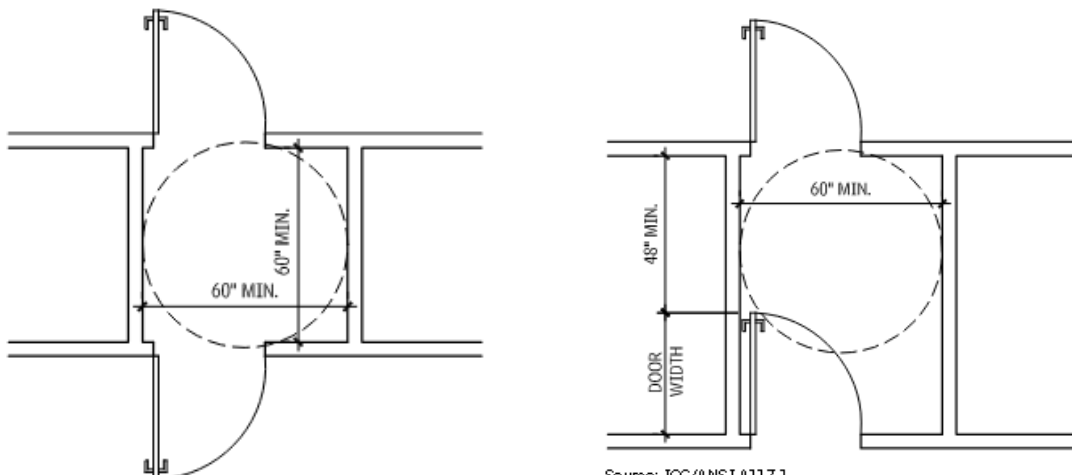


Gambar 6.59 Jarak Bebas Manuver Sisi Dorong Pada Pintu Ayun

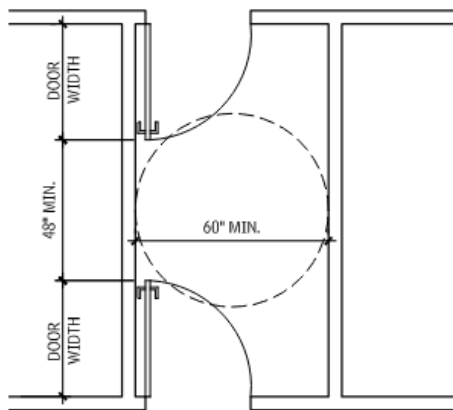
Untuk pintu berengsel, lebar bersih diukur antara muka pintu dan penahan pintu dengan pintu terbuka pada sudut 90°. Untuk pintu geser atau lipat, lebar bersih diukur antara tepi pintu dan kusen dengan pintu terbuka penuh. Perangkat harus dapat diakses dengan pintu dalam posisi terbuka penuh. Bukaan dan pintu tanpa ambang pintu dengan kedalaman lebih dari 24 inci harus memiliki lebar bersih minimal 36 inci. Pintu di unit hunian yang dicakup oleh FHAG diizinkan memiliki lebar bersih "nominal" 32 inci. HUD mengizinkan pintu ayun 2 kaki-10 inci dengan lebar bersih 31-5/8 inci untuk memenuhi persyaratan ini. ICC/ANSI A117.1 mengizinkan lebar bersih 31-3/4 inci.



Gambar 6.60 Proyeksi Ke Lebar Bebas

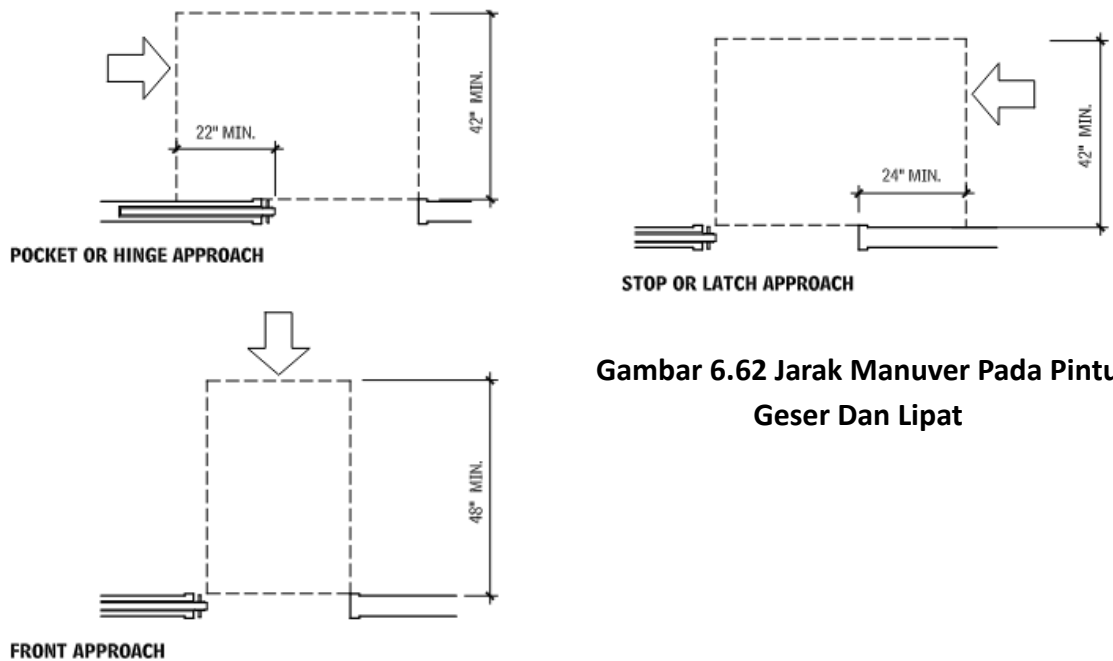


Source: ICC/ANSI A117.1.



Gambar 6.61 Dua Pintu Secara Seri—Hanya Icc/Ansi A117.1

Pintu dan pintu manual dan gerbang manual pada rute yang dapat diakses harus mematuhi. Dengan pintu dan gerbang berdaun ganda, setidaknya satu daun aktif harus mematuhi. Jarak bebas manuver mencakup lebar penuh pintu. Jarak bebas manuver juga diperlukan pada pintu berbantuan daya. Jarak bebas manuver tidak berlaku pada pintu otomatis berdaya penuh atau pintu bertenaga rendah. Lantai dan permukaan tanah dalam jarak bebas manuver yang diperlukan dari pintu tidak boleh miring lebih dari 1:48, dan harus stabil, kokoh, dan anti selip. Jika Ada penghalang dalam jarak 18 inci dari sisi kait pintu yang menonjol lebih dari 8 inci di luar muka pintu (misalnya, pintu tersembunyi), jarak bebas manuver untuk pendekatan ke depan harus disediakan. Jarak bebas manuver hanya diperlukan pada sisi eksterior pintu masuk utama unit hunian yang dicakup oleh Pedoman Aksesibilitas Perumahan yang Adil (FHAG).



Gambar 6.62 Jarak Manuver Pada Pintu Geser Dan Lipat

6.7 FITUR KOMUNIKASI YANG MUDAH DIAKSES

Rambu Taktil

Rambu taktil dengan karakter timbul dan huruf Braille diperlukan pada rambu yang disediakan sebagai penanda permanen ruangan dan ruang. ICC/ANSI A117.1 mengizinkan kombinasi karakter taktil/visual atau karakter taktil terpisah dengan karakter visual yang berlebihan. Dengan menyediakan karakter duplikat, karakter taktil dapat dibuat lebih mudah dibaca dengan sentuhan, dan berbagai karakter visual dapat digunakan. Nomor ruangan, nama ruangan, tangga keluar, dan kamar kecil Adalah contoh ruang dengan penandaan "permanen". Karakter taktil harus ditempatkan antara 48 dan 60 inci di atas lantai atau tanah.

Rambu taktil di pintu harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga orang yang membaca rambu tersebut tidak akan terbentur pintu yang sedang dibuka. ICC/ANSI A117.1 mengizinkan rambu taktil yang dipasang di pintu pada sisi pintu dorong dengan penutup, yang tidak memiliki perangkat penahan terbuka. Tanda taktil yang terletak di sisi pintu yang dapat ditarik harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga zona "aman" berukuran 18 inci x 18 inci, yang berpusat pada tanda, disediakan di luar lengkungan pintu ayun antara posisi tertutup dan posisi terbuka 45°. Pada pintu ganda dengan dua daun aktif, tanda harus ditempatkan di sisi kanan atau, jika tidak Ada ruang dinding yang tersedia, di dinding terdekat yang berdekatan.

Tanda yang memberikan informasi arah ke, atau informasi tentang, ruang permanen harus mematuhi persyaratan khusus untuk karakter visual. Tinggi karakter minimum diatur baik oleh tinggi tanda di atas lantai maupun oleh jarak pandang yang dimaksudkan. Konsultasikan peraturan yang berlaku untuk tanda yang diperlukan untuk mengidentifikasi fitur, ruang, atau elemen tertentu yang dapat diakses.

Perlindungan Dan Alarm Kebakaran

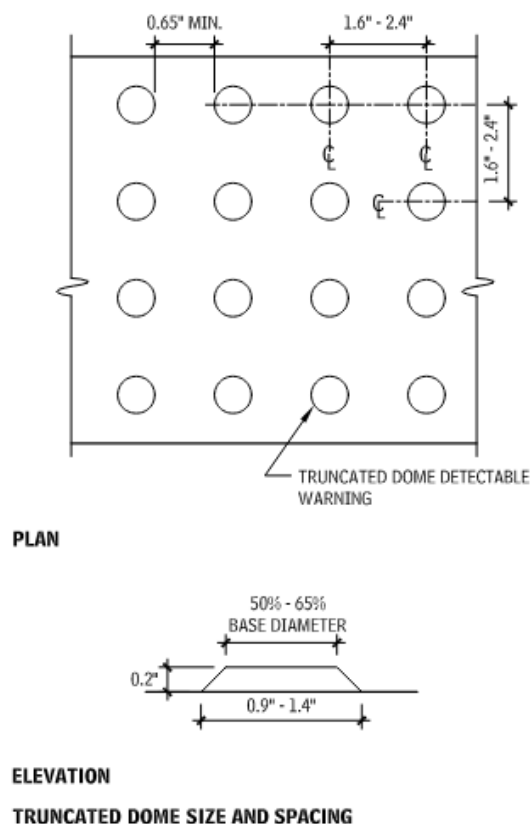
Sistem alarm deteksi kebakaran tidak diwajibkan oleh peraturan aksesibilitas, tetapi ketika disediakan, sistem tersebut diwajibkan untuk menyertakan fitur terkait aksesibilitas.

Peralatan pemberitahuan alarm yang terlihat, yang dimaksudkan untuk memperingatkan orang-orang dengan gangguan pendengaran, merupakan komponen aksesibilitas utama dari sistem alarm kebakaran. Kriteria untuk penempatan alarm yang terlihat, intensitas setiap peralatan, intensitas sinyal di seluruh area yang tercakup, dan efek kumulatif dari beberapa peralatan semuanya diatur dalam upaya untuk memastikan bahwa sinyal tersebut segera diketahui, tanpa menciptakan pola cahaya yang dapat memicu kejang pada orang-orang dengan fotosensitivitas.

Kode Alarm Kebakaran Nasional, NFPA 72, memuat kriteria untuk alarm yang terlihat. ICC/ANSI A117.1 merujuk pada standar ini, dan mengharuskan alarm yang terlihat untuk:

- Didukung oleh sumber cahaya dan daya komersial
- Tersambung secara permanen ke kabel sistem listrik tempat
- Terpasang secara permanen

Jika alarm disediakan, alarm yang terlihat diperlukan di semua area umum dan area penggunaan umum, termasuk toilet. Alarm yang terlihat tidak diperlukan di stasiun kerja karyawan individu, tetapi sistem kabel harus mendukung penambahan satu alarm yang terintegrasi, jika diperlukan oleh karyawan. Verifikasi persyaratan ini dan persyaratan lainnya yang khusus untuk klasifikasi hunian dalam kode bangunan dan undang-undang federal yang berlaku.



Gambar 6.63 Peringatan Yang Dapat Deteksi

Peringatan yang dapat dideteksi diperlukan di peron angkutan penumpang yang

tepinya berbatasan dengan tempat pemberhentian di mana tidak Ada layar atau pelindung yang disediakan. Peringatan yang dapat dideteksi harus berupa strip kubah terpotong selebar 24 inci, yang kontras dengan permukaan jalan yang berdekatan. Lihat kode yang berlaku dan persyaratan federal mengenai status terkini persyaratan untuk peringatan yang dapat dideteksi di jalur kendaraan yang berbahaya.

Sistem Pendengaran Bantuan

Stadion, teater, auditorium, ruang kuliah, dan area pertemuan dengan tempat duduk tetap serupa diharuskan menyediakan sistem bantuan pendengaran saat sistem amplifikasi audio disediakan. Ruang sidang diharuskan memiliki sistem bantuan pendengaran terlepas dari apakah sistem aplikasi audio disediakan atau tidak.

Periksa persyaratan yang berlaku untuk jumlah penerima yang diperlukan, karena jumlahnya bervariasi dari sedikit di atas 1 hingga 4 persen dari total kapasitas area pertemuan. Setidaknya 25 persen penerima harus kompatibel dengan alat bantu dengar. Tanda harus disediakan di area tiket atau lokasi lain yang terlihat jelas, yang menunjukkan ketersediaan sistem bantuan pendengaran. Tanda harus menyertakan Simbol Akses Internasional untuk gangguan pendengaran.

Sistem Perbankan Otomatis Dan Peralatan Pengumpulan Tiket Transportasi

Jika mesin ATM atau peralatan pengumpulan tarif disediakan, umumnya setidaknya satu mesin harus dapat diakses. ICC/ANSI A117.1 mencantumkan kriteria ekstensif yang membahas persyaratan masukan dan keluaran mesin ini, yang dimaksudkan agar dapat digunakan oleh seseorang dengan gangguan penglihatan atau pendengaran. A117.1 mengharuskan bagian yang dapat dioperasikan tidak lebih dari 48 inci di atas lantai atau tanah.

Telepon

Telepon umum yang dapat diakses diperlukan jika telepon umum umum yang dioperasikan dengan koin, telepon umum umum tanpa koin, telepon umum sirkuit tertutup, telepon umum, atau jenis telepon umum lainnya disediakan. Satu telepon yang dapat diakses kursi roda diperlukan di setiap lantai atau lantai tempat telepon disediakan; jika lebih dari satu bank disediakan di lantai atau lantai, setidaknya satu telepon di setiap bank harus dapat diakses kursi roda. ICC/ANSI A117.1 mengharuskan semua bagian yang dapat dioperasikan dari telepon yang dapat diakses kursi roda berada pada jarak maksimum 48 inci di atas lantai atau tanah. Peraturan federal mengharuskan semua peralatan telepon baru kompatibel dengan alat bantu dengar.

Telepon Dengan Pengendali Volume

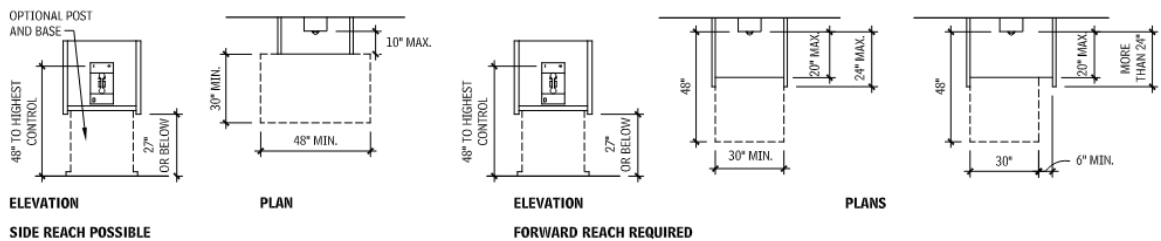
Periksa persyaratan yang berlaku untuk jumlah dan persyaratan amplifikasi untuk telepon dengan pengendali volume, yang bervariasi di antara kode bangunan dan persyaratan federal. Telepon dengan pengendali volume harus diidentifikasi dengan rambu, kecuali semua telepon memiliki pengendali volume.

Telepon Singkat (TTY)

Lihat standar yang berlaku untuk jumlah dan lokasi TTY yang diperlukan. Kode model, berdasarkan rekomendasi Komite Peninjau ADAAG, menetapkan peningkatan jumlah TTY berdasarkan apakah bangunan tersebut dimiliki publik atau swasta dan jumlah telepon di

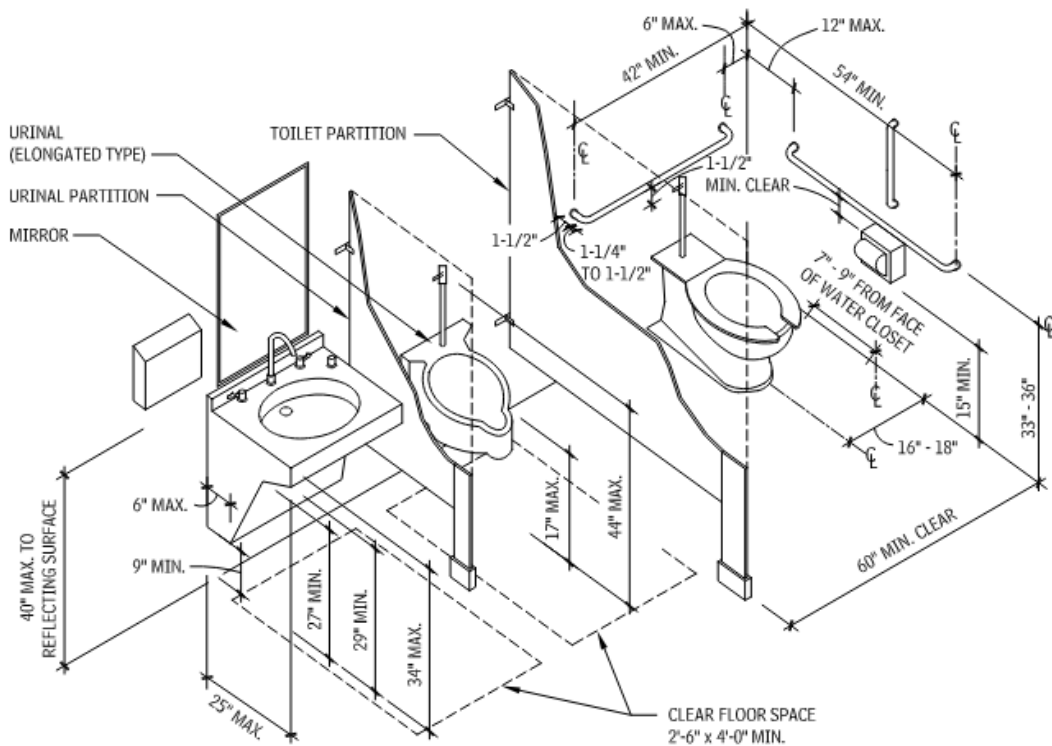
lokasi, di dalam bangunan, di setiap lantai, dan di setiap deretan telepon. Persyaratan tambahan mungkin berlaku untuk rumah sakit, fasilitas transportasi, tempat istirahat di jalan raya, tempat istirahat darurat di pinggir jalan, tempat layanan, dan fasilitas penahanan dan pemasyarakatan.

TTY umum harus diidentifikasi dengan simbol TTY internasional. Tanda petunjuk ke TTY harus disediakan di bank telepon umum yang tidak menyediakan TTY. Selain itu, mungkin Ada persyaratan untuk rak dan stopkontak di bank telepon tanpa TTY, untuk memungkinkan penggunaan TTY portabel.

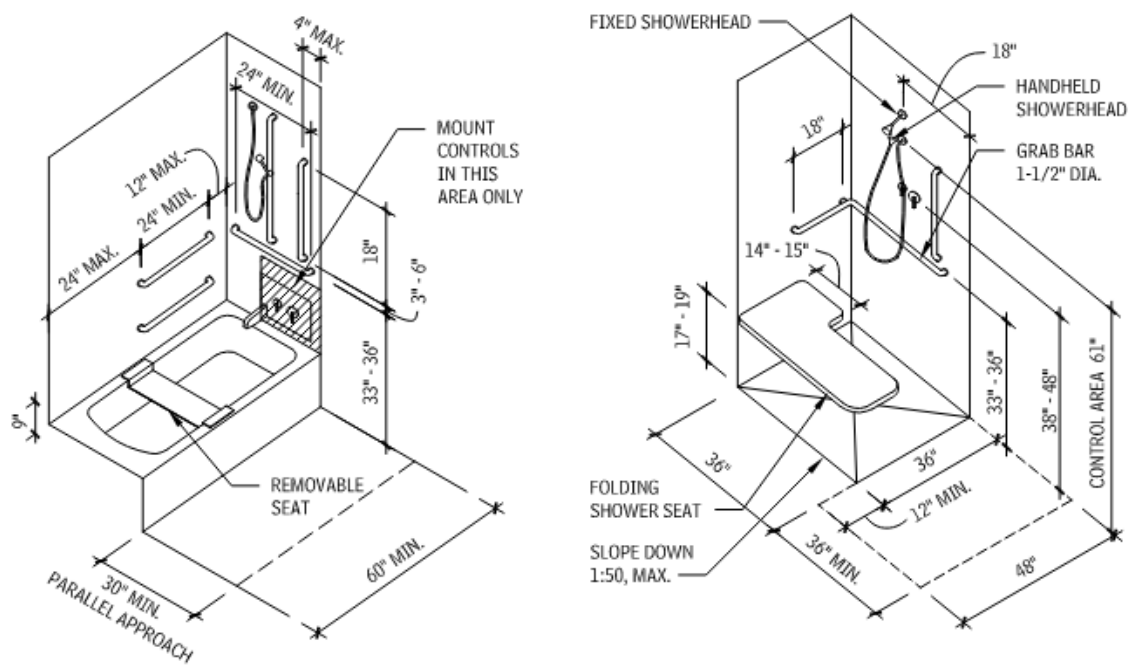


Gambar 6.64 Telepon

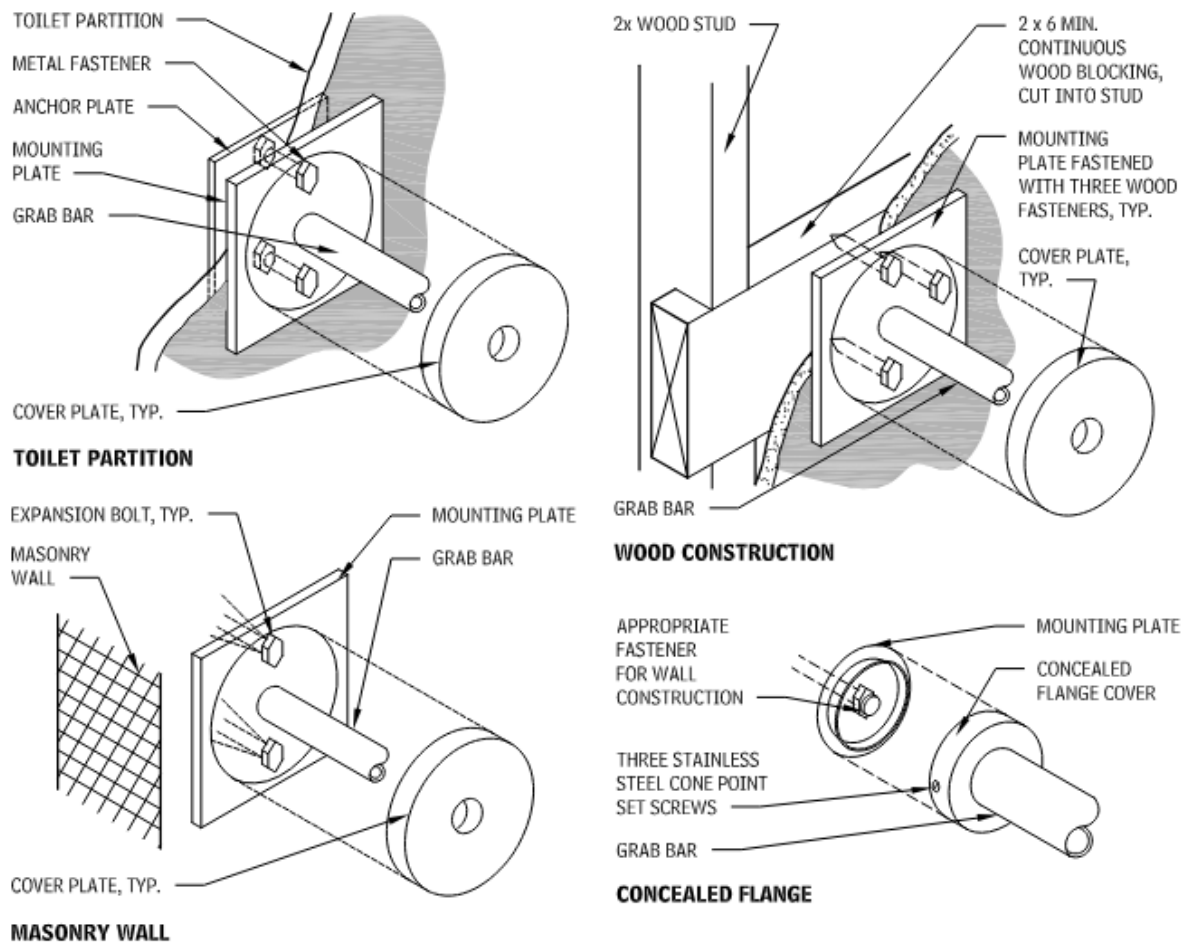
Toilet Dan Kamar Mandi Yang Mudah Diakses - Palang Pegangan



Gambar 6.65 Lokasi Peralatan Dan Aksesori Yang Mudah Diakses



Gambar 6.66 Bak Mandi Dan Pancuran Yang Mudah Diakses



Gambar 6.67 Detail Lampu Pegangan Bar Pegangan

Ukuran: 1-1/2 in. atau 1-1/4 in. OD dengan jarak bebas 1-1/2 in. di dinding. Bahan: Kuningan berlapis krom baja tahan karat dengan lapisan beralur (opsional). Pemasangan: Pengencang tersembunyi atau terbuka; pasang kembali semua ujung ke dinding, penyangga antara pada jarak maksimum 3 kaki. Gunakan batang tugas berat dan metode pemasangan. Pegangan lain tersedia untuk situasi tertentu. Konsultasikan persyaratan ICC/ANSI A117.1 dan ADAAG, serta peraturan lokal dan federal yang berlaku.

Kamar Toilet Yang Dapat Diakses

Semua kriteria dimensi dalam pembahasan ini didasarkan pada ICC/ANSI A117.1, dan pada antropometri orang dewasa.

- Pada bangunan baru, semua kamar toilet umum dan umum pada umumnya harus dapat diakses.
- Jika beberapa kamar toilet atau kamar mandi pengguna tunggal dikelompokkan dalam satu lokasi dan masing-masing melayani populasi yang sama, 5 persen, tetapi tidak kurang dari satu kamar harus dapat diakses. Kamar yang dapat diakses harus diidentifikasi dengan rambu.
- Kamar toilet dan kamar mandi pengguna tunggal yang disediakan di dalam kantor pribadi diizinkan untuk dapat disesuaikan. Membuat kamar dapat diakses diizinkan dengan melibatkan penggantian kloset dan wastafel, mengubah ayunan pintu, dan memasang palang pegangan di dinding yang sebelumnya diperkuat.

- Di kamar toilet dan kamar mandi yang dapat diakses, setidaknya satu dari setiap jenis perlengkapan dan aksesoris yang disediakan harus dapat diakses.
- Ruang putar kursi roda diperlukan di dalam kamar toilet dan kamar mandi yang dapat diakses.
- Pintu tidak boleh diayunkan ke ruang lantai bersih yang diperlukan pada perlengkapan apa pun, kecuali di kamar pengguna tunggal, yang menyediakan ruang lantai bersih di luar ayunan pintu.

Toilet Dan Kamar Mandi Uniseks

Hunian Perakitan Dan Perdagangan

- Kode model terbaru mengharuskan toilet dan kamar mandi unisex yang dapat diakses di hunian perakitan dan perdagangan tertentu. Kamar unisex ini bermanfaat bagi orang tua dengan anak kecil dan bagi penyandang disabilitas yang memerlukan bantuan pribadi dalam menggunakan fasilitas toilet, karena asistennya mungkin orang dengan jenis kelamin yang berbeda. Persyaratan ini berlaku jika total enam atau lebih kloset air (atau kloset air dan urinoir) disediakan di fasilitas atau di area hunian tertentu.
- Perlengkapan yang disediakan di kamar unisex diizinkan untuk dimasukkan dalam jumlah perlengkapan pipa yang diperlukan.
- Fasilitas unisex harus berada dalam jarak 500 kaki, dan dalam satu lantai, dari fasilitas jenis kelamin terpisah. Di fasilitas dengan titik pemeriksaan keamanan, seperti terminal bandara, fasilitas unisex harus ditempatkan di sisi yang sama dari titik pemeriksaan dengan fasilitas terpisah jenis kelamin yang dilayaninya.
- Kamar mandi unisex memerlukan satu kloset dan toilet, atau sebagai pengecualian, urinoir, sebagai tambahan kloset.
- Jika perlengkapan mandi disediakan di fasilitas terpisah jenis kelamin, pancuran atau bak mandi yang dapat diakses harus disediakan di kamar mandi unisex.
- Jika tempat penyimpanan disediakan di fasilitas terpisah jenis kelamin, tempat penyimpanan tersebut harus disediakan di kamar mandi unisex.
- Pintu ke toilet dan kamar mandi unisex harus dapat diamankan dari dalam kamar.

Perubahan

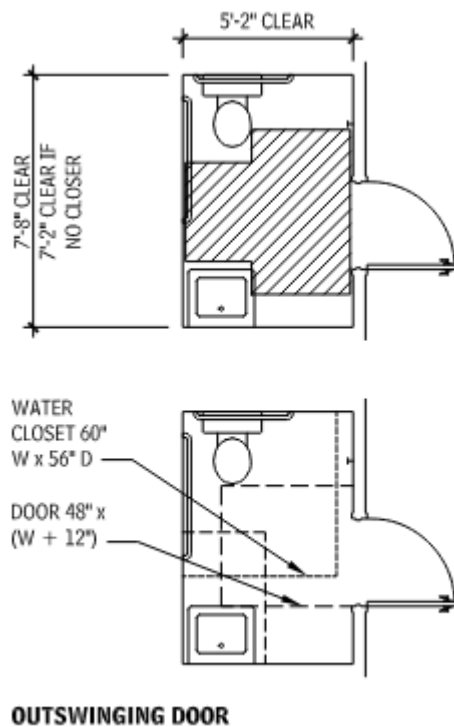
- Toilet dan kamar mandi unisex yang dapat diakses diizinkan dalam perubahan sebagai pengganti perubahan fasilitas terpisah jenis kelamin yang ada dalam kondisi tertentu.
- Kamar unisex harus terletak di area yang sama dan di lantai yang sama dengan fasilitas yang tidak dapat diakses yang ada.

Tata Letak Kamar Toilet

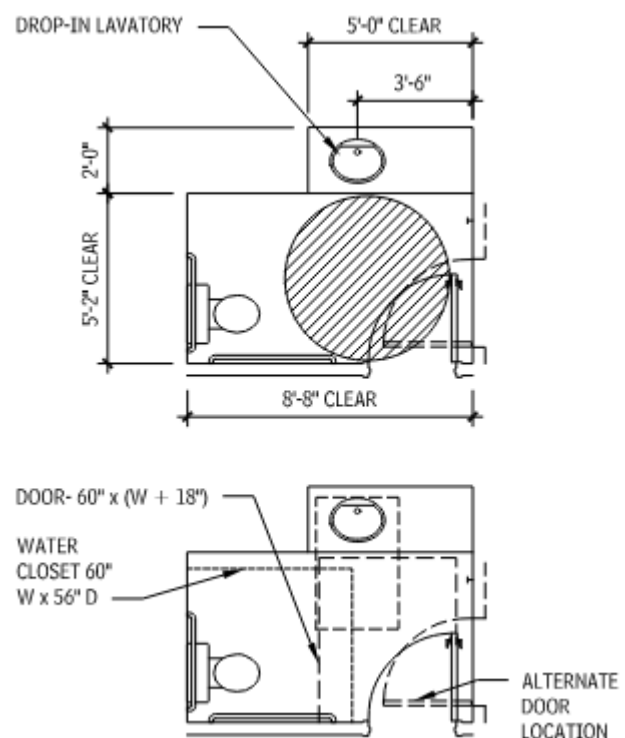
- Variasinya terletak pada arah ayunan pintu dan apakah lebar atau kedalamannya merupakan dimensi yang lebih membatasi. Dimensi menunjukkan dimensi minimum yang nyaman dan dimensi yang disukai.
- Dimensi ruangan secara keseluruhan mencakup toleransi konstruksi 2 inci.
- Setiap tata letak menunjukkan ruang lantai bersih yang diperlukan untuk perlengkapan dan pintu. Sering kali, ruang lantai bersih pada perlengkapan lebih ketat daripada diameter 60 inci atau ruang manuver berbentuk T yang diperlukan. Keduanya harus

dipertimbangkan.

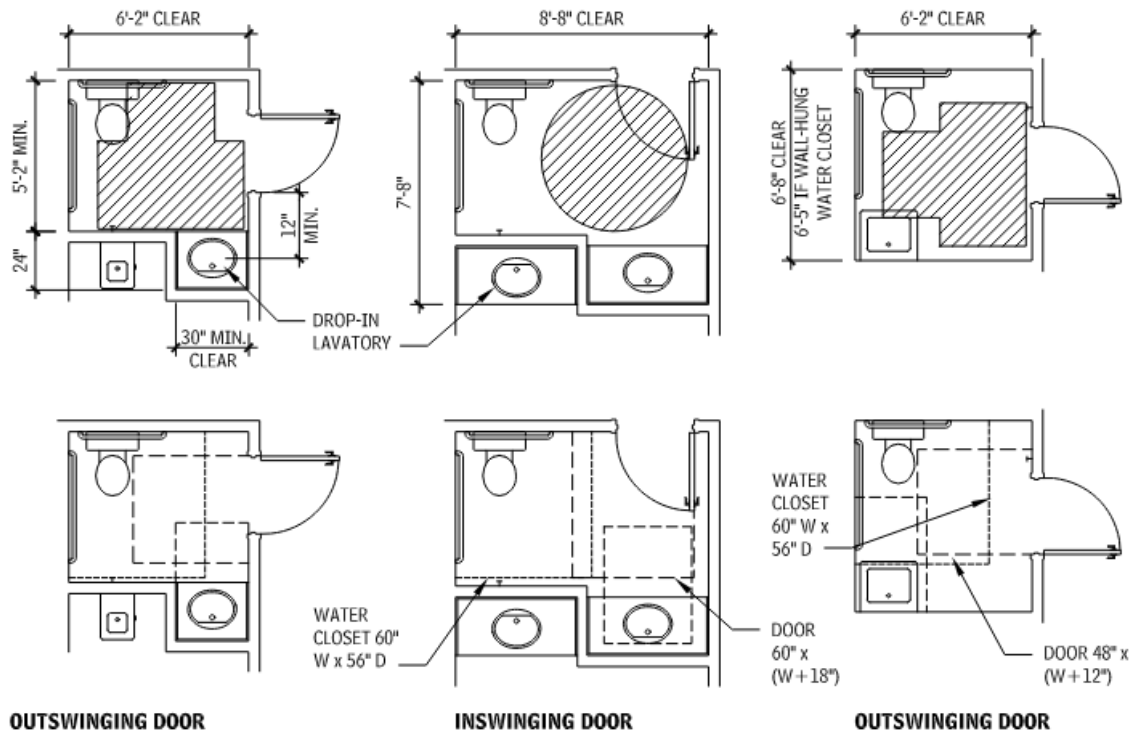
- Jarak bebas manuver pintu: Variabelnya meliputi arah ayunan, arah pendekatan, ukuran pintu, dan perangkat keras pintu. Lihat “Pintu yang Dapat Diakses” dalam bab ini.
- Pintu ke kamar mandi diasumsikan selebar 36 inci, dengan penutup dan kait untuk privasi.
- Jika dicatat, dimensi keseluruhan dapat berkurang jika tidak Ada penutup.
- Jarak bebas manuver di bawah toilet didasarkan pada model American Standard (digantung di dinding dan dipasang di meja dapur). Konfirmasikan dimensi toilet yang sebenarnya.
- Jarak bebas manuver di dasar kloset didasarkan pada model American Standard (tipe tangki yang dipasang di lantai dan tipe katup siram yang dipasang di dinding), dipasang sesuai dengan rekomendasi produsen. Konfirmasikan dimensi kloset yang sebenarnya.



Gambar 6.68 Rencana Singkat Dan Kompak



Gambar 6.69 Kamar Mandi Di Dinding Samping



Gambar 6.70 Toili Di Dinding Seberang

Kompartemen Toilet

- Jika kompartemen toilet disediakan, setidaknya satu kompartemen harus dapat diakses oleh pengguna kursi roda.
- Jika enam atau lebih kompartemen toilet disediakan di kamar toilet, selain kompartemen yang dapat diakses oleh pengguna kursi roda, diperlukan kompartemen yang dapat diakses oleh pengguna kursi roda dengan lebar 36 inci.

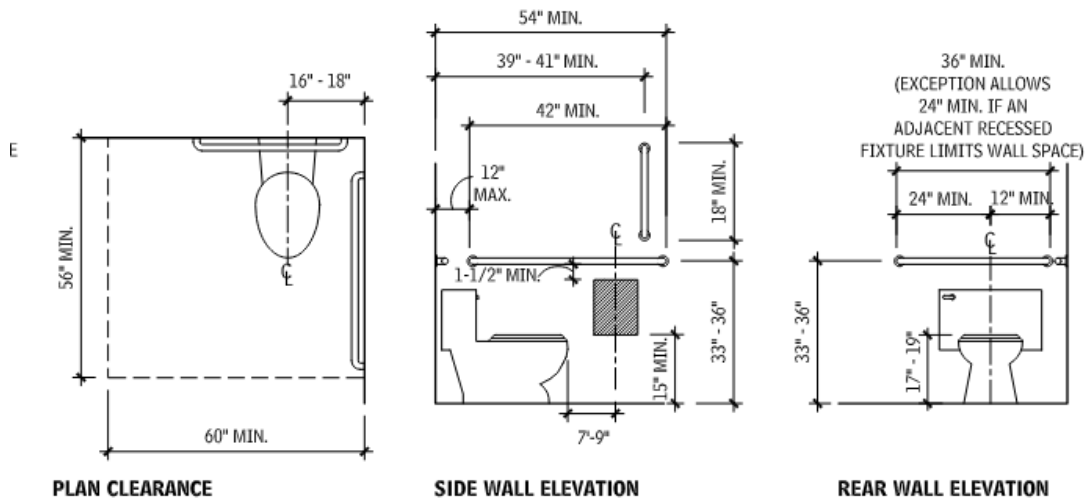
Perlengkapan Toilet Dan Mandi Yang Dapat Diakses

Persyaratan untuk perlengkapan rumah tangga yang dapat diakses dibahas di seluruh bab ini. Semua kriteria dimensi didasarkan pada ICC/ANSI A117.1 dan antropometri orang dewasa, kecuali dinyatakan lain.

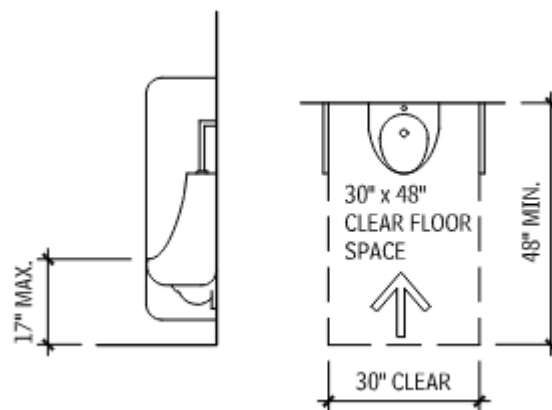
Wc Dan Urinal

- ICC/ANSI A117.1 mengizinkan WC ditempatkan 16 hingga 18 inci dari dinding samping di bilik yang dapat diakses oleh pengguna kursi roda, dan 17 hingga 19 inci di bilik yang dapat diakses oleh pengguna kursi roda. Peraturan lain mungkin mengharuskan dimensi ini menjadi 18 inci.
- ICC/ANSI A117.1 melarang perlengkapan lain dalam jarak bebas yang diperlukan untuk toilet. Edisi sebelumnya dan peraturan lain mengizinkan konfigurasi lain dengan toilet dalam jarak bebas toilet.
- Bagian atas dudukan toilet harus 17 hingga 19 inci di atas lantai. Dudukan tidak boleh dikencangkan untuk kembali ke posisi terangkat.
- ICC/ANSI A117.1 mengharuskan pegangan vertikal yang terletak di dinding samping; edisi sebelumnya dan peraturan lain mungkin tidak mengharuskannya.

- Area yang diberi garis arsir pada Gambar 6.97 menunjukkan lokasi yang diizinkan untuk dispenser tisu toilet. Outlet harus berada dalam kisaran yang ditunjukkan. Dispenser harus memungkinkan aliran kertas terus-menerus, bukan mengendalikan aliran.
- ICC/ANSI A117.1 mengizinkan urinoir tipe bilik; urinoir tipe dinding tidak mengharuskan pelek urinoir yang memanjang. Peraturan lain mungkin mengharuskannya.
- Kontrol penyiraman yang dioperasikan secara manual harus ditempatkan maksimum 44 inci di atas lantai.



Gambar 6.71 Kloset Air



Gambar 6.72 Urinal

Ruang Toilet

- Jarak bebas kaki setinggi 9 inci dan kedalaman 6 inci diperlukan di bagian depan dan setidaknya satu sisi ruang toilet yang dapat diakses. Jarak bebas kaki tidak diperlukan jika ukuran ruang melebihi dimensi minimum sebesar 6 inci atau lebih.
- Konfigurasi tangan kiri atau kanan diizinkan.
- Pintu ruang toilet harus menutup sendiri dan memiliki tarikan di kedua sisi dekat kait.

WC

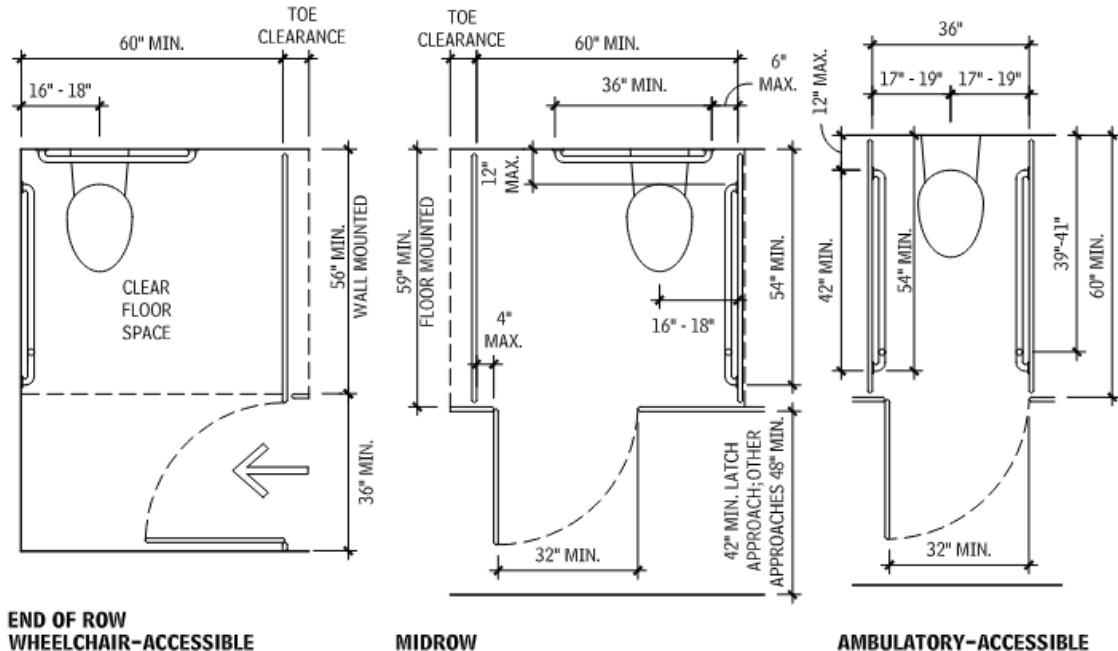
- Jarak bebas lutut dan kaki diperlukan di bawah toilet yang dapat diakses. Luapan toilet diizinkan untuk menonjol ke jarak bebas lutut.
- Semua pipa terbuka yang terletak di bawah toilet yang dapat diakses harus diisolasi

atau ditempatkan sedemikian rupa untuk melindungi pengguna dari kontak dengan pipa.

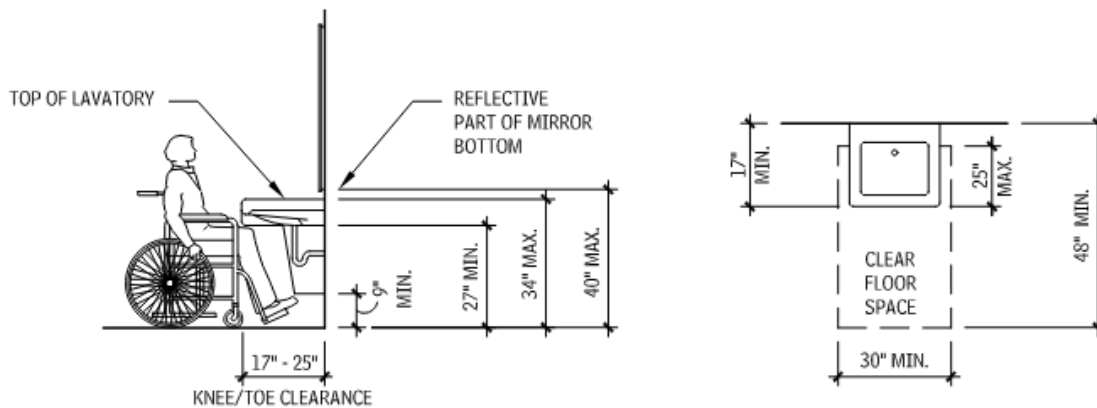
- Kontrol toilet harus berada dalam jangkauan yang dapat diakses, dapat dioperasikan dengan satu tangan, dan tidak memerlukan genggam, jepitan, atau pun puntiran pergelangan tangan yang kuat. Kontrol otomatis dapat diterima. Keran yang diaktifkan secara manual dan menutup sendiri harus beroperasi tidak kurang dari 10 detik.

Bak Mandi

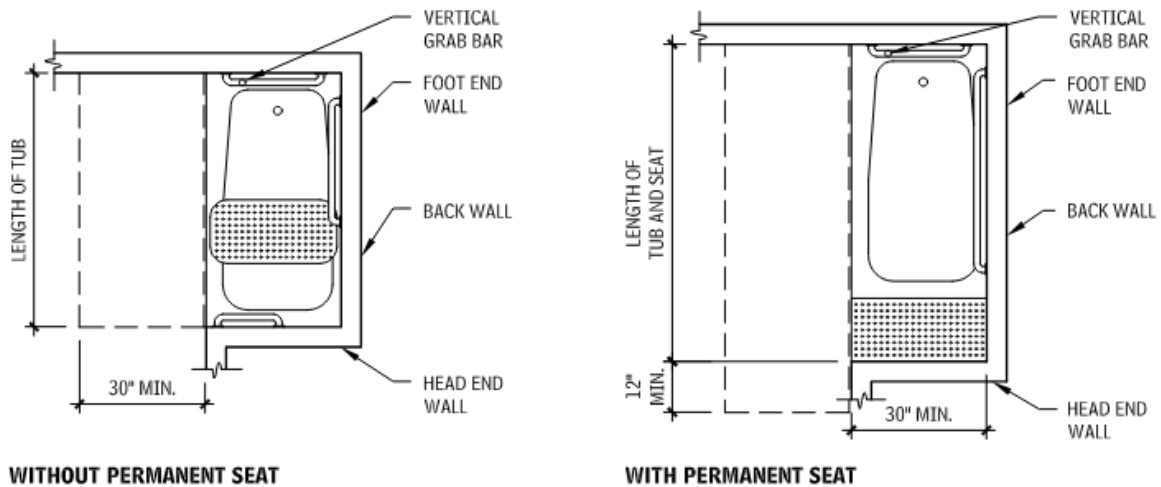
- Kontrol bak mandi, selain sumbat pembuangan, harus ditempatkan di dinding ujung antara tepi bak mandi dan palang pegangan dan antara sisi bak mandi yang terbuka dan titik tengah lebar bak mandi.
- Diperlukan unit semprotan pancuran dengan panjang minimum 59 inci.
- Penutup bak mandi tidak boleh menghalangi kontrol atau mengganggu pemindahan dari kursi roda ke bak mandi. Penutup tidak boleh memiliki rel yang dipasang di tepi bak mandi.
- ICC/ANSI A117.1 tidak mengizinkan wastafel dengan jarak bebas lutut di ujung kaki bak mandi. Peraturan lain mungkin mengizinkan.
- ICC/ANSI A117.1 mengharuskan palang pegangan vertikal dengan panjang minimum 18 inci di dinding kontrol, maksimum 3 hingga 6 inci di atas palang pegangan horizontal, yang merupakan maksimum 4 inci ke dalam dari tepi depan bak mandi. Peraturan lain mungkin tidak memiliki persyaratan ini.



Gambar 6.73 Kompartemen Toilet



GAMBAR 6.74 WC



Gambar 6.75 Bak Mandi

Kompartemen Shower

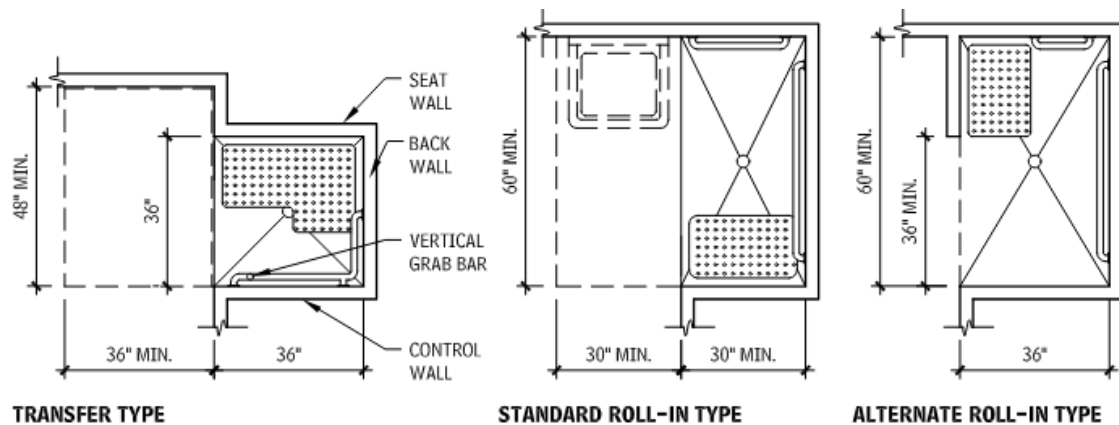
- Ambang batas kompartemen shower tidak boleh melebihi 1/2 in. Desain harus mengantisipasi air yang keluar dari kompartemen.
- Kursi tetap, lipat, atau dapat dilepas diperlukan di kompartemen tipe transfer. Kursi di shower roll-in, jika tersedia, harus terletak di dinding yang berdekatan dengan dinding kontrol dan harus berupa kursi tipe lipat. Kursi dapat berbentuk persegi panjang atau berbentuk L; lihat ICC/ANSI A117.1 untuk detailnya.
- Diperlukan unit semprotan shower dengan panjang minimum 59 in.
- Penutup shower, jika tersedia, tidak boleh menghalangi kontrol atau mengganggu transfer dari kursi roda.
- Di shower tipe transfer, ICC/ANSI A117.1 mengharuskan palang pegangan vertikal dengan panjang minimum 18 in. di dinding kontrol, maksimum 3 hingga 6 in. di atas palang pegangan horizontal, yang merupakan maksimum 4 in. ke dalam dari tepi depan bak mandi. Peraturan lain mungkin tidak memiliki persyaratan ini.

Perlengkapan Anak-Anak

ICC/ANSI A117.1 dan ADAAG memberikan persyaratan teknis berdasarkan dimensi dan

antropometri anak-anak untuk kloset, kompartemen toilet, wastafel, dan bak cuci, bila digunakan terutama oleh orang berusia 12 tahun ke bawah. Dimensi harus diterapkan secara konsisten di dalam kamar kecil. Kompartemen toilet untuk penggunaan anak-anak memerlukan kedalaman 59 inci untuk kloset yang digantung di dinding dan dipasang di lantai, dan jarak bebas kaki setinggi 12 inci, minimal 6 inci, di luar partisi di bagian depan dan satu sisi. Kompartemen toilet yang kedalamannya minimal 65 inci tidak diharuskan memiliki jarak bebas kaki.

Tabel 6.77 mencantumkan dimensi untuk kloset yang melayani anak-anak, dan memberikan panduan tambahan khusus untuk kelompok usia yang dilayani. Spesifikasi yang dipilih harus sesuai dengan kelompok usia pengguna utama dan harus diterapkan secara konsisten dalam pemasangan kloset dan pegangan serta dispenser terkait. Wastafel dan wastafel untuk anak-anak berusia 6 hingga 12 tahun dengan tepi atau permukaan meja maksimum 31 inci boleh memiliki jarak bebas lutut minimum 24 inci. Pendekatan paralel diizinkan di kloset dan wastafel yang terutama digunakan oleh anak-anak berusia 5 tahun ke bawah.



Gambar 6.76 HUJAN

Tabel 6.77 Kloset Air Untuk Anak-Anak

DIMENSI	PRA-SEKOLAH, TK (USIA 3 DAN 4 TAHUN)	KELAS SATU-TIGA (USIA 5-8 TAHUN)	KELAS EMPAT-TUJUH (USIA 9-12 TAHUN)
Garis Tengah Kloset Air	12"	12"-15"	15"-18"
Tinggi Dudukan Toilet	11"-12"	12"-15"	15"-17"
Tinggi Batang Pegangan	18"-20"	20"-25"	25"-27"
Tinggi Dispenser	14"	14"-17"	17"-19"

6.8 KAMAR MANDI PERUMAHAN YANG MUDAH DIAKSES

Standar Aksesibilitas Untuk Kamar Mandi

Meskipun standar desain kamar mandi dan perlengkapannya merupakan bagian penting dari standar ANSI A117.1 pertama pada tahun 1961, standar kamar mandi dengan fitur mobilitas untuk tempat tinggal tidak disertakan hingga edisi tahun 1981. Empat tahun kemudian, Uniform Federal Accessibility Standard (UFAS) menerbitkan standar kamar mandi yang hampir identik untuk tempat tinggal yang termasuk dalam proyek federal. Di sebagian

besar proyek multikeluarga, baik yang didanai swasta maupun publik, antara 1 dan 5 persen dari total tempat tinggal harus memenuhi standar ANSI atau UFAS untuk aksesibilitas kursi roda penuh. Persyaratan cakupan yang tepat bergantung pada kode atau undang-undang tertentu.

Pada tahun 1988, Fair Housing Amendments Act (FHAA) diamandemen untuk memasukkan perlindungan terhadap diskriminasi atas dasar disabilitas. FHAA berlaku untuk bangunan dengan empat atau lebih unit hunian yang dimaksudkan untuk digunakan sebagai tempat tinggal, baik perumahan tersebut disewakan atau dijual, dan baik didanai secara swasta atau publik. Ini termasuk apartemen, kondominium, tempat penampungan hunian, dan fasilitas perawatan jangka panjang. Meskipun persyaratannya tidak seketat yang ditemukan dalam Unit yang Dapat Diakses ICC/ANSI A117.1 dan UFAS, persyaratan FHAA diterapkan secara lebih luas untuk semua unit di gedung dengan satu atau lebih lift, dan unit lantai dasar di gedung tanpa lift. Pedoman Aksesibilitas Perumahan yang Adil (FHAG) mencakup dua opsi untuk desain kamar mandi, yang ditetapkan sebagai Opsi A dan Opsi B. Perbedaan utamanya adalah bahwa Opsi B menyediakan pendekatan yang lebih mudah diakses ke bak mandi. Di tempat tinggal tertutup dengan dua atau lebih kamar mandi, semua kamar mandi harus mematuhi Opsi A, atau setidaknya satu harus mematuhi persyaratan Opsi B. Di unit tertutup dengan satu kamar mandi, Opsi A atau B dapat digunakan.

Americans with Disabilities Act (ADA) dan Americans with Disability Act Accessibility Guidelines (ADAAG) menyediakan persyaratan aksesibilitas untuk unit di tempat tinggal sementara, perawatan medis dan fasilitas perawatan jangka panjang, serta fasilitas penahanan dan pemasyarakatan. Beberapa fasilitas hunian mungkin tercakup oleh ADA dan FHAA, misalnya asrama dan panti jompo. Pedoman ADA/ABA terakhir tertanggal 23 Juli 2004 merevisi ADAAG, dan akan menjadi dasar standar minimum saat diadopsi oleh lembaga federal lain yang bertanggung jawab untuk menerbitkan standar yang dapat diberlakukan. Pedoman ini mencakup pembaruan persyaratan untuk unit dan juga mencakup persyaratan baru untuk "Unit Hunian" yang tidak disertakan di sini. Tata letak kamar mandi ADAAG yang menyertai diskusi ini mencerminkan kriteria ADAAG (Lampiran A 28 CFR Bagian 36) dan Pedoman ADA/ABA terakhir untuk penginapan sementara. Lihat situs web Access Board (www.access-board.gov) untuk mengetahui status terkini proses adopsi ini.

ICC/ANSI A117.1 mencakup persyaratan teknis untuk tiga jenis unit hunian dan tidur dengan fitur mobilitas:

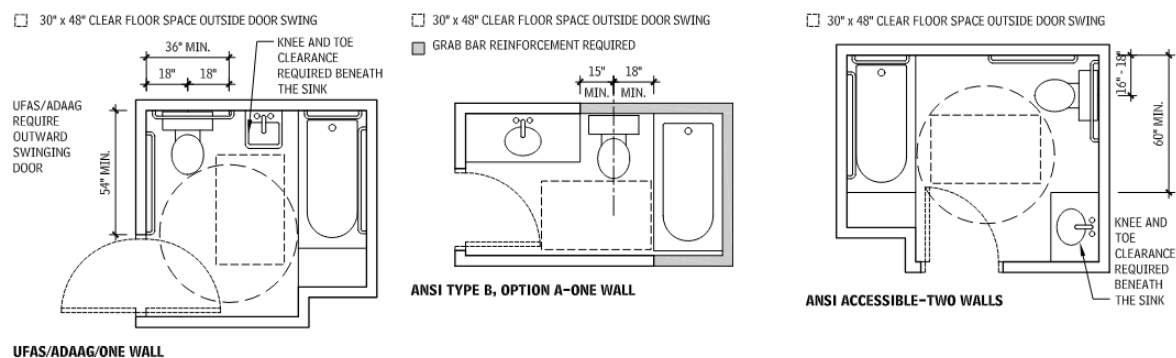
- Unit yang dapat diakses: Jumlah unit yang dapat diakses yang diwajibkan oleh kode bangunan biasanya didasarkan pada jumlah total unit yang disediakan di fasilitas tersebut.
- Unit hunian Tipe A: Unit hunian Tipe A diwajibkan oleh kode bangunan di fasilitas hunian multikeluarga, termasuk gedung apartemen, kondominium, biara, dan biara. Jumlah unit yang diwajibkan untuk mematuhi persyaratan ini umumnya didasarkan pada persentase dari jumlah total unit yang disediakan; lihat kode bangunan yang berlaku.
- Unit hunian Tipe B: Persyaratan untuk unit hunian Tipe B dimaksudkan agar konsisten

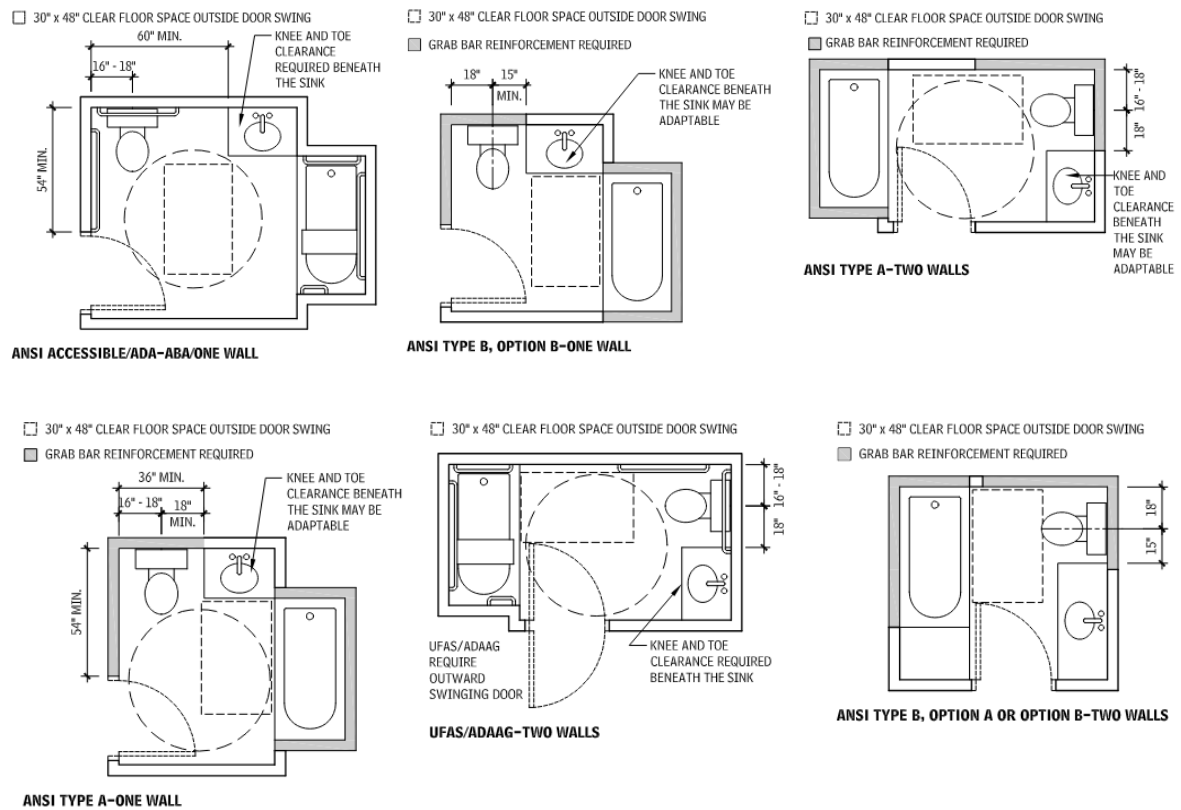
dengan persyaratan teknis FHAA.

Persyaratan teknis untuk kamar mandi sangat bervariasi di antara tipe-tipe ini. Unit yang mudah diakses adalah yang paling mudah diakses, dan umumnya diwajibkan oleh kode bangunan di fasilitas hunian publik dan institusional, termasuk panti jompo, rumah sakit, fasilitas penahanan, asrama, rumah kos, dan hotel. Telah ada upaya dalam komunitas pengembangan kode untuk membuat persyaratan teknis untuk unit hunian di ICC/ANSI A117.1 konsisten dengan persyaratan yang ditemukan dalam persyaratan federal. Perlu dicatat bahwa selain pedoman, peraturan juga merupakan bagian penting dari undang-undang federal ini. Untuk memastikan kepatuhan, arsitek harus berkonsultasi dengan kode, undang-undang, dan peraturan yang sesuai, dan dengan hati-hati memverifikasi persyaratan yang berlaku untuk proyek mereka sebelum melanjutkan dengan desain dan konstruksi perumahan hunian.

RUANG MANUVER

Kamar mandi yang dapat diakses harus memenuhi persyaratan rencana yang ditentukan, tergantung pada standar yang digunakan. Setiap rencana kamar mandi harus menyediakan jarak bebas perlengkapan yang disyaratkan oleh standar yang berlaku. Selain itu, ruang manuver umum harus disediakan, meskipun jumlah ruang bervariasi menurut jenis unit. Unit yang Dapat Diakses ICC/ANSI A117.1 dan Tipe A, UFAS, dan ADAAG memerlukan lingkaran berdiameter 5 kaki atau area putar kursi roda berbentuk T 5 kaki. Ruang manuver umumnya dapat mencakup ruang lutut dan kaki di bawah perlengkapan dan aksesori. Kamar mandi dalam ICC/ANSI A117.1 Tipe B dan FHAG harus "dapat digunakan" dan bukan "dapat diakses"; oleh karena itu, jarak bebas manuver minimum lebih sedikit. Di unit-unit ini, harus ada cukup ruang kosong untuk menempatkan kursi roda di luar ayunan pintu. Persyaratan ini dijelaskan sebagai ruang persegi panjang berukuran 30 x 48 inci. Semua standar mengizinkan ruang lantai yang diperlukan agar perlengkapan dapat tumpang tindih dengan ruang manuver yang diperlukan. Namun, standar ADAAG tidak mengizinkan pintu kamar mandi (bahkan di fasilitas pengguna tunggal) untuk berayun ke dalam jarak bebas perlengkapan apa pun.





Gambar 6.78 Tata Letak Kamar Mandi

Dalam hampir semua situasi, persyaratan ini secara efektif mengharuskan pintu berayun keluar ke aula atau kamar tidur yang berdekatan. Ini telah direvisi dalam Pedoman ADA/ABA final. PINTU MASUK KAMAR MANDI Berbagai tipe unit memerlukan pintu masuk kamar mandi dengan ukuran yang berbeda. Unit yang Dapat Diakses ICC/ANSI A117.1 dan Tipe A, UFAS, dan ADAAG memerlukan pemasangan setidaknya pintu berukuran 3 kaki untuk menyediakan pintu berukuran 32 inci penuh. bukaan yang jelas. Selain itu, persyaratan tersebut mencakup persyaratan untuk jarak bebas manuver. ICC/ANSI A117.1 Tipe B dan FHAG mengizinkan jarak bebas pintu 2 kaki 10 inci untuk menyediakan bukaan yang jelas "nominal" 32 inci; jarak bebas manuver pintu tidak diperlukan.

Batang Pegangan

suSunan batang pegangan dapat memengaruhi denah lantai kamar mandi yang dapat diakses. Persyaratan batang pegangan dari ICC/ANSI A117.1 Dapat Diakses dan Tipe A, UFAS, dan ADAAG dapat menjadi faktor penting dalam pengaturan toilet dan kamar mandi. Standar batang pegangan unit ICC/ANSI A117.1 Tipe B dan FHAG mengizinkan batang pegangan samping yang lebih pendek, dan memungkinkan pemasangan batang pegangan yang dapat diayunkan ke atas, sehingga dinding yang berdekatan dengan toilet mungkin lebih pendek atau dihilangkan seluruhnya.

Fitur Yang Dapat Disesuaikan

Dalam desain kamar mandi hunian, kemampuan beradaptasi merupakan istilah baru ketika diperkenalkan dalam edisi ANSI tahun 1980. Kemampuan beradaptasi, dalam hal ini,

didefinisikan sebagai “kemampuan elemen-elemen tertentu... untuk diubah atau ditambahkan sehingga dapat mengakomodasi kebutuhan penyandang disabilitas atau bukan, atau untuk mengakomodasi kebutuhan penyandang disabilitas dengan jenis atau tingkat disabilitas yang berbeda.”

kamar mandi yang dapat diakses, elemen yang dapat disesuaikan biasanya mencakup lemari dasar yang "dapat dilepas" yang dapat dihilangkan, jika perlu, untuk menyediakan ruang lutut di bawah meja rias, dan penguatan dinding tersembunyi yang akan memudahkan pemasangan pegangan tangan di sekitar perlengkapan pipa tertentu. Penting agar lemari memiliki kualitas yang sama dengan lemari di unit yang tidak dapat diakses dan lantai serta pelapis dinding diperluas di bawah dan di belakang sehingga saat lemari dilepas, kamar mandi tetap memiliki tampilan akhir. Meskipun istilah Adaptasi tidak termasuk dalam ICC/ANSI A117.1, standar ini memperbolehkan lemari dasar yang dapat dilepas dan penguatan untuk pegangan tangan yang dipasang nanti di unit ICC/ANSI Tipe A dan Tipe B.

Kamar Mandi Rumah Lainnya

Seperti halnya semua desain khusus, desain kamar mandi yang dapat diakses untuk rumah keluarga tunggal atau proyek renovasi harus disesuaikan dengan masing-masing pemilik rumah. Misalnya, jika kamar mandi utama direncanakan untuk pengguna kursi roda, desainnya harus mencerminkan kebutuhan dan preferensi individu orang tersebut.

Persyaratan Perlengkapan Perpipaan

Persyaratan perlengkapan bervariasi di antara standar dan pedoman aksesibilitas umum. Perbedaan paling signifikan ditemukan antara yang diperlukan untuk mematuhi FHAA dan persyaratan untuk Unit Aksesibel ICC/ANSI A117.1 dan Tipe A, UFAS, dan ADAAG. Pedoman ADA/ABA terakhir tertanggal 23 Juli 2004 merevisi ADAAG, dan akan berfungsi sebagai dasar untuk standar minimum saat diadopsi oleh lembaga federal lain yang bertanggung jawab untuk mengeluarkan standar yang dapat diberlakukan.

Pedoman ini mencakup pembaruan persyaratan untuk unit serta persyaratan baru untuk "Unit Hunian." Diagram ruang perlengkapan ADAAG yang ditunjukkan pada Gambar 6.79 hingga 13.81 mencerminkan kriteria Lampiran A ADAAG, 28 CFR Bagian 36), bukan Pedoman ADA/ABA terakhir. Lihat situs web Access Board (www.access-board.gov) untuk mengetahui status terkini dari proses adopsi ini. Persyaratan izin akses untuk berbagai standar aksesibilitas diilustrasikan dalam Gambar 6.79 hingga 13.81. Untuk persyaratan lain, seperti pemasangan pegangan tangan atau spesifikasi keran, arsitek harus merujuk pada kode atau standar yang berlaku untuk proyek mereka.

Standar WC

Perbedaan dalam persyaratan ruang lantai bersih minimum untuk WC terkait dengan jarak yang diizinkan dari perlengkapan yang berdekatan dan lokasi yang diperlukan untuk pegangan. Di Unit yang Dapat Diakses ICC/ANSI A117.1, tidak Ada perlengkapan lain yang diizinkan dalam jarak yang diperlukan, dan WC harus terletak berdekatan dengan dinding samping untuk mengakomodasi pegangan.

UFAS, ICC/ANSI A117.1 Tipe A, dan ADAAG juga memerlukan dinding samping yang

berdekatan, tetapi memperbolehkan toilet dengan jarak lutut minimal 18 inci dari garis tengah WC. ICC/ANSI A117.1 Tipe A memperbolehkan lemari yang "dapat disesuaikan" di bawah toilet, asalkan dapat dilepas tanpa melepas atau mengganti toilet, lantai memanjang di bawah lemari, dan dinding di sekitar lemari sudah selesai.

ICC/ANSI A117.1 Tipe B/FHAA memperbolehkan wastafel atau meja rias dengan atau tanpa jarak bebas lutut minimal 15 inci dari garis tengah kloset. Kloset tidak harus berdekatan dengan dinding samping, tetapi harus memiliki jarak bebas minimal 18 inci untuk mengakomodasi pemasangan pegangan tangan yang dapat diayunkan ke atas atau yang dipasang di lantai di masa mendatang.

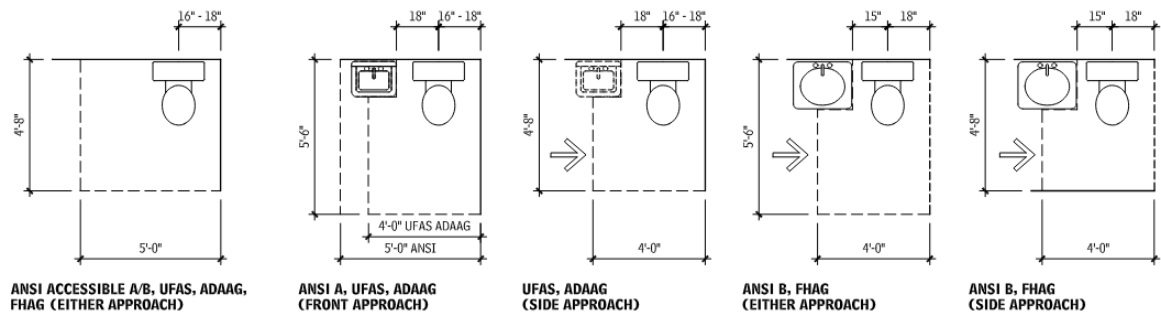
Selain persyaratan jarak bebas, UFAS, Unit Aksesibel ICC/ANSI A117.1, dan ADAAG mencakup ketentuan untuk tinggi dudukan toilet (17 hingga 19 inci AFF) dan lokasi serta pengoperasian kontrol penyiraman dan dispenser kertas toilet. Persyaratan ICC/ANSI A117.1 Tipe A juga mencakup tinggi dudukan (15 hingga 19 inci AFF) dan lokasi serta pengoperasian kontrol penyiraman. Unit Aksesibel ICC/ANSI A117.1, UFAS, dan ADAAG menentukan luas dan lokasi pegangan tangan yang diperlukan; ICC/ANSI A117.1 Tipe A, ICC/ANSI A117.1 Tipe B, dan FHAG memerlukan penguatan untuk pemasangan palang pegangan di masa mendatang.

Standar Wc Dan Meja Rias

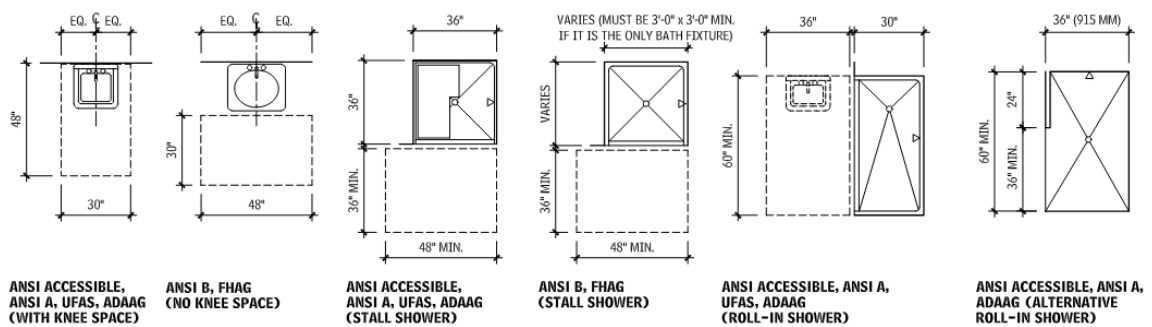
Perbedaan utama antara standar aksesibilitas untuk toilet dan meja rias terkait dengan kebutuhan jarak bebas pendekatan ke depan dengan ruang lutut. Semua tipe unit memerlukan pendekatan ini, kecuali FHAG/ICC/ANSI A117.1 Tipe B, yang memungkinkan pendekatan paralel yang berpusat pada wastafel. ADAAG, Unit yang Dapat Diakses ICC/ANSI A117.1, ICC/ANSI A117.1 Tipe A, dan UFAS juga mencakup persyaratan untuk keran, tinggi cermin, dan perlindungan pipa. Unit yang Dapat Diakses ICC/ANSI A117.1 mencakup ketentuan yang memerlukan ruang meja rias yang sebanding, dalam hal ukuran dan kedekatan dengan toilet, di unit yang dapat diakses sebagaimana disediakan di unit yang tidak dapat diakses dalam suatu proyek.

Standar Bak Mandi Dan Bak Mandi/Pancuran Mandi

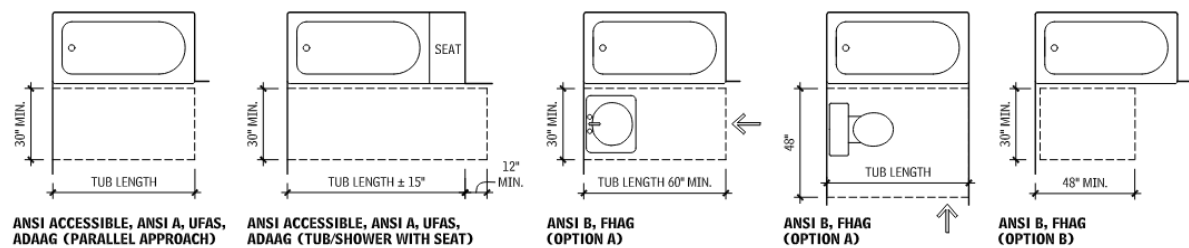
Standar bak mandi yang dapat diakses juga memiliki perbedaan yang kentara. Untuk bak mandi tanpa dudukan permanen, Unit yang Dapat Diakses ICC/ANSI A117.1 mensyaratkan jarak bebas 30 inci yang sejajar dengan panjang bak mandi. Untuk bak mandi dengan dudukan permanen, Unit yang Dapat Diakses ICC/ANSI A117.1 mensyaratkan jarak bebas 12 inci di luar dudukan untuk menyediakan ruang bagi pengguna kursi roda untuk menyelaraskan kursi roda agar dapat berpindah ke dudukan. ICC/ANSI A117.1 Tipe A mensyaratkan jarak bebas yang sama, tetapi memperbolehkan meja dapur atau lemari (bukan wastafel) di ujung kaki, asalkan dapat dilepas dan lantai memanjang di bawahnya. UFAS dan ADAAG memperbolehkan toilet yang dapat diakses dengan jarak bebas lutut di jarak bebas ujung kaki.



Gambar 6.79 Persyaratan Ruang Wc



Gambar 6.80 Persyaratan Ruang Wc Dan Kamar Mandi



Gambar 6.81 Persyaratan Ruang Bak Mandi

FHAG dan ICC/ANSI A117.1 Tipe B menyediakan dua pilihan kamar mandi. Pilihan A memungkinkan pendekatan paralel, yang dapat mencakup toilet dengan jarak bebas lutut, atau pendekatan tegak lurus yang dapat dimasuki toilet. Pilihan B memerlukan pendekatan yang jelas berukuran 30 x 48 inci yang sejajar dengan bak mandi, dimulai dari dinding kontrol. Dari alternatif ini, Pilihan B lebih mudah diakses karena menyediakan akses yang lebih besar ke kontrol.

Unit yang Dapat Diakses ICC/ANSI A117.1, ICC/ANSI A117.1 Tipe A, UFAS, dan ADAAG semuanya memiliki persyaratan tambahan untuk lokasi dan pengoperasian kepala pancuran dan kontrol keran. Unit yang Dapat Diakses ICC/ANSI A117.1, UFAS, dan ADAAG menentukan luas dan lokasi palang pegangan yang diperlukan; ICC/ANSI A117.1 Tipe A, ICC/ANSI A117.1 Tipe B, dan FHAG memerlukan penguatan untuk pemasangan palang pegangan di masa mendatang.

Standar Unit Shower Stall Jenis Transfer Dan Roll-In

Shower yang dapat diakses mencakup baik booth transfer (tempat orang yang mandi

berpindah dari kursi roda ke bangku atau kursi portabel) maupun booth roll-in (tempat orang yang mandi tetap duduk di kursi shower khusus dan didorong oleh petugas atau didorong sendiri ke dalam booth). Unit yang Dapat Diakses ICC/ANSI A117.1, UFAS, dan ADAAG mengharuskan pemasangan kursi booth bawaan di shower tipe stall dan shower tipe roll-in alternatif. ICC/ANSI A117.1

Tipe A mengharuskan penguatan untuk pemasangan kursi shower di masa mendatang. ICC/ANSI A117.1 Tipe B dan FHAG juga memerlukan penguatan, kecuali pada pancuran yang lebih besar dari 36 x 36 inci. Unit Aksesibel ICC/ANSI A117.1, ICC/ANSI A117.1 Tipe A, UFAS, dan ADAAG mencakup persyaratan mengenai lokasi dan pengoperasian kepala pancuran dan kontrol pengoperasian, konfigurasi ambang batas, dan suhu air. Unit Aksesibel ICC/ANSI A117.1, UFAS, dan ADAAG menentukan luas dan lokasi palang pegangan yang diperlukan; ICC/ANSI A117.1 Tipe A, ICC/ANSI A117.1 Tipe B, dan FHAG memerlukan penguatan untuk pemasangan palang pegangan di masa mendatang.

6.9 DAPUR HUNIAN YANG MUDAH DIAKSES

Pedoman Aksesibilitas

ANSI A117.1 tahun 1980 dan UFAS tahun 1984 Adalah yang pertama kali menyertakan standar desain dapur dengan fitur untuk pengguna kursi roda. Di sebagian besar perumahan multikeluarga, antara 1 dan 5 persen dari total unit hunian harus dapat diakses oleh kursi roda, tergantung pada kode bangunan setempat atau standar federal. Standar dapur dalam Undang-Undang Amandemen Perumahan yang Adil (FHAA) tahun 1988, undang-undang hak sipil federal, mencakup persyaratan untuk "dapur yang dapat digunakan" di perumahan multikeluarga. Standar Perumahan yang Adil harus diterapkan pada antara 20 dan 100 persen dari total unit proyek, dengan beberapa pengecualian, tergantung pada konfigurasi bangunan, apakah dilengkapi dengan lift penumpang, dan topografi lokasi. Pedoman ADA/ABA memberikan persyaratan baru untuk "Unit Hunian," yang tidak disertakan di sini. Lihat situs web Access Board (www.access-board.gov) untuk mengetahui status terkini dari proses adopsi ini.

ICC/ANSI A117.1 mencakup persyaratan teknis untuk tiga jenis unit hunian dengan fitur mobilitas, dan persyaratan teknis untuk dapur bervariasi di antara jenis-jenis ini:

- Unit yang mudah diakses: Unit ini paling mudah diakses dan umumnya diwajibkan oleh kode bangunan di fasilitas perumahan publik dan institusional, termasuk asrama, rumah kos, dan hotel.
- Unit Tipe A: Unit ini biasanya diwajibkan oleh kode bangunan di fasilitas perumahan multikeluarga, termasuk gedung apartemen. Jumlah unit yang diwajibkan untuk mematuhi persyaratan ini didasarkan pada persentase dari jumlah total unit yang disediakan.
- Unit Tipe B: Unit ini dimaksudkan agar konsisten dengan persyaratan teknis Undang-Undang Amendemen Perumahan yang Adil.

Arsitek harus dengan cermat memverifikasi persyaratan dapur mana yang sesuai untuk proyek spesifik mereka karena tipe unit ini memiliki standar desain yang sangat berbeda. HUD

telah menetapkan "tempat berlindung yang aman" untuk mematuhi FHAA. Dapur yang mudah diakses harus mencerminkan prinsip tata letak konvensional terkait alur kerja yang tepat dan kedekatan fungsional. Seperti halnya desain kustom konvensional, desain dapur yang mudah diakses untuk rumah keluarga tunggal atau proyek renovasi harus sesuai dengan kebutuhan dan preferensi spesifik pemilik rumah.

Persyaratan Peralatan Dan Peralatan

Tiga jenis standar kursi roda umum untuk dapur hunian Adalah:

- Jarak bebas manuver dapur secara keseluruhan
- Jarak bebas pendekatan untuk peralatan dan perlengkapan individual
- Spesifikasi perlengkapan lainnya seperti kedalaman bak, lokasi sakelar, dan konfigurasi keran

Unit yang Dapat Diakses ICC/ANSI A117.1, ICC/ANSI A117.1 Tipe A, dan standar UFAS untuk peralatan dan perlengkapan pipa jauh lebih mudah diakses daripada ICC/ANSI A117.1 Tipe B/FHAG, sebagaimana dirinci dalam Tabel 6.108. Semua mensyaratkan agar disediakan ruang lantai yang cukup pada perlengkapan atau peralatan untuk mengakomodasi pendekatan paralel atau depan, tergantung pada standar desain yang berlaku.

Pedoman Perumahan yang Adil dan sebagian besar standar kode bangunan mensyaratkan ruang lantai yang cukup pada sebagian besar perlengkapan dan peralatan dapur. Ruang ini dapat memungkinkan pendekatan kursi roda paralel atau tegak lurus (depan), tergantung pada perlengkapan atau peralatan yang dipilih atau keputusan perancang. HUD telah menafsirkan pedoman FHAA-nya untuk mengharuskan pemusatan ruang lantai yang bersih pada peralatan atau perlengkapan. Ini bukan persyaratan ICC/ANSI A117.1.

Namun, beberapa standar jarak bebas tidak memiliki dasar fungsional. Misalnya, agar bermanfaat, pendekatan paralel ke mesin pencuci piring harus diimbangi agar pintu berengsel bawah dapat diturunkan sepenuhnya. Ruang lutut yang berdekatan di wastafel dapur atau lokasi ujung meja yang terbuka menyediakan akses kursi roda yang optimal ke mesin pencuci piring. Pendekatan paralel ke lemari es lebih praktis daripada pendekatan depan karena jangkauan horizontal pengguna yang lebih panjang akan memungkinkan akses penuh ke bagian dalam.

Tabel 6.82 Persyaratan Ruang Lantai Dan Ruang Lutut Untuk Peralatan Dan Peralatan

PERALATAN	PERSYARATAN	ICC/ANSI A117.1 UNIT AKSESIBEL	ICC/ANSI A117.1 TIPE A	ICC/ANSI A117.1 TIPE B/FHAG	UFAS
Bak Cuci	Pendekatan Ruang Lutut	Depan Ya	Depan Ya ^{5 6}	Paralel atau Depan Ya, dengan pendekatan depan ⁶	Paralel atau Depan Ya
Ruang Kerja	Pendekatan Ruang Lutut	Depan Ya ⁵	Tidak Diperlukan	Depan Ya ⁵	Depan Ya
Penyimpanan	Pendekatan	Paralel atau Depan untuk	Paralel atau Depan	Tidak Ada Persyaratan	Paralel atau Depan

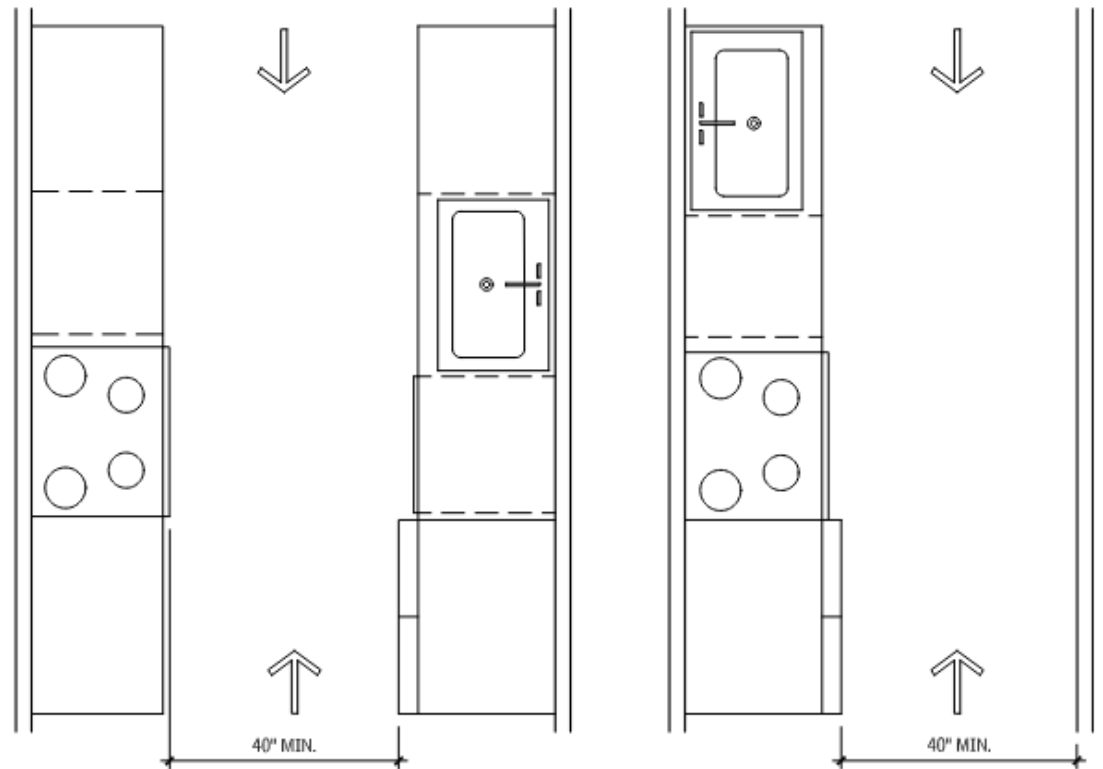
		50%			
Kompor/Permukaan Memasak	Pendekatan Ruang Lutut	Paralel atau Depan Ya, dengan pendekatan depan ke permukaan memasak	Paralel atau Depan Ya, dengan pendekatan depan ke permukaan memasak	Paralel atau Depan Ya, dengan pendekatan depan ke permukaan memasak	Paralel atau Depan Opsional
Kulkas	Pendekatan	Paralel (geser maks. 24")	Paralel (geser maks. 24")	Paralel atau Depan	Paralel atau Depan
Mesin Pencuci Piring	Pendekatan	Paralel atau Depan berdekatan dengan mesin pencuci piring ⁶	Paralel atau Depan berdekatan dengan mesin pencuci piring ⁶	Paralel atau Depan	Paralel atau Depan
Oven	Pendekatan	Paralel atau Depan	Paralel atau Depan	Paralel atau Depan	Paralel atau Depan
Pemadat Sampah	Pendekatan	Paralel atau Depan	Paralel atau Depan	Paralel atau Depan	Paralel atau Depan

Jarak bebas peralatan mungkin bergantung pada fitur peralatan tertentu. Misalnya, jarak bebas oven bergantung pada apakah pintunya berengsel samping atau bawah. Jarak bebas manuver secara keseluruhan harus mempertimbangkan kedalaman peralatan yang menonjol. Jika desain dapur didasarkan pada asumsi khusus mengenai peralatan, arsitek harus mencatat fakta itu dengan saksama pada gambar untuk memastikan kepatuhan. Titik kritis mengenai ruang lantai yang bersih dan perlengkapan dan peralatan dapur adalah persyaratan untuk memusatkan ruang lantai secara tepat pada garis tengah peralatan atau perlengkapan.

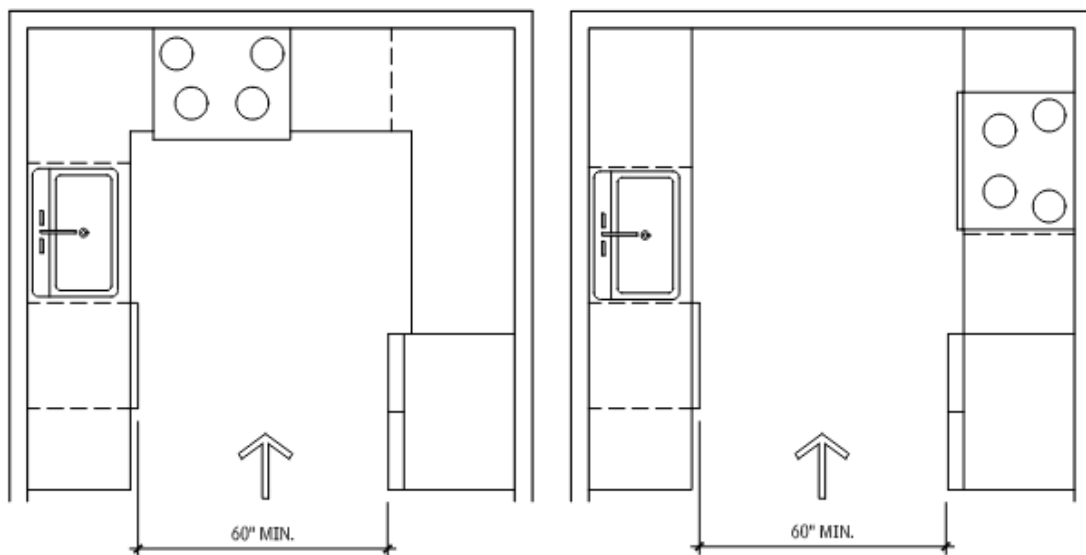
Meskipun persyaratan ini tidak dinyatakan secara eksplisit dalam pedoman Perumahan yang Adil, HUD menafsirkan ini sebagai persyaratan dapur dan kamar mandi Perumahan yang Adil. Dalam rencana dapur, dampaknya bisa signifikan. Misalnya, untuk menyediakan pendekatan paralel, perlengkapan atau peralatan yang lebarnya kurang dari 48 inci harus diimbangi dari dinding ujung atau sudut meja bagian dalam. Kulkas 30 inci, misalnya, harus ditempatkan 9 inci dari dinding ujung, atau pendekatan ke depan harus disediakan; mesin pencuci piring 24 inci harus ditempatkan 12 inci dari sudut meja bagian dalam.

Persyaratan untuk ruang manuver umum di dalam dapur dan untuk ketinggian meja dapur juga bervariasi di antara standar. Semua memerlukan jarak bebas minimum antara meja dapur, meja dapur, peralatan, atau dinding sebesar (1) 40 inci di lorong dapur tempat perlengkapan yang diperlukan atau ruang lutut area kerja disediakan atau (2) lorong 60 inci di dapur berbentuk U. Di Unit yang Dapat Diakses ICC/ANSI A117.1, dapur pass-through harus memiliki dua titik masuk. Jika tertutup pada tiga sisi yang berdekatan, itu dianggap sebagai dapur berbentuk U dan harus memiliki area putar kursi roda. Unit yang Dapat Diakses ICC/ANSI A117.1, ICC/ANSI A117.1 Tipe A, dan UFAS memerlukan permukaan kerja baik dengan meja

yang tingginya dapat disesuaikan atau meja tetap pada ketinggian 34 inci. ICC/ANSI A117.1 Tipe A memungkinkan lemari dasar yang dapat dilepas untuk permukaan kerja ini dan wastafel. ICC/ANSI A117.1 Tipe B/FHAG tidak mencakup persyaratan untuk ketinggian meja.

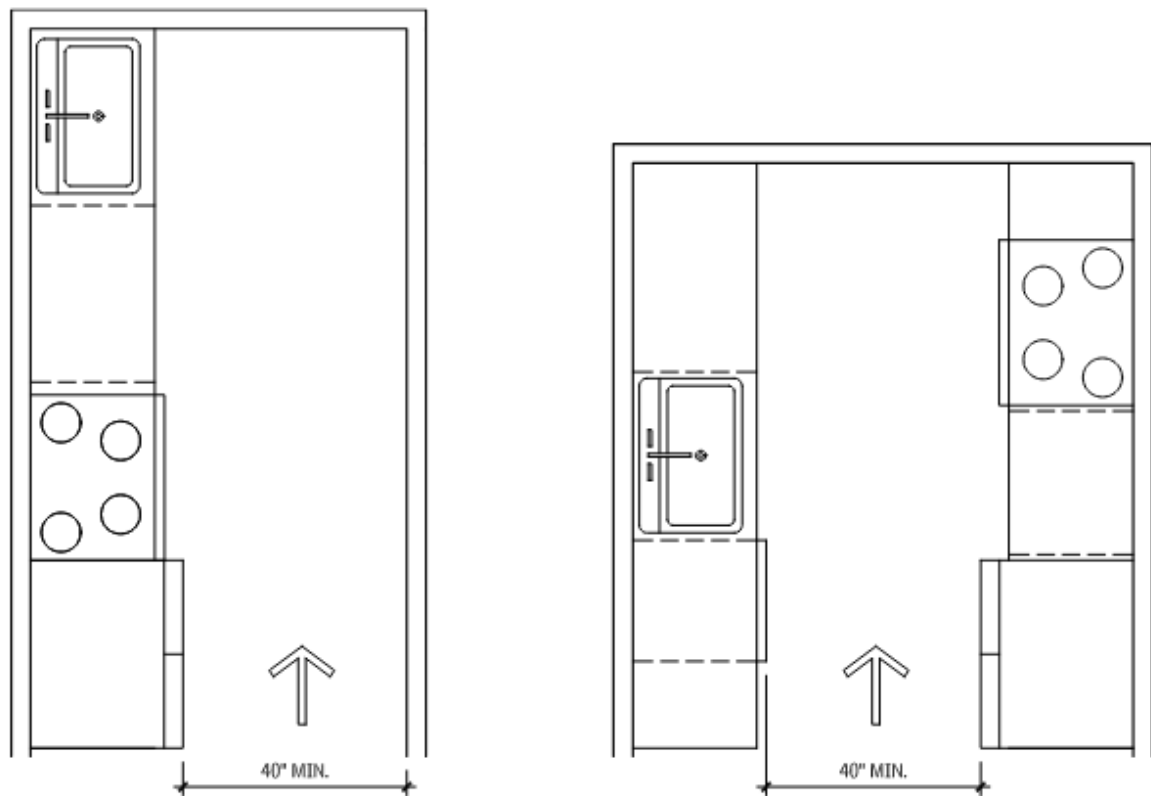


ACCESSIBLE PASS-THROUGH KITCHENS

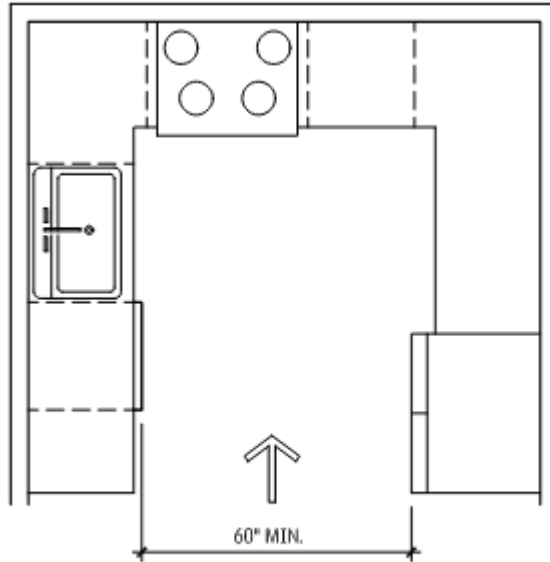


ACCESSIBLE U-SHAPED KITCHENS, SINK AND WORK SURFACE REQUIRED

Gambar 6.83 ICC/ANSI A117.1 Pass-Through Yang Dapat Diakses Dan Bentuk U Yang Dapat Diakses



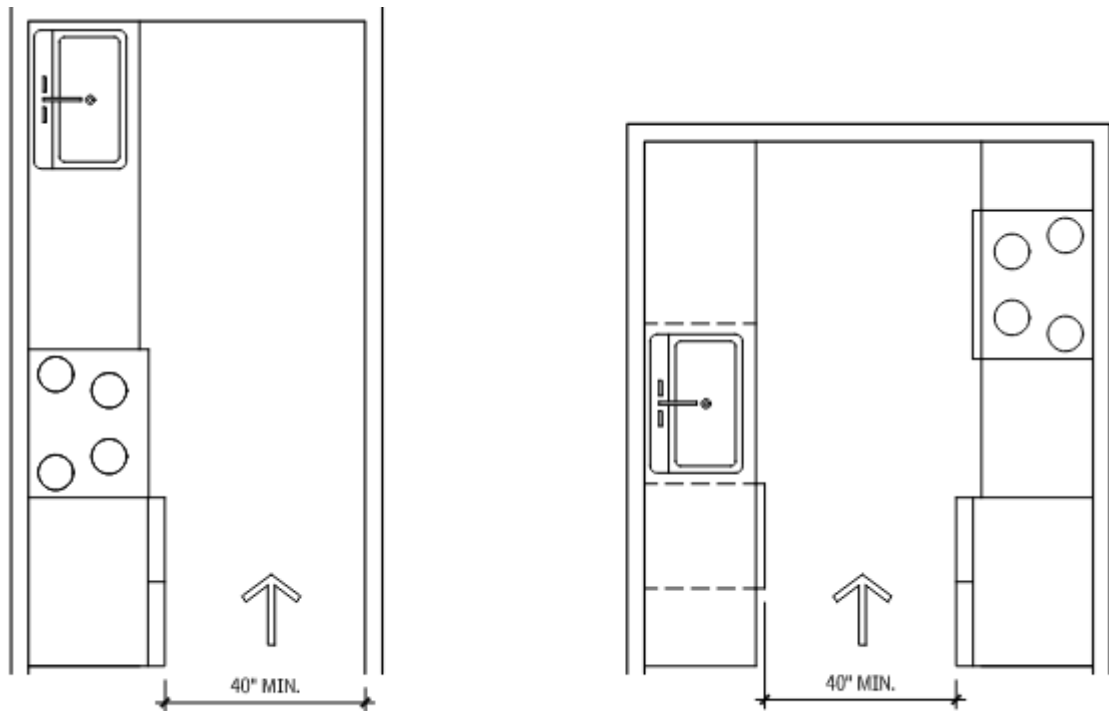
ACCESSIBLE KITCHENS



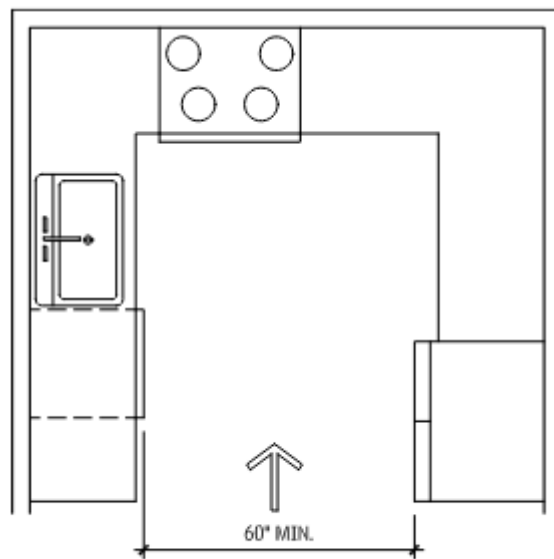
ACCESSIBLE U-SHAPED KITCHEN

Gambar 6.84 ICC/ANSI A117.1 Jarak Jauh Minimum Tipe A Dan Tipe A Berbentuk U

Diperlukan area putar kursi roda dan wastafel serta permukaan kerja yang dapat diakses atau disesuaikan. Di dapur dapur (jarak bebas minimum), area putar yang diperlukan dapat mencakup jarak bebas lutut dan jari kaki di bawah wastafel atau permukaan kerja.



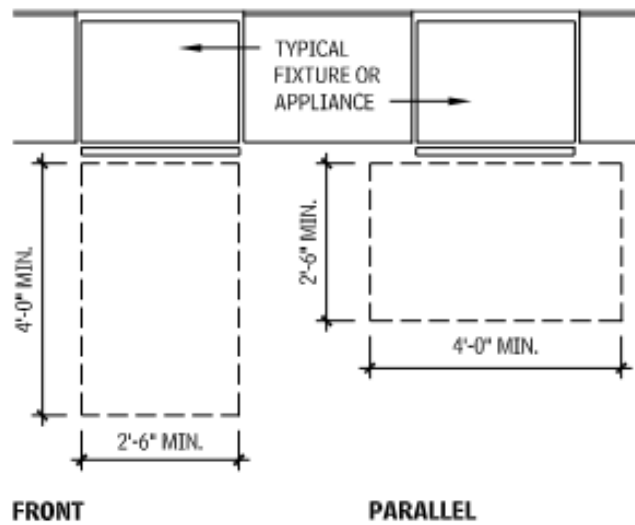
ACCESSIBLE KITCHENS



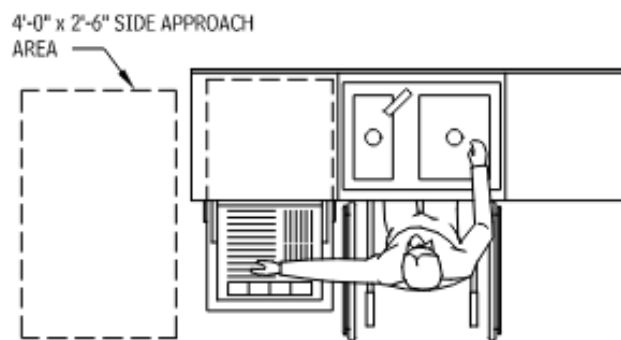
ACCESSIBLE U-SHAPED KITCHEN

Gambar 6.85 ICC/ANSI A117.1 Jarak Jauh Minimum Tipe B Dan Tipe B Berbentuk U

Penataan meja dapur berbentuk U harus mencakup jarak bebas 5 kaki antara meja dapur yang berseberangan (atau peralatan atau dinding) untuk mematuhi Unit Aksesibel ICC/ANSI A117.1, Tipe A ICC/ANSI A117.1, dan Tipe B ICC/ANSI A117.1. Pedoman FHAA mengharuskan jarak bebas 5 kaki jika wastafel, kompor, atau kompor tanam dipasang di kaki dasar meja dapur berbentuk U. Jika perlengkapan kaki dasar mencakup ruang lutut atau kabinet dasar yang dapat dilepas, jarak bebas 5 kaki tidak diperlukan.

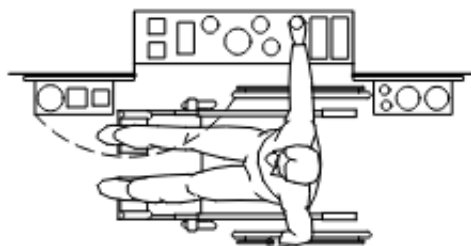


Gambar 6.86 Diagram Pendekatan Untuk Peralatan Atau Peralatan



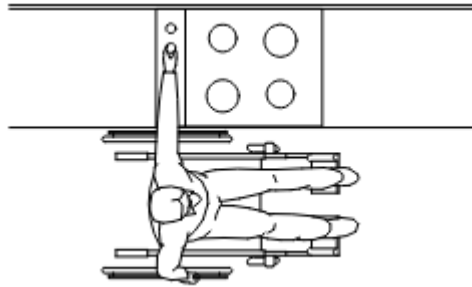
Gambar 6.87 Bak Cuci Dapur Dan Mesin Pencuci Piring

Menempatkan bak cuci piring di sebelah mesin pencuci piring memiliki manfaat aksesibilitas sekaligus keuntungan fungsional. Ruang lutut bak cuci piring menyediakan akses mudah bagi pengguna kursi roda ke mesin pencuci piring di sebelahnya. Bak cuci piring itu sendiri harus berupa unit dangkal dengan keran yang mudah dioperasikan. Cerat yang tinggi dan alat semprot yang dapat ditarik juga direkomendasikan. Pembuangan sampah harus diimbangi untuk menyediakan ruang lutut penuh di bawah bak cuci piring.



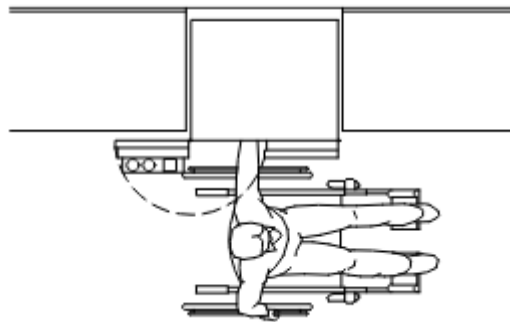
Gambar 6.88 Penyimpanan Dapur

Desain ruang penyimpanan dapur untuk pengguna kursi roda harus menyediakan akses visual dan fisik ke lemari, laci, dan dapur kecil. Lemari dasar, misalnya, dapat ditentukan untuk menyertakan rak atau laci tarik yang akan menyediakan akses mudah ke barang-barang yang disimpan di bagian belakang lemari. Demikian pula, rak rak di pintu dapur kecil memudahkan pengguna untuk menemukan dan menjangkau barang-barang yang disimpan.



Gambar 6.89 Kompor Dan Kompor

Kompor atau kompor harus memiliki kontrol yang dipasang di bagian depan atau samping sehingga pengguna yang duduk tidak perlu menjangkau permukaan yang dipanaskan. Permukaan kompor yang halus memungkinkan panci untuk digeser, bukan diangkat, ke atas dan ke bawah kompor. Unit kompor dan oven yang terpisah memungkinkan alternatif untuk menyediakan ruang lutut di bawah permukaan memasak, meskipun pengaturan ini juga dapat menimbulkan masalah keselamatan.



Gambar 6.90 Kulkas

Model berdampingan menawarkan kepada pengguna tempat penyimpanan di lemari pembeku dan lemari pendingin di semua tingkat ketinggian, dari lantai hingga rak paling atas. Model atas dan bawah juga dapat menjadi pilihan yang memuaskan bagi banyak pengguna kursi roda. Model dengan pintu yang lebih sempit lebih mudah dioperasikan, dan akses paralel yang diinginkan lebih mudah disediakan jika pintu lemari pendingin diayunkan ke belakang hingga 180° penuh.

FITUR YANG DAPAT DISESUAIKAN

Istilah Adaptasi didefinisikan sebagai "kemampuan elemen tertentu untuk diubah atau ditambahkan sehingga dapat mengakomodasi kebutuhan penyandang disabilitas atau tidak."

Untuk dapur yang dapat diakses, elemen yang dapat diAdaptasi dapat mencakup lemari dasar yang dapat dilepas yang dapat dihilangkan untuk menyediakan ruang lutut di bawah meja dapur, atau bagian meja dapur dengan ketinggian yang dapat disesuaikan yang dapat dinaikkan dan diturunkan. Dengan lemari yang dapat diAdaptasi, lantai harus memanjang ke bawah, dan dinding harus diselesaikan, sehingga saat lemari dasar dilepas, dapur tetap memiliki tampilan yang sudah jadi.

BAB 7

TEKNOLOGI KOMPUTASI

7.1 PENDAHULUAN

Teknologi komputasi berkembang pesat, dan integrasinya ke dalam profesi arsitektur menyamai—jika tidak melampaui—laju perkembangannya. Beberapa perangkat berbasis teknologi sudah mapan dalam praktik arsitektur; yang lain memiliki potensi yang belum diketahui dalam penerapannya pada desain, visualisasi, atau penyampaian proyek.

Arsitek menavigasi antara dua sikap terhadap teknologi komputasi:

- Teknologi memfasilitasi: Teknologi dapat membantu arsitek melakukan apa yang selalu mereka lakukan, tetapi dengan lebih baik, lebih cepat, dan/atau lebih murah.
- Teknologi mengubah: Teknologi dapat membentuk kembali apa yang dilakukan arsitek, mengubah tempat mereka beroperasi.

Contoh dari sikap pertama Adalah perusahaan-perusahaan yang telah mengubah cara mereka memberikan layanan melalui pemodelan informasi bangunan (BIM), tetapi merancang dalam batasan yang relatif konvensional. Contoh dari sikap kedua Adalah arsitek yang menggunakan teknologi komputasi untuk mengeksplorasi parameter desain yang terlalu rumit untuk dipelajari menggunakan teknik analog, yang mungkin mencakup geometri non-Euklidian atau aliran udara yang tepat di dalam dan di sekitar bangunan. Pengiriman proyek untuk pendekatan kedua ini tidak selalu berbeda secara radikal dari pengiriman konvensional, tetapi sering diubah karena data yang sangat terspesialisasi tidak dapat dimanipulasi melalui cara konvensional.

Sebagian besar praktik bereksperimen dengan berbagai aplikasi untuk teknologi komputasi tergantung pada proyeknya; terkadang teknologi memfasilitasi, terkadang mengubah. Namun, berbagai pendekatan tersebut memiliki satu kesamaan: arsitek memainkan peran penting dalam pembuatan, koordinasi, dan pengelolaan data secara umum. Menilai teknologi mana yang akan digunakan dan memutuskan alat mana yang akan diterapkan untuk tujuan apa telah menjadi salah satu aktivitas paling penting yang dilakukan arsitek.

Bab ini menguraikan alat-alat dasar yang ditemukan dalam pemodelan informasi bangunan (BIM).

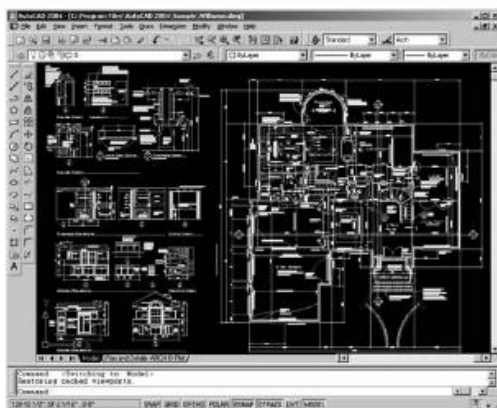
7.2 PEMODELAN INFORMASI BANGUNAN (BIM)

Model data dalam domain tertentu menggambarkan atribut entitas dalam domain tersebut, serta bagaimana entitas tersebut saling terkait. Semua program komputer menangani beberapa jenis data, jadi program tersebut harus memiliki beberapa jenis model data yang mendasarinya. Program CAD 2D tradisional dan program pemodelan 3D generik seperti AutoCAD, MicroStation, Autodesk VIZ, dan form•Z secara internal merepresentasikan

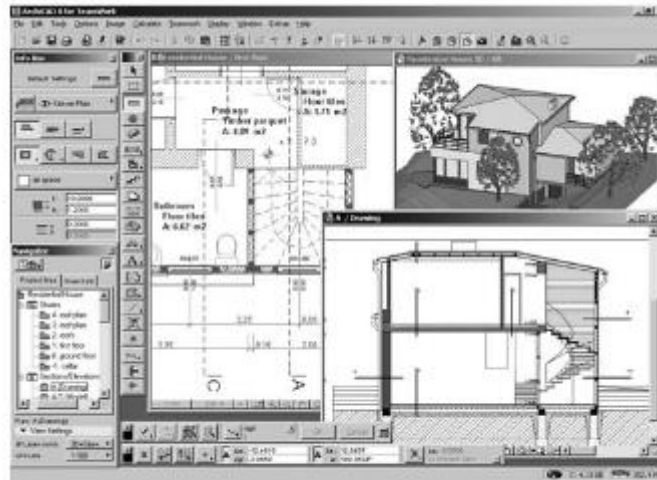
data menggunakan entitas geometris seperti titik, garis, persegi panjang, bidang, dan sebagainya. Jadi, meskipun aplikasi ini dapat secara akurat menggambarkan geometri dalam domain apa pun, aplikasi tersebut tidak dapat menangkap informasi khusus domain tentang entitas. Gambar dan model bangunan yang dibuat dengan aplikasi ini tidak membawa banyak informasi tentang bangunan itu sendiri, dan pada dasarnya "bodoh". Gambar dan model tersebut digunakan terutama untuk menghasilkan dokumentasi dan visualisasi. Untuk mengatasi keterbatasan kecerdasan representasi geometris tujuan umum, setiap industri yang terkait dengan desain telah mengembangkan dan menggunakan model data berbasis objek yang khusus untuk domain mereka.

Dalam kasus industri bangunan, baik peneliti di universitas maupun vendor perangkat lunak komersial telah berupaya mengembangkan model data yang dibangun di sekitar entitas bangunan dan hubungan mereka satu sama lain. Geometri hanyalah salah satu properti dari entitas bangunan ini; dengan demikian, keutamaannya sangat berkurang, meskipun antarmuka untuk membuat model tersebut sebagian besar masih berupa grafik. Model data semacam itu kaya akan informasi tentang bangunan, yang dapat diekstraksi dan digunakan untuk berbagai keperluan, baik itu dokumentasi, visualisasi, atau analisis.

Pemodelan informasi bangunan (BIM) Adalah istilah yang telah diciptakan untuk menggambarkan penggunaan model semacam itu. Beberapa aplikasi perangkat lunak kini tersedia yang dibangun di atas konsep ini, seperti ArchiCAD, rangkaian Bentley Building, rangkaian Autodesk Revit, dan lainnya. BIM sendiri bukanlah konsep baru. BIM telah menjadi subjek penelitian CAD arsitektur sejak pertengahan 1970-an, ketika upaya paling awal dilakukan untuk mengembangkan sistem desain terintegrasi yang dapat mendukung rangkaian aplikasi yang mampu beroperasi bersama, bukan hanya secara individual. Dalam industri ini, solusi Graphisoft yang kini berusia 20 tahun, ArchiCAD, memiliki kemampuan pemodelan bangunan sejak awal. Namun, yang baru Adalah dorongan untuk mengganti CAD dengan BIM sebagai standar de facto dalam industri bangunan untuk mengintegrasikan arsitektur, teknik, dan konstruksi. BIM terus mendapatkan momentum dengan cepat dalam industri bangunan, dan diantisipasi bahwa sebagian besar transisi dari CAD ke BIM akan selesai pada tahun 2010.



Gambar 7.1 Contoh Aplikasi Yang Menggunakan Model Data Geometrik. Atas: Gambar Bangunan Di Autocad. Bawah: Interior Ruang Yang Dimodelkan Menggunakan Form•Z



Source: Graphisoft

Gambar 7.2 Contoh Penggunaan Aplikasi Bim, Archicad, Untuk Desain Bangunan: Jendela Yang Terbuka Menunjukkan Denah, Bagian, Dan Tampilan 3d Dari Model Data Bangunan Yang Sama

Bagaimana BIM Mengatasi Keterbatasan CAD

Teknologi CAD 2D tradisional telah mendominasi industri konstruksi selama beberapa dekade, dan kemajuan teknologi sangat dibatasi oleh keterbatasan kecerdasan aplikasi tersebut dalam merepresentasikan bangunan dan kemampuan untuk mengekstrak informasi yang relevan dari representasi yang diperlukan untuk desain, analisis, manajemen konstruksi, operasi, dan sebagainya. Gambar tidak lagi dibuat secara manual, tetapi penggunaan aplikasi CAD yang ada di mana-mana dalam membuat gambar belum merevolusi industri konstruksi dengan cara apa pun. CAD terus memiliki semua masalah yang terkait dengan perancangan manual:

- Sangat membosankan dan memakan waktu untuk membuat rencana, bagian, elevasi, detail, dan sebagainya yang terpisah dari bangunan yang sama.
- Setiap perubahan yang dibuat harus diperbarui secara manual di semua gambar dan laporan.
- Tidak Ada jaminan keakuratan, konsistensi, atau kelengkapan.
- Mengkoordinasikan pekerjaan berdasarkan gambar-gambar ini di antara para profesional yang berbeda sangatlah sulit.
- Konflik dan kesalahan terdeteksi dalam jumlah besar di lokasi konstruksi, sehingga memerlukan perbaikan yang mahal.
- Di akhir proses, pemilik/operator tidak memiliki apa pun kecuali representasi 2D noninteligent dari bangunan yang menjadi dasar pengelolaan, pengoperasian, dan pemeliharaan seumur hidup.

Analisis dan evaluasi efisiensi energi, sirkulasi, jalan keluar, dan aspek-aspek lain dari bangunan, belum benar-benar menjadi bagian integral dari proses desain karena data bangunan tidak tersedia dalam format cerdas apa pun dan harus dimasukkan kembali dengan

susah payah ke dalam alat analisis. Akibatnya, kualitas bangunan menurun. Singkatnya, CAD hanya meniru proses perancangan manual dengan mengurangi representasi bangunan menjadi entitas grafis bodoh dan tidak banyak mengurangi inefisiensi, pemborosan, kesalahan, dan biaya yang meningkat yang terlalu umum dalam desain, konstruksi, dan pengoperasian bangunan.

Tidak seperti CAD, yang bersifat umum, BIM khusus untuk desain bangunan: ia merepresentasikan bangunan menggunakan objek cerdas yang mengetahui tentang propertinya dan tentang hubungannya dengan objek lain. Oleh karena itu, dengan BIM, representasi 3D penuh dari bangunan dapat dibuat yang mensimulasikan bagaimana bangunan itu akan terlihat dalam kehidupan nyata; dari model yang kaya informasi ini, semua jenis data yang dibutuhkan untuk desain, analisis, visualisasi, dokumentasi, manajemen konstruksi, operasi, dan sebagainya, dapat diturunkan.

Manfaat potensial dari penerapan BIM bermacam-macam:

- Karena disesuaikan untuk desain bangunan, lebih cepat dan mudah untuk membuat dan mengedit model bangunan dalam aplikasi BIM, dibandingkan dengan mengembangkan gambar bangunan dalam aplikasi CAD.
- Setelah model dibuat, semua persyaratan lainnya, termasuk dokumentasi 2D, jadwal, laporan, rendering 3D, dan animasi, dapat secara otomatis diturunkan darinya, meningkatkan kecepatan dan efisiensi.
- Semua tampilan grafis dan tabel bangunan secara otomatis disinkronkan saat perubahan dilakukan pada model, menghilangkan ketidakkonsistenan yang ditemukan dalam dokumen konstruksi yang dibuat dengan perangkat lunak CAD konvensional.
- Minimalisasi penyusunan memungkinkan fokus yang lebih besar pada desain.
- Kolaborasi interdisipliner dapat ditingkatkan secara signifikan, karena akan didasarkan pada model bangunan bersama.
- Dukungan yang lebih baik untuk alat analisis dan evaluasi akan memungkinkan bangunan diuji secara menyeluruh dan ketat sebelum dibangun, sehingga menerapkan standar kontrol kualitas yang jauh lebih tinggi daripada yang berlaku saat ini.
- Konflik lebih mudah diidentifikasi dalam model bangunan dan dapat dideteksi selama fase desain, yang dapat mengurangi perbaikan mahal pada saat konstruksi.
- Model yang dibuat selama fase desain dapat digunakan kembali untuk fase berikutnya seperti konstruksi dan manajemen fasilitas, sehingga menghemat biaya.
- Penggunaan model "langsung" untuk pemeliharaan bangunan dapat mengurangi biaya pengoperasian secara signifikan selama masa pakai bangunan.

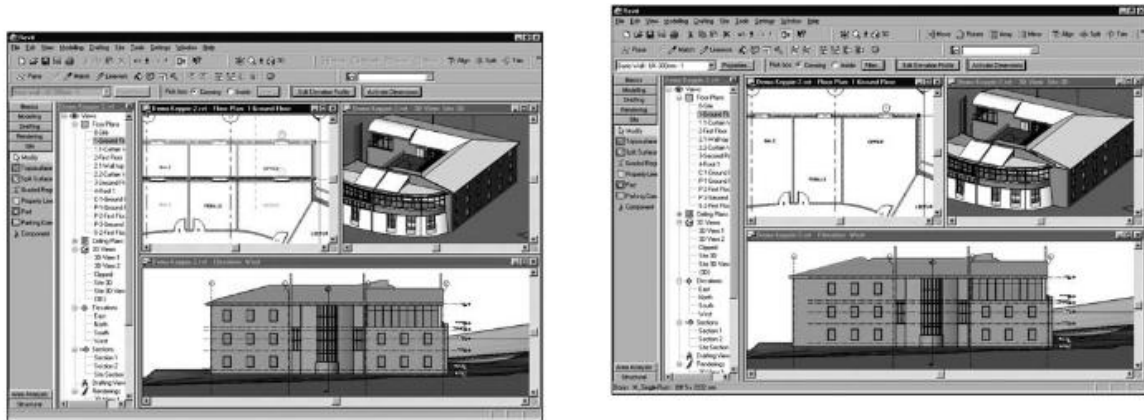
BIM Dan Teknologi Terkait

BIM tidak bekerja sendiri. Yang membuatnya sangat hebat dibandingkan dengan CAD adalah banyaknya alat dan teknologi terkait yang menangani berbagai aspek desain dan konstruksi bangunan yang bekerja dengannya. Bagian ini memberikan gambaran umum tentang berbagai aplikasi yang tersedia saat ini yang merupakan aplikasi BIM atau yang melengkapi BIM

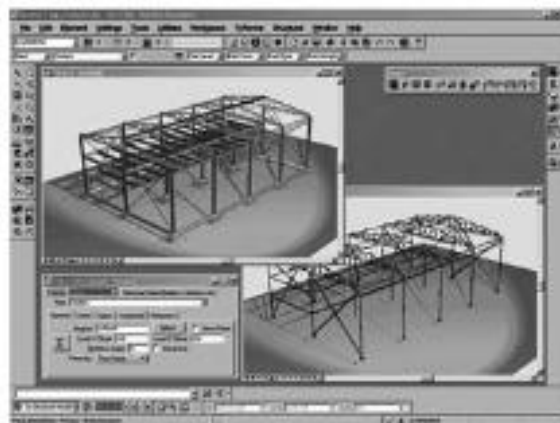
Aplikasi BIM Utama

Alat utama untuk membuat model BIM untuk desain arsitektur, struktur, dan HVAC, listrik, dan perpipaan, serta untuk keterbangunan mencakup aplikasi komersial berikut ini **Bentley Building**

Rangkaian Bentley Building mencakup Bentley Architecture, Bentley Structure, Bentley Mechanical Systems, dan Bentley Building Electrical Systems. Semua solusi ini dibangun di atas platform CAD milik Bentley, MicroStation, dan ekstensi vertikal untuk industri bangunan, Triforma. Hal ini sejalan dengan keyakinan Bentley untuk "tidak memulai dari awal" dengan solusi baru untuk BIM, tetapi menyediakan jalur evolusi bagi pengguna untuk beralih dari CAD ke BIM.



Gambar 7.3 Contoh Bagaimana Perubahan Pada Jejak Sayap Belakang Yang Dibuat Pada Model Dalam Aplikasi Bim, Revit (Ditampilkan Pada Gambar Kiri), Secara Otomatis Tercantum Pada Semua Tampilan (Ditampilkan Pada Gambar Kanan)



Gambar 7.4 Contoh Proyek Bangunan Dengan Rangka Baja Dan Pondasi Beton, Dirancang Menggunakan Bentley Structural.

Jendela kiri atas menunjukkan model fisik, sedangkan jendela kanan bawah menunjukkan model analitis, dengan elemen terbatas berwarna merah, ukuran penampang beranotasi, dan kondisi batas di bagian bawah kolom dengan simpul dan label simpul.

Sumber: Bentley

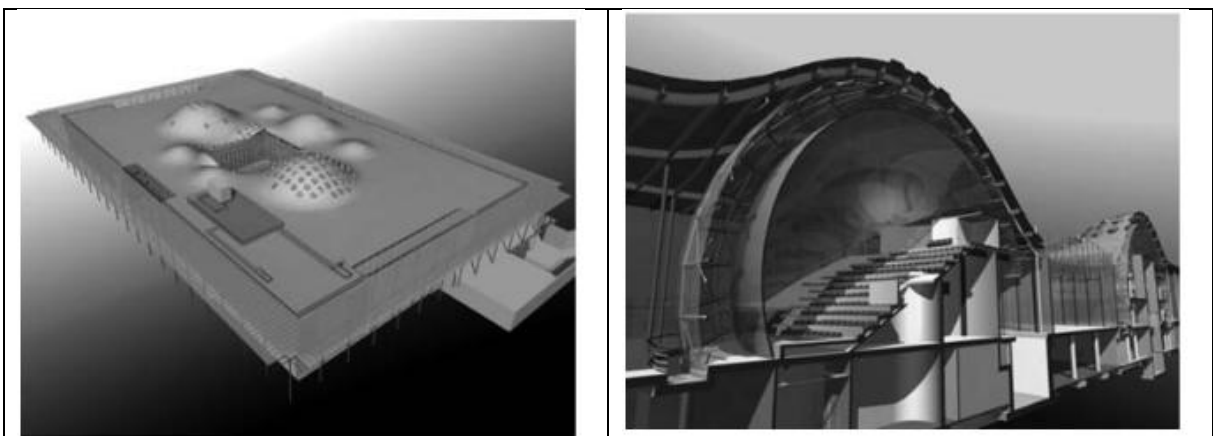
Bentley menggunakan pendekatan "database terfederasi" untuk BIM, yang berarti bahwa tidak semua data yang terkait dengan bangunan dipusatkan dalam satu model bangunan; sebaliknya, data tersebut didistribusikan ke beberapa aplikasi dan penyimpanan data secara terkoordinasi. Karena data bangunan terdesentralisasi daripada dikelola sebagai blok monolitik dalam satu model, data tersebut lebih mudah didistribusikan ke proses kerja dan berbagi informasi di antara tim desain di beberapa kantor, serta membuat aplikasi lebih efisien untuk proyek besar.

ARCHICAD DAN GRAPHISOFT CONSTRUCTOR

Graphisoft menawarkan ArchiCAD untuk desain arsitektur, dan Graphisoft Constructor untuk pemodelan konstruksi. Kekuatan inti ArchiCAD adalah:

- Seperangkat fitur komprehensif untuk tugas arsitektur inti dari pemodelan bangunan 3D, dokumentasi 2D, dan visualisasi
- Modul TeamWork untuk kolaborasi yang membagi model bangunan secara cerdas sehingga banyak pengguna dapat mengerjakannya
- Dukungan untuk keterbukaan dengan antarmuka pemrograman aplikasi (API) yang lengkap, yang memungkinkan aplikasi disesuaikan, dan add-on dikembangkan untuk memperluas kemampuannya
- Kompatibilitas dengan Kelas Fondasi Industri (IFC) (lihat subbagian selanjutnya, "Interoperabilitas dan Model Bangunan IFC"), yang memungkinkan ArchiCAD untuk bekerja sama dengan aplikasi bangunan lain untuk analisis energi, estimasi biaya, penjadwalan, dan manajemen konstruksi.

ArchiCAD didasarkan pada konsep model tunggal. Aplikasi Constructor mencakup sistem pemodelan ArchiCAD untuk membuat model konstruksi 3D, sequencer 4D untuk menghubungkan model konstruksi secara otomatis ke jadwal proyek, sehingga memungkinkan berbagai alternatif jadwal dianalisis, dan konektor ke aplikasi estimasi terkait.



Gambar 7.5 Contoh Model Konstruksi Proyek Yang Dibuat Dengan Graphisoft Constructor

Allplan

Keluarga produk Allplan dari Nemetschek meliputi Allplan Architecture untuk desain

arsitektur, Allplan Engineering untuk semua bidang rekayasa konstruksi, Allplan Steel untuk desain baja, dan Allplan Precast Concrete untuk desain, produksi, dan pengiriman elemen beton fabrikasi di bengkel.

Autodesk Revit

Keluarga produk Autodesk Revit mencakup Autodesk Revit Building untuk desain arsitektur, Autodesk Revit Structure untuk desain struktural, dan aplikasi untuk desain HVAC, listrik, dan perpipaan. Sorotan produk Revit Adalah:

- Model bangunan tunggal
- Antarmuka yang sederhana, elegan, dan intuitif
- Komponen bangunan parametrik yang menyederhanakan pembuatan dan pengeditan model bangunan
- Hubungan bawaan yang cerdas di antara komponen bangunan, serta kemampuan untuk menentukan hubungan khusus dan batasan dimensi, yang semuanya dipertahankan saat perubahan dilakukan
- Pembuatan dan koordinasi otomatis semua tampilan dan dokumen, termasuk jadwal
- Pembaruan instan semua tampilan saat Ada perubahan yang dilakukan pada model, menghilangkan ketidakkonsistenan
- Ketersediaan tampilan 3D langsung, yang berkontribusi pada pengalaman desain yang lebih interaktif

Contoh Dunia Nyata: Loblolly Residence

Untuk mengilustrasikan penerapan perangkat lunak BIM, Contoh nyata disertakan di sini. Contoh ini menunjukkan bagaimana keluarga produk Revit digunakan dalam pembangunan rumah keluarga tunggal, rumah Loblolly, di Pulau Taylors, Maryland, di Teluk Chesapeake. Rumah liburan seluas 1.800 kaki persegi ini dirancang oleh KieranTimberlake Associates (KTA) dari Philadelphia, Pennsylvania. Dengan jadwal konstruksi yang ketat dan tanpa akses ke tenaga kerja lokal yang terampil, para arsitek menggunakan ketepatan konstruksi yang dibuat di luar lokasi dan dirakit di lokasi. Hal ini memerlukan pemahaman tiga dimensi tentang bangunan dan komponennya, yang mengarah pada penggunaan perangkat lunak BIM.

Pendekatan sistematis KTA terhadap Rumah Loblolly memungkinkan para arsitek untuk menggabungkan strategi konstruksi standar di lokasi dengan strategi konstruksi di luar lokasi yang tidak konvensional. Penggunaan perangkat lunak BIM Autodesk, Revit, memungkinkan mereka untuk meningkatkan komunikasi di antara mereka sendiri, para insinyur, perakit, dan kontraktor, untuk menyatukan semua fase proyek menjadi snapshot virtual. Keputusan desain dibuat bersamaan dengan keputusan perincian, sistem bangunan, fabrikasi, dan pengiriman. Sifat holistik dari satu model virtual mengatasi banyak hal yang tidak diketahui yang memperlambat proses pembangunan tradisional. Dengan memahami kemampuan Revit, serta keterbatasannya, KTA dapat menyesuaikan perangkat lunak sebagai respons terhadap spesifikasi proyek. Dalam banyak kasus, mereka harus mengajarkan kembali perangkat lunak tersebut cara "berperilaku" sehubungan dengan masalah fabrikasi bengkel dan konstruksi modular. Bukti penguasaan mereka terhadap perangkat lunak tersebut terbukti dalam jadwal

konstruksi keseluruhan proyek selama 30 hari.

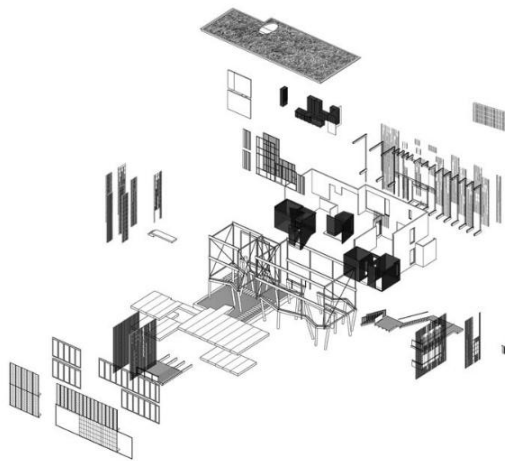
Selain keuntungan mendesain dalam tiga dimensi, pendekatan holistik ini memungkinkan koordinasi yang lebih efisien antara sistem dan komponen, serta manajemen jadwal komponen dan model biaya yang lebih efektif. Dengan perangkat lunak BIM, satu model menjadi satu-satunya sumber semua informasi proyek: model tersebut menggerakkan semua detail, gambar fabrikasi, jadwal penyelesaian, dan daftar komponen. Sebagai proyek fabrikasi bengkel, tingkat kontrol ini menjadi sangat penting bagi KTA di Loblolly House. Contoh ini menggambarkan atribut dan manfaat perangkat lunak Revit BIM Autodesk dengan memeriksa masing-masing komponen konstruksi utama dalam proyek: perancah, rangka, kartrid, kotak, dan kulit.



Gambar 7.6 Rumah Loblolly—Rendering Eksterior Dari Bay



Gambar 7.7 Rumah Loblolly—Rendering Eksterior Dari Jalan Masuk

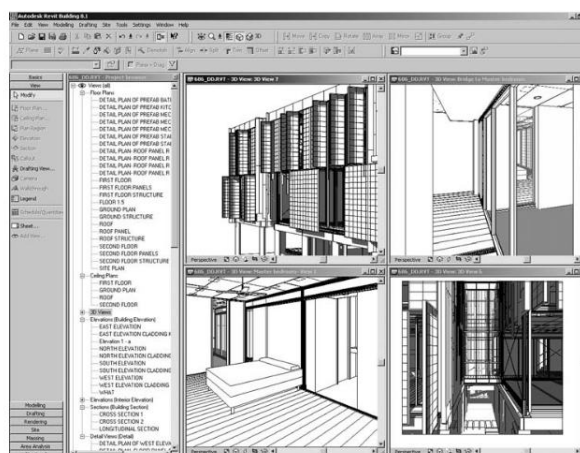


Gambar 7.8 Rumah Loblolly–Gambar Komponen Yang Meledak

Perancangan

Perakit mengekstruksi profil aluminium, yang menyusun rangka struktural, memotongnya sesuai ukuran, lalu mengirimkannya ke lokasi untuk dirakit. Karakteristik profil ini memerlukan tingkat akurasi yang tinggi, jadi KTA membuat pustaka profil aluminium dalam model Revit. Hal ini memungkinkan mereka untuk merakit rangka secara virtual, seperti halnya rangka tersebut akan didirikan di lokasi. Setiap komponen aluminium berisi data tertanam, termasuk ukuran profil, panjang, informasi produsen dan distributor, dan biaya.

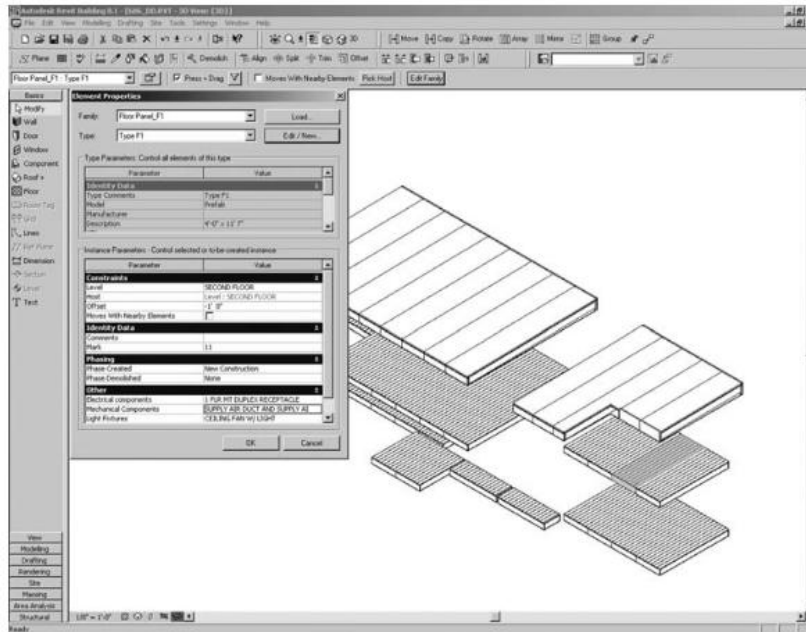
Pemodelan proyek di Revit juga memungkinkan KTA untuk mempelajari urutan, perincian, dan toleransi secara akurat selama fase desain awal proyek. Dalam kasus perancah dan semua komponen konstruksi proyek, perangkat lunak BIM mempersingkat perakitan di lokasi semua elemen bangunan di atas pondasi tiang pancang menjadi dua minggu yang mencengangkan.



Gambar 7.9 Rumah Loblolly–Empat Perspektif

Cuplikan layar Rumah Loblolly di Revit. Model virtual rumah ini memiliki semua lapisan yang “diaktifkan”, dari empat perspektif interior dan eksterior yang berbeda.

keperluan teknik dan pelacakan material ke model virtual anggota rangka aluminium.



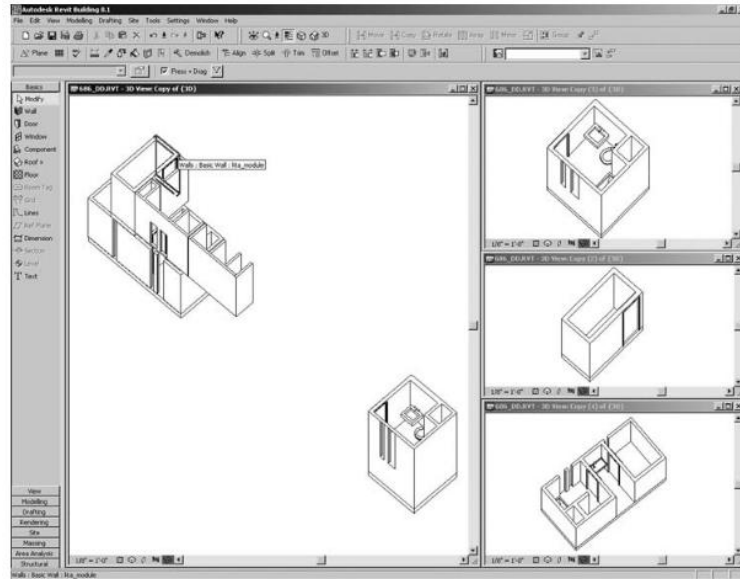
Gambar 7.12 Rumah Loblolly–Dek Lantai Dan Atap

Gambar 7.12 menunjukkan apa yang disebut KTA sebagai "kartrid", panel lapis sedalam 12 inci yang membentuk pelat lantai dan atap rumah dan dibuat dengan pencahayaan tertanam, kabel listrik, dan pemanas radiasi.

Kartrid

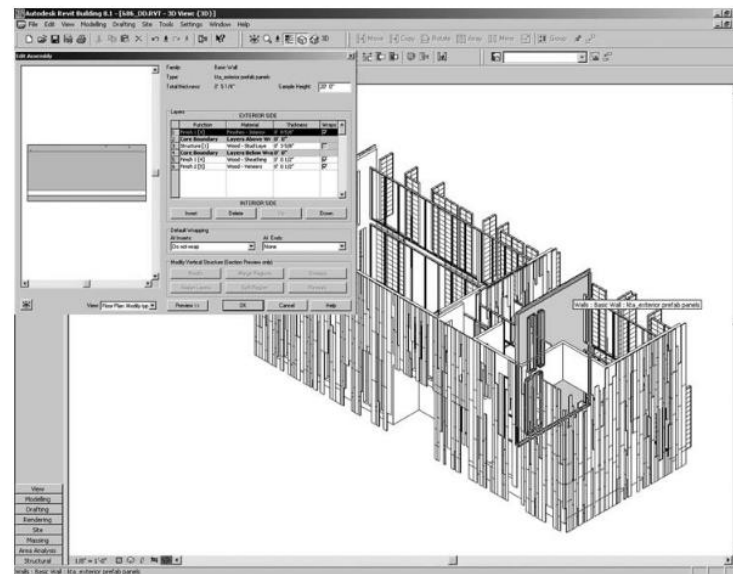
Lapis sedalam 12 inci ini tiba di lokasi dengan komponen mekanis dan listrik terpasang, termasuk pencahayaan, stopkontak lantai, dan pemanas radiasi. Para arsitek membagi panel selebar 4 kaki menjadi beberapa jenis sesuai dengan dimensi panjangnya, yang bervariasi menurut lantai dan ruang. Model komponen-komponen ini, yang mencakup semua bahan bangunan dan pelapis akhir, menginformasikan pendekatan KTA untuk menstandarisasinya.

Hal ini membuat proses fabrikasi lebih efisien. Karena keterbatasan manufaktur dan batasan rangka struktural menentukan dimensi panel, komponen-komponen tersebut muncul hampir seperti furnitur, dengan batasan yang dibangun dalam parameterinya. Dalam setiap jenis panel lantai/atap, KTA menyematkan jadwal komponen layanan fasilitas. Sekali lagi, hal ini memungkinkan mereka untuk membuat jadwal yang mencakup jenis panel, jumlah lampu tersembunyi di dalam setiap panel, jumlah stopkontak lantai, dan sebagainya. Selain informasi ini, fabrikator menggunakan model tersebut sebagai dasar untuk gambar fabrikasi, sehingga menghilangkan kebutuhan akan gambar konstruksi tradisional.



Gambar 7.13 Rumah Loblolly–Dua Kamar Terapung

Kotak-kotak yang digunakan oleh KTA berisi sistem perpipaan dan kelistrikan yang rumit. Semua itu dikirim ke lokasi dalam keadaan sudah dirakit sepenuhnya.



Gambar 7.14 Loblolly House–Wood Rainscreen

Kotak

KTA menggambarkan kotak sebagai unit spasial yang dibuat di luar lokasi yang berisi elemen rumah yang paling kompleks dan rumit. Di kotak dapur, para perakit membuat semua lemari dan perlengkapan sebagai furnitur besar dengan perlengkapan dan sistem terintegrasi, yang terhubung di lokasi ke sambungan utilitas yang menunggu di lemari samping. Di kotak kamar mandi, lemari pakaian, dan kotak mekanis, KTA membayangkan lantai, dinding, langit-langit, kaca, atap, pelapis akhir, perlengkapan, sistem drainase, daya, dan pencahayaan sebagai

sesuatu yang diselesaikan di dalam pabrik dan diangkat ke tempatnya di sambungan utilitas yang menunggu.

Pemodelan objek-objek ini dalam 3D menginformasikan pendekatan KTA terhadap pemasangan di lokasi. Karena konflik rangka aluminium, anggota struktural tertentu didirikan setelah modul dipasang. Pemahaman yang lebih tinggi tentang interaksi di antara sistem menginformasikan strategi perakitan. Seperti halnya komponen lainnya, model Revit memungkinkan para arsitek untuk menghasilkan jadwal penyelesaian, jadwal perlengkapan pipa, dan jadwal pintu untuk kotak-kotak tersebut. Ini adalah alat komunikasi yang bermanfaat bagi para perakit dan produsen.

Kulit Eksterior

Tim konstruksi mengangkat dan memasang panel dinding berbingkai kayu yang dibuat di bengkel dengan pelindung hujan dari kayu cedar ke rangka struktural. Jendela dan kaca juga dipasang di luar lokasi. Panel transparan dan tembus cahaya adalah produk siap pakai yang dirancang dengan rakitan berengsel dan geser yang disesuaikan. Para perakit memproduksi panel ini di luar lokasi sebagai unit bertingkat sebelum memasangnya ke rangka struktural di lokasi. Dengan jarak 16 inci dari etalase toko berlapis kaca ganda yang dapat ditarik sepenuhnya, seluruh rakitan menciptakan dinding rongga berkinerja tinggi.

Tidak seperti dinding biasa yang dibangun di lokasi, modul dinding ini harus mematuhi batasan pengiriman. Oleh karena itu, kesadaran akan parameternya sangat berguna selama fabrikasi. KTA memahami persyaratan kinerja untuk membangun dinding pelindung hujan yang fungsional. Dengan menggunakan Revit, mereka dapat memantau dengan cermat hubungan antara komponen siap pakai dan komponen khusus untuk membuat pelindung beroperasi dengan baik.

7.3 APLIKASI LAIN YANG TERKAIT DENGAN BIM

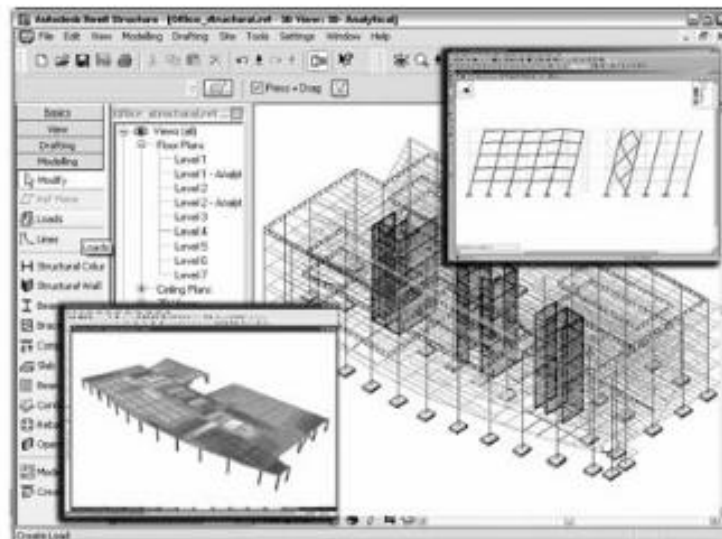
Semua informasi spesifikasi komponen tercakup dalam model BIM, yang berarti bahwa semua jenis data yang dibutuhkan untuk desain, analisis, visualisasi, dokumentasi, manajemen konstruksi, operasi, dan sebagainya, dapat diperoleh darinya, sehingga memungkinkan bangunan disimulasikan sebagaimana adanya dalam kehidupan nyata. Beberapa alat yang bekerja dengan informasi dalam model BIM sudah tersedia, dan seiring dengan semakin meluasnya penggunaan BIM, pengembangan di masa mendatang akan terus berlanjut untuk lebih banyak alat yang menangani semua aspek desain, konstruksi, dan operasi.

Alat BIM yang tersedia saat ini meliputi:

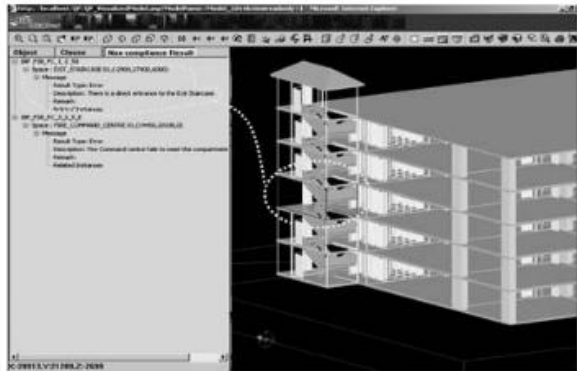
- Alat yang memeriksa model BIM untuk kesalahan desain dan pemodelan: Contoh terbaik dari kategori alat ini adalah Solibri Model Checker, yang "memeriksa ejaan" model BIM untuk mendeteksi potensi masalah, konflik, atau pelanggaran kode desain, sehingga memastikan integritas model untuk aplikasi analisis bangunan hilir. Alat ini bekerja terutama dengan model bangunan yang dijelaskan dalam format IFC (lihat subbagian berikutnya, "Interoperabilitas dan Model Bangunan IFC").
- Alat yang dapat mendeteksi konflik dan interferensi spasial antara berbagai model BIM disiplin ilmu: Salah satu manfaat utama BIM adalah kemampuannya untuk

memfasilitasi kolaborasi multidisiplin, khususnya saat BIM digunakan oleh semua profesional disiplin ilmu yang terlibat dalam suatu proyek. Kategori alat ini mencakup komponen arsitektur, struktural, dan HVAC. Contoh utama alat tersebut adalah Bentley Interference Manager, yang bekerja dengan semua solusi Bentley Building, dan modul Clash Detective di NavisWorks, yang merupakan rangkaian aplikasi untuk penerbitan dan peninjauan desain 3D yang bekerja dengan berbagai format file.

- Alat untuk analisis energi: Alat ini memiliki sejarah panjang dalam industri arsitektur, teknik, dan konstruksi (AEC) dan telah digunakan sejak munculnya komputasi. Sebelum BIM, penggunaan alat ini melibatkan banyak entri manual data bangunan, proses yang membosankan yang rentan terhadap ketidakakuratan. Dengan BIM, data bangunan sudah tersedia dalam bentuk yang bermakna secara semantik dan data dapat langsung dimasukkan ke alat analisis energi. Contoh utama adalah Green Building Studio, aplikasi berbasis Web yang bekerja dengan file gbXML yang diekspor dari beberapa aplikasi BIM dan menggunakan informasi bangunan yang dibutuhkan untuk melakukan simulasi energi DOE-2. Aplikasi ini memungkinkan desain yang diusulkan dievaluasi dengan cepat untuk kinerja energi dan memudahkan untuk membandingkan hasil simulasi untuk beberapa opsi dengan menampilkannya bersama-sama dalam satu tabel. Contoh lain adalah ECOTECT, yang memungkinkan analisis pencahayaan alami, serta analisis termal
- Perkakas desain dan analisis struktural: Mirip dengan perkakas analisis energi, perkakas ini juga memiliki sejarah panjang penggunaan dalam industri dan secara tradisional mengandalkan entri ulang data bangunan secara manual. Kini, perkakas pemodelan struktural BIM seperti Bentley Structural dan Autodesk Revit Structure secara otomatis terhubung ke perkakas desain dan analisis struktural seperti ETABS, STAAD.Pro, RAM Structural System, dan RISA-3D. Beberapa aplikasi BIM menyediakan tautan dua arah ke perkakas analisis struktural, yang tidak hanya secara otomatis memasukkan model analitis struktur ke perkakas tersebut, tetapi juga menggunakan hasil analisis untuk secara otomatis memperbarui model fisik dan semua dokumentasi terkait.



Gambar 7.15 Tangkapan Layar Yang Menunjukkan Hubungan Dua Arah Antara Struktur Revit Dan Aplikasi Analisis Dan Desain Struktural



Gambar 7.16 Hasil Ketidapatuhan Terdeteksi Oleh E-Plancheck Untuk Klausul Tertentu Di Sebuah Bangunan. Ketika Dilihat Dalam Warna, Area Yang Bermasalah Akan Disorot Dengan Warna Merah Di Penampil

- Perkakas estimasi biaya: Untuk estimasi biaya, BIM sekali lagi menghilangkan kebutuhan untuk entri data bangunan secara manual yang membosankan ke dalam perkakas estimasi, dan menyediakan kemampuan untuk secara langsung terhubung ke model bangunan untuk pengukuran kuantitas. Contohnya termasuk Timberline Precision Estimating dan Graphisoft Estimator. Graphisoft Estimator tidak hanya mencakup sistem estimasi berbasis model, yang mengekstrak informasi kuantitas dari model konstruksi untuk menghasilkan estimasi dengan cepat dan akurat, tetapi juga sistem estimasi tradisional untuk memudahkan transisi dari estimasi berbasis lepas landas manual ke estimasi berbasis model. Selain itu, sistem ini mencakup modul yang membagi sumber daya yang dibuat oleh aplikasi estimasi ke dalam zona produksi dan menghasilkan persyaratan pengadaan. Modul estimasi biaya juga berisi sistem pelaporan 5D (yaitu, model 3D plus urutan waktu plus biaya) yang menggunakan model konstruksi sebagai penghubung antara biaya dan waktu dan menghasilkan jadwal yang memuat biaya untuk analisis keuangan.
- Alat spesifikasi: Masih dalam tahap awal, hanya ada satu contoh alat spesifikasi yang bekerja dengan BIM. Ini adalah e-SPECS oleh InterSpec, yang secara otomatis membuat dan memperbarui spesifikasi proyek awal dari model Revit BIM, memastikan koordinasi dan keakuratannya.
- Alat pengecekan kode: Dari berbagai alat analisis dan evaluasi yang dapat didukung oleh BIM, pengecekan kode berada di urutan teratas sebagai salah satu area yang siap untuk diotomatisasi. Sudah diketahui umum bahwa proses pengecekan kode secara manual memiliki banyak masalah. Proses ini sangat padat karya dan memakan waktu, rentan terhadap ketidakkonsistenan (karena kode dapat ditafsirkan secara berbeda oleh individu yang berbeda), dan biasanya tidak komprehensif karena keterbatasan waktu. Karena model BIM sangat kaya informasi, model tersebut harus dapat

mendukung setidaknya pengecekan kode parsial. Sistem untuk pengecekan kode otomatis yang disebut CORENET e-PlanCheck telah dikembangkan di Singapura selama beberapa tahun. Sistem ini sekarang sedang diuji sebelum dirilis ke publik secara penuh. Seperti banyak alat analisis yang dijelaskan di bagian ini, sistem ini bekerja berdasarkan format IFC.

Interoperabilitas Dan Model Bangunan IFC

Sebagian besar aplikasi BIM oleh vendor komersial memiliki model data internal yang bersifat hak milik sehingga tidak dapat mengomunikasikan informasi bangunan mereka yang lengkap secara langsung satu sama lain kecuali vendor tersebut mengembangkan penerjemah khusus untuk tujuan ini. Mereka juga tidak dapat berkomunikasi dengan alat analisis atau evaluasi pihak ketiga lainnya kecuali tautan telah dikembangkan secara khusus atau produk tersebut memiliki API. Hal ini menghambat aliran bebas informasi bangunan di berbagai aplikasi yang digunakan oleh masing-masing pemain, sehingga menjadi hambatan untuk mencapai potensi penuh BIM. Yang dibutuhkan adalah aplikasi-aplikasi ini dapat dengan mudah "beroperasi", di sinilah Kelas Dasar Industri (IFC) berperan.

Model IFC

IFC adalah model data bangunan berbasis objek yang mirip dengan aplikasi BIM komersial, kecuali bahwa model ini bersifat non-hak milik. Model ini dikembangkan oleh International Alliance for Interoperability (IAI), sebuah konsorsium global perusahaan komersial dan organisasi penelitian yang didirikan pada tahun 1995 sebagai organisasi nirlaba berbasis industri. Model IFC dimaksudkan untuk mendukung interoperabilitas di seluruh aplikasi individual dan khusus disiplin ilmu yang digunakan untuk merancang, membangun, dan mengoperasikan bangunan dengan menangkap informasi tentang semua aspek bangunan sepanjang siklus hidupnya.

Model ini secara khusus dikembangkan sebagai sarana untuk bertukar data berbasis model antara aplikasi berbasis model di industri AEC dan manajemen fasilitas (FM), dan sekarang didukung oleh semua vendor CAD/BIM utama, serta semakin banyak vendor aplikasi analisis hilir. Dengan 14 cabang di 19 negara dan 650 perusahaan anggota yang mendanai pengembangannya, model ini benar-benar merupakan upaya global.

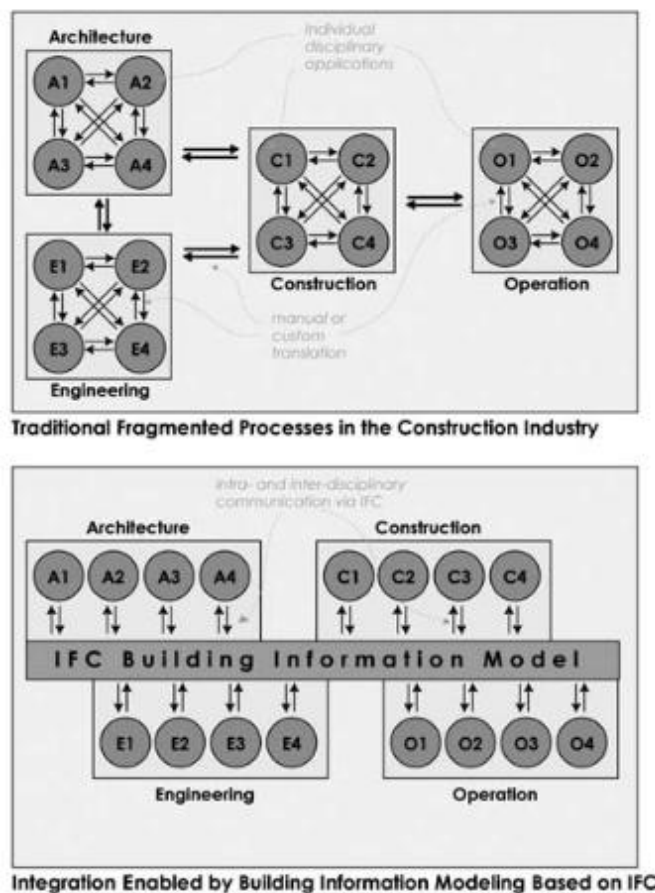
Karena IFC merupakan format pertukaran data terbuka yang menangkap informasi bangunan, format ini dapat digunakan oleh aplikasi BIM komersial untuk saling bertukar data. Hal ini mengharuskan aplikasi mematuhi IFC, yang berarti aplikasi tersebut mampu mengimpor dan mengekspor berkas IFC. Aplikasi diberi label yang mematuhi IFC dengan melalui proses sertifikasi produk yang diawasi IAI. Spesifikasi model IFC dipublikasikan dan dapat diakses oleh siapa saja, sehingga pengembang dapat menggunakannya dan membangun kapabilitas impor dan ekspor IFC yang diperlukan ke dalam aplikasi mereka.

Jika melihat model IFC itu sendiri secara lebih mendetail, model ini tidak hanya mewakili komponen bangunan yang nyata seperti dinding, pintu, balok, langit-langit, furnitur, dan sebagainya, tetapi juga konsep yang lebih abstrak seperti jadwal, aktivitas, ruang, organisasi, biaya konstruksi, dan lainnya dalam bentuk entitas. Semua entitas dapat memiliki sejumlah properti seperti nama, geometri, material, penyelesaian, hubungan, dan sebagainya. Rilis

terbaru IFC memiliki total 623 definisi entitas, yang berarti mewakili 623 jenis komponen atau konsep yang berbeda.

Arsitektur Model IFC

Arsitektur utama model IFC menunjukkan bagaimana model tersebut dirancang. Dari perspektif yang paling luas, model tersebut dibagi menjadi empat lapisan terpisah, yang mewakili empat tingkat yang berbeda. Setiap lapisan terdiri dari beberapa kategori yang beragam, dan di dalam setiap kategori, atau skema, entitas individual didefinisikan. Misalnya, entitas Wall (disebut IFCWall) termasuk dalam skema Shared Building Elements, yang pada gilirannya termasuk dalam lapisan Interoperabilitas.



Gambar 7.17 Diagram Yang Menunjukkan Perbedaan Antara Proses Tradisional Dalam Industri Konstruksi Dan Proses Yang Didukung Oleh BIM Berbasis IFC

Sistem pelapisan dirancang sedemikian rupa sehingga entitas pada tingkat tertentu hanya dapat dikaitkan dengan atau merujuk pada entitas pada tingkat yang sama atau lebih rendah, tetapi tidak pada entitas pada tingkat yang lebih tinggi. Desain modular dari keseluruhan arsitektur dimaksudkan untuk membuat model lebih mudah dipelihara dan dikembangkan. Entitas tingkat yang lebih rendah dapat digunakan kembali dalam definisi tingkat yang lebih tinggi dan perbedaan yang jelas dapat dibuat antara entitas disiplin AEC/FM yang berbeda sehingga model dapat lebih mudah diimplementasikan dalam aplikasi khusus disiplin individual.

Deskripsi singkat dari empat lapisan utama arsitektur model IFC diberikan di sini, dari yang terendah hingga yang tertinggi:

1. Lapisan sumber daya: Ini berisi kategori entitas yang mewakili properti dasar seperti geometri, material, kuantitas, pengukuran, tanggal dan waktu, biaya, dan sebagainya yang bersifat umum dan tidak khusus untuk bangunan. Mereka berfungsi sebagai sumber daya yang digunakan dalam mendefinisikan properti entitas di lapisan atas. Beberapa definisi sumber daya telah diadaptasi dari standar STandard for the Exchange of Product model data (STEP).
2. Lapisan inti: Lapisan ini berisi entitas yang mewakili konsep abstrak nonindustri dan industri tertentu yang digunakan untuk mendefinisikan entitas di lapisan yang lebih tinggi. Misalnya, skema Kernel mendefinisikan konsep inti seperti aktor, grup, proses, produk, hubungan, dan sebagainya, yang digunakan di semua entitas model tingkat yang lebih tinggi. Skema Ekstensi Produk mendefinisikan komponen bangunan abstrak seperti ruang, lokasi, bangunan, elemen bangunan, anotasi, dan sebagainya. Dua skema Ekstensi lainnya mendefinisikan konsep terkait proses dan kontrol seperti tugas, prosedur, jadwal kerja, riwayat kinerja, persetujuan kerja, dan sebagainya.
3. Lapisan interoperabilitas: Tingkat ini terdiri dari kategori entitas yang umum digunakan dan dibagikan di antara beberapa aplikasi konstruksi bangunan dan manajemen fasilitas. Dengan demikian, skema Elemen Bangunan Bersama memiliki definisi entitas untuk balok, kolom, dinding, pintu, dan sebagainya; skema Elemen Layanan Bangunan Bersama mendefinisikan entitas seperti segmen aliran, pengontrol aliran, properti aliran fluida, properti suara, dan sebagainya; skema Elemen Fasilitas Bersama memiliki definisi entitas untuk jenis aset, penghuni, dan furnitur; dan seterusnya. Sebagian besar entitas bangunan umum akan didefinisikan dalam lapisan ini.
4. Lapisan domain: Ini, tingkat tertinggi dari model IFC, berisi definisi entitas untuk konsep yang khusus untuk domain individual seperti arsitektur, rekayasa struktur, manajemen fasilitas, dan sebagainya. Contohnya termasuk program ruang untuk arsitektur; entitas pondasi, tiang pancang, dan pelat untuk rekayasa struktur; boiler, pendingin, dan kumparan untuk HVAC, dan sebagainya.

Dalam tampilan warna diagram arsitektur, beberapa skema ditampilkan dalam warna hijau, berbeda dengan skema lain yang ditampilkan dalam warna oranye. Skema hijau merupakan bagian dari ISO/PAS 16739, yang berarti bahwa definisi model ini telah disertifikasi oleh Organization for Standardization. Agar memenuhi syarat untuk sertifikasi ini, definisi model ini harus memenuhi standar kendali mutu tertentu. Sertifikasi ISO, yang diberikan pada tahun 2002, sangat penting bagi IFC karena menyiratkan tingkat kematangan dan stabilitas tertentu untuk bagian model tersebut, yang pada gilirannya memudahkan perusahaan komersial untuk membenarkan penerapannya.

Masa Depan Upaya IFC

Kelompok Dukungan Model IAI terus mengembangkan model IFC. Meskipun platform dasar, yang terdiri dari skema bersertifikasi ISO berwarna hijau yang ditunjukkan dalam diagram arsitektur keseluruhan, sekarang dibekukan, pekerjaan terus berlanjut untuk

menstabilkan definisi entitas dalam skema lain, dan memperluas kemampuan model untuk mewakili lebih banyak konsep dalam berbagai domain desain, konstruksi, dan operasi bangunan. Model IFC bertujuan untuk melayani seluruh komunitas bangunan sepanjang siklus hidup suatu fasilitas—suatu usaha besar, menurut standar apa pun—oleh karena itu, kemungkinan besar upaya pengembangan akan terus berlanjut selama beberapa tahun. Pada saat yang sama, upaya juga akan dilakukan untuk menerima sertifikasi ISO untuk bagian model yang lebih besar, untuk menetapkan lebih banyak lagi sebagai standar yang stabil untuk pengembangan komersial yang berkelanjutan.

Seluruh upaya IFC sendiri telah mencapai titik kritis. Model tersebut telah matang, dan sertifikasi ISO pada akhir tahun 2002 untuk sebagian besar model merupakan pencapaian besar. Dengan industri yang perlahan tetapi tidak dapat ditarik kembali bergerak menuju BIM, IFC telah menjadi semakin penting sebagai format pertukaran untuk data berbasis model. Pada saat yang sama, berbagai upaya tengah dilakukan untuk memanfaatkan deskripsi bangunan yang kaya informasi dengan cara yang lebih canggih daripada sekadar mekanisme pertukaran. Contoh proyek berbasis IFC yang sedang berlangsung tersebut meliputi ifc-mBomb di Inggris Raya, yang difokuskan pada pengoperasian dan pemeliharaan bangunan berbasis model IFC; proyek CORENET e-PlanCheck di Singapura, yang dijelaskan sebelumnya; dan proyek Server Model IFC di Finlandia, yang menyimpan data model IFC dalam sistem basis data yang mendukung Internet, yang memungkinkan aplikasi yang kompatibel dengan IFC untuk saling berkomunikasi melalui layanan Web.

BAB 8

PENELITIAN ARSITEKTUR

8.1 PENDAHULUAN

Praktisi arsitektur melakukan penelitian sepanjang waktu untuk:

- Tetap mengikuti tren klien
- Mengumpulkan data tentang program dan lokasi proyek
- Mensurvei pekerjaan rekan kerja yang relevan
- Menyelidiki kinerja dan ketersediaan produk dan sistem
- Mengevaluasi opsi selama konstruksi
- Memantau kinerja bangunan setelah selesai

Meskipun penelitian lazim dilakukan dalam praktik, relatif sedikit arsitek yang memiliki pelatihan dalam metode penelitian atau pemahaman penuh tentang berbagai penelitian arsitektur yang dilakukan. Tujuan dari bab ini adalah untuk mulai mengisi kesenjangan tersebut. Penelitian arsitektur memiliki karakteristik penelitian ilmiah atau teknis, di satu sisi, dan penelitian artistik atau humanistik, di sisi lain. Christopher Frayling, rektor Royal College of Art London, berpendapat bahwa semua penelitian dalam arsitektur berputar di sekitar salah satu dari dua preposisi.

- Riset “ke dalam” desain mencakup ilmu sosial dan humaniora, seperti riset perilaku historis dan lingkungan.
- Riset “melalui” desain mencakup produksi kreatif, dengan proses desain itu sendiri sebagai bentuk penemuan pengetahuan baru.

Di antara kedua jenis riset arsitektur ini terdapat metode investigasi yang berbeda. Sementara peneliti ilmiah mengajukan pertanyaan yang dapat diuji, melakukan eksperimen yang dapat direplikasi, menarik kesimpulan umum, dan berkomunikasi melalui jurnal atau basis data yang ditinjau sejawat, praktisi arsitektur terlibat terutama dalam bentuk riset yang jauh lebih terapan. Mereka mengajukan pertanyaan khusus untuk suatu proyek, mengumpulkan informasi sebagian besar dari sumber yang ada, membuat keputusan berdasarkan temuan ini, dan mengomunikasikannya melalui sarana seperti memo, gambar, model, dan dokumen kontrak.

Jika arsitek dapat dikatakan melakukan riset “dasar”, hal itu biasanya terjadi melalui desain. Namun tidak seperti riset dasar sains atau ilmu sosial, desain menemukan pengetahuan baru dengan cara yang kurang linier, lebih berulang, lebih didasarkan pada pengalaman daripada eksperimen, dan lebih sedikit disampaikan melalui makalah tertulis dan lebih banyak melalui kompetisi, pameran, majalah, dan monograf.

Meskipun penelitian merasuki praktik arsitektur, penelitian tersebut tetap relatif tidak terlihat karena beberapa alasan. Bidang ini tidak memiliki tradisi panjang dalam mendokumentasikan dan mengomunikasikan penelitian yang dilakukan oleh para praktisi,

dibandingkan dengan menerbitkan hasil investigasi dalam bentuk bangunan yang telah selesai. Sebagian besar publikasi arsitektur, misalnya, kurang memperhatikan proses desain, pemikiran kritis, atau penemuan terperinci yang sering terjadi dalam tindakan merancang dan membangun bangunan. Dan meskipun publikasi tersebut menerima materi tersebut, banyak arsitek ragu untuk membagikannya, mengingat kuatnya rasa kepemilikan pekerjaan tersebut di bidang tersebut.

Mungkin karena hubungan kerja yang erat antara arsitek dengan industri konstruksi dan pemasok produk, mereka terkadang bertindak seperti perdagangan, menyimpan rahasia, daripada profesi, berbagi pengetahuan. Perbedaan itu menjadi sangat penting sekarang karena merancang dan membangun telah mulai bergabung dalam berbagai metode penyampaian baru sebagai respons terhadap perubahan kekuatan pasar. Ketika arsitek mencari cara untuk membedakan diri dari rekan kontraktor mereka yang semakin dekat, penelitian menjadi bentuk utama diferensiasi. Dengan melakukan dan mengomunikasikan berbagai penelitian, mereka meningkatkan pengetahuan mereka, meningkatkan nilai mereka, mempertajam identitas mereka, dan meningkatkan kualitas serta kinerja dari apa yang mereka lakukan.

8.2 SIFAT PENELITIAN

Menurut psikolog lingkungan Kathleen Harder dan John Bloomfield di University of Minnesota, POE yang berpusat pada pengguna berfokus pada sejauh mana sebuah bangunan memenuhi kebutuhan penggunanya. Evaluasi tersebut berpusat pada orang-orang yang menggunakan bangunan tersebut—baik pengguna utama maupun mereka yang mengunjungi bangunan tersebut. Persepsi mereka diperlukan untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif tentang kekuatan dan kelemahan bangunan.

Jenis Data

Dalam POE yang berpusat pada pengguna, dua jenis data diperoleh: data subjektif dan objektif.

- Data subjektif diperoleh dengan menanyakan berbagai orang yang bekerja di atau mengunjungi bangunan tersebut tentang persepsi mereka terhadap berbagai aspek bangunan. Dua pendekatan digunakan untuk memperoleh data subjektif: survei dan kelompok fokus.
- Data objektif diperoleh dengan mengukur karakteristik fisik bangunan seperti kualitas udara, suhu, tingkat suara, dan tingkat pencahayaan.

Data subjektif dan objektif dibandingkan—jika sesuai—dan ketidakcocokan apa pun dieksplorasi untuk mengidentifikasi solusi potensial untuk masalah.

Jenis Pertanyaan

Sebelum memperoleh data survei, klien harus diwawancarai tentang tujuan dan fungsi bangunan yang dimaksud sebelum konstruksi. Selain itu, peninjauan harus dilakukan untuk memperoleh pemahaman tentang tata letak dan aliran aktivitas di dalam bangunan. Informasi ini membantu dalam pengembangan survei yang membahas karakteristik dan dinamika bangunan tertentu.

Pertanyaan survei harus dibuat dengan hati-hati agar netral dan tidak ambigu. Misalnya,

- “Apakah Anda setuju bahwa fasilitas tersebut memenuhi kebutuhan Anda?” adalah pertanyaan utama yang cenderung menghasilkan jawaban positif.
- “Bagaimana fasilitas tersebut memenuhi kebutuhan Anda?” bersifat ambigu karena tidak difokuskan pada dimensi tertentu. Masalah dengan pertanyaan yang ambigu adalah bahwa peneliti mungkin memiliki satu dimensi dalam pikiran (misalnya, seberapa baik fasilitas tersebut memenuhi kebutuhan kinerja pekerjaan), sementara responden mungkin menanggapi dimensi lain (misalnya, apakah fasilitas tersebut memiliki makanan yang mudah diakses). Akibatnya, data akan sulit ditafsirkan dengan benar.

Daripada salah satu dari rumusan ini, pertanyaannya seharusnya adalah "Seberapa baik fasilitas tersebut memenuhi kebutuhan Anda untuk melakukan pekerjaan Anda?" karena ini memfokuskan responden pada dimensi tertentu tanpa memaksakan tanggapan tertentu. Pertanyaan netral ini diberikan dengan skala tanggapan kategori tujuh poin, dengan "sama sekali tidak baik" sebagai jangkar satu ujung kontinum dan "sangat baik" sebagai jangkar ujung lainnya.

Kembangkan serangkaian pertanyaan yang berbeda untuk berbagai kelompok orang yang mengakses gedung untuk alasan yang berbeda. Versi survei yang berbeda, masing-masing dengan konten yang sedikit berbeda, diberikan kepada individu dalam kelompok yang relevan. Pendekatan survei ganda menghasilkan data yang lebih komprehensif dan akurat. Ini juga memungkinkan untuk membandingkan tanggapan antara kelompok yang berbeda. Data survei dianalisis dan diinterpretasikan. Selain itu, jika sesuai, data survei dan data fisik dibandingkan. Hasil dari proses ini membantu dalam menentukan area yang akan dieksplorasi dalam kelompok fokus.

Kelompok Fokus

Beberapa kelompok fokus dibentuk. Setiap kelompok terdiri dari orang-orang dari tingkat yang sama dalam organisasi. Jangan rekomendasikan campuran tingkat hierarki karena kehadiran seorang supervisor dapat menghambat diskusi yang jujur dan berharga. Jika ada campuran tingkat hierarki, maka diskusi mungkin condong ke arah apa yang menurut peserta ingin didengar oleh atasan mereka, daripada persepsi mereka yang sebenarnya. Petugas kebersihan harus menjadi bagian dari satu kelompok fokus. Mereka memberikan wawasan berharga tentang fungsionalitas bangunan dan cara orang lain menggunakannya.

Sebagai aturan umum, tidak boleh ada lebih dari tujuh peserta dalam satu kelompok fokus. Jumlah yang lebih besar dari ini cenderung sulit diatur dan dapat membatasi masukan dari beberapa peserta. Penting untuk dicatat bahwa orang yang mengadakan diskusi kelompok fokus haruslah seorang fasilitator, yang tidak boleh menganggap dirinya sebagai peserta. Dengan kata lain, fasilitator tidak boleh memberikan pendapat; sebaliknya, fasilitator harus mendorong diskusi di area tertentu, mendengarkan tanggapan dengan saksama, dan membuat catatan.

Laporan Akhir

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari survei, data fisik, dan diskusi kelompok fokus, dibuatlah laporan yang mencatat kekuatan dan kelemahan bangunan. Laporan ini berguna

bagi penghuni saat ini dan staf pengelola fasilitas, yang mungkin dapat melakukan penyesuaian. Laporan ini juga bersifat instruktif bagi arsitek bangunan sehingga mereka menjadi sadar akan apa yang berhasil dan tidak berhasil dari sudut pandang pengguna bangunan.

Penelitian Sejarah

Baik proyek tersebut merupakan bangunan bersejarah atau berada di distrik bersejarah, penelitian sejarah memainkan peran penting dalam arsitektur. Penelitian dapat mencakup penyelidikan sejarah situs, komunitas, organisasi klien, jenis bangunan, struktur bangunan yang ada, atau material atau sistem tertentu.

Penelitian historis sangat bergantung pada jangkauan dan kualitas sumber, menurut Otakar Macel dalam *Ways to Study and Research Urban, Architectural, and Technical Design* (DUP Science, 2002). Sumber-sumber tersebut meliputi:

- Literatur: Penelitian yang telah ditulis tentang suatu subjek
- Sumber: Materi dokumenter, tercetak atau tidak, dari era penelitian
- Sumber-sumber tersebut dikategorikan dalam satu dari dua cara:
- Primer: Sumber-sumber tersebut meliputi bangunan itu sendiri dan gambar serta modelnya.
- Sekunder: Sumber-sumber tersebut meliputi apa yang dikatakan atau ditulis orang lain tentang bangunan tersebut, baik pada saat desain dan konstruksinya atau setelahnya.

Seperti dalam proses desain, penelitian historis menuntut kritik berkelanjutan terhadap sumber-sumber.

- Ketepatan: Apakah suatu sumber mungkin salah atau bias terhadap atau terhadap subjek?
- Asal-usul: Dari mana sumber itu berasal, dan apakah sumber itu dapat diandalkan?
- Waktu: Kapan tanggal sumber itu dan bagaimana kaitannya dengan subjek?
- Asal: Siapa penulis sumber itu?
- Orisinalitas: Apakah sumber atau informasi itu dalam bentuk aslinya? Sumber-sumber itu juga perlu diurutkan, yang ada beberapa cara:
- Informasi dasar: Urutkan materi menurut waktu, tempat, subjek, penulis, atau kombinasi apa pun.
- Organisasi tematik: Ini mengurutkan informasi menurut jenisnya, berdasarkan fungsi penggunaan atau bentuk atau berdasarkan bahan dan konstruksi, misalnya.
- Literatur juga perlu diurutkan dengan cara yang bermanfaat. Cara-cara untuk melakukannya meliputi:
- Pengurutan topografi: Materi diurutkan menurut daftar deskriptif dan inventaris yang dipublikasikan.
- Pengurutan kronologis: Literatur disortir menurut era atau tanggal produksinya.
- Pengurutan bibliografi: Daftar buku dan materi bibliografi lainnya menentukan cara informasi tersebut disusun.
- Pengurutan monografi: Materi diurutkan menurut proyek atau orang tertentu.

Dalam konteks bangunan itu sendiri, analisisnya memiliki dua bentuk:

- Analisis morfologi: Ini melibatkan pengamatan terhadap karakteristik spesifik (apa dan bagaimana) dari karya tersebut untuk membandingkannya dengan karya lain dan meletakkannya dalam perspektif yang lebih luas (mengapa). Ini dapat mencakup aspek formal, fungsional, dan struktural dari karya tersebut, atau aspek gaya atau konseptualnya.
- Analisis teknis: Ini dapat mencakup pengamatan terhadap lokasi atau material bangunan atau metode konstruksi yang digunakan di dalamnya. Mengevaluasi struktur fisik bangunan bersejarah, kata Barry Richardson dalam *Defects and Deterioration in Buildings* (Spon, 2001), melibatkan proses investigasi tersendiri yang melibatkan alat-alat berikut:
 - Alat ukur kelembapan untuk menilai kadar kelembapan kayu dan material serta rakitan lainnya
 - Boroskop dan cermin kecil untuk melihat ke tempat-tempat yang sulit dijangkau atau terlihat
 - Pisau serbaguna, palu cakar, linggis, pahat, obeng, gergaji, dan bor listrik
 - Kamera, kantong plastik yang dapat disegel atau amplop yang dapat disegel untuk sampel
 - Tangga penampang, senter, buku catatan, pena atau pensil anti air

Penelitian tentang sejarah dan kondisi bangunan yang ada merupakan salah satu bidang penelitian arsitektur terbesar karena penggunaan kembali bangunan secara luas. Studi kasus berikut, oleh Harry Hunderman dan Richard Weber dari Wiss, Janney, Elstner Associates, menawarkan beberapa wawasan tentang bagaimana hal ini dilakukan.

8.3 PENELITIAN TEKNIS

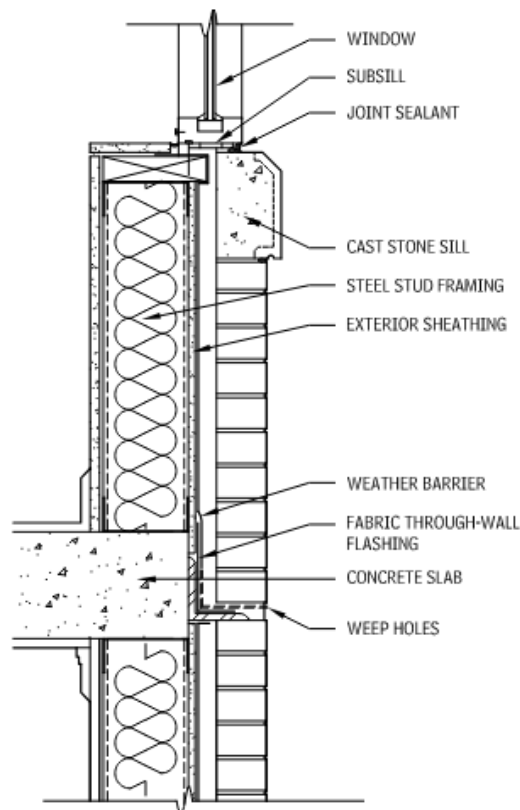
Studi Kasus: Diagnostik Bangunan

Pengembangan metode perbaikan yang tepat muncul dari pemahaman menyeluruh tentang kondisi dan perilaku struktur dan material konstruksi. Untuk setiap proyek, pemahaman ini diperoleh melalui penggunaan teknik diagnostik terpilih. Berbagai macam alat tersedia untuk membantu dalam evaluasi kondisi yang ada, diagnosis masalah, dan pengembangan metode perbaikan yang tepat. Studi kasus yang dijelaskan di sini menggambarkan proses diagnostik.

Latar Belakang

Sebuah penyelidikan dilakukan untuk menentukan penyebab kerusakan pasangan bata dan kebocoran air yang diamati pada bangunan bertingkat menengah yang dibangun pada tahun 1990-an di Amerika Serikat bagian utara. Dinding eksterior terutama terdiri dari konstruksi dinding rongga dengan pelapis pasangan bata yang didukung oleh rangka logam yang dibentuk dingin. Tiang baja ditutupi dengan selubung gipsium eksterior dengan penghalang cuaca dari kertas bangunan. Rongga drainase terdapat di antara lapisan bata dan kertas bangunan, dengan berat bata ditopang oleh fondasi dan oleh sudut rak di pelat lantai. Ambang dan ambang beton pracetak terdapat di semua jendela. Dalam sistem ini, air yang menembus lapisan bata dimaksudkan untuk mengalir ke bawah dalam rongga drainase di

belakang pasangan bata ke flashing yang dipasang di sudut rak dan ambang, dan mengalir ke eksterior melalui weep yang dipasang pada flashing fleksibel. Jendela terdiri dari sistem rangka aluminium yang ditingkatkan secara termal, dengan unit kaca isolasi (IG) tetap. Perakitan jendela biasanya memiliki dua unit IG dengan kusen vertikal di antara dan ambang aluminium yang ditingkatkan secara termal, dengan bendungan ujung yang memanjang di bawah seluruh panjang jendela. Dinding tirai aluminium dan kaca yang memanjang beberapa lantai juga mengganggu pelapis dinding bata di beberapa area.



Gambar 8.1 Bagian Dinding Keseluruhan Yang Umum Pada Sudut Jendela Dan Rak

Penyelidikan

Masalah yang diamati pada pelapis eksterior meliputi pergeseran ke luar (pengerambatan) dan keretakan pada pasangan bata dan kebocoran air ke bagian dalam di berbagai lokasi. Tujuan penyelidikan adalah untuk menentukan penyebab kerusakan dan kebocoran, mengevaluasi sejauh mana masalah, dan memberikan arahan untuk perbaikan.

Tinjauan Dokumen

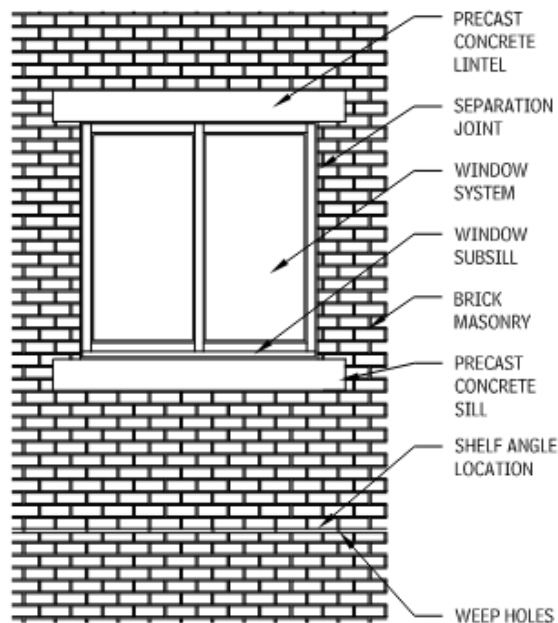
Sebelum penyelidikan lapangan, dokumen arsitektur dan struktur asli ditinjau, serta gambar kerja dan pengajuan dari konstruksi asli. Selain itu, tinjauan catatan pemeliharaan membantu untuk memahami sifat konstruksi yang ada dan masalah serta perbaikan sebelumnya.

Survei Visual

Setelah meninjau dokumen yang tersedia, survei visual dinding eksterior bangunan

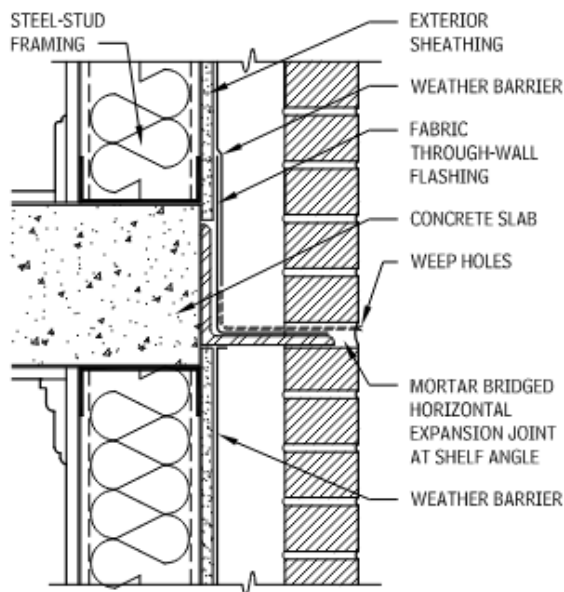
dilakukan dari permukaan tanah, menggunakan teropong dan dari area atap. Survei visual ini memberikan pemahaman umum tentang kondisi yang ada dan memungkinkan para penyelidik untuk memilih rentang dan tingkat investigasi lebih lanjut yang diperlukan.

Survei visual pada pelapis bata menunjukkan banyaknya pemisahan ikatan antara unit pasangan bata dan mortar. Tingkat pemisahan ikatan juga menunjukkan pengerjaan dan perkakas yang buruk pada sambungan mortar selama pemasangan. Pemisahan ini, serta retakan dan rongga pada mortar, memungkinkan peningkatan jumlah air masuk ke rongga drainase di belakang pasangan bata. Efloresensi, yang diamati pada pasangan bata di beberapa lokasi yang terisolasi, terutama di atas sudut rak, merupakan hasil dari pengendapan garam terlarut pada permukaan pasangan bata dan biasanya menunjukkan air bergerak melalui pasangan bata. Selain itu, retakan dan tonjolan diamati di lokasi sudut rak, dan sambungan kontrol telah sepenuhnya terkompresi di area yang tampaknya tersumbat oleh sambungan kontrol horizontal.



Gambar 8.2 Tinggi Dinding Umum Pada Jendela Dan Sudut Rak

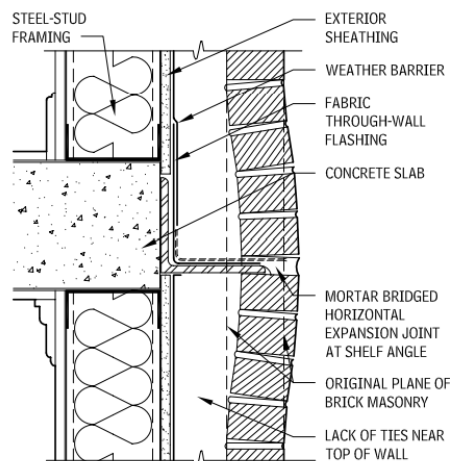
Pengamatan visual juga mengungkap kegagalan sambungan sealant yang meluas di sekeliling jendela dan dinding gorden, termasuk kegagalan perekat dan kohesif. Survei visual interior, yang dilakukan bersamaan dengan survei eksterior, menunjukkan kerusakan akibat air pada lapisan interior di banyak jendela, terutama di ujung anggota ambang jendela. Berdasarkan hasil survei visual, lokasi dipilih untuk pemeriksaan jarak dekat, bukaan pemeriksaan, dan pengujian kebocoran air.



Gambar 8.3 Bagian Melalui Sudut Rak Seperti Yang Dibuat Awal

Pemeriksaan Jarak Dekat

Pemeriksaan jarak dekat dilakukan di lokasi representatif dari perancah gantung (tahap ayun) dan lift personel. Pemeriksaan jarak dekat memberikan kesempatan untuk bukaan pemeriksaan, pengujian lapangan, pengambilan sampel, dan penerapan berbagai teknik diagnostik. Mengevaluasi unit beton pracetak menuntut metode uji nondestruktif, yang mencakup teknik pengukuran (pengetukkan dengan palu) untuk mengidentifikasi delaminasi dan rongga, dan survei detektor logam untuk mengidentifikasi keberadaan dan lokasi umum elemen logam.



Gambar 8.4 Penampang Melalui Shelf Angle Menunjukkan Pengelembungan

Sebuah boroskop, yang menggunakan sumber cahaya serat optik, digunakan untuk memeriksa kondisi tersembunyi di dalam dinding pasangan bata melalui lubang yang sangat kecil yang dibuat pada sambungan mortar. Pengambilan sampel meliputi batu bata dan mortar

untuk pengujian laboratorium, seperti yang dibahas kemudian di bagian ini. Selama survei detektor logam untuk ikatan bata yang tertanam, kurangnya ikatan bata terdeteksi di dekat garis lantai. Hal ini memungkinkan pasangan bata bergeser ke luar pada sudut rak.

Pembukaan inspeksi dilakukan di lokasi tertentu untuk memungkinkan pemeriksaan kondisi tersembunyi dan untuk memverifikasi konstruksi yang dibangun. Pembukaan inspeksi dibuat di lapisan batu bata pada sumber kebocoran yang diduga dan kerusakan yang diamati dan di lokasi lain yang menarik untuk memperlihatkan konstruksi yang mendasarinya agar terlihat. Misalnya, bukaan inspeksi yang dibuat di lokasi sudut rak menunjukkan bahwa lapisan tembus dinding di sudut rak terdiri dari tembaga berlapis kertas. Lapisan laminasi itu berakhir di atau di belakang ujung sudut, bukannya memanjang ke permukaan pasangan bata. Lapisan itu tidak disegel hingga ke sudut baja. Karena lapisan itu berakhir di tepi baja dan tidak disegel, air yang mengalir dari ujung lapisan itu dapat menyentuh sudut baja. Sebagai contoh lain dari kondisi yang terungkap di bukaan inspeksi, lapisan di kepala jendela ditemukan tidak memanjang melampaui ambang pintu beton pracetak. Sebaliknya, lapisan di lokasi ini berakhir sekitar 2 inci di luar bukaan jendela tanpa bendungan ujung. Air yang terkumpul oleh lapisan ini mengalir secara lateral dan akan jatuh ke atas pasangan bata di kusen, seperti yang diamati selama pengujian.

Pengujian Kebocoran Air

Survei visual pada bagian dalam bangunan diselesaikan untuk mengidentifikasi bukti infiltrasi kelembapan. Pengujian semprotan air dilakukan di lokasi eksterior terpilih untuk mengevaluasi ketahanan konstruksi dinding dan jendela terhadap kebocoran air. Empat metode pengujian digunakan. Dalam pengujian rak semprot, air disemprotkan ke permukaan pasangan bata dengan rak nosel yang dikalibrasi untuk mengalirkan air dengan laju 5 galon per kaki persegi per jam. Rak semprot dibuat dan dikalibrasi sesuai dengan ASTM E 1105, "Metode Uji Standar untuk Penentuan Lapangan Penetrasi Air untuk Jendela Terpasang, Dinding Tirai, dan Pintu dengan Perbedaan Tekanan Statis Seragam atau Siklik." Pengujian dilakukan tanpa perbedaan tekanan udara yang diterapkan di seluruh sistem dinding.

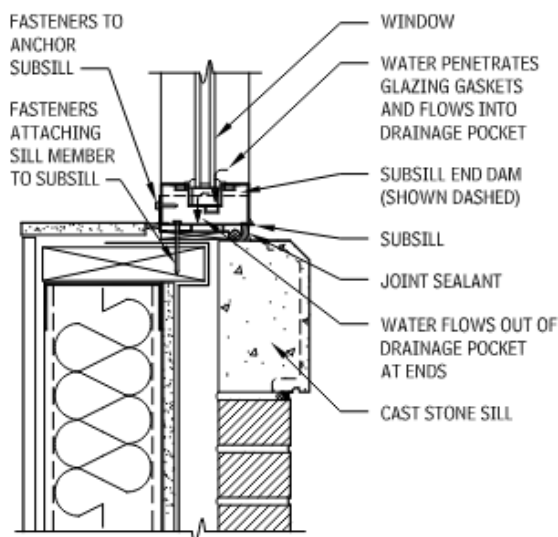
Dalam pengujian permeabilitas air, ruang selebar 3 kaki dan tinggi 4 kaki dipasang di permukaan pasangan bata. Air diaplikasikan sebagai lembaran di seluruh spesimen di dalam ruang sementara tekanan udara juga diterapkan. Pengujian ini dilakukan sesuai dengan ASTM C 1601, "Metode Uji Standar untuk Penentuan Lapangan Penetrasi Air pada Permukaan Dinding Batu Bata." Pengujian ini menentukan laju air yang menembus batu bata selama kondisi hujan lebat yang disebabkan angin. Jumlah air yang mengalir ke dalam batu bata, alih-alih dialirkan oleh ruang dan tangki pasokan, diukur sebagai jumlah penetrasi air ke dalam dinding. Pengujian dilakukan selama empat jam masing-masing pada tekanan udara yang diterapkan sebesar 10 psf di seluruh bagian luar area pengujian.

Dalam pengujian drainase dinding, air dialirkan melalui pipa plastik langsung ke rongga drainase di belakang lapisan bata untuk mengevaluasi kinerja sistem drainase dinding dan efektivitasnya dalam menangani air yang menembus ke dalam sistem dinding. Seperti yang ditetapkan dalam metode uji American Architectural Manufacturers Association (AAMA) 501.2, "Jaminan Kualitas dan Pemeriksaan Lapangan Kebocoran Air Diagnostik pada Storefront

Terpasang, Dinding Tirai, dan Sistem Kaca Miring,” nosel genggam yang dikalibrasi digunakan untuk menguji ketahanan sambungan yang tidak bergerak terhadap penetrasi air dan untuk membantu mengisolasi, atau menentukan, sumber kebocoran air. Sebelum melakukan pengujian infiltrasi air, lapisan akhir dihilangkan untuk memungkinkan pemantauan kebocoran. Ini termasuk pelepasan bangku interior dan papan gipsum di lokasi kebocoran dan jendela di sekitarnya yang akan diuji. Dengan cara ini, kebocoran yang terjadi selama pengujian dapat dengan mudah diamati dan sumbernya dapat ditentukan.

Pengujian permeabilitas air dilakukan di dua area di mana kondisi pasangan bata dinilai secara visual relatif baik dan menunjukkan sedikit pemisahan ikatan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pasangan bata memiliki permeabilitas yang relatif tinggi untuk bangunan seusia ini. Permeabilitas yang tinggi mengakibatkan peningkatan jumlah air yang harus ditangani dan dikeringkan oleh sistem flashing dinding, terutama selama hujan lebat yang disebabkan angin. Selama pengujian flashing tembus dinding pada sudut rak, kebocoran air terjadi di persimpangan sudut rak dan sistem dinding gorden. Air mengalir ke lapisan interior dan mengalir ke bagian dalam rangka dinding gorden. Kebocoran air juga terjadi di bagian bawah pelat beton. Kebocoran ini terjadi di dekat sambungan di sudut rak.

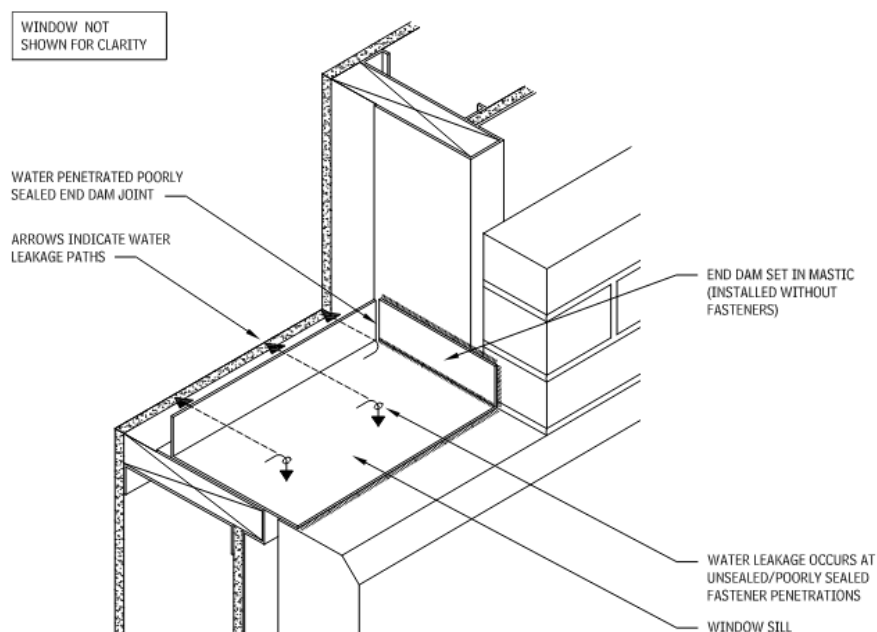
Selama pengujian pasangan bata, air mengalir di belakang pasangan bata di kusen jendela dan melewati persimpangan subsill/pasangan bata jendela dan mengalir ke rangka ambang interior. Air diarahkan ke subsill dalam banyak kasus; namun, di beberapa lokasi, kebocoran terjadi pada balok kayu di ambang karena cacat pada bendungan ujung subsill atau sambungan yang tidak tertutup rapat antara bendungan ujung dan material bukaan kasar yang berdekatan.



Gambar 8.5 Detail Jendela Umum

Selama pengujian rak semprot pada sistem jendela, kebocoran air mudah terjadi di ambang jendela. Di lokasi tempat pengujian nosel dilakukan untuk menentukan lokasi kebocoran, pengamatan dari bagian dalam selama pengujian menunjukkan bahwa kebocoran

di ambang jendela uji adalah akibat penetrasi air di ambang jendela, khususnya pada penetrasi pengikat dan pada bendungan ujung yang tidak tertutup rapat. Karena perlunya mengonfirmasi jalur pergerakan air di ambang jendela, sistem jendela dibongkar di beberapa lokasi representatif. Ambang jendela ditemukan diikat ke balok kayu di bawahnya, dengan sekrup yang menembus ambang jendela; namun, sealant sambungan tidak ada di beberapa penetrasi sekrup ini. Bendungan ujung aluminium ada di ujung-ujung ambang jendela; namun, segel antara bendungan ujung dan ambang jendela tidak lengkap di semua area. Bendungan ujung tidak diikat secara mekanis ke ambang jendela. Selain itu, pengencang subsill menembus kaki horizontal bendungan ujung di sejumlah lokasi.



Gambar 8.6 Flashing Dan Kebocoran Bendungan Akhir

Selanjutnya, pengujian laboratorium terhadap material terpilih dilakukan untuk memberikan informasi spesifik tentang karakteristik material dan penyebab kegagalan. Misalnya, pemeriksaan petrografi dilakukan pada sampel beton pracetak untuk memastikan tidak ada masalah komposisi yang muncul. Studi petrografi melibatkan pemeriksaan mikroskopis standar terhadap sampel material berdasarkan metode yang diuraikan dalam ASTM C 856, "Pemeriksaan Petrografi Beton Keras," untuk mengevaluasi kualitas dan ketahanan material secara keseluruhan.

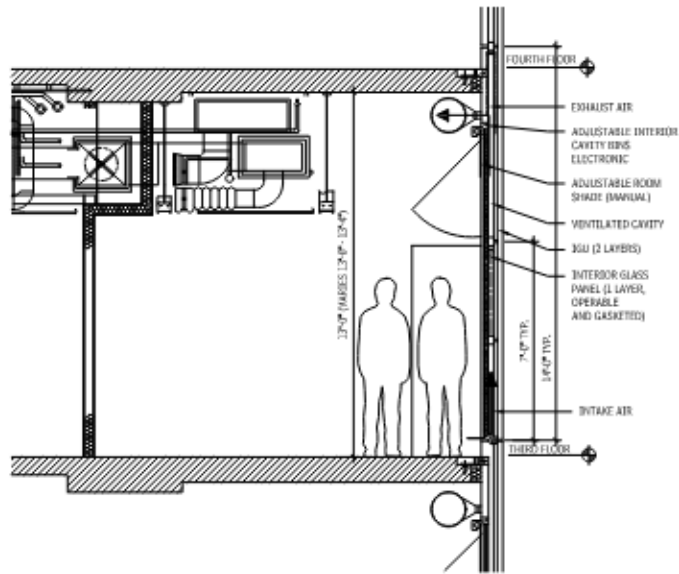
Analisis komposisi mortar menggunakan metode ASTM C 1324, "Metode Uji Standar untuk Pemeriksaan dan Analisis Mortar Masonry Keras," termasuk metode kimia untuk melengkapi pemeriksaan petrografi, dilakukan untuk memastikan bahwa komposisi mortar sesuai dengan persyaratan spesifikasi. Pengujian koefisien penyerapan dan saturasi batu bata dilakukan sesuai dengan ASTM C 216, "Spesifikasi Standar untuk Batu Bata yang Dilapisi (Unit Pasangan Batu Padat yang Terbuat dari Tanah Liat atau Serpih)." Menurut ASTM C 216, lima batu bata dimasukkan dalam setiap pengujian, dan setengah dari setiap batu bata digunakan

sebagai spesimen uji. Hasil diperoleh untuk spesimen individual dan rata-rata dihitung, untuk membandingkan batu bata dengan persyaratan kinerja ASTM C 216. Informasi yang dikumpulkan melalui penelitian dan investigasi dianalisis untuk menentukan penyebab kerusakan yang diamati dan untuk menginformasikan pengambilan keputusan tentang perbaikan yang tepat.

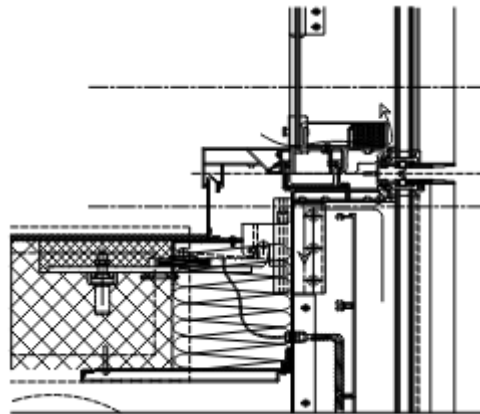
Tabel 8.7 Jenis Dinding Gorden

	KONVENSIONAL / UMUM	SISTEM KACA SILIKON STRUKTURAL		TEKNOLOGI TINGGI ASIA	TEKNOLOGI TINGGI EROPA	SISTEM KACA PENOPANG TITIK	FASAD KULIT GANDA
		Silikon Struktural pada					Selubung Interaktif: Kombinasi Teknologi Dinding Tirai & Sistem HVAC Silikon Struktural pada Jendela Pita Horizontal untuk Mengontrol Iklim Dalam Ruangan
PRODUSEN	Wasau Metals, Ykk Ap America	Wasau Metals, Ykk Ap America	Ykk Ap Japan		Permasteelisa (Italy)	Pilkington (Uk), Mero Germany	Permasteelisa (Italy) Josef Gartner & Sons (Germany)
ESTETIKA	Garis Pandang 2"-2½"-3" Kisi-Kisi dengan Mullion Logam Terekspos (Mullion: tiang/palang pembatas jendela atau panel)	Garis Pandang 2" (Vertikal & Horizontal) Tampilan Serba Kaca & Monolitik	Garis Pandang Vertikal 3" Jendela Pita Horizontal	Garis Pandang 2"-2½"-3" Garis Pandang 3"+ untuk SSG (Structural Silicone Glazing) Mirip Konvensional tapi Lebih Elegan & Halus	Fasad Logam & Kaca yang Khas & Unik	Permukaan Rata Serba Kaca dengan Transparansi Maksimal	Fasad Ramping Dinding Transparan Tampilan "Berteknologi Tinggi"
Teknis	Kaca dijepit ke rangka logam dengan batang penekan. Teknologi pemutus termal menggunakan termoplastik. Pemasangan kaca melalui interior atau eksterior.	Kaca direkatkan ke logam dengan silikon struktural di keempat sisinya. Ditambah segel cuaca silikon. Tidak ada jembatan termal.	Kaca direkatkan ke rangka dengan silikon struktural hanya di sisi vertikal. Ditambah segel cuaca silikon.	Setara dengan konvensional. Geometri mullion yang kompleks. Metode perakitan sistem unit.	Selubung biasanya adalah sistem unit dengan profil aluminium tersembunyi. Ini memerlukan detail sambungan khusus karena sistem ini adalah jenis yang saling mengunci.	Fitting kaca yang dipatenkan terhubung ke konektor baja tahan karat yang dirancang untuk menempel pada struktur pendukung yang terdiri dari rangka ruang, sistem tarik, atau sirip kaca. Sealant	Lapisan luar kaca tunggal. Lapisan tengah ikatan logam yang dikontrol komputer. Lapisan dalam kaca insulasi. Integrasi dengan HVAC bangunan.

						silikon berfungsi sebagai pelindung cuaca antar panel kaca.	
Pemasangan Umum	Digunakan pada bangunan rendah, menengah, & tinggi. Waktu pengerjaan tipikal (standar)	Digunakan pada bangunan rendah & menengah. Waktu pengerjaan tipikal (standar).	Digunakan pada bangunan rendah & menengah. Waktu pengerjaan tipikal (standar).	Digunakan pada bangunan rendah, menengah, & tinggi. Waktu pengerjaan panjang.	Digunakan pada bangunan rendah, menengah, & tinggi. Waktu pengerjaan panjang.	Digunakan pada bangunan rendah, menengah, & tinggi. Dinding atrium, dinding kaca bentang panjang. Waktu pengerjaan sedang jika menggunakan fitting standar.	Digunakan pada bangunan menengah & tinggi. Waktu pengerjaan panjang.
Analisis	Sistem pelapis dinding standar yang diproduksi secara ekstensif & tersedia luas di AS. Kemungkinan kustomisasi komponen standar pabrikan. Ekstrusi bentuk kustom tersedia.	Kustomisasi terbatas. Aplikasi seal cuaca & sealant struktural di lapangan tergantung pada kualitas pengerjaan. Dapat di-unitize & dipasang kaca di pabrik.		Rentang komponen standar sangat berbeda dari konvensional dalam hal bentuk & ukuran ekstrusi serta perakitan rangka. Profil yang lebih menarik secara visual. Fabrikasi dengan toleransi yang lebih ketat. Pabrikasi lebih condong ke pelanggan.	Solusi inovatif dan canggih untuk desain yang menantang secara teknis adalah hal yang lumrah.	Sistem proprietary, pabrikan merekayasa sistem sebagai paket keseluruhan. Kustomisasi tidak terbatas karena fasad dapat berada pada bidang apapun, vertikal, horizontal, atau miring.	Sistem yang sangat disesuaikan & direkayasa meningkatkan kinerja bangunan & kenyamanan penghuni. Penghematan energi yang signifikan. Teknologi bangunan canggih yang digunakan terutama di Eropa.
Biaya	Harga Terendah: Rp456.000 – Rp570.000./SF Batas atas: Rp814.248,50 – Rp1.221.372,75 ./SF	Rp977.080,80 – Rp1.628.468./SF		Rp1.221.351 – Rp1.628.468 /SF	Rp1.231.875 – Rp1.642.500/SF	Rp2.442.745,50 – Rp4.885.491,00/SF	Rp1.628.497 – Rp4.071.242,50./SF



Gambar 8.8 Bagian Dinding Gorden Aktif



Gambar 8.9 Detail Kaca

BAB 9

SISTEM INFORMASI KONSTRUKSI

9.1 STANDAR CAD

Standar CAD Nasional AS (NCS) merupakan kompilasi dokumen terkait yang diterbitkan oleh beberapa organisasi untuk tujuan menciptakan standar nasional bagi dokumen CAD terkait konstruksi. Permintaan akan standar CAD nasional berasal dari dua sumber. Pertama, pemilik fasilitas besar seperti pemerintah federal berupaya membangun mekanisme untuk mengatur informasi fasilitas grafis sehingga dapat disimpan dan diambil dengan mudah. Sementara sebagian besar arsitek menganggap gambar hanya sebagai dokumen konstruksi, banyak pemilik fasilitas menganggapnya sebagai dasar dokumen manajemen fasilitas. Informasi ini digunakan sepanjang siklus hidup fasilitas untuk pengoperasian, renovasi, penambahan, dan, terakhir, penghentian operasional dan pembongkaran fasilitas. Apa yang kini dikenal sebagai siklus fasilitas merupakan dorongan utama dalam partisipasi Departemen Pertahanan AS (DoD) dalam pembuatan NCS.

Alasan utama kedua untuk penciptaan NCS adalah permintaan oleh para profesional desain untuk mengembangkan standar guna memungkinkan berbagi informasi dan meminimalkan kebutuhan setiap kelompok pengguna untuk membuat standar CAD-nya sendiri, yang mengharuskan tim untuk mengadaptasi standar CAD yang berbeda untuk setiap proyek, sehingga membuang-buang waktu dan uang tanpa memperoleh manfaat apa pun. NCS dianggap sebagai metode untuk memberikan keseragaman dari satu proyek ke proyek lainnya dan menghemat waktu dalam produksi, sehingga memungkinkan arsitek untuk menghabiskan lebih banyak waktu untuk desain. NCS juga dipandang sebagai sarana untuk memungkinkan vendor perangkat lunak CAD membuat alat di sekitar standar-standar ini yang akan membuat produksi dokumen konstruksi lebih mudah dan lebih cepat.

Manfaat dari standar nasional harus jelas bagi semua profesional desain, karena memungkinkan informasi untuk ditransfer sepanjang siklus proyek dari satu profesional desain ke profesional desain lainnya. Merampingkan cara informasi dibagikan menghasilkan koordinasi yang lebih baik antara arsitek dan insinyur, serta menghemat waktu produksi dan meningkatkan desain keseluruhan proyek. National Institute of Building Sciences, American Institute of Architects, Construction Specifications Institute, dan Tri-Service CAD/GIS Technology Center merupakan organisasi yang berkontribusi pada NCS. NCS diperbarui secara berkala; informasi di dalamnya mencerminkan NCS versi 3.1, yang diperbarui pada Januari 2005.

Modul Sistem Gambar Seragam 01-08

Diterbitkan oleh Construction Specifications Institute

- Modul 01: Organisasi Set Gambar: Memberikan panduan untuk organisasi set gambar, urutan set gambar, dan sistem identifikasi lembar.
- Modul 02: Organisasi Lembar: Memberikan panduan untuk tata letak lembar gambar,

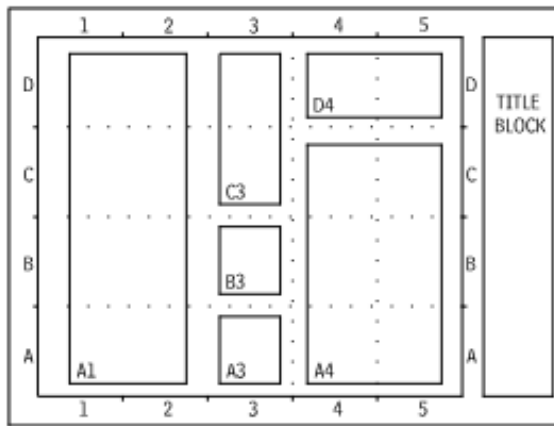
lokasi dan penomoran gambar pada lembar, ukuran lembar, area blok judul, dan tata letak lembar gambar tambahan.

- Modul 03: Jadwal: Memberikan panduan untuk tata letak jadwal dan penggunaan jadwal, baik pada gambar maupun dalam manual proyek.
- Modul 04: Konvensi Perancangan: Memberikan panduan untuk produksi gambar konstruksi, termasuk ketebalan garis, dimensi, orientasi, notasi, dan konvensi gambar grafis lainnya.
- Modul 05: Istilah dan Singkatan: Memberikan daftar istilah yang disukai dan tidak disukai, serta singkatan yang digunakan pada gambar.
- Modul 06: Simbol: Memberikan simbol standar yang disusun menurut MasterFormat, edisi 2004, divisi, dan struktur klasifikasi jenis simbol.
- Modul 07: Notasi: Memberikan panduan untuk menemukan dan menggunakan notasi pada gambar, termasuk catatan umum, catatan disiplin umum, catatan lembar umum, catatan kunci referensi, dan catatan kunci lembar.
- Modul 08: Konvensi Kode: Menyediakan panduan untuk menyajikan data terkait kode pada gambar. Modul ini menetapkan jenis informasi terkait kode, lokasi yang disukai, dan format untuk menampilkan informasi.

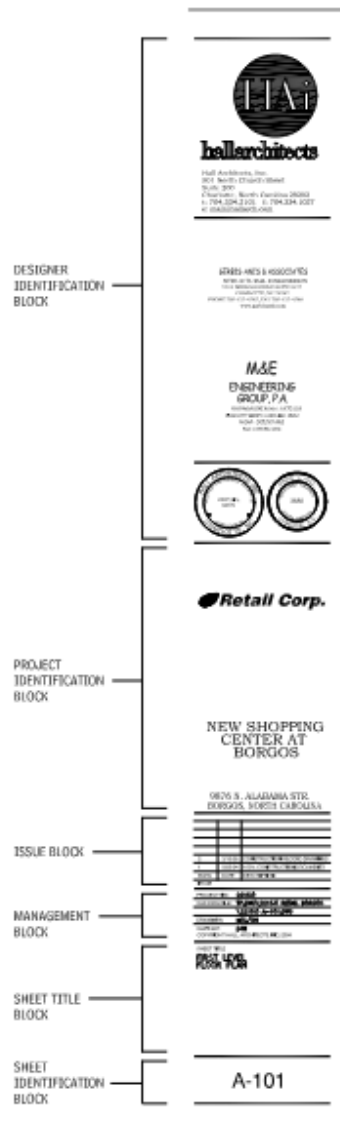
Berikut ini adalah contoh beberapa dari sekian banyak pedoman dan standar yang disertakan dalam NCS.



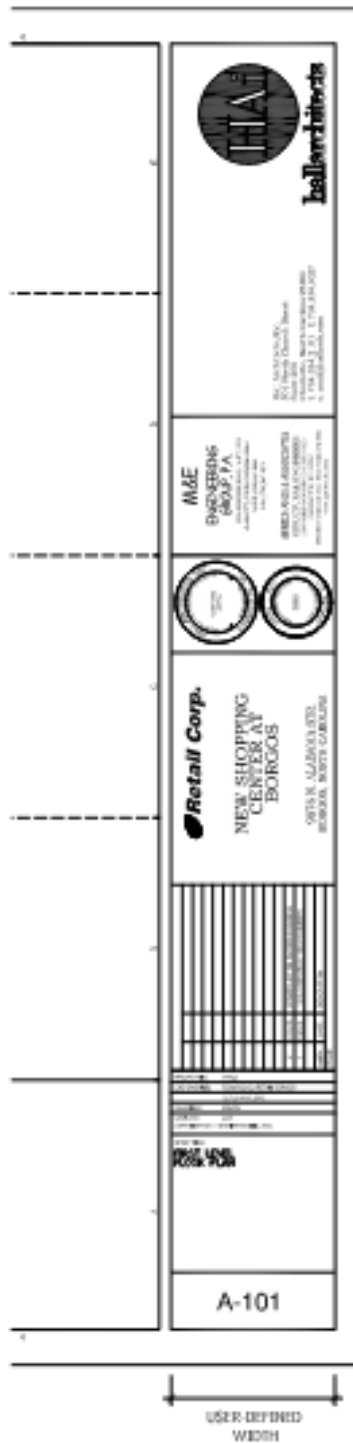
Gambar 9.2 Hierarki Set Gambar



Gambar 9.3 Organisasi Lembar Gambar



Gambar 9.4 Organisasi Blok Judul

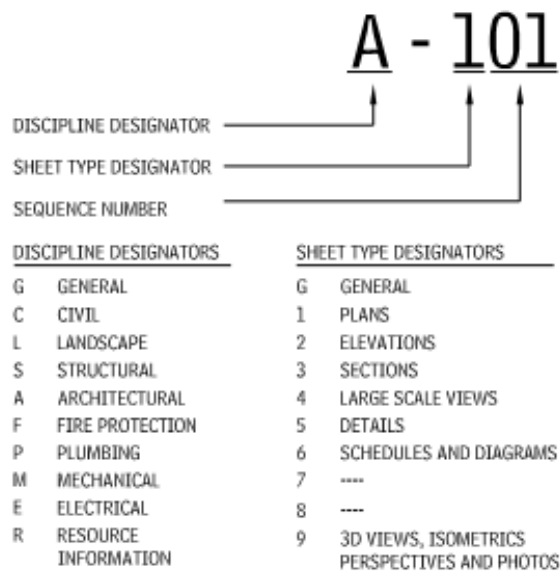


VERTICAL TEXT FORMAT



HORIZONTAL TEXT FORMAT

Gambar 9.5 Format Blok Judul



Gambar 9.6 Format Identifikasi Lembar

9.2 SIMBOL GRAFIS

Simbol grafis adalah representasi objek, material, atau kata. Modul 6—Simbol Uniform Drawing System (UDS), yang diproduksi oleh Construction Specifications Institute (CSI), adalah bagian dari Standar CAD Nasional AS (NCS) yang mengklasifikasikan, mengatur, dan menyajikan simbol grafis yang digunakan dalam dokumen konstruksi. Lampiran ini merupakan ringkasan informasi yang terdapat dalam modul Simbol

Struktur Klasifikasi Simbol

Standar CAD Nasional menyediakan enam klasifikasi simbol. Berikut ini adalah daftar jenis simbol dengan deskripsi dan contoh masing-masing.

Simbol Identitas

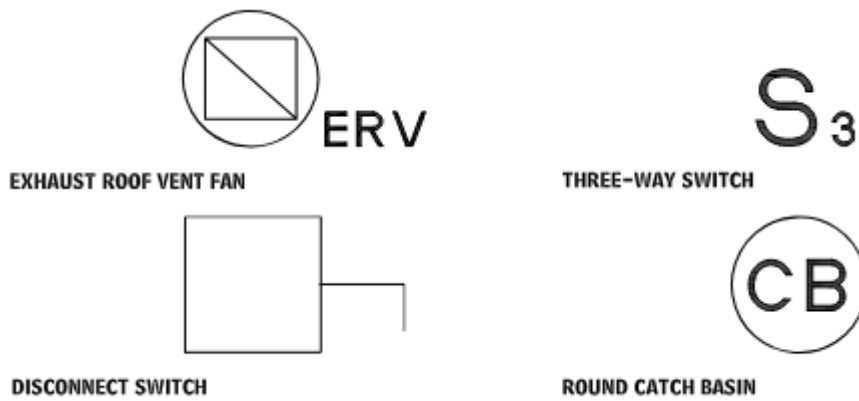
Simbol identitas adalah simbol yang menunjukkan objek individual tetapi bukan representasi dari objek tersebut. Simbol identitas umumnya digunakan untuk menunjukkan objek seperti katup, alarm kebakaran, lampu, dan stopkontak listrik.

Simbol Garis

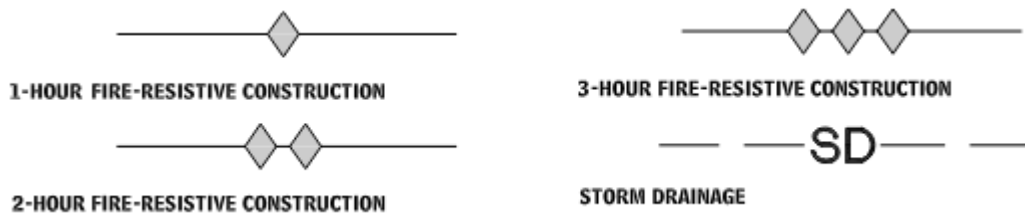
Simbol garis adalah simbol yang menunjukkan objek kontinu dan digambar menggunakan garis tunggal atau ganda. Simbol garis umumnya digunakan untuk menunjukkan objek seperti dinding, saluran udara, dan saluran utilitas.

Simbol Material

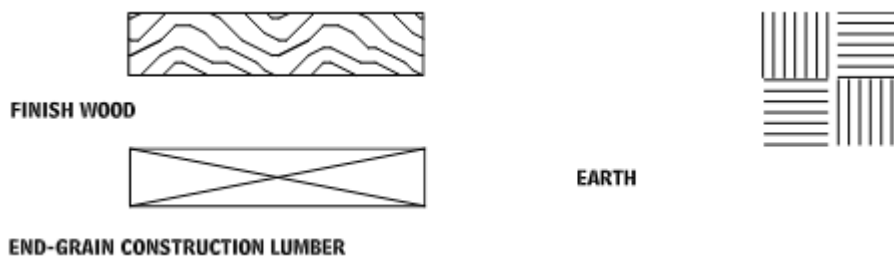
Simbol material adalah simbol yang secara grafis menunjukkan material konstruksi atau material dengan kondisi yang ada. Simbol material dapat ditampilkan dalam tampilan elevasi, penampang, atau denah. Simbol material umumnya digunakan untuk menunjukkan objek seperti batu bata, batu, tanah, kayu, beton, dan baja.



Gambar 9.7 Simbol Identitas



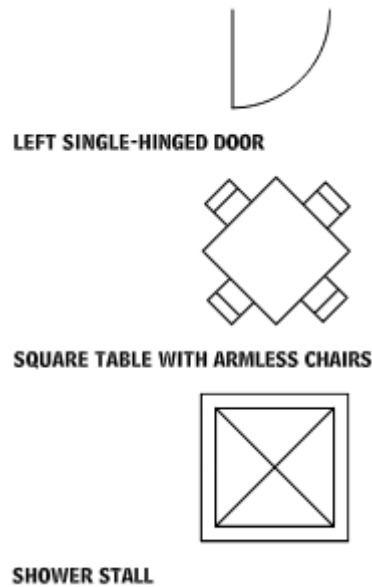
Gambar 9.8 Simbol Garis



Gambar 9.9 Simbol Material

Simbol Objek

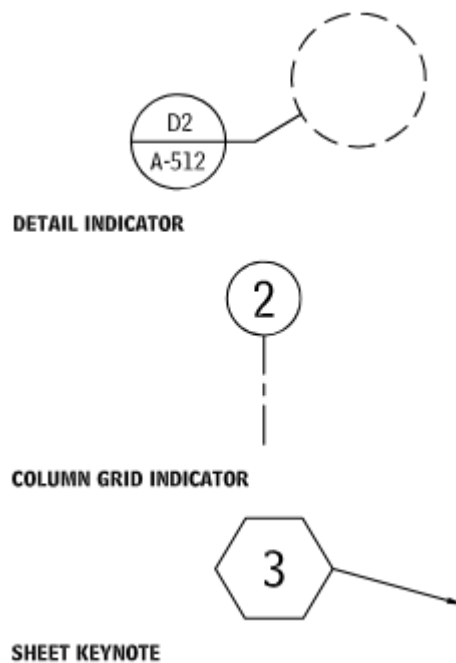
Simbol objek adalah simbol yang mewakili objek fisik tertentu. Simbol objek umumnya digunakan untuk menunjukkan objek seperti pintu, jendela, perlengkapan toilet, dan furnitur.



Gambar 9.10 Simbol Objek

Simbol Referensi

Simbol referensi adalah simbol yang merujuk pembaca ke informasi di area lain dari rangkaian gambar, atau memberikan informasi dasar mengenai gambar atau data pada lembar tersebut. Simbol referensi mencakup simbol-simbol seperti indikator elevasi, indikator detail, tanda panah utara, skala grafik, indikator penampang, dan awan revisi.



Gambar 9.11 Simbol Referensi

Simbol Teks

Simbol teks adalah simbol yang secara grafis menunjukkan sebuah kata atau beberapa

kata dan dapat berupa notasi pada gambar.

Tabel 9.12 Simbol Teks

SIMBOL	MAKNA
'	kaki (kaki).
"	inci (inci)
&	Dan
@	pada / di
#	nomor, pon.

9.3 DATA MATEMATIKA

TABEL 9.13 FAKTOR KONVERSI

KUANTITAS	DARI SATUAN INCH- POUND	KE SATUAN METRIK	DIKALIKAN DENGAN
Panjang	Mil	Km	1.609344
	Yard	M	0.9144
	Kaki	M	0.3048
	Kaki	Mm	304.8
	Inci	Mm	25.4
Luas	mil persegi	km ²	2.59000
	ekar	m ²	4046.87
		ha (10,000 m ²)	0.404687
	yard persegi	m ²	0.83612736
	kaki persegi	m ²	0.09290304
	inci persegi	mm ²	645.16
Volume	kaki kubik-ekar	m ³	1233.49
	yard kubik	m ³	0.764555
	kaki kubik	m ³	0.0283168
		cm ³	28.31685
		L (1000 cm ³)	28.31685
	100 kaki papan	m ³	0.235974
	Gallon	L (1000 cm ³)	3.78541
	inci kubik	cm ³	16.387064
mm ³		16,387.064	
Massa	Lb	Kg	0.453592
	Kip (1000 lbs)	metric ton (1000 kg)	0.453592
Massa per satuan panjang	Plf	kg/m	1.48816
Massa per satuan luas	Psf	kg/m ²	4.88243
Kepadatan massa	Pcf	kg/m ³	16.0185
Gaya	Lb	N	4.44822
Gaya per satuan panjang	Plf	N/m	14.5939
Tekanan, tegangan, modulus elastisitas	Psf	Pa	47.8803
	Psi	kPa	6.89476
Momen lentur, torsi, momen gaya	ft·lb	N·m	1.35582
Momen massa	lb·ft ²	kg·m	0.138255
Momen inersia	lb·in ²	kg·m ²	0.0421401
Momen inersia luas (momen kedua area)	in ⁴	mm ⁴	416231
Modulus penampang	in ³	mm ³	16,387.064

Massa per luas (kepadatan)	lb/ft ²	kg/m ²	4.88243
Suhu	°F	°C	5/9(°F-32)
Energi, kerja, jumlah panas	kWh	MJ	3.6
	Btu	J	1055.056
	ft-lbf	J	1.35582
Daya	ton (refrig)	kW	3.517
	Btu/s	kW	1.055056
	hp (electric)	W	745.700
	Btu/h	W	0.293071
Fluks panas	Btu/ft ² /h	W/m ²	3.15241
Laju aliran panas	Btu/s	kW	1.055056
	Btu/h	W	0.2930711

TABEL 9.13 FAKTOR KONVERSI (lanjutan)

KUANTITAS	DARI SATUAN INCH- POUND	KE SATUAN METRIK	DIKALIKAN DENGAN
Konduktivitas termal (nilai k)	Btu/(ft·h·°F)	W/m/K	1.73073
Konduktansi termal (nilai U)	Btu/(ft ² ·h·°F)	W/m ² /K	5.678263
Resistansi termal (nilai R)	ft ² ·h·°F/Btu	m ² ·K/W	0.176110
Kapasitas panas, entropi	Btu/°F	kJ/K	1.9991
Kapasitas panas spesifik, entropi spesifik	Btu/lb/°F	kJ/kg/K	4.1868
Energi spesifik, panas laten	Btu/lb	kJ/kg	2.326
Permeansi uap	perm (23 °C)	ng/(Pa·s·m ²)	57.4525
Permeabilitas uap	perm/in	ng/(Pa·s·m)	1.45299
Laju aliran volume	ft ³ /s	m ³ /s	0.0283168
	Cfm	m ³ /s	0.0004719474
	Cfm	L/s	0.4719474
Kecepatan	ft/s	m/s	0.3048
Percepatan	ft/s ²	m/s ²	0.3048
Momentum	lb·ft/s	kg·m/s	0.1382550
Momentum sudut	lb·ft ² /s	kg·m ² /s	0.04214011
Sudut bidang	Degree	rad	0.0174533
Daya, fluks radian	W	W	1 (same unit)
Intensitas radian	W/sr	W/sr	1 (same unit)
Radiansi	W/(sr/m ²)	W/(sr/m ²)	1 (same unit)
Iradiansi	W/m ²	W/m ²	1 (same unit)
Frekuensi	Hz	Hz	1 (same unit)
Arus listrik	A	A	1 (same unit)
Muatan listrik	A·hr	C	3600
Potensial listrik	V	V	1 (same unit)
Kapasitansi	F	F	1 (same unit)
Induktansi	H	H	1 (same unit)
Resistansi	Ω	Ω	1 (same unit)
Konduktansi	mho	S	10 ⁻³
Fluks magnetik	maxwell	Wb	10 ⁻⁸
Kerapatan fluks magnetik	gamma	T	10 ⁻⁴
Intensitas cahaya	cd	cd	1 (same unit)
Luminansi	lambert	kcd/m ²	3.18301
	cd/ft ²	cd/m ²	10.7639
	footlambert	cd/m ²	3.42626
Fluks cahaya	lm	lm	1 (same unit)
Illuminansi	footcandle	lx	10.7639

Notasi Ilmiah

Notasi ilmiah digunakan untuk menyingkat nilai numerik yang besar guna menyederhanakan perhitungan.

$$4.2 \times 10^4 = 4.2 \times (10 \times 10 \times 10 \times 10) = 42,000$$

$$1.0 \times 10^1 = 1 \times 10 \times 10$$

$$6.0 \times 10^{-4} = 6.0 \times (1 / 10 \times 10 \times 10 \times 10) = 0.0006$$

Perkalian Dan Pembagian Kuasa

$$x^{n \times m} = x^{nm}$$

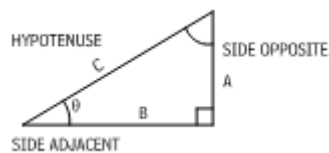
$$\frac{x^n}{x^m} = x^{n-m}$$

$$(x^n)^m = x^{nm}$$

$$\frac{1}{x^n} = \sqrt[n]{x}$$

Teorema Pythagora

$$c^2 = a^2 + b^2$$



Gambar 9.14 Teorema Pythagoras

Fungsi Trigonometri Dasar

$$\sin\theta \frac{\text{opposite}}{\text{hypoenuse}} = \frac{a}{c}$$

$$\cos\theta \frac{\text{adjacent}}{\text{hypoenuse}} = \frac{b}{c}$$

$$\tan\theta \frac{\text{opposite}}{\text{adjacenet}} = \frac{a}{b}$$

$$\cot\theta \frac{\text{adjacent}}{\text{opposite}} = \frac{b}{a}$$

Radian Dan Derajat

Radian adalah cara mengukur sudut selain derajat. Radian adalah satuan utama pengukuran sudut yang digunakan dalam perhitungan.

$$1 \text{ rad} = \frac{180^\circ}{\pi} = 57.3 \text{ (approx)}$$

$$1 \text{ rad} = \frac{1}{57.3} = 0.01745 \text{ rad (approx)}$$

Jarak Linier

Jarak s yang ditempuh titik p pada tepi roda yang berputar disebut jarak linier. Sudut θ , sudut intersep, diukur dalam radian.

$$s = r\theta$$

Kecepatan Linier

Kecepatan linier v , dari titik p di sekitar tepi roda yang berputar, adalah waktu yang dibutuhkan t bagi suatu titik untuk menempuh jarak s .

$$v = \frac{s}{t}$$

Kecepatan Sudut

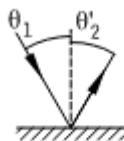
Kecepatan sudut ω , dari titik p di sekitar tepi roda yang berputar adalah waktu yang dibutuhkan, t , bagi titik tersebut untuk menempuh jarak sudut, θ . Jarak sudut dapat diukur dalam derajat, revolusi, atau radian. Satuan kecepatan sudut yang dihasilkan bergantung pada satuan yang digunakan untuk jarak sudut dan waktu.

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

Hukum Pantul

Sinar cahaya dipantulkan dari suatu permukaan sehingga sudut pantulnya sama dengan sudut datang.

$$\theta^1 = \theta_2$$

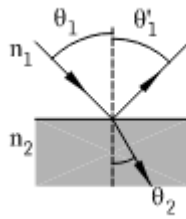


Gambar 9.15 Hukum Refleksi

Hukum Refraksi

Ketika sinar cahaya yang melalui medium transparan menumbuk medium transparan lainnya, sebagian sinar akan dipantulkan dan sebagian lagi akan dibiaskan, sehingga memasuki medium kedua. Sudut sinar bias bergantung pada sudut datang dan indeks bias kedua medium.

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

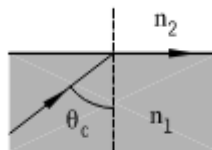


Gambar 9.16 Hukum Refraksi

Total Internal Reflection

Ketika cahaya mencoba bergerak dari medium dengan indeks bias tinggi ke medium dengan indeks bias rendah, terdapat sudut datang tertentu yang cukup besar sehingga sudut bias mencapai 90°. Sinar cahaya yang ditransmisikan bergerak sejajar dengan permukaan medium pertama, dan tidak ada lagi cahaya yang ditransmisikan. Sudut datang ini disebut sudut kritis dan bergantung pada indeks bias kedua medium. Setiap sudut datang yang lebih besar dari sudut kritis dipantulkan kembali ke medium pertama.

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$



Gambar 9.17 Refleksi Internal Total

Kecepatan Cahaya Dalam Medium

$$c_{medium} = \frac{c_{vac}}{n_{medium}}$$

Perluasan Panjang Termal

Sebuah benda dengan panjang awal L_0 pada suhu tertentu. Dengan perubahan suhu sebesar ΔT , panjangnya bertambah ΔL . Konstanta α disebut koefisien rata-rata perluasan linier untuk material yang diberikan.

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

Perluasan Termal Luas

Sebuah objek dengan luas awal A_0 pada suhu tertentu. Dengan perubahan suhu sebesar ΔT , luasnya bertambah ΔA . Konstanta γ adalah koefisien rata-rata perluasan luas untuk material yang diberikan.

$$\Delta A = \gamma A_0 \Delta T$$

$$\gamma = 2 \alpha$$

Perluasan Termal Volume

Massa dengan volume awal V_0 pada suhu tertentu. Dengan perubahan suhu ΔT , volume meningkat ΔV . Konstanta β disebut koefisien rata-rata perluasan volume untuk material tertentu.

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$$

$$\beta = 3 \alpha$$

Konstanta Yang Berguna

Tabel 9.18 Indeks Refraksi (N)

MATERIAL	INDEKS BIAS
Udara pada 20°C, 1 atm	1.000
Air	1.333
Es (H ₂ O)	1.309
Kuarsa leburan	1.458
Polistirena	1.49
Kaca mahkota	1.52
Kaca flint	1.66

Tabel 9.19 Koefisien Ekspansi Linier (AN)

MATERIAL	KOEFISIEN MUAI PANJANG (PER °C)
Aluminium	24×10^{-6}
Kuningan dan perunggu	19×10^{-6}
Tembaga	17×10^{-6}
Kaca biasa	9×10^{-6}
Beton	12×10^{-6}
Timbal	29×10^{-6}
Baja	11×10^{-6}

Tabel 9.20 Koefisien Perluasan Volume (β) ($\beta = 3\alpha$)

MATERIAL	KOEFISIEN
Air	3.67×10^{-3}

Tabel 9.21 Konstanta Alami

KONSTANTA FISIKA	SIMBOL DAN NILAI
Kecepatan cahaya dalam vakum	$c = 3.0 \times 10^8$ m/s
Gravitasi standar	$g = 9.80$ m/s ²

Tabel 9.22 Berat Bahan

DINDING BATADAN BLOK	PSF
----------------------	-----

Dinding bata 4 inci		40.0
Blok beton 4 inci, agregat batu atau kerikil		34.0
Blok beton ringan 4 inci		22.0
Bata beton 4 inci, agregat batu atau kerikil		46.0
Bata beton ringan 4 inci		33.0
Blok beton 6 inci, agregat batu atau kerikil		50.0
Blok beton ringan 6 inci		31.0
Blok beton 8 inci, agregat batu atau kerikil		51.0
Blok beton ringan 8 inci		35.0
Blok beton 12 inci, agregat batu atau kerikil		85.0
Blok beton ringan 12 inci		55.0
BETON		PCF
Rencana	Terak	108.0
	Agregat terak ekspansi	100.0
	Lempung ekspansi	90.0
	Terak	132.0
	Batu dan batu cetak	144.0
Bertulang	Terak	111.0
	Terak	138.0
	Batu	150.0
MATERIAL FINISHING		PSF
Ubin akustik tanpa penyangga per 1/2"		0.8
Papan bangunan, 1/2"		0.8
Lapisan semen, 1"		12
Papan serat, 1/2"		0.75
Papan gipsum, 1/2"		2
Marmer dan lapisan pemasangan		25–30
Plester, 1/2"		4.5
Plester pada reng kayu		8
Plester gantung dengan reng		10
Kayu lapis, 1/2"		1.5
Ubin dinding mengkilap, 3/8"		3
Ubin mosaik keramik, 1/4"		2.5
Ubin kuari, 1/2"		5.8
Ubin kuari, 3/4"		8.6
Terazzo 1", 2" di beton batu		25
Ubin vinil, 1/8"		1.33
Lantai kayu keras, 25/32"		4
Lantai blok kayu, 3" di atas mastik		15
LANTAI DAN ATAP (BETON)		PSF
Flexicore, beton ringan pracetak 6 inci		30
Flexicore, beton batu pracetak 6 inci		40
Papan, beton terak, 2 inci		15
Papan, gipsum, 2 inci		12
Beton bertulang, 1"	Batu	12.5
	Terak	11.5
	Ringan	6–10
Beton polos, 1"	Batu	12
	Terak	11

	Ringan	3–9
BAHAN BAKAR DAN CAIRAN (PON PER KAKI KUBIK – PCF)		PCF
Batubara antrasit, ditumpuk		47–58
Batubara bitumen, ditumpuk		40–54
Es		57.2
Bensin		75
Salju		8
Air tawar		62.4
Air laut		64
KACA		PSF
Kaca pelat poles, 1/4"		3.28
Kaca pelat poles, 1/2"		6.56
Kaca <i>double strength</i> , 1/8"		26 oz
Lembaran A, B, 1/32"		45 oz
Lembaran A, B, 1/4"		52 oz
Kaca insulasi 5/8" dengan rongga udara		3.25
Kaca <i>wire glass</i> , 1/4"		3.5
Blok kaca		18
ISOLASI DAN PELAPIS KEDAP AIR		PSF
Selimut isolasi per tebal 1 inci		0.1-0.4
Papan gabus per tebal 1 inci		0.58
Isolasi papan busa per tebal 1 inci		2.6 oz
Membran lima lapis		5
Isolasi papan		0.75
BETON RINGAN		PSF
Beton <i>aerocrete</i>		50–80
Beton isian terak		60
Beton lempung ekspansi		85–100
Beton <i>shale</i> ekspansi-pasir		105–120
Beton perlit		35–50
Beton batu apung		60–90
LOGAM		PCF
Aluminium cor		165
Kuningan cor, gulung		534
Perunggu komersial		552
Perunggu patung		509
Tembaga cor atau gulung		556
Emas cor, padat		1205
Koin emas dalam kantong		509
Besi cor abu-abu, batangan		450
Besi tempa		480
Timbal		710
Nikel		565
Perak cor, padat		656
Koin perak dalam kantong		590
Timah		459

Baja tahan karat, gulung	492–510
Baja gulung, ditarik dingin	490
Seng gulung, cor, atau lembaran	449
MORTAR DAN PLASTER	PCF
Mortar pasangan bata	116
Plester gipsum, pasir	104–120
PARTISI	PSF
Dinding rangka kayu 2x4, papan gipsum dua sisi	8
Dinding rangka metal 4", papan gipsum dua sisi	6
Blok beton ringan 4", papan gipsum	26
Blok beton ringan 6", papan gipsum	35

Plester padat 2 inci	20
Plester padat 4 inci	32
MATERIAL ATAP	PSF
tap berlapis	6.5
Genteng beton	9.5
Tembaga	1.5–2.5
Besi bergelombang	2
Dek baja tanpa atap atau insulasi	2.2–3.6
Panel fiberglass (bergelombang 2 1/2")	5–8 oz
Besi galvanis	1.2–1.7
Timbal, 1/8"	6.8
Panel sandwich plastik, tebal 2 1/2"	2.6
Sirap aspal	1.7–2.8
Sirap kayu	2–3
Batu tulis, 3/16" hingga 1/4"	7–9.5
Batu tulis, 3/8" hingga 1/2"	14–18
Baja tahan karat	2.5
Genteng semen datar	13
Genteng semen berusuk	16
Genteng tanah liat tipe sirap	8–16
Genteng tanah liat datar dengan <i>setting bed</i>	15–20
Selubung kayu per inci	3
TANAH, PASIR, DAN KERIKIL	PCF
Abu atau terak	40–50
Lempung, lembap dan plastis	110
Lempung, kering	63
Lempung dan kerikil, kering	100
Tanah, kering dan gembur	76
Tanah, kering dan padat	95
Tanah, lembap dan gembur	78
Tanah, lembap dan padat	96
Tanah, lumpur, padat	115
Pasir atau kerikil, kering dan gembur	90–105
Pasir atau kerikil, kering dan padat	100–120

Pasir atau kerikil, kering dan basah	118–120
Lanau, lembap, gembur	78
Lanau, lembap, padat	98
BATU (ASHLAR)	PCF
Granit, batu kapur, kristalin	165
Batu kapur, oolitik	136
Marmer	173
Batu pasir, <i>bluestone</i>	144
Batu tulis	172
PELAPIS BATU	PSF
Granit 2", parging 1/2"	30
Granit 4", parging 1/2"	59
Lapisan batu kapur 6", parging 1/2"	55
Batu pasir atau bluestone 4", parging 1/2"	49
Marmer 1"	13
Batu tulis 1"	14
UBIN TANAH LIAT STRUKTURAL	PSF
Berongga 4 inci	23
Berongga 6 inci	38
Berongga 8 inci	45

UBIN DINDING STRUKTURAL	PSF
Ubin dinding 2 inci	14
Ubin dinding 4 inci	24
Ubin dinding 6 inci	34
Ubin dinding 8 inci	44
PLAFON GANTUNG	PSF
Ubin serat mineral 3/4", 12" x 12"	1.2–1.57
Papan serat mineral 5/8", 24" x 24"	1.4
Plester akustik pada dasar reng gipsum	10–11
KAYU	PCF
Abu, putih komersial	40.5
Birch, <i>red oak</i> , manis dan kuning	44
Aras, putih utara	22.2
Aras, merah barat	24.2
Siprus, selatan	33.5
Douglas fir (wilayah pantai)	32.7
Fir, putih komersial, pinus putih Idaho	27
Hemlock	28–29
Maple, keras (hitam dan gula)	44.6
Ek, putih dan merah	47.3
Pinus, gula putih utara	25
Pinus, kuning selatan	37.3
Pinus, ponderosa, cemara: timur dan sitka	28.6
Poplar, kuning	29.4
Kayu merah	26

Untuk menetapkan praktik yang seragam di antara para desainer, sebaiknya disajikan daftar bahan yang umumnya digunakan dalam konstruksi bangunan, beserta bobotnya yang tepat. Banyak peraturan bangunan yang menetapkan bobot minimum hanya untuk beberapa bahan bangunan. Perlu dicatat bahwa ada perbedaan lebih dari 25 persen dalam beberapa kasus.

9.4 PERHITUNGAN LUAS DAN VOLUME

Luas Arsitektur Bangunan

Luas arsitektur bangunan adalah jumlah luas lantai, diukur secara horizontal dalam denah ke sisi luar dinding perimeter atau ke garis tengah dinding yang memisahkan bangunan. Termasuk area yang ditempati oleh partisi, kolom, tangga, poros lift, poros bebek, ruang lift, ruang pipa, penthouse mekanis, dan ruang serupa yang memiliki ruang kepala 6 kaki ke atas. Area permukaan miring, seperti tangga, tribun, dan teras bertingkat, harus diukur secara horizontal dalam denah. Auditorium, kolam renang, gimnasium, serambi, dan ruang serupa yang membentang hingga dua lantai atau lebih harus diukur satu kali saja, dengan mengambil area terbesar dalam denah di setiap lantai.

Ruang penthouse mekanis, ruang pipa, sekat, dan ruang serupa yang memiliki ruang kepala kurang dari 6 kaki dan balkon yang menjorok keluar dari dinding eksterior, teras dan jalan setapak tertutup, beranda, dan ruang serupa harus memiliki luas arsitektural dikalikan dengan 0,50 dalam menghitung luas kotor bangunan. Tangga eksterior dan tangga darurat, tangga eksterior, teras, halaman terbuka dan sumur cahaya, atap yang menjorok, cornice dan cerobong asap, atap yang belum selesai dan area loteng, parit pipa, dan ruang serupa tidak termasuk dalam perhitungan luas arsitektural. Ruang interstisial di fasilitas perawatan kesehatan juga tidak termasuk.

Volume Arsitektur Bangunan

Volume arsitektur bangunan adalah jumlah hasil perkalian luas yang ditetapkan dalam luas arsitektur dikalikan tinggi dari bagian bawah konstruksi lantai terendah dengan tinggi rata-rata permukaan atap jadi di atasnya, untuk berbagai bagian bangunan. Yang termasuk dalam volume arsitektur adalah ruang aktual yang tertutup di dalam permukaan luar dinding luar dan yang terdapat di antara bagian luar atap dan bagian bawah lantai terendah, jika diambil secara keseluruhan: ceruk, jendela, atap pelana; rumah pent, cerobong asap; terowongan jalan; beranda dan balkon tertutup, termasuk area yang ditutup kasa. Volume berikut dikalikan dengan 0,50 dalam menghitung volume arsitektur bangunan; beranda tanpa penutup, jika tersembunyi di dalam bangunan dan tanpa rangka atau kasa penutup; beranda tanpa penutup yang dibangun sebagai perluasan bangunan dan tanpa rangka atau kasa; jalan masuk dan terowongan pipa; dan area teras yang memiliki dinding bangunan yang diperluas pada dua sisi, atap di atasnya, dan permukaan yang diaspal. Yang dikecualikan dari volume arsitektur adalah tangga luar, teras, lapangan, dinding taman; poros cahaya, tembok pembatas, cornice, atap yang menjorok; pondasi tapak, fondasi dalam, tiang penyangga, fondasi khusus, dan fitur

serupa.

Luas Bersih Yang Dapat Ditugaskan

Luas bersih yang dapat ditetapkan adalah bagian dari area yang tersedia untuk ditetapkan kepada penghuni, termasuk setiap jenis ruang yang dapat digunakan oleh penghuni. Luas bersih yang dapat ditetapkan harus diukur dari lapisan dalam yang dominan dari dinding penutup dalam kategori yang ditetapkan di bawah ini. Area yang ditempati oleh dinding eksterior, partisi, struktur internal, atau dinding pemisah harus dikecualikan dari kelompok dan harus dimasukkan dalam "area konstruksi".

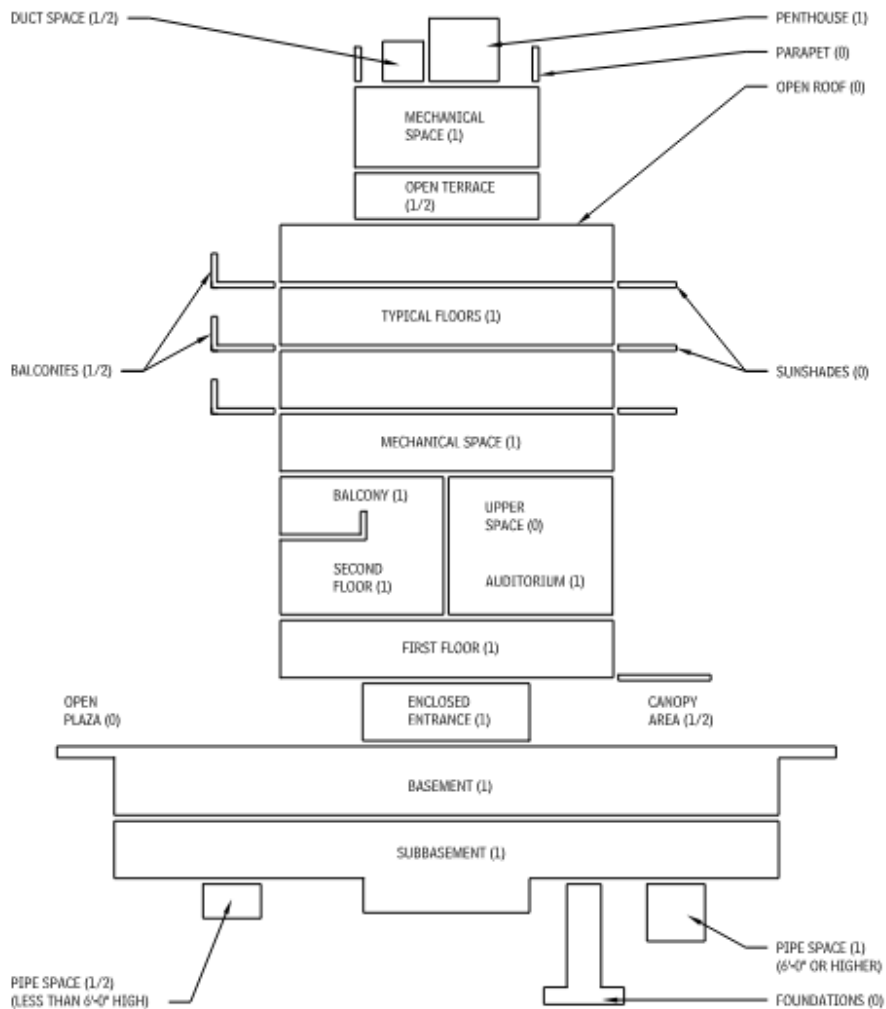
1. Luas bersih yang dapat ditetapkan: Luas total semua ruang tertutup yang memenuhi persyaratan fungsional utama bangunan untuk penggunaan penghuni, termasuk area penjagaan dan layanan seperti ruang jaga, bengkel, ruang ganti, lemari petugas kebersihan, gudang, dan luas total semua fasilitas toilet dan kamar kecil.
2. Luas sirkulasi: Luas total semua ruang tertutup yang diperlukan untuk akses fisik ke pembagian ruang seperti koridor, poros lift, eskalator, menara pemadam kebakaran atau tangga, tangga darurat, pintu masuk lift, lobi publik, dan ruang depan publik.
3. Luas mekanis: Luas total semua ruang tertutup yang dirancang untuk menampung peralatan mekanik dan listrik serta layanan utilitas seperti ruang peralatan mekanik dan listrik, poros saluran, ruang ketel, ruang bahan bakar, dan poros layanan mekanik.
4. Luas konstruksi: Luas yang ditempati oleh dinding eksterior, partisi, struktur, dan sebagainya.
5. Luas lantai kotor atau luas arsitektur: Jumlah luas 1, 2, 3, dan 4 ditambah luas semua area yang difaktorkan, tidak dan semi tertutup sama dengan luas lantai kotor atau luas arsitektur suatu bangunan.

Pada bangunan komersial yang dibangun untuk disewakan, luas bersih harus diukur sesuai dengan "Metode Standar Pengukuran Lantai," sebagaimana ditetapkan oleh Building Owners and Managers Association (BOMA). Luas bersih yang dapat disewakan untuk kantor harus diukur dari bagian dalam dinding luar bangunan permanen, ke sisi kantor atau hunian koridor dan/atau partisi permanen lainnya, dan ke bagian tengah partisi yang memisahkan tempat dari area yang dapat disewakan di sebelahnya. Tidak ada pengurangan yang harus dilakukan untuk kolom dan tonjolan yang diperlukan oleh bangunan.

Luas bersih yang dapat disewakan untuk toko harus diukur dari garis bangunan jika ada fasad jalan dan dari bagian dalam dinding luar bangunan lainnya, koridor, dan partisi permanen dan ke bagian tengah partisi yang memisahkan tempat dari area yang dapat disewakan di sebelahnya. Tidak ada pengurangan yang harus dilakukan untuk ruang depan di dalam garis bangunan atau untuk kolom yang merupakan tonjolan yang diperlukan untuk bangunan. Tidak ada penambahan yang harus dilakukan untuk jendela ceruk yang menonjol.

Jika satu penghuni menempati seluruh lantai baik di kantor maupun di kategori pertokoan, luas sewa bersih akan mencakup luas aksesori untuk lantai koridor, lobi lift, toilet, lemari petugas kebersihan, lemari listrik dan telepon, ruang ber-AC dan ruang kipas angin, dan ruang serupa. Luas sewa bersih untuk apartemen diukur dari sisi dalam dinding eksterior, dan semua dinding penutup unit. Berbagai lembaga pemerintah memiliki metode mereka sendiri

untuk menghitung luas bangunan yang dapat ditetapkan. Mereka harus diselidiki jika otoritas pendanaan federal berlaku untuk suatu proyek. Selain itu, berbagai kode bangunan memberikan definisi mereka sendiri tentang luas bangunan bersih dan kotor untuk digunakan dalam mengukur persyaratan.



Gambar 9.23 Diagram Luas Arsitektur

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, E., & Rand, P. (2008). *Architectural Detailing: Function, Constructibility, Aesthetics*. Wiley.
- American Society of Mechanical Engineers. (2018 [2023 reaffirmed]). *ASME Y14.5-2018 (Rpt 2023): Dimensioning and tolerancing*. ASME.
- American Society of Mechanical Engineers. (2019 [2023 reaffirmed]). *ASME Y14.41-2019 (Rpt 2023): Digital product definition data practices*. ASME.
- American Society of Mechanical Engineers. (2020). *ASME Y14.1-2020: Drawing sheet size and format*. ASME.
- American Society of Mechanical Engineers. (2020). *ASME Y14.24-2020: Types and applications of engineering drawings*. ASME.
- American Society of Mechanical Engineers. (2022). *ASME Y14.8-2022: Castings, forgings, and molded parts*. ASME.
- American Society of Mechanical Engineers. (2023). *ASME Y14.47-2023: Model organization practices*. ASME.
- Autodesk, Inc. (2021). *AutoCAD Architecture 2022: Architectural drawing standards guide*. Autodesk Press.
- Bakhoun, N. R., & Wakita, O. A. (2024). *The Professional Practice of Architectural Working Drawings* (6th ed.). John Wiley & Sons.
- BIM Heroes. (2022). *2D CAD Drafting Standards for Architecture*. Retrieved from.
- British Standards Institution. (2021). *BS EN ISO 128-2:2020 – Technical product documentation – General principles of representation – Part 2: Basic conventions for lines*. BSI.
- Calloway, S., Powers, A., & Cromley, E. (1998). *The Elements of Style: An Encyclopedia of Domestic Architectural Detail*. Mitchell Beazley.
- Ching, F. D. K., & Prakash, V. (2017). *A Global History of Architecture* (3rd ed.). Wiley.
- Ching, F. D. K., & Winkel, S. R. (2007). *Building Codes Illustrated: A Guide to Understanding the 2006 International Building Code*. Wiley.
- Congdon-Fuller, A., Ramirez, A., & Smith, D. (2020). *Technical Drawing 101 with AutoCAD 2020: A Multidisciplinary Guide to Drafting Theory and Practice*. SDC Publications.
- DeChiara, J., Panero, J., & Zelnik, M. (2009). *Time-Saver Standards for Interior Design and Space Planning*. McGraw-Hill.
- French, T. E. (1993). *Engineering Drawing* (14th ed.). McGraw-Hill.

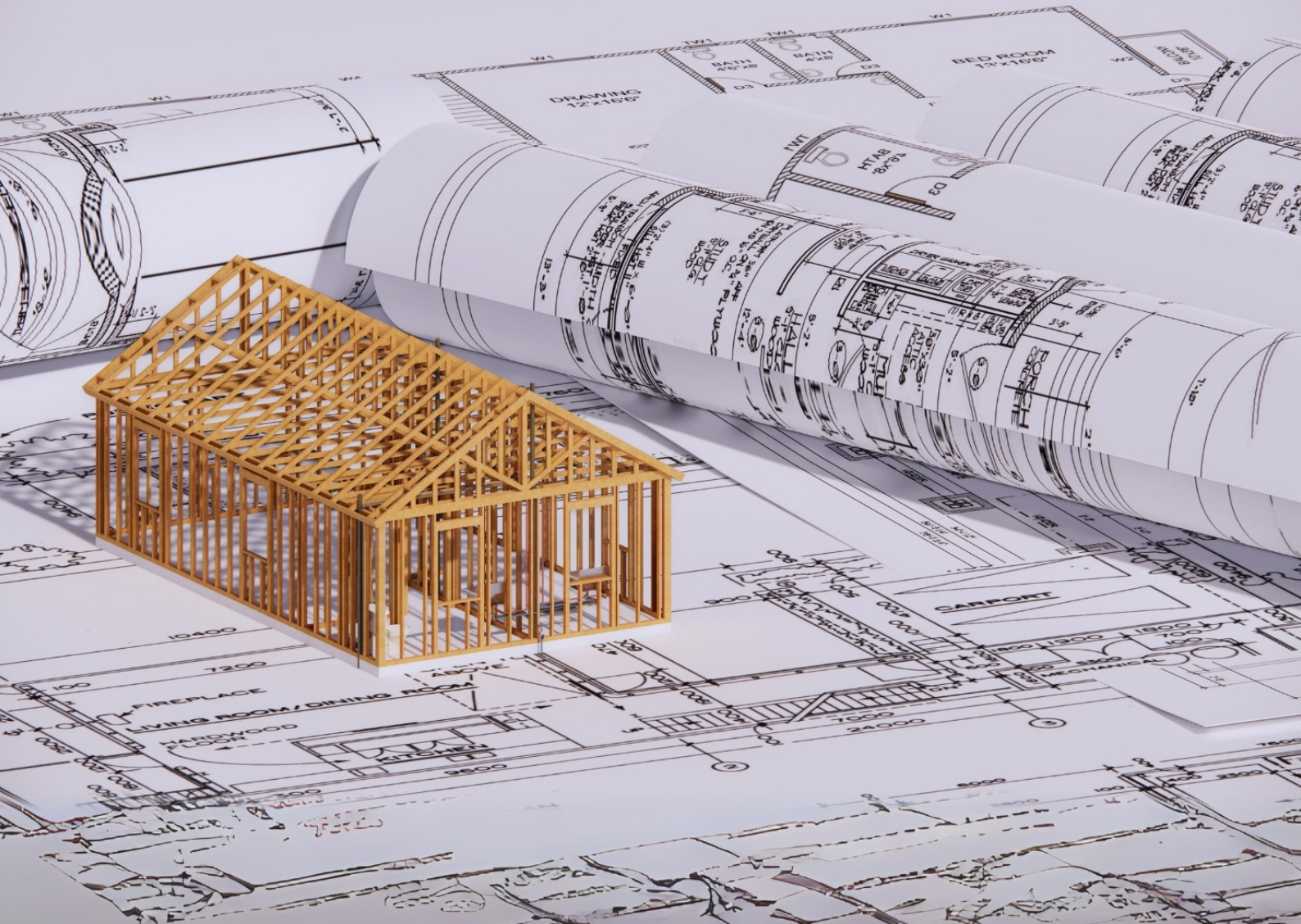
- French, T. E., & Vierck, C. J. (197?) *A Manual of Engineering Drawing for Students and Draftsmen*. McGraw-Hill.
- French, T. E., Foster, R. J. (1993). *Engineering Drawing and Graphic Technology* (11th ed.) McGraw-Hill.
- French, T. E., Vierck, C. J. (1980?). *Engineering Drawing* (8th ed.). McGraw-Hill.
- GLC. (n.d.). *Detailing for Building Construction*. The Architectural Press.
- GLC. (n.d.). *Good Practice Details*. The Architectural Press.
- González-Lluch, C., Company, P., Contero, M., Camba, J. D., & Plumed, R. (2016). A Survey on 3D CAD model quality assurance and testing tools. *arXiv*.
- Gould, J., & Joyce, N. (2013). *Challenges in interpreting 2D construction drawings*.
- Hall, D. J., & Lindsey, J. F. (Eds.). (2015). *Architectural Graphic Standards* (12th ed.). Wiley/RIBA Books.
- International Organization for Standardization. (2020). *ISO 128-1:2020 – Technical product documentation – General principles of representation – Part 1: Introduction and fundamental requirements*. ISO.
- International Organization for Standardization. (2020). *ISO 128-100:2020 – Technical product documentation – General principles of representation – Part 100: Index*. ISO.
- International Organization for Standardization. (2020). *ISO 128-2:2020 – Technical product documentation – General principles of representation – Part 2: Basic conventions for lines*. ISO.
- International Organization for Standardization. (2022). *ISO 128-3:2022 – Technical product documentation – General principles of representation – Part 3: Views, sections and cuts*. ISO.
- International Organization for Standardization. (2023). *ISO 13567-1:2023 – CAD layer structure for construction drawings – Part 1: Concepts and principles*. ISO.
- International Organization for Standardization. (2024). *ISO 7200:2024 – Technical product documentation – Data fields in title blocks and document headers*. ISO.
- International Organization for Standardization. (2024). *ISO 7519:2024 – Technical drawings – Construction documentation – Presentation for general arrangement drawings*. ISO. (as contoh; verifikasi di situs ISO)
- ISO. (2020). *Technical product documentation – General principles of representation – Part 1: Introduction and fundamental requirements (ISO 128-1:2020)*. ISO.

- ISO. (2020). *Technical product documentation – General principles of representation – Part 2: Basic conventions for lines* (ISO 128-2:2020). ISO.
- ISO. (2020–2022). *ISO 128: Technical product documentation – General principles of representation* (Parts 1–3, 15, 100). ISO.
- ISO. (2022). *IEC/ISO 81346-1:2022 – Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 1: Basic rules*. IEC/ISO.
- ISO. (2022). *IEC/ISO 81346-10:2022 – Reference designation for power supply systems*. IEC/ISO.
- ISO. (2022). *Technical product documentation – General principles of representation – Part 3: Views, sections and cuts in construction drawings* (ISO 128-3:2022). ISO.
- ISO. (2023). *Technical product documentation – Construction documentation – Indication of limit deviations* (ISO 6284:2023). ISO.
- ISO. (2024). *Library objects for architecture, engineering, construction and use* (ISO 22014:2024). ISO.
- ISO. (2024). *PD CEN/TR 18077:2024 – BIM Digital twins applied to built environment*. CEN.
- ISO. (2024). *Technical product documentation – Construction documentation – Drawings for the assembly of prefabricated structures* (ISO 4172:2024). ISO.
- ISO. (2024). *Technical product documentation – Construction documentation – General principles of presentation for general arrangement and assembly drawings* (ISO 7519:2024). ISO.
- Kandamby, G. W. T. C. (2021). The formative assessments for building drawings. *International Journal of Civil, Structural, Environmental and Infrastructure Engineering Research and Development*, 9(1), 21–32.
- Kruchten, P. (2020). Architectural Blueprints: The 4+1 View Model of Software Architecture. *arXiv*.
- Legendre, G. L. (2003). *IJP: The Book of Surfaces*. AA Publications.
- Liebing, J. (2010). *Architectural Working Drawings* (4th ed.). Wiley.
- Lombardi, A., Duan, L., Elnagar, A., et al. (2025). Title block detection and information extraction for enhanced building drawings search. *arXiv preprint arXiv:2504.08645*.
- Luo, R., Liu, Z., Cheng, T., et al. (2025). ArchCAD-400K: An open large-scale architectural CAD dataset and baseline for panoptic symbol spotting. *arXiv preprint arXiv:2503.22346*
- Mavridou, A., et al. (2016). Architecture Diagrams: A Graphical Language for Architecture Style Specification. *arXiv*.

- McMorrough, J. (2008). *The Architecture Reference & Specification Book*. Rockport Publishers.
- Mourgues, C., & Fischer, M. (2008). *Graphic, written, and verbal instruction integration*.
- Neufert, E. (1970). *Architects' Data* (English 3rd ed.). Blackwell.
- Penn Foster. (2017). *Symbols and cross-referencing on plan drawings*.
- Proctor, A. M. (1934). Standards for Architects' Working Drawings. *Architectural Review*, 35(9).
- ProQuest. (n.d.). *Standards for Architects' Working Drawings*, A. M. Proctor, 1934.
- Researcher.life. (n.d.). *Architectural Drawings – research articles*.
- Sabzevar, M. F., et al. (2018). *Hybrid delivery of construction documents*.
- Sabzevar, M. F., Gheisari, M., & Lo, J. (2024). Analyzing the pros and cons of paper-based 2D drawings in construction. *International Journal of Construction Management*, 25(3), 1–11.
- ScienceDirect. (n.d.). *Working Drawing – an overview*. In *Engineering Drawing*.
- Styles, K. (1980). *Working Drawings Handbook*. The Architectural Press.
- Su, Y., et al. (2013). *Limitations of 2D drawings on construction sites*.
- Sweany, K., et al. (2016). *Paper-based documentation in construction*.
- Thomas, H. (2019). *Drawing Architecture*. Phaidon
- Tudor, P. (2008). *How architectural drawings work – representation in architecture*. *International Journal of Urban and Regional Research*.
- Vectorworks Forum. (2007). Book: arch CAD drafting standards and conventions.
- Veillette, C. (2021). *Digital vs. paper in construction documentation*.
- Wakita, O. A. (1984). *The Professional Handbook of Architectural Working Drawings*. Wiley.
- Welton, J. M. (2015). *Drawing from Practice: Architects and the Meaning of Freehand*. Routledge.
- Wilkinson, M. K., Dickerson, C. E., & Ji, S. (2018). Concepts of Architecture, Structure and System. *arXiv*.

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM.

STANDAR GAMBAR KERJA ARSITEKTUR



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 978-634-7227-24-9 (PDF)



9

786347

227249