



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK



Desain Model Keuangan



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

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

Desain Model Keuangan



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

PENERBIT :

YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK
Jl. Majapahit No. 605 Semarang
Telp. (024) 6723456. Fax. 024-6710144
Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id

ISBN 978-623-8642-90-8 (PDF)



9

786238

642908

Desain Model Keuangan

Penulis :

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

ISBN : 978-623-8642-90-8

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

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, kami dapat menyelesaikan karya ini yang berjudul "*Desain Model Keuangan*". Karya ini disusun sebagai upaya untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai pentingnya desain model keuangan dalam konteks pengelolaan keuangan yang efektif dan efisien.

Dalam era globalisasi dan perkembangan teknologi yang pesat, tantangan dalam pengelolaan keuangan semakin kompleks. Oleh karena itu, desain model keuangan yang tepat sangat diperlukan untuk membantu individu maupun organisasi dalam mengambil keputusan yang strategis dan berkelanjutan. Melalui karya ini, kami berharap dapat memberikan wawasan tentang berbagai pendekatan dan teknik dalam merancang model keuangan yang sesuai dengan kebutuhan dan tujuan masing-masing entitas.

Bab 1 membahas dasar-dasar pemodelan, termasuk konteks, tujuan, dan tahapan pembuatan model. Bab ini menjelaskan proses berpikir mundur (*backward thinking*) untuk menentukan tujuan dan perhitungan maju (*forward calculation*) untuk mengimplementasikan model, serta memperkenalkan berbagai jenis model dan pendekatan sistematis dalam pengembangannya. Bab 2 mengulas manfaat penggunaan model dalam pengambilan keputusan, seperti penyediaan informasi numerik, identifikasi hubungan antar faktor, dan mitigasi risiko. Di sisi lain, bab ini juga menyoroti tantangan seperti ambiguitas, bias, ketidakcukupan data, dan cara mengatasinya melalui kesadaran, praktik terbaik, serta penyeimbangan intuisi dengan analisis rasional. Bab 3 menekankan kompetensi inti dan praktik terbaik dalam pemodelan, seperti pemahaman aplikasi, keterampilan teknis, desain struktur data, transparansi model, dan komunikasi efektif. Meta-tema seperti peran tujuan, keluaran, serta integrasi pemecahan masalah juga dibahas untuk meningkatkan keandalan model.

Bab 4 fokus pada perancangan model yang responsif melalui definisi persyaratan sensitivitas dan fleksibilitas. Dibahas konsep seperti granularitas waktu, tingkat detail variabel input, skenario versus sensitivitas, serta penggunaan rumus untuk meningkatkan validitas model dalam menghadapi ketidakpastian. Bab 5 membandingkan pendekatan berbasis data versus rumus, termasuk pemisahan lapisan data, analisis, dan pelaporan. Bab ini membahas kelebihan dan kekurangan masing-masing pendekatan serta contoh praktis untuk menentukan fokus optimal dalam desain model. Bab 6 membahas desain buku kerja Excel yang efektif, mencakup struktur multi-lembar, keuntungan dan kerugiannya, serta praktik terbaik seperti konsolidasi data, penggunaan rumus 3D, dan integrasi makro untuk optimasi alur kerja.

Bab 7 menjelaskan pentingnya transparansi model melalui struktur rumus yang jelas, alur logika terarah, dan pemformatan visual (seperti kode warna dan dokumentasi). Teknik modular dan jalur audit yang singkat juga diulas untuk memudahkan pelacakan kesalahan. Bab 8 membahas pembuatan rumus yang kuat melalui identifikasi kesalahan umum, penggunaan

fungsi optimal, validasi data, dan manajemen kesalahan. Praktik seperti pemisahan rumus kompleks dan pemeriksaan berlapis ditekankan untuk meningkatkan keandalan. Bab 9 mengulas pemilihan fungsi Excel yang tepat untuk transparansi dan efisiensi, seperti perbandingan antara fungsi IF dengan MIN/MAX, penggunaan SUMIFS, serta pertimbangan terkait fungsi volatil dan array.

Bab 10 membahas penanganan sirkularitas, baik melalui solusi matematis, iterasi Excel, atau makro. Bab ini membandingkan pendekatan berdasarkan akurasi, kompleksitas, dan kecepatan, serta memberikan contoh praktis penghapusan referensi sirkular. Bab 11 menjelaskan proses audit dan validasi model, termasuk teknik pemeriksaan rumus, penggunaan alat pelacakan nilai, serta strategi restrukturisasi untuk memastikan keakuratan dan konsistensi model. Bab 12 mengulas teknik analisis sensitivitas dan skenario, seperti DataTables, dengan contoh aplikasi NPV dan skenario bisnis. Keterbatasan dan implementasi praktis juga dibahas.

Bab 13 memperkenalkan GoalSeek dan Solver untuk optimasi, seperti analisis titik impas dan minimisasi pajak. Contoh kasus menunjukkan aplikasi alat ini dalam penyelesaian masalah non-linier. Bab 14 menunjukkan penggunaan makro VBA untuk mengotomatisasi analisis sensitivitas dan skenario, termasuk integrasi dengan GoalSeek dan Solver guna meningkatkan efisiensi pemodelan. Bab 15 membahas hubungan antara analisis sensitivitas, simulasi, dan optimasi, terutama dalam konteks ketidakpastian dan keputusan kombinatorial seperti portofolio proyek. Bab 16 mengulas pemodelan risiko dengan simulasi Monte Carlo, mencakup generasi sampel acak, ketergantungan variabel, serta implementasi di Excel/VBA. Add-in dan contoh estimasi biaya dengan risiko ilustrasikan aplikasi praktis.

Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menjadi referensi dalam pengembangan pengetahuan di bidang keuangan. Terima kasih.

Semarang, Maret 2025

Penulis

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

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----------|
| Halaman Judul | i |
| Kata Pengantar | ii |
| Daftar Isi | iv |
| BAB 1 MODEL DARI MODEL | 1 |
| 1.1 Pemodelan Keuangan | 1 |
| 1.2 Tahapan Pemodelan | 2 |
| 1.3 Proses Berpikir Ke Belakang Dan Perhitungan Ke Depan | 3 |
| BAB 2 PENGGUNAAN MODEL DALAM PENDUKUNGAN KEPUTUSAN | 6 |
| 2.1 Manfaat Menggunakan Model | 6 |
| 2.2 Tantangan Dalam Menggunakan Model | 8 |
| 2.3 Keselarasan Keputusan Dan Validitas Model Dalam Pengambilan Keputusan . | 10 |
| BAB 3 KOMPETENSI INTI DAN PRAKTIK TERBAIK | 14 |
| 3.1 Tema Utama | 14 |
| 3.2 Peran, Tujuan, Keluaran, Dan Komunikasi Pendukung Keputusan | 15 |
| 3.3 Mendesain Tata Letak, Struktur Data Input, Dan Alur Yang Tepat | 19 |
| BAB 4 MENETAPKAN PERSYARATAN SENSITIVITAS DAN FLEKSIBILITAS | 22 |
| 4.1 Pendahuluan..... | 22 |
| 4.2 Masalah Utama Yang Perlu Dipertimbangkan | 22 |
| 4.3 Kedetailan Waktu | 27 |
| 4.4 Mensensitisasi Nilai Absolut Atau Variasi Dari Kasus Dasar | 29 |
| 4.5 Meningkatkan Validitas Model Menggunakan Rumus | 32 |
| BAB 5 PENDEKATAN BERBASIS DATA VERSUS BERBASIS RUMUS | 34 |
| 5.1 Isu Utama Yang Perlu Dipertimbangkan | 34 |
| 5.2 Sifat Perubahan Pada Set Data Dan Struktur | 36 |
| 5.3 Fokus Pada Data Atau Rumus? | 37 |
| BAB 6 TRANSPORTASI DAN LOGISTIK INTERNASIONAL | 43 |
| 6.1 Pendahuluan | 43 |
| 6.2 Struktur Praktik Terbaik Umum | 45 |
| 6.3 Pemilihan Dan Konsolidasi Informasi Lembar Kerja | 48 |
| 6.4 Menggunakan Fungsionalitas Data/Konsolidasi Excel | 51 |
| BAB 7 TRANSPARANSI: STRUKTUR, ALUR, DAN FORMAT FORMULA | 54 |
| 7.1 Pendekatan Untuk Mengidentifikasi Penggerak Kompleksitas | 54 |
| 7.2 Mengoptimalkan Jalur Audit | 58 |
| 7.3 Mengidentifikasi Input, Perhitungan Dan Output: Struktur Dan Format | 67 |
| 7.4 Membuat Dokumentasi, Komentar, Dan Hyperlink | 74 |
| BAB 8 MEMBANGUN FORMULA YANG KUAT DAN TRANSPARAN | 76 |
| 8.1 Penyebab Umum Kesalahan | 76 |
| 8.2 Contoh Kesalahan Umum | 77 |
| 8.3 Penggunaan Rentang Bernama | 83 |

| | | |
|-----------------------|---|------------|
| 8.4 | Pendekatan Rumus Untuk Uji Dan Pengelolaan Kesalahan | 89 |
| 8.5 | Membangun Dan Memisahkan Rumus Gabungan | 93 |
| BAB 9 | MEMILIH FUNGSI EXCEL UNTUK EFISIENSI DAN TRANSPARANSI | 105 |
| 9.1 | Pertimbangan Utama | 105 |
| 9.2 | If Versus Min/Max | 107 |
| 9.3 | Bidang Teks Versus Bidang Numerik | 113 |
| 9.4 | Aggregate Dan Subtotal Versus Fungsi Individual | 115 |
| BAB 10 | MENANGANI SIRKULARITAS | 118 |
| 10.1 | Penggerak Dab Sifat Sirkularitas | 118 |
| 10.2 | Menyelesaikan Rumus Sirkular | 120 |
| 10.3 | Metode Iteratif Dalam Praktik | 124 |
| 10.4 | Menggunakan Makro Untuk Menyelesaikan Jalur Sirkuler Yang Terputus | 131 |
| 10.5 | Pemilihan Pendekatan Untuk Menangani Sirkularitas | 133 |
| BAB 11 | TINJAUAN, AUDIT, DAN VALIDASI MODEL | 145 |
| 11.1 | Audit (Murni) | 145 |
| 11.2 | Validasi | 146 |
| 11.3 | Proses, Alat, Dan Teknik | 148 |
| 11.4 | Menguji Dan Memeriksa Rumus | 154 |
| BAB 12 | ANALISIS SENSITIVITAS DAN SKENARIO: TEKNIK INTI | 155 |
| 12.1 | Tinjauan Umum Teknik Terkait Sensitivitas | 155 |
| 12.2 | Datatables | 156 |
| 12.3 | Aplikasi Praktis | 160 |
| BAB 13 | MENGGUNAKAN GOALSEEK DAN SOLVER | 163 |
| 13.1 | Tinjauan Umum Goalseek dan Solver | 163 |
| 13.2 | Aplikasi Praktis | 164 |
| BAB 14 | ANALISIS SENSITIVITAS-SKENARIO DENGAN MAKRO VBA | 171 |
| 14.1 | Aplikasi Praktis | 171 |
| 14.2 | Menjalankan Skenario Menggunakan Makro | 173 |
| 14.3 | Menggunakan Solver Dalam Makro Untuk Membuat Batas Solusi Optimum .. | 174 |
| BAB 15 | PENDAHULUAN TENTANG SIMULASI DAN OPTIMASI | 177 |
| 15.1 | Kaitan Antara Sensitivitas Dan Analisis Scenario, Simulasi Dan Optimasi | 177 |
| 15.2 | Contoh Praktis: Portofolio Proyek | 178 |
| 15.3 | Aspek Lebih Lanjut Dari Pemodelan Optimasi | 182 |
| 15.4 | Masalah Dan Alat Pemodelan | 184 |
| BAB 16 | PEMODELAN RISIKO-KETIDAKPASTIAN DENGAN SIMULASI | 187 |
| 16.1 | Makna, Asal, Usul Dan Penggunaan Simulasi Monte Carlo | 187 |
| 16.2 | Sifat Output Model | 190 |
| 16.3 | Proses Utama Dan Langkah – Langkah Model Dalam Pemodelan Resiko | 191 |
| 16.4 | Pengaruh Ketergantungan Antar Input | 193 |
| 16.5 | Pemodelan Risiko-Simulasi Dengan Excel-VBA | 195 |
| 16.6 | Add-In Untuk Mengimplementasikan Model Risiko Dan Simulasi | 197 |
| Daftar Pustaka | | 199 |

BAB 1

MODEL DARI MODEL

Bab ini memberikan gambaran umum tentang pemodelan keuangan, termasuk tujuan, tahapan, dan prosesnya. Pembahasan menetapkan konteks dan kerangka kerja yang digunakan dalam sebagian besar teks berikutnya.

1.1 PEMODELAN KEUANGAN

Model adalah representasi numerik atau matematis dari situasi kehidupan nyata. Model keuangan adalah model yang berkaitan dengan konteks bisnis dan keuangan. Tujuan umum pemodelan keuangan meliputi untuk mendukung keputusan yang berkaitan dengan rencana dan prakiraan bisnis, desain, evaluasi, dan pemilihan proyek, alokasi sumber daya dan optimalisasi portofolio, menilai perusahaan, aset, kontrak, dan instrumen keuangan, serta mendukung keputusan pembiayaan. Model ini juga membantu perusahaan dalam merancang perencanaan strategis jangka panjang dengan memahami dampak keuangan dari berbagai keputusan.

Faktanya, tidak ada definisi pemodelan keuangan yang diterima secara umum (terstandarisasi). Bagi sebagian orang, ini adalah serangkaian aktivitas yang sangat pragmatis, yang pada dasarnya terdiri dari pembuatan lembar kerja Excel. Bagi yang lain, ini merupakan aktivitas yang terutama bersifat konseptual, yang fokusnya adalah pada penggunaan persamaan matematika untuk mengungkapkan hubungan antara variabel dalam suatu sistem, dan platform (misalnya Excel) yang digunakan untuk memecahkan persamaan tersebut tidak relevan. Dalam teks ini, kami bertujuan untuk mengintegrasikan teori dan praktik sebanyak mungkin.

Jenis Model Keuangan

Beberapa model keuangan yang sering digunakan dalam bisnis termasuk model arus kas terdiskonto (DCF) untuk menilai nilai perusahaan atau proyek, model laporan keuangan pro forma untuk memproyeksikan laporan laba-rugi, neraca, dan arus kas, serta model simulasi Monte Carlo yang digunakan untuk menganalisis risiko dengan mempertimbangkan variabilitas dalam asumsi yang digunakan.

Implementasi dalam Bisnis

Proses implementasi pemodelan keuangan dimulai dengan pengumpulan data historis dari laporan keuangan yang ada. Selanjutnya, penetapan asumsi tentang variabel-variabel kunci seperti tingkat pertumbuhan penjualan dan biaya operasional dilakukan untuk memulai pembuatan model. Dengan menggunakan perangkat lunak seperti Excel atau aplikasi keuangan berbasis Android, model tersebut disusun dan diuji untuk memastikan akurasi. Uji sensitivitas juga dilakukan untuk menguji ketahanan model terhadap perubahan asumsi.

Aplikasi Praktis

Pemodelan keuangan diterapkan dalam berbagai aspek bisnis, seperti perencanaan

strategis untuk menyusun anggaran tahunan atau mengevaluasi ekspansi pasar, analisis investasi untuk menilai potensi return, serta manajemen risiko dengan menggunakan simulasi skenario untuk mempersiapkan mitigasi risiko. Selain itu, model keuangan juga digunakan untuk meningkatkan efisiensi operasional bisnis dengan memetakan biaya dan pendapatan, sehingga dapat mengidentifikasi area penghematan.

Contoh Kasus

Sebagai contoh, sebuah UMKM dapat menggunakan aplikasi keuangan berbasis Android untuk mencatat transaksi harian dan membuat laporan keuangan otomatis. Data tersebut kemudian digunakan dalam model keuangan untuk memproyeksikan kebutuhan modal kerja dan mengevaluasi kelayakan pinjaman.

Kesimpulan

Pemodelan keuangan menjadi alat yang sangat penting dalam pengambilan keputusan bisnis. Dengan memadukan data, asumsi, dan analisis kuantitatif, pemodelan keuangan tidak hanya meningkatkan akurasi pengambilan keputusan tetapi juga membantu perusahaan beradaptasi dengan perubahan pasar. Keberhasilan dalam pemodelan keuangan bergantung pada ketepatan data yang digunakan, relevansi asumsi, dan kemampuan untuk menginterpretasikan hasil model oleh pengambil keputusan.

1.2 TAHAPAN PEMODELAN

Proses pemodelan dapat dianggap terdiri dari beberapa tahap, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka Umum Untuk Tahapan Proses Pemodelan

Karakteristik utama dari setiap tahap meliputi:

- ❖ **Spesifikasi:** Ini melibatkan penggambaran situasi kehidupan nyata, baik secara kualitatif maupun sebagai serangkaian persamaan. Dalam hal apa pun, pada tahap ini seseorang juga harus mempertimbangkan tujuan keseluruhan dan kebutuhan pengambilan keputusan, dan menangkap elemen inti dari perilaku situasi dunia nyata. Seseorang juga harus membahas masalah yang berkaitan dengan cakupan validitas

model yang diinginkan, tingkat akurasi yang diperlukan, dan trade-off yang dapat diterima untuk menghindari kompleksitas yang berlebihan sekaligus menyediakan dasar yang memadai untuk dukungan keputusan.

- ❖ **Implementasi:** Ini adalah proses untuk menerjemahkan spesifikasi ke dalam nilai numerik, dengan melakukan perhitungan berdasarkan nilai masukan yang diasumsikan. Untuk tujuan teks ini, perhitungan diasumsikan dilakukan di Excel, mungkin juga menggunakan fungsionalitas tambahan yang kompatibel (seperti makro VBA, add-in Excel, algoritma pengoptimalan, tautan ke basis data eksternal, dan sebagainya).
- ❖ **Dukungan keputusan:** Sebuah model harus mendukung keputusan dengan tepat. Namun, sebagai penyederhanaan situasi kehidupan nyata, model itu sendiri hampir tidak pernah cukup. Tantangan utama dalam membangun dan menggunakan model untuk efek terbesar adalah memastikan bahwa proses dan keluaran menyediakan panduan pendukung keputusan yang bernilai tambah (paling tidak dengan memberikan wawasan, mengurangi bias atau mengoreksi asumsi tidak valid yang mungkin melekat dalam proses pengambilan keputusan yang kurang ketat), sambil mengenali keterbatasan model dan proses pemodelan.

Perlu dicatat bahwa dalam banyak kasus praktis, tidak ada langkah spesifikasi eksplisit yang dilakukan; sebaliknya, pengetahuan tentang suatu situasi digunakan untuk membangun buku kerja Excel secara langsung. Karena Excel tidak menghitung secara tidak benar, model seperti itu tidak akan pernah benar-benar dapat “(secara eksternal) divalidasi”: spesifikasi model adalah model itu sendiri (yaitu seperti yang tercantum dalam rumus yang digunakan di Excel).

Meskipun “validasi mandiri” seperti itu pada prinsipnya merupakan kelemahan signifikan dari pendekatan pragmatis ini, penggunaan tahap spesifikasi yang sangat formal sering kali tidak praktis (terutama jika seseorang bekerja dengan tenggat waktu yang ketat, atau seseorang percaya bahwa situasinya secara umum dipahami dengan baik). Beberapa teknik yang dibahas dalam teks ini (seperti desain model yang digerakkan oleh sensitivitas dan mengikuti praktik terbaik lainnya) sangat penting untuk mendukung proses pemodelan yang kuat, bahkan ketika sedikit atau tidak ada spesifikasi yang terdokumentasi telah terjadi atau secara praktis memungkinkan.

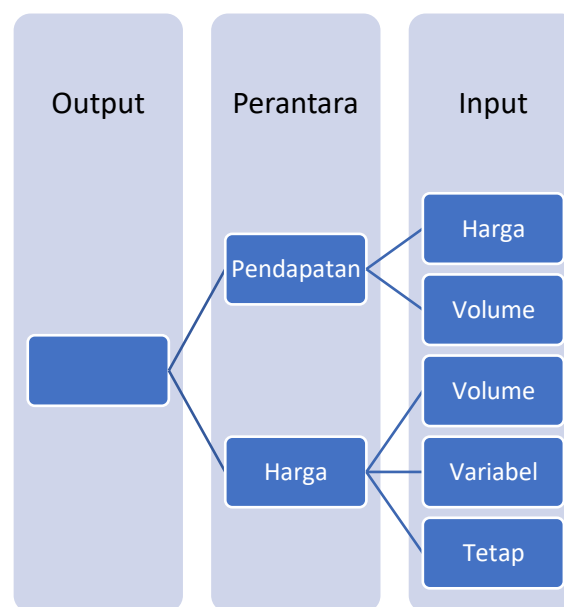
1.3 PROSES BERPIKIR KE BELAKANG DAN PERHITUNGAN KE DEPAN

Proses berpikir ke belakang (backward thinking) dan perhitungan ke depan (forward calculation) adalah dua pendekatan yang sering digunakan dalam pengambilan keputusan dan perencanaan strategis. Berpikir ke belakang berarti melihat situasi atau masalah dari hasil yang ingin dicapai dan kemudian mengidentifikasi langkah-langkah yang perlu diambil untuk mencapainya. Pendekatan ini sering digunakan dalam merencanakan tujuan jangka panjang dengan mempertimbangkan hasil akhir terlebih dahulu, kemudian merancang strategi yang diperlukan untuk mencapainya. Hal ini memungkinkan seseorang atau organisasi untuk merencanakan dengan lebih terstruktur, mengidentifikasi potensi hambatan, dan memastikan bahwa setiap langkah yang diambil relevan dengan tujuan akhir yang telah ditetapkan.

Sebaliknya, perhitungan ke depan (forward calculation) melibatkan perencanaan yang dimulai dari kondisi atau situasi saat ini dan memperhitungkan langkah-langkah yang harus diambil untuk mencapai tujuan di masa depan. Ini merupakan pendekatan yang lebih umum dalam perencanaan, di mana keputusan dan langkah-langkah diambil berdasarkan analisis situasi yang ada, proyeksi masa depan, dan berbagai faktor eksternal yang mungkin memengaruhi. Perhitungan ke depan bergantung pada data dan informasi yang akurat untuk memprediksi kemungkinan hasil dan perencanaan yang lebih adaptif. Pendekatan ini lebih reaktif karena seringkali dihadapkan pada ketidakpastian dan variabilitas yang memerlukan penyesuaian yang lebih fleksibel.

Kedua pendekatan ini memiliki keuntungan dan kelemahan tersendiri tergantung pada konteks dan tujuan yang ingin dicapai. Berpikir ke belakang memberikan kejelasan dan arah yang lebih jelas dengan mengutamakan hasil akhir, namun mungkin lebih sulit diterapkan dalam situasi yang tidak dapat diprediksi dengan jelas. Di sisi lain, perhitungan ke depan lebih adaptif terhadap perubahan dan ketidakpastian, tetapi bisa jadi kurang fokus jika tidak dikendalikan dengan baik. Dalam banyak kasus, kombinasi kedua pendekatan ini sering digunakan untuk merumuskan strategi yang lebih holistik dan efektif, dengan memastikan langkah-langkah yang diambil relevan dengan hasil yang ingin dicapai serta fleksibel terhadap perubahan yang terjadi.

Proses pemodelan pada dasarnya bersifat dua arah (lihat Gambar 1.2):



Gambar 1.2 Pemodelan Sebagai Kombinasi Proses Pemikiran Mundur Dan Proses Perhitungan Maju

- **“Proses berpikir ke belakang”**, di mana seseorang mempertimbangkan variabel yang diminati (output model) dan mendefinisikan faktor-faktor yang mendasarinya, atau kausal. Ini adalah proses kualitatif, yang sesuai dengan pembacaan Gambar 1.2 dari kiri ke kanan. Misalnya, arus kas dapat direpresentasikan sebagai sesuatu yang

ditentukan dari pendapatan dan biaya, yang masing-masing dapat ditentukan oleh faktor kausalnya sendiri (misalnya pendapatan ditentukan oleh harga dan volume). Sebagai proses kualitatif, pada tahap ini, sifat hubungan yang tepat mungkin belum dijelaskan dengan jelas: hanya bahwa hubungan tersebut ada.

- **“Proses perhitungan ke depan”**, di mana seseorang memulai dengan nilai yang diasumsikan dari rangkaian faktor kausal akhir (“input model”) dan membangun perhitungan yang diperlukan untuk menentukan nilai variabel antara dan output akhir. Ini adalah proses numerik yang sesuai dengan pembacaan Gambar 1.2 dari kanan ke kiri. Proses ini melibatkan pendefinisian sifat hubungan secara cukup tepat sehingga dapat diimplementasikan dalam rumus kuantitatif. Artinya, input digunakan untuk menghitung variabel antara, yang digunakan untuk menghitung output. Misalnya, pendapatan akan dihitung (dari harga dan volume yang diasumsikan), dan biaya (berdasarkan biaya tetap dan variabel serta volume), dengan arus kas sebagai output akhir.

Perhatikan bahwa proses ini kemungkinan akan berisi beberapa iterasi: item yang mungkin awalnya berupa input numerik dapat dipilih untuk diganti dengan kalkulasi (yang ditentukan dari input numerik baru), sehingga menciptakan model dengan lebih banyak variabel input dan detail. Misalnya, daripada menjadi satu angka, volume dapat dibagi berdasarkan kelompok produk. Pada prinsipnya, seseorang dapat melanjutkan proses tanpa batas (yaitu berulang kali mengganti input numerik yang dikodekan dengan kalkulasi antara). Tentu saja, proses potensial untuk menciptakan lebih banyak detail harus berhenti di beberapa titik:

- ✓ Untuk alasan kepraktisan yang sederhana.
- ✓ Untuk memastikan keakuratan.

Meskipun pembuatan detail yang lebih banyak akan membuat seseorang berharap memiliki model yang lebih akurat, hal ini tidak selalu terjadi: model yang terperinci akan memerlukan informasi yang lebih banyak untuk dikalibrasi dengan benar (misalnya, untuk memperkirakan nilai semua masukan). Lebih jauh, penangkapan hubungan antara masukan ini akan menjadi semakin rumit seiring dengan penambahan detail.

Tingkat detail "optimal" di mana model harus dibangun bukanlah pertanyaan yang sepele, tetapi dibahas lebih lanjut dalam Bab 4. Mungkin menarik untuk dicatat bahwa kerangka kerja ini sedikit disederhanakan (meskipun mencakup sebagian besar kasus dalam konteks Excel yang umum):

- ❖ Dalam beberapa aplikasi (terutama pengoptimalan sekuensial dari deret waktu, dan pohon keputusan), perhitungan harus dilakukan baik maju maupun mundur, karena perilaku optimal pada waktu yang lebih awal bergantung pada pertimbangan semua konsekuensi masa depan dari setiap keputusan potensial.
- ❖ Dalam ekonometrika, beberapa persamaan mungkin bersifat ekuilibrium, yaitu persamaan tersebut mengandung variabel yang sama di kedua sisi persamaan. Dalam kasus semacam itu, aliran logika tidak terarah, dan berpotensi menimbulkan referensi melingkar pada model yang diterapkan.

BAB 2

PENGUNAAN MODEL DALAM PENDUKUNGAN KEPUTUSAN

Bab ini merangkum manfaat dan tantangan utama penggunaan model dalam dukungan keputusan. Jika sejumlah besar uang dipertaruhkan, atau pilihan opsi keputusan yang paling tepat penting karena alasan lain, sering kali dianggap sebagai hal yang wajar bahwa membangun model akan bermanfaat. Namun, penting untuk memahami sumber manfaat tertentu, dan tantangan serta potensi kelemahan proses pemodelan. Melakukan hal itu akan membantu mendukung dasar yang lebih kuat untuk pengambilan keputusan, dan mengurangi kemungkinan bahwa keluaran disalahartikan, disalahgunakan, atau diasumsikan berlaku untuk konteks yang tidak dirancang untuk model tersebut.

2.1 MANFAAT MENGGUNAKAN MODEL

Bagian ini menyoroti manfaat utama yang berpotensi dicapai dengan penggunaan model. Penggunaan model dalam berbagai bidang, khususnya dalam konteks analisis bisnis dan perencanaan, telah menjadi alat yang sangat penting untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik. Model berfungsi sebagai representasi dari situasi nyata yang disederhanakan, memungkinkan pengguna untuk mensimulasikan berbagai kondisi dan hasil yang mungkin terjadi tanpa harus mengalami risiko yang terkait dengan keputusan tersebut. Dalam dunia bisnis, model membantu mengurangi ketidakpastian dengan menyediakan wawasan yang berbasis data dan analisis yang lebih mendalam, yang pada gilirannya memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cerdas dan terinformasi.

Salah satu manfaat utama dari penggunaan model adalah kemampuannya untuk mengantisipasi perubahan dan mengevaluasi dampak dari berbagai variabel. Dalam banyak kasus, model dapat memberikan gambaran yang lebih jelas tentang bagaimana suatu keputusan atau peristiwa tertentu dapat memengaruhi kinerja perusahaan atau proyek, yang membantu para pengambil keputusan merencanakan langkah-langkah yang lebih strategis. Model juga berfungsi untuk mengevaluasi skenario yang berbeda dan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang potensi risiko dan peluang, yang pada akhirnya memungkinkan perencanaan yang lebih matang dan efektif.

Selain itu, model memfasilitasi komunikasi yang lebih baik antar pemangku kepentingan, baik itu di dalam organisasi maupun di luar organisasi. Dengan menggunakan model, konsep yang rumit dan data yang kompleks dapat disederhanakan menjadi representasi yang mudah dipahami. Hal ini tidak hanya mempercepat proses diskusi dan analisis, tetapi juga memastikan bahwa semua pihak yang terlibat memiliki pemahaman yang sama tentang tujuan dan pendekatan yang akan diambil. Dengan demikian, manfaat utama penggunaan model tidak hanya terletak pada peningkatan efisiensi dalam pengambilan keputusan, tetapi juga pada kemampuannya untuk memperjelas dan memperkuat komunikasi

dalam setiap langkah perencanaan dan evaluasi.

Menyediakan Informasi Numerik

Sebuah model menghitung nilai variabel yang mungkin dianggap penting dalam konteks keputusan yang sedang dihadapi. Tentu saja, informasi ini sering kali sangat penting, terutama saat mengalokasikan sumber daya, membuat anggaran, dan sebagainya. Namun, perhitungan nilai numerik dari variabel kunci bukanlah satu-satunya alasan untuk membangun model; proses pemodelan sering kali memiliki aspek eksplorasi dan pembangkitan wawasan yang penting (lihat bagian selanjutnya). Faktanya, banyak wawasan sering kali dapat dihasilkan di awal keseluruhan proses, sedangkan nilai numerik cenderung paling berguna di kemudian hari.

Menangkap Faktor dan Hubungan yang Memengaruhi

Proses membangun model harus memaksa pertimbangan tentang faktor mana yang memengaruhi situasi, termasuk yang paling penting. Sementara refleksi tersebut mungkin bersifat intuitif atau kualitatif (pada tahap awal), banyak wawasan dapat diperoleh melalui penggunaan proses kuantitatif. Kuantifikasi hubungan mengharuskan seseorang untuk mempertimbangkan sifat hubungan dengan cara yang sangat tepat (misalnya apakah perubahan dalam satu hubungan akan memengaruhi yang lain dan seberapa besar, apakah perubahan tersebut linier atau non-linier, apakah variabel lain juga terpengaruh, atau apakah ada (sebagian) faktor kausal umum antara variabel, dan seterusnya).

Menghasilkan Wawasan dan Membentuk Hipotesis

Proses pemodelan harus menyoroti area di mana pengetahuan seseorang tidak lengkap, tindakan lebih lanjut apa yang dapat diambil untuk meningkatkannya, serta data apa yang dibutuhkan. Ini dapat menjadi hal yang berharga. Faktanya, model secara efektif merupakan catatan eksplisit dari asumsi dan hubungan (yang dihipotesiskan) antara item (yang dapat berubah seiring dengan berkembangnya pengetahuan lebih lanjut). Oleh karena itu, proses ini menyediakan pendekatan terstruktur untuk mengembangkan pemahaman yang lebih baik. Proses ini sering kali mengungkap banyak asumsi yang dibuat secara implisit (dan yang mungkin tidak dipahami secara tepat atau tidak benar), serta mengidentifikasi asumsi yang diperlukan dan tepat. Dengan demikian, aspek kualitatif dan kuantitatif dari proses tersebut harus memberikan wawasan baru dan mengidentifikasi masalah untuk eksplorasi lebih lanjut.

Pengabaian atau meremehkan aspek-aspek eksploratif ini merupakan salah satu inefisiensi utama dalam banyak proses pemodelan, yang sering didelegasikan kepada staf junior yang kompeten dalam "menghitung", tetapi mungkin tidak memiliki pengalaman, atau tidak memiliki paparan proyek, wewenang, atau kredibilitas yang cukup untuk mengidentifikasi dan melaporkan banyak wawasan utama, terutama yang dapat menantang asumsi saat ini. Dengan demikian, banyak wawasan yang mungkin hilang atau tidak pernah dihasilkan sejak awal. Jika suatu model menghasilkan hasil yang tidak mudah dijelaskan secara intuitif, ada dua kasus umum:

- 1) Model tersebut terlalu disederhanakan, sangat tidak akurat, atau salah dalam beberapa hal penting. Misalnya, variabel utama mungkin telah ditinggalkan,

dependensi tidak ditangkap dengan benar, atau asumsi yang digunakan untuk nilai variabel mungkin salah atau diperkirakan dengan buruk.

- 2) Model tersebut pada dasarnya benar, tetapi memberikan hasil yang tidak intuitif. Dalam situasi seperti itu, proses pemodelan dapat digunakan untuk mengadaptasi, mengeksplorasi, dan menghasilkan wawasan baru, sehingga pada akhirnya intuisi dan keluaran model menjadi selaras. Ini dapat menjadi proses yang bernilai tambah, terutama jika menyoroti area yang mungkin kurang sesuai dengan intuisi awal seseorang.

Dalam konteks ini, kutipan terkenal berikut muncul dalam pikiran:

- ✓ *“Rencana tidak berguna, tetapi perencanaan adalah segalanya”* (Eisenhower).
- ✓ *“Setiap model salah, beberapa berguna”* (Box).
- ✓ *“Kesempurnaan adalah musuh kebaikan”* (Voltaire).

Pengungkit Keputusan, Skenario, Ketidakpastian, Optimalisasi, Mitigasi Risiko, dan Desain Proyek

Jika dilakukan secara ketat, proses pemodelan membedakan faktor-faktor yang dapat dikontrol dari yang tidak. Proses ini juga dapat menyoroti bahwa beberapa item sebagian dapat dikontrol, tetapi memerlukan tindakan lebih lanjut yang mungkin (saat ini) tidak tercermin dalam perencanaan maupun dalam model (misalnya pengenalan tindakan mitigasi risiko). Pada akhirnya, item yang dapat dikontrol sesuai dengan keputusan potensial yang harus diambil secara optimal, dan item yang tidak dapat dikontrol adalah item yang berisiko atau tunduk pada ketidakpastian. Penggunaan teknik sensitivitas, skenario, dan risiko juga dapat memberikan wawasan tentang sejauh mana kemungkinan paparan jika suatu keputusan berjalan sesuai rencana, mengarah pada modifikasi pada proyek atau desain keputusan, dan memungkinkan seseorang untuk menemukan keputusan atau struktur proyek yang optimal.

Meningkatkan Proses Kerja, Komunikasi yang Disempurnakan, dan Persyaratan Data yang Tepat

Sebuah model menyediakan kerangka kerja terstruktur untuk mengambil informasi dari spesialis atau pakar subjek. Hal ini dapat membantu untuk mendefinisikan secara tepat persyaratan informasi, yang meningkatkan efektivitas proses penelitian dan pengumpulan untuk memperoleh informasi tersebut. Keseluruhan proses dan hasil juga akan membantu meningkatkan komunikasi, karena wawasan dan transparansi yang dihasilkan, serta menciptakan struktur yang jelas untuk kerja bersama dan koordinasi.

2.2 TANTANGAN DALAM MENGGUNAKAN MODEL

Bagian ini menyoroti tantangan utama yang dihadapi saat menggunakan model dalam dukungan keputusan.

Sifat Kesalahan Model

Model, pada dasarnya, adalah penyederhanaan (dan perkiraan) dari dunia nyata. Kesalahan dapat terjadi pada setiap tahap (seperti yang disajikan pada Gambar 1.1):

- a) **Kesalahan spesifikasi:** Ini adalah perbedaan antara perilaku situasi dunia nyata dan yang tercakup dalam spesifikasi atau maksud model (kadang-kadang bagian individual ini disebut sebagai "risiko model" atau "kesalahan model"). Meskipun seseorang mungkin sering dapat memberikan penilaian intuitif yang wajar tentang sifat beberapa kesalahan tersebut, sangat menantang untuk memberikan kuantifikasi yang kuat, hanya karena sifat dunia nyata tidak sepenuhnya diketahui. (Menurut definisi, kemampuan untuk secara tepat mendefinisikan dan menghitung kesalahan model hanya akan muncul jika kesalahan tersebut dipahami sepenuhnya, dalam hal ini, pada dasarnya dapat ditangkap dalam model yang direvisi, dengan kesalahan kemudian dihilangkan.) Lebih jauh, sementara seseorang mungkin menyadari beberapa penyederhanaan yang terkandung dalam model dibandingkan dengan situasi kehidupan nyata, hampir pasti ada kemungkinan perilaku situasi kehidupan nyata yang tidak diketahui. Dalam arti tertentu, seseorang pada dasarnya harus "berharap" bahwa model tersebut merupakan representasi yang cukup akurat untuk tujuan yang ada. Tentu saja, intuisi yang baik, pengamatan empiris yang berulang, dan kumpulan data yang besar dapat meningkatkan kemungkinan bahwa model konseptual itu benar (dan meningkatkan kepercayaan seseorang terhadapnya), tetapi pada akhirnya akan ada beberapa ketidakpastian residual ("angsa hitam" atau "hal-hal yang tidak diketahui yang tidak diketahui", misalnya).
- b) **Kesalahan implementasi:** Ini adalah perbedaan antara model yang ditentukan (seperti yang dipahami atau dimaksudkan) dan model yang diimplementasikan. Kesalahan tersebut dapat terjadi karena kesalahan (kesalahan perhitungan) atau karena masalah yang lebih halus, seperti penggunaan sumbu waktu diskrit di Excel (ketika peristiwa sebenarnya terjadi dalam waktu berkelanjutan), atau sumbu waktu terbatas (bukan yang tidak terbatas). Kesalahan juga sering muncul ketika model menghitung dengan benar dalam kasus dasar, tetapi tidak dalam kasus lain (karena kesalahan, atau mengabaikan aspek utama dari perilaku situasi).
- c) **Kesalahan Keputusan:** Ini adalah gagasan bahwa keputusan yang dibuat berdasarkan hasil model bisa jadi tidak tepat. Ini menangkap (kurangnya) efektivitas proses pengambilan keputusan, termasuk kurangnya pemahaman tentang model dan keterbatasannya. Perhatikan bahwa hasil yang buruk setelah keputusan tidak selalu menyiratkan bahwa keputusan itu buruk, dan hasil yang baik juga tidak menyiratkan bahwa keputusan itu adalah pilihan yang tepat. Beberapa jenis kesalahan model berkaitan dengan beberapa tahap proses (bukan hanya satu tahap), termasuk ketika perhatian yang diberikan pada skenario, risiko, dan ketidakpastian tidak memadai.

Ambiguitas dan Sirkularitas Inheren Penalaran

- i. **Proses pemodelan pada dasarnya ambigu:** untuk menentukan atau membangun model, seseorang harus sudah memahami situasi dengan cukup baik. Namun, model dan proses pemodelan dapat memberikan manfaat hanya sejauh pemahaman awal tidak sempurna. (Menurut definisi, jika pemahaman yang sempurna sudah ada bahkan

sebelum model dibangun, maka tidak diperlukan model, karena tidak akan ada cara untuk meningkatkan pemahaman lebih lanjut)

- ii. **Ambiguitas ini juga berpotensi menciptakan ketidakpastian seputar makna keluaran model:** memang, pada awalnya, keluaran hanya memberikan informasi tentang model (bukan situasi kehidupan nyata). Hal ini juga dapat menciptakan sirkularitas dalam penalaran: ketika melakukan analisis sensitivitas, seseorang dapat menyimpulkan bahwa variabel tertentu penting, sedangkan pentingnya variabel (misalnya sebagaimana ditentukan dari analisis sensitivitas yang berjalan) secara langsung mencerminkan asumsi yang digunakan dan logika implisit yang tertanam dalam model.

2.3 KESELARASAN KEPUTUSAN DAN VALIDITAS MODEL DALAM PENGAMBILAN KEPUTUSAN

Setiap model memiliki ruang lingkup validitas yang terbatas. Biasanya, asumsi tentang konteks telah dibuat secara implisit atau tidak terdokumentasi dengan baik. Asumsi implisit tersebut mudah diabaikan, yang dapat mengakibatkan model menjadi tidak valid, atau menjadi tidak valid ketika diterapkan pada situasi yang berbeda. Misalnya, perkiraan biaya konstruksi untuk suatu proyek dapat menggunakan asumsi implisit tentang lokasi geografis proyek. Jika asumsi tersebut tidak didokumentasikan secara memadai (atau implisit dan tidak didokumentasikan sama sekali), maka penggunaan model dalam proyek berikutnya di lokasi geografis baru mungkin tidak valid, karena kemungkinan besar item baris baru atau perubahan struktural lainnya diperlukan, namun beberapa atau semua ini mungkin diabaikan.

Kehadiran Bias, Pengujian yang Tidak Sempurna, Hasil Positif dan Negatif Palsu

Keputusan (atau asumsi masukan dan rumus model) dapat bias dengan cara yang mendukung hasil tertentu atau mengabaikan faktor atau risiko penting. Bias dapat memiliki beberapa bentuk umum:

- ✓ Motivasional atau politis. Bias ini terjadi ketika seseorang memiliki insentif untuk secara sengaja membiarkan suatu proses, serangkaian hasil, atau asumsi yang digunakan.
- ✓ Kognitif. Bias ini melekat pada jiwa manusia, dan sering diyakini muncul karena alasan evolusi. Bias ini mencakup bias terhadap optimisme, berpegang pada pandangan awal, atau membuat keputusan yang berbeda jika informasi disajikan dalam hal memperoleh keuntungan dibandingkan menghindari kerugian.
- ✓ Struktural. Bias ini terkait dengan situasi di mana pendekatan pemodelan, metodologi, atau platform implementasi secara inheren menciptakan bias. Misalnya, penggunaan nilai masukan tetap untuk menggerakkan perhitungan dapat dianggap sebagai pendekatan yang biasanya bias secara struktural (untuk tujuan analisis ekonomi dan pengambilan keputusan): jika masukan model ditetapkan pada nilai yang paling mungkin, keluaran umumnya tidak akan menunjukkan nilai yang paling mungkin sebenarnya. Lebih jauh, nilai tengah (rata-rata) keluaran umumnya merupakan kuantitas tunggal yang paling penting untuk pengambilan keputusan finansial, namun

ini biasanya tidak dapat ditunjukkan sebagai kasus model yang valid. Pembahasan terperinci tentang topik tersebut berada di luar cakupan teks ini, tetapi terdapat dalam buku penulis *Business Risk and Simulation Modelling in Practice* (John Wiley & Sons, 2015).

Seseorang dapat menganggap bahwa penggunaan model untuk mendukung keputusan agak seperti melakukan bentuk pengujian lainnya. Pengujian yang sempurna adalah pengujian yang tidak hanya menghasilkan proyek yang benar-benar baik yang (selalu) diindikasikan sebagai baik, tetapi juga proyek yang benar-benar buruk (selalu) diindikasikan sebagai buruk. Dalam praktiknya, proses pemodelan tampaknya memiliki tingkat negatif-palsu yang tinggi (misalnya, proyek yang sebenarnya buruk tidak terdeteksi seperti itu), sehingga proyek tersebut tidak dikesampingkan atau dihentikan cukup dini. Positif-palsu juga jarang terjadi (yaitu, ketika ada proyek yang baik, tetapi model menunjukkan bahwa itu adalah proyek yang buruk).

Menyeimbangkan Intuisi dengan Rasionalitas

Sebagian besar keputusan dibuat menggunakan kombinasi intuisi dan pertimbangan rasional, dengan berbagai tingkat keseimbangan di antara keduanya.

Pendekatan intuitif biasanya dicirikan oleh:

- ✓ Perasaan, pengalaman, dan bias.
- ✓ Pengambilan keputusan yang cepat, dengan bias untuk memperkuat kesimpulan awal dan menolak narasi yang bertentangan.
- ✓ Mengabaikan atau mengabaikan item yang rumit atau tidak dipahami dengan baik.
- ✓ Sedikit pemikiran (formal) tentang risiko, ketidakpastian, dan hal-hal yang tidak diketahui.
- ✓ Sedikit proses keputusan (formal) atau prosedur tata kelola.
- ✓ Kurangnya transparansi dalam kriteria keputusan dan pentingnya berbagai hal.
- ✓ Mencari masukan dari sekelompok kecil orang saja, bukan dari kelompok yang beragam.

Dalam kondisi terbaiknya, pengambilan keputusan intuitif dapat menjadi kuat dan efektif, yaitu investasi yang rendah namun tetap menghasilkan keputusan yang baik.

Sebaliknya, pendekatan rasional dicirikan oleh:

- Tidak bergantung pada bias pribadi.
- Sangat bergantung pada analisis, model, dan kerangka kerja.
- Berpikir secara objektif, holistik, dan penuh pertimbangan.
- Kritis terhadap diri sendiri: upaya berkelanjutan untuk mencari kekurangan dan kemungkinan perbaikan dalam proses dan analisis.
- Keterbukaan terhadap tinjauan dan diskusi independen.
- Proses formal dan tata kelola keputusan.
- Menetapkan tujuan dan menciptakan tingkat transparansi yang lebih tinggi ke dalam kriteria keputusan yang eksplisit.
- Keinginan untuk mempertimbangkan semua faktor yang mungkin relevan, untuk

menggabungkan sudut pandang alternatif dan kebutuhan berbagai pemangku kepentingan, dan untuk mendapatkan masukan yang beragam dari berbagai sumber.

- Secara eksplisit mencari lebih banyak informasi dan berbagai masukan yang beragam, dan pengumpulan data atau penilaian ahli.
- Keterbukaan untuk menggunakan alat dan teknik alternatif jika mungkin sesuai.
- Kemauan untuk berinvestasi lebih banyak dalam waktu, proses, alat, dan komunikasi.
- Mengungkap, menantang, mengatasi, atau meminimalkan bias yang sering muncul dalam situasi di mana refleksi atau analisis yang dilakukan tidak memadai.
- (Biasanya) dengan beberapa kuantifikasi dan prioritas.
- (Idealnya) dengan pertimbangan yang tepat terhadap faktor-faktor yang dapat menyebabkan tujuan dikompromikan (risiko dan ketidakpastian).

Mungkin adil untuk mengatakan bahwa intuisi umumnya merupakan kekuatan dominan dalam hal bagaimana keputusan dibuat dalam praktik: suatu tindakan yang "terasa salah" bagi pembuat keputusan (tetapi tampaknya didukung oleh analisis rasional) tidak mungkin diterima. Demikian pula, suatu tindakan yang "terasa benar" bagi pembuat keputusan akan jarang ditolak, bahkan jika analisis akan merekomendasikan untuk melakukannya.

Bila pendekatan rasional dan intuitif berbeda dalam rekomendasi awal, seseorang mungkin menemukan area di mana intuisi pembuat keputusan mungkin tidak tepat, atau analisis rasional tidak lengkap, atau didasarkan pada asumsi yang salah tentang preferensi pembuat keputusan atau konteks keputusan. Idealnya, item tersebut akan dimasukkan dalam analisis yang direvisi, sehingga tercipta keselarasan antara analisis rasional dan intuisi. Bila hal ini menghasilkan perubahan (atau peningkatan) pada pemahaman intuitif suatu situasi, proses tersebut akan memberikan nilai tambah yang tinggi.

Kurangnya Data atau Pemahaman yang Tidak Memadai tentang Suatu Situasi

Tidak adanya data yang memadai sering kali dinyatakan sebagai hambatan dalam membangun model. Jika tidak ada data, tidak ada cara untuk membuat estimasi ahli atau menggunakan penilaian, dan tidak ada ukuran proksi yang tersedia, maka mungkin sulit untuk membangun model. Namun, bahkan dalam beberapa kasus seperti itu, model yang menangkap perilaku dan interaksi dapat dibangun, dan diisi dengan angka-angka generik. Hal ini dapat membantu menyusun proses berpikir, menghasilkan wawasan, dan mengidentifikasi di mana diperlukan lebih banyak pemahaman, data, atau penelitian.

Tentu saja, mungkin ada situasi di mana model yang berguna tidak dapat dibangun, seperti:

- ✓ Di mana tujuan tidak didefinisikan dengan cara yang berarti. Misalnya, melakukan yang terbaik untuk "membangun model bulan" mungkin tidak menghasilkan sesuatu yang berguna, setidaknya tanpa klarifikasi lebih lanjut. Namun, persyaratan untuk membangun model yang menghitung variasi suhu permukaan bulan mungkin cukup untuk memberikan titik awal yang wajar untuk aktivitas pemodelan.
- ✓ Di mana elemen struktural dasar atau faktor kunci lainnya yang mendorong perilaku situasi tidak diketahui atau belum diputuskan. Misalnya, mungkin terbukti menjadi tantangan untuk mencoba memodelkan biaya membangun fasilitas manufaktur baru

di negara baru tetapi tidak dikenal, dan yang akan menghasilkan produk baru yang masih perlu didefinisikan dan dikembangkan, sesuai dengan peraturan yang belum dirilis, menggunakan teknologi yang belum ditentukan.

Jadi, meskipun dalam beberapa kasus model mungkin awalnya tidak dapat dibangun, sangat sering kasus tersebut dapat digunakan untuk mengklarifikasi tujuan, untuk menyoroti di mana pemahaman lebih lanjut perlu dihasilkan, ada persyaratan data tambahan dan sebagainya. Model yang menghasilkan wawasan kemudian dapat dibangun, menghasilkan proses berulang di mana kualitas model ditingkatkan secara bertahap.

Mengatasi Tantangan: Kesadaran, Tindakan, dan Praktik Terbaik

Praktik terbaik dalam pemodelan sebagian berkaitan dengan pengurangan sumber kesalahan total, baik yang terkait dengan spesifikasi model, implementasi, proses pengambilan keputusan, atau faktor lainnya. Berbagai pendekatan untuk melakukan ini mencakup topik yang bersifat teknis, dan yang terkait dengan perilaku dan proses organisasi. Tema-tema tersebut meliputi:

Menyadari bias.

- ✓ Meminta contoh mengapa analisis bisa salah, atau mengapa hasil bisa sangat berbeda dengan yang diharapkan atau dipertimbangkan sejauh ini.
- ✓ Secara eksplisit mencari dan mendukung perbedaan pendapat dan pendapat alternatif.
- ✓ Menyadari kesalahan model: seperti yang disebutkan sebelumnya, pada contoh pertama, hasil model mengatakan sesuatu tentang model, bukan situasi kehidupan nyata!
- ✓ Bersikap terbuka untuk menolak proyek, bahkan ketika beberapa upaya organisasi, modal pribadi, atau investasi telah dilakukan di dalamnya (dan hanya berfokus pada manfaat masa depan, bukan biaya yang telah dikeluarkan).
- ✓ Memastikan bahwa model dirancang dan diimplementasikan sesuai dengan prinsip praktik terbaik. Ini termasuk penggunaan teknik fleksibilitas dan sensitivitas (seperti yang disebutkan sebelumnya, dan dibahas lebih rinci nanti dalam teks).
- ✓ Menggunakan pendekatan pemodelan risiko (daripada pendekatan statis yang hanya berdasarkan sensitivitas atau analisis skenario). Secara khusus, ini dapat membantu mengatasi banyak bias yang disebutkan sebelumnya.
- ✓ Tidak menggunakan kurangnya data sebagai alasan untuk tidak melakukan apa-apa! Bahkan dengan data yang tidak sempurna, proses pemodelan sering kali dapat memberikan kerangka kerja untuk menghasilkan wawasan tentang suatu situasi, bahkan ketika keluaran numerik (untuk serangkaian asumsi tertentu) mungkin memiliki tingkat ketidakpastian yang tinggi terkait dengannya.

BAB 3

KOMPETENSI INTI DAN PRAKTIK TERBAIK

Bab ini membahas dasar-dasar praktik terbaik pemodelan dan kompetensi inti yang dibutuhkan untuk membangun model yang baik. Pembahasan di sini bersifat umum, karena bagian teks lainnya pada dasarnya merupakan pembahasan yang lebih terperinci tentang topik-topik ini.

3.1 TEMA UTAMA

Mungkin adil untuk mengatakan bahwa banyak model yang dibangun dalam praktik memiliki kualitas yang biasa-biasa saja, terutama yang berukuran besar. Kelemahan umum yang sering muncul meliputi:

- ❖ Sulit dipahami, diaudit, atau divalidasi. Model-model tersebut memerlukan ketergantungan yang berlebihan pada pemodel asli untuk digunakan, dipelihara, atau dimodifikasi, dengan perubahan kecil yang memerlukan pengerjaan ulang yang signifikan.
- ❖ Model-model tersebut terlalu rumit untuk fungsionalitas tertentu, atau tidak memiliki fungsionalitas utama. Misalnya, mungkin sulit untuk menjalankan analisis sensitivitas atau skenario untuk kasus-kasus penting (seperti mengubah beberapa item secara bersamaan, atau menunda tanggal mulai sebagian proyek), ketelitian data atau sumbu waktu mungkin tidak tepat, dan mungkin sulit untuk memasukkan data baru, atau mengganti item yang diramalkan dengan angka aktual saat tersedia, dan seterusnya. Selain itu, pilihan fungsi yang digunakan di Excel dapat membatasi kemampuan untuk mengubah model, atau tidak efisien secara komputasi.

Fungsi-fungsi tersebut cenderung mengandung kesalahan, atau asumsi yang tersirat tetapi mungkin memiliki konsekuensi yang tidak diinginkan (seperti tidak valid dalam keadaan tertentu, dan yang diabaikan bahkan ketika keadaan tersebut muncul). Hal ini sering kali disebabkan oleh kompleksitas yang berlebihan dan kurangnya transparansi, serta karena penggunaan struktur yang buruk dan rumus yang sangat rumit yang belum sepenuhnya diuji melalui berbagai skenario.

Kami menganggap bahwa tujuh area utama membentuk kompetensi inti dan landasan praktik terbaik:

1. Memperoleh pemahaman yang baik tentang tujuan, dan peran analisis dalam proses pengambilan keputusan.
2. Memiliki pemahaman yang cukup tentang aplikasi tertentu.
3. Memiliki pengetahuan yang cukup tentang platform implementasi (misalnya Excel dan VBA), tidak hanya untuk mengimplementasikan model dengan cara yang paling efektif,

tetapi juga untuk menumbuhkan kreativitas guna mempertimbangkan pendekatan pemodelan alternatif yang memungkinkan.

4. Mendesain model yang memenuhi persyaratan fleksibilitas dan sensitivitas.
5. Mendesain model yang memiliki struktur data, tata letak, dan alur yang sesuai.
6. Memastikan transparansi dan kemudahan penggunaan.
7. Menggunakan keterampilan pemecahan masalah yang terintegrasi.

Bab selanjutnya memberikan gambaran umum tentang hal ini, sementara tujuan sebagian besar teks lainnya adalah untuk membahas banyak masalah ini secara terperinci.

3.2 PERAN, TUJUAN, KELUARAN, DAN KOMUNIKASI PENDUKUNG KEPUTUSAN

Penting bagi proses pemodelan untuk tetap fokus pada tujuan keseluruhan, termasuk peran pendukung keputusan, serta konteks yang lebih luas, proses organisasi, budaya manajemen, dan sebagainya. Beberapa poin khusus perlu dibahas di awal proses, termasuk:

- 1) Apa keputusan bisnis utama yang ingin diambil?
- 2) Apa keluaran yang diperlukan?
- 3) Jenis sensitivitas, skenario, atau analisis risiko apa yang akan dibutuhkan? (Hal ini kemungkinan akan memengaruhi pilihan variabel, struktur data model, dan desain keseluruhan, di antara item lainnya.)
- 4) Apakah ada masalah pengoptimalan yang perlu diperhatikan (misalnya untuk membedakan secara eksplisit efek item yang dapat dikontrol (yaitu keputusan) dari yang tidak dapat dikontrol, dan untuk merancang model sehingga algoritme pengoptimalan tambahan dapat diterapkan dengan paling efisien)?
- 5) Jenis variabel apa yang harus disertakan?
- 6) Tingkat detail apa yang diperlukan untuk variabel dan sumbu waktu (misalnya berdasarkan produk atau kelompok produk, dan apakah harian, mingguan, bulanan, triwulanan, atau tahunan. . .)?
- 7) Seperti apa seharusnya alur logisnya, dalam hal variabel mana yang merupakan input, variabel terhitung (tergantung), dan output?
- 8) Data apa yang tersedia?
- 9) Seberapa sering model perlu diperbarui?
- 10) Proses atau model lain apa yang harus konsisten dengan hasilnya?
- 11) Apa yang diperlukan untuk membuat model "sesederhana mungkin, tetapi tidak lebih sederhana"?

Menetapkan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan tersebut sejak awal akan membantu memastikan bahwa model tersebut diadaptasi dengan tepat untuk mencerminkan isu-isu bisnis utama, dampak dari kemungkinan keputusan tertentu, dan kebutuhan komunikasi para pembuat keputusan.

Pengetahuan dan Pemahaman Aplikasi

Secara umum, seorang pemodel harus memiliki pemahaman yang cukup tentang situasi tersebut agar dapat mengekspresikannya menggunakan hubungan dan asumsi yang logis. Dalam beberapa situasi, diperlukan akurasi yang tinggi, sedangkan dalam situasi lain,

perkiraan yang lebih kasar mungkin sudah cukup. Misalnya:

- ✓ Pembuatan prakiraan laporan keuangan perusahaan umumnya hanya memerlukan pengetahuan minimal tentang operasi aritmatika dasar di Excel (seperti menambah, mengurangi, mengalikan, membagi, dan menggunakan fungsi IF atau MAX/MIN). Namun, diperlukan pengetahuan yang wajar tentang makna laporan keuangan utama (laporan laba rugi, neraca, laporan arus kas) dan bagaimana laporan tersebut saling terkait. Tanpa pengetahuan yang cukup, pembuatan model akan menjadi tantangan yang signifikan.
- ✓ Implementasi model penilaian arus terdiskonto di Excel mungkin sangat mudah bagi seseorang yang memiliki pemahaman yang baik tentang teori penilaian, sedangkan memperoleh pengetahuan tentang teori ini mungkin lebih sulit pada awalnya.
- ✓ Dalam derivatif keuangan, rumus bentuk tertutup Black–Scholes untuk nilai opsi vanilla Eropa relatif mudah diterapkan di Excel. Namun, seseorang pada umumnya perlu memiliki pengetahuan yang baik tentang teori yang berkaitan dengan penilaian derivatif (yaitu metode yang netral terhadap risiko atau bebas arbitrase) untuk memahami dan menerapkan hasilnya dengan tepat, atau untuk dapat mengembangkan pendekatan analog yang akan berlaku dalam aplikasi lain.
- ✓ Dalam praktiknya, seorang analis pemodelan sering kali diminta untuk membangun representasi khusus yang disesuaikan dari situasi keputusan atau proyek yang mungkin hanya memiliki sedikit pedoman, publikasi, templat, atau dasar (teoretis) yang telah ada sebelumnya. Seseorang dapat secara umum membedakan dua konteks umum:
- ✓ Di mana area aplikasi pada dasarnya distandarisasi. Dalam hal ini, proses desain dan implementasi biasanya mudah jika seseorang terbiasa dengan pengetahuan standar.
- ✓ Di mana area aplikasi tidak standar atau mungkin memerlukan inovasi. Dalam kasus seperti itu, proses pemodelan memiliki (atau seharusnya memiliki) komponen "pemecahan masalah" yang lebih kuat yang berkaitan dengan pengujian hipotesis, eksperimen, dan penemuan. Dalam arti tertentu, menangani hal-hal ini pada dasarnya merupakan inti dari apa yang dapat dianggap sebagai pemodelan "lanjutan".

Oleh karena itu, banyak situasi pemodelan memerlukan pengetahuan yang memadai tentang situasi yang mendasarinya, serta kemampuan untuk mencerminkan kebutuhan khusus. Keterampilan pemecahan masalah diperlukan untuk merancang dan mengintegrasikan berbagai komponen bersama-sama dengan cara yang efisien dan tepat (lihat nanti dalam bab ini).

Keterampilan dengan Platform Implementasi

Pemodel harus memiliki keterampilan yang memadai dengan platform mana pun yang telah dipilih (misalnya Excel), termasuk kemampuan untuk mempertimbangkan berbagai opsi secara kreatif dan memilih yang paling tepat secara keseluruhan. Sering kali, model diimplementasikan dengan cara yang tidak cukup fleksibel, atau fleksibel tetapi terlalu rumit. Dalam kasus terakhir ini, alasan mengapa kompleksitas tidak berkurang biasanya merupakan kombinasi dari:

- ❖ Refleksi dan/atau pengetahuan yang tidak memadai tentang kemungkinan yang

tersedia dalam Excel/VBA. Paling sering, pilihan fungsi yang tidak tepat digunakan (atau makro VBA tidak digunakan padahal penggunaannya sebenarnya akan sangat efektif).

- ❖ Pertimbangan (atau implementasi) yang tidak memadai tentang masalah tata letak, struktur data, pemformatan, dan topik terkait transparansi lainnya.
- ❖ Kurangnya keterampilan pemecahan masalah tingkat lanjut.
- ❖ Kurangnya disiplin (atau waktu) untuk mengimplementasikan solusi yang lebih baik, bahkan ketika keberadaannya diketahui atau dihipotesiskan.

Menetapkan Persyaratan Sensitivitas dan Fleksibilitas

Topik tentang penetapan persyaratan sensitivitas yang jelas mungkin merupakan satu-satunya area terpenting dalam desain model; setelah persyaratan ini ditetapkan secara memadai, pendekatan yang tepat untuk banyak aspek pemodelan lainnya juga menjadi jelas. Bahkan, kami menggunakan istilah "persyaratan fleksibilitas" untuk menekankan penerapan konsep ini secara lebih luas, yang meliputi:

- Analisis sensitivitas standar, yaitu kemampuan untuk mengubah nilai masukan dan melihat pengaruhnya pada kalkulasi dan keluaran.
- Penggunaan "proses pemikiran sensitivitas" untuk menerapkan secara valid "proses pemikiran mundur" yang dijelaskan dalam Bab 1, sambil memastikan bahwa proses tersebut berakhir pada titik yang tepat.
- Kemampuan untuk menyertakan kumpulan data baru dan/atau menghapus yang lama (atau memperbarui data yang ditautkan ke sumber eksternal), sambil harus membuat perubahan minimum saat melakukannya. Misalnya, pada setiap akhir bulan, data baru mungkin perlu dimasukkan ke dalam model, yang kemudian secara otomatis melaporkan angka agregat tiga bulan sebelumnya (termasuk data yang paling baru ditambahkan). Jika persyaratan tersebut tidak dimasukkan sebagai bagian mendasar dari desain model, maka seseorang akan menghabiskan banyak waktu setiap bulan untuk memanipulasi data dengan cara yang kurang efisien. Fungsionalitas tersebut mungkin tidak dianggap sebagai persyaratan sensitivitas standar, tetapi termasuk dalam lingkup "persyaratan fleksibilitas".
- Mampu memperbarui model prakiraan dengan angka-angka yang terealisasi saat tersedia, tanpa harus melakukan pengerjaan ulang pemodelan yang berlebihan untuk melakukannya; pembuatan fungsionalitas tersebut perlu menjadi bagian mendasar dari proses desain model, karena umumnya tidak dapat ditambahkan sebagai renungan.
- Dimasukkannya (kemampuan untuk membuat atau menjalankan) beberapa skenario, dan untuk membedakan antara variabel keputusan (yang nilainya akan dipilih secara optimal) dan variabel ketidakpastian/risiko.
- Meningkatkan cakupan validitas model dengan mengubah asumsi kontekstual (atau batasan) menjadi asumsi masukan. Misalnya, sebuah model mungkin mencantumkan "asumsi" bahwa tanggal mulai adalah (misalnya) 1 Januari 2018, namun tidak

beradaptasi dengan tepat jika tanggal ini diubah (misalnya volume penjualan mungkin perlu digeser seiring waktu, bahkan meskipun harga yang dapat dicapai tidak digeser, karena mungkin berhubungan dengan variabel pasar eksternal).

Dengan kata lain, tanggal mulai merupakan batasan (atau asumsi kontekstual), bukan asumsi masukan. Faktanya, mungkin sulit untuk membuat model sehingga perhitungannya benar saat tanggal mulai diubah, tetapi jika ini dilakukan, maka batasan kontekstual telah menjadi asumsi masukan yang sebenarnya.

Jelas, model yang memiliki lebih banyak fleksibilitas pada prinsipnya juga akan lebih kompleks; biasanya, model tersebut mungkin lebih besar, dan menggunakan rumus dan fungsi yang lebih canggih, serta makro VBA atau fungsi yang ditentukan pengguna. Oleh karena itu, hingga batas tertentu, peningkatan kompleksitas berpotensi tidak dapat dihindari saat fleksibilitas ditingkatkan. Di sisi lain, banyak model dibangun dengan fokus yang tidak memadai untuk mengurangi kompleksitasnya, meskipun biasanya ada banyak cara untuk melakukannya (sambil mempertahankan fitur fleksibilitas).

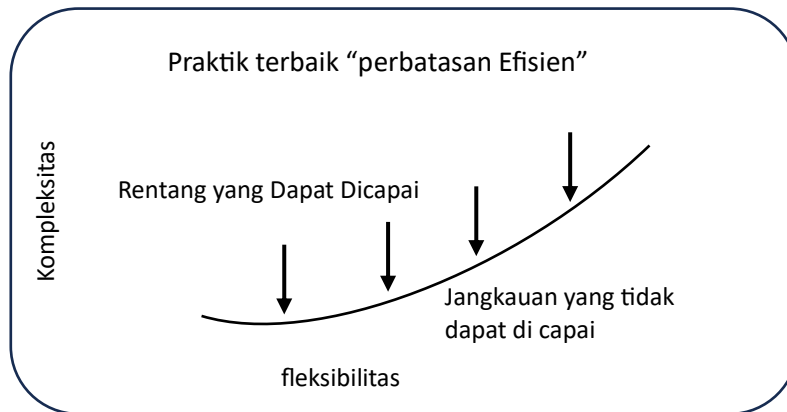
Kami menganggap bahwa inti dari "praktik terbaik" pemodelan adalah pembuatan model yang berada pada (atau dekat dengan) "batasan praktik terbaik", yang ditunjukkan secara skematis pada Gambar 3.1. Dalam kerangka kerja ini, inti dari praktik terbaik pemodelan adalah:

- ❖ Menetapkan sifat fleksibilitas yang diperlukan.
- ❖ Membangun model yang memiliki kompleksitas minimum yang dapat dicapai sambil menangkap fleksibilitas ini: untuk setiap tingkat persyaratan fleksibilitas, banyak model yang mungkin dapat dibangun, tetapi hanya beberapa di antaranya yang memiliki kompleksitas serendah mungkin.

Perhatikan bahwa fitur fleksibilitas yang diperlukan harus dibatasi pada yang benar-benar diperlukan, karena:

- ❖ Kompleksitas model meningkat secara tidak proporsional terhadap fleksibilitas.
- ❖ Proses untuk menyederhanakan model yang kompleks sering kali lebih rumit daripada proses untuk menambahkan fleksibilitas ke model yang dibangun dengan baik.

Perhatikan bahwa banyak topik spesifik yang sering dianggap sebagai praktik terbaik sebenarnya hanya mengikuti sebagai akibat langsung dari penerapan kerangka kerja generik ini, termasuk: kebutuhan akan transparansi menyeluruh, tata letak yang jelas, batas di sekitar area utama, penggunaan format dan kode warna, pilihan fungsi yang bijaksana, penggunaan VBA yang dipilih dan tepat, dan seterusnya. Dalam arti tertentu, hal ini juga dapat ditangkap melalui prinsip panduan: "Segala sesuatu harus dibuat sesederhana mungkin, tetapi tidak lebih sederhana" (Einstein).



Gambar 3.1 Batas Efisiensi Praktik Terbaik: Meminimalkan Kompleksitas Demi Fleksibilitas Yang Diberikan

3.3 MENDESAIN TATA LETAK, STRUKTUR DATA INPUT, DAN ALUR YANG TEPAT

Aspek utama implementasi model di Excel adalah pemilihan tata letak yang tepat, yang mencakup struktur data input (atau kumpulan data). Tata letak yang tepat tidak hanya memfasilitasi transparansi (melalui penciptaan alur yang jelas ke logika), tetapi juga penggunaan struktur data input yang tepat sangat penting dalam keadaan di mana ada persyaratan untuk memperkenalkan kumpulan data baru secara teratur, serta dalam kasus di mana volume data secara signifikan mendominasi jumlah rumus.

Sampai batas tertentu, peran mencapai tata letak yang baik adalah untuk mengimbangi kurangnya diagram pengaruh (visual) di Excel. Dengan kata lain, lingkungan Excel bukanlah lingkungan di mana struktur logika (atau hubungan antara input dan kalkulasi) jelas secara default, karena hal itu terkandung dalam rumus. (Misalnya, representasi Excel pada Gambar 1.2 hanya akan berupa beberapa angka yang terdapat dalam sel dan beberapa perhitungan, dengan label di sel lain.) Umumnya, teknik untuk meningkatkan transparansi – seperti penggunaan batas di sekitar area input dan perhitungan – merupakan proksi parsial untuk diagram pengaruh, karena menggunakan teknik visual sebagai cara cepat untuk meningkatkan transparansi dan pemahaman.

Desain keseluruhan (dalam hal tata letak dan struktur data) juga memiliki pengaruh besar pada sejauh mana model dapat digunakan secara fleksibel. Misalnya:

- ❖ Model yang dibangun dalam satu lembar kerja dapat disalin dengan mudah (dengan menyalin seluruh lembar), sedangkan model yang dibangun dalam beberapa lembar kerja tidak dapat (tanpa menyalin seluruh buku kerja sebagai file baru). Model templat dalam satu lembar kerja dapat digunakan untuk membuat buku kerja multi-lembar, di mana setiap lembar kerja berisi model (misalnya yang mewakili unit bisnis), yang angkanya dikonsolidasikan dalam buku kerja yang sama. "Struktur modular" seperti itu dapat sangat bermanfaat, seperti yang dibahas nanti dalam teks.

- ❖ Jika kumpulan data baru perlu diperkenalkan secara berkala (seperti angka yang dilaporkan bulan terakhir), struktur yang memungkinkan hal ini dilakukan dengan mudah akan menjadi penting. Sekali lagi, ini mungkin melibatkan penggunaan lembar kerja terpisah untuk data setiap bulan, atau menggunakan satu basis data terkonsolidasi (atau campuran keduanya).
- ❖ Aplikasi tertentu mungkin didominasi oleh data dan laporan atau kueri data ini, dengan jumlah perhitungan yang dibatasi. Dalam hal ini, "model" Excel menjadi aplikasi basis data dan harus terstruktur seperti itu. Poin penting adalah membuat perbedaan yang jelas antara situasi "didominasi data" dan situasi "didominasi rumus" (model "tradisional"), seperti yang dibahas dalam Bab 5.

Memastikan Transparansi dan Membuat Model yang Mudah Digunakan

Pembuatan model yang transparan (mudah dipahami) memiliki beberapa tujuan:

- Model yang transparan (jelas) merupakan refleksi langsung dari proses pemikiran yang transparan (jelas). Jika modelnya tidak jelas, maka kemungkinan besar proses logis yang mendasarinya juga tidak jelas, dan juga cenderung tidak lengkap atau salah dalam beberapa hal.
- Kemungkinan kesalahan perhitungan lebih kecil.
- Ini adalah penggunaan sumber daya yang lebih efektif, karena akan membutuhkan waktu lebih sedikit bagi pengguna atau anggota tim baru untuk memahaminya, dan memungkinkan tim untuk berbagi, peran untuk berubah, dan staf untuk ditempatkan secara fleksibel.

Transparansi bukanlah persyaratan mutlak agar model menjadi "benar", tetapi cara untuk bekerja secara efisien, memperoleh keyakinan bahwa keseluruhan proses itu kuat, dan mengurangi kemungkinan kesalahan atau asumsi yang tidak valid.

Perlu dicatat bahwa beberapa model memiliki antarmuka pengguna yang canggih, yang memandu (dan membatasi) pengguna mengenai entri data yang harus diberikan. Meskipun model tersebut dapat dianggap "mudah digunakan", dan dapat membantu memastikan integritas masukan yang diberikan, model tersebut juga cenderung bersifat kotak hitam, sehingga transparansi (logika model) mungkin kurang. Jadi, ketika mempertimbangkan penggunaan pendekatan tersebut, seseorang perlu merenungkan dengan saksama mengenai metode yang tepat untuk digunakan.

Keterampilan Pemecahan Masalah Terpadu

Saat memodelkan aplikasi standar, hanya ada sedikit pemecahan masalah yang terlibat. Misalnya, untuk teori yang mendasarinya, seseorang dapat merujuk ke teks standar tentang keuangan atau akuntansi perusahaan, sementara aspek Excel umumnya mudah dipahami dalam hal fungsi dan operasi yang diperlukan. Di sisi lain, ketika berhadapan dengan situasi yang unik atau khusus, seseorang tidak dapat bergantung pada teks standar atau teks sebelumnya, sehingga ada aspek signifikan yang melibatkan pemecahan masalah. Dalam arti tertentu, keterampilan tersebut dapat dikatakan sebagai komponen penting dari pemodelan "lanjutan".

Faktanya, dalam praktiknya, banyak situasi yang tampaknya terstandarisasi mungkin (atau seharusnya) juga berpotensi memiliki komponen "pemecahan masalah". Biasanya – kecuali dalam kasus yang paling sederhana – mungkin ada masalah atau pertanyaan tambahan yang mungkin muncul, yang seharusnya dapat diatasi oleh model. Ini dapat mencakup kebutuhan untuk memiliki fungsionalitas untuk:

- ❖ Menjalankan beberapa skenario dengan mudah.
- ❖ Memperbarui model dari waktu ke waktu dengan data aktual sebagai pengganti prakiraan (tanpa pengerjaan ulang yang berlebihan).
- ❖ Membawa set data dasar baru, yang data konsolidasinya membentuk nilai utama dari beberapa asumsi input.
- ❖ Menjalankan rutinitas pengoptimalan, atau teknik simulasi yang melihat distribusi hasil sebagai input yang bervariasi secara bersamaan di seluruh rentang probabilistik.

Keterampilan memecahkan masalah memiliki banyak komponen dan aspek. Terkait dengan pemodelan keuangan, keterampilan ini melibatkan kemampuan untuk menemukan cara yang tepat untuk merancang dan mengimplementasikan model khusus yang mengidentifikasi dan memenuhi semua persyaratan untuk fleksibilitas, sekaligus menjadi "sesederhana mungkin, tetapi tidak lebih sederhana", transparan, dan efektif secara komputasi.

Hal ini ditentukan dari kombinasi pengetahuan yang dapat diperoleh (seperti tentang Excel, VBA, dan prinsip praktik terbaik), kemampuan dasar bawaan, pola pikir tertentu, disiplin yang melekat, dan kemauan untuk mempertanyakan dan mengeksplorasi berbagai pendekatan, di antara faktor-faktor lainnya. Dalam arti tertentu, keseluruhan teks ini membentuk blok bangunan yang seharusnya membantu menyederhanakan pemodelan dan mendorong pemecahan masalah, sekaligus mengakui bahwa beberapa aspek utama pemecahan masalah masih sulit dipahami, dan sulit diajarkan atau dikomunikasikan secara sistematis atau sangat terstruktur.

BAB 4

MENETAPKAN PERSYARATAN SENSITIVITAS DAN FLEKSIBILITAS

4.1 PENDAHULUAN

Bab ini membahas apa yang mungkin merupakan satu area terpenting yang perlu dipertimbangkan saat merencanakan dan merancang model. Hal ini menyangkut memastikan bahwa seseorang mendefinisikan dengan jelas (di awal proses) sifat analisis sensitivitas yang akan digunakan dalam dukungan keputusan, dan menggunakannya sebagai pendorong mendasar dalam desain model.

Seperti dalam karya penulis sebelumnya *Financial Modelling in Practice*, kami menggunakan istilah "pemikiran analisis sensitivitas" ("SAT") untuk menggambarkan hal ini, dan untuk menekankan sifat konseptual pendekatan ini terhadap desain model (dan untuk membandingkannya dengan analisis sensitivitas kuantitatif yang dapat digunakan nanti dalam proses). Faktanya, generalisasi konsep SAT adalah yang berfokus pada "persyaratan fleksibilitas" model.

Ini mencakup fungsionalitas di luar sensitivitas standar, seperti kemampuan untuk memperbarui model perkiraan dengan angka yang direalisasikan saat angka tersebut muncul, atau fasilitas untuk dapat memperkenalkan data atau kumpulan data baru tanpa harus melakukan modifikasi struktural yang tidak semestinya.

Dalam teks berikutnya, kita akan tetap menggunakan istilah "SAT" untuk merujuk pada konsep umum "pemikiran fleksibilitas dan sensitivitas" ini. Bab ini berfokus pada pembahasan konsep SAT (yang digeneralisasi), sementara Bab 5 dan Bab 6 membahas isu desain yang berkaitan dengan fleksibilitas model, khususnya yang terkait dengan desain set data dan struktur buku kerja dan lembar kerja.

4.2 MASALAH UTAMA YANG PERLU DIPERTIMBANGKAN

Beberapa bentuk teknik yang terkait dengan sensitivitas relevan di semua tahap proses pemodelan: pada tahap desain model, fokusnya adalah pada sifat konseptual (kualitatif) dan berupaya untuk mendefinisikan secara tepat persyaratan sensitivitas dan fleksibilitas. Saat model sedang dibangun, analisis sensitivitas dapat digunakan untuk mengujinya guna mengetahui tidak adanya kesalahan logika, untuk memastikan bahwa rumus yang lebih kompleks diterapkan dengan benar, dan bahwa hubungan antara variabel ditangkap dengan benar. Setelah model dibangun, analisis sensitivitas dapat digunakan dalam pengertian tradisional, yaitu untuk lebih memahami rentang kemungkinan variasi di sekitar perkiraan titik.

Menciptakan Fokus pada Sasaran dan Implikasinya

Pada Bab 1, kami mencatat pentingnya fokus pada sasaran keseluruhan dari proses pemodelan, yang biasanya untuk mendukung keputusan dengan cara tertentu. Kami juga menyebutkan beberapa pertanyaan inti yang mungkin perlu ditanyakan, seperti yang

berkaitan dengan sifat keputusan bisnis, dan persyaratan informasi yang diperlukan untuk memberikan dukungan keputusan yang tepat.

Faktanya, struktur yang lebih tepat dan fokus yang lebih jelas dapat diberikan pada proses pendefinisian sasaran dengan berfokus secara eksplisit pada persyaratan sensitivitas dan fleksibilitas yang akan diperlukan setelah model dibangun (misalnya dengan menggunakan SAT). Memang, setelah persyaratan ini didefinisikan secara memadai, pendekatan yang tepat untuk banyak aspek lain dari proses pemodelan biasanya juga menjadi jelas (seperti sifat rumus yang diperlukan dan tata letak serta struktur keseluruhan model).

Jadi, jika waktu sangat terbatas (seperti dalam perjalanan lift selama 30 detik dengan CEO), seseorang mungkin menemukan bahwa fokus pada subjek ini saja sudah cukup untuk mendefinisikan hampir semua aspek yang diperlukan agar dapat mulai membangun model yang efektif.

Konsep Sensitivitas dalam Proses Pemikiran Mundur dan Perhitungan Maju

Penggunaan SAT adalah kunci untuk memastikan bahwa proses mundur dan maju yang dijelaskan dalam Bab 1 (Gambar 1.2) diimplementasikan dengan tepat. Perhatikan bahwa proses mundur itu sendiri tidak cukup untuk sepenuhnya menentukan sifat model yang tepat:

- a. Biasanya ada banyak cara untuk memecah item menjadi subkomponen. Misalnya, angka penjualan dapat dipahami sebagai:
 - ❖ Penjualan = volume dikalikan harga.
 - ❖ Penjualan = ukuran pasar dikalikan pangsa pasar.
 - ❖ Penjualan = jumlah penjualan per pelanggan.
 - ❖ Penjualan = jumlah penjualan per kelompok produk.
 - ❖ ...
- b. Tidak jelas pada tingkat detail apa yang harus dikerjakan (yaitu pada titik mana dalam proses pemikiran mundur harus berhenti). Misalnya, dalam kasus terakhir di atas, penjualan untuk setiap kelompok produk dapat dipecah menjadi:
 - ❖ Penjualan per kelompok produk = Jumlah penjualan masing-masing produk.
 - ❖ Penjualan per kelompok produk = Jumlah penjualan subkelompok produk.
 - ❖ ...

Penggunaan SAT akan membantu memperjelas pendekatan mana yang tepat, khususnya yang berkaitan dengan pilihan variabel yang digunakan untuk masukan dan perhitungan antara, dan tingkat detail yang masuk akal (karena seseorang dapat menjalankan analisis sensitivitas hanya pada masukan model). Lebih jauh, penggunaannya juga akan membantu memastikan bahwa perhitungan ke depan mencerminkan ketergantungan antara item dengan benar (ketergantungan umum atau pendorong umum variabilitas tertentu), karena analisis sensitivitas akan benar-benar valid hanya jika ketergantungan tersebut tertangkap.

Sederhananya, banyak aspek dari desain model yang tepat umumnya menjadi jelas dengan menggunakan proses SAT. Sungguh mengejutkan betapa seringnya pendekatan fundamental ini diabaikan atau tidak cukup dipertimbangkan, yang mengakibatkan model yang tidak efektif dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan utama dan tidak efisien atau rumit untuk digunakan. Gambar 4.1 berisi contoh proses tersebut, seperti yang ditunjukkan dalam

rangkaian klip layar (Gambar 4.1 hingga Gambar 4.5). Tujuannya adalah untuk menghitung biaya tenaga kerja yang terkait dengan proyek renovasi rumah.

Pada contoh pertama, proses pemikiran mundur diterapkan untuk mempertimbangkan kemungkinan cara memecah total biaya menjadi komponen-komponen. Seperti dijelaskan di atas, mungkin ada berbagai cara untuk melakukan ini. Gambar 4.1 menunjukkan metode awal yang digunakan, berdasarkan hipotesis bahwa item yang ditunjukkan adalah pendorong mendasar dari total (dengan nilai setiap item mungkin diambil dari penawaran pemasok).

| | A | B | C |
|----|---|----------------------------|--------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | Keterangan | Biaya Dasar |
| 3 | | Hapus dapur lama | 1,500 |
| 4 | | Instalasi Listrik | 2,000 |
| 5 | | Pasang dapur | 2,500 |
| 6 | | Pipa baru | 1,500 |
| 7 | | Cat dan hias | 3,000 |
| 8 | | Penyelesaian akhir | 5,000 |
| 9 | | Instal sistem keamanan | 1,000 |
| 10 | | Plester | 5,000 |
| 11 | | Lantai baru | 1,800 |
| 12 | | Biaya hukum dan arsitektur | 3,000 |
| 13 | | Total | 26,300 |

Gambar 4.1 Pendekatan Awal untuk Rincian Biaya Tenaga Kerja

Setelah merenungkan lebih lanjut sifat sensitivitas, seseorang dapat menyimpulkan bahwa (karena semua biaya terkait dengan tenaga kerja), tidak masuk akal untuk mengubah nilai hanya dari satu item, karena jika biaya tenaga kerja yang berbeda mengubah nilai satu item, maka (dalam kehidupan nyata) yang lain juga akan berubah. Ini perlu tercermin dalam logika model agar jenis analisis sensitivitas ini masuk akal. Gambar 4.2 menunjukkan contoh model yang dimodifikasi, di mana jalur mundur telah diperluas untuk menyertakan tarif tenaga kerja per jam, dan jalur perhitungan maju didasarkan pada penggunaan angka dasar baru yang mendasarinya (diturunkan sehingga total baru untuk masing-masing sama dengan nilai awal).

| | A | B | C | D | E |
|----|---|----------------------------|--------------------|----------------|--------------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | Dasar | |
| 3 | | Biaya Tenaga Kerja Satuan | | 10 | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | Keterangan | Biaya Dasar | Biaya | |
| 6 | | Hapus dapur lama | 1,500 | 15,000 | =C6*\$D\$3 |
| 7 | | Instalasi Listrik | 2,000 | 20,000 | =C7*\$D\$4 |
| 8 | | Pasang dapur | 2,500 | 25,000 | =C8*\$D\$5 |
| 9 | | Pipa baru | 1,500 | 15,000 | =C9*\$D\$6 |
| 10 | | Cat dan hias | 3,000 | 30,000 | =C10*\$D\$7 |
| 11 | | Penyelesaian akhir | 5,000 | 50,000 | =C11*\$D\$8 |
| 12 | | Instal sistem keamanan | 1,000 | 10,000 | =C12*\$D\$9 |
| 13 | | Plester | 5,000 | 50,000 | =C13*\$D\$10 |
| 14 | | Lantai baru | 1,800 | 18,000 | =C14*\$D\$11 |
| 15 | | Biaya hukum dan arsitektur | 3,000 | 30,000 | =C15*\$D\$12 |
| 16 | | Total | 26,300 | 263,000 | |

Gambar 4.2 Pendekatan yang Dimodifikasi Berdasarkan Kemungkinan Penggerak Sensitivitas dengan Variasi Absolut

Selain itu, seseorang mungkin ingin dapat memvariasikan angka menggunakan variasi persentase (sebagai alternatif, atau sebagai tambahan, untuk memvariasikan angka absolut). Gambar 4.3 menunjukkan contoh bagaimana ini dapat diimplementasikan.

| F6 =D6+(D6*10%) | | | | | | |
|-----------------|---|----------------------------|--------------------|----------------|----------------|--------------------|
| | A | B | C | D | E | F |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | Dasar | Variasi | |
| 3 | | Biaya Tenaga Kerja Satuan | | 10 | 10% | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | Keterangan | Biaya Dasar | Biaya | Variasi | Hasil Akhir |
| 6 | | Hapus dapur lama | 1,500 | 15,000 | 10% | 16,500 |
| 7 | | Instalasi Listrik | 2,000 | 20,000 | 10% | 22,000 |
| 8 | | Pasang dapur | 2,500 | 25,000 | 10% | 27,500 |
| 9 | | Pipa baru | 1,500 | 15,000 | 10% | 16,500 |
| 10 | | Cat dan hias | 3,000 | 30,000 | 10% | 33,000 |
| 11 | | Penyelesaian akhir | 5,000 | 50,000 | 10% | 55,000 |
| 12 | | Instal sistem keamanan | 1,000 | 10,000 | 10% | 11,000 |
| 13 | | Plester | 5,000 | 50,000 | 10% | 55,000 |
| 14 | | Lantai baru | 1,800 | 18,000 | 10% | 19,800 |
| 15 | | Biaya hukum dan arsitektur | 3,000 | 30,000 | 10% | 33,000 |
| 16 | | Total | 26,300 | 263,000 | | 289,300 |

Gambar 4.3 Pendekatan yang Dimodifikasi Berdasarkan Kemungkinan Penggerak Sensitivitas dengan Variasi Absolut dan Persentase

Dalam kasus yang lebih umum, mungkin ada beberapa faktor dasar (atau kategori tenaga kerja yang berbeda), dengan beberapa item individual didorong oleh salah satu dari ini, dan item lainnya oleh yang lain. Gambar 4.4 menunjukkan contohnya.

| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|---|----------------------------|-----------------|--------------------|---------------|----------------|--------------------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | Biaya Tenaga Kerja Satuan | | | Dasar | Variasi | |
| 3 | | A | | | 10 | 5% | |
| 4 | | B | | | 8 | 10% | |
| 5 | | C | | | 12 | 20% | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | Keterangan | Kategori | Biaya Dasar | Biaya | Variasi | Hasil Akhir |
| 8 | | Hapus dapur lama | A | 1,500 | 1,500 | 5% | 1,575 |
| 9 | | Instalasi Listrik | A | 2,000 | 2,000 | 5% | 2,100 |
| 10 | | Pasang dapur | A | 2,500 | 2,500 | 5% | 2,625 |
| 11 | | Pipa baru | B | 1,875 | 1,500 | 10% | 1,650 |
| 12 | | Cat dan hias | B | 3,750 | 3,000 | 10% | 3,300 |
| 13 | | Penyelesaian akhir | B | 6,250 | 5,000 | 10% | 5,500 |
| 14 | | Instal sistem keamanan | B | 1,250 | 1,000 | 10% | 1,100 |
| 15 | | Plester | C | 4,167 | 5,000 | 20% | 6,000 |
| 16 | | Lantai baru | C | 1,500 | 1,800 | 20% | 2,160 |
| 17 | | Biaya hukum dan arsitektur | C | 2,500 | 3,000 | 20% | 3,600 |
| 18 | | Total | | 27,292 | 26,300 | | 29,610 |
| 19 | | | | | | | |

Gambar 4.4 Kategori Penggerak Sensitivitas Pendekatan

Terakhir, secara umum ketika item masuk ke dalam kategori, mungkin lebih baik untuk membangun model yang tidak dibatasi secara struktural oleh kategori; dengan kata lain, model di mana item dapat dimasukkan dalam urutan apa pun (daripada harus dimasukkan berdasarkan kategori). Ini mudah dilakukan dengan menggunakan fungsi seperti INDEX, MATCH, dan SUM-IFS. Gambar 4.5 menunjukkan contoh (pembaca dapat memeriksa rumus dalam berkas, jika diinginkan).

| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|---|----------------------------|-----------------|--------------------|---------------|----------------|--------------------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | Biaya Tenaga Kerja Satuan | | | Dasar | Variasi | Hasil Akhir |
| 3 | | A | | | 10 | 5% | 6,300 |
| 4 | | B | | | 8 | 10% | 11,550 |
| 5 | | C | | | 12 | 20% | 11,760 |
| 6 | | | | | | Total | 29,610 |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | Keterangan | Kategori | Biaya Dasar | Biaya | Variasi | Hasil Akhir |
| 9 | | Biaya hukum dan arsitektur | C | 2,500 | 3,000 | 20% | 3,600 |
| 10 | | Cat dan hias | B | 3,750 | 3,000 | 10% | 3,300 |
| 11 | | Hapus dapur lama | A | 1,500 | 1,500 | 5% | 1,575 |
| 12 | | Instal sistem keamanan | B | 1,250 | 1,000 | 10% | 1,100 |
| 13 | | Instalasi Listrik | A | 2,000 | 2,000 | 5% | 2,100 |
| 14 | | Lantai baru | C | 1,500 | 1,800 | 20% | 2,160 |
| 15 | | Pasang dapur | A | 2,500 | 2,500 | 5% | 2,625 |
| 16 | | Penyelesaian akhir | B | 6,250 | 5,000 | 10% | 5,500 |
| 17 | | Pipa baru | B | 1,875 | 1,500 | 10% | 1,650 |
| 18 | | Plester | C | 4,167 | 5,000 | 20% | 6,000 |
| 19 | | Total | | 27,292 | 26,300 | | 29,610 |
| 20 | | | | | | | |

Gambar 4.5 Kategori Penggerak Sensitivitas Dengan Entri Data Fleksibel

Tentu saja, hal di atas hanya menunjukkan satu contoh penggunaan prinsip-prinsip tersebut, yang pada dasarnya berlaku dalam semua situasi desain model. Kasus penting lainnya adalah model dengan sumbu waktu (mungkin untuk meramalkan item seperti volume, harga, pendapatan atau biaya), di mana pertanyaan penting adalah apakah asumsi yang

digunakan untuk ramalan (misalnya untuk tingkat pertumbuhan pendapatan) harus bersifat individual untuk setiap periode waktu, atau umum untuk beberapa periode waktu: asumsi terpisah di setiap periode dapat menjadi rumit dan menghambat analisis sensitivitas, sedangkan asumsi tunggal yang berlaku untuk semua periode mendatang mungkin terlalu kasar (dan tidak realistis), sehingga menghasilkan sensitivitas output yang terlalu tinggi terhadap nilai input.

Pendekatan kompromi, di mana terdapat beberapa tingkat pertumbuhan, yang masing-masing diterapkan pada beberapa periode, sering kali merupakan yang paling tepat. Ini juga dapat dianggap sebagai "pengurangan parameter", yaitu jumlah input dikurangi ke tingkat yang lebih mudah dikelola, sambil tetap bertujuan untuk mempertahankan akurasi yang memadai (dalam hal mencerminkan realitas dengan cukup baik). Berkas Ch4.2.TimeDesign.xlsx menyediakan contoh, ditunjukkan pada Gambar 4.6, di mana terdapat satu asumsi tunggal untuk pertumbuhan pendapatan pada masing-masing tahun 1–3, satu asumsi tunggal untuk masing-masing tahun 4–5, dan satu asumsi tunggal untuk masing-masing tahun 6–10.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|---|---|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
| 4 | | Aktual atau Perkiraan (A / F) | A | A | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F |
| 5 | | Pendapatan | 400 | 408 | 431 | 452 | 488 | 537 | 577 | 606 | 636 | 668 | 702 | 737 |
| 6 | | % Pertumbuhan | | 2% | 2% | 2% | 2% | 3% | 3% | 4% | 4% | 4% | 4% | 4% |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | |

Gambar 4.6 Pengurangan Parameter Untuk Membantu Analisis Sensitivitas

4.3 KEDETAILAN WAKTU

Jika model memiliki komponen waktu (seperti setiap kolom yang mewakili periode waktu), penting untuk mempertimbangkan detail sumbu waktu (seperti apakah kolom akan mewakili hari, bulan, kuartal, atau tahun, dan seterusnya). Umumnya lebih baik untuk membangun model sehingga detail sumbu waktu setidaknya sedetail yang diperlukan untuk tujuan pengembangan rumus dan analisis hasil.

Misalnya, jika seseorang ingin menunda beberapa arus kas selama sebulan, maka model bulanan harus dipertimbangkan. Demikian pula, jika kondisi pembiayaan kembali untuk pinjaman bank atau proyek harus diverifikasi setiap triwulan (sesuai dengan beberapa kontrak yang disepakati), maka model yang memperkirakan apakah kondisi tersebut akan terpenuhi umumnya harus dibangun setidaknya setiap triwulan.

Manfaat dari peningkatan detail secara potensial meliputi:

- Model dengan sumbu waktu yang sangat terperinci (granular) dapat digunakan untuk memberikan angka yang relevan untuk periode yang lebih lama (dengan penjumlahan).
- Lebih sulit untuk mengalokasikan angka agregat secara valid (misalnya untuk periode satu tahun) ke dalam komponen (seperti angka bulanan), karena pengaruh

pertumbuhan atau faktor lain akan menyebabkan nilai yang tidak sama dalam periode komponen.

Kerugian dari peningkatan ketelitian meliputi:

- Model dengan sumbu waktu yang sangat terperinci menjadi besar dan sulit dipelihara, sementara belum tentu menawarkan akurasi tambahan yang memadai.
- Mungkin sulit untuk mengkalibrasi model dengan menemukan atau memperkirakan data masukan yang itu sendiri harus sangat terperinci.
- Seseorang mungkin diminta untuk memperkirakan alokasi waktu item yang mungkin sulit dinilai pada tingkat ketelitian tersebut. Misalnya, dalam model untuk bisnis manufaktur yang memproduksi sejumlah kecil produk rekayasa bernilai tinggi yang dibuat khusus dengan waktu tunggu yang lama antara pesanan pelanggan dan pemenuhan pesanan, mungkin sulit untuk menghasilkan prakiraan lengkap berdasarkan sumbu waktu mingguan: alokasi pesanan ke minggu-minggu tertentu mungkin merupakan proses yang sulit dan bernilai tambah rendah (dari perspektif prakiraan keuangan), tetapi alokasi ke dalam periode triwulanan mungkin jauh lebih mudah dan lebih masuk akal.

Tingkat Detail pada Variabel Input

Sama seperti kemungkinan ada tingkat detail yang optimal untuk granularitas sumbu waktu, hal yang sama berlaku untuk variabel input. Tingkat detail yang tepat akan berkaitan erat dengan sifat sensitivitas yang akan dilakukan, serta persyaratan dan sumber data.

Sebagai contoh, berkenaan dengan Gambar 4.4, karena analisis sensitivitas pada prinsipnya akan dilakukan pada tingkat kategori (yaitu menggunakan angka variasi persentase dalam sel F3:F5), seseorang dapat mempertimbangkan untuk membangun model hanya menggunakan total kategori (lihat Gambar 4.7, yang juga terdapat dalam contoh berkas yang dirujuk sebelumnya).

| | A | B | C | D | E |
|---|---|---|--------------|----------------|--------------------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | Biaya | Variasi | Hasil Akhir |
| 3 | A | | 6000 | 5% | 6,300 |
| 4 | B | | 10500 | 10% | 11,550 |
| 5 | C | | 9800 | 20% | 11,760 |
| 6 | | | | Total | 29,610 |

Gambar 4.7 Model yang Dibangun Menggunakan Total Kategori sebagai Input Langsung

Namun, perlu dicatat bahwa model yang lebih agregat ini tidak memungkinkan kalibrasi yang mudah berdasarkan informasi yang lebih terperinci yang diberikan (seperti biaya pemindahan dapur lama, atau perbaikan listrik), karena informasi ini hanya digunakan secara implisit saat menentukan total kategori dasar (di Kolom C).

Dengan demikian, tingkat ketelitian yang tepat mungkin adalah tingkat ketelitian yang menggunakan informasi terperinci secara eksplisit (seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4): hal ini tidak hanya mencerminkan sensitivitas yang diperlukan, tetapi juga sifat data yang

tersedia. Dengan kata lain, data dapat dimasukkan pada tingkat granular, tetapi sensitivitasnya dirancang untuk dilakukan pada tingkat kategori (bahkan seperti seseorang secara teori dapat melakukan sensitivitas terhadap item individual, meskipun ini mungkin tidak konsisten secara logis dengan situasi kehidupan nyata).

Model yang lebih terperinci mungkin tidak memiliki daya prediksi yang lebih baik daripada model yang kurang terperinci:

- Ketika ada lebih banyak variabel, jumlah kemungkinan ketergantungan di antara variabel tersebut menjadi besar (sebanding dengan kuadrat angka), sementara rumus yang diperlukan untuk menangkap ketergantungan tersebut akan menjadi rumit atau mungkin diabaikan begitu saja. Analisis sensitivitas hasil akan menjadi tidak akurat, dan rentang variasi yang diprediksi akan salah (terlalu lebar atau terlalu sempit).
- Mungkin sulit untuk mengkalibrasi nilai masukan, hanya karena data (atau kemampuan untuk menilai atau membuat estimasi) tidak tersedia pada tingkat detail tersebut. Dengan demikian, tingkat detail yang tepat meskipun tidak mudah untuk menjawabnya dengan pasti terkait erat dengan sifat sensitivitas yang akan dilakukan, dan dengan sifat dan ketersediaan data yang akan digunakan untuk mengisinya.

4.4 MENSENSITISASI NILAI ABSOLUT ATAU VARIASI DARI KASUS DASAR

Pada tahap desain model, penting untuk mempertimbangkan secara eksplisit apakah analisis sensitivitas akan dilakukan secara absolut atau berdasarkan variasi (perubahan). Pada pendekatan pertama, nilai keluaran model ditampilkan, karena masukan mengambil setiap dari serangkaian nilai yang telah ditentukan sebelumnya. Pada pendekatan kedua, keluaran ditampilkan untuk serangkaian nilai masukan yang sesuai dengan variasi dari kasus dasar (variasi itu sendiri dapat berupa persentase atau variasi absolut) Keuntungan dari pendekatan variasi adalah bahwa posisi kasus dasar dalam tabel sensitivitas bersifat tetap (bahkan jika nilai dasarnya telah diperbarui), sehingga tabel sensitivitas dapat diformat untuk menyorot kasus dasar.

Misalnya, Gambar 4.8 menunjukkan dua tabel sensitivitas dalam konteks model biaya tenaga kerja sebelumnya.

| | A | B | C | D | E |
|---|---|---|--------------|----------------|--------------------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | Biaya | Variasi | Hasil Akhir |
| 3 | A | | 6000 | 5% | 6,300 |
| 4 | B | | 10500 | 10% | 11,550 |
| 5 | C | | 9800 | 20% | 11,760 |
| 6 | | | | Total | 29,610 |

Gambar 4.8 Sensitivitas Absolut Dan Persentase

Dalam pendekatan terakhir (yang menggunakan variasi persentase), posisi kasus dasar bersifat tetap (pada variasi 0%), bahkan jika nilai asumsi lainnya diperbarui (seperti biaya tenaga kerja unit dasar). Saat menggunakan pendekatan variasi (baik absolut maupun persentase), variasi merupakan masukan model tambahan, yang harus digunakan bersama

dengan angka masukan absolut asli dalam perhitungan.

Oleh karena itu, pada tahap desain model, penting untuk mempertimbangkan pendekatan analisis sensitivitas mana yang akan digunakan, karena pengerjaan ulang yang signifikan mungkin diperlukan untuk menyesuaikan rumus model dengan tepat. Pendekatan variasi persentase memiliki daya tarik khusus, karena mungkin sangat sesuai dengan cara berpikir banyak pembuat keputusan.

Kerugian utamanya meliputi potensi kesalahan dan/atau kebingungan dalam kasus di mana nilai kasus dasar adalah angka persentase (sehingga menjadi kurang jelas apakah variasi persentase yang diterapkan adalah angka relatif atau absolut, misalnya apakah variasi 5% di sekitar basis 10% mewakili rentang 9,5–10,5% atau lebih tepatnya 5–15%), dan di mana nilai kasus dasar itu sendiri mungkin nol (sehingga variasi persentase menghasilkan nilai yang sama).

Skenario Versus Sensitivitas

Pada tahap desain model, ada baiknya juga untuk merenungkan apakah analisis sensitivitas akan dilakukan menggunakan skenario atau tidak. Skenario paling umum digunakan di mana diinginkan untuk memvariasikan tiga atau lebih nilai input secara bersamaan. Penggunaan skenario lainnya adalah untuk mencerminkan kemungkinan ketergantungan antara dua atau lebih input.

Ini dapat berguna jika hubungan antara variabel tidak dipahami dengan baik dan tidak dapat direpresentasikan dengan rumus sederhana. Misalnya, mungkin sulit untuk menyatakan volume produk yang mungkin dijual untuk setiap kemungkinan nilai harga, tetapi riset pasar dapat digunakan untuk menetapkannya pada beberapa titik harga, dengan setiap kombinasi volume-harga membentuk skenario yang mungkin.

Ketika skenario digunakan, tabel data untuk menentukan skenario akan diperlukan, dan penempatannya akan memengaruhi desain, tata letak, dan konstruksi model. Jika kebutuhan akan skenario (dan sifatnya, seperti apakah jumlah skenario diketahui atau dapat bervariasi) tidak dipertimbangkan di awal proses, maka model tersebut mungkin memerlukan pengerjaan ulang yang signifikan, atau bahkan terstruktur dengan cara yang tidak tepat.

Misalnya, dalam Bab 25 dan Bab 33, kami menunjukkan metode yang dapat digunakan untuk menggunakan lembar kerja terpisah guna memuat data (skenario) yang perlu dimasukkan ke dalam model (atau dihapus darinya), sedemikian rupa sehingga model hanya memerlukan penyesuaian minimal: hal ini juga dibahas dalam konteks fleksibilitas model dan struktur buku kerja di Bab 6.

Variabel Tidak Pasti Versus Variabel Keputusan

Sering kali tidak ada pertimbangan yang diberikan mengenai apakah perubahan apa pun dalam nilai variabel input sesuai dengan sesuatu (dalam situasi kehidupan nyata) yang dapat dikendalikan atau tidak. Misalnya, harga untuk meluncurkan produk baru adalah sesuatu yang dapat dikendalikan (atau dipilih), sedangkan harga yang dibayarkan untuk minyak (umumnya) tidak. Jadi, ada dua jenis variabel input generik:

- Yang mewakili item yang dapat dikendalikan (yaitu yang memiliki pilihan), dengan masalah yang dihasilkan adalah bagaimana memilihnya dengan cara yang optimal.

- Yang mewakili item yang tidak dapat dikendalikan, dan karenanya tidak pasti atau terkait dengan risiko.

Penting untuk mencerminkan kategori yang dimiliki setiap masukan:

- Proses untuk secara eksplisit mempertimbangkan perbedaan antara peran variabel akan membantu memastikan bahwa seseorang mengembangkan wawasan tambahan tentang situasi, dan ke dalam tuas yang dapat digunakan untuk memengaruhi keputusan.
- Ini sering kali memengaruhi cara terbaik untuk menata model sehingga item dengan jenis yang sama (optimasi versus variabel yang tidak pasti) dikelompokkan bersama jika memungkinkan, atau mungkin diformat secara berbeda. Ini umumnya tidak hanya akan membantu transparansi, tetapi juga memengaruhi kemudahan penerapan alat tambahan:
- Metode yang digunakan untuk menangkap efek dari beberapa sumber ketidakpastian dalam praktiknya sering kali melibatkan penggunaan simulasi untuk mengevaluasi banyak kemungkinan skenario (yang tidak dapat dikendalikan) atau kombinasi masukan. Biasanya, masukan mungkin perlu diganti dengan distribusi probabilitas, dan parameter distribusi tersebut (misalnya rata-rata dan deviasi standar, atau minimum, kemungkinan besar, dan maksimum) perlu ditempatkan secara eksplisit di suatu tempat dalam model. Jika VBA digunakan untuk menghasilkan sampel acak dan menjalankan simulasi, akan sangat membantu jika semua masukan tersebut dikelompokkan ke dalam satu rentang yang bersebelahan.
- Algoritme yang biasanya digunakan untuk menemukan serangkaian nilai masukan yang optimal (seperti Solver) biasanya paling mudah diimplementasikan jika masukan yang akan dioptimalkan (serta data yang terkait dengan batasan apa pun yang harus dipatuhi) dikelompokkan ke dalam satu rentang.
- Logika dalam model mungkin perlu disesuaikan, yang mungkin cukup signifikan. Misalnya, jika ingin menemukan harga jual produk untuk memaksimalkan pendapatan, seseorang perlu menangkap (dalam logika model) mekanisme yang menyebabkan volume menurun saat harga dinaikkan (umumnya menghasilkan kurva U terbalik untuk pendapatan sebagai fungsi harga, jika diterapkan dengan benar). Mencapai hal ini dapat menjadi tantangan yang signifikan, dan berpotensi mengharuskan seseorang untuk mengembangkan pemahaman yang lebih rinci tentang perilaku yang mendasarinya (misalnya pemodelan kurva permintaan). Jika nilai optimum ditentukan murni oleh kendala, masalah seperti itu mungkin tidak terlalu menantang.

4.5 MENINGKATKAN VALIDITAS MODEL MENGGUNAKAN RUMUS

Sebuah model hanya valid dalam konteks implisit (yang sering kali tidak didokumentasikan sama sekali, atau mungkin tidak didokumentasikan secara memadai, dan karenanya tidak diketahui oleh pengguna lain). Contoh konteks yang diasumsikan meliputi:

- Lokasi geografis proyek konstruksi.

- Waktu dimulainya produksi relatif terhadap fase konstruksi suatu proyek.
- Waktu satu set arus kas relatif terhadap yang lain (misalnya, pembayaran pajak relatif terhadap penghasilan kena pajak).
- Komposisi item yang menentukan struktur biaya.
- Kisaran profitabilitas suatu bisnis. Banyak model menggunakan rumus untuk menghitung beban pajak yang valid hanya jika laba kena pajak positif, dan tidak valid jika negatif.
- Suku bunga yang diperoleh dari saldo kas. Dalam beberapa model, suku bunga periodik sebesar 200% atau lebih akan menghasilkan serangkaian perhitungan yang berbeda, dan kesalahan yang dihasilkan (lihat Bab 10).
- Model ini hanya akan diterapkan pada keputusan yang berkaitan dengan planet Bumi (misalnya, meskipun tidak terdokumentasi, model ini akan salah jika digunakan untuk melakukan perencanaan keuangan perjalanan ke Mars, di mana tahun Mars berdurasi sekitar 687 hari Bumi).

Bahkan, meskipun ada upaya untuk mendokumentasikan model, sering kali tidak ada perbedaan antara item yang ada di dalam model ("asumsi model") dan item yang ada di sekitar model ("asumsi kontekstual"):

- 1) Asumsi model biasanya berupa nilai numerik (terkadang kolom teks juga berfungsi sebagai input), yang harus diperbarui dengan benar oleh perhitungan model (yaitu mencerminkan realitas situasi kehidupan nyata) jika nilai-nilai ini diubah (misalnya untuk melakukan analisis sensitivitas).
- 2) Asumsi kontekstual adalah asumsi yang membatasi validitas model, dan karenanya tidak dapat diubah secara valid dalam model yang ada. Penciptaan fleksibilitas dalam sebuah model sering kali melibatkan peningkatan validitasnya dengan mengadaptasinya sehingga asumsi kontekstual (tetap atau implisit) digantikan oleh asumsi numerik yang sebenarnya. Dalam kasus seperti itu, konteks (tetap) dari model asli umumnya hanya merupakan kasus khusus (skenario yang mungkin) dalam model baru. Misalnya:
- 3) Jika seseorang mengevaluasi ekonomi proyek konstruksi, menggunakan asumsi terperinci untuk proyek tertentu, tetapi juga mempertimbangkan beberapa lokasi untuk proyek tersebut, mungkin saja setiap lokasi memiliki beberapa karakteristik khusus; satu lokasi mungkin juga memerlukan infrastruktur jalan baru untuk dibangun, sementara lokasi lain mungkin tidak. Jadi, alih-alih memiliki model terpisah untuk setiap lokasi, pendekatan yang lebih umum adalah pendekatan di mana struktur model umum dikembangkan, yang mencakup setiap item baris untuk setiap lokasi (misalnya infrastruktur jalan untuk masing-masing lokasi), tetapi di mana angka yang sesuai ditetapkan ke nol (jika tidak diperlukan infrastruktur seperti itu), dengan pendekatan skenario yang digunakan untuk menjalankan kasus yang diinginkan.
- 4) Metode untuk mengubah waktu (baik absolut maupun relatif) kemunculan item (seperti tanggal mulai fase proyek atau arus kas, dan pergeseran waktu umum) dibahas

di berbagai tempat di bagian akhir teks. Perhatikan bahwa satu masalah yang perlu dipertimbangkan adalah bahwa penundaan dapat memengaruhi item dengan cara yang berbeda. Misalnya, sementara volume yang diproduksi dan dijual dapat sepenuhnya bergeser seiring waktu, tingkat harga yang dicapai per unit mungkin tidak bergeser sama sekali, karena dapat ditentukan dari harga pasar eksternal. Demikian pula, sementara biaya variabel dapat bergeser seiring waktu, beberapa biaya overhead tetap mungkin tetap ada bahkan selama periode pra-start-up. Dengan demikian, model tersebut dapat menjadi lebih kompleks.

- 5) Model total biaya penggajian dapat dibangun dengan secara eksplisit mencantumkan hanya semua karyawan yang saat ini ada dalam daftar gaji (dan gaji mereka serta tunjangan relevan lainnya). Di sisi lain, model yang lebih umum dapat mencakup daftar karyawan yang lebih panjang (termasuk mantan staf dan calon staf masa depan, serta mungkin membuat perbedaan antara status: kontraktor, atau penuh/paruh waktu, dll.), dan menggunakan tanda indikator (misalnya 1 untuk karyawan saat ini, 0 untuk yang lain) atau kueri tipe basis data untuk membuat kalkulasi yang hanya mencerminkan staf yang relevan. Pendekatan yang terakhir biasanya lebih fleksibel untuk pekerjaan sehari-hari, meskipun dengan kompleksitas yang meningkat (sekali lagi, biasanya menggunakan teknik yang dibahas nanti dalam teks).
- 6) Jika membangun model yang akan diterapkan saat pendapatan kena pajak negatif, seseorang mungkin perlu menangkap efek pelaporan dan arus kas dari pengalihan kerugian pajak; melakukan hal itu akan memerlukan modifikasi pada rumus asli.

Faktanya, penciptaan model dengan fleksibilitas yang tidak memadai dalam rumusnya paling sering muncul karena pertimbangan yang tidak memadai, kurangnya pengetahuan, atau kurangnya kemampuan di beberapa area, termasuk:

- ✓ Bagaimana keterbatasan struktural (kontekstual) dapat digantikan dengan asumsi numerik yang tepat.
- ✓ Kepekaan yang ingin dilihat oleh para pengambil keputusan.
- ✓ Bagaimana variasi dalam beberapa item dapat berinteraksi.
- ✓ Bagaimana mengimplementasikan rumusmodel dibangun dengan tingkat fleksibilitas yang tepat, dan dengan cara yang efisien dan mengelola kompleksitas.

BAB 5

PENDEKATAN BERBASIS DATA VERSUS BERBASIS RUMUS

Bab ini memberikan gambaran umum tentang isu-isu utama yang perlu dipertimbangkan berkenaan dengan struktur data masukan model yang tepat, dengan fokus pada dua area utama: sifat dari setiap perubahan yang akan dilakukan pada data saat model dibangun, dan apakah situasi keseluruhan didominasi oleh kalkulasi atau oleh data.

5.1 ISU UTAMA YANG PERLU DIPERTIMBANGKAN

Di bagian ini, kami membahas isu-isu utama yang biasanya harus dipertimbangkan saat merancang arsitektur keseluruhan model. Di bagian berikutnya, kami memberikan contoh praktis yang menunjukkan beberapa prinsip ini. Di bab berikutnya, kami membahas kemungkinan untuk struktur buku kerja dan lembar kerja tertentu.

Memisahkan Lapisan Data, Analisis, dan Presentasi (Pelaporan)

Salah satu prinsip penting adalah memisahkan data (input) dari cara data digunakan (kalkulasi). Ini juga dikenal sebagai pemisahan "lapisan" data dan analisis (dan berlaku untuk aplikasi teknis umum). Pada prinsipnya, pemisahan tersebut memungkinkan setiap lapisan dimodifikasi atau diperbarui secara independen.

Hal ini terutama penting dalam banyak aplikasi kehidupan nyata: misalnya, akan sangat merepotkan jika, untuk menerapkan pembaruan versi pada perangkat lunak yang berisi basis data kontak pelanggan, semua kontak yang ada perlu dihapus. Kerangka kerja ini dapat diperluas untuk menyertakan lapisan presentasi (atau pelaporan) tambahan, seperti grafik yang diisi menggunakan output suatu model. Penerjemahan ini ke dalam konteks pemodelan Excel cukup jelas, meskipun dengan beberapa peringatan potensial:

- (Data) Input harus ditampilkan secara terpisah untuk perhitungan. Setiap sel harus berisi angka murni atau rumus murni atau bidang teks. Misalnya, rumus "campuran", seperti $=10*C6$, tidak boleh digunakan, karena ada beberapa kerugian dalam melakukannya:
- Kurangnya transparansi; asumsi input (di sini: 10) tidak terlihat langsung dalam tampilan normal lembar kerja.
- Analisis sensitivitas terhadap nilai (di sini: 10) tidak mudah dilakukan (dan tidak dapat diotomatisasi); secara umum, nilai angka lebih sulit dimodifikasi saat disematkan dalam perhitungan daripada jika dipisahkan.
- Jika rumus tersebut digunakan dalam rentang sel (seperti untuk deret waktu) sehingga nilai (10) diulang beberapa kali, orang mungkin mengabaikan bahwa perilaku nilai ini di dunia nyata mungkin memiliki tren waktu (misalnya profil pertumbuhan).
- Masukan harus dapat diidentifikasi dengan jelas, dan diatur sehingga dapat diperbarui dengan mudah. Menurut penulis, ini tidak berarti bahwa semua masukan perlu

dikelompokkan bersama (misalnya di awal model atau dalam lembar kerja terpisah). Sebaliknya, saat menggunakan struktur modular, masukan yang relevan dengan modul tertentu (misalnya area lembar kerja) dapat bersifat lokal untuk area tersebut, dengan masukan yang relevan secara global ditempatkan secara terpisah (lihat Bab 6).

- Dalam praktiknya, lapisan presentasi dapat berisi bagan, tabel sensitivitas atau skenario, atau item lain yang memerlukan penautan ke output dengan cara tertentu (atau langsung ke input, seperti pada PivotTable). Orang dapat berpendapat bahwa, daripada menautkan langsung ke kalkulasi, metode yang lebih baik adalah membuat area output terpisah, yang berisi referensi sel langsung ke kalkulasi output, dan menautkan bagan atau alat presentasi apa pun ke area output tambahan ini. Dengan cara ini, lapisan presentasi secara formal dipisahkan dari model. Di sisi lain, dalam praktiknya, hal itu mungkin merepotkan. Pertama, hal itu meningkatkan ukuran model (meskipun ini merupakan peningkatan tambahan yang relatif kecil dalam model yang lebih besar di mana volume kalkulasi antara jauh lebih besar daripada output). Kedua, karena DataTable (lihat Bab 12) perlu berada di lembar kerja yang sama dengan input yang divariasikan, lapisan data dan presentasi mungkin perlu berada di lembar kerja yang sama. Ketiga, beberapa struktur (seperti PivotTable, atau tabel yang dibuat dengan kueri SUMIFS dari suatu set data) dapat dianggap sebagai bagian dari lapisan analisis dan penyajian. Pemisahan yang ketat sering kali tidak masuk akal, atau akan memerlukan duplikasi yang signifikan.
- Lapisan analisis pada dasarnya adalah rumus dalam model, meskipun secara tegas lapisan penyajian dapat berisi beberapa tautan rumus ke keluaran yang dihitung (seperti dijelaskan di atas).

Perlu dicatat bahwa meskipun rumus campuran (seperti $=10*C6$) pada prinsipnya harus dihindari, dalam praktiknya rumus tersebut dapat diterima dalam beberapa situasi, termasuk:

- Rumus pertumbuhan, seperti $D6=C6*(1+D5)$, di mana D5 adalah persentase tingkat pertumbuhan. Rumus standar ini dapat ditulis sebagai $D6=C6+C6*D5$, tetapi rumus terakhir ini mungkin kurang dikenal (misalnya, jika dibandingkan dengan rumus dalam banyak buku teks). Lebih jauh, rumus ini mengulang penggunaan referensi sel C6, yang pada prinsipnya harus dihindari.
- Fungsi Where Text digunakan untuk menambahkan komentar ke nilai input, sehingga menciptakan rumus, seperti $D6=9.8*ISTEXT("Nilai yang Diperbarui dari Nov 2017")$.
- Dalam model dengan faktor konversi (misalnya tahun ke bulan) atau parameter lain (misalnya konstanta yang tidak boleh diubah), mungkin lebih mudah untuk menyertakan konstanta tersebut dalam rumus, daripada memperlakukannya sebagai input dalam sel terpisah (misalnya membagi dengan 12 di setiap sel mungkin merupakan alternatif yang masuk akal daripada menautkan semua rumus ke sel pusat yang berisi nilai 12).

5.2 SIFAT PERUBAHAN PADA SET DATA DAN STRUKTUR

Dalam desain dan implementasi model, penting untuk mempertimbangkan:

- Frekuensi perubahan atau pembaruan data setelah model dibangun (jika memang ada).
- Sifat perubahan apa pun yang akan diperlukan.
- Tentu saja, jika diketahui sebelumnya bahwa data tidak akan pernah berubah dengan cara apa pun, maka masalah desain utama akan berkisar pada pembuatan model dengan cara yang seefisien mungkin (umumnya yang tercepat dan paling sederhana), sambil memastikan bahwa model tersebut cukup transparan (misalnya, dengan menyorot elemen mana yang merupakan input dan mana yang merupakan kalkulasi menggunakan kode warna atau pengenalan jelas lainnya).

Di sisi lain, untuk sebagian besar model, data perlu diubah beberapa kali setelah model dibangun (atau selama proses pembangunan): pada tingkat yang paling sederhana, estimasi yang lebih baik mungkin muncul untuk nilai beberapa input, dan/atau analisis sensitivitas tradisional mungkin perlu dilakukan. Di luar ini, perubahan lain yang mungkin diperlukan pada data meliputi:

- Membuat skenario tambahan untuk nilai beberapa input.
- Memperbarui model prakiraan dengan menggabungkan nilai aktual yang dilaporkan saat tersedia (bulan, tahun, dll.).
- Memperpanjang jumlah periode waktu dalam prakiraan.
- Menambahkan data tentang unit bisnis atau aset yang baru dibeli ke dalam model yang menggabungkan informasi untuk semua unit atau aset menjadi angka ringkasan.
- Memperbarui data yang ditautkan ke buku kerja lain atau ke sumber data eksternal lain (misalnya, situs web yang berisi harga pasar komoditas, nilai tukar, atau instrumen keuangan lainnya).

Perlu dicatat bahwa banyak model dibangun dengan asumsi (seringkali tersirat) bahwa jumlah dan ukuran rentang data adalah tetap, padahal sebenarnya tidak demikian (yang mengarah ke model yang tidak efisien dan sulit digunakan). Misalnya, jika diketahui bahwa model prakiraan perlu diperbarui dengan angka aktual saat tersedia selama periode prakiraan, maka sifat sebenarnya dari kumpulan data adalah yang akan berisi dua jenis nilai (yaitu asumsi tentang prakiraan masa depan, dan nilai aktual yang direalisasikan hingga beberapa titik dalam periode prakiraan).

Namun, jika model dibangun untuk hanya menyertakan asumsi prakiraan, maka tidak akan ada mekanisme mudah untuk memperbaruinya saat angka aktual tersedia. Bila perubahan pada data kemungkinan besar diperlukan, proses desain harus memastikan bahwa mekanisme yang efisien akan diperlukan untuk menambah, menghapus, memperbarui, atau mengubah data. Untuk merencanakan mekanisme yang tepat, perbedaan utama lebih lanjut mengenai sifat rentang data (yaitu input model) adalah fundamental:

- Jumlah dan ukurannya tetap. Dalam hal ini, jumlah rentang data, dan ukuran masing-masing, diketahui pada tahap desain, pada prinsipnya. Banyak model tradisional

termasuk dalam kategori ini; perubahan pada data hanya terjadi karena modifikasi nilai asumsi kasus dasar atau saat melakukan analisis sensitivitas tradisional. Persyaratan utama untuk dapat memperbarui model dengan mudah pada dasarnya adalah:

- Input terdapat dalam sel yang berdiri sendiri (dan tidak tertanam dalam rumus).
- Input dapat dengan mudah ditemukan dan diidentifikasi.
- Model berisi pemeriksaan kesalahan atau alat validasi lainnya untuk mencakup kasus-kasus di mana nilai yang tidak valid dicoba untuk digunakan sebagai input.
- Jumlah dan ukurannya tidak tetap. Kasus seperti itu dapat terjadi jika jumlah maksimum skenario yang ingin dijalankan tidak diketahui, atau jika jumlah unit bisnis baru atau aset lain yang mungkin akan dibeli atau dijual tidak diketahui. Pendekatan yang lebih canggih untuk desain dan akses data akan sesuai. Misalnya:
- Jika ada rentang data tunggal yang ukurannya tidak diketahui, pendekatan basis data (termasuk penggunaan Tabel Excel) dapat memungkinkan rentang berukuran fleksibel. (Sebagai alternatif, fungsi OFFSET dalam dialog "mengacu pada" dari Pengelola Nama dapat digunakan untuk menentukan rentang yang ukurannya bervariasi secara dinamis sesuai dengan ukuran set data.)
- Jika set data baru perlu ditambahkan atau dihapus dengan relatif mudah dan hanya penyesuaian model minimal, teknik untuk mengonsolidasikan dan/atau memilih nilai dari data yang terdapat dalam beberapa lembar kerja dapat diterapkan. Ini dibahas dalam Bab 6, Bab 25, dan Bab 33.

5.3 FOKUS PADA DATA ATAU RUMUS?

Pertimbangan apakah konteks pemodelan secara keseluruhan merupakan konteks yang perlu didominasi oleh rumus atau data merupakan hal penting selama tahap desain:

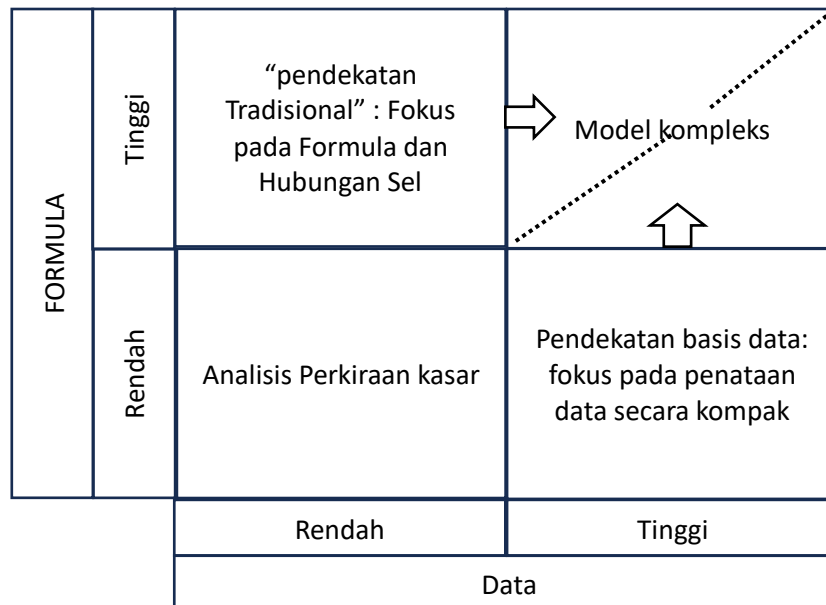
- Model Excel tradisional (atau klasik), seperti yang digunakan dalam keuangan perusahaan atau penilaian arus kas, sering kali memiliki sekumpulan kecil asumsi numerik, yang darinya tabel-tabel perhitungan besar dilakukan. Tentu saja, jika satu nilai digunakan untuk asumsi di beberapa periode waktu (seperti satu tingkat pertumbuhan pendapatan yang berlaku untuk semua periode waktu mendatang), tabel-tabel perhitungan yang besar secara acak dapat dibuat hanya dengan memperluas sumbu waktu secara memadai, bahkan ketika jumlah masukan tetap sama. Pendekatan pemodelan tersebut "berfokus pada rumus (atau didominasi)". Penekanan pemodelan akan berada pada penyorotan (jumlah yang relatif kecil) masukan, dan pada memastikan aliran logis yang jelas. Cara data masukan disusun secara umum tidak akan menjadi masalah yang signifikan, selama perhatian dasar diberikan, seperti memastikan bahwa masukan dapat diidentifikasi dengan jelas dan berada dalam sel yang berdiri sendiri.
- Dalam banyak situasi lain, diperlukan sejumlah besar data. Misalnya, sebuah model dapat menghitung laba tahunan dengan menggabungkan angka pendapatan harian

dari angka biaya harian dan mengurangi keduanya. Dalam kasus seperti itu, pendekatan pemodelan yang tepat biasanya adalah pendekatan yang "berfokus pada data", menggunakan konsep basis data, fungsionalitas atau arsitektur berorientasi data dan struktur modular. Pendekatan ini mencakup penataan set data menjadi (mungkin beberapa) rentang yang bersebelahan, menggunakan pendekatan berbasis kolom (bidang) untuk variabel model (dengan pengenalan bidang yang terstruktur dengan baik, konvensi penamaan yang disiplin, dan sebagainya). Mungkin juga ada beberapa set data, masing-masing terletak pada lembar kerja terpisah. Selain itu, fungsi seperti SUMIFS atau fungsi Basis Data dapat digunakan untuk mengkueri set data, dan kemungkinan besar juga diperlukan fungsi Pencarian dan fungsi lanjutan lainnya.

- Dalam banyak kasus kehidupan nyata (yang lebih kompleks), mungkin ada kumpulan data yang besar dan juga banyak rumus, dan mungkin tidak jelas (tanpa refleksi lebih lanjut) apakah seseorang harus menganggap situasi tersebut didominasi rumus atau didominasi data.

Gambar 5.1 mengilustrasikan berbagai kasus. Perhatikan bahwa garis diagonal di kuadran kanan atas bertujuan untuk menyoroti bahwa:

- Model yang dibangun untuk situasi yang "didominasi rumus" biasanya tidak dapat dengan mudah diadaptasi menjadi model yang akan berlaku untuk situasi yang "didominasi data".
- Model yang disusun menggunakan pendekatan tipe basis data mungkin tidak paling cocok untuk situasi yang hanya memiliki data terbatas, tetapi banyak rumus yang diperlukan.
- Oleh karena itu, pada tahap desain, refleksi tentang pendekatan yang tepat adalah hal yang mendasar: pilihan yang tidak tepat dapat menghasilkan model yang tidak fleksibel, rumit, dan tidak sesuai dengan tujuannya. Perlu dicatat juga bahwa:
- Pendekatan yang didominasi rumus biasanya merupakan pendekatan default dari banyak pemodel (terutama mereka yang memiliki latar belakang keuangan perusahaan atau akuntansi).



Gambar 5.1 Klasifikasi Situasi Pemodelan Berdasarkan Fokus Pada Data Atau Pada Rumus

- Banyak situasi yang awalnya dianggap perlu didominasi rumus belum tentu dianggap demikian; jumlah rumus unik yang diperlukan mungkin sebenarnya cukup rendah, meskipun rumus tersebut dapat disalin ke banyak sel. Dengan demikian, pendekatan basis data sering kali memiliki penerapan yang lebih luas daripada yang sering kali dipertimbangkan pada awalnya.
- Sering terjadi tumpang tindih antara situasi yang didominasi data dan situasi yang jumlah dan ukuran kumpulan datanya tidak tetap (misalnya, jika data baru perlu diperkenalkan secara berkala, biasanya jumlah datanya juga dominan). Jadi, sebagai pengamatan umum, biasanya tidak cukup pemikiran diberikan pada penggunaan pendekatan berbasis data, sama seperti masalah sifat rentang data sering kali diabaikan.
- Pendekatan basis data mungkin sering kali lebih baik daripada pendekatan tradisional yang memiliki sumbu waktu terperinci (seperti bulanan atau harian). Penggunaan sumbu waktu yang berkembang di seluruh kolom (seperti dalam banyak model peramalan tradisional) berfungsi dengan baik untuk model yang hanya memiliki beberapa periode waktu (seperti ramalan tahunan 10 tahun). Namun, jika sumbu waktu lebih terperinci (sehingga volume informasi menjadi besar, meskipun jumlah rumus unik mungkin kecil), pendekatan basis data di mana sumbu waktu umumnya berkembang ke bawah dalam satu kolom mungkin lebih tepat. Biasanya, basis data tersebut mungkin berisi data operasional, sedangkan data keuangan (seperti biaya bunga atau pajak) mungkin perlu dihitung secara terpisah berdasarkan data ringkasan, bukan item baris individual. Perhatikan bahwa kami menggunakan istilah "pendekatan basis data" (bukan basis data murni) karena beberapa item tetap dihitung dalam rentang beberapa kolom yang bersebelahan. Selain itu, tidak seperti basis data murni, di mana setiap baris independen dari yang lain, dalam model tersebut mungkin ada

ketergantungan waktu antara item dalam baris kolom.

Contoh Praktis

Gambar 5.2 berisi contoh pendekatan berbasis rumus tradisional.

| | A | B | C | D | E | F |
|----|---|----------------------|-------------|-------------|-------------|-----|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | HORSE | Jan | Feb | Mar | ... |
| 3 | | MYSTERY RIDER | 497 | 447 | 447 | |
| 4 | | MOCHOCINO | 440 | 457 | 487 | |
| 5 | | FABLED STORY | 318 | 346 | 349 | |
| 6 | | SUPER HERO | 558 | 711 | 456 | |
| 7 | | MONTHY PYTHON | 513 | 463 | 492 | |
| 8 | | FLYING CIRCUS | 407 | 363 | 548 | |
| 9 | | NO JOKING | 347 | 284 | 404 | |
| 10 | | WHEELIE BIN | 323 | 399 | 377 | |
| 11 | | YOU CAN'T MAKE IT UP | 512 | 524 | 588 | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | Total | 3915 | 3994 | 4148 | |
| 14 | | | | | | |

Gambar 5.2 Lembar Kerja Laporan Yang Terhubung Ke Sel Tertentu

Lembar kerja Laporan (lihat Gambar 5.2) menunjukkan angka ringkasan biaya untuk setiap kuda untuk setiap bulan, menggunakan (lihat Bilah Rumus) referensi sel langsung ke sel spesifik yang relevan dari lembar kerja bulanan yang berlaku (lihat Gambar 5.3), yaitu Sel D4 terhubung ke lembar data Februari, yang berisi data untuk Februari.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|---|--------------|----------------------|---|--------------|----------------------|---|--------------|---------------------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | Nama Kuda | MYSTERY RIDER | | Nama Kuda | SUPER HERO | | Nama Kuda | NO JOKIN |
| 3 | | Barang | Jumlah (Rp. X.000) | | Barang | Jumlah (Rp. X.000) | | Barang | Jumlah (Rp. X.000) |
| 4 | | Kandang | 193 | | Kandang | 81 | | Kandang | |
| 5 | | Makanan | 113 | | Makanan | 167 | | Makanan | |
| 6 | | Transport | 16 | | Transport | 209 | | Transport | |
| 7 | | Dokter hewan | 63 | | Dokter hewan | 110 | | Dokter hewan | |
| 8 | | Lainnya | 62 | | Lainnya | 146 | | Lainnya | |
| 9 | | Total | 447 | | Total | 713 | | Total | |
| 10 | | | | | | | | | |
| 11 | | Nama Kuda | MOCHOCINO | | Nama Kuda | MONTHY PYTHON | | Nama Kuda | WHEELIE B |
| 12 | | Barang | Jumlah (Rp. X.000) | | Barang | Jumlah (Rp. X.000) | | Barang | Jumlah (Rp. X.000) |
| 13 | | Kandang | 97 | | Kandang | 126 | | Kandang | |
| 14 | | Makanan | 208 | | Makanan | 54 | | Makanan | |
| 15 | | Transport | 38 | | Transport | 213 | | Transport | |
| 16 | | Dokter hewan | 82 | | Dokter hewan | 45 | | Dokter hewan | |
| 17 | | Lainnya | 31 | | Lainnya | 24 | | Lainnya | |
| 18 | | Total | 456 | | Total | 462 | | Total | |
| 19 | | | | | | | | | |
| 20 | | Nama Kuda | FABLED STORY | | Nama Kuda | FLYING CIRCUS | | Nama Kuda | YOU CAN'T MA |
| 21 | | Barang | Jumlah (Rp. X.000) | | Barang | Jumlah (Rp. X.000) | | Barang | Jumlah (Rp. X.000) |

Gambar 5.3 Lembar Kerja Data Februari, Berisi Data Biaya untuk Februari

Penggunaan pendekatan semacam itu sering terlihat, dan mungkin lebih disukai karena daya tarik intuitif penggunaan referensi sel langsung, serta karena kurangnya kesadaran (atau pertimbangan) terhadap pendekatan alternatif. Namun, pendekatan untuk menghasilkan angka ringkasan ini umumnya tidak memuaskan:

- Penambahan data untuk bulan baru akan memerlukan banyak rumus dan tautan sel baru yang ditambahkan ke lembar Laporan (yang memakan waktu dan berpotensi terjadi kesalahan).
- Pendekatan ini tidak fleksibel jika kumpulan kuda dapat berubah (misalnya karena akuisisi atau penjualan baru).
- Pendekatan ini tidak memungkinkan jenis item biaya tambahan untuk diperkenalkan.
- Tidak mudah untuk menghasilkan bentuk laporan lain, seperti total pengeluaran menurut kategori biaya (misalnya total biaya kandang). Gambar 5.4 menunjukkan contoh pendekatan berbasis data, yang dihasilkan dari pengakuan bahwa situasi didominasi oleh volume data, dan juga bahwa ukuran set data tidak tetap.

Dalam kasus ini (Gambar 5.4) elemen yang mendasarinya dicatat sebagai basis data (yang barisnya dapat disajikan dalam urutan apa pun, tentu saja), sehingga bulan, nama kuda, dan deskripsi item menjadi bidang basis data yang dapat digunakan untuk menghasilkan berbagai laporan.

| | A | B | C | D | E |
|----|---|-------|---------------|--------------|------------------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | Bulan | Nama Kuda | Barang | Jumlah (Rp. X.0) |
| 4 | | Jan | MYSTERY RIDER | Kandang | 152 |
| 5 | | Jan | MYSTERY RIDER | Makanan | 160 |
| 6 | | Jan | MYSTERY RIDER | Transport | 12 |
| 7 | | Jan | MYSTERY RIDER | Dokter hewan | 55 |
| 8 | | Jan | MYSTERY RIDER | Lainnya | 118 |
| 9 | | Jan | MOCHOCINO | Kandang | 87 |
| 10 | | Jan | MOCHOCINO | Makanan | 160 |
| 11 | | Jan | MOCHOCINO | Transport | 31 |
| 12 | | Jan | MOCHOCINO | Dokter hewan | 128 |
| 13 | | Jan | MOCHOCINO | Lainnya | 33 |
| 14 | | Jan | FABLED STORY | Kandang | 68 |
| 15 | | Jan | FABLED STORY | Makanan | 128 |
| 16 | | Jan | FABLED STORY | Transport | 82 |
| 17 | | Jan | FABLED STORY | Dokter hewan | 16 |
| 18 | | Jan | FABLED STORY | Lainnya | 24 |
| 19 | | Jan | SUPER HERO | Kandang | 58 |
| 20 | | Jan | SUPER HERO | Makanan | 117 |

Gambar 5.4 Kumpulan Data Dasar Sebagai Satu Basis Data

Lembar kerja Laporan (ditunjukkan sebagian pada Gambar 5.5) kemudian membuat laporan yang diinginkan menggunakan fungsi SUMIFS, atau fungsi Basis Data atau PivotTable (sesuai keinginan).

| | A | B | C | D | E | F |
|----|---|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | SUMIFS | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | Umum | Nama Kuda | Bulan | Barang | Total |
| 5 | | | MOCHOCINO | Feb | Transporte | 38 |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | HORSE | Jan | Feb | Mar | ... |
| 8 | | MYSTERY RIDER | 497 | 447 | 447 | |
| 9 | | MOCHOCINO | 440 | 457 | 487 | |
| 10 | | FABLED STORY | 318 | 346 | 349 | |
| 11 | | SUPER HERO | 558 | 711 | 456 | |
| 12 | | MONTHY PYTHON | 513 | 463 | 492 | |
| 13 | | FLYING CIRCUS | 407 | 363 | 548 | |
| 14 | | NO JOKING | 347 | 284 | 404 | |
| 15 | | WHEELIE BIN | 323 | 399 | 377 | |
| 16 | | YOU CAN'T MAKE IT UP | 512 | 524 | 588 | |
| 17 | | | | | | |
| 18 | | Total | 3915 | 3994 | 4148 | |
| 19 | | | | | | |
| 20 | | | | | | |
| 21 | | Database | Nama Kuda | Bulan | Barang | DSUM |
| 22 | | | MOCHOCINO | Feb | Transporte | 38.2 |

Gambar 5.5 Lembar Kerja Laporan Menggunakan SUMIFS, Fungsi Basis Data, Atau Pivottable

Perhatikan juga bahwa dalam banyak aplikasi yang lebih kompleks, tahap kueri (ditunjukkan sebagai tahap pelaporan dalam contoh di atas) akan ditautkan ke asumsi (global) tambahan lebih lanjut yang akan mendorong perhitungan lebih lanjut. Misalnya, seseorang mungkin ingin melihat efek agregat dari variasi persentase dalam semua biaya kandang.

BAB 6

MERANCANG STRUKTUR BUKU KERJA

6.1 PENDAHULUAN

Bab ini membahas berbagai isu yang berkaitan dengan perancangan struktur buku kerja secara keseluruhan. Ini termasuk penggunaan buku kerja yang saling terkait, jumlah lembar kerja, peran setiap lembar kerja, dan struktur data yang digunakan. Mungkin adil untuk mengatakan bahwa perhatian yang diberikan pada isu-isu tersebut umumnya kurang. Kami menyajikan serangkaian struktur praktik dasar generik dalam hal penempatan data dan perhitungan, serta alat dan teknik untuk memilih atau menggabungkan data yang digunakan di beberapa lembar kerja.

Merancang Model Buku Kerja dengan Beberapa Lembar Kerja

Bagian ini menyajikan beberapa prinsip umum yang berkaitan dengan struktur model secara keseluruhan, khususnya penggunaan buku kerja yang saling terkait, dan peran setiap lembar kerja dalam model dengan beberapa lembar kerja.

Buku Kerja yang Saling Terkait

Pada prinsipnya, model harus berdiri sendiri dalam satu buku kerja, dan tidak memiliki tautan ke buku kerja lainnya. Alasan utamanya adalah untuk menghindari potensi kesalahan yang dapat dengan mudah muncul, tetapi sulit dideteksi:

- Jika perubahan struktural dilakukan pada buku kerja sumber (misalnya penambahan/penghapusan baris atau kolom, penggantian nama buku kerja atau lembar kerja) saat buku kerja tujuan tidak terbuka, maka perubahan tersebut umumnya tidak akan tercermin dalam rumus di buku kerja tujuan (tertutup). Misalnya, tautan dapat diubah untuk merujuk ke harga minyak bulan lalu, bukan bulan ini. Akibatnya, seseorang tidak dapat mengetahui secara apriori apakah sel yang ditautkan dalam buku kerja tujuan ditautkan ke sel yang benar di buku kerja sumber atau tidak. Dengan demikian, model tersebut pada dasarnya rentan terhadap kesalahan. Pada prinsipnya, "audit" akan diperlukan setiap kali model digunakan. Jelas, ini tidak hanya tidak praktis tetapi juga sangat tidak memuaskan jika seseorang ingin memiliki model yang andal dan efisien.
- Jika perubahan numerik dibuat (seperti untuk menjalankan analisis sensitivitas) dalam struktur buku kerja yang ditautkan, hasilnya mungkin salah kecuali semua buku kerja dibuka pada saat yang sama.

Dalam praktiknya, tidak selalu mungkin untuk menghindari penautan buku kerja. Sering kali, ada kebutuhan untuk mengakses kumpulan data terpusat di buku kerja lain (seperti prakiraan harga minyak standar perusahaan). Demikian pula, keluaran dari sekumpulan pekerjaan analisis individu mungkin perlu dikumpulkan ke dalam buku kerja referensi pusat. Jika buku kerja yang ditautkan tidak dapat dihindari, ada dua cara utama untuk meningkatkan ketahanan:

- Menggunakan lembar kerja "cermin". Ini adalah lembar kerja yang strukturnya identik, dan ditempatkan di setiap buku kerja sumber dan tujuan. Tujuannya adalah untuk membuat tautan tidak langsung, sehingga pemilik setiap buku kerja dapat bekerja secara independen tanpa harus mempertimbangkan buku kerja lain:
- Lembar cermin di buku kerja sumber diisi dari sel-sel dalam buku kerja yang sama dengan menggunakan referensi langsung ke sel-sel yang relevan di dalamnya (yaitu mengambil data dari buku kerja tersebut).
- Lembar cermin di buku kerja tujuan diisi dengan merujuk sel terkait di lembar cermin buku kerja sumber (sehingga membuat tautan antar-buku kerja). Perhatikan bahwa setelah lembar ditempatkan di setiap buku kerja, lembar tersebut tidak boleh diubah secara struktural.
- Lembar cermin di buku kerja tujuan digunakan untuk mengisi kalkulasi utama buku kerja tujuan dengan menggunakan referensi sel.
- Menggunakan rentang bernama di buku kerja sumber untuk data yang akan ditautkan, dan merujuk ke data tersebut (dari buku kerja tujuan) menggunakan nama-nama ini. Dengan cara ini, referensi yang benar akan berlaku meskipun sel di buku kerja sumber telah dipindahkan saat buku kerja tujuan tidak terbuka.

Penggunaan lembar cermin memiliki keuntungan karena mengisolasi proses penautan dengan cara yang sangat eksplisit dan transparan. Pada prinsipnya, seseorang dapat menggunakan kedua metode bersama-sama (yaitu di mana rentang bernama digunakan dalam lembar cermin). Namun, setelah lembar kerja cermin diterapkan, manfaat tambahan dari rentang bernama hanya bersifat marjinal (sementara hanya menggunakan pendekatan rentang bernama tidak mengisolasi proses penautan, juga tidak menciptakan tingkat transparansi yang sama tentang keberadaan tautan).

Beberapa Lembar Kerja: Keuntungan dan Kerugian

Banyak model tradisional yang terstruktur dalam beberapa lembar kerja. Alasan yang sering dikutip untuk menggunakan beberapa lembar kerja meliputi:

- Untuk mendedikasikan satu lembar kerja untuk setiap item atau konsep utama. Misalnya, seseorang mungkin memiliki lembar kerja khusus untuk setiap pendapatan, biaya variabel, investasi modal, penyusutan, nilai aset bersih, pajak, dividen, pembiayaan, laporan laba rugi, neraca, dan laporan arus kas, dan sebagainya.
- Untuk memudahkan navigasi atau pencetakan model (ini juga dapat difasilitasi dengan menggunakan rentang bernama, daripada menggunakan beberapa lembar kerja).
- Sebagai hasil pengembangan model dari waktu ke waktu oleh berbagai analis. Kadang-kadang, bagian tambahan dari model tersebut dimulai di lembar kerja lain untuk menghindari perubahan pada struktur yang ada atau untuk menjaga pekerjaan seseorang terpisah dari pekerjaan orang lain.
- Itu sepertinya ide yang bagus!

Namun, ada beberapa kelemahan utama dari penggunaan lembar kerja yang terlalu banyak:

- Mengaudit model jauh lebih merepotkan, memakan waktu, dan rawan kesalahan daripada model yang dibuat dalam satu lembar kerja:
- Jalur audit bersifat tiga dimensi dan diagonal, bahkan dengan mengikuti jalur logika dasar pun mengharuskan seseorang untuk berpindah antar lembar kerja. Di sisi lain, dalam model satu lembar kerja, jalur ketergantungan hampir selalu horizontal atau vertikal (bukan diagonal). Dengan demikian, kompleksitas, waktu yang dibutuhkan, dan potensi kesalahan menjadi jauh lebih besar saat melibatkan beberapa lembar kerja.
- Rumus lebih besar dan tampak lebih rumit, paling tidak karena keberadaan nama lembar kerja secara eksplisit di dalamnya.
- Sering kali terdapat banyak rumus dan referensi sel yang berulang, saat item dipindahkan dari satu lembar ke lembar lainnya.
- Ada risiko kesalahan yang tidak terduga lebih tinggi, seperti pembuatan referensi melingkar.
- Deteksi dan koreksi kesalahan dengan memodifikasi rumus dan keterkaitannya jauh lebih sulit dan merepotkan dalam kalkulasi multi-lembar.
- Model lembar kerja tunggal umumnya dapat digunakan dengan mudah sebagai templat. Misalnya, model yang dikembangkan dalam satu lembar kerja dapat disalin beberapa kali dalam buku kerja yang sama (misalnya, dengan setiap lembar kerja mewakili unit bisnis, dan lembar konsolidasi digunakan untuk menggabungkan ini).

Pengalaman penulis secara keseluruhan adalah bahwa sebagian besar model memiliki terlalu banyak lembar kerja, dengan perhatian yang tidak memadai diberikan pada peran yang tepat dari masing-masing. Hal ini dibahas secara terperinci di bagian berikutnya.

6.2 STRUKTUR PRAKTIK TERBAIK UMUM

Di bagian ini, kami menyajikan pandangan penulis tentang beberapa struktur model praktik terbaik, khususnya berkenaan dengan struktur buku kerja dan peran setiap lembar kerja.

Peran Beberapa Lembar Kerja dalam Struktur Praktik Terbaik

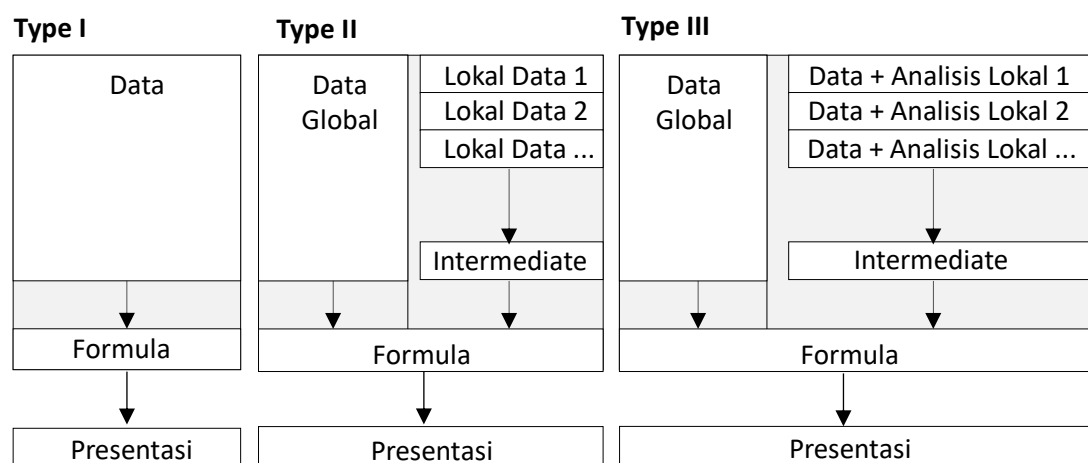
Menurut pendapat penulis, penggunaan paling sah dari penggunaan beberapa lembar kerja adalah:

- Untuk membuat struktur modular. Mungkin ada beberapa komponen (seperti unit bisnis, skenario, bulan, dsb.) dengan struktur yang identik (setidaknya pada tingkat ringkasan) dan yang perlu digunakan secara individual dalam model keseluruhan.
- Untuk memungkinkan entri atau penghapusan set data yang mudah (lihat nanti).
- Di mana beberapa lembar terpisah (lembar tunggal) atau analisis harus dikonsolidasikan. Misalnya, departemen penjualan dapat memberikan perkiraan pendapatan, sedangkan tim teknik dapat memberikan analisis biaya, dengan model

utama menggunakan kedua set data untuk menghitung laba. Sering kali masuk akal jika komponen berada dalam lembar kerja terpisah (dan memiliki lembar kerja konsolidasi tambahan) untuk memungkinkan setiap kelompok memperbarui model mereka sendiri, dengan masing-masing bertindak sebagai masukan untuk model konsolidasi keseluruhan.

- Ketika struktur perhitungan berubah secara signifikan di antara area model. Misalnya, model utama mungkin berisi sumbu waktu yang berkembang di seluruh kolom, sedangkan beberapa nilai input dapat ditentukan dari analisis statistik basis data, di mana sumbu waktu berkembang di baris. Dalam kasus seperti itu, sering kali masuk akal untuk memiliki analisis dan model utama pada lembar kerja terpisah.
- Untuk membuat tautan yang kuat ke buku kerja lain menggunakan lembar cermin (lihat di atas), atau untuk menautkan ke sumber data eksternal menggunakan lembar kerja penautan khusus.
- Jika diinginkan untuk menyembunyikan data rahasia (dengan menyembunyikan lembar kerja dan menerapkan perlindungan kata sandi yang sesuai pada struktur buku kerja); ini bukan pendekatan yang sangat kuat untuk data yang sangat rahasia, tetapi dapat dipertimbangkan dalam kasus yang kurang penting.

Pada Gambar 6.1, kami menunjukkan beberapa struktur model praktik terbaik generik utama, yang dijelaskan dalam teks berikut.



Gambar 6.1 Struktur Model Praktik Terbaik Umum

Tipe I: Model Lembar Kerja Tunggal

Dalam model lembar kerja tunggal, data input dan perhitungan dibangun menjadi satu lembar. Umumnya, akan ada area presentasi, pelaporan, atau ringkasan di dalam lembar tersebut. Penulis percaya bahwa, sebagai pendekatan default, model harus dibangun dengan cara ini (tampilan yang kontras dengan banyak model yang diamati dalam praktik).

Model lembar tunggal (jika dibangun dengan cukup baik), umumnya akan memiliki jalur audit (horizontal/vertikal) yang mudah, dan juga dapat digunakan sebagai templat untuk

model yang lebih besar yang dibangun dengan menyalin lembar ini beberapa kali dalam buku kerja yang sama (dan dapat menjadi dasar untuk model Tipe III).

Tipe II: Lembar Kerja Rumus Utama Tunggal, dan Beberapa Lembar Kerja Data

Dalam kasus ini, lembar data berisi input "lokal" (misalnya yang menggambarkan data untuk unit bisnis, atau skenario atau bulan). Pada prinsipnya, lembar-lembar ini memiliki struktur yang sama satu sama lain. Model keseluruhan biasanya akan memerlukan input "global" (seperti harga minyak yang berlaku untuk semua unit bisnis); input global tersebut dapat dimuat dalam lembar kerja rumus utama (sehingga lembar utama ini agak seperti model Tipe I, meskipun juga memerlukan input eksternal dari lembar data).

Tipe III: Lembar Kerja Rumus Utama Tunggal, dan Beberapa Lembar Kerja Analisis Data dan Lokal

Ini mirip dengan model Tipe II, kecuali bahwa lembar "data" juga berisi beberapa kalkulasi yang menggerakkan informasi atau nilai yang akhirnya diteruskan ke kalkulasi model utama. Berikut ini, kami akan terus menyebut lembar tersebut sebagai lembar data, meskipun lembar tersebut juga berisi beberapa kalkulasi.

Secara umum, kalkulasi dalam setiap lembar data mungkin berbeda satu sama lain: misalnya, setiap lembar dapat mewakili suatu negara, dengan kalkulasi yang menentukan pajak yang harus dibayarkan di negara tersebut menurut kalkulasi khusus negara. Namun, setiap lembar akan berisi area ringkasan (umumnya ditempatkan di bagian atas lembar), yang terstruktur dengan cara yang sama di semua lembar, dan yang berisi informasi yang perlu diteruskan ke lembar Perantara.

Komentar Komparatif Lebih Lanjut

Poin-poin tambahan berikut ini perlu diperhatikan saat membandingkan struktur generik:

- Untuk kesederhanaan penyajian, Gambar 6.1 tidak secara eksplisit menunjukkan lembar kerja tambahan yang akan diperlukan untuk ditautkan ke buku kerja lain (misalnya lembar cermin). Lembar kerja tersebut hanya akan menjadi lembar kerja tambahan yang akan ditautkan ke lembar kerja data lokal atau lembar model utama.
- Meskipun Tipe II dan Tipe III biasanya merupakan struktur generik yang sesuai untuk model multi-lembar, keduanya juga dapat dianggap menggambarkan kemungkinan variasi model lembar tunggal (Tipe I), yaitu model yang memiliki struktur modular, dengan rumus yang ditempatkan dekat dengan data yang diperlukan dalam perhitungan. Pembahasan dan contohnya disediakan di Bab 7.
- Model Tipe II dan Tipe III masing-masing berisi lembar kerja Menengah yang ditautkan ke lembar rumus utama. Lembar Menengah ini berisi hasil kueri terstruktur dari lembar data: baik menggunakan informasi hanya pada satu lembar data (yaitu proses eksklusif/seleksi) atau informasi pada beberapa lembar pada saat yang sama (yaitu proses konsolidasi, dalam pengertian umum). Perhitungan model akhir dalam lembar rumus utama dibuat dengan merujuk pada lembar Menengah ini (daripada merujuk pada lembar data individual). Meskipun langkah menengah seperti itu tidak selalu benar-benar diperlukan, umumnya memungkinkan fleksibilitas lebih dalam konstruksi

model utama; tautan sel antara lembar rumus utama dan lembar Menengah dapat dibuat dengan cara apa pun yang sesuai untuk struktur model utama, sementara rumus dalam lembar Menengah akan diminta untuk mengikuti struktur yang sama seperti lembar data.

- Ketika struktur dalam Tipe II dan Tipe III digunakan, lembar data dalam masing-masing umumnya harus memiliki struktur yang sama satu sama lain. Ini memfasilitasi proses pengisian lembar Menengah. Namun demikian, strukturnya tidak harus identik dalam semua kasus. Misalnya, dalam Tipe II, setiap lembar data dapat berisi basis data yang memiliki struktur kolom (bidang) yang sama seperti pada lembar data lainnya, meskipun jumlah baris dalam setiap lembar mungkin berbeda. Misalnya, lembar Intermediate dapat dibuat dari lembar-lembar ini menggunakan makro VBA untuk menggabungkan kumpulan data satu di bawah yang lain.
- Saat bekerja dengan struktur Tipe II atau Tipe III, seseorang mungkin juga memiliki lembar templat (yang terdapat dalam model atau disimpan secara terpisah) yang berisi struktur lembar data generik (Tipe II) atau data dan kalkulasi generik (Tipe III). Templat ini dapat digunakan untuk menambahkan lembar baru ke model saat diperlukan (umumnya akan lebih kuat untuk melakukan ini daripada menyalin lembar data yang sudah ada, terutama jika makro digunakan untuk menambahkannya).
- Area penyajian atau pelaporan mungkin sering kali menjadi bagian implisit dari model utama (lembar rumus), bukan lembar terpisah. Secara khusus, jika seseorang ingin menggunakan DataTable untuk menunjukkan analisis sensitivitas (lihat Bab 12), maka ini harus berada pada lembar kerja yang sama dengan input yang divariasikan.

6.3 PEMILIHAN DAN KONSOLIDASI INFORMASI LEMBAR KERJA

Di bagian ini, kami membahas teknik yang dapat digunakan untuk mengakses lembar data individual, yaitu rumus dan proses yang dapat digunakan di lembar Menengah. Beberapa teknik disebutkan hanya pada tingkat ringkasan di sini, karena dijelaskan lebih rinci nanti di Bagian V dan Bagian VI. Metode-metode yang berkaitan dengan fungsionalitas Excel (bukan fungsinya atau VBA) ditunjukkan dengan contoh di bagian ini.

Perlu dibedakan:

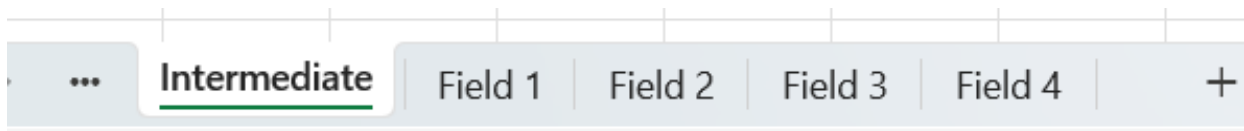
- Proses eksklusif, di mana data dari hanya satu lembar perlu diakses pada satu waktu (seperti dengan data skenario). Data dapat dibawa ke lembar kerja Menengah (dan selanjutnya ke kalkulasi model utama) dengan:
- Menggunakan fungsi PILIH (Bab 25) untuk merujuk langsung ke setiap lembar data. Ini sesuai jika jumlah lembar data ditetapkan.
- Menggunakan fungsi INDIRECT (Bab 25) yang dapat mengubah jumlah lembar data (saat lembar baru ditambahkan atau dihapus). Fungsionalitas serupa juga dapat diperoleh menggunakan fungsi yang ditentukan pengguna VBA (Bab 33).
- Proses konsolidasi, yang mengharuskan data dari beberapa lembar diakses secara bersamaan (seperti untuk menambahkan pendapatan beberapa unit bisnis). Data dapat dibawa ke lembar kerja Intermediate (dan selanjutnya ke kalkulasi model utama)

dengan:

- Menggunakan referensi sel (atau rentang) langsung ke lembar data. Ini biasanya mudah, jadi tidak dibahas lebih lanjut, selain untuk mencatat bahwa ini paling dapat diterapkan dan efisien hanya jika jumlah lembar data tetap.
- Gunakan rumus yang melakukan kalkulasi lintas lembar, atau yang menggabungkan nilai lintas beberapa lembar dengan cara tertentu. Ini paling tepat jika jumlah lembar data dapat bervariasi. Pendekatan tersebut meliputi penggunaan:
 - Rumus multilembar ("3 dimensi").
 - Fungsionalitas Data/Konsolidasi Excel.
 - Makro VBA untuk membuat kumpulan data terkonsolidasi.
 - Fungsi yang ditentukan pengguna yang menjumlahkan (atau melakukan operasi lain) pada nilai dalam sekumpulan lembar data, dengan kumpulan ini (atau rentang yang menentukannya) menjadi parameter input ke fungsi yang ditentukan pengguna (lihat Bab 33).

Rumus Multilembar atau "Tiga Dimensi"

Gambar 6.1 berisi contoh rumus multilembar.



Gambar 6.2 Struktur Lembar Kerja Dalam Buku Kerja

Gambar 6.2 menunjukkan keseluruhan struktur lembar kerja buku kerja, yang terdiri dari beberapa lembar data (Bidang1, Bidang2, dst.), salah satunya ditunjukkan pada Gambar 6.3 (bidang2).

| | A | B | C |
|----|---|-----------|----------|
| 1 | | | |
| 2 | | Bulan | Prediksi |
| 3 | | Jan | 75 |
| 4 | | Feb | 75 |
| 5 | | Mar | 75 |
| 6 | | April | 75 |
| 7 | | Mei | 75 |
| 8 | | Juni | 75 |
| 9 | | Juli | 75 |
| 10 | | Agustus | 75 |
| 11 | | September | 75 |
| 12 | | Oktober | 75 |
| 13 | | November | 75 |
| 14 | | Desember | 75 |

Gambar 6.3 Lembar Data Umum Untuk Contoh Penjumlahan Di Seluruh Lembar Kerja

Pada Gambar 6.4, kami menunjukkan rumus konsolidasi yang digunakan dalam lembar Antara, yang menghitung jumlah nilai dalam sel yang sesuai pada lembar data.

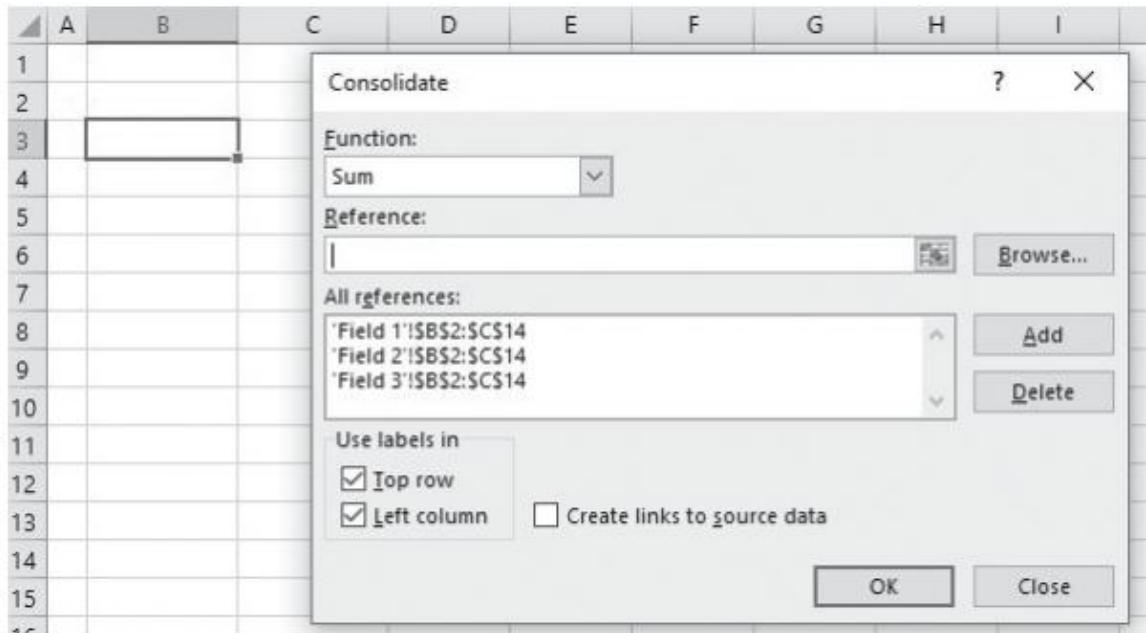
| | A | B | C | D |
|----|---|-----------|----------|-----------------------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | Bulan | Produksi | |
| 3 | | Jan | 675 | =SUM('Field 1:Field 4'!C3) |
| 4 | | Feb | 675 | =SUM('Field 1:Field 4'!C4) |
| 5 | | Mar | 675 | =SUM('Field 1:Field 4'!C5) |
| 6 | | April | 675 | =SUM('Field 1:Field 4'!C6) |
| 7 | | Mei | 675 | =SUM('Field 1:Field 4'!C7) |
| 8 | | Juni | 675 | =SUM('Field 1:Field 4'!C8) |
| 9 | | Juli | 675 | =SUM('Field 1:Field 4'!C9) |
| 10 | | Agustus | 675 | =SUM('Field 1:Field 4'!C10) |
| 11 | | September | 675 | =SUM('Field 1:Field 4'!C11) |
| 12 | | Oktober | 675 | =SUM('Field 1:Field 4'!C12) |
| 13 | | November | 675 | =SUM('Field 1:Field 4'!C13) |
| 14 | | Desember | 675 | =SUM('Field 1:Field 4'!C14) |

Gambar 6.4 Menjumlahkan Di Berbagai Rentang Lembar Kerja

Perhatikan bahwa rumus dimasukkan dalam lembar ringkasan (Intermediate) dengan:

- Mengetik “=SUM(“ di dalam sel tempat rumus ingin ditempatkan.

- Memilih sel di lembar pertama yang ingin disertakan dalam penjumlahan, sehingga rumus akan berbunyi (misalnya) “=SUM('Field 1'!C3”.
- Menahan tombol Shift.
- Mengklik nama tab lembar terakhir yang akan disertakan (seperti Field4).
- Di dalam Bilah Rumus, menambahkan tanda kurung tutup dan menekan Enter.

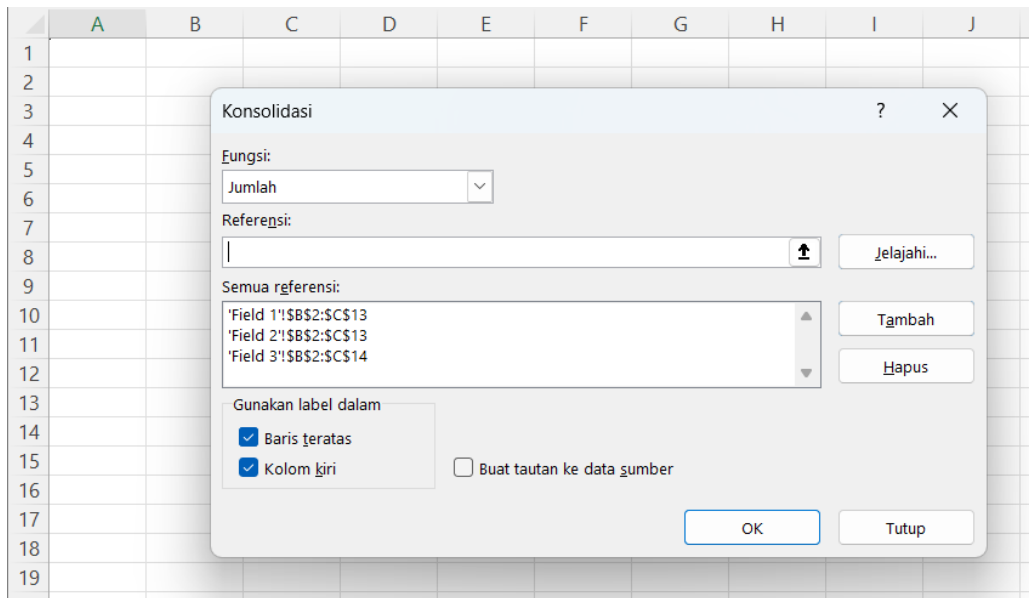


Gambar 6.5 Menggunakan Fitur Data/Konsolidasi Excel

Sangat penting untuk dicatat bahwa lembar kerja yang disertakan dalam penjumlahan ditentukan oleh penempatan fisiknya dalam model (bukan oleh nomornya), sehingga dalam contoh file, jika lembar data Field3 dipindahkan ke sebelah kanan Field4, maka data untuk Field3 tidak akan disertakan dalam penjumlahan. Perhatikan juga bahwa fungsi seperti AVERAGE dan COUNT dapat digunakan dengan cara yang sama.

6.4 MENGGUNAKAN FUNGSIONALITAS DATA/KONSOLIDASI EXCEL

Ikon Konsolidasi pada tab Data dapat digunakan untuk mengonsolidasi data, baik dengan menggunakan nilai-nilainya (dengan tidak menyimpan tautan ke kumpulan data asli), atau dengan membuat tautan rumus langsung ke kumpulan data (yang akan sulit dibuat jika tidak demikian). Gambar 6.5 berisi sebuah contoh. Beberapa tabel data dengan struktur yang sama dapat dikonsolidasikan (menggunakan Data/Konsolidasi), dengan contoh dialog yang ditunjukkan pada Gambar 6.5.



Gambar 6.5 Menggunakan Fitur Data/Konsolidasi Excel

Dalam kotak dialog seperti yang ditunjukkan, opsi untuk menautkan ke data sumber belum digunakan, sehingga terjadi konsolidasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.6.

| | A | B | C |
|----|---|-----------|----------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | Produksi |
| 4 | | Jan | 300 |
| 5 | | Feb | 300 |
| 6 | | Mar | 300 |
| 7 | | April | 300 |
| 8 | | Mei | 300 |
| 9 | | Juni | 300 |
| 10 | | Juli | 300 |
| 11 | | Agustus | 300 |
| 12 | | September | 300 |
| 13 | | Oktober | 300 |
| 14 | | November | 300 |
| 15 | | Desember | 300 |
| 16 | | | |

Gambar 6.6 Hasil Konsolidasi Tanpa Tautan Ke Data Sumber

Gambar 6.7 menunjukkan hasil yang akan dihasilkan jika opsi “Buat tautan ke data sumber” telah dipilih (lihat Gambar 6.5).

| 1 | 2 | A | B | C | D |
|---|---|-----------|---|------------|-----------------|
| | | | | | |
| | | | | Production | |
| | | | | 100 | =Field 1!\$C\$3 |
| | | | | 75 | =Field 2!\$C\$3 |
| | | | | 125 | =Field 3!\$C\$3 |
| | | Jan | | 300 | =SUM(C3:C5) |
| | | | | 100 | =Field 1!\$C\$4 |
| | | | | 75 | =Field 2!\$C\$4 |
| | | | | 125 | =Field 3!\$C\$4 |
| | | Feb | | 300 | =SUM(C7:C9) |
| | | Mar | | 300 | =SUM(C11:C13) |
| | | April | | 300 | =SUM(C15:C17) |
| | | May | | 300 | =SUM(C19:C21) |
| | | June | | 300 | =SUM(C23:C25) |
| | | July | | 300 | =SUM(C27:C29) |
| | | August | | 300 | =SUM(C31:C33) |
| | | September | | 300 | =SUM(C35:C37) |
| | | October | | 300 | =SUM(C39:C41) |
| | | November | | 300 | =SUM(C43:C45) |
| | | December | | 300 | =SUM(C47:C49) |
| | | | | | |
| | | | | | |

Gambar 6.7 Hasil Konsolidasi Dengan Tautan Ke Data Sumber

Perhatikan bahwa dalam kasus ini, proses menghasilkan baris-baris yang dikelompokkan. Pendekatan ini mempertahankan tautan langsung ke kumpulan data (sehingga nilai-nilai yang mendasarinya dapat diubah), tetapi hanya akan sesuai jika jumlah kumpulan data dan ukurannya tetap (jika tidak, proses tersebut perlu diulang, dan menimpa tautan rumus asli, dan seterusnya).

Menggabungkan Beberapa Lembar ke dalam Basis Data Menggunakan Makro

Pendekatan di atas telah menggabungkan nilai-nilai dalam kumpulan data dalam arti (umumnya) menambahkan nilai-nilai tersebut bersama-sama. Dalam beberapa kasus, penggabungan kumpulan data mungkin diinginkan di mana nilai-nilai data individual dipertahankan saat dipindahkan ke lembar Antara (yaitu tanpa perhitungan apa pun yang dilakukan). Salah satu cara untuk membuat basis data tunggal dari kumpulan data dalam lembar Antara adalah dengan menggunakan makro untuk secara berurutan menetapkan nilai-nilai dalam satu lembar data ke dalam lembar Antara, menempatkan kumpulan data satu di bawah yang lain (lihat Bab 32).

Pendekatan semacam itu pada dasarnya identik, terlepas dari apakah jumlah lembar data tetap atau bervariasi. Perhatikan bahwa jika (terutama untuk Tipe III) lembar data tidak terstruktur secara identik satu sama lain, hanya bagian ringkasan (yang terstruktur secara identik) dari setiap lembar yang harus disalin. Dalam struktur seperti itu, perhitungan utama (lembar rumus) akan berisi kueri yang merujuk ke lembar Antara (seperti menggunakan SUMIFS, Basis Data, atau fungsi lainnya).

Salah satu potensi kerugian dari pendekatan ini adalah kurangnya hubungan langsung

dari kumpulan data ke perhitungan akhir. Dengan demikian, analisis sensitivitas langsung (di mana nilai item dalam lembar data divariasikan) tidak dapat dilakukan. Di sisi lain, meskipun sensitivitas tersebut dapat dilakukan dengan makro (lihat Bab 14), dalam banyak kasus item yang akan divariasikan bukanlah item terperinci individual dalam kumpulan data, tetapi item yang dihasilkan dari kueri antara.

Fungsi yang Ditentukan Pengguna

Fungsi yang ditentukan pengguna (udf) dapat ditulis dengan menggunakan nama lembar (atau nama beberapa lembar) sebagai parameter input. Fungsi tersebut dapat dibuat untuk melakukan operasi apa pun pada set data yang mendasarinya (dan ditempatkan dalam lembar Antara, atau mungkin langsung dalam kalkulasi model utama, sebagaimana mestinya).

Misalnya:

- Untuk memilih nilai dalam sel yang sama pada lembar data, di mana nama lembar data merupakan parameter input ke udf.
- Untuk melakukan operasi pada data dalam satu lembar data, di mana nama lembar data merupakan parameter input ke udf.
- Untuk melakukan operasi pada data dalam beberapa lembar (seperti menjumlahkan nilai dalam referensi sel yang sama dari beberapa lembar), di mana rentang sel yang berisi nama lembar data merupakan parameter input ke udf.

Elemen dasar dari pendekatan ini dibahas dalam Bab 33.

BAB 7

TRANSPARANSI: STRUKTUR, ALUR, DAN FORMAT FORMULA

Bab ini membahas beberapa cara utama untuk meningkatkan transparansi suatu model. Ini merupakan aspek penting dari praktik terbaik, karena ini merupakan salah satu pendekatan utama untuk mengurangi kompleksitas suatu model. Tema-tema utamanya terkait dengan:

- Menempatkan diri sendiri pada posisi auditor, karena hal itu membantu seseorang untuk memahami penyebab kompleksitas, dan dengan demikian menentukan karakteristik model yang lebih baik (kurang kompleks).
- Menarik perhatian yang jelas ke lokasi masukan, perhitungan, dan keluaran.
- Memastikan bahwa jalur audit jelas, dan sesingkat mungkin. (Mencapai hal ini juga terkait dengan pembahasan struktur buku kerja di Bab 6.)
- Penggunaan format, komentar, dan dokumentasi lain yang tepat.

7.1 PENDEKATAN UNTUK MENGIDENTIFIKASI PENGGERAK KOMPLEKSITAS

Menggantikan Auditor Model

Mungkin cara terbaik untuk memperoleh pemahaman tentang apa yang dibutuhkan untuk memaksimalkan transparansi adalah dengan melakukan salah satu (idealnya keduanya) dari hal berikut:

- Meninjau model besar yang telah dibangun oleh orang lain. Ketika melakukannya, seseorang hampir selalu dikejutkan oleh kompleksitasnya, dan kesulitan dalam memahami mekanisme terperinci. Tampaknya ada kreativitas tanpa batas dalam hal membangun model yang rumit! Terutama dengan meninjau beberapa model dari konteks yang berbeda, seseorang dapat mulai menetapkan tema umum yang menambah kompleksitas secara tidak perlu. Memang, banyak tema dalam bab ini ditentukan dengan cara ini melalui pengalaman penulis.
- Susun ulang model yang jelas dan transparan (mungkin dibuat sendiri), dengan tujuan yang disengaja untuk membuatnya sesulit mungkin untuk diikuti dan serumit mungkin, namun tetap membiarkan nilai yang dihitung tidak berubah (misalnya untuk membuat model yang secara numerik benar tetapi sulit untuk diikuti). Biasanya dimungkinkan (hanya dengan beberapa langkah) untuk mengubah model yang kecil dan sederhana menjadi model yang menghasilkan hasil yang sama, tetapi dengan tingkat kerumitan yang luar biasa, dan membuat model tersebut pada dasarnya tidak dapat dipahami. Pendekatan ini merupakan metode yang sangat ampuh untuk menyoroti bagaimana kerumitan yang berlebihan dapat berkembang, dan oleh karena itu apa yang dapat dilakukan untuk menghindarinya.

"Prinsip entropi" berlaku untuk model: keadaan alami suatu sistem adalah ketidakteraturan, dan sebagian besar tindakan cenderung meningkatkannya. Secara kasar, ada banyak cara

untuk membentuk tumpukan batu bata, tetapi pembuatan dinding yang stabil, dengan fondasi yang kokoh yang cukup untuk menopang beban di atasnya, memerlukan perencanaan dan desain yang tepat, pemilihan yang tepat dari berbagai bahan yang memungkinkan, dan proses implementasi yang kuat. Komentar serupa berlaku untuk model Excel dan komponennya: pembuatan model yang jelas dan transparan memerlukan perencanaan, struktur, disiplin, fokus, dan upaya eksplisit, sedangkan model yang buruk dapat dibangun dengan berbagai cara.

Contoh: Membuat Kompleksitas dalam Model Sederhana

Mengikuti pembahasan di Bab 3, tindakan apa pun yang meningkatkan kompleksitas tanpa menambahkan fungsionalitas atau fleksibilitas yang diperlukan adalah antitesis dari "praktik terbaik"; penggunaan tindakan yang meningkatkan kompleksitas tersebut karenanya merupakan cara sederhana untuk menyoroiti penyebab kompleksitas sekaligus mengidentifikasi pendekatan untuk menguranginya.

Sebagai contoh sederhana, Gambar 7.1 menunjukkan model kecil yang output utamanya adalah laba bagi bisnis, berdasarkan penggunaan asumsi input untuk harga, volume, dan biaya.

| | A | B | C |
|----|---|--------------------|-------|
| 1 | | | |
| 2 | | Data/Asumsi | |
| 3 | | Harga | 10 |
| 4 | | Volume | 1000 |
| 5 | | Biaya | 8000 |
| 6 | | | |
| 7 | | Perhitungan | |
| 8 | | Pendapatan | 10000 |
| 9 | | Keuntungan | 2000 |
| 10 | | | |
| 11 | | Output | |
| 12 | | Keuntungan | 2000 |
| 13 | | | |

Gambar 7.1 Model Sederhana Dan Transparan Awal

Model tersebut seharusnya dapat langsung dipahami oleh sebagian besar pembaca tanpa penjelasan lebih lanjut. Model ini dapat memberikan hasil yang sama, dengan transparansi yang jauh lebih sedikit jika seseorang:

- Menghapus format dari sel (Gambar 7.2).

| | A | B | C |
|----|---|--------------------|-------|
| 1 | | | |
| 2 | | Data/Asumsi | |
| 3 | | Harga | 10 |
| 4 | | Volume | 1000 |
| 5 | | Biaya | 8000 |
| 6 | | | |
| 7 | | Perhitungan | |
| 8 | | Pendapatan | 10000 |
| 9 | | Keuntungan | 2000 |
| 10 | | | |
| 11 | | Output | |
| 12 | | Keuntungan | 2000 |
| 13 | | | |

Gambar 7.2 Model Awal Tanpa Pemformatan

- Hapus label di sekitar area perhitungan utama (Gambar 7.3).

| | A | B | C |
|----|---|------------|-------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | Harga | 10 |
| 4 | | Volume | 1000 |
| 5 | | Biaya | 8000 |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | Pendapatan | 10000 |
| 9 | | Keuntungan | 2000 |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | Keuntungan | 2000 |
| 13 | | | |

Gambar 7.3 Model Awal Tanpa Pemformatan Dan Beberapa Label

- Pindahkan input, perhitungan, dan output ke area berbeda di buku kerja Excel (Gambar 7.4). Meskipun tidak ditampilkan sebagai Gambar eksplisit tambahan, orang dapat membayangkan kasus yang lebih rumit, di mana item dipindahkan ke lembar kerja lain atau bahkan ke buku kerja lain yang ditautkan. Memang, meskipun orang mungkin menganggap bahwa penyajian item dalam Gambar 7.4 tampak tidak realistis, ini adalah gambaran kecil dari jenis struktur yang sering melekat dalam model di mana perhitungan terstruktur di beberapa lembar kerja.

Elemen Inti Model Transparan

Poin-poin utama yang dapat ditetapkan dengan merujuk pada contoh di atas menyangkut teknik-teknik yang dapat diterapkan secara terbalik, yaitu memulai dengan

model seperti pada Gambar 7.4 (atau mungkin versi yang lebih rumit dengan beberapa item yang terdapat dalam lembar kerja lain atau dalam buku kerja yang ditautkan), dan dapat mengubahnya menjadi model yang jelas (yaitu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.1).

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|------------|-------|---|--------|-------|-------|----|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | Pendapatan | 10000 | | | | | |
| 3 | | | | | | Biaya | 8000 | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | Harga | 10 |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | Volume | 1000 | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | Keuntungan | 2000 | | | | | |
| 12 | | Keuntungan | 2000 | | | | | |
| 13 | | | | | | | | |

Gambar 7.4 Model Yang Direstrukturasikan Dengan Item Yang Dipindahkan

Ini akan memerlukan beberapa elemen inti, yang juga mencakup banyak elemen praktik terbaik umum:

- Menggunakan lembar kerja (dan buku kerja) sesedikit mungkin (lihat Bab 6 untuk pembahasan terperinci tentang ini).
- Mengelompokkan masukan, serta item terhitung yang saling terkait.
- Memastikan bahwa jalur audit umumnya horizontal dan/atau vertikal, dan sesingkat mungkin tergantung pada hal ini.
- Menciptakan arah aliran logis yang jelas dalam setiap lembar kerja.
- Membedakan input, kalkulasi, dan output secara jelas, serta logika dan alur secara keseluruhan (dengan menggunakan posisi, format, dan labelnya).

Masalah-masalah ini (dan poin-poin terkait lainnya) dibahas secara terperinci di sisa bab ini.

7.2 MENGOPTIMALKAN JALUR AUDIT

Prinsip inti untuk menciptakan transparansi (dan pengurangan kompleksitas) adalah meminimalkan panjang total semua jalur audit. Pada dasarnya, jika seseorang melacak jalur ketergantungan dan prioritas setiap input atau kalkulasi, dan menjumlahkannya untuk semua input, panjang totalnya harus diminimalkan. Jelas, model dengan properti ini cenderung lebih mudah diaudit dan dipahami daripada model yang memiliki jalur ketergantungan yang jauh lebih panjang.

Prinsip inti lainnya adalah memastikan bahwa jalur audit pada umumnya horizontal dan vertikal, dengan alur dari atas ke bawah dan dari kiri ke kanan. Prinsip-prinsip ini dibahas dalam bagian ini. Kami mencatat bahwa prinsip-prinsip tersebut pada umumnya selaras satu

sama lain (meskipun dapat bertentangan dalam beberapa keadaan tertentu), dan bahwa mungkin juga ada kasus di mana penerapan prinsip yang ketat mungkin tidak memaksimalkan transparansi, dengan "meta-prinsip" untuk menciptakan transparansi biasanya perlu diutamakan, jika terjadi konflik antara prinsip-prinsip umum.

Membuat Jalur Audit Pendek Menggunakan Pendekatan Modular

Pembahasan awal tentang pendekatan modular dibahas sampai batas tertentu di Bab 6. Bahkan, meskipun pembahasan tersebut disajikan dalam konteks keseluruhan struktur buku kerja, struktur generik yang disajikan dalam Gambar 6.1 lebih dapat diterapkan secara luas (termasuk pada tingkat lembar kerja); memang, Gambar 6.1 dimaksudkan untuk merepresentasikan struktur model secara umum. Di bagian ini, kami membahas penggunaan struktur modular dalam area kalkulasi buku kerja.

Kami menggunakan contoh sederhana untuk menunjukkan bagaimana struktur tersebut sering kali lebih fleksibel, transparan, dan memiliki jalur audit yang lebih pendek daripada alternatif lainnya. Pada Gambar 7.5 berisi beberapa lembar kerja yang menunjukkan berbagai kemungkinan pendekatan terhadap struktur dan tata letak input dan kalkulasi model sederhana.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|---|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | Asumsi | Awal (Rp. X.juta) | Pertumbuhan % p.a | | | | | |
| 3 | | Pendapatan | 100 | 5.0% | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | Pendapatan | | | 100 | 105.0 | 110.3 | 115.8 | =G8*(1+H9) |
| 9 | | % Pertumbuhan | | | 5.0% | 5.0% | 5.0% | | =\$D3 |
| 10 | | | | | | | | | |

Gambar 7.5 Perkiraan Sederhana Dengan Asumsi Terpusat

Meskipun sederhana, contoh tersebut cukup untuk menyoroti banyak prinsip inti di atas. Gambar 7.5 menunjukkan SheetA1 dari berkas, yang membuat prakiraan berdasarkan penerapan tingkat pertumbuhan yang diasumsikan di setiap periode, dan dengan asumsi input (sel C3:D3) yang disimpan di area pusat, dengan perhitungan berdasarkan asumsi ini berada di Baris 8 dan Baris 9.

Ini adalah struktur yang sering diamati, dan memang sesuai dengan praktik terbaik dalam arti bahwa input disimpan secara terpisah dan ditandai dengan jelas. Namun, seseorang juga dapat mengamati beberapa potensi kerugian:

- Jalur audit bersifat diagonal (tidak sepenuhnya horizontal atau vertikal).
- Tidak mungkin untuk menyalin area perhitungan, jika diinginkan untuk menambahkan komponen model lain dengan logika yang sama (seperti pendapatan untuk produk tambahan, atau item biaya). Gambar 7.6 menunjukkan rumus yang salah yang akan terjadi jika proses penyalinan dilakukan (Lembar A2 dari berkas).

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | Asumsi | Awal (Rp. X.juta) | Pertumbuhan % p.a | | | | |
| 3 | | Pendapatan | 100 | 5.0% | | | | |
| 4 | | Biaya | 80 | 3.0% | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | Pendapatan | | | 100 | 105.0 | 110.3 | 115.8 |
| 9 | | % Pertumbuhan | | | | 5.0% | 5.0% | 5.0% |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | Biaya | | | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | | % Pertumbuhan | | | | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| 13 | | | | | | | | |

Gambar 7.6 Asumsi Terpusat Dapat Menghambat Penyalinan Dan Penggunaan Kembali Logika Model

(Hal ini karena referensi sel di area asumsi dan yang ada di rentang salinan baru tidak diposisikan relatif satu sama lain dengan tepat, suatu masalah yang tidak dapat diperbaiki dengan penggunaan referensi sel absolut, kecuali dalam kasus di mana asumsi bersifat global untuk digunakan di seluruh model.)

Tentu saja, rumus di Baris 11 dan Baris 12 dapat diperbaiki atau dibangun kembali, sehingga menghasilkan model yang ditunjukkan pada Gambar 7.7 (dan di LembarA3 berkas).

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | Asumsi | Awal (Rp. X.juta) | Pertumbuhan % p.a | | | | |
| 3 | | Pendapatan | 100 | 5.0% | | | | |
| 4 | | Biaya | 80 | 3.0% | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | Pendapatan | | | 100 | 105.0 | 110.3 | 115.8 |
| 9 | | % Pertumbuhan | | | | 5.0% | 5.0% | 5.0% |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | Biaya | | | 80 | 82.4 | 84.9 | 87.4 |
| 12 | | % Pertumbuhan | | | | 3.0% | 3.0% | 3.0% |
| 13 | | | | | | | | |

Gambar 7.7 Model Yang Dikoreksi Dan Jalur Auditnya Untuk Struktur Terpusat

Perhatikan bahwa pendekatan alternatif adalah dengan menggunakan "input lokal". Gambar 7.8 (SheetA4 dalam berkas) menunjukkan pendekatan di mana perhitungan menggunakan nilai input yang telah ditransfer dari area input pusat ke baris perhitungan yang sesuai.

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | Asumsi | Awal (Rp. X.juta) | Pertumbuhan % p.a | | | | |
| 3 | | Pendapatan | 100 | 5.0% | | | | |
| 4 | | Biaya | 80 | 3.0% | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | Pendapatan | 100 | | 100 | 105.0 | 110.3 | 115.8 |
| 9 | | % Pertumbuhan | | | 5.0% | 5.0% | 5.0% | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | Biaya | | | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | | % Pertumbuhan | | | | 0.0% | 0.0% | 0.0% |

Gambar 7.8 Input Terpusat Dengan Area Transfer Untuk Membuat Struktur Modular

Perhatikan bahwa area perhitungan awal (Baris 8 dan Baris 9) kemudian dapat disalin (ke Baris 11 dan Baris 12), dengan hanya sel-sel di area transfer (sel C11 dan D12) yang perlu ditautkan ulang; model yang telah selesai ditunjukkan pada Gambar 7.9 (dan terdapat dalam SheetA5 berkas).

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|---|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | Asumsi | Awal (Rp. X.juta) | Pertumbuhan % p.a | | | | | |
| 3 | | Pendapatan | 100 | 5.0% | | | | | |
| 4 | | Biaya | 80 | 3.0% | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | Pendapatan | 100 | | 100 | 105.0 | 110.3 | 115.8 | =G8*(1+H9) |
| 9 | | % Pertumbuhan | | 5.0% | | 5.0% | 5.0% | 5.0% | =\$D9 |
| 10 | | | | | | | | | |
| 11 | | Biaya | 80 | | 80 | 82.4 | 84.9 | 87.4 | =G11*(1+H12) |
| 12 | | % Pertumbuhan | | 3.0% | | 3.0% | 3.0% | 3.0% | =\$D12 |

Gambar 7.9 Jalur Audit Untuk Model Akhir Dengan Input Terpusat, Area Transfer, Dan Struktur Modular

Pendekatan dengan area transfer sebagian besar mengatasi banyak kekurangan model asli, karena jalur audit bersifat horizontal dan vertikal (bukan diagonal), dan area perhitungan dapat disalin. Perhatikan juga bahwa panjang total semua jalur audit dalam pendekatan ini lebih pendek daripada model asli: meskipun satu garis diagonal memiliki panjang yang lebih pendek daripada jumlah dua garis horizontal dan vertikal yang tiba di titik yang sama, model asli memiliki lebih banyak garis diagonal seperti itu: misalnya, pada Gambar 7.7, ada tiga garis diagonal dari sel C3, sedangkan pada Gambar 7.8, garis-garis ini digantikan oleh satu garis vertikal dan tiga garis horizontal yang lebih pendek.

Perlu dicatat juga bahwa, meskipun jalur audit diagonal mudah diikuti dalam model yang sangat kecil, jalur tersebut sangat sulit diikuti dalam model yang lebih besar, karena kesulitan menggulir secara diagonal. Oleh karena itu, penting untuk hanya memiliki jalur horizontal dan vertikal sejauh mungkin. Pendekatan di atas, menggunakan struktur termodulasi dan area transfer untuk asumsi tersentralisasi, memiliki potensi keuntungan karena semua input ditampilkan di satu tempat. Pendekatan ini juga memiliki beberapa kelemahan (meskipun kurang signifikan dibandingkan dengan model asli):

- Risiko menghubungkan sel di area transfer secara tidak tepat ke input yang sesuai.
- Jalur audit dari area input terpusat ke area transfer mungkin panjang (dalam model besar).
- Terjadi duplikasi nilai masukan, dengan nilai-nilai di area transfer yang merupakan “input semu” atau “input terhitung”, atau “rumus palsu” (dan dengan demikian memiliki peran yang sedikit ambigu, yaitu apakah nilai-nilai tersebut merupakan input atau kalkulasi).

Oleh karena itu, pendekatan alternatif adalah menggunakan struktur yang sepenuhnya termodulasi sejak awal.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|---|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | Asumsi | Awal (Rp. X.juta) | Pertumbuhan % p.a | | | | | |
| 3 | | Pendapatan | 100 | 5.0% | | | | | |
| 4 | | Biaya | 80 | 3.0% | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | Awal (Rp. X.juta) | Pertumbuhan % p.a | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | Pendapatan | 100 | | 100 | 105.0 | 110.3 | 115.8 | =G8*(1+H9) |
| 9 | | % Pertumbuhan | | 5.0% | | 5.0% | 5.0% | 5.0% | =\$D9 |

Gambar 7.10 Struktur Modular Penuh Dengan Asumsi Terlokalisasi

Gambar 7.10 (Lembar B1 dalam berkas) menunjukkan penggunaan struktur yang sepenuhnya termodulasi untuk model asli (hanya pendapatan). Gambar 7.11 (Lembar B2 dalam berkas) menunjukkan bahwa modul asli dapat dengan mudah disalin dan nilai masukan diubah sebagaimana mestinya. Gambar tersebut juga menunjukkan alur jalur audit yang sederhana, dan jalur tersebut sangat pendek.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|---|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | Asumsi | Awal (Rp. X.juta) | Pertumbuhan % p.a | | | | | |
| 3 | | Pendapatan | 100 | 5.0% | | | | | |
| 4 | | Biaya | 80 | 3.0% | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | Awal (Rp. X.juta) | Pertumbuhan % p.a | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | Pendapatan | 100 | | 100 | 105.0 | 110.3 | 115.8 | =G8*(1+H9) |
| 9 | | % Pertumbuhan | | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | =\$D9 |
| 10 | | | | | | | | | |
| 11 | | Biaya | 80 | | 80 | 83.2 | 86.5 | 90.0 | =G11*(1+H12) |
| 12 | | % Pertumbuhan | | 4.0% | 4.0% | 4.0% | 4.0% | 4.0% | =\$D12 |

Gambar 7.11 Logika Yang Dapat Digunakan Kembali Dan Jalur Audit Pendek Dalam Struktur Modular

Perlu dicatat juga bahwa panjang jalur audit dalam pendekatan ini sebanding dengan jumlah modul (karena setiap modul berdiri sendiri), sedangkan dalam pendekatan yang ditunjukkan pada Gambar 7.9, jalur audit tidak hanya lebih panjang, tetapi juga memiliki panjang total yang akan bertambah sesuai dengan kuadrat jumlah modul (jika berada dalam lembar kerja yang sama): jalur audit dari area pusat ke modul baru mana pun memiliki panjang yang mencakup semua modul sebelumnya.

Oleh karena itu, dalam model yang lebih besar seperti yang biasanya ada dalam kehidupan nyata, pendekatan modular memberikan skalabilitas yang jauh lebih baik. Dalam hal menghubungkan pembahasan ini dengan struktur yang disajikan dalam Bab 6, kami mencatat bahwa struktur praktik terbaik generik (Gambar 6.1) dapat diterapkan pada tingkat lembar kerja maupun pada tingkat buku kerja.

Dengan demikian, struktur yang sepenuhnya termodulasi merupakan bagian dari struktur Tipe III (di mana hanya data dan kalkulasi lokal yang telah diselesaikan, tetapi ini belum disatukan melalui kalkulasi perantara, seperti laba sebagai selisih antara pendapatan dan biaya, atau dikaitkan dengan asumsi global lainnya (seperti nilai tukar) yang mungkin relevan dalam konteks umum). Perhatikan bahwa, penempatan input "lokal" dalam modulnya sendiri berarti bahwa tidak semua input model dikelompokkan bersama (dengan hanya input yang berlaku secara global yang disimpan secara terpusat). Namun, ini seharusnya tidak menimbulkan masalah yang signifikan, asalkan input diformat dengan jelas, dan keberadaan struktur termodulasi jelas.

Membuat Jalur Audit Pendek Menggunakan Struktur dan Penempatan Rumus

Pembuatan jalur audit pendek tidak hanya didorong oleh struktur buku kerja dan lembar kerja, tetapi juga oleh cara rumus disusun. Secara umum, jalur yang digunakan dalam rumus harus pendek, dengan jalur yang lebih panjang yang diperlukan berada di luar rumus (dan menggunakan referensi sel sederhana sebanyak mungkin), yaitu "jalur pendek dalam rumus, jalur panjang untuk menautkan rumus".

Misalnya, alih-alih menggunakan rumus seperti:

$$H18 = \text{SUM}(A1:A15, C1:C15, E1:E15)$$

seseorang bisa membagi perhitungannya:

$$\begin{aligned} A18 &= \text{SUM}(A1:A15) \\ C18 &= \text{SUM}(C1:C15) \\ E18 &= \text{SUM}(E1:E15) \\ H18 &= A18 + C18 + E18 \end{aligned}$$

Dalam arti tertentu, melakukan yang terakhir agak mirip dengan menggunakan pendekatan modular di mana rentang A1:A15, C1:C15, dan E1:E15 masing-masing merupakan area input untuk perhitungan setiap modul (dengan perhitungan setiap modul hanya berupa fungsi SUM), dan di mana rumus akhir (dalam sel H18) digunakan untuk menyatukan perhitungan dalam modul.

Perhatikan sekali lagi bahwa pendekatan terakhir memiliki jalur audit total yang lebih pendek, dan juga lebih mudah diaudit, karena perhitungan penjumlahan sementara ditampilkan secara eksplisit dan mudah diperiksa (sedangkan untuk mendeteksi sumber kesalahan dalam pendekatan asli akan lebih rumit). Masalah seperti itu menjadi jauh lebih penting dalam model dengan beberapa lembar kerja. Misalnya, alih-alih menggunakan rumus (misalnya dalam lembar Model) seperti:

$$B18 = \text{SUM}(\text{Data1!}A1:A15, \text{Data2!}A1:A15, \text{Data3!}A1:A15)$$

alternatifnya adalah membangun penjumlahan ke dalam setiap lembar kerja Data1, Data2 dan Data3:

$$A18 = \text{SUM}(A1:A15)$$

dan di lembar kerja Model, gunakan:

$$B18 = \text{Data1!}A18 + \text{Data2!}A18 + \text{Data3!}A18$$

Contoh ini menyoroti fakta bahwa, jika rumus dependen berpotensi ditempatkan agak jauh dari inputnya, sering kali lebih baik untuk merestrukturisasi perhitungan sehingga komponen yang diperlukan dalam rumus dihitung sedekat mungkin dengan input, dengan komponen-komponen tersebut kemudian disatukan dalam perhitungan akhir. Perlu dicatat bahwa, selain pengurangan umum dalam total panjang jalur audit yang timbul dari penggunaan pendekatan ini, pendekatan ini juga lebih sedikit rawan kesalahan dan terkadang lebih efisien secara komputasi.

Misalnya, saat menggunakan pendekatan asli (di mana rumus menjumlahkan rentang yang ada di lembar yang berbeda), kemungkinan besar perubahan dapat dilakukan pada rentang tersebut (misalnya ke Data1!A1:A15), seperti menambahkan titik data baru di akhir

rentang (yaitu di Sel A Data1), atau memotong beberapa baris dari rentang, atau memperkenalkan baris tambahan dalam rentang tersebut. Masing-masing hal ini dapat memiliki konsekuensi yang tidak diinginkan, karena kecuali seseorang memeriksa semua dependen rentang sebelum membuat perubahan tersebut, kesalahan dapat terjadi. Bila rentang memiliki banyak rumus dependen, ini bisa jadi merepotkan.

Lebih jauh, mungkin saja penjumlahan rentang diperlukan beberapa kali dalam model. Menghitungnya setiap kali (tertanam dalam rumus terpisah) tidak hanya tidak efisien secara komputasi, tetapi juga menyebabkan rentang memiliki banyak dependen, yang dapat menghambat proses pemeriksaan apakah perubahan dapat dilakukan pada rentang (misalnya menambahkan titik data baru) tanpa menyebabkan kesalahan.

Terakhir, perhatikan juga bahwa saat bekerja dengan model multi-lembar kerja, akan sangat membantu jika menggunakan area "transfer" terstruktur dalam lembar (untuk mengambil dan meneruskan informasi ke lembar lain), dengan area ini berisi (sejauh mungkin) hanya referensi sel (bukan rumus). Ini agak seperti lembar cermin untuk menghubungkan buku kerja, seperti yang dibahas dalam Bab 6, tetapi tentu saja hanya rentang dalam lembar kerja, bukan seluruh lembar kerja. Secara khusus, referensi lintas lembar kerja umumnya hanya boleh dilakukan pada sel individual (atau rentang) dan bukan dalam rumus.

Mengoptimalkan Alur Logika dan Arah Jalur Audit

Cara alur logika harus jelas dan intuitif. Pada prinsipnya, ini berarti bahwa secara umum, logika harus mengikuti alur dari kiri ke kanan dan dari atas ke bawah (prinsip "model saat Anda membaca"). Ini sama saja dengan mengatakan bahwa jalur audit (panah ketergantungan atau prioritas) juga akan mengikuti arah ini. Jika ada alur logika campuran (misalnya sebagian besar item di bagian bawah bergantung pada item di bagian atas, tetapi beberapa item di bagian atas bergantung pada item di bagian bawah), maka logikanya sulit diikuti, modelnya sulit diadaptasi, dan ada juga kemungkinan yang lebih tinggi untuk membuat referensi melingkar yang tidak disengaja.

Bahkan, ada kasus di mana interpretasi ketat dari prinsip "model saat Anda membaca" mungkin tidak optimal. Misalnya, dalam model prakiraan di mana informasi historis digunakan untuk mengkalibrasi asumsi, alurnya mungkin sering kali terbalik di beberapa titik dalam model. Gambar 7.12 menunjukkan contoh struktur yang sering digunakan di mana tingkat pertumbuhan historis (Sel D4) dihitung dengan cara "model saat Anda membaca", sedangkan asumsi prakiraan (dalam sel E4:G4) selanjutnya digunakan dalam aliran dari bawah ke atas. Perhatikan bahwa kepatuhan ketat terhadap prinsip "atas ke bawah" dapat dicapai.

| | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | Model 1: beberapa aliran dari bawah ke atas | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
| 3 | | Pendapatan | 400.0 | 410.0 | 430.5 | 452.0 | 488.2 |
| 4 | | % Pertumbuhan | | 2.5% | 5.0% | 5.0% | 8.0% |

Gambar 7.12 Pelanggaran Prinsip “Model As You Read” Yang Sering Terjadi (Sering Dapat Diterima)

Gambar 7.13 menunjukkan kasus seperti itu, yang menggunakan data historis (untuk tahun 2015 dan 2016) serta asumsi prakiraan. (Rumusnya sama dengan saat memperbarui dengan data aktual, seperti yang dibahas dalam Bab 22, menggunakan fungsi seperti ISBLANK.) Jadi, meskipun prinsipnya telah sepenuhnya dipatuhi, modelnya lebih besar dan lebih kompleks. Alurnya mungkin juga perlu dikompromikan jika perhitungan ringkasan ditampilkan di bagian atas model, atau di sisi kiri.

| Model 2: Hanya aliran dari bawah ke atas | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Pendapatan - Sejarah | 400.0 | 410.0 | 420.3 | | |
| % Pertumbuhan - Sejarah | NA | 2.5% | 2.4% | | |
| % Pertumbuhan - Masadepan | NA | NA | 5.0% | 5.0% | 8.0% |
| % Pertumbuhan - Digunakan | NA | 2.5% | 2.4% | 5.0% | 8.0% |
| Pendapatan - Digunakan | 400 | 410.0 | 420.3 | 441.0 | 476.3 |

Gambar 7.13 Kepatuhan Ketat Terhadap Prinsip “Model As You Read” Mungkin Tidak Selalu Terbaik Dari Perspektif Kesederhanaan Dan Transparansi

Misalnya, dalam perkiraan 30 tahun, di mana setiap kolom mewakili satu tahun, seseorang mungkin ingin menunjukkan data ringkasan (seperti total pendapatan untuk 10 tahun pertama) di sebelah kiri model (seperti setelah label pendapatan) (lihat Gambar 7.14). Perhatikan bahwa perhitungan penjumlahan (di Kolom E dan Kolom F) merujuk ke item di sebelah kanannya, dan karena itu melanggar prinsip tersebut.

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S |
|---|---------------|-------------------|-------------------|---------------|---------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | Awal (Rp. X.juta) | Pertumbuhan % p.a | Total 2018-20 | Total 2021-25 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Pendapatan | 100 | | 331.0 | 671.6 | 100 | 105.0 | 110.3 | 115.8 | 121.6 | 127.6 | 134.0 | 140.7 | 147.7 | 155.1 | 162.9 | 171.0 | 179.6 |
| 5 | % Pertumbuhan | | 5.0% | | | | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Biaya | 80 | | 353.3 | 506.9 | 80 | 83.2 | 86.5 | 90.0 | 93.6 | 97.3 | 101.2 | 105.3 | 109.5 | 113.9 | 118.4 | 123.2 | 128.1 |
| 8 | % Pertumbuhan | | 4.0% | | | | 4.0% | 4.0% | 4.0% | 4.0% | 4.0% | 4.0% | 4.0% | 4.0% | 4.0% | 4.0% | 4.0% | 4.0% |

Gambar 7.14 Penempatan Informasi Ringkasan Yang Optimal Dapat Membahayakan Prinsip Aliran

Keuntungan melakukan hal itu tidak hanya mencakup kenyamanan visual untuk dapat melihat informasi ringkasan utama di sebelah kiri (atau atas) model, tetapi juga bahwa menghormati prinsip tersebut berarti bahwa perhitungan ringkasan ditempatkan 30 kolom di sebelah kanan, yaitu di bagian model yang mungkin tidak akan dilihat, dan yang mungkin tertimpa secara tidak sengaja (misalnya jika penyesuaian dilakukan pada perhitungan model dan disalin melintasi kolom).

Prinsip aliran juga biasanya perlu dikompromikan dalam pemodelan laporan keuangan, karena hubungan timbal balik antara item sering kali berarti bahwa upaya untuk mencapai aliran atas-ke-bawah yang ketat akan memerlukan pengulangan banyak item, yang menghasilkan model yang lebih besar. Misalnya, saat menghitung laba operasi, biaya penyusutan perlu merujuk pada perhitungan aset tetap, sedangkan item pengeluaran modal mungkin terkait dengan tingkat penjualan.

Oleh karena itu, aliran atas-ke-bawah yang murni tidak akan dapat membuat laporan keuangan secara langsung; sebaliknya, laporan akan dibuat menjelang akhir proses pemodelan dengan merujuk pada item individual yang telah dihitung. Di sisi lain, model yang lebih kecil mungkin memungkinkan, di mana laporan ditentukan secara lebih langsung, tetapi akan memerlukan aliran yang kurang jelas.

7.3 MENGIDENTIFIKASI INPUT, PERHITUNGAN DAN OUTPUT: STRUKTUR DAN FORMAT

Penting untuk menyoroti identitas, peran, dan lokasi berbagai komponen model. Jelas, beberapa hal ini dapat dilakukan melalui metode struktural: misalnya, dalam model sederhana, seseorang dapat menyimpan semua input dalam satu area, sehingga lokasinya jelas tanpa memerlukan banyak upaya lain. Dalam kasus yang lebih rumit, input dapat disimpan di beberapa area (input global dan input untuk setiap modul), dan seterusnya.

Peran Pemformatan

Pemformatan sel dan rentang memiliki beberapa peran penting:

- Untuk menyorot struktur, komponen utama, dan alur logika. Terutama penggunaan batas di sekitar blok input dan kalkulasi (dan modul) dapat menciptakan lebih banyak transparansi dan membantu pemahaman pengguna. Dalam hal itu, ini mengimbangi kurangnya "diagram pengaruh" di Excel.
- Untuk menyorot input (lihat di bawah untuk pembahasan terperinci).
- Untuk menyorot output. Sementara banyak pemodel memperhatikan pemformatan input, manfaat melakukannya untuk output sering kali diabaikan.
- Untuk menarik perhatian pada terjadinya kondisi tertentu (umumnya menggunakan Pemformatan Bersyarat):
- Untuk menyorot kesalahan, misalnya, seperti yang terdeteksi oleh kalkulasi pemeriksaan kesalahan saat perbedaan antara dua kuantitas tidak nol.
- Jika kriteria tertentu terpenuhi, seperti jika pendapatan satu produk menjadi lebih besar daripada yang lain.
- Untuk menyorot nilai-nilai kunci dalam kumpulan data (seperti duplikat, nilai besar, dsb.); lihat opsi dalam menu Pemformatan Bersyarat.
- Dalam tabel perhitungan besar yang banyak elemennya biasanya nol, maka akan berguna untuk mengurangi penekanan pada sel-sel yang berisi nilai nol (aplikasinya mencakup perhitungan pemeriksaan kesalahan, dan perhitungan segitiga untuk rumus penyusutan, yang dibahas dalam Bab 18). Pemformatan Bersyarat dapat digunakan untuk mengatur fon angka nol menjadi abu-abu muda sementara nilai bukan nol tetap dalam fon default. Perhatikan bahwa penggunaan abu-abu muda (bukan putih, misalnya) penting untuk memastikan bahwa pengguna tidak secara implisit percaya bahwa sel-sel tersebut sepenuhnya kosong.
- Untuk membantu dalam audit model. Misalnya, saat menggunakan F5 (GoTo) Special, segera setelah seseorang secara otomatis memilih semua sel yang berisi nilai, seseorang dapat memformatnya (pada saat yang sama) sehingga ada rekamannya.

Pemberian Kode Warna pada Input dan Output

Input pada suatu model mungkin memiliki peran yang berbeda:

- Data historis (angka yang dilaporkan yang pada prinsipnya tidak akan berubah).
- Faktor konversi (misalnya tahun ke bulan, gram ke ons, ribuan ke jutaan) atau parameter lain yang tidak akan berarti jika diubah. (Dapat dikatakan, dapat diterima untuk menyertakan konstanta tersebut dalam perhitungan atau rumus, daripada menempatkannya dalam sel terpisah yang kemudian dirujuk oleh rumus.)
- Variabel keputusan, yang nilainya dapat dipilih atau diseleksi oleh pembuat keputusan. Pada prinsipnya, nilai-nilai tersebut harus dipilih secara optimal (meskipun dapat juga digunakan dalam analisis sensitivitas standar).
- Variabel tak pasti, yang nilainya tidak dapat dikontrol secara langsung oleh pembuat keputusan (dalam konteks model). Di luar analisis sensitivitas standar, teknik simulasi dapat digunakan untuk menilai rentang dan probabilitas kemungkinan hasil.
- Kolom teks merupakan input saat kolom tersebut menjalankan beberapa kalkulasi (seperti penjumlahan bersyarat yang digunakan dalam kalkulasi berikutnya, atau untuk membuat laporan ringkasan). Dalam kasus seperti itu, seseorang perlu memastikan bahwa kolom ini dieja dengan benar, tetapi juga bahwa input ditempatkan dalam model hanya sekali (jika tidak, analisis sensitivitas akan memberikan hasil yang salah). Dengan demikian, string teks awal dapat diberi kode warna atau diformat seperti input lainnya, dan ditempatkan hanya sekali dalam model, dengan semua penggunaan kolom teks berikutnya dilakukan dengan tautan referensi sel ke entri asli yang unik.
- Basis data. Pada prinsipnya, setiap entri basis data yang digunakan dalam kueri yang mengumpankan model atau laporan merupakan input (seperti halnya nama kolom tempat fungsi Basis Data atau PivotTable digunakan). Jadi, secara teori, sebagian besar elemen basis data harus diformat sebagai input (misalnya dengan bayangan dan kode warna). Dalam praktiknya, ini mungkin bukan cara optimal untuk menyajikan basis data, karena banyaknya warna yang mungkin dihasilkan. Lebih jauh, biasanya secara implisit cukup jelas dari konteksnya bahwa seluruh basis data pada dasarnya adalah input model (dan karena alasan ini, poin ini sering kali luput dari pertimbangan eksplisit sepenuhnya). Lebih jauh, jika Tabel Excel digunakan, penggantian format default Excel untuk objek tersebut biasanya tidak nyaman, dan mungkin membingungkan.
- “Rumus yang salah”. Dalam beberapa kasus, mengganti nilai input dengan rumus dapat menjadi lebih mudah (lihat Gambar 7.9, misalnya). Dalam kasus seperti itu, dalam arti tertentu, sel yang berisi rumus tersebut tetap mewakili input model, paling tidak karena model akan valid jika prosesnya dibalik dan rumus ini diganti dengan nilai yang dikodekan secara kaku. (Hal ini berbeda dengan sebagian besar konteks model, di mana penggantian bidang terhitung dengan nilainya secara umum akan membatalkan model, kecuali untuk kasus dasar tunggal.)

Mengenai keluaran, pengetahuan tentang perhitungan mana yang mewakili keluaran model (dan bukan sekadar perhitungan antara yang tidak penting dengan sendirinya) merupakan hal yang penting untuk memahami tujuan model dan proses pemodelan. Jika identitas keluaran tidak jelas, sebenarnya sangat sulit bagi pengguna lain untuk memahami atau menggunakan model tersebut. Misalnya, tidak akan jelas analisis sensitivitas apa yang harus dilakukan (jika memang harus dilakukan), atau hasil apa yang harus digunakan untuk tujuan presentasi dan dukungan keputusan.

Secara umum, keluaran mencakup semua item yang berada di ujung jalur penelusuran ketergantungan, jika tidak, perhitungan yang telah dilakukan tidak diperlukan. Namun, keluaran juga dapat mencakup beberapa perhitungan antara yang tidak berada di ujung jalur ketergantungan, tetapi tetap penting untuk tujuan pengambilan keputusan. Hal ini akan semakin parah jika tata letaknya buruk (terutama dalam model multi-lembar dan model dengan alur non-kiri-ke-kanan), karena penentuan identitas item di akhir jalur ketergantungan merupakan proses yang memakan waktu, dan bukan proses yang menjamin untuk menemukan semua (atau bahkan yang benar) keluaran.

Oleh karena itu, dalam praktiknya, identitas set lengkap keluaran (dan hanya keluarannya) tidak akan jelas kecuali langkah-langkah khusus diambil untuk menyorotnya. Pendekatan paling dasar untuk pemformatan meliputi penggunaan kode warna dan bayangan sel, penggunaan teks kapital, tebal, bergaris bawah atau miring, dan penempatan batas di sekitar rentang. Pada prinsipnya, masukan dapat diformat menurut sifatnya. Namun, hal ini dapat mengakibatkan banyaknya warna yang digunakan, yang dapat mengganggu tampilan.

Dalam praktiknya, penting untuk tidak menggunakan rentang warna yang berlebihan, dan tidak membuat terlalu banyak kondisi, yang masing-masing akan memiliki format yang berbeda: hal itu akan menambah kerumitan, dan karenanya bukan praktik terbaik. Biasanya, pemformatan optimal melibatkan penggunaan sekitar 3–5 kombinasi warna/bayangan serta 2–3 kombinasi batas (batas tipis dan tebal, batas ganda, dan batas putus-putus dalam beberapa kasus). Penulis sering menggunakan yang berikut ini:

- Data historis (dan parameter tetap): Font biru dengan bayangan abu-abu muda.
- Asumsi prakiraan: Ada beberapa pilihan yang memungkinkan di sini, termasuk:
- Font merah dengan bayangan abu-abu muda. Ini adalah pendekatan yang disukai penulis, tetapi tidak digunakan dalam kasus di mana ada keinginan untuk menggunakan font merah untuk pemformatan kustom angka negatif (yang dihitung).
- Font biru dengan bayangan kuning muda. Ini adalah alternatif yang digunakan penulis jika font merah diinginkan untuk dipertahankan agar dapat digunakan untuk pemformatan khusus angka negatif (dan perhitungan).
- Font biru dengan bayangan abu-abu muda. Ini sama seperti untuk data historis, dan mungkin sesuai dalam model perkiraan murni yang tidak memiliki data historis (hanya estimasi parameter masa depan), atau jika perbedaan antara masa lalu dan masa depan dibuat dengan cara struktural (atau cara lain) dalam model (seperti dengan menggunakan batas).
- Rumus (perhitungan): Perhitungan biasanya dapat diidentifikasi hanya dengan

mengikuti pemformatan default Excel (umumnya font hitam, tanpa bayangan sel), dan menempatkan batas di sekitar area atau modul perhitungan utama. (Dalam model yang didominasi rumus tradisional, penggunaan pemformatan default untuk perhitungan akan meminimalkan upaya yang diperlukan untuk memformat model.)

Operasi Pemformatan Dasar

Peningkatan dalam pemformatan sering kali relatif cepat dicapai, dan dapat secara dramatis meningkatkan transparansi beberapa model. Keakraban dengan beberapa pintasan utama dapat berguna dalam hal ini, termasuk (lihat juga Bab 27):

- Ctrl+1 untuk menampilkan menu Format Sel utama.
- Format Painter untuk menyalin format satu sel atau rentang ke sel atau rentang lain. Untuk menerapkannya ke beberapa rentang secara berurutan (seperti jika rentang tidak bersebelahan dalam lembar kerja), klik dua kali ikon akan membuatnya tetap aktif (hingga dinonaktifkan dengan satu klik).
- Menggunakan Ctrl+* (atau Ctrl+Shift+Space) untuk memilih Wilayah Saat Ini dari sel, sebagai langkah pertama untuk menempatkan batas di sekitar rentang atau untuk memformat semua sel dengan cara yang sama.
- Untuk bekerja dengan batas di sekitar rentang:
- Ctrl+& untuk menempatkan batas.
- Ctrl+ _ untuk menghapus batas.
- Untuk memformat teks dalam sel atau rentang yang dipilih:
- Ctrl+2 (atau Ctrl+B) untuk menerapkan atau menghapus format tebal.
- Ctrl+3 (atau Ctrl+I) untuk menerapkan atau menghapus format miring.
- Ctrl+4 (atau Ctrl+U) untuk menerapkan atau menghapus garis bawah.
- Alt+Enter untuk menyisipkan jeda baris dalam sel saat mengetik label.
- Ctrl+Enter untuk menyalin rumus ke dalam rentang tanpa mengganggu format yang ada.

Pemformatan Bersyarat

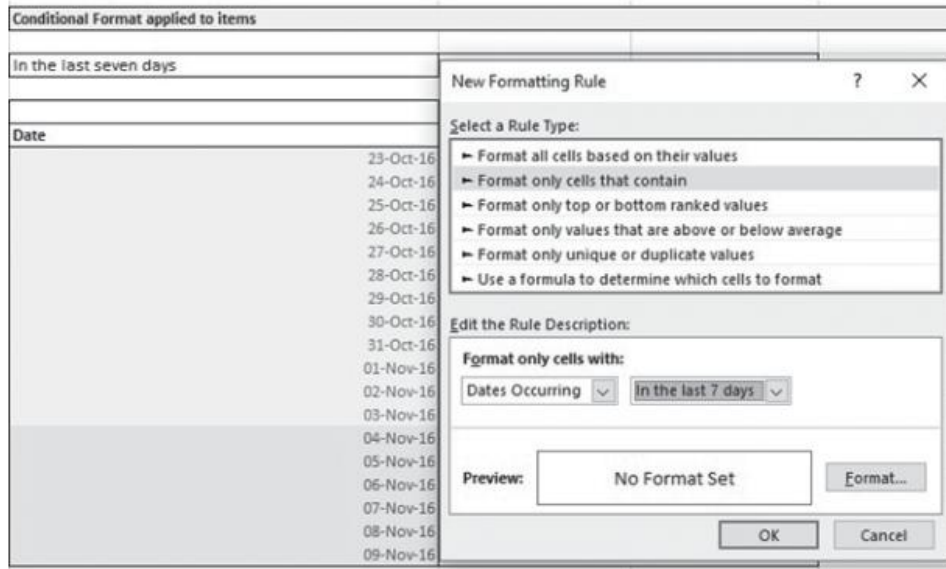
Jika seseorang ingin memformat sel (atau rentang) berdasarkan nilai atau kontennya, seseorang dapat menggunakan menu Beranda/Pemformatan Bersyarat, misalnya:

- Untuk menyorot kesalahan Excel (seperti #DIV0!, #N/A!, #VALUE!, dll.). Hal ini dapat dicapai dengan menggunakan "Kelola Aturan/Aturan Baru", lalu di bawah "Format hanya sel yang berisi", atur deskripsi aturan menjadi "Format hanya sel dengan" dan pilih "kesalahan" (lalu atur format yang diinginkan menggunakan tombol "Format"). Tanggal dan sel kosong juga dapat diformat dengan cara ini.
- Untuk menyorot sel yang berisi nilai bukan nol, seperti yang mungkin terjadi jika perhitungan pemeriksaan silang yang seharusnya bernilai nol mendeteksi nilai kesalahan (bukan nol). Sel tersebut DAPAT disorot seperti di atas, dengan memilih "Nilai Sel tidak sama dengan nol" (bukan "kesalahan"). Untuk menghindari

menampilkan nilai bukan nol yang sangat kecil (misalnya yang mungkin timbul dari kesalahan pembulatan di Excel), seseorang dapat menggunakan opsi "tidak di antara", di mana seseorang menetapkan batas bawah dan atas masing-masing ke nilai negatif dan positif yang kecil.

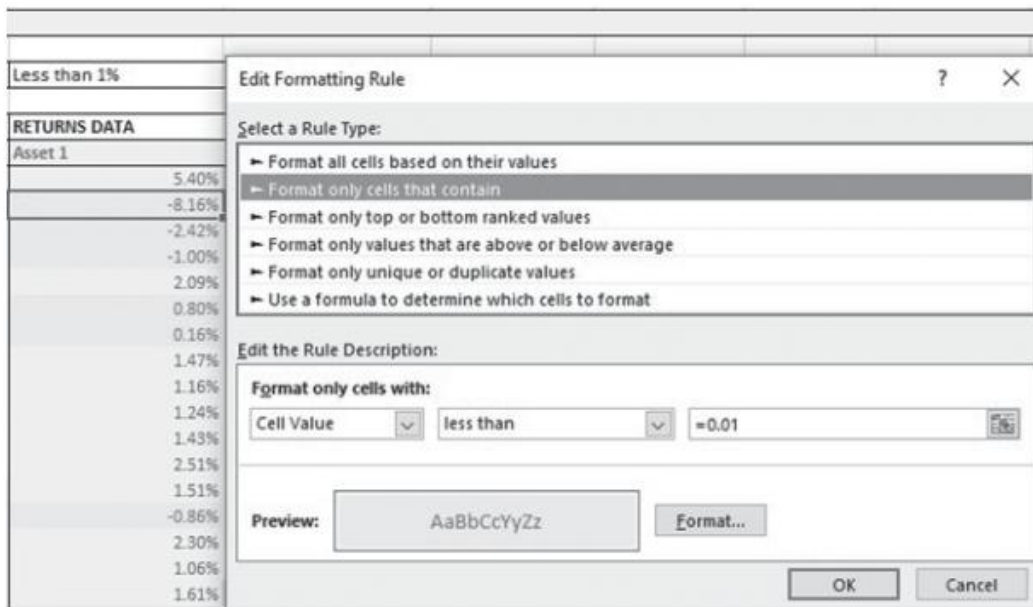
- Berdasarkan tanggal (menggunakan opsi "Tanggal Terjadi" pada menu tarik-turun "Format hanya sel dengan").
- Untuk menyorot nilai rendah atau tinggi (misalnya Top 5).
- Untuk menyorot perbandingan atau tren menggunakan DataBar atau Set Ikon.
- Untuk mendeteksi nilai duplikat dalam rentang (atau mendeteksi nilai unik).
- Untuk mendeteksi bidang teks atau kata tertentu.
- Untuk menyorot sel sesuai dengan evaluasi rumus. Misalnya, sel yang berisi kesalahan dapat disorot dengan menggunakan jenis aturan "Gunakan rumus" untuk menentukan sel mana yang akan diformat lalu atur rumus menjadi =ISERROR (referensi sel). Demikian pula, baris alternatif lembar kerja dapat disorot dengan mengatur rumus =MOD(ROW(A1),2)=1 di kotak entri data.
- "Rumus palsu": Font hitam dengan bayangan abu-abu muda (kode warna akan diubah sebagaimana berlaku jika rumus diubah menjadi nilai).
- Output: Output utama dapat menggunakan fon hitam dengan bayangan hijau muda. Beberapa peringatan tentang pemformatan perlu diperhatikan:
- Penggunaan teks atau angka kapital atau tebal dapat membantu menyorot hasil utama atau nama area utama. Garis bawah dan huruf miring juga memiliki perannya, meskipun penggunaannya harus jauh lebih dibatasi, karena dapat menghasilkan item yang sulit dibaca saat berada di lembar kerja Excel yang besar, atau saat diproyeksikan atau dicetak.
- Tempat desimal yang berlebihan sering kali terlalu banyak secara visual. Di sisi lain, jika terlalu sedikit titik desimal yang digunakan, mungkin tampak bahwa kuantitas yang dihitung tidak bervariasi saat beberapa input diubah (misalnya, jika sel yang berisi nilai 4,6% telah diformat sehingga menampilkan 5%, sel tersebut akan tetap menampilkan 5% jika nilai yang mendasarinya berubah menjadi 5,2%). Jadi, penting untuk memilih sejumlah tempat desimal berdasarkan angka yang diperlukan yang signifikan.
- Kerugian dari Pemformatan Bersyarat dan Kustom adalah penggunaannya tidak terlihat secara langsung, sehingga pemahaman model oleh orang lain (misalnya transparansinya) dapat terganggu sebagian. Namun, sel yang berisi Pemformatan Bersyarat dapat ditemukan menggunakan Beranda/Pemformatan Bersyarat/Kelola Aturan (di mana seseorang kemudian memilih untuk mencari semua aturan di Lembar Kerja Ini) atau dipilih di bawah Beranda/Temukan dan Pilih/Pemformatan Bersyarat atau menggunakan menu Buka Khusus (Khusus F5).

Gambar 7.15 menunjukkan contoh penggunaan Pemformatan Bersyarat untuk menyorot tanggal yang terjadi dalam tujuh hari terakhir.

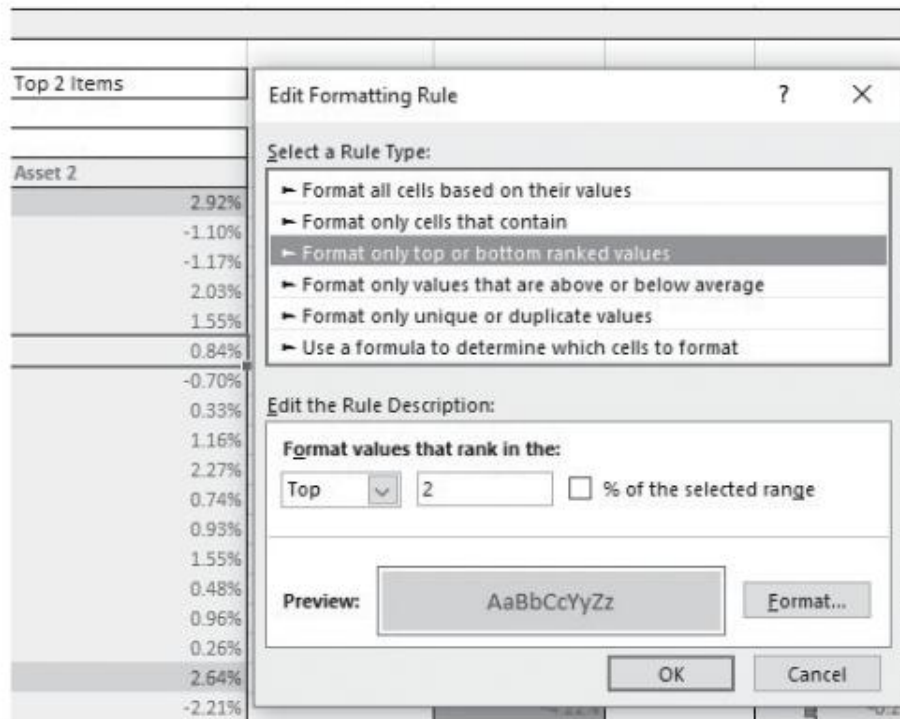


Gambar 7.15 Contoh Pemformatan Bersyarat yang Diterapkan pada Tanggal

Gambar 7.16 menunjukkan penggunaan penyorotan nilai yang kurang dari 1%, dan Gambar 7.17 menunjukkan penyorotan hanya pada dua nilai teratas.



Gambar 7.16 Menggunakan Pemformatan Bersyarat Untuk Menyorot Nilai Kurang Dari 1%

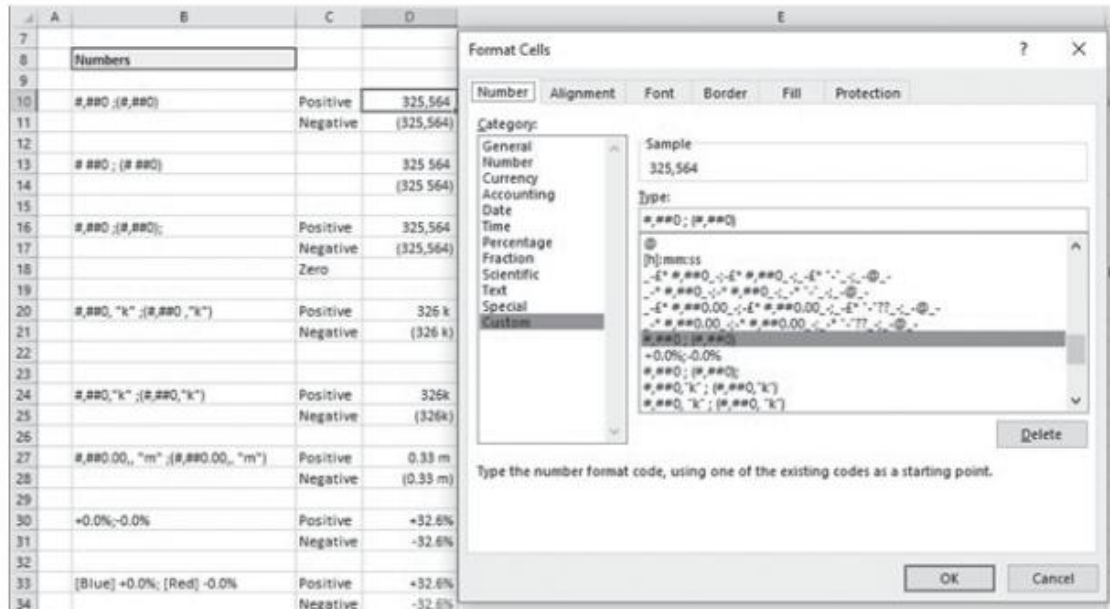


Gambar 7.17 Menggunakan Pemformatan Bersyarat Untuk Menyorot Dua Nilai Teratas

Pemformatan Kustom

Pemformatan Kustom dapat digunakan untuk membuat aturan pemformatan yang disesuaikan (dibuat khusus), misalnya:

- Untuk menampilkan angka negatif dengan tanda kurung.
- Untuk menggunakan Pemformatan Kontinental, di mana spasi digunakan setiap tiga digit (sebagai pengganti koma).
- Untuk menampilkan nilai dalam ribuan (dengan menggunakan huruf k setelah nilai bentuk tereduksi, daripada menggunakan pembagian sebenarnya), dan hal yang sama untuk jutaan.
- Untuk memformat tanggal dengan cara yang diinginkan (seperti 01-Jan-17, jika format tersebut tidak tersedia dalam opsi tanggal standar).



Gambar 7.18 Contoh Pemformatan Kustom

Menu dapat diakses di bawah Beranda/Angka (menggunakan ikon Perlihatkan untuk membuka dialog Format Sel dan memilih kategori Kustom); atau menggunakan pintasan Ctrl+1. Format baru dapat dibuat dengan mengetik langsung di kotak dialog Jenis, atau memilih dan memodifikasi salah satu format yang ada. Pada Gambar 7.18 berisi beberapa contoh referensi. Gambar 7.18 menunjukkan kasus di mana angka negatif ditampilkan dalam tanda kurung. Perhatikan bahwa format yang digunakan untuk angka positif adalah format yang memiliki spasi kosong di bagian akhir (spasi kosong sebelum titik koma dalam definisi format), sehingga tampilan satuan angka akan sejajar jika angka positif ditampilkan di atas angka negatif (atau sebaliknya).

7.4 MEMBUAT DOKUMENTASI, KOMENTAR, DAN HYPERLINK

Mendokumentasikan model dapat membantu, sekaligus menekankan pada poin-poin yang memberikan nilai tambah, termasuk:

- Tujuan utama, asumsi kontekstual, dan batasan struktural (misalnya, validitas model atau batasan utama pada logika tertanam).
- Asumsi masukan utama, dan batasan apa pun tentang cara penggunaannya (seperti mengharuskan masukan bilangan bulat atau beberapa kombinasi tidak akan mewakili skenario yang valid).
- Aspek apa pun yang awalnya tampak rumit atau tidak intuitif. Komentar atau teks lain dapat dibuat dengan berbagai cara, termasuk:
- Menulis catatan umum sebagai teks biasa.
- Membuat komentar di kotak komentar sel tertentu (menu Tinjau/Edit Komentar atau klik kanan pada sel untuk memasukkan komentar).
- Komentar dalam rumus, seperti =105*ISTEXT("data dari tahun 2017"), atau

pendekatan serupa yang menggunakan ISNUMBER atau fungsi lain (lihat Bab 22).

Salah satu tantangan utama dalam menggunakan komentar adalah memastikan bahwa komentar tersebut selalu diperbarui. Sangat mudah untuk mengabaikan kebutuhan untuk memperbaruinya ketika ada perubahan pada rumus atau data input, atau pada asumsi kontekstual implisit suatu model. Beberapa teknik yang dapat membantu meliputi:

- Menggunakan menu Tinjau/Tampilkan Semua Komentar (atau pintasan bilah alat yang setara) untuk menampilkan (atau menyembunyikan) semua kotak komentar, dan Bilah Alat Peninjauan untuk berpindah di antara kotak-kotak tersebut. Ini harus dilakukan secara teratur, dan minimal sebagai langkah terakhir sebelum model difinalisasi.
- Mencetak isi kotak komentar menggunakan Tata Letak Halaman/Penyiapan Halaman/Lembar dan di bawah Komentar pilih apakah akan mencetak komentar di akhir lembar kerja atau saat komentar tersebut muncul.
- Untuk komentar dalam rumus, seseorang mungkin harus menyetel model ke Tampilan Rumus dan memeriksa komentar satu per satu. Atau, seseorang dapat secara khusus mencari ITEXT, ISNUMBER atau fungsi lain dan meninjaunya satu per satu.
- Penggunaan hyperlink dapat membantu navigasi model (dan meningkatkan transparansi), dan menjadi alternatif untuk rentang bernama. Namun, hyperlink sering kali rusak (tidak diperbarui) saat model diubah. Hal ini membingungkan bagi pengguna, yang melihat bagian dari model yang tidak berfungsi, dan karenanya akan mengurangi kepercayaan pada integritas keseluruhannya. Jika hyperlink digunakan, seseorang harus memastikan (sebelum membagikan model dengan orang lain, sebagai minimum) bahwa hyperlink tersebut mutakhir (Bab 25 menunjukkan beberapa contoh sederhana).

BAB 8

MEMBANGUN FORMULA YANG KUAT DAN TRANSPARAN

Bab ini membahas pendekatan dan teknik untuk membangun formula yang kuat dan transparan. Meskipun kesalahan terkadang dapat terlihat dari tampilan pesan kesalahan, atau dari nilai terhitung yang besarnya berbeda dengan angka yang benar (atau jelas salah karena alasan lain), biasanya kesalahan tersebut lebih halus dan karenanya dapat diabaikan.

Bagian pertama bab ini membahas faktor-faktor dasar umum yang sering menyebabkan kesalahan. Bagian kedua menyajikan beberapa contoh kesalahan umum yang sering diamati dalam model dan formulanya. Bagian ketiga membahas rentang bernama, termasuk kelebihan dan kekurangannya saat ingin membangun model yang transparan dan fleksibel. Bagian keempat menyajikan beberapa pendekatan utama yang dapat digunakan untuk membangun dan menguji formula, dan untuk mendeteksi, mengoreksi, atau mengelola kesalahan.

8.1 PENYEBAB UMUM KESALAHAN

Kurangnya Penggunaan Praktik Terbaik Umum Terkait Aliran, Pemformatan, Jalur Audit

Penyebab umum utama kesalahan adalah kurangnya penggunaan praktik terbaik. Terdapat risiko yang lebih tinggi untuk memasukkan kesalahan ke dalam model yang terlalu rumit, mengandung fleksibilitas yang tidak perlu, tidak ditata dengan baik (alur yang buruk, jalur audit diagonal, terlalu banyak lembar kerja, struktur yang tidak konsisten di seluruh lembar kerja), memiliki format yang buruk, dan sebagainya.

Pertimbangan yang Tidak Memadai terhadap Auditabilitas dan Pengguna Potensial Lainnya

Seperti yang dibahas dalam Bab 7, pendekatan utama untuk memahami praktik terbaik dan pembuatan model yang transparan adalah dengan menempatkan diri sendiri pada posisi orang lain yang bertugas mengaudit model. Misalnya, rumus yang tampak sedikit rumit saat sedang dibangun akan tampak lebih rumit saat dilihat beberapa hari kemudian oleh pembuat model yang sama, dan akan menjadi lebih rumit lagi bagi pihak ketiga yang meninjaunya kemudian. Mengabaikan pendekatan utama ini sering kali menyebabkan seseorang membangun model yang bagi pembuat model mungkin tampak mudah diikuti, tetapi sebenarnya tidak.

Terlalu Percaya Diri, Kurangnya Pemeriksaan, dan Batasan Waktu

Saat membuat rumus yang rumit, banyak pemodel gagal mengujinya secara memadai, dan khususnya mungkin kurang disiplin untuk menemukan keadaan di mana perhitungan akan salah (meskipun nilai dasarnya mungkin benar). Hal ini sering kali diperparah oleh rasa percaya diri yang berlebihan (atau optimisme) dalam keyakinan bahwa rumus rumit yang menghitung dengan benar dalam kasus tertentu mungkin benar.

Meskipun batasan waktu praktis terkadang juga berperan, ini umumnya merupakan efek kecil dan penghematan yang salah. Kami menggunakan istilah model "bom waktu" untuk

kasus-kasus di mana pembuat model asli menyadari bahwa rumus (atau model) benar hanya dalam serangkaian kasus terbatas, tetapi juga tahu bahwa tanggung jawabnya terhadap model akan segera berakhir, dan menyerahkan masalah ini kepada penerusnya (dengan komunikasi selanjutnya tentang keberadaan masalah tersebut tidak memadai).

Pilihan Fungsi yang Tidak Optimal

Seperti yang dibahas lebih rinci nanti (lihat Bab 9), meskipun sering kali ada banyak cara untuk menghitung angka yang sama (dan benar), pembuat model cenderung menggunakan pendekatan pertama yang terlintas di benak, atau pendekatan yang paling mereka kenal. Perhatian yang tidak memadai biasanya diberikan pada pertimbangan kemungkinan opsi dan keuntungan atau kerugian masing-masing, karena hal tersebut berkaitan dengan masalah fleksibilitas, efektivitas komputasi, atau transparansi. Hal ini dapat menyebabkan kompleksitas yang berlebihan, fleksibilitas yang tidak memadai, dan inefisiensi komputasi.

Penggunaan yang Tidak Tepat atau Implementasi yang Buruk dari Rentang Bernama, Referensi Sirkuler, atau Makro

Penyebab kesalahan lain yang sering terjadi adalah penggunaan rentang bernama, referensi sirkuler, atau makro yang tidak tepat, serta implementasi yang buruk dari hal-hal tersebut dalam kasus-kasus yang penggunaannya tepat. Pembahasan yang luas tentang masing-masing topik ini dibahas nanti (lihat nanti di bab untuk penggunaan rentang bernama, Bab 10 untuk referensi sirkuler, dan Bagian VI untuk makro). Di sini kami hanya mencatat bahwa penggunaan yang tidak tepat atau tidak efektif dari salah satu hal ini akan menyebabkan berkurangnya transparansi dan fleksibilitas, sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya kesalahan atau kekeliruan.

8.2 CONTOH KESALAHAN UMUM

Mengacu pada Rentang yang Salah atau Sel Kosong

Model yang dibangun dengan cara yang terlalu rumit cenderung mengandung rumus yang mengacu pada rentang yang salah, karena kesalahan tersebut tidak akan langsung terlihat, atau mungkin sulit dideteksi. Pemeriksaan rumus tersebut merepotkan, sehingga pemeriksaan tersebut mungkin tidak dilakukan secara memadai. Misalnya, sulit untuk mengaudit dan memverifikasi rumus yang berisi referensi tertanam ke beberapa lembar kerja, seperti:

B18

= SUM(Investments!C113:C159, WorkingCapital!D81:D109, Operations!E15:E89)

Lebih jauh, meskipun rumus tersebut dibuat dengan benar untuk penerapan awal model, rumus tersebut sulit dipertahankan, sehingga versi atau pembaruan model berikutnya mungkin mengandung kesalahan. Misalnya, jika pembaruan model dilakukan dengan menyertakan item tambahan dalam sel Investasi!C160 (yaitu tepat di bawah rangkaian item asli dalam lembar investasi), maka mungkin tidak langsung jelas bahwa rumus di atas (yang

terdapat dalam lembar lain) perlu diperbarui.

Tidak perlu dikatakan lagi, masalah tersebut sebagian besar dapat dihindari dengan mengikuti prinsip praktik terbaik, khususnya yang dibahas dalam Bab 7 (misalnya, di mana penjumlahan setiap rentang pertama kali dilakukan secara terpisah dalam lembar kerja yang sama dengan rentang tersebut, dan referensi lintas lembar kerja dilakukan menggunakan referensi sel tunggal ke total sementara ini). Serupa dengan itu, model sering kali berisi rumus yang merujuk ke sel kosong, yang juga tidak memuaskan:

- Sering kali tidak jelas apakah penggunaan sel kosong merupakan kesalahan atau tidak. Misalnya, rumus seperti “=SUM(D3:D20)+H9” (di mana H9 kosong) dapat muncul karena kesalahan pengetikan sederhana. Jika pengguna mengetik nilai, tanggal, atau teks ke dalam sel (mungkin dengan maksud untuk menambahkan dokumentasi ke model), perhitungannya akan salah, tetapi pengguna mungkin tidak mengharapkan perilaku tersebut dan tidak menyadari kesalahan tersebut.
- Bahkan jika digunakan dengan sengaja dan benar, input yang kosong dalam kasus default juga sering diberi label dengan buruk (karena fokus pembuat model biasanya tidak diarahkan pada masalah pelabelan sel kosong). Hal ini dapat mengakibatkan pengguna memasukkan nilai yang salah saat mengisi sel-sel ini untuk kasus non-default (misalnya memasukkan 4 bukannya 4% untuk suku bunga, atau menggunakan angka positif daripada angka negatif untuk jumlah investasi, dan seterusnya).
- Meskipun fungsi Excel umumnya dirancang agar tangguh saat sel kosong digunakan sebagai input, transparansi model sering kali terganggu dengan melakukan hal tersebut. Misalnya, MINA, MAXA, dan COUNTA mengabaikan sel kosong, tetapi memperlakukan entri teks seolah-olah itu adalah angka nol. Dengan demikian, entri teks yang dimasukkan dalam sel yang awalnya kosong dapat mengubah perhitungan selanjutnya. Gambar 8.1 menunjukkan contohnya (fungsi-fungsi dijelaskan secara lebih rinci dalam Bab 17).

| | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|----|----------------|---|-----|----------------|---|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | 34 | | | 34 | | |
| 3 | | | | | txt | | |
| 4 | | 56 | | | 56 | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | 34 | =MINA(B2:B4) | | 0 | =MINA(E2:E4) | |
| 7 | | 2 | =COUNTA(B2:B4) | | 3 | =COUNTA(E2:E4) | |

Gambar 8.1 Perilaku Kolom Kosong Dan Kolom Teks Sebagai Input Model

Kasus penting di mana penggunaan kosong yang disengaja mungkin berharga adalah sebagai tempat penampung untuk angka-angka yang belum terealisasi, misalnya ketika angka perkiraan digunakan hingga angka aktual tersedia (misalnya lihat Bab 22). Dalam model seperti itu, sel kosong harus diformat dan ditempatkan di area input sehingga jelas bahwa sel-sel inilah yang akan diisi pada titik yang tepat.

Asumsi yang Tidak Transparan, Input dan Label Tersembunyi

Ada beberapa cara kesalahan dapat muncul karena kurangnya transparansi mengenai rentang mana yang mewakili nilai dalam model:

- Beberapa nilai input dapat ditempatkan di area perhitungan, meskipun ada area terpisah (atau lembar kerja) yang disebut sebagai "area input" (atau yang setara). Perhatikan bahwa (sebagaimana pembahasan dalam Bab 5, Bab 6, dan Bab 7), praktik terbaik memungkinkan struktur modular di mana nilai input tidak semuanya disimpan secara terpusat. Masalah yang diangkat di sini adalah model yang disajikan sebagai model di mana input disimpan secara terpusat (atau di area yang ditentukan) sedangkan sebenarnya ada area lain di mana nilai input juga disimpan, tetapi tidak ditetapkan dengan jelas seperti itu.
- Nilai input pada lembar kerja tersembunyi. Meskipun umumnya merupakan praktik yang buruk untuk menyembunyikan lembar kerja, ini mungkin tepat dalam beberapa kasus (misalnya untuk alasan kerahasiaan atau untuk menyembunyikan data lama yang tetap ingin disimpan). Namun, penyertaan asumsi masukan pada lembar kerja tersembunyi (yang memengaruhi perhitungan model) umumnya tidak tepat; keberadaannya tidak akan jelas tanpa audit terperinci, sehingga model dapat dihitung dalam kasus di mana masukan ini ditetapkan pada nilai yang salah, sehingga perhitungan yang dihasilkan menjadi tidak tepat.
- Label sebagai masukan. Jika label teks (seperti nama negara) menjadi masukan model (seperti label yang digunakan dalam fungsi SUMIFS untuk menjumlahkan pendapatan pelanggan di negara tersebut dalam basis data), seseorang biasanya harus mengelola label dengan hati-hati (lihat Bab 7).
- Asumsi berulang. Pengulangan nilai masukan (misalnya memiliki tarif pajak dalam dua sel terpisah di bagian model yang berbeda) jelas umumnya tidak tepat. Tidak hanya membuat analisis sensitivitas menjadi tidak tepat (di mana hanya satu nilai yang diubah), tetapi juga dapat menyebabkan kesalahan berikutnya atau kegagalan memperbarui model dengan benar. Namun demikian, pengulangan tersebut cukup sering terjadi dan sering kali diabaikan. Hal ini paling sering terjadi ketika ada lembar masukan tersembunyi, label digunakan sebagai asumsi, ketika rumus campuran digunakan (berisi nilai masukan yang tertanam dalam rumus yang kemudian disalin), serta dalam model multilembar besar yang tidak terstruktur dengan baik.
- Kategori data baru telah ditambahkan ke bidang basis data, dan ini tidak tercermin dalam beberapa perhitungan bersyarat. Misalnya, negara baru telah ditambahkan ke daftar negara dalam basis data, sedangkan kueri atau perhitungan berikutnya tidak memperhitungkan hal ini.

Mengabaikan Sifat Beberapa Nilai Fungsi Excel

Khususnya ketika menggunakan fungsi tertanam (yang dapat menyamarkan keberadaan kesalahan atau nilai yang salah), ada risiko bahwa seseorang dapat mengabaikan sifat nilai yang dihasilkan beberapa fungsi Excel. Misalnya:

- Banyak fungsi keuangan (seperti PMT) mengembalikan nilai negatif. Ketika tertanam dalam pernyataan IF (misalnya untuk menerapkan hasil hanya selama masa pinjaman), seseorang dapat mengabaikan tanda default, dan secara tidak sengaja membuat rumus yang bercabang ke arah yang salah.
- Suku bunga periodik yang tidak konsisten. Jika fungsi keuangan memerlukan suku bunga sebagai input (atau pertumbuhan atau tingkat pengembalian), seseorang perlu memastikan bahwa suku bunga yang digunakan konsisten dengan ketelitian periode waktu dalam model (misalnya tahunan, triwulanan, atau bulanan). Sekali lagi, hal ini mudah diabaikan.
- Diskonto yang salah: Kesalahan yang sering terjadi saat menggunakan fungsi NPV adalah mengabaikan bahwa fungsi tersebut secara implisit mengasumsikan bahwa nilai dalam sel pertama rentang didiskontokan untuk satu periode, nilai kedua didiskontokan untuk dua periode, dan seterusnya. Ini setara dengan mengasumsikan bahwa semua arus kas terjadi pada akhir periodenya. Dengan demikian, investasi yang terjadi di awal proyek umumnya harus dikecualikan dari fungsi, dan diperlakukan secara terpisah untuk menghitung total NPV.
- Mengabaikan perilaku nilai pengembalian pernyataan logis, terutama dalam fungsi tertanam. Misalnya, ketika disematkan dalam fungsi SUMPRODUCT, pernyataan bentuk pendek seperti `=AND(E19=1, E20=1)` mungkin tidak dievaluasi seperti yang diharapkan (yaitu tidak secara langsung setara dengan 0 atau 1); lihat Bab 9 untuk contohnya.
- Penggunaan bidang teks, alih-alih numerik, sebagai nilai balik juga dapat menyebabkan pembuatan rumus yang salah, karena mengabaikan (misalnya) bahwa `"TRUE"` tidak sama dengan `=TRUE` atau `=1` (lihat Bab 9).
- Mungkin diabaikan bahwa bidang yang tampak seperti angka mungkin sebenarnya adalah teks. Sementara kesalahan dalam rumus langsung berikutnya sering kali terlihat jelas, kesalahan dalam rumus tertanam dependen atau penjumlahan bersyarat sering kali tidak begitu jelas. Manipulasi yang tepat (sering kali melibatkan fungsi teks atau tanggal, seperti yang dibahas nanti dalam teks), mungkin diperlukan.

Menggunakan Rumus yang Tidak Konsisten dalam Suatu Rentang

Penggunaan rumus yang tidak konsisten (yaitu berbeda) satu sama lain sering diamati. Misalnya, jika item dalam satu baris mewakili perkiraan berbasis waktu (seperti pendapatan, biaya, atau pengeluaran modal), seseorang mungkin menemukan bahwa di suatu tempat di sepanjang baris tersebut rumusnya berbeda dengan rumus di sel yang berdekatan di baris tersebut. Ada banyak alasan mengapa ketidakkonsistenan tersebut muncul:

- Periode waktu pertama memiliki properti yang berbeda dengan yang lain. Misalnya, anggaran pengeluaran modal untuk periode awal mungkin ingin diperlakukan sebagai tetap (karena anggaran tertentu telah disahkan oleh manajemen), sedangkan persyaratan pengeluaran jangka panjang akan bergantung pada asumsi tingkat pertumbuhan.

- Ketentuan kontraktual menyatakan bahwa suatu item (seperti harga pemasok kepada pelanggan) ditetapkan untuk periode awal, tetapi akan meningkat seiring inflasi setelah periode tersebut.
- Bila nilai diambil dari model atau prakiraan lain, nilai tersebut mungkin telah dikodekan secara permanen (ketimbang menggunakan tautan rumus atau buku kerja yang ditautkan).
- Itu adalah kesalahan sederhana. Misalnya, menekan F9 saat bekerja di Bilah Rumus mengakibatkan rumus diganti dengan nilainya.

Tentu saja, secara umum, penggunaan rumus yang tidak konsisten dalam rentang yang berdekatan merupakan praktik yang buruk:

- Kehadiran perubahan dalam rumus biasanya tidak diharapkan oleh pengguna, yang dapat menyalahgunakan atau salah menafsirkan model.
- Saat memodifikasi model, pekerjaan ekstra dibuat untuk menentukan apakah rumus yang tidak konsisten merupakan kesalahan atau merupakan bagian yang disengaja dari model.
- Rumus yang tidak konsisten cenderung ditimpa saat modifikasi dilakukan, terutama jika jalan pintas digunakan untuk menyalin rumus dengan cepat di seluruh rentang.

Kadang-kadang, rumus yang tidak konsisten seperti itu dalam suatu rentang diperlukan. Memang, sampai batas tertentu hal itu terjadi di hampir semua model, saat seseorang beralih dari rentang yang berisi masukan numerik ke rentang yang berisi rumus. Misalnya, pada Gambar 8.2 (yang merupakan pengulangan Gambar 7.10, tetapi ditampilkan di sini untuk kesederhanaan), C4 berisi asumsi masukan, D4 kosong, E4 adalah rumus yang mengambil nilai dari C4, dan rentang F4:H4 berisi rumus pertumbuhan. Jadi, rumus di Baris 4 tidak semuanya sama.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|---|---------------|-------------------|-------------------|------|-------|-------|-------|------------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | Awal (Rp. X.juta) | Pertumbuhan % p.a | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | Pendapatan | 100 | | 100 | 105.0 | 110.3 | 115.8 | =G4*(1+H5) |
| 5 | | % Pertumbuhan | | 5.0% | | 5.0% | 5.0% | 5.0% | =D5 |

Gambar 8.2 Pendekatan Pemodelan Standar Sering Menggunakan Rumus Yang Tidak Konsisten

Bila ketidakkonsistenan tersebut diperlukan, prinsip dan teknik berikut dapat digunakan untuk memaksimalkan transparansi, dan mengurangi risiko salah tafsir atau kesalahan berikutnya:

- Penggunaan format (kode warna dan batas) untuk membedakan satu jenis logika dari yang lain (misalnya rumus yang berbeda dalam rentang yang berdekatan, atau untuk menandai transisi dari angka ke rumus).
- Dokumentasi dan komentar untuk menjelaskan alasan transisi tersebut.

- Sel atau rentang dapat dilindungi untuk menghindari rumus tersebut secara tidak sengaja "dikoreksi" oleh pengguna lain (lihat nanti di bab ini).
- Pisahkan rumus ke dalam rentang (umumnya hanya dua), yang masing-masing berisi rumus yang konsisten dalam rentangnya sendiri, dengan sakelar logika yang digunakan untuk secara eksplisit memilih rumus yang akan diterapkan.

Perlu dicatat bahwa (seperti yang dibahas nanti), prosedur pemeriksaan kesalahan Excel dapat digunakan untuk menyorot rumus yang tidak konsisten. Selain itu, Rumus/Tampilkan Rumus (Ctrl+`) dapat digunakan untuk memungkinkan pemeriksaan visual rumus model, dan untuk memeriksa ketidakkonsistenan atau kesalahan.

Mengatasi Kesalahan Tak Terduga dengan IFERROR

Meskipun mudah digunakan, seseorang harus berhati-hati dalam penggunaan IFERROR. Secara umum, lebih baik mengadaptasi rumus yang seharusnya berlaku untuk kejadian tertentu dari "kesalahan yang valid". Jika seseorang mengesampingkan semua kesalahan apa pun yang muncul, seseorang dapat mengabaikan kesalahan lain yang sebenarnya harus diperbaiki. Pendekatan menggunakan pernyataan IF untuk mengelola kasus kesalahan yang diharapkan secara spesifik dapat dikatakan lebih unggul, daripada mengesampingkan semua kesalahan apa pun sifatnya.

Model yang Benar dalam Kasus Dasar tetapi Tidak Benar dalam Kasus Lain

Kesalahan yang sering terjadi adalah model menghitung dengan benar dalam kasus dasar (dan mungkin dalam sekumpulan kecil kasus lain), tetapi tidak benar dalam kasus lain. Hal ini dapat terjadi karena berbagai alasan:

- Ketika sebuah perhitungan telah ditimpa oleh angka yang dikodekan secara kaku.
- Ketika model memiliki keterbatasan struktural yang hanya tampak dalam beberapa kasus. Misalnya, ketika rentang yang diperlukan untuk fungsi pencarian melebihi rentang yang digunakan untuk membangun model (seperti model yang berisi 50 kolom, tetapi fungsi pencarian perlu menemukan nilai dalam kolom 53 ketika sekumpulan input yang tidak terduga tetapi valid digunakan).
- Ketika menggunakan perhitungan bunga yang melibatkan referensi melingkar; hal ini dapat berbeda jika suku bunga periodik yang digunakan adalah 200% atau lebih (kasus yang jarang terjadi dalam praktik, tetapi tetap terjadi dalam beberapa kasus).
- Ketika beberapa rumus menjadi tidak valid hanya ketika kombinasi tertentu dari beberapa nilai input divariasikan secara bersamaan, tetapi tidak jika hanya satu atau dua yang divariasikan.
- Di mana mekanisme pergeseran waktu mungkin telah dibangun (meskipun kasus dasar sesuai dengan pergeseran nol), dan ini mungkin gagal jika sejumlah periode model non-integer (atau negatif) dicoba digunakan untuk pergeseran.

Modifikasi yang Salah saat Bekerja dengan Model yang Buruk

Kesalahan juga dapat muncul saat perubahan dilakukan pada model yang rumit atau dibangun dengan buruk. Pada prinsipnya, ini dapat terjadi karena banyak alasan umum, serta didorong oleh banyak alasan yang disebutkan di tempat lain, seperti:

- Di mana referensi sel absolut yang berlebihan digunakan, rumus lain yang telah dibuat dengan menyalin lebih cenderung merujuk ke sel yang salah.
- Model yang menggunakan nomor kolom atau baris yang dikodekan secara keras dengan fungsi VLOOKUP atau HLOOKUP dapat menjadi salah saat kolom atau baris baru diperkenalkan (lihat Bab 25).
- Di mana rumus digunakan yang merujuk ke rentang pada beberapa lembar (lihat sebelumnya).
- Jika terdapat rumus yang tidak konsisten dalam rentang yang bersebelahan, beberapa di antaranya mungkin ditimpa secara tidak benar saat satu rumus dalam rentang tersebut diperbarui atau diperbaiki.
- Jika makro ditulis dengan buruk (misalnya menggunakan referensi sel alih-alih rentang bernama).

8.3 PENGGUNAAN RENTANG BERNAMA

Penggunaan rentang bernama merupakan topik yang memiliki berbagai pendapat di antara pemodel Excel. Beberapa menganggap bahwa penggunaan intensifnya dalam hampir semua situasi harus dianggap sebagai praktik terbaik, sedangkan yang lain cenderung percaya bahwa rentang tersebut pada dasarnya harus dihindari.

Wajar untuk mengatakan bahwa peningkatan kemampuan untuk mengelola rentang bernama sejak Excel 2007 dan seterusnya memudahkan penggunaannya dan mengurangi beberapa potensi kerugiannya dibandingkan dengan versi Excel sebelumnya. Penulis percaya bahwa rentang bernama harus digunakan hanya secara selektif dan dalam konteks tertentu. Menurutnya, penggunaannya sebagai pendekatan pemodelan default tidak tepat dalam sebagian besar situasi pemodelan Excel.

Mekanika dan Implementasi

Hal-hal berikut tentang mekanika penggunaan nama perlu diperhatikan:

- Nama dapat dimasukkan, diedit, dan dihapus menggunakan Formula/Pengelola Nama atau Ctrl+F3.
- Rentang bernama dapat memiliki cakupan yang berupa lembar kerja atau buku kerja. Cakupan nama adalah wilayah buku kerja yang tidak memerlukan kualifikasi untuk menggunakannya. Secara umum, nama yang diperlukan dalam perhitungan pada lebih dari satu lembar kerja harus memiliki cakupan buku kerja (jika nama yang dicakup lembar kerja diperlukan di lembar kerja lain, nama tersebut perlu dirujuk dengan nama lembar kerja sebagai kualifikasi, misalnya Sheet1!RangeName).
- Jika Kotak Nama digunakan untuk mengimplementasikan nama dan bukan Formula/Pengelola Nama, cakupannya secara otomatis adalah seluruh buku kerja. Meskipun ini adalah prosedur yang cepat, prosedur ini sebaiknya dihindari karena penting untuk menentukan cakupan dengan benar, dan penggunaan Pengelola Rumus>Nama mengingatkan kita untuk mempertimbangkan hal ini secara lebih eksplisit. Selain itu, penggunaan Kotak Nama untuk mengubah nama (mengganti nama rentang yang sama) umumnya tidak disarankan karena akan mengakibatkan nama asli

tetap dipertahankan.

- Daftar nama yang cakupannya adalah buku kerja atau lembar kerja saat ini dapat ditempel ke Excel dengan menggunakan F3 dan memilih Tempel Daftar (atau Gunakan dalam Rumus/Tempel Nama). Teknik semacam itu dapat berguna saat:
- Membuat kode VBA yang merujuk ke nama-nama ini (sehingga nama-nama tersebut dapat disalin dan dieja dengan benar ke dalam pernyataan Rentang("NamaIni") di VBA misalnya).
- Mengaudit dan mendokumentasikan model.
- Mencari tautan ke buku kerja lain.
- Saat mencoba mencari tahu apakah suatu rentang telah diberi beberapa nama, daftar yang ditempel dapat diurutkan menggunakan lokasi nama sebagai kunci (sehingga nama dengan lokasi yang sama akan ditampilkan berdampingan, dan daftar yang diurutkan dapat diperiksa apakah elemen yang berurutan merujuk ke rentang yang sama).
- Saat membuat rumus di Bilah Rumus (setelah mengetik =), tombol F3 (atau Rumus/Gunakan dalam Rumus) dapat digunakan untuk melihat daftar nama yang dapat disisipkan. Nama yang ditampilkan adalah nama yang cakupannya adalah lembar kerja saat ini atau buku kerja, tetapi bukan lembar kerja lainnya (hal yang sama berlaku untuk daftar nama yang terlihat saat menggunakan Kotak Nama turun bawah).
- Penggunaan SPASI antara nama kolom dan rentang baris akan mengembalikan nilai sel tempat rentang ini berpotongan (atau kesalahan #NULL! jika rentang tidak berpotongan).
- Jika nama telah ditetapkan setelah rumus yang seharusnya menggunakannya telah dibuat, nama dapat diterapkan dengan membangun ulang rumus menggunakan Rumus/Tentukan Nama/Terapkan Nama.

Kerugian Menggunakan Rentang Bernama

Potensi kerugian menggunakan rentang bernama berkisar pada fakta bahwa penggunaannya dapat menghasilkan model yang kurang fleksibel dan lebih kompleks, serta kesalahan dapat muncul saat rentang multisel digunakan dalam rumus. Mengenai keterbatasan fleksibilitas untuk memindahkan item atau mengubah rumus:

- Rumus yang dibuat dengan menggunakan rentang multisel dapat menimbulkan kesalahan yang tidak disengaja jika rumus, atau rentang bernama yang mendasarinya, dipindahkan dengan cara yang tidak sejajar dengan benar.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|---|---|--------|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|---|---------------------|
| 1 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | Rev1 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | | | | | Rev1TEST |
| 3 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | Cost1 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | | | | | Cost1TEST |
| 5 | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | Profit | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | | | | | =Rev1TEST-Cost1TEST |
| 7 | | | | | | | | | | | | |

Gambar 8.3 Rentang Bernama Multisel Yang Digunakan Untuk Membuat Rumus

Gambar 8.3 memperlihatkan contoh yang dibuat dengan menggunakan rumus yang digerakkan oleh dua rentang bernama multisel, dan Gambar 8.4 memperlihatkan efek pemindahan rumus ini (menggunakan potong dan tempel) sebanyak dua kolom.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---|---|-------|-----|-----|--------|-----|-----|---------|---------|---------|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | Rev2 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | Cost2 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | | | |
| 5 | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | Profit | 50 | 60 | #VALUE! | #VALUE! | #VALUE! |
| 7 | | | | | | | | | | |

Gambar 8.4 Kesalahan Yang Muncul Saat Rumus Menggunakan Rentang Bernama Multisel Dipindahkan

Perhatikan bahwa perilaku rumus tersebut sedemikian rupa sehingga kesalahan yang tidak disengaja dapat terjadi:

- Terutama dalam model multi-lembar kerja, di mana sumbu waktu yang digunakan pada satu lembar kerja mungkin tidak terlihat jelas pada lembar kerja lain, nilai yang ditampilkan di bagian awal rentang laba mungkin bukan nilai yang sesuai dengan periode waktu yang benar untuk satu atau beberapa rentang yang disebutkan.
- Dalam model besar dengan banyak kolom, kolom #VALUE! mungkin terabaikan.
- Saat menentukan rentang untuk beberapa nama multi-sel (seperti C5:Z5 untuk satu dan C8:Z8 untuk yang lain), biasanya lebih baik untuk memiliki definisi baris atau kolom yang konsisten (misalnya keduanya dimulai di Kolom C dan berakhir di Z, daripada satu dimulai di C dan yang lain di B). Namun, hal ini masih dapat menimbulkan kebingungan dalam beberapa aplikasi pemodelan. Misalnya, saat bekerja dengan model laporan keuangan, item pada Neraca umumnya akan memiliki saldo awal yang diambil sebagai jumlah bawaan dari nilai akhir periode sebelumnya, sedangkan item pada Laporan Laba Rugi atau Laporan Arus Kas tidak akan memiliki item tersebut. Dengan demikian, rentang yang diberi nama untuk item Neraca dapat dimulai satu sel lebih awal daripada rentang untuk item Laporan Laba Rugi dan Arus Kas. Atau, jika rentang ditetapkan memiliki ukuran yang sama, maka rumus tidak akan konsisten di seluruh rentang, karena untuk item Neraca, rumus pertama dalam rentang akan melibatkan referensi sel, dan yang lainnya akan menggunakan rentang yang diberi nama.
- Seseorang mungkin ingin memindahkan item (termasuk memindahkan beberapa item ke lembar kerja baru) untuk mengoptimalkan tata letak dan struktur, suatu proses yang terhambat oleh rentang multisel. Seseorang mungkin harus membuat nama baru untuk setiap bagian, menghapus nama lama, dan menyusun ulang rumus. Terutama saat membangun model dari awal, atau saat mengadaptasi model yang ada ke situasi baru, ini dapat menjadi batasan dan beban yang berat.

- Setelah cakupan (baik buku kerja atau lembar kerja) nama awalnya ditetapkan, nama tersebut tidak dapat diubah dengan mudah. Menghapus nama yang digunakan dalam rumus akan mengakibatkan kesalahan, dan berpotensi memerlukan pekerjaan penyusunan ulang yang signifikan. Teknik Temukan/Ganti dapat digunakan untuk mengatasi beberapa keterbatasan ini (misalnya membuat nama serupa baru dengan cakupan yang benar, lalu memodifikasi rumus yang menggunakan nama asli, sebelum menghapus nama tersebut).

Mengenai potensi kesalahan yang muncul secara tidak sengaja jika nama digunakan dalam rumus, hal ini disebabkan oleh kompleksitas penerapannya secara umum, yang tidak selalu dipahami secara menyeluruh atau luas. Dalam gambar 8.5 menyoroti potensi hasil yang tidak diharapkan yang mungkin muncul saat rentang bernama multisel digunakan dalam rumus.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | Dates | | | | | |
| 3 | Functions | Test Date | 01/01/2017 | 01/01/2018 | 01/01/2019 | 01/01/2020 | 01/01/2021 | 01/01/2022 | |
| 4 | =IF(\$C4<=Dates,1,0) | 09/06/2020 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 5 | =IF(\$C5<=+Dates,1,0) | 09/06/2020 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 6 | =IF(\$C6<=Dates,Dates,\$C6) | 09/06/2020 | 09/06/2020 | 09/06/2020 | 09/06/2020 | 09/06/2020 | 01/01/2021 | 01/01/2022 | |
| 7 | =IF(\$C7<=+Dates,Dates,\$C7) | 09/06/2020 | 09/06/2020 | 09/06/2020 | 09/06/2020 | 09/06/2020 | 01/01/2021 | 01/01/2022 | |
| 8 | =MAX(\$C8,Dates) | 09/06/2020 | 01/01/2022 | 01/01/2022 | 01/01/2022 | 01/01/2022 | 01/01/2022 | 01/01/2022 | |
| 9 | =MAX(\$C9,+Dates) | 09/06/2020 | 09/06/2020 | 09/06/2020 | 09/06/2020 | 09/06/2020 | 01/01/2021 | 01/01/2022 | |

Gambar 8.5 Merujuk Ke Rentang Penuh Atau Nilai Individual Dalam Rentang Bernama Multisel

Gambar 8.5 memperlihatkan klip layar berkas tempat rentang D3:I3 (sumbu waktu model) diberi nama Tanggal. Perhatikan hal berikut:

- Baris 4 dan Baris 5 masing-masing berisi pernyataan IF untuk mengembalikan indikator bendera (1, jika tanggal sumbu waktu model setelah tanggal tertentu yang diuji di Kolom C, dan 0 jika tidak). Perhatikan bahwa keberadaan tanda + dalam rumus di Baris 5 tidak memengaruhi hasil.
- Baris 6 dan Baris 7 menerapkan pengujian serupa, tetapi mengembalikan (bukan 1) tanggal sumbu waktu model jika lebih besar dari tanggal pengujian, dan jika tidak (bukan 0) mengembalikan tanggal tertentu yang diuji. Perhatikan bahwa ini setara dengan menghitung nilai maksimum data yang diuji dan tanggal sumbu waktu model. Sekali lagi, keberadaan tanda + di Baris 7 tidak memengaruhi hasil.
- Baris 8 dan Baris 9 menunjukkan hasil penggunaan fungsi MAX sebagai ganti pernyataan IF. Karena perhitungan di Baris 6 dan 7 juga menghitung nilai maksimum, orang dapat mengharapkan hasilnya sama. Namun, Baris 8 menunjukkan bahwa nilai yang dikembalikan di seluruh rentang adalah nilai tunggal yang sesuai dengan nilai maksimum data yang diuji dan set lengkap tanggal dalam rentang bernama, sedangkan

di Baris 9 (karena simbol +), perhitungan mengembalikan nilai yang khusus untuk sel individual.

Pada Gambar 8.6, kami menunjukkan hasil penggunaan fungsi MAX yang diterapkan pada bidang Tanggal dalam contoh yang sama, serta fungsi SUM saat diterapkan pada rentang bernama Nilai (D16:I16).

| | | | | | | | |
|----|---------------|------------|------------|-----|-----|-----|-----|
| 10 | =MAX(Dates) | | 01/01/2022 | | | | |
| 11 | =MAX(+Dates) | | 01/01/2017 | | | | |
| 12 | =MAX(Dates) | 01/01/2022 | | | | | |
| 13 | =MAX(+Dates) | #VALUE! | | | | | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | | Values | | | | |
| 16 | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 17 | =SUM(Values) | | 600 | | | | |
| 18 | =SUM(+Values) | | 100 | | | | |
| 19 | =SUM(Values) | 600 | | | | | |
| 20 | =SUM(+Values) | #VALUE! | | | | | |

Gambar 8.6 kemungkinan penerapan fungsi max dan sum pada rentang multisel

Pada Gambar 8.7, kami menunjukkan penggunaan fungsi NPV dalam konteks yang sama, yang selanjutnya menyoroiti bahwa potensi kesalahan mungkin muncul. Singkatnya, perilaku seperti itu mungkin tidak diharapkan oleh banyak pemodel atau pengguna, sehingga kesalahan dapat terjadi secara tidak sengaja, terutama saat digunakan dalam model yang lebih besar dengan jalur perhitungan yang lebih panjang.

| | A | B | C | D | E | F |
|---|---|--------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|------------|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | Explicit Steps | | | |
| 3 | | | | 1 | 2 | 3 |
| 4 | | Co./subject | SEARCH for "(" | MID=No. Days as Text | VALUE of No. Days | |
| 5 | | CustA (1 Day) | | 7 1 | | 1 |
| 6 | | | =SEARCH("(",B5,1) | =MID(B5,D5+1,1) | | =VALUE(E5) |

Gambar 8.7 Kemungkinan Penerapan Fungsi Npv Pada Rentang Multisel

Kerugian potensial lebih lanjut dari penggunaan rentang bernama meliputi:

- Penggunaannya tidak mendorong proses untuk memastikan alur logika yang jelas. Saat menggunakan referensi sel, pada dasarnya seseorang diberi tahu secara eksplisit tentang lokasi sel yang digunakan dalam rumus (seperti apakah sel tersebut berada di atas, di bawah, atau di sebelah kanan sel saat ini, atau di lembar lain). Namun, saat membuat rumus (seperti Laba=Pendapatan-Biaya, yang dibuat dengan menggunakan tombol F3 atau dengan mengetik langsung nama yang telah ditentukan sebelumnya), seseorang tidak diberi tahu secara eksplisit tentang lokasi rentang bernama. Dengan demikian, lebih sulit untuk mengidentifikasi dan mengoreksi potensi masalah aliran (misalnya tidak menghormati prinsip aliran atas-ke-bawah dan kiri-ke-kanan, dengan

koneksi minimal di seluruh lembar kerja, dsb.) Tentu saja, meskipun penggunaan rentang bernama tidak mencegah terciptanya aliran logis yang jelas, masalahnya adalah perhatian pemodel tidak tertuju pada hal ini. Dalam praktiknya, aliran model yang dibangun dengan cara ini sering kali sangat terganggu, dan sulit diaudit.

- Penggunaannya sebagai pendekatan pemodelan default sering kali menghasilkan banyak nama yang tidak didefinisikan dan terstruktur dengan baik, yang pada dasarnya meniadakan potensi manfaat transparansi. Dalam beberapa kasus, struktur nama yang tepat dapat ditentukan sejak awal, dengan menggunakan konvensi penamaan sistematis (misalnya menggunakan nama Price.BU1.2016.US\$ daripada hanya Price). Namun, proses pemodelan sering kali bersifat eksploratif dan tidak sepenuhnya dapat didefinisikan sejak awal, sehingga kesalahan dapat muncul dalam beberapa cara, termasuk:
 - Saat memperkenalkan serangkaian nama baru yang lebih terstruktur atau memiliki cakupan yang sesuai (seperti Price.BU1.2016.US\$ alih-alih Price), rumus yang perlu menggunakan nama tersebut akan memerlukan adaptasi atau penyusunan ulang, yang dapat merepotkan, memakan waktu, dan rawan kesalahan.
 - Jika rentang yang berisi rumus diberi nama yang awalnya sesuai dengan rumus yang digunakan, tetapi perhitungannya kemudian dimodifikasi (seperti rumus asli ditimpa oleh rumus baru yang juga menyertakan referensi ke nilai tukar mata uang), maka nama asli tidak lagi sesuai. Hal ini dapat membuat rumus yang tidak jelas atau salah, atau (jika nama baru diperkenalkan untuk rentang yang sama) mengakibatkan nama duplikat untuk rentang yang sama (yang dapat menyebabkan kesalahan yang tidak disengaja).
 - Meskipun praktik yang baik menyarankan agar nama-nama yang berulang dihapus, sering kali hal ini tidak dilakukan, sehingga rumus apa pun yang secara tidak sengaja merujuk ke nama-nama lama mungkin tampak benar (misalnya menghasilkan nilai yang wajar, bukan kesalahan atau pesan #REF!), tetapi sebenarnya merujuk ke rentang yang salah.
 - Banyak pemodel atau klien model tidak familier dengan penggunaannya, sehingga mungkin merasa sulit untuk memahami model tersebut.

Dengan demikian, penggunaan rentang bernama dapat mengurangi fleksibilitas, menciptakan kompleksitas, dan berpotensi menimbulkan kesalahan yang tidak disengaja, terutama jika model akan dikembangkan dari waktu ke waktu, atau mungkin perlu disesuaikan untuk penggunaan lain, atau jika ada komponen eksploratif dalam proses tersebut (sehingga pemodelan bukan sekadar penerapan algoritme yang ditentukan atau rumus yang diketahui).

Keuntungan dan Penggunaan Utama Rentang Bernama

Tentu saja ada beberapa alasan penting untuk menggunakan rentang bernama:

- Untuk mengaktifkan navigasi model yang cepat (menggunakan pintasan F5, untuk Beranda/Temukan dan Pilih/Buka, atau Kotak Nama drop-down).
- Saat menulis kode VBA agar kuat (seperti yang dibahas di Bagian VI).

- Untuk meningkatkan transparansi rumus, dengan menggunakan nama yang bermakna yang menggambarkan variabel dalam perhitungan daripada menggunakan referensi sel, terutama saat menggunakan rumus atau algoritme standar, sehingga tidak ada bagian eksplorasi dalam proses pemodelan, ini masuk akal. Misalnya, masuk akal saat menerapkan rumus Black Scholes untuk penilaian opsi Eropa, karena semua masukan diketahui dan langkah-langkah perhitungan didefinisikan secara tepat. Dalam kasus seperti itu, nama dapat didefinisikan dengan tepat sebelum perhitungan diterapkan, dan ini dapat dilakukan dengan cara yang jelas, terstruktur dengan baik, dan tidak perlu diubah.
- Untuk membuat beberapa rumus yang semuanya merujuk ke rentang yang sama, sehingga rentang tersebut dapat diperluas atau diperkecil ukurannya tanpa harus mengubah rumus (misalnya dengan hanya mengubah definisi rentang satu kali), seperti SUM(DataSet), AVERAGE(DataSet), dan seterusnya.
- Untuk membuat rentang dinamis atau fleksibel yang menyesuaikan secara otomatis saat data ditambahkan atau dihapus ke set data yang ada. Ini juga dapat berguna saat beberapa rumus atau bagan menggunakan rentang yang sama sebagai input; pembuatan rentang dinamis akan menghindari keharusan memperbarui definisi rentang saat data ditambahkan. Salah satu cara untuk melakukannya adalah dengan menggunakan fungsi OFFSET atau INDIRECT dalam area "Refers To" saat menentukan nama (lihat Bab 25 untuk contoh dalam konteks daftar drop-down berjenjang). Perhatikan bahwa nama tersebut tidak akan ditampilkan pada Kotak Nama drop-down, tidak seperti saat menggunakan Pengelola Nama. Dalam banyak kasus praktis, cara yang lebih mudah dan lebih ampuh adalah dengan menggunakan Tabel Excel (lihat Bab 26).
- Untuk mengaktifkan pencetakan cepat area-area penting. Seseorang dapat menggunakan Kotak Nama untuk memilih satu rentang bernama, atau beberapa rentang (dengan menahan tombol Ctrl), lalu menggunakan perintah Set Print Area (pada tab Tata Letak Halaman); jika melakukan ini beberapa kali, seseorang biasanya ingin menggunakan Clear Print Area sebelum menentukan kumpulan rentang bernama yang akan dicetak.

8.4 PENDEKATAN RUMUS UNTUK UJI DAN PENGELOLAAN KESALAHAN

Bagian ini membahas beberapa pendekatan penting untuk membangun dan menguji rumus yang tangguh, serta untuk mendeteksi, dan mengoreksi atau mengelola, kesalahan. Beberapa prinsip penting yang dibahas meliputi:

- Membangun rumus yang menunjukkan setiap langkah logis secara terpisah, dengan rumus gabungan yang hanya digunakan dengan hemat dan dalam keadaan tertentu.
- Menguji setiap rumus sebagaimana rumus tersebut dibangun, daripada hanya melakukan pemeriksaan menyeluruh yang lebih umum pada model yang telah selesai; jika seseorang hanya menguji model yang sudah lengkap, tidak hanya jumlah kombinasi item yang akan diuji akan sangat banyak, tetapi juga kemungkinan besar

model tersebut tidak akan dibangun dengan cara yang paling tepat untuk memulai.

- Menguji rumus pada berbagai nilai masukan individual: kasus dasar, variasi dari kasus dasar, nilai ekstrem (besar atau kecil), dan pengaruh perubahan pada beberapa masukan secara bersamaan.
- Membangun pemeriksaan kesalahan ke dalam model, serta menggunakan prosedur penanganan kesalahan dengan tepat dan tidak berlebihan.
- Memperbaiki rumus atau struktur model sebagaimana mestinya: selain perbaikan kesalahan dasar, hal ini dapat melibatkan perluasan ukuran rentang, pengenalan prosedur penanganan kesalahan, atau pembatasan nilai masukan yang diizinkan, atau perlindungan model (atau rentang di dalamnya) sehingga rumus tidak dapat diubah.
- Mendokumentasikan segala batasan terhadap validitas nilai masukan atau kombinasi, serta batasan struktural model. Misalnya, suatu model terkadang dapat mengembalikan nilai kesalahan yang secara inheren terkait dengan asumsi struktural (seperti penggunaan hanya sejumlah periode prakiraan yang terbatas, atau rumus yang hanya berlaku dalam jangka waktu tertentu). Dalam kasus seperti itu, kesalahan tersebut mungkin tidak dapat diperbaiki, tetapi harus didokumentasikan secara eksplisit (dan mungkin ditangani).

Memeriksa Perilaku dan Mendeteksi Kesalahan Menggunakan Pengujian Sensitivitas

Ingatlah bahwa tema utama buku ini adalah bahwa teknik yang terkait dengan sensitivitas harus digunakan di semua tahap proses pemodelan. Dalam Bab 4, kami membahas penggunaannya pada tahap desain model untuk mengidentifikasi persyaratan untuk analisis sensitivitas dan fleksibilitas model. Pada tahap pembuatan model, ada beberapa peran potensial:

- Untuk membantu membuat logika yang benar dalam rumus yang kompleks. Misalnya, jika fungsi tertanam, fungsi pencarian, atau logika kondisional digunakan, mengujinya dalam berbagai skenario akan membantu memastikan ketahanannya.
- Untuk mengadaptasi rumus sebagaimana diperlukan saat batasan model struktural tercapai. Misalnya, seseorang mungkin melihat bahwa dengan beberapa kombinasi input, fungsi pencarian dapat mengembalikan #N/A, seperti saat nilai yang cocok tidak ditemukan dalam rentang pencarian. Dalam kasus seperti itu, model mungkin perlu diperluas untuk menyertakan lebih banyak baris dan kolom, atau beberapa bentuk fungsi penanganan kesalahan mungkin perlu dibangun, atau jika tidak, batasan struktural pada model harus dicatat dengan jelas dalam dokumentasinya.
- Untuk memeriksa kesalahan atau mengubah model dengan tepat. Misalnya, saat pemeriksaan kesalahan dibangun ke dalam model (seperti rumus yang harus selalu bernilai nol), nilainya harus diuji di berbagai skenario: ini akan membantu memastikan bahwa perhitungan masih benar saat input divariasikan, bukan hanya saat nilai kasus dasar digunakan.

Perlu dicatat bahwa pada tahap pembuatan model, sifat analisis sensitivitas yang dilakukan umumnya tidak perlu diformalkan secara berlebihan; perubahan sederhana nilai input dan

kombinasinya dengan metode manual biasanya cukup untuk mendeteksi sebagian besar potensi kesalahan. Perhatikan bahwa:

- Secara umum, rumus harus diuji dalam berbagai nilai masukan. Minimalnya, rumus harus valid di seluruh rentang nilai yang akan diterapkan saat analisis sensitivitas digunakan pada model yang telah selesai. Secara umum, nilai positif, negatif, dan ekstrem harus diuji. Misalnya, sangat mengejutkan betapa seringnya rumus dibuat untuk menghitung beban pajak, tetapi rumus tersebut hanya valid saat pendapatan kena pajak positif, dan tidak diuji untuk kasus saat kerugian terjadi.
- Rumus yang melibatkan pernyataan bersyarat harus diuji dengan cara yang menghasilkan semua kemungkinan kondisi yang terjadi.
- Seseorang harus secara eksplisit mencoba menemukan kondisi di mana rumus akan rusak atau tidak valid, dan menyesuaikan model sesuai dengan itu. Misalnya, beberapa rumus yang sering digunakan untuk menghitung nilai anuitas total dari serangkaian arus kas yang didiskontokan mungkin tidak berfungsi setiap kali tingkat pertumbuhan sama dengan biaya modal, bahkan jika ada rumus alternatif yang mungkin masih valid dalam banyak kasus (seperti saat rangkaian arus kas terbatas).
- Ketahanan rumus saat kombinasi nilai masukan diubah juga harus diuji. Karena jumlah kombinasinya besar, akan lebih baik jika mencoba mempertimbangkan kasus-kasus yang kombinasinya mungkin tidak valid (daripada menemukannya dengan coba-coba). Kita harus mempertimbangkan secara khusus apakah mungkin ada ketergantungan implisit antara masukan yang tidak tertangkap dalam model. Misalnya, mungkin ada dua tanggal masukan, satu untuk dimulainya pembangunan fasilitas manufaktur dan yang lainnya untuk dimulainya produksi di fasilitas tersebut. Meskipun pengguna yang bijaksana tidak akan dengan sengaja memasukkan tanggal terakhir sebelum tanggal pertama, kemungkinan seperti itu dapat muncul jika analisis sensitivitas diotomatisasi. Jadi, kita mungkin harus mengadaptasi rumus sehingga tanggal mulai produksi dihitung sebagai tanggal mulai pembangunan ditambah periode waktu tambahan (yang dibatasi pada nilai positif). Perhatikan juga bahwa pemeriksaan yang benar-benar tangguh adalah dengan menggunakan simulasi untuk menghasilkan banyak kombinasi masukan, dan, saat melakukannya, melacak nilai item kunci (termasuk kalkulasi pemeriksaan kesalahan, yang seharusnya menghasilkan serangkaian nilai nol dalam semua kasus).
- Jika seseorang ingin memvalidasi rumus dengan melihat efek perubahan masukan pada beberapa kalkulasi yang terkait dengannya, seseorang dapat menggunakan Rumus/Jendela Pantau. Alternatifnya adalah membuat satu area ringkasan yang merujuk pada keluaran kalkulasi individual. Namun, pendekatan seperti itu lebih rumit dalam model yang lebih besar dan terutama dalam kasus di mana identitas kalkulasi yang mungkin ingin dipantau mungkin perlu diubah.

Menggunakan Langkah Logika Individual

Rumus gabungan (atau tertanam) sulit diuji, karena parameter masukan tidak akan

berupa angka atau rentang tetap yang dapat dipilih oleh pembuat atau penguji model, tetapi akan bergantung pada hasil kalkulasi lainnya. Rumus semacam itu menjadi lebih rumit untuk dinilai jika melibatkan penggunaan fungsi pencarian dan/atau referensi ke lembar kerja lain (serta jika rentang yang dirujuk juga membuat jalur audit diagonal dan/atau multi-lembar). Misalnya, seseorang harus menghindari rumus di Sheet1 seperti:

$$IF(SUM(Sheet2!C5:C11) >...$$

Faktanya, bahkan tanpa referensi lintas lembar kerja, rumus gabungan sulit untuk diuji. Misalnya, untuk menilai apakah perhitungan dalam rumus sudah benar:

$$IF(SUM(G3:G19) > SUM(H3:H19), A5, B5)$$

seseorang harus memeriksa, menjumlahkan, dan membandingkan (pada dasarnya menggunakan aritmatika mental) nilai-nilai dalam setiap rentang (G3:G19, H3:H19). Di sisi lain, jika kedua fungsi SUM ditempatkan secara eksplisit dalam sel-sel terpisah (misalnya G20 dan H20), maka rumusnya menjadi:

$$IF(G20 > H20, A5, B5)$$

maka akan jauh lebih mudah untuk melihat apakah rumus tersebut mengevaluasi seperti yang diharapkan, karena penjumlahan sementara dalam sel G20 dan H20 ditampilkan secara eksplisit (dan tidak memerlukan aritmatika mental atau rumus perbandingan tambahan untuk dibuat). Jadi, pada prinsipnya, beberapa tingkat penyematan harus dihindari, karena sangat sering sulit untuk menilai keakuratan, dan menguji, rumus tersebut. Dengan kata lain, pada prinsipnya, setiap rumus harus menggunakan hanya satu tahap logika. Di sisi lain, ada beberapa kelemahan dalam menggunakan hanya logika satu tahap:

- Model dapat menjadi besar secara visual.
- Beberapa proses logika multi-tahap dapat mudah dipahami, baik karena logikanya tidak terlalu rumit atau karena mewakili pendekatan yang cukup standar, yang akan dikenal oleh banyak pemodel dan pengguna. Oleh karena itu, penggunaan rumus tertanam secara selektif dapat masuk akal dalam beberapa keadaan, termasuk:
- Menggunakan MATCH dalam fungsi INDEX untuk mengganti VLOOKUP (lihat Bab 25; seperti yang dibahas di sana, fungsi MATCH harus disimpan dalam sel terpisah ketika hasilnya perlu digunakan beberapa kali).
- Menanamkan SEARCH dalam fungsi TEXT untuk mengekstrak string tertentu secara langsung. Ini mungkin dapat diterima ketika ada satu penanaman, sedangkan jika identitas elemen yang dicari dalam fungsi SEARCH juga perlu ditetapkan sebagai hasil dari fungsi lain (sehingga akan ada tiga langkah logis), prosesnya secara umum harus dipisah (lihat Bab 24 untuk deskripsi fungsi Text).
- Rumus seperti =VALUE(MID(B3,SEARCH("(",B3,1)+1,1)) juga dapat dianggap sebagai

dua langkah logis, karena keberadaan fungsi VALUE tidak akan secara material menghalangi transparansi, karena fungsi ini mengembalikan angka dari bidang teks yang setara tanpa manipulasi atau kalkulasi tambahan apa pun.

Seseorang sebaiknya menghindari penggunaan lebih dari dua langkah logis yang disematkan. Dalam beberapa kasus, akan lebih kuat, fleksibel, dan transparan untuk mengganti kalkulasi dengan fungsi yang ditentukan pengguna (lihat Bagian VI), terutama jika struktur tabel Excel yang besar berisi banyak rumus yang disalin (atau kalkulasi antara) yang nilainya tidak menarik secara eksplisit, dan juga jika referensi sel digunakan beberapa kali dalam satu rumus (seperti untuk Sel B3 dalam contoh di atas).

8.5 MEMBANGUN DAN MEMISAHKAN RUMUS GABUNGAN

Berdasarkan pembahasan di atas, dalam praktiknya akan ada kasus-kasus yang masuk akal untuk membangun rumus yang disematkan, dan kasus-kasus lain yang masuk akal untuk membagi rumus menjadi komponen-komponen individualnya. Untuk membuat rumus tertanam yang kuat (dalam kasus yang masuk akal), biasanya paling efektif untuk membuat dan menguji setiap langkah logis secara terpisah dan, dengan menyalin dari Bilah Rumus, menggabungkannya menjadi satu rumus (yang dapat disalin ke beberapa panggilan dalam satu rentang).

Prosedur di mana seseorang menyalin dari Bilah Rumus akan memastikan bahwa referensi sel tetap benar, yang umumnya tidak akan terjadi jika operasi salin-tempel sel sederhana digunakan. Gambar 8.8 menunjukkan kasus (dengan contoh serupa yang dibahas dalam Bab 24), di mana serangkaian fungsi Teks digunakan untuk mengisolasi nilai numerik yang terdapat dalam Sel B5 (yaitu angka 1).

| | A | B | C | D | E | F |
|---|---|--------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | Explicit Steps | | | |
| 3 | | | | 1 | 2 | 3 |
| 4 | | Co./subject | | SEARCH for "(" | MID=No. Days as Text | VALUE of No. Days |
| 5 | | CustA (1 Day) | | 7 1 | | 1 |
| 6 | | | | =SEARCH("(",B5,1) | =MID(B5,D5+1,1) | =VALUE(E5) |

Gambar 8.8 Urutan Fungsi Teks Ditampilkan Sebagai Langkah Terpisah

Langkah-langkah logika ini harus diuji terlebih dahulu, sehingga berfungsi di seluruh rentang format input yang dapat ditempatkan di Sel B5, atau yang akan ada dalam set data yang lebih besar tempat serangkaian tersebut akan diterapkan.

Setelah ini dilakukan, rumus dapat digabungkan menjadi satu rumus. Cara yang ampuh untuk melakukan ini adalah dengan bekerja dari hasil akhir (mis. Sel F5, yang berisi rumus =VALUE(E5)) dan mengganti referensi sel di dalamnya dengan rumus(e) yang ada di sel tersebut; dengan demikian, di dalam Sel F5, referensi ke Sel E5 akan diganti dengan rumus =MID(B5,D5+1,1).

Gambar 8.9 menunjukkan bagaimana ini dapat dilakukan dengan menyalin rumus dari Bilah Rumus (seseorang tidak boleh menyalin tanda =; setelah memilih bagian yang akan disalin dan menggunakan Ctrl+C, seseorang dapat keluar dari Bilah Rumus dengan menggunakan tombol X (Batal)).

| E | | F | |
|----------------------|---|-------------------|---|
| | | | |
| | 2 | | 3 |
| MID=No. Days as Text | | VALUE of No. Days | |
| =MID(B5,D5+1,1) | | | 1 |

Gambar 8.9 Urutan Fungsi Teks Yang Ditampilkan Sebagai Langkah-Langkah Terpisah

Hasil dari proses ini adalah Sel F5 akan berisi =VALUE(MID(B5,D5+1,1)). Langkah selanjutnya adalah mengganti referensi sel baru dengan rumus yang sesuai dengan cara yang sama (mis. mengganti D5 dengan rumusnya), yang menghasilkan rumus akhir yang hanya bergantung pada input (Sel B5).

Faktanya, untuk melakukan hal ini dengan paling kuat, seseorang harus mempertahankan rumus asli sementara rumus yang dimodifikasi dibuat menjadi salinannya. Gambar 8.10 menunjukkan bagaimana proses tersebut akan dilakukan dengan sebaik-baiknya, di mana pengulangan sederhana rumus akhir dari setiap langkah digunakan (di sel H5) sebagai dasar untuk memulai proses substitusi.

| D | E | F | G | H | I | J |
|-------------------|----------------------|-------------------|--|------------------------|--------------------------------------|---|
| Explicit Steps | | | Building the Compound Formula in Reverse Steps | | | |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| SEARCH for "(" | MID=No. Days as Text | VALUE of No. Days | | | | |
| 7 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| =SEARCH("(";B5,1) | =MID(B5,D5+1,1) | =VALUE(E5) | =VALUE(E5) | =VALUE(MID(B5,D5+1,1)) | =VALUE(MID(B5,SEARCH("(";B5,1)+1,1)) | |

Gambar 8.10 Proses Substitusi Menggunakan Sel Awal Yang Berulang

Tentu saja, setelah proses selesai, seseorang harus memeriksa apakah rumus gabungan menghasilkan hasil yang sama dengan setiap langkah (menggunakan berbagai macam nilai masukan yang memungkinkan), dan setelah ini selesai, perhitungan antara masing-masing dapat dihapus. Gambar 8.11 menunjukkan bagaimana rumus akhir dapat digunakan pada kumpulan data yang lebih besar.

| | A | B | C | D |
|----|---|--------------------|-----------------|--|
| 1 | | | | |
| 2 | | Co./subject | No. Days | |
| 3 | | CustA (1 Day) | | 1 =VALUE(MID(B3,SEARCH("(",B3,1)+1,1)) |
| 4 | | CustomerB (2 Day) | | 2 =VALUE(MID(B4,SEARCH("(",B4,1)+1,1)) |
| 5 | | CustC (1 Day) | | 1 =VALUE(MID(B5,SEARCH("(",B5,1)+1,1)) |
| 6 | | CustoD (2 Days) | | 2 =VALUE(MID(B6,SEARCH("(",B6,1)+1,1)) |
| 7 | | CustB (2 Days) | | 2 =VALUE(MID(B7,SEARCH("(",B7,1)+1,1)) |
| 8 | | CustomerB (2 Days) | | 2 =VALUE(MID(B8,SEARCH("(",B8,1)+1,1)) |
| 9 | | CustomerE (2 Days) | | 2 =VALUE(MID(B9,SEARCH("(",B9,1)+1,1)) |
| 10 | | CustF (2 Days) | | 2 =VALUE(MID(B10,SEARCH("(",B10,1)+1,1)) |
| 11 | | CustA (2 Days) | | 2 =VALUE(MID(B11,SEARCH("(",B11,1)+1,1)) |
| 12 | | CustomG (2 Days) | | 2 =VALUE(MID(B12,SEARCH("(",B12,1)+1,1)) |
| 13 | | CustA (1 Days) | | 1 =VALUE(MID(B13,SEARCH("(",B13,1)+1,1)) |
| 14 | | CustA (2 Days) | | 2 =VALUE(MID(B14,SEARCH("(",B14,1)+1,1)) |
| 15 | | CustmG (2 Days) | | 2 =VALUE(MID(B15,SEARCH("(",B15,1)+1,1)) |
| 16 | | CusA (1 Days) | | 1 =VALUE(MID(B16,SEARCH("(",B16,1)+1,1)) |
| 17 | | CustD (2 Days) | | 2 =VALUE(MID(B17,SEARCH("(",B17,1)+1,1)) |
| 18 | | CustB (3 Days) | | 3 =VALUE(MID(B18,SEARCH("(",B18,1)+1,1)) |
| 19 | | CustomerE (2 Days) | | 2 =VALUE(MID(B19,SEARCH("(",B19,1)+1,1)) |
| 20 | | CustF (2 Days) | | 2 =VALUE(MID(B20,SEARCH("(",B20,1)+1,1)) |
| 21 | | CustA (2 Days) | | 2 =VALUE(MID(B21,SEARCH("(",B21,1)+1,1)) |

Gambar 8.11 Menerapkan Rumus Gabungan Ke Kumpulan Data Yang Lebih Besar

Bila rumus gabungan ingin dipecah menjadi komponen-komponennya, penyalinan rumus ke sel lain dan penghapusan item yang tidak diinginkan dapat mengakibatkan referensi sel yang salah, jadi ini umumnya bukan pendekatan yang paling kuat. Alternatifnya meliputi:

- Menyalin elemen komponen dari Bilah Rumus ke sel baru.
- Menggunakan Ctrl+' di sel di bawah rumus (pintasan akan membuat ulang konten sel tepat di atasnya), lalu menghapus komponen yang tidak diperlukan. Setelah diisolasi, komponen dapat dipindahkan ke sel baru, untuk mengosongkan sel (di bawah rumus asli), sehingga pintasan dapat digunakan di sel ini untuk komponen berikutnya. Ini memungkinkan masing-masing komponen diisolasi secara bergantian. Misalnya, masing-masing komponen dari:

$$= \text{SUM}('Finance Revenue'!P21, 'Licence Fee'!P21, 'Subscription Fee'!P21)$$

dapat diisolasi di sel terpisah sebelum dijumlahkan.

Menggunakan Referensi Sel Absolut Hanya Jika Diperlukan

Kemudahan menerapkan pintasan F4 dapat menyebabkan terciptanya rumus yang "dihargai terlalu mahal", yaitu rumus yang disisipkan simbol \$ sebelum referensi baris dan kolom, padahal hanya satu yang diperlukan; hal ini biasanya akan menghasilkan rumus yang tidak dapat disalin dengan benar ke tempat lain. Khususnya dalam struktur modular, seseorang dapat menyalin rumus yang harganya terlalu mahal ke area baru, dan mengabaikan bahwa referensi sel tidak benar. Oleh karena itu, pertimbangan harus diberikan mengenai apa saja persyaratan minimum untuk referensi sel absolut.

Membatasi Logika yang Diulang atau Tidak Digunakan

Mungkin mengejutkan seberapa sering model berisi kalkulasi yang tidak digunakan untuk menentukan keluaran, atau kalkulasi berulang yang dilakukan di tempat lain. Contoh kasus yang diamati penulis dalam praktik meliputi:

- Melewati nilai kalkulasi dari satu lembar ke lembar lainnya tanpa nilai tersebut digunakan dalam langkah-langkah perantara tetapi hanya di akhir jalur (kadang-kadang disebut "rantai daisy"). Hal ini menciptakan jalur audit yang panjang. Faktanya, penggunaan area "transfer" di lembar sumber dan tujuan dapat diterima, untuk mentransfer nilai antar lembar, sebelum digunakan dalam kalkulasi di lembar tujuan. Namun, jika banyak area transfer seperti itu diperlukan di antara banyak lembar dalam suatu model, kemungkinan besar lembar-lembar ini akan lebih baik jika digabungkan menjadi satu.
- "Penjumlahan malas", seperti sel (misalkan D21) yang berisi " $=SUM(D3:D20)$ " dan sel berikutnya (D22) yang berisi " $=D21-D7$ ". Dengan kata lain, kalkulasi akhir di D22 dimaksudkan untuk mengabaikan D7 dan secara implisit menggunakan rumus " $=SUM(D3:20)-D7$ ".
- Tentu saja, item seperti itu idealnya harus ditingkatkan atau diperbaiki sebagaimana mestinya. Ini sering kali sederhana pada prinsipnya, tetapi memakan waktu dalam praktiknya. Misalnya:
- Membangun kembali rumus yang awalnya merujuk ke contoh kedua dari suatu masukan memerlukan rumus untuk ditautkan kembali ke masukan tunggal yang dimaksud, dan untuk tautan selanjutnya ke masukan ini harus dihapus.
- Jika (seperti dalam contoh di atas), Sel D7 akan dikecualikan dari total karena suatu alasan, seseorang akan memiliki beberapa kemungkinan untuk mengadaptasinya:
- Untuk mengubah model secara struktural, sehingga item yang akan dikecualikan (yaitu Baris 7 dalam contoh di atas) dipindahkan ke rentang yang berbeda, sehingga hanya item yang benar-benar diperlukan yang terdapat dalam rentang tersebut (dari fungsi SUM dalam kasus ini).
- Untuk menggunakan kolom bendera (terdiri dari 0 dan 1, atau kolom teks) untuk menunjukkan item mana yang akan dikecualikan, dan menggunakan fungsi SUMIFS berdasarkan rentang penuh dan bersyarat pada bendera untuk menjumlahkan item.

Menggunakan Pemutusan untuk Menguji Jalur Perhitungan

Pembahasan di atas telah menekankan pentingnya menguji rumus saat sedang dibangun. Pengujian rumus hanya dalam model yang telah selesai lebih rumit, karena untuk banyak rumus, inputnya adalah nilai terhitung, bukan referensi ke nilai numerik murni. Satu teknik yang dapat digunakan (idealnya saat membangun model) adalah memutus jalur perhitungan untuk rumus tertentu. Ini berarti referensi sel input ke rumus diganti dengan (referensi ke) fungsi CHOOSE, yang digunakan untuk memilih nilai dari perhitungan model utama atau hanya untuk memilih serangkaian nilai alternatif yang dapat ditentukan pengguna.

Misalnya, jika Range1 digunakan untuk menunjukkan rentang utama perhitungan asli yang menggerakkan rumus, dan Range2 digunakan untuk menunjukkan nilai apa pun yang mungkin ingin digunakan sebagai gantinya, maka seseorang dapat membangun model dengan rentang baru, Range3, sehingga:

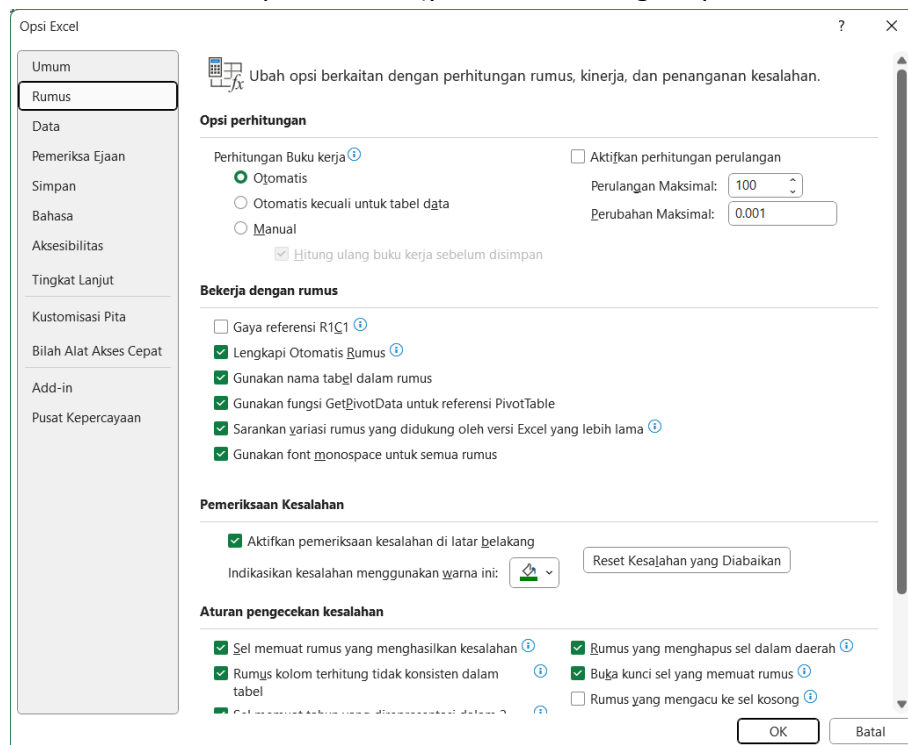
$$\text{Range3} = \text{CHOOSE}(\text{iSwitch}, \text{Range1}, \text{Range2})$$

dan menautkan rumus berikutnya ke Range3, bukan ke Range1.

Tentu saja, jika metode ini digunakan, seseorang perlu berhati-hati agar setiap penggunaan model untuk tujuan keputusan dan analisis akhir didasarkan pada rentang atau rumus yang benar (sehingga sakelar harus diatur untuk memilih nilai dalam Range1 untuk tujuan ini).

Menggunakan Aturan Pemeriksaan Kesalahan Excel

Excel memiliki fitur "pemeriksaan kesalahan" yang berguna, di bawah File/Opsi/Rumus (lihat Gambar 8.12). Perhatikan bahwa fitur ini (secara umum) tidak memeriksa apakah suatu perhitungan akurat (karena Excel menghitung dengan benar), atau apakah perhitungan tersebut sesuai dalam konteks pemodelan (yaitu sesuai dengan spesifikasi model).



Gambar 8.12 Pemeriksaan Kesalahan Excel

Sebaliknya, fitur tersebut dapat digunakan untuk mengidentifikasi area yang memungkinkan rumus mungkin kurang kuat, atau berpotensi merujuk ke rentang yang salah, dan seterusnya (sehingga penyelidikan lebih lanjut dapat dilakukan, atau modifikasi dapat dilakukan sebagaimana mestinya).

Sebenarnya, mengaktifkan pemeriksaan kesalahan Excel dalam model yang sudah selesai dapat mengganggu. Oleh karena itu, opsi dapat dinonaktifkan dalam model yang

sudah selesai dan telah diuji secara memadai. Di sisi lain, saat membangun (membangun kembali), memodifikasi, menguji, atau mengaudit model, mengaktifkan opsi pada berbagai tahap proses ini dapat bermanfaat.

Membuat Rumus Pemeriksaan Kesalahan

Pemeriksaan kesalahan adalah rumus yang menghitung dua jalur melalui model dan membandingkan hasilnya. Implementasi yang paling sering adalah ketika hasilnya harus sama, sehingga selisih antara dua item yang dihitung harus selalu sama dengan nol. Perhatikan bahwa:

- Karena mungkin ada berbagai pemeriksaan kesalahan yang digunakan di tempat yang berbeda dalam model, rentang konsolidasi yang merujuk ke masing-masing dapat dibuat. Nilai pemeriksaan kesalahan tunggal juga dapat dibuat, yang menjumlahkan nilai pemeriksaan individual (nilai absolut dari item individual dapat dijumlahkan, untuk menghindari kesalahan positif dan negatif yang saling meniadakan). Nilai bukan nol dari angka tunggal ini akan menunjukkan bahwa ada beberapa kesalahan yang dapat diselidiki lebih rinci dengan merujuk ke perhitungan pemeriksaan kesalahan individual.
- Pemformatan Bersyarat dapat digunakan untuk menyorot terjadinya kesalahan (misalnya menggunakan ini untuk mewarnai konten sel menjadi kuning cerah). Hal ini berguna, karena kesalahan mungkin cukup jarang terjadi, sehingga orang mungkin mengabaikannya jika tidak ada mekanisme untuk menarik perhatian pada kesalahan tersebut.

Ada baiknya untuk fokus pada penggunaan pemeriksaan kesalahan "bernilai tambah". Pemeriksaan bernilai tambah rendah adalah pemeriksaan yang akan selalu bernilai nol kecuali jika terjadi kesalahan yang benar-benar mendasar. Contohnya termasuk pengujian, dalam tabel data yang dijumlahkan sepanjang baris dan kolom menggunakan fungsi SUM, apakah jumlah baris dan kolomnya sama.

Ini umumnya merupakan pemeriksaan bernilai tambah rendah, karena jumlahnya akan selalu sama kecuali jika terjadi kesalahan yang sangat mendasar dalam salah satu rumus (lihat Gambar 8.13).

| | F | G | H | I | J | K |
|----|---|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | Negara | <= Rp. 10.000 (Dalam X.000) | >= Rp. 10.000 (Dalam X.000) | Total (Rp. X.000) | |
| 3 | | Inggris | 72974 | 167773 | 240747 | =SUM(H3:I3) |
| 4 | | Italia | 81866 | 161252 | 243118 | =SUM(H4:I4) |
| 5 | | Jerman | 38594 | 114097 | 152691 | =SUM(H5:I5) |
| 6 | | Perancis | 58885 | 121107 | 179992 | =SUM(H6:I6) |
| 7 | | Spanyol | 43846 | 184902 | 228748 | =SUM(H7:I7) |
| 8 | | Total dari SUMIFS | 296165 | 749131 | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | Jumlah baris kolom | 1045296 | =SUM(J3:J7) | | |
| 11 | | Jumlah kolom dari baris | 1045296 | =SUM(H8:I8) | | |
| 12 | | eror check | 0 | =H10-H11 | | |

Gambar 8.13 Pemeriksaan Kesalahan Nilai Tambah Rendah

(Tentu saja, pemeriksaan dasar pada rumus tersebut masih diperlukan, seperti untuk memastikan bahwa rumus tersebut terhubung dengan rentang data yang lengkap dan seterusnya, tetapi rumus tersebut tidak perlu dibangun secara permanen ke dalam model karena hal ini akan meningkatkan ukurannya dan menambah kompleksitas.)

(Pemeriksaan bernilai rendah lainnya adalah yang dilakukan dengan memverifikasi bahwa item yang dipilih dari menu tarik-turun (menu Data/Validasi) benar-benar terdapat dalam daftar item yang valid, ketika daftar yang menentukan menu tarik-turun itu sendiri ditentukan dari rentang yang sama dengan daftar item yang valid.)

Contoh jenis pemeriksaan kesalahan dengan nilai tambah yang lebih tinggi ditunjukkan pada Gambar 8.14.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|---|-----------------|---------------|---------------------------|----------------------|--------------------------|---------------|---------------------------|---|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | Customer | Negara | Jumlah (Rp. X.000) | Tenggat Waktu | | Negara | Jumlah (Rp. X.000) | |
| 3 | | Cust02 | Inggris | 12232 | 20-Mar-24 | Inggris | | 36428 | =SUMIFS(\$D3:\$D\$102,\$C\$3:\$C\$102,\$G3) |
| 4 | | Cust06 | Italia | 4749 | 16-Mar-24 | Italia | | 42275 | =SUMIFS(\$D3:\$D\$102,\$C\$3:\$C\$102,\$G4) |
| 5 | | Cust07 | Italia | 7282 | 12-Apr-24 | Jerman | | 20676 | =SUMIFS(\$D3:\$D\$102,\$C\$3:\$C\$102,\$G5) |
| 6 | | Cust03 | Italia | 12759 | 14-Jun-24 | Perancis | | 0 | =SUMIFS(\$D3:\$D\$102,\$C\$3:\$C\$102,\$G6) |
| 7 | | Cust10 | Inggris | 12334 | 24-May-24 | Spanyol | | 0 | =SUMIFS(\$D3:\$D\$102,\$C\$3:\$C\$102,\$G7) |
| 8 | | Cust05 | Italia | 4283 | 24-Mar-24 | | | | |
| 9 | | Cust06 | Jerman | 7992 | 5-May-24 | Total dari SUMIFS | | 99379 | =SUM(H3:H7) |
| 10 | | Cust06 | Italia | 13202 | 16-Apr-24 | Total dari Tabel | | 99379 | =SUM(D3:D12) |
| 11 | | Cust04 | Jerman | 12684 | 4-Jun-24 | Error-check | | 0 | =H10-H9 |
| 12 | | Cust10 | Inggris | 11862 | 13-Jun-24 | | | | |
| 13 | | | | | | | | | |

Gambar 8.14 Contoh Pemeriksaan Kesalahan Nilai Tambah

Dalam kasus ini, fungsi SUMIFS digunakan (Sel H3:H7) untuk menjumlahkan jumlah (di Kolom D) untuk setiap negara. Pemeriksaan kesalahan (Sel H11) memeriksa perbedaan antara jumlah angka-angka ini dan jumlah semua angka dalam set data lengkap. Hal ini dapat mendeteksi kesalahan yang mungkin terjadi, meskipun kesalahan tersebut mungkin tidak diperhatikan, seperti:

- Penyertaan negara baru dalam set data lengkap, sehingga daftar kueri bersyarat tidak lengkap (tidak memperhatikan negara baru).
- Kesalahan dalam pengejaan nama negara (dalam set data lengkap atau dalam rentang kueri).

Contoh tersebut dapat diperluas dengan menggunakan Pemformatan Bersyarat di Sel H11 untuk menyorot adanya kesalahan (yang diperkenalkan di sini dengan salah mengeja entri di Sel C9) (lihat Gambar 8.15).

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|-----------------|---------------|---------------------------|----------------------|---|--------------------------|---------------------------|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | Customer | Negara | Jumlah (Rp. X.000) | Tenggat Waktu | | Negara | Jumlah (Rp. X.000) |
| 3 | | Cust02 | Inggris | 12232 | 20-Mar-24 | | Inggris | 36428 |
| 4 | | Cust06 | Italia | 4749 | 16-Mar-24 | | Italia | 42275 |
| 5 | | Cust07 | Italia | 7282 | 12-Apr-24 | | Jerman | 20676 |
| 6 | | Cust03 | Italia | 12759 | 14-Jun-24 | | Perancis | 568 |
| 7 | | Cust10 | Inggris | 12334 | 24-May-24 | | Spanyol | 0 |
| 8 | | Cust05 | Italia | 4283 | 24-Mar-24 | | | |
| 9 | | Cust06 | Jerman | 7992 | 5-May-24 | | Total dari SUMIFS | 99947 |
| 10 | | Cust06 | Italia | 13202 | 16-Apr-24 | | Total dari Tabel | 99379 |
| 11 | | Cust04 | Jerman | 12684 | 4-Jun-24 | | Error-check | -568 |
| 12 | | Cust10 | Inggris | 11862 | 13-Jun-24 | | | |

Gambar 8.15 Pemformatan Bersyarat Menyoroti Keberadaan Kesalahan

Menangani Kesalahan Perhitungan dengan Kuat

Dalam banyak kasus, mungkin tidak ada cara untuk menghilangkan nilai kesalahan yang mungkin muncul. Misalnya:

- Dalam contoh pertumbuhan pendapatan produk di atas, akan selalu ada beberapa nilai input yang pendapatan satu produk tidak pernah mencapai pendapatan produk lain, sehingga fungsi MATCH yang digunakan akan mengembalikan #NA.
- Fungsi PPMT (lihat Bab 20) menghasilkan nilai numerik hanya untuk periode waktu yang berada dalam kerangka waktu pinjaman, dan jika tidak, mengembalikan #NUM!
- IRR suatu fungsi (Bab 20) akan mengembalikan #NUM! jika semua arus kas input positif.

Fungsi IFERROR (Bab 17) dapat digunakan untuk mengesampingkan kesalahan dan menggantinya dengan nilai alternatif, khususnya dalam kasus di mana kesalahan diharapkan dan tidak akan memiliki konsekuensi. Misalnya, dalam kasus PPMT, fakta (struktural) bahwa tidak ada pembayaran yang jatuh tempo setelah berakhirnya kontrak pinjaman setara dengan jumlah nol, sehingga nilai alternatif dapat ditetapkan menjadi nol untuk sebagian besar kasus praktis (meskipun dalam pengertian teknis atau legalistik, tidak adanya kewajiban mungkin tidak sama dengan memiliki kewajiban sejumlah nol).

Di sisi lain, seseorang harus berhati-hati ketika tergoda untuk menggunakan fungsi IFERROR: dengan mengesampingkan semua kesalahan, apa pun yang muncul, seseorang tidak akan diperingatkan akan bentuk kesalahan atau kekeliruan lain yang harus diperbaiki atau ditangani dengan cara tertentu. Dengan demikian, pendekatan yang menggunakan pernyataan IF untuk mengidentifikasi hanya kasus-kasus tertentu (yang diharapkan) dan menanganinya dapat dikatakan lebih unggul, karena bentuk kesalahan lain apa pun yang muncul akan terlihat dan dapat ditangani.

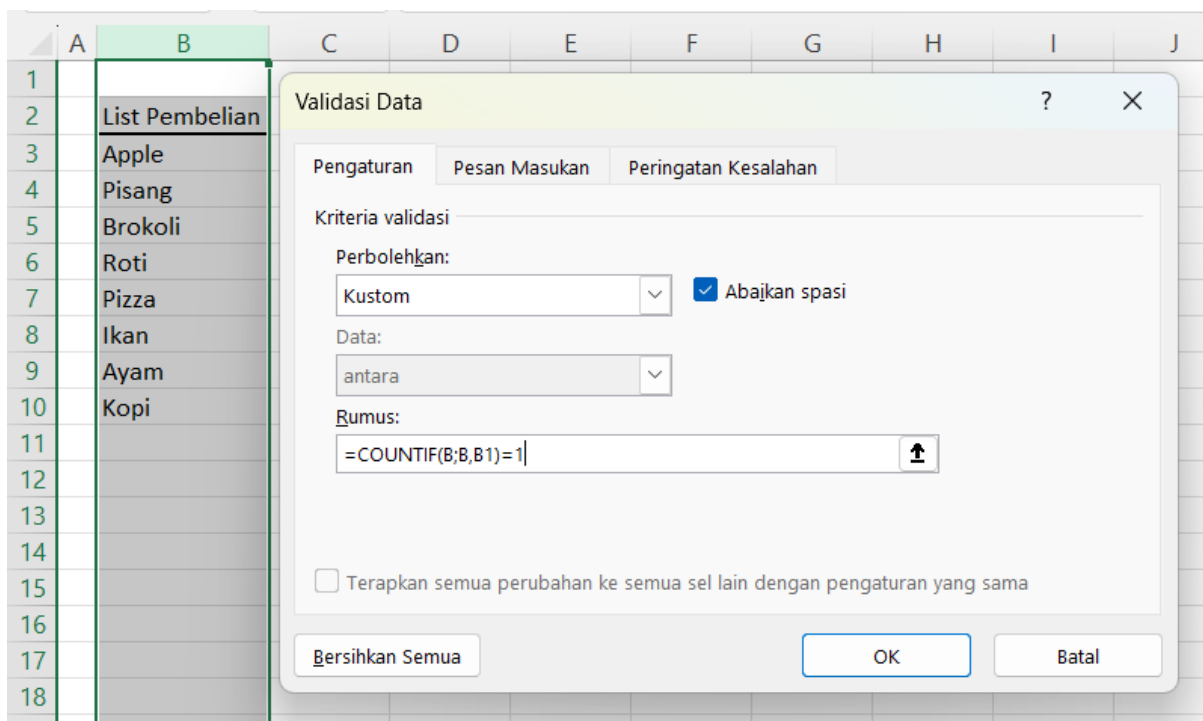
Misalnya, dalam kasus fungsi PPMT, pendekatan tersebut akan digunakan untuk menghilangkan secara eksplisit hanya kasus-kasus kesalahan yang muncul dari periode waktu di luar jangka waktu pinjaman, daripada menghilangkan semua kesalahan apa pun sifatnya. Dalam kasus lain, khususnya saat bekerja dengan kumpulan data besar, mungkin lebih tepat

untuk mempertahankan kesalahan dalam data, tetapi memfilternya atau mengabaikannya dalam tahap analisis akhir, misalnya menggunakan fungsi AGGREGATE (Bab 18) atau PivotTable yang difilter (Bab 27).

Membatasi Nilai Input Menggunakan Validasi Data

Dalam beberapa kasus, beberapa rumus mungkin hanya valid jika nilai input dibatasi pada item tertentu. Contoh tipikal meliputi:

- Membatasi nilai yang menentukan angka skenario menjadi bilangan bulat (seperti 1, 2, 3), atau yang mewakili penundaan (seluruh periode) tanggal mulai proyek.
- Memastikan bahwa hanya nilai atau bidang teks dalam daftar yang telah ditentukan sebelumnya yang digunakan. Misalnya, seseorang dapat membatasi entri yang mungkin dalam kolom kumpulan data, sehingga hanya "Ya" atau "Tidak" yang dapat dimasukkan. Terutama jika perhitungannya menggunakan fungsi seperti =COUNTIF(. . ., "Yes"), seseorang dapat membatasi penggunaan entri yang tidak valid seperti "Y", yang akan menghasilkan nilai yang salah (meskipun entri tersebut sudah cukup untuk tujuan visual murni).



Gambar 8.16 Kriteria Kustom Dengan Validasi Data

Menu Data/Validasi Data dapat digunakan untuk membatasi nilai input. Menu ini sebagian besar sudah jelas, tetapi ada beberapa hal yang perlu ditekankan:

- Kotak Izinkan pada tab Pengaturan digunakan untuk menentukan sifat pembatasan (misalnya daftar bilangan bulat). Setelah ini dipilih, dialog yang peka terhadap konteks akan muncul, tempat detail yang diperlukan untuk jenis pembatasan tersebut dapat dimasukkan.
- Tab Pesan Input dapat digunakan untuk membuat pesan yang ditampilkan saat

pengguna mengarahkan kursor ke sel. Ini dapat digunakan untuk memberikan informasi, seperti peran sel, dan sifat input yang diizinkan. Tab Peringatan Kesalahan dapat digunakan untuk menampilkan pesan jika pengguna mencoba menggunakan data yang tidak valid.

- Kriteria kustom pada tab Pengaturan dapat digunakan untuk menentukan rumus logika yang dievaluasi menjadi BENAR untuk data yang valid. Ini juga dapat digunakan untuk membatasi masukan yang memiliki hubungan antara beberapa masukan yang harus berlaku, misalnya satu nilai masukan harus lebih besar dari yang lain.
- Penggunaan opsi Circle Invalid Data dari menu Data Validation dapat memungkinkan seseorang untuk menyorot sel dalam rentang yang tidak memenuhi kriteria tertentu.

Gambar 8.16 menunjukkan contoh di mana kriteria kustom digunakan untuk memastikan bahwa item dimasukkan paling banyak satu kali pada daftar (tentu saja, Conditional Formatting akan menjadi pendekatan alternatif untuk menyorot potensi duplikat).

Melindungi Rentang

Excel memiliki beberapa alat yang dapat digunakan untuk melindungi rentang, lembar kerja, atau buku kerja. Misalnya:

- Menyembunyikan lembar kerja dengan mengklik kanan pada tab lembar (dan memilih Sembunyikan).
- Proteksi kata sandi lembar kerja (dengan mengklik kanan pada tab lembar, atau menggunakan menu Tinjau/Lindungi Lembar). Ini dapat digunakan untuk menghentikan seluruh isi lembar kerja diubah.
- Proteksi kata sandi buku kerja (menggunakan Tinjau/Lindungi Buku Kerja). Ini dapat digunakan untuk memastikan tidak ada lembar kerja yang ditambahkan (dengan melindungi strukturnya) atau untuk memastikan keberadaan lembar tersembunyi ditutup (meskipun kecuali Proyek VBA juga dilindungi, keberadaan lembar kerja tersembunyi dapat terlihat di sana).
- Memerlukan kata sandi untuk membuka atau mengubah buku kerja. Ini dapat dilakukan menggunakan File/Simpan Sebagai, lalu pilih Opsi Lainnya/Alat/Opsi Umum. Menu ini dapat menyarankan penggunaan buku kerja dalam bentuk baca-saja (yaitu, tidak dilindungi kata sandi), sehingga perubahan yang tidak disengaja tidak dapat dilakukan. (Buku kerja yang hanya dapat dibaca dapat disimpan dengan nama baru dan kemudian diedit secara normal, sehingga tingkat perlindungannya cukup lemah.)

Sering kali, seseorang mungkin ingin melindungi hanya rumus dalam suatu rentang sehingga rumus tersebut tidak dapat diubah atau ditimpa. Hal ini dapat dicapai dengan mengunci sel yang relevan dan kemudian melindungi lembar kerja dengan kata sandi. Perhatikan bahwa pengaturan default Excel adalah bahwa semua sel terkunci, tetapi hal ini biasanya tidak dipatuhi secara aktif, karena secara default lembar kerja tidak dilindungi kata sandi. Oleh karena itu, untuk mengunci suatu rentang, seseorang harus:

- Membuka kunci semua sel pada lembar kerja. Hal ini dapat dilakukan dengan mengklik kotak Beranda di kiri atas untuk memilih semua sel lembar kerja, kemudian

menggunakan Ctrl+1 untuk memanggil menu Format Sel, diikuti dengan menghapus centang pada kotak Terkunci pada tab Perlindungan.

- Memilih rentang yang ingin dilindungi, kemudian menggunakan Ctrl+1 untuk memanggil menu Format Sel, diikuti dengan mencentang kotak Terkunci pada tab Perlindungan.
- Menerapkan perlindungan kata sandi pada lembar kerja, seperti di atas.
- Penggunaan VBA untuk melindungi model sering kali sangat praktis. Misalnya:
- Jika lembar kerja tersembunyi digunakan, Proyek VBA dapat dilindungi kata sandi untuk memastikan lembar tersebut tidak terlihat.
- Seseorang dapat menulis kode peristiwa yang menampilkan Disclaimer saat file dibuka, atau yang membuat semua lembar tetap tersembunyi hingga seseorang mengklik tombol untuk menerima Disclaimer, lalu menampilkan lembar kerja.

Menangani Keterbatasan Struktural: Rumus dan Dokumentasi

Dalam beberapa kasus, potensi kesalahan (atau nilai yang tidak diharapkan) dapat muncul karena keterbatasan struktural model. Biasanya, opsi terbaik untuk menangani hal ini meliputi:

- Memperluas ukuran beberapa rentang, atau memodifikasi rumus agar lebih dapat diterapkan secara umum.
- Menyertakan prosedur penanganan kesalahan sebagai bagian dari rumus model.
- Membatasi nilai input yang diizinkan.
- Menyediakan dokumentasi terkait batasan validitas model.
- Membangun pemeriksaan kesalahan ke dalam model.
- Menggunakan kode VBA untuk mengatasi batasan ukuran.

Sebagai contoh perluasan ukuran, Gambar 8.17 memperlihatkan cuplikan layar model yang menghitung waktu saat pendapatan satu lini produk akan melampaui lini produk lain (berkas dan penjelasan lebih rinci dapat ditemukan di Bab 25).

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|---|---|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 3 | | Produk 1 | 100 | 103 | 106 | 109 | 113 | 116 | 119 | 123 | 127 | 130 | 134 | 138 | 143 | 147 |
| 4 | | Pertumbuhan (% p.a) | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% |
| 5 | | Produk 2 | 70 | 74 | 79 | 83 | 88 | 94 | 99 | 105 | 112 | 118 | 125 | 133 | 141 | 149 |
| 6 | | Pertumbuhan (% p.a) | 6.0% | 6.0% | 6.0% | 6.0% | 6.0% | 6.0% | 6.0% | 6.0% | 6.0% | 6.0% | 6.0% | 6.0% | 6.0% | 6.0% |
| 7 | | Test Prod2 >= Prod1 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Gambar 8.17 Model Dengan Jangkauan Yang Diperluas

Jelas, jika tingkat pertumbuhan pendapatan yang diasumsikan untuk Produk 2 dikurangi, waktu saat pendapatan Produk 2 melampaui Produk 1 akan terdorong lebih jauh ke masa depan.

Sampai batas tertentu, hal ini dapat diatasi dengan hanya memperluas sumbu waktu

sejauh yang diperlukan. Dalam praktiknya, dalam model yang besar, perluasan semua rentang yang relevan dapat menjadi hal yang sulit dilakukan dan berpotensi rawan kesalahan (karena rumus perlu disesuaikan untuk memastikan bahwa rentang baru dirujuk dengan benar). Selain itu, akan selalu ada beberapa nilai masukan yang rentangnya tidak cukup besar (misalnya, jika laju pertumbuhan Produk 2 sama dengan Produk 1).

Dalam beberapa kasus, VBA dapat digunakan untuk membuat model di mana batasan yang seharusnya bersifat struktural hanya menjadi parameter, atau kalkulasi, dari model yang lebih umum. Misalnya, prakiraan di atas dapat sepenuhnya dibangun dalam loop VBA sederhana (satu lintasan melalui loop untuk setiap tahun), yang (untuk asumsi input yang diberikan) dilanjutkan hingga kondisi pendapatan terpenuhi.

Demikian pula, saat menggunakan metode berbasis pohon binomial (atau lainnya) dalam penilaian opsi, daripada membangun pohon di Excel sesuai dengan struktur tetap, kalkulasi yang tersirat dalam pohon dapat ditangkap dalam kode VBA, dengan jumlah cabang di pohon hanya menjadi input ke fungsi yang ditentukan pengguna (atau subrutin). Jika suatu model mengandung batasan struktural (atau asumsi kontekstual), ini harus dicatat dalam dokumentasi keseluruhan, untuk memastikan bahwa model tersebut tidak digunakan dalam konteks yang tidak sesuai atau tidak bermakna.

BAB 9

MEMILIH FUNGSI EXCEL UNTUK EFISIENSI DAN TRANSPARANSI

Bab ini menyoroti beberapa isu utama yang berkaitan dengan pilihan fungsi Excel atau metode perhitungan yang akan digunakan. Sangat sering, meskipun ada banyak cara untuk menghasilkan angka yang sama (dan benar), pembuat model cenderung menggunakan pendekatan pertama yang terlintas dalam pikiran, atau pendekatan yang paling umum. Perhatian yang tidak memadai biasanya diberikan pada pertimbangan kemungkinan opsi dan keuntungan atau kerugian masing-masing, karena hal tersebut berkaitan dengan masalah fleksibilitas, efektivitas komputasi, atau transparansi.

9.1 PERTIMBANGAN UTAMA

Untuk tujuan isu yang dibahas dalam bab ini, penting untuk dicatat bahwa semua metode yang ditunjukkan akan menghasilkan hasil numerik yang benar. Dengan kata lain, hasil perhitungan itu sendiri bukanlah pertimbangan; kami akan menganggap akurasi sebagai elemen yang diberikan (dan diperlukan) dalam semua metode, dan berfokus pada isu yang berkaitan dengan pilihan fungsi atau pendekatan yang paling tepat.

Aritmatika Langsung atau Fungsi, dan Sel atau Rentang Individual?

Saat menangani operasi aritmatika dasar (misalnya penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian), sering kali perlu dipertimbangkan apakah akan menggunakan fungsi Excel, atau melakukan operasi secara eksplisit. Misalnya, saat menjumlahkan sekumpulan item, seseorang dapat:

- Menggunakan fungsi SUM.
- Menggunakan operator +, yang merujuk ke sel individual.

Jika item yang akan dijumlahkan ditata dalam satu rentang yang bersebelahan, rumus SUM cepat dibuat dan dapat dengan mudah disesuaikan jika item baru ditambahkan (terutama dengan menyisipkan/menghapus baris atau kolom dalam rentang). Namun, seseorang kehilangan fleksibilitas untuk memindahkan item di sekitar model. Penggunaan operator + akan paling masuk akal jika seseorang ingin mempertahankan fleksibilitas untuk memindahkan data, yaitu untuk memotong dan menempel sel individual.

Misalnya, mungkin tidak sepenuhnya jelas di awal tentang tata letak yang paling tepat untuk suatu model. Namun, kelemahan utama dari pendekatan ini adalah sulitnya menambahkan atau menghapus data, dan ada risiko kesalahan jika seseorang lupa memperbarui rumus saat melakukannya. Lebih jauh, pendekatan ini sulit diaudit, karena memakan waktu untuk memeriksa bahwa semua sel yang relevan telah disertakan dalam perhitungan (dan seseorang tidak diabaikan jika baris telah ditambahkan, misalnya).

Komentar serupa (mengenai rentang atau referensi sel individual) berlaku tidak hanya

untuk banyak fungsi lain di mana operasi aritmatika langsung sederhana dapat digunakan sebagai alternatif (termasuk PRODUCT, COUNT, AVERAGE, SUMPRODUCT dan NPV), tetapi juga untuk fungsi Logika, seperti AND, OR, serta MIN, MAX, dan banyak lainnya. Pada Gambar 9.1, contoh fungsi OR yang digunakan dengan rentang input yang berdekatan ditunjukkan. Perhatikan bahwa fungsi tersebut ditempatkan dekat dengan inputnya (yang umumnya direkomendasikan, seperti yang dibahas dalam Bab 7).

| | A | B | C | D |
|---|---|------------------|------|------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | Inclusion Flag 1 | 0 | |
| 3 | | Inclusion Flag 2 | 1 | |
| 4 | | Inclusion Flag | TRUE | =OR(C2:C3) |
| 5 | | | | |

Gambar 9.1 Fungsi Or Dengan Rentang Input Yang Bersebelahan

Tentu saja, pendekatan ini akan menghambat pemindahan salah satu Baris 2 atau Baris 3 jika ini diperlukan di lain waktu. Misalnya, Bendera Penyertaan 1 dapat berhubungan dengan operasi, Bendera Penyertaan 2 untuk pembiayaan dan mungkin tepat untuk menempatkannya di area perhitungan terpisah dalam beberapa model. Pada Gambar 9.2 kami menunjukkan bagaimana sintaksis alternatif (sel individual) akan memungkinkan sel (yaitu di Baris 2 dan Baris 3) dipindahkan ke bagian model yang berbeda.

Perlu dicatat bahwa saat mengembangkan model yang lebih besar dari model yang sangat kecil, dalam kasus pendekatan yang digunakan pada Gambar 9.1, seseorang mungkin akan mendeteksi bahwa fungsi OR dibangun dengan cara yang tidak tepat jika baris dipindahkan, sehingga seseorang dapat mengubah sintaksis ke yang digunakan pada Gambar 9.2 sebelum membuat perubahan struktural (misalnya memindahkan baris).

| | A | B | C | D |
|---|---|------------------|------|------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | Inclusion Flag 1 | 0 | |
| 3 | | Inclusion Flag 2 | 1 | |
| 4 | | Inclusion Flag | TRUE | =OR(C2,C3) |
| 5 | | | | |

Gambar 9.2 Fungsi Or Dengan Sel Input Terpisah

Namun, jika pendekatan (rentang input yang berdekatan) tersebut digunakan dalam model dengan jalur audit yang lebih panjang (lihat Gambar 9.3), selama proses pemindahan Baris 2 atau Baris 3, akan mudah untuk mengabaikan bahwa rumus di Baris 244 kemudian akan menjadi tidak benar.

| | A | B | C | D |
|-----|---|---|------|------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | Inclusion Flag 1 | 0 | |
| 3 | | Inclusion Flag 2 | 1 | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 240 | | | | |
| 241 | | | | |
| 242 | | | | |
| 243 | | Amount before effect of inclusion flags | 154 | |
| 244 | | Inclusion flag | TRUE | =OR(C2:C3) |
| 245 | | Amount after effect of inclusion flags | 154 | =C243*C244 |

Gambar 9.3 Fungsi Or Dengan Rentang Input Yang Bersebelahan Dan Jalur Audit Yang Panjang

Fungsi SUM juga dapat digunakan dalam bentuk multiargumen, yaitu yang diterapkan pada rentang individual yang dipisahkan oleh koma (misalnya SUM(A2, A3, A4), bukan SUM(A2:A4), dan lebih umum SUM(A2,A3,A4,B6,B7,B8), bukan SUM(A2:A4,B6:B8)). Pendekatan terakhir ini dapat masuk akal jika seseorang mengetahui bahwa rentang tersebut mungkin perlu dipindahkan, sementara item dalam setiap rentang tidak perlu dipisahkan satu sama lain. Di sisi lain, dalam praktiknya, komponen individual, jika dipindahkan, kemungkinan tidak akan ditempatkan berdekatan satu sama lain, sehingga jalur audit dapat menjadi lebih panjang dan kurang transparan. Dengan demikian, bentuk "penggunaan campuran" umumnya tidak optimal. Misalnya, daripada:

$$"B12 = SUM(B10, C3: C10)"$$

penggunaan langkah-langkah terpisah (misalnya):

$$"C12 = SUM(C3: C10)"$$

$$"B12 = B10 + C12"$$

akan lebih transparan (lihat pembahasan di Bab 7).

9.2 IF VERSUS MIN/MAX

Dalam banyak kasus, intuisi seseorang mungkin menggunakan fungsi IF, karena proses berpikir yang sesuai bersifat biner. Namun, dalam beberapa kasus, nama suatu fungsi dapat menjadi panduan yang menyesatkan mengenai pilihan terbaik atau terjelas. Memang, fungsi MIN atau MAX sering kali lebih tepat daripada fungsi IF. Misalnya, saat membuat rumus untuk mengalokasikan jumlah ke berbagai kelompok (atau tranche, layer, kelompok atau "bucket"), beberapa implementasi dimungkinkan. Klip layar pada Gambar 9.4 menunjukkan dua kemungkinan, mengalokasikan jumlah yang ditunjukkan di Sel C2 ke sisi aset atau sisi liabilitas. Pada yang pertama, fungsi IF digunakan, dan pada yang kedua, fungsi MIN/MAX digunakan.

| | A | B | C | D | E |
|----|---|--|--------|------------------|---|
| 1 | | | | | |
| 2 | | Excess Cash/(Borrowings) | 5,000 | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | Using IF, allocation to | Result | Formulae | |
| 5 | | Asset side (i.e. excess cash) | 5,000 | =IF(C2>=0,C2,0) | |
| 6 | | Liability side (i.e. additional borrowing) | 0 | =-IF(C2<=0,C2,0) | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | Using MIN, MAX, allocation to | Result | Formulae | |
| 9 | | Asset side (i.e. excess cash) | 5,000 | =MAX(C2,0) | |
| 10 | | Liability side (i.e. additional borrowing) | 0 | =-MIN(C2,0) | |

Gambar 9.4 Kemungkinan Implementasi Alokasi Jumlah Untuk Kas Berlebih Atau Pinjaman Tambahan

Dalam kasus sederhana ini (di mana hanya ada dua lapisan), keputusan antara kedua pendekatan mungkin tidak begitu penting: satu-satunya perbedaan langsung di sini adalah bahwa meskipun fungsi IF mungkin merupakan representasi yang lebih intuitif dari logika yang mendasarinya (melalui namanya), fungsi ini memerlukan tiga parameter (di mana C2 diulang), sedangkan MIN/MAX hanya memerlukan dua parameter dan tidak memiliki pengulangan. Sedangkan dalam model sederhana, mungkin hanya ada satu atau dua pita, dalam kasus yang lebih umum, mungkin ada lebih banyak (dalam salah satu, atau keduanya, kasus positif atau negatif).

Misalnya, saat menghitung pajak penghasilan yang harus dibayar berdasarkan angka pendapatan (positif), tarif pajak yang berbeda dapat berlaku untuk bagian pendapatan. Gambar 9.5 menunjukkan contoh di mana pendapatan (Sel D2) diinginkan untuk dialokasikan ke dalam lapisan (dalam rentang D5:D8, yang ditentukan oleh parameter dalam C5:C7), sehingga dalam perhitungan selanjutnya, tarif pajak yang berbeda dapat diterapkan pada pendapatan dalam setiap pita.

| | A | B | C | D |
|---|---|-----------------------|----------------|-----------|
| 1 | | | | |
| 2 | | Taxable Income | | 120000 |
| 3 | | | | |
| 4 | | Allocation to Tranche | Layer Capacity | Allocated |
| 5 | | First | 10000 | |
| 6 | | Second | 35000 | |
| 7 | | Third | 55000 | |
| 8 | | Final | | |

Gambar 9.5 Parameter Untuk Contoh Alokasi Pendapatan

Menurut pengalaman penulis, sebagian besar pemodel awalnya akan mencoba membangun rumus yang diperlukan menggunakan fungsi IF, yang dengan cepat mengarahkan seseorang untuk membangun rumus IF tertanam yang kompleks. Rumus ini tidak hanya sulit

dibaca dan diuji, tetapi juga sangat sulit untuk diadaptasi dengan tepat jika pita tambahan perlu ditambahkan (setiap pita tambahan akan melibatkan penyematan tambahan dalam fungsi). Hal ini dengan cepat menjadi sulit dan rawan kesalahan ketika lebih dari dua pita diperlukan.

Gambar 9.6 menunjukkan contoh rumus yang telah diselesaikan berdasarkan penggunaan fungsi MIN, bukan fungsi IF tertanam. Dalam kasus ini, pita perantara semuanya didasarkan pada rumus yang disalin yang sama (yang juga dapat disalin jika pita baru diperkenalkan). Rumus untuk pita pertama dan terakhir perlu disesuaikan (misalnya, untuk mencerminkan bahwa pita terakhir memiliki kapasitas tak terbatas).

| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|---|-----------------------|----------------|-----------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | Taxable Income | | 120000 | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | Allocation to Tranche | Layer Capacity | Allocated | Cumulative Allocation | Formulae in col D | Formulae in col E |
| 5 | | First | 10000 | 10,000 | 10,000 | =MIN(D\$2,C5) | =SUM(D\$5:D5) |
| 6 | | Second | 35000 | 35,000 | 45,000 | =MIN(D\$2-E5,C6) | =SUM(D\$5:D6) |
| 7 | | Third | 55000 | 55,000 | 100,000 | =MIN(D\$2-E6,C7) | =SUM(D\$5:D7) |
| 8 | | Final | | 20,000 | 120,000 | =D\$2-E7 | =SUM(D\$5:D8) |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | Total | | 120,000 | | =SUM(D5:D8) | |
| 11 | | Error-check | | 0 | | =D2-D10 | |

Gambar 9.6 Contoh Alokasi Pendapatan Yang Selesai

Situasi serupa muncul dalam banyak aplikasi, termasuk pemodelan laporan keuangan, pembiayaan proyek, perhitungan pajak, dan perjanjian bagi hasil atau royalti. Dalam kasus model laporan keuangan, jumlah tersebut awalnya dihitung dari laporan arus kas, dan diperlukan pada neraca untuk memastikan konsistensi, yaitu bahwa neraca memang seimbang: jumlah tersebut sesuai dengan saldo kas tambahan yang dihasilkan dari arus kas (ketika jumlahnya positif) atau dengan pinjaman tambahan yang diperlukan (ketika jumlahnya negatif).

Pernyataan IF Tertanam

Potensi fungsi IF tertanam (yaitu penggunaan fungsi IF dalam fungsi IF lain) muncul cukup sering, dalam kasus yang memerlukan (atau tampak memerlukan) logika berurutan: yaitu, untuk memeriksa apakah kondisi pertama terpenuhi, dan jika tidak, memeriksa kondisi kedua, dan, jika tidak, apakah kondisi ketiga terpenuhi, dan seterusnya. Pada gambar 9.1 berisi contoh yang memperkirakan pendapatan dari masing-masing dua lini produk: satu yang pendapatannya awalnya besar tetapi menurun, dan yang lain yang pendapatannya mulai lebih kecil tetapi tumbuh dengan cepat.

Baris 10 berisi kolom bendera yang menunjukkan apakah, pada setiap tahun, pendapatan untuk lini produk 2 lebih besar daripada pendapatan untuk lini produk 1. Tujuan utamanya adalah untuk mengetahui (sebagai kolom terhitung) tahun pertama di mana pendapatan lini produk 2 diperkirakan akan lebih besar daripada pendapatan lini produk 1

(yang, dari Sel F19, dapat kita lihat terjadi pada tahun 2019) (lihat Gambar 9.7).

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|---|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--|---|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | Formulae in Column G | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | Product Line 1 | 100 | 90.0 | 81.0 | 72.9 | 65.6 | =F4*(1+G5) | |
| 5 | | Growth (% p.a.) | -10.0% | -10.0% | -10.0% | -10.0% | -10.0% | =F5 | |
| 6 | | | | | | | | | |
| 7 | | Product Line 2 | 50 | 57.5 | 66.1 | 76.0 | 87.5 | =F7*(1+G8) | |
| 8 | | Growth (% p.a.) | 15.0% | 15.0% | 15.0% | 15.0% | 15.0% | =F8 | |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | | PL2>PL1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | =IF(G7>G4,1,0) | |
| 11 | | | | | | | | | |
| 12 | | Many Embedded IFs | | 0 | 0 | 1 | 0 | =IF(G10=1,IF(F10=1,0,IF(E10=1,0,IF(D10=1,0,1)))) | |
| 13 | | Two Embedded IFs | | 0 | 0 | 1 | 0 | =IF(G10=1,IF(F10=0,1,0),0) | |
| 14 | | IF with AND | | 0 | 0 | 1 | 0 | =IF(AND(G10=1,F10=0),1,0) | |

Gambar 9.7 Perkiraan Pendapatan Inti Untuk Dua Lini Produk

Tentu saja, ada berbagai cara untuk menemukan informasi yang dibutuhkan, beberapa di antaranya dapat menggunakan fungsi IF. Implementasi beberapa di antaranya ditunjukkan pada Baris 12 hingga 14, termasuk:

- Menggunakan serangkaian pernyataan IF, di mana setiap rumus berdiri sendiri dan mengevaluasi semua kolom sebelumnya (Baris 12). Dengan demikian, rumus di kolom terakhir (G) memiliki banyak level tertanam seperti jumlah kolom hingga titik tersebut. Tak perlu dikatakan, ini tidak hanya rumit, tetapi juga sangat sulit dibuat atau dimodifikasi (karena satu rumus tidak dapat disalin ke seluruh kolom).
- Hanya menggunakan dua pernyataan IF, berdasarkan penggunaan hasil kolom sebelumnya (Baris 13); ini merupakan peningkatan dari pendekatan pertama.
- Menggunakan hasil kolom sebelumnya, dan juga fungsi AND, yang berarti hanya diperlukan satu fungsi IF (Baris 14). Pendekatan ini mungkin yang paling transparan dari ketiganya, karena menjelaskan secara langsung kondisi apa yang perlu dipenuhi agar fungsi IF mengembalikan angka 1 (yaitu untuk menunjukkan bahwa kecocokan telah terjadi untuk titik pertama dalam urutan), sedangkan pendekatan kedua (Baris 13) merupakan pernyataan yang kurang langsung tentang logika yang pada akhirnya sama.

Pada prinsipnya, penggunaan satu set kriteria logis yang tertanam dalam kriteria lain sering kali tidak transparan, tidak fleksibel, dan rawan kesalahan. Secara khusus, keberadaan kesalahan yang tidak disengaja dapat muncul karena pengujian model dengan benar dapat menjadi sangat sulit: idealnya, pengujian tersebut melibatkan upaya memastikan bahwa perhitungan bekerja dengan benar di sepanjang semua jalur logis yang mungkin muncul saat input model divariasikan pada rentang nilai yang luas.

Namun, tanpa dapat melihat hasil dari masing-masing langkah logis, sulit untuk mengetahui jalur mana yang telah diaktifkan oleh kombinasi nilai input tertentu. Dengan demikian, mungkin ada jalur logis yang salah, tetapi menjadi aktif untuk pertama kalinya hanya saat pengguna lain memerlukan set nilai input yang berbeda. Pada dasarnya, dalam semua konteks praktis, ketika terdapat lebih dari dua fungsi logika tertanam yang potensial (biasanya berupa pernyataan IF yang tertanam), hampir selalu ada pendekatan yang lebih

mudah, transparan, dan fleksibel. Pendekatan ini biasanya melibatkan salah satu dari:

- Menggunakan fungsi MIN/MAX atau AND/OR (seperti yang ditunjukkan pada contoh sebelumnya).
- Menggunakan fungsi pencarian (lihat Bab 25). Dalam contoh di atas, fungsi MATCH (lihat Bab 25) umumnya akan menjadi cara yang lebih baik untuk menentukan (berdasarkan tanda pada Baris 10) tahun pertama di mana pendapatan lini produk 2 diperkirakan akan lebih besar daripada pendapatan lini produk 1.

Gambar 6.8 berisi contoh penggunaan fungsi pencarian untuk menghilangkan pernyataan IF yang tertanam (lihat Gambar 9.8). File tersebut berisi tabel data, yang menunjukkan suhu rata-rata menurut waktu (Sel B2:C7). Pengguna dapat memasukkan waktu (di Sel B11 atau B15) dan fungsi tersebut akan mengembalikan suhu rata-rata (masing-masing Sel C11 dan C15). Dalam kasus pertama, serangkaian fungsi IF tertanam digunakan, sedangkan dalam kasus kedua, kombinasi INDEX/MATCH digunakan.

Fungsi yang terakhir jelas lebih mudah dibaca, dan akan langsung berfungsi jika waktu baru (misalnya sore hari) dimasukkan sebagai baris baru dalam kumpulan data, sedangkan pendekatan pertama akan memerlukan adaptasi yang signifikan. Pendekatan IF tertanam memiliki kelemahan tambahan yaitu data harus ditempatkan dalam urutan waktu, sedangkan dalam contoh, saat menggunakan pendekatan fungsi pencarian, kumpulan data dapat berada dalam urutan apa pun.

| | A | B | C | D | E |
|----|---|-------------------------|---------------------|--|---|
| 1 | | | | | |
| 2 | | Time of Day | Average Temperature | | |
| 3 | | Morning | 5 | | |
| 4 | | Noon | 12 | | |
| 5 | | Afternoon | 14 | | |
| 6 | | Evening | 8 | | |
| 7 | | Night | 3 | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | Embedded Ifs: | | | |
| 10 | | Current Time of Day | Average Temperature | Formula | |
| 11 | | Afternoon | 14 | =IF(B11="Morning",C3,IF(B11="Noon",C4,IF(B11="Afternoon",C5,IF(B11="Evening",C6,C7)))) | |
| 12 | | | | | |
| 13 | | Lookup Functions | | | |
| 14 | | Current Time of Day | Average Temperature | Formula | |
| 15 | | Afternoon | 14 | =INDEX(C3:C7,MATCH(B15,B3:B7,0),1) | |
| 16 | | | | | |

Gambar 9.8 Contoh Penggunaan Fungsi Pencarian Sebagai Pengganti Pernyataan If Yang Tertanam

Bentuk Singkat Fungsi

Secara umum, secara logis lebih jelas dan lebih transparan untuk tidak menggunakan bentuk singkat fungsi, tetapi lebih baik menggunakan ekspresi logis yang sedikit lebih panjang tetapi lebih eksplisit. Bagian ini menyediakan pembahasan tentang masalah ini.

Pernyataan seperti:

$$IF(F7 > F6,1,0)$$

secara umum lebih jelas daripada sekedar:

$$= F7 > F6$$

Karena, meskipun yang kedua lebih pendek, ia mengharuskan pengguna untuk secara eksplisit mempertimbangkan hasil yang dihasilkan dalam setiap kasus. Serupa dengan itu, ekspresi seperti =IF(G3, Value1,Value2) tidak memuaskan, karena tidak secara eksplisit aspek G3 apa yang sedang diuji. Bahkan, ia akan mengembalikan Value1 jika sel G3 berisi angka bukan nol, Value2 jika G3 berisi angka 0 atau kosong, dan #VALUE dalam kasus entri teks. Pernyataan yang lebih eksplisit tentang aspek G3 mana yang sedang diuji lebih disukai. Misalnya, tergantung pada konteksnya, seseorang mungkin memerlukan fungsi ISBLANK, ISNUMBER atau ISTEXT, mungkin dikombinasikan dengan AND, OR atau NOT.

Menggunakan ekspresi lengkap, seperti:

$$=IF(AND(G10 = 1, F10 = 0),1,0)$$

bisa dibilang lebih jelas dari:

$$AND(G10 = 1, F10 = 0)$$

untuk alasan yang sama (yaitu bahwa konsekuensi dari hasil pengujian dibuat eksplisit). Lebih jauh, fakta bahwa fungsi bentuk pendek sering kali mengembalikan TRUE atau FALSE dapat menyebabkan kesalahan pemodelan:

- Banyak pemodel dapat mengartikan nilai yang dikembalikan sebagai bidang teks, dan dalam rumus selanjutnya menulis ekspresi seperti:

$$= IF(B3 = "TRUE",...)$$

- Meskipun pernyataan return tersebut umumnya diperlakukan (oleh Excel) seolah-olah bernilai 0 atau 1, hal ini tidak selalu terjadi. Gambar 9.9 menunjukkan contoh di mana fungsi SUMPRODUCT murni tidak mengevaluasi seperti yang diharapkan ketika inputnya merupakan hasil logika bentuk pendek (dengan Sel C14 berisi nilai 0). Untuk membuat kalkulasi yang benar, seseorang perlu menerapkan modifikasi seperti yang ditunjukkan di Sel C15. Namun, kebutuhan untuk melakukan modifikasi tersebut mudah diabaikan, dan hal itu juga menciptakan rumus yang lebih rumit.

| | A | B | C | D |
|----|---|--------|---------|------------------------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | Values | Include | Formula |
| 3 | | 1 | TRUE | =B3<5 |
| 4 | | 2 | TRUE | =B4<5 |
| 5 | | 3 | TRUE | =B5<5 |
| 6 | | 4 | TRUE | =B6<5 |
| 7 | | 5 | FALSE | =B7<5 |
| 8 | | 6 | FALSE | =B8<5 |
| 9 | | 7 | FALSE | =B9<5 |
| 10 | | 8 | FALSE | =B10<5 |
| 11 | | 9 | FALSE | =B11<5 |
| 12 | | 10 | FALSE | =B12<5 |
| 13 | | | | |
| 14 | | | 0 | =SUMPRODUCT(B3:B12,C3:C12) |
| 15 | | | 10 | =SUMPRODUCT(B3:B12,C3:C12*1) |

Gambar 9.9 Fungsi Sumproduct Saat Menggunakan Logika Bentuk Pendek

9.3 BIDANG TEKS VERSUS BIDANG NUMERIK

Seperti disebutkan di atas, umumnya lebih baik untuk memastikan bahwa rumus di Excel mengevaluasi ke nilai numerik jika memungkinkan. Prinsip seperti itu membantu memastikan bahwa kalkulasi (tergantung) berikutnya kuat dan benar. Misalnya, fungsi yang dapat ditulis untuk mengembalikan bidang teks "TRUE" umumnya harus mengembalikan 1 (dan demikian pula untuk "FALSE" yang mengembalikan 0).

Ini merupakan tambahan untuk poin-poin yang disebutkan di atas (di mana penggunaan angka 1 umumnya lebih disukai daripada TRUE yang dikeluarkan oleh beberapa fungsi bentuk pendek). Yang juga terkait dengan ini adalah bahwa secara umum lebih disukai untuk menggunakan fungsi =NA() daripada kolom teks "N" (atau yang serupa) dalam keadaan yang relevan (lihat Bab 22 untuk detail lebih lanjut).

SUMIFS dengan Satu Kriteria

Untuk fungsi SUMIF dan AVERAGEIF, rentang yang akan dijumlahkan atau dirata-ratakan adalah parameter terakhir, sedangkan rentang tempat kondisi akan diperiksa adalah parameter pertama. Ini berbeda dengan SUMIFS dan AVERAGEIFS, di mana rentang yang akan dijumlahkan atau dirata-ratakan adalah argumen pertama, dengan kriterianya adalah rentang terakhir (dan opsional).

Jadi, bahkan ketika rumus SUMIF atau AVERAGEIF diperlukan (yaitu dengan hanya satu kondisi yang harus diperiksa), sering kali lebih baik menggunakan SUMIFS atau AVERAGEIFS: pendekatan semacam itu memungkinkan kriteria tambahan untuk ditambahkan dengan mudah jika perlu, atau agar rumus dapat disalin atau digunakan dengan lebih mudah dalam rumus lain.

Sebaliknya, fungsi COUNTIF dapat langsung diubah menjadi fungsi COUNTIFS jika kriteria tambahan perlu ditambahkan. Namun, demi pendekatan yang konsisten, seseorang

dapat selalu berpendapat untuk menggunakan COUNTIFS bahkan ketika COUNTIF sudah cukup.

Mencantumkan Hanya Item Tertentu dalam Penjumlahan

Dalam beberapa kasus, seseorang mungkin belum mengetahui item mana yang harus disertakan dalam perhitungan akhir. Misalnya, seseorang mungkin perlu memilih sekelompok orang untuk membentuk tim, sambil menghormati beberapa batasan pada total anggaran yang ditentukan dengan menambahkan kompensasi setiap orang yang ada dalam tim yang dipilih. Kemungkinan tim yang diinginkan dapat dieksplorasi dengan uji coba hingga ditemukan satu tim yang dapat melaksanakan proyek sambil memenuhi batasan anggaran.

Gambar 9.10 menunjukkan pendekatan yang sering kita lihat, di mana biaya "tim uji coba" telah dibentuk dengan menautkan ke referensi sel langsung (Sheet1 dalam file).

| | A | B | C | D | E |
|----|---|---|-----------------------|-------------------|----------------------------------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | Name | Total Comp | |
| 3 | | | Amelia | 39477 | |
| 4 | | | Olivia | 51607 | |
| 5 | | | Emily | 36457 | |
| 6 | | | Ava | 41536 | |
| 7 | | | Isla | 60284 | |
| 8 | | | Jessica | 51366 | |
| 9 | | | Poppy | 32527 | |
| 10 | | | Isabella | 84495 | |
| 11 | | | Sophie | 15000 | |
| 12 | | | Mia | 67321 | |
| 13 | | | Ruby | 15000 | |
| 14 | | | Lily | 39672 | |
| 15 | | | Grace | 87395 | |
| 16 | | | Evie | 79219 | |
| 17 | | | Sophia | 36099 | |
| 18 | | | Ella | 70585 | |
| 19 | | | Scarlett | 79436 | |
| 20 | | | Chloe | 44954 | |
| 21 | | | Isabelle | 56400 | |
| 22 | | | Freya | 45169 | |
| 23 | | | | | |
| 24 | | | Total | 1034000 | =SUM(D3:D22) |
| 25 | | | | | |
| 26 | | | | | |
| 27 | | | Sub-Group/Team | 428733 | =D3+D6+D7+D10+D12+D16+D21 |

Gambar 9.10 Pendekatan Referensi Sel Langsung

Tidak diragukan lagi akan jelas bagi banyak pembaca bahwa pendekatan yang lebih transparan dan fleksibel adalah dengan menggunakan kolom bendera (Kolom B) untuk secara eksplisit mendefinisikan dan mengidentifikasi penyertaan atau tidaknya seseorang dalam tim, dan kemudian menggunakan fungsi untuk menghitung total biaya tim ini (Lembar 2 dalam berkas).

Gambar 9.11 menunjukkan bahwa perhitungan biaya tim kemudian dapat dicapai dengan menggunakan fungsi SUMIFS atau fungsi Basis Data DSUM (dibahas dalam Bab 26). Pendekatan ini juga dapat menjadi dasar untuk penggunaan teknik atau alat pengoptimalan (misalnya, yang menemukan kombinasi optimal 1 atau 0 untuk mencapai tujuan dengan biaya minimum).

| | A | B | C | D | E |
|----|---|-------|----------------|------------|----------------------------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | Incl? | Name | Total Comp | |
| 3 | | 1 | Amelia | 39477 | |
| 4 | | 0 | Olivia | 51607 | |
| 5 | | 0 | Emily | 36457 | |
| 6 | | 1 | Ava | 41536 | |
| 7 | | 1 | Isla | 60284 | |
| 8 | | 0 | Jessica | 51366 | |
| 9 | | 0 | Poppy | 32527 | |
| 10 | | 1 | Isabella | 84495 | |
| 11 | | 0 | Sophie | 15000 | |
| 12 | | 1 | Mia | 67321 | |
| 13 | | 0 | Ruby | 15000 | |
| 14 | | 0 | Lily | 39672 | |
| 15 | | 0 | Grace | 87395 | |
| 16 | | 1 | Evie | 79219 | |
| 17 | | 0 | Sophia | 36099 | |
| 18 | | 0 | Ella | 70585 | |
| 19 | | 0 | Scarlett | 79436 | |
| 20 | | 0 | Chloe | 44954 | |
| 21 | | 1 | Isabelle | 56400 | |
| 22 | | 0 | Freya | 45169 | |
| 23 | | | | | |
| 24 | | | Total | 1034000 | =SUM(D3:D22) |
| 25 | | | | | |
| 26 | | | Sub-Group/Team | | |
| 27 | | 1 | With SUMIFS | 428733 | =SUMIFS(D3:D22,B3:B22,B27) |
| 28 | | | | | |
| 29 | | Incl? | With DSUM | 428733 | =DSUM(B2:D22,D2:B29:B30) |
| 30 | | 1 | | | |
| 31 | | | | | |

Gambar 9.11 Pendekatan Pengidentifikasi Fleksibel

9.4 AGGREGATE dan SUBTOTAL Versus Fungsi Individual

Fungsi SUBTOTAL dan AGGREGATE (lihat Bab 17) memiliki berbagai macam opsi, dan sampai batas tertentu selalu dapat digunakan sebagai pengganti fungsi yang mendasarinya (misalnya, menggunakan AGGREGATE sebagai ganti SUM, COUNT atau AVERAGE). Namun, pendekatan umum seperti itu sering kali lebih sulit dipahami dan diaudit oleh pengguna; biasanya perlu memeriksa nomor fungsi dan opsi mana yang digunakan dalam kasus tertentu (karena sebagian besar pemodel tidak akan mengingat detail ini).

Oleh karena itu, kecuali jika penggunaannya menyediakan kemampuan unik (atau beberapa bentuk fleksibilitas yang tidak tersedia dengan fungsi yang mendasarinya), biasanya masuk akal untuk menggunakan fungsi yang lebih spesifik (tidak umum).

Kasus-kasus di mana fungsi umum dapat dianggap sesuai meliputi:

- Kemungkinan untuk mengecualikan nilai kesalahan dari perhitungan (ketika menggunakan AGGREGATE).
- Kemampuan untuk mengubah dengan cepat dari satu jenis perhitungan ke yang lain (misalnya dari SUM ke AVERAGE atau COUNT) dengan mengubah satu argumen fungsi.
- Potensi untuk menggunakan Wizard untuk fungsi SUBTOTAL (untuk menempatkan fungsi di akhir setiap perubahan dalam pengenalan kategori).

Fungsi Array atau Fungsi yang Ditentukan Pengguna VBA?

Sering kali, ada pilihan apakah akan menggunakan fungsi array (Excel) atau fungsi yang

ditentukan pengguna VBA. Ketika perhitungan tersebut mengembalikan nilai ke satu sel (bukan ke array sel), dan pada dasarnya melibatkan pengerjaan data tabular "di balik layar", kedua pendekatan tersebut umumnya memungkinkan. Misalnya, perhitungan semi-deviasi dari kumpulan data dapat dilakukan sebagai fungsi array (lihat Bab 18), atau sebagai fungsi yang ditentukan pengguna (lihat Bab 33).

Pendekatan ganda yang serupa dapat digunakan untuk beberapa perhitungan lain, seperti momen statistik ketika frekuensi diketahui, dan korelasi urutan peringkat antara dua kumpulan data (juga ditunjukkan dalam Bab 33). Pilihan antara kedua pendekatan tersebut dapat diseimbangkan dengan baik dalam beberapa kasus.

Meskipun seseorang mungkin ingin menghindari penggunaan VBA kecuali jika benar-benar diperlukan (atau sudah digunakan di tempat lain dalam model), fungsi array lebih rumit untuk digunakan dan seringkali kurang fleksibel. Misalnya, jika rentang sel yang menggerakkan fungsi diubah ukurannya, biasanya sedikit lebih sulit untuk mengubah referensi rentang untuk fungsi array daripada untuk fungsi yang ditentukan pengguna (di mana seseorang dapat yakin jika ditulis dengan benar bahwa setiap rentang hanya dirujuk satu kali).

Fungsi Volatil

Fungsi Volatil adalah fungsi yang nilainya diperbarui pada setiap perhitungan ulang Excel, bahkan ketika nilai argumennya tidak berubah. Untuk alasan efisiensi komputasi, sebagian besar fungsi Excel diperbarui hanya ketika nilai argumennya berubah (yaitu tidak Volatil). Fungsi Volatil utama adalah NOW, TODAY, RAND, OFFSET, INDIRECT, CELL dan INFO. Penggunaan fungsi Volatil memperlambat setiap perhitungan ulang (terutama jika banyak yang digunakan), jadi umumnya fungsi tersebut harus digunakan hanya untuk menyediakan fungsionalitas unik yang tidak dapat ditiru oleh fungsi lain (non-Volatil):

- OFFSET dan INDIRECT harus dipilih hanya ketika digunakan untuk membuat rentang atau referensi yang fleksibel. Jika ini tidak diperlukan, fungsi lain (seperti INDEX atau CHOOSE) mungkin cukup (lihat Bab 25).
- Fungsi ADDRESS dapat dipilih daripada fungsi CELL dalam beberapa kasus.

Pemilihan Fungsi Pencarian yang Efektif

Pemanfaatan dan pemilihan fungsi pencarian yang efektif merupakan aspek yang sangat penting dalam membangun model yang fleksibel, transparan, dan efisien. Poin-poin utama dibahas secara rinci dalam Bab 25; di sini, kami hanya memberikan ringkasan untuk tujuan konsolidasi:

- Fungsi pencarian secara umum harus dipertimbangkan setiap kali ada fungsi logis yang tertanam di dalam fungsi lain, terutama fungsi IF yang tertanam.
- VLOOKUP dan HLOOKUP secara umum harus dihindari, dengan kombinasi INDEX/MATCH (atau mungkin LOOKUP) yang digunakan sebagai gantinya. Alasan untuk ini dibahas secara rinci dalam Bab 25, tetapi secara singkat meliputi: fleksibilitas (misalnya penempatan rentang data dan kemampuan untuk memindahkan bagian dari suatu rentang), ketahanan (menghindari nomor baris atau kolom yang dikodekan secara keras, menghindari rentang dua dimensi), audit (mengurangi ukuran preseden

dan rentang dependen) dan efisiensi komputasi (menghindari pengulangan beberapa proses pencocokan implisit yang identik, ukuran model karena jalur audit).

- Karena fungsi SUMIF atau SUMIFS dapat digunakan untuk membentuk jumlah bersyarat semua item dalam daftar, fungsi tersebut juga dapat digunakan untuk menemukan nilai satu item dalam daftar yang memiliki beberapa properti. Namun, fungsi pencarian umumnya harus digunakan untuk tujuan tersebut, karena lebih transparan dan efektif dalam konteks ini.
- Jika pernyataan logis hanya memiliki dua hasil, pemilihan antara menggunakan IF atau CHOOSE mungkin tidak jelas: tampaknya masuk akal untuk menggunakan IF ketika bagian logis merupakan hasil dari percabangan umum, dan menggunakan CHOOSE jika peran proses percabangan sesuai dengan keputusan eksplisit yang akan dibuat.
- Saat membuat data masukan skenario, CHOOSE akan digunakan untuk kumpulan data yang mungkin perlu dipindahkan (potong dan tempel), sedangkan INDEX akan digunakan untuk kasus-kasus di mana data akan selalu hanya berada dalam rentang yang berdekatan.
- OFFSET dan INDIRECT dapat digunakan untuk membuat rentang dan referensi yang fleksibel, tetapi sebagai fungsi Volatile, keduanya tidak efisien dalam komputasi, sehingga sebaiknya digunakan hanya jika fungsionalitas uniknya digunakan.

BAB 10

MENANGANI SIRKULARITAS

Bab ini membahas masalah penanganan sirkularitas. Kami membuat perbedaan antara sirkularitas yang muncul sebagai sifat inheren dari situasi kehidupan nyata dan sirkularitas yang dihasilkan dari keberadaan rumus sirkular dalam model yang diimplementasikan (juga disebut referensi sirkular). Kami membahas potensi keuntungan dan kerugian dari penggunaan rumus sirkular, cara menangani logika sirkular dan metode untuk (jika diinginkan) mempertahankan sirkularitas inheren dalam logika situasi kehidupan nyata sambil menghindari rumus sirkular apa pun dalam model.

10.1 PENERAK DAN SIFAT SIRKULARITAS

Bagian ini membahas perbedaan mendasar antara sirkularitas yang merupakan sifat inheren dari situasi kehidupan nyata dan sirkularitas yang dihasilkan dari cara rumus diimplementasikan di Excel.

Logika Inheren Sirkular (Keseimbangan atau Pengaturan Diri)

Banyak situasi kehidupan nyata dapat dijelaskan menggunakan persamaan matematika. Sering kali, persamaan tersebut mengungkapkan beberapa bentuk keseimbangan atau pengaturan diri dalam suatu sistem. Misalnya, panas yang dihasilkan oleh radiator yang dikontrol secara termostatik bergantung pada perbedaan antara suhu ruangan saat ini dan level target.

Pada saat yang sama, suhu ruangan akan dipengaruhi oleh (bergantung pada) panas baru yang dihasilkan oleh radiator. Demikian pula, dalam ilmu ekonomi, logika "sirkuler" dapat muncul sebagai pernyataan tentang beberapa bentuk keseimbangan dalam sistem yang dimodelkan, yang dicirikan oleh keberadaan variabel di kedua sisi persamaan. Dalam konteks pemodelan keuangan, contoh logika sirkuler meliputi:

- Bonus manajemen senior dapat bergantung pada laba bersih perusahaan, yang dihitung bersih dari biaya bonus. Ditulis sebagai rumus, seseorang memiliki:

$$\text{Bonus} = \text{Bonus\%} \times \text{Laba Bersih}$$

$$\text{Laba Bersih} = \text{Laba Bersih Sebelum Bonus} - \text{Bonus}$$

(Untuk kesederhanaan penyajian, kita mengabaikan pajak; yaitu bonus umumnya dapat dikurangi dari laba sebelum pajak.)

- Suku bunga yang dapat dipinjam perusahaan akan bergantung pada risiko bahwa pokok utang dan pembayaran bunga berkala mungkin tidak dapat dipenuhi. Jika rasio cakupan bunga (laba operasi dibagi dengan pembayaran bunga) digunakan sebagai ukuran risiko ini, sirkularitas dalam logika tercipta: peningkatan jumlah pinjaman yang diasumsikan akan menyebabkan biaya bunga yang lebih tinggi, rasio cakupan yang berkurang, dan karenanya cenderung mengurangi jumlah yang dapat dipinjam (yang

baru saja ditingkatkan). Demikian pula, untuk proyek yang sebagian dibiayai dengan utang, kapasitas utang akan bergantung pada kemampuan untuk membayar utang, yang dikaitkan dengan arus kas pasca-pajak (dan pasca-bunga), dan karenanya dengan tingkat utang.

- Tingkat diskonto yang digunakan untuk menentukan nilai perusahaan (ketika menggunakan pendekatan arus kas yang didiskontokan) bergantung pada rasio utang-ekuitas perusahaan (atau rasio utang terhadap nilai). Namun, nilai yang ditentukan dari pendekatan ini mungkin awalnya tidak konsisten dengan rasio yang diasumsikan untuk menentukan tingkat diskonto, misalnya jika tingkat utang dianggap tetap, sehingga nilai ekuitas merupakan residual yang bergantung pada penilaian, yang berarti bahwa rasio utang-ekuitas tersirat yang baru mungkin tidak sama dengan yang diasumsikan untuk memperoleh nilai tersebut sejak awal. Penilaian yang secara teoritis benar hanya ditemukan jika semua asumsi konsisten satu sama lain, yang memerlukan logika ekuilibrium (atau sirkuler).
- Otoritas pajak dapat mengenakan pajak kekayaan pada individu tergantung pada kekayaan bersih mereka, tetapi kekayaan bersih dihitung setelah dikurangi pajak kekayaan.

Rumus Sirkuler (Referensi Sirkuler)

Referensi sirkuler muncul saat kalkulasi untuk mengevaluasi sel Excel (atau rentang) melibatkan rumus yang nilainya bergantung pada sel atau rentang yang sama. Hal ini sering kali terjadi melalui serangkaian referensi sel atau rumus, di mana yang pertama bergantung pada yang terakhir. Sirkuleritas semacam itu dapat disengaja atau tidak disengaja:

- Sirkuleritas yang tidak disengaja umumnya terjadi akibat kesalahan atau kelalaian saat membuat rumus, paling sering terjadi saat model tidak terstruktur dengan baik, atau memiliki alur logis yang tidak jelas (misalnya tidak mengikuti prinsip kiri-ke-kanan dan atas-ke-bawah, atau menggunakan beberapa lembar kerja dengan hubungan yang rumit di antara keduanya). Contoh sederhananya adalah jika, di Sel B6, rumus seperti “=SUM(B4:B6)” telah digunakan sebagai pengganti “=SUM(B4:B5)”, sehingga nilai di B6 merujuk ke dirinya sendiri.
- Referensi melingkar yang disengaja. Pada prinsipnya, ini digunakan untuk mencerminkan logika melingkar (atau keseimbangan) yang ada dalam situasi kehidupan nyata. Misalnya:
- Model yang sesuai dengan situasi apa pun yang dijelaskan di atas (misalnya bonus manajemen, biaya utang, kapasitas utang, penilaian arus kas, pajak kekayaan) berpotensi diimplementasikan dengan cara yang secara sengaja memuat referensi melingkar.
- Saat menghitung saldo kas akhir periode (berdasarkan pendapatan operasional dan bunga yang diperoleh selama suatu periode), bunga yang diperoleh dalam suatu periode dapat bergantung pada saldo kas rata-rata selama periode tersebut (dikalikan dengan suku bunga). Ini menciptakan referensi melingkar, karena saldo kas rata-rata

mengharuskan saldo akhir diketahui. Dalam hal persamaan, seseorang memiliki:

$$Cend = Cbeg + Cop + IntRate.(Cbeg + Cend)/2$$

di mana Cend adalah saldo akhir, Cbeg adalah saldo awal, Cop adalah arus kas masuk nonbunga dan IntRate adalah suku bunga; sirkularitas terlihat karena adanya Cend di kedua sisi persamaan.

Jenis Sirkularitas Umum

Dengan mempertimbangkan kemungkinan kombinasi logika sirkular dan rumus sirkular, seseorang dapat mempertimbangkan empat kategori situasi pemodelan yang disengaja:

- NCL/NCF: Tidak ada logika sirkular dan tidak ada rumus sirkular. Ini adalah situasi untuk banyak model tradisional: situasi yang mendasarinya tidak memerlukan logika melingkar, dan model-model tersebut juga tidak mengandung logika tersebut (selain dari kesalahan yang tidak diinginkan).
- CL/NCF: Logika melingkar tetapi tidak ada rumus melingkar. Di sinilah situasi yang mendasarinya mengandung sirkularitas dalam logikanya, tetapi model mengabaikannya, biasanya karena alasan kesederhanaan (implementasi) atau transparansi. Banyak model tradisional termasuk dalam kategori ini, seperti model penilaian perusahaan, yang sering mengabaikan logika melingkar yang berkaitan dengan biaya utang.
- CL/CF: Logika melingkar dan rumus melingkar. Di sinilah rumus melingkar diimplementasikan dalam model untuk menangkap sirkularitas (keseimbangan) dalam situasi yang mendasarinya. Misalnya, pendekatan tersebut dapat digunakan dalam konteks yang disebutkan sebelumnya.
- NCL/CF: Tidak ada logika melingkar tetapi rumus melingkar. Meskipun kategori ini tampaknya tidak akan ada (kecuali ketika sirkularitas yang tidak disengaja muncul karena kesalahan), ada beberapa kasus di mana situasi kehidupan nyata yang asli mungkin tidak sepenuhnya sirkular, tetapi sedikit modifikasi pada realitas yang diasumsikan menciptakan logika sirkular. Faktanya, perhitungan bunga yang dijelaskan di atas dapat dianggap sebagai kasus seperti itu, karena bunga biasanya tidak benar-benar dibayarkan berdasarkan saldo rata-rata dalam suatu periode, tetapi mungkin pada saldo kas interim pada berbagai waktu sepanjang suatu periode (sehingga asumsi bahwa hal itu bergantung pada saldo rata-rata merupakan modifikasi terhadap spesifikasi realitas, yang kemudian ditangkap dalam model). Dengan kata lain, kategori ini secara efektif merupakan bentuk CL/CF dari realitas yang dimodifikasi ini.

10.2 MENYELESAIKAN RUMUS SIRKULAR

Di bagian ini, kami membahas metode utama untuk menangani referensi sirkular yang potensial:

- Memperbaiki rumus ketika sirkularitas dihasilkan dari kesalahan atau kesalahan ketik.

- Mengabaikan sirkularitas logis, yaitu membuat model yang hanya memberikan perkiraan atau modifikasi terhadap situasi asli, dan tidak terdapat sirkularitas di dalam rumusnya.
- Manipulasi aljabar. Ini melibatkan penulisan persamaan yang menciptakan sirkularitas sebagai rumus matematika, dan memanipulasinya untuk mengisolasi atau memecahkan variabel (yang melingkar) di satu sisi persamaan saja. Ini secara implisit mempertahankan logika keseimbangan yang menciptakan sirkularitas asli.
- Menggunakan metode iteratif, dengan tujuan menemukan serangkaian perhitungan yang stabil, di mana semua item konsisten satu sama lain. Dalam praktiknya, ini dapat dicapai dengan menerapkan salah satu dari beberapa pendekatan:
 - Metode perhitungan iteratif bawaan Excel, dalam model dengan rumus melingkar.
 - Mengulangi jalur melingkar yang "rusak" menggunakan makro VBA (atau operasi salin dan tempel yang dilakukan secara manual).

Memperbaiki Kesalahan yang Menghasilkan Rumus Melingkar

Jelas, rumus melingkar yang telah diterapkan secara tidak sengaja harus dihapus atau diperbaiki. Hal ini harus dilakukan segera setelah terdeteksi, karena umumnya sulit untuk mengaudit model yang telah selesai guna menemukan bagaimana sirkularitas muncul: karena tidak ada titik awal untuk sirkularitas, penelusuran preseden dan dependen dapat memakan waktu dan membuat frustrasi. Mungkin seseorang perlu menghapus rumus pada jalur sirkular dan membangun kembali model dengan cara tertentu, sebagai langkah sementara untuk menemukan dan memperbaiki sirkularitas.

Menghindari Sirkularitas Logika dengan Memodifikasi Spesifikasi Model

Dalam beberapa kasus, situasi kehidupan nyata mungkin mengandung logika sirkular, tetapi mungkin dapat diabaikan, namun membangun model yang akurasinya dianggap memadai. Misalnya, banyak model penilaian perusahaan mengabaikan logika sirkular yang berkaitan dengan tingkat diskonto dan biaya utang. Demikian pula, untuk contoh mengenai saldo kas akhir, seseorang dapat menghilangkan sirkularitas dengan mengasumsikan bahwa bunga diperoleh hanya pada saldo kas awal:

$$C_{end} = C_{beg} + C_{op} + IntRate.C_{beg}$$

Pendekatan ini mudah diterapkan dalam praktik, tetapi mungkin tidak cukup akurat dalam beberapa kasus. Peningkatan akurasi dapat dicapai dengan memperkenalkan lebih banyak kecanggihan dan kompleksitas, di mana bunga diperoleh dari total saldo awal ditambah arus kas masuk nonbunga rata-rata:

$$C_{end} = C_{beg} + C_{op} + IntRate.(C_{beg} + C_{op})/2$$

Tentu saja, reformulasi akan mengubah nilai beberapa perhitungan dan keluaran, yang mungkin dapat diterima atau tidak menurut konteksnya. Misalnya, perhitungan bonus

berdasarkan pendapatan pra-bonus (bukan berdasarkan pendapatan pasca-bonus atau pendapatan bersih) akan menghilangkan sirkularitas. Namun, penyajian hasil di mana bonus tidak konsisten dengan angka pendapatan bersih akhir mungkin tidak dapat diterima atau kredibel (terutama karena itu adalah angka yang dapat menarik perhatian khusus; ketidakkonsistenan dalam angka yang kurang terlihat mungkin dapat diterima).

Menghilangkan Rumus Sirkular dengan Menggunakan Manipulasi Aljabar (Matematika)

Dari perspektif matematika murni, rumus yang mengandung sirkularitas seperti:

$$B6 = 1 + (1/10).B6$$

dapat disusun ulang untuk memberikan:

$$(9/10).B6 = 1$$

dan kemudian dipecahkan:

$$B6 = 10/9$$

Demikian pula, dalam contoh bonus:

$$\text{Bonus Bonus\%. Pendapatan Bersih}$$

yaitu Bonus Bonus%. (Laba Bersih Sebelum Bonus – Bonus)
 yaitu Bonus. (1 Bonus%) Bonus%. Laba Bersih Sebelum Bonus
 yaitu Bonus Bonus%. Laba Bersih Sebelum Bonus / (1 Bonus%)
 dan Laba Bersih Laba Bersih Sebelum Bonus – Bonus.

Jadi, dengan menggunakan dua rumus terakhir secara berurutan, referensi sirkuler telah dihilangkan, sementara sirkuleritas dasar logika telah dipertahankan.

Dalam perhitungan saldo kas akhir, persamaan sirkuler:

$$Cend = Cbeg + Cop \text{ IntRate. } (Cbeg \text{ Cop})/2$$

dapat ditulis ulang untuk mengisolasi Cend di sisi kiri:

$$Cend. (1 - \text{IntRate}/2) Cbeg. (1 \text{ IntRate}/2) Cop$$

$$Cend = Cbeg * (1 + \text{IntRate}/2) + Cop) / (1 - \text{IntRate}/2)$$

Dengan menggunakan rumus terakhir, saldo kas akhir dapat dihitung langsung dari saldo awal,

suku bunga, dan arus kas nonbunga tanpa menciptakan sirkularitas. Setelah Cend dihitung, pendapatan bunga dapat dihitung (juga tanpa menciptakan sirkularitas) sebagai berikut: Pendapatan Bunga $\text{IntRate} \cdot (\text{Cbeg} \cdot \text{Cend}) / 2$. Perlu dicatat bahwa ketika menggunakan pendekatan aljabar, urutan perhitungan item dapat berlawanan dengan intuisi.

Misalnya, dengan menggunakan persamaan di atas, bonus dihitung dengan menggunakan pendapatan pra-bonus, dan pendapatan bersih dihitung setelah bonus diketahui (yang berbeda dengan deskripsi dan rumus di awal bab, yang mendefinisikan bonus sebagai kuantitas yang ditentukan dari pendapatan bersih). Demikian pula, dalam perhitungan bunga, menggunakan rumus dari manipulasi aljabar, nilai Cend dihitung sebelum pendapatan bunga, dan pendapatan bunga dihitung dari CEnd, yang bertentangan dengan logika bahwa pendapatan bunga mendorong nilai CEnd (atau bahwa CEnd bergantung pada pendapatan bunga).

Menyelesaikan Sirkularitas Menggunakan Metode Iteratif

Peran variabel yang ada di kedua sisi persamaan sering kali dapat ditentukan dengan metode solusi iteratif (baik bekerja di Excel atau lebih umum). Ini berarti bahwa seseorang memulai dengan nilai percobaan (seperti nol) untuk variabel, dan ini disubstitusikan ke satu sisi persamaan (dan di mana sisi lainnya adalah nilai terisolasi dari variabel yang sama ini). Misalnya, dengan:

$$B6 = 1 (1/10) * B6$$

Dengan menggunakan nilai awal B6 sebagai nol di sisi kanan, proses menghasilkan urutan 0, 1, 1.1, 1.11, 1.111. Ini menunjukkan bahwa jika ada angka tunggal dan stabil yang benar (mis. 10/9); metode iteratif umumnya konvergen dengan sangat cepat ke angka ini. Secara teori, urutan iteratif dapat direplikasi secara eksplisit di Excel dengan membuat beberapa salinan model, yang mana salinan pertama diisi dengan nilai uji, dan output dari salinan ini digunakan untuk memberikan input ke salinan kedua, dan seterusnya.

Misalnya, Gambar 10.1 menunjukkan perhitungan bonus (menggunakan tingkat bonus 5% dari laba bersih). Laba bersih (Sel D5) ditentukan setelah mengurangi bonus (Sel D4) dari angka pendapatan sebelum bonus, dan bonus (Sel D4) itu sendiri bergantung pada laba bersih (Sel D5), sehingga menciptakan referensi melingkar. Perhatikan bahwa ketika rumus melingkar dimasukkan untuk pertama kalinya, hasilnya mungkin bernilai nol (Sel D4).

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|---|---|----------------------------------|--------|-------|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | Asumsi | Nilai | | | | |
| 3 | | PAT: Pra-Bonus | | 1000 | (Disumsikan dihitung dari model sebelumnya) | | | |
| 4 | | Bonus (% dari Pendapatan Bersih) | 5% | 0 | =C4*D5 | | | |
| 5 | | Pendapatan bersih | | 1000 | =D3-D4 | | | |
| 6 | | | | | | | | |

Gambar 10.1 Contoh Referensi Melingkar Yang Timbul Dari Penerapan Logika Keseimbangan

Pada titik ini, angka-angka tersebut tidak konsisten, yaitu angka bonus yang ditunjukkan sama dengan 0% (bukan 5%) dari laba bersih. Pada Gambar 10.2, kami mengilustrasikan proses iteratif yang menggunakan serangkaian model, di mana keluaran masing-masing merupakan masukan untuk model berikutnya.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---|---|----------------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|----------|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | Asumsi | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 3 | | PAT: Pra-Bonus | | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | =H3 |
| 4 | | Bonus (% dari Pendapatan Bersih) | 5% | 0 | 50 | 47.5 | 47.6 | 47.6 | 47.6 | =\$C4*H5 |
| 5 | | Pendapatan bersih | | 1000 | 950 | 953 | 952 | 952 | 952 | =I3-I5 |
| 6 | | | | | | | | | | |

Gambar 10.2 Proses Iteratif Ilustratif Dengan Menggunakan Beberapa Salinan Model

Nilai-nilai pada Baris 4 (sel D4:I4) dan Baris 5 (sel D5:I5) dengan cepat menyatu menjadi angka-angka stabil yang konsisten satu sama lain. Tentu saja, secara umum tidak praktis untuk membuat beberapa salinan model dengan cara ini. Sebaliknya, diperlukan metode iteratif dalam model yang sama. Ada beberapa kemungkinan pendekatan untuk melakukan hal ini, yang dibahas pada bagian berikutnya.

10.3 METODE ITERATIF DALAM PRAKTIK

Dalam praktiknya, metode iteratif (untuk item pada jalur melingkar) mengambil nilai variabel pada sel tertentu, dan menghitung rumus dependen dalam jalur melingkar, hingga sel asli dihitung ulang, lalu proses tersebut berulang. Ini seperti mengganti nilai ke bagian "selanjutnya" dari model, hingga bagian selanjutnya (karena sifat melingkarnya) memenuhi sel asli. Harapan umumnya adalah bahwa nilai yang dihitung akan stabil (atau "konvergen") ke nilai stabil yang konsisten satu sama lain.

Bagian ini membahas tiga pendekatan utama untuk penerapan metode iteratif dalam model Excel:

- Menggunakan perhitungan iteratif default Excel.
- Menggunakan iterasi manual dari jalur melingkar yang terputus.
- Mengotomatiskan iterasi jalur melingkar yang terputus menggunakan makro VBA.

Metode Iteratif Excel

Jika terdapat referensi melingkar, Excel tidak memiliki kemampuan untuk memanipulasi persamaan atau menemukan solusi aljabar yang benar. Sebaliknya, Excel akan menggunakan metode perhitungan iteratif bawaannya, di mana nilai variabel pada titik tertentu pada jalur melingkar digunakan dalam semua rumus dependen, hingga titik awal tercapai, sehingga menghasilkan nilai variabel baru yang diperbarui.

Nilai yang diperbarui ini kemudian digunakan untuk menghitung ulang item dependen lagi, dan seterusnya. Berkas Ch10.1.BonusCircRef.xlsx berisi model bonus dengan referensi melingkar. Gambar 10.3 menunjukkan model setelah menerapkan iterasi Excel (menghasilkan hasil yang sama seperti dalam pendekatan multimodel eksplisit yang ditunjukkan

sebelumnya).

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|---|---|-------------------------|--------------------|---------------|--|---|---|---|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | Assumptions | Values | | | | |
| 3 | | PAT: Pre-Bonus | | 1000 | (Assumed calculated from earlier in model) | | | |
| 4 | | Bonus (% of net income) | 5.0% | 47.6 | =C4*D5 | | | |
| 5 | | Net Income | | 952.4 | =D3-D4 | | | |
| 6 | | | | | | | | |

Gambar 10.3 Hasil Dari Mengizinkan Excel Mengulang Model Bonus Yang Berisi Referensi Melingkar

Kehadiran umum referensi melingkar akan ditandai dengan pesan "Hitung" pada Bilah Status Excel (seperti yang dapat dilihat di bagian bawah Gambar 10.3). Lebih lanjut, pengaturan Opsi Perhitungan (di bawah File/Opsi/Rumus) akan memiliki efek sesuai dengan opsi yang dipilih:

- Jika (default) Aktifkan Perhitungan Iteratif diaktifkan:
 - Aktif (default) Metode perhitungan otomatis:
 - Tidak ada pesan peringatan referensi melingkar yang akan muncul saat rumus dibuat.
 - Model akan langsung beriterasi. Nilai yang dihasilkan akan bergantung pada jumlah iterasi dan kondisi perubahan maksimum (yang ditetapkan dalam opsi perhitungan, misalnya default memungkinkan 100 iterasi).
 - Bilah Status akan menunjukkan (menggunakan "Hitung") bahwa ada sirkularitas.
 - Setiap penggunaan tombol F9 lebih lanjut akan mengakibatkan iterasi lebih lanjut dilakukan. Nilai model akan berubah hanya jika proses iteratif sebelumnya belum konvergen.

- Pada metode perhitungan ulang manual:
 - Tidak akan muncul pesan peringatan referensi melingkar saat rumus yang berisi referensi melingkar pertama kali dibuat.
 - Rumus akan mengevaluasi satu waktu (yaitu ke nilai spesifik konteks, umumnya bukan nol), tetapi tidak akan beriterasi lebih dari ini.
 - Bilah Status akan menunjukkan (menggunakan "Hitung") bahwa ada sirkularitas.
 - Penggunaan tombol F9 akan mengakibatkan model melakukan perhitungan iteratif (dengan nilai yang dihasilkan bergantung pada jumlah iterasi dan pada kondisi perubahan maksimum yang ditetapkan dalam pengaturan perhitungan).
 - Setiap penggunaan tombol F9 lebih lanjut akan mengakibatkan iterasi lebih lanjut dilakukan. Nilai model akan berubah hanya jika proses iteratif belum konvergen.

- Jika Aktifkan Perhitungan Iteratif dimatikan:
 - Pada metode perhitungan Otomatis:
 - Pesan peringatan referensi melingkar akan muncul saat rumus yang berisi referensi melingkar pertama kali dibuat.
 - Rumus akan mengevaluasi ke nol saat dibuat atau dimasukkan kembali.
 - Bilah Status akan secara eksplisit menyatakan keberadaan referensi melingkar dan menunjukkan alamat salah satu sel pada jalur melingkar.
 - Lembar kerja Excel akan menyorot sirkularitas dengan panah prioritas dan ketergantungan.
 - Penggunaan tombol F9 tidak akan memiliki efek lebih lanjut pada nilai dalam model, karena perhitungan iteratif dimatikan, sehingga sirkularitas tidak dapat dicoba untuk diselesaikan.

- Pada metode perhitungan ulang Manual:
 - Tidak ada pesan peringatan referensi melingkar yang akan muncul saat rumus yang berisi referensi melingkar pertama kali dibuat.
 - Rumus akan mengevaluasi satu waktu (yaitu ke nilai spesifik konteks, umumnya bukan nol), meskipun keseluruhan model tidak akan mengevaluasi.
 - Bilah Status akan menunjukkan adanya sirkularitas, tetapi hal ini tidak akan langsung disorot dengan referensi sel yang eksplisit di Bilah Status, maupun dengan panah prioritas dan ketergantungan di lembar kerja Excel.
 - Penggunaan tombol F9 akan menghasilkan pesan peringatan bahwa terdapat referensi sirkular. Pada titik ini, Bilah Status juga akan secara eksplisit menyatakan keberadaan referensi sirkular dan menunjukkan alamat salah satu sel pada jalur sirkular. Lembar kerja Excel akan menyorot sirkularitas dengan panah prioritas dan ketergantungan. Namun, tidak akan ada pengaruh pada nilai dalam model, karena perhitungan iteratif dimatikan, sehingga sirkularitas tidak dapat diatasi.

Perlu dicatat juga bahwa karena pengaturan default Excel (yaitu saat pertama kali diinstal) biasanya adalah opsi perhitungan Otomatis dan Iteratif (secara default), satu-satunya indikasi kemungkinan referensi melingkar adalah keberadaan "Hitung" di Bilah Status. Namun, pesan seperti itu dapat muncul karena alasan lain (terutama saat Excel mendeteksi bahwa model yang ditetapkan pada perhitungan Manual perlu dihitung ulang, misalnya karena perubahan nilai input yang digunakan).

Dengan demikian, deteksi kemungkinan referensi melingkar (misalnya sebagai bagian dari proses audit model) perlu dilakukan sebagai langkah yang disengaja. Untungnya, mudah untuk mendeteksi keberadaan referensi melingkar: dengan menonaktifkan perhitungan Iteratif, peringatan referensi melingkar akan ditampilkan, Bilah Status akan menunjukkan alamat sel pada jalur melingkar, dan panah ketergantungan dan prioritas muncul di lembar kerja Excel. (Dalam perhitungan Otomatis, ini akan langsung muncul, sedangkan dalam

perhitungan Manual, seseorang perlu menekan tombol F9 agar informasi ini muncul.)

Membuat Jalur Sirkuler Terputus: Langkah-Langkah Utama

Alternatif untuk menggunakan iterasi Excel adalah dengan "mematahkan" jalur sirkuler dalam model. Ini dilakukan dengan:

- Memodifikasi model untuk mengisolasi dalam satu sel (atau dalam rentang khusus) nilai dari satu variabel atau perhitungan yang ada di jalur sirkuler.
- Menambahkan sel (atau rentang) baru, yang perannya adalah untuk mewakili variabel yang sama, tetapi yang hanya berisi angka. Rentang baru dapat awalnya diisi dengan nilai apa pun (seperti nol).
- Menghubungkan kembali rumus yang bergantung pada variabel asli, sehingga rumus tersebut bergantung pada rentang baru. Ini perlu dilakukan untuk setiap rumus yang bergantung pada preseden asli yang dipilih, itulah sebabnya sangat ideal untuk menemukan atau membuat preseden dengan satu dependen jika memungkinkan. Tidak akan ada lagi sirkularitas, tetapi akan ada dua rentang yang mewakili variabel yang sama: rentang baru (berisi angka murni) dan rentang asli (berisi nilai terhitung). Kecuali jika nilainya sama, sirkularitas belum sepenuhnya teratasi.
- Iterasi: ini berarti menghitung ulang model (misalnya menekan F9) dan menyalin nilai yang diperbarui (pada setiap iterasi) dari bidang asli ke bidang yang hanya berisi nilai numerik. Ini dapat diulang hingga nilai di setiap bidang telah konvergen ke angka yang sama (atau perbedaan di antara keduanya menjadi sangat kecil).

Perhatikan proses yang akan diperlukan jika seseorang memulai dengan model yang ditunjukkan pada Gambar 10.3: pertama, seseorang akan mengidentifikasi bahwa Sel D4 dan D5 (pada Gambar 10.3) berada di jalur melingkar, dan bahwa D4 memiliki satu dependen. Kedua, rentang baru ditambahkan (yaitu Baris 5 pada Gambar 10.4).

| | A | B | C | D |
|---|---|---|--------|--------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | Asumsi | Nilai |
| 3 | | PAT: Pra-Bonus | | 1000 |
| 4 | | Bonus (% dari Pendapatan Bersih): Dihitung | 5% | 50 |
| 5 | | Bonus (% dari Pendapatan Bersih): Nilai yang ditrmprl | | 0 |
| 6 | | Pendapatan bersih | | =D3-D5 |
| 7 | | | | |

Gambar 10.4 Membuat Jalur Lingkaran Yang Terputus

Ketiga, rumus yang bergantung pada Sel D4 (yaitu Sel D6 pada Gambar 10.4, yang sesuai dengan Sel D5 pada Gambar 10.3) ditautkan ulang agar bergantung pada Sel D5. Keempat, ketika model dihitung ulang, nilai laba bersih (Sel D6) dan bonus yang dihitung (Sel D4) diperbarui, karena keduanya bergantung pada nilai dalam rentang baru (Sel D5), bukan pada dirinya sendiri (seperti halnya dengan sirkularitas awal).

Karena rentang baru (Sel D5) hanya berisi nilai, maka tidak ada lagi sirkularitas. Meskipun proses mengadaptasi model dengan cara ini mungkin tampak rumit pada awalnya, sebenarnya mudah dan langsung dapat diterapkan jika model tersebut terstruktur dengan

cara ini saat sedang dibangun.

Mengulangi Jalur Lingkaran Putus Secara Manual dan Menggunakan Makro VBA

Seperti yang disebutkan sebelumnya, ketika proses iteratif bersifat konvergen, biasanya hanya diperlukan beberapa iterasi untuk memperoleh nilai yang stabil. Ini berarti bahwa proses iteratif dapat diimplementasikan dengan beberapa cara:

- Menempelkan nilai bidang bonus terhitung (Sel D4) secara manual ke bidang nilai bonus baru (Sel D5), memastikan bahwa model dihitung ulang setelah menempel, dan mengulangi proses ini hingga terlihat konvergensi yang cukup antara gambar.
- Mengimplementasikan makro VBA untuk menetapkan nilai dari D4 ke D5 secara berulang, juga memastikan bahwa model dihitung ulang setiap waktu (mengulangi ini hingga konvergensi yang cukup tercapai, yang dapat diperiksa secara otomatis oleh kode VBA). Misalnya, Gambar 10.5 menunjukkan hasil dari melakukan penempelan tunggal (manual) nilai B4 ke B5 dan membiarkan model menghitung ulang sekali, sementara Gambar 10.6 menunjukkan hasil dari melakukan hal ini beberapa kali lagi. Tidak mengherankan, urutan hasil yang dihasilkan sama dengan yang ditunjukkan untuk langkah pertama pada Gambar 10.2 (yaitu ke nilai 0, 50, 47,5... , seperti yang ditunjukkan pada sel D4, E4, dan F4).

Tentu saja, pendekatan manual mungkin cukup untuk model yang sangat sederhana yang hanya akan digunakan dengan cara dasar. Namun, dalam praktiknya ada beberapa keuntungan menggunakan makro VBA:

- Mengurangi kemungkinan kesalahan, terutama saat berulang kali menempelkan rentang multisel.
- Menghemat waktu, karena menekan tombol untuk menjalankan makro akan lebih cepat daripada menyalin dan menempelkan rentang berulang kali, dan memeriksa konvergensi.
- Seseorang cenderung tidak lupa memperbarui model dengan menghitung ulang sirkularitas (memang, makro dapat dijalankan secara otomatis melalui prosedur buka buku kerja atau ubah, seperti yang dibahas di Bagian VI).
- Lebih mudah menjalankan analisis sensitivitas, karena seseorang dapat mengintegrasikan makro referensi sirkular dalam satu makro yang lebih besar (lihat Bab 14). Prosedur manual akan sangat merepotkan, karena beberapa prosedur salin-tempel akan diperlukan setiap kali nilai input diubah. Di Bagian VI, kami menjelaskan makro sederhana untuk menetapkan nilai dari satu rentang ke rentang lain (alih-alih menggunakan salin/tempel) yang sangat mudah. Misalnya, baris kode seperti:

```
Range("BonusValue").Value = Range("BonusCalc").Value
```

akan melakukan penugasan (di mana Sel D4 telah diberi nama rentang BonusCalc dan D5 diberi nama BonusValue). Tentu saja, perhitungan ulang diperlukan setelah setiap pernyataan

penugasan untuk memastikan bahwa nilai diperbarui. Jadi, makro sederhana yang akan melakukan penugasan dan menghitung ulang model beberapa kali (di sini: 10) dapat berupa:

```
Sub MRResolveCirc()
For i = 1 To 10
Range("BonusValue").Value = Range("BonusCalc").Value
Application.Calculate
Next i
End Sub
```

Dalam gambar 10.7 berisi makro di atas, dan tombol kotak teks telah ditetapkan untuk menjalankannya (lihat Gambar 10.7).

| | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|--|--------------------|---------------|---|---------------------|---|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | Assumptions | Values | | | |
| 3 | | PAT: Pre-Bonus | | 1000 | | | |
| 4 | | Bonus (% of net income): Calculated | 5.0% | 47.6 | | Resolve Circularity | |
| 5 | | Bonus (% of net income): Pasted Values | | 47.6 | | | |
| 6 | | Net Income | | 952.4 | | | |
| 7 | | | | | | | |

Gambar 10.7 Menyelesaikan Jalur Lingkaran Yang Putus Menggunakan Makro

Perlu dicatat bahwa akan mudah untuk menambahkan lebih banyak kemampuan dan kecanggihan, seperti menggunakan angka toleransi yang telah ditetapkan (misalnya 0,00001) dan mengulangnya hingga perbedaan antara kedua angka tersebut kurang dari toleransi ini, sambil memungkinkan jumlah maksimum pengulangan yang lebih tinggi jika tidak:

```
Sub MRResolveCirc2()
NitsMax = 100 'Set Max no. of iterations
Tol = 0.00001 'Set tolerance
icount = 0
Do While VBA.Abs(Range("BonusValue").Value -
Range("BonusCalc").Value) >= Tol
icount = icount + 1
If icount <= NitsMax Then
Range("BonusValue").Value = Range("BonusCalc").Value
Application.Calculate
Else
Exit Sub
End If
Loop
```


Lebih jauh, seseorang dapat menampilkan pesan kepada pengguna jika sirkularitas belum teratasi setelah sejumlah iterasi tertentu, serta prosedur penanganan kesalahan, dan seterusnya.

Contoh Praktis

Di bagian ini, kami menunjukkan setiap metode dalam konteks contoh praktis. Kami berasumsi bahwa seseorang ingin memperkirakan saldo kas akhir berdasarkan saldo awal, beberapa arus kas nonbunga, dan bunga yang diperoleh. Kami membahas lima pendekatan utama yang mungkin, seperti yang dibahas sebelumnya:

- Menghitung pendapatan bunga berdasarkan saldo kas rata-rata. Ini menciptakan logika sirkular yang dapat diimplementasikan dengan:
- Referensi sirkular, teratasi menggunakan iterasi Excel.
- Referensi sirkular, teratasi menggunakan makro VBA.
- Penghapusan referensi sirkular menggunakan manipulasi aljabar.

Menghitung pendapatan bunga berdasarkan saldo kas yang mengecualikan pendapatan nonbunga, sehingga memodifikasi model (dan hasilnya) untuk menghilangkan logika melingkar dan referensi melingkar:

- Hanya menggunakan saldo kas awal untuk menghitung pendapatan bunga.
- Menggunakan saldo awal dan arus kas yang tidak terkait bunga untuk menghitung pendapatan bunga, sehingga memberikan akurasi tambahan (karena hasilnya harus lebih dekat dengan yang diperoleh menggunakan logika sirkuler daripada jika hanya saldo kas awal yang digunakan).

Menggunakan Iterasi Excel untuk Menyelesaikan Referensi Sirkuler

Gambar 10.8 berisi model di mana pendapatan bunga (Baris 5) dihitung dengan merujuk pada rata-rata saldo kas awal dan akhir. Gambar 10.8 menunjukkan hasil setelah menggunakan iterasi Excel hingga angkanya stabil.

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|----------------------|------|--------|--------|--------|---------------------|---|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | Circularity | | 1 | 2 | 3 | | |
| 3 | | Cash Flow | | | | | | |
| 4 | | Operating Cash Flows | | 100 | 100 | 100 | | |
| 5 | | Interest Income | 3.0% | 3.05 | 6.18 | 9.42 | =C5*AVERAGE(F9,F11) | |
| 6 | | Total Cash Flow | | 103.05 | 106.18 | 109.42 | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | Cash Balance | | | | | | |
| 9 | | Starting | | 50.000 | 153.05 | 259.23 | =E11 | |
| 10 | | Increase | | 103.05 | 106.18 | 109.42 | =F6 | |
| 11 | | End | 50 | 153.05 | 259.23 | 368.65 | =F9+F10 | |

Gambar 10.8 Menggunakan Proses Iteratif Excel Dalam Model Dengan Referensi Sirkular

10.4 MENGGUNAKAN MAKRO UNTUK MENYELESAIKAN JALUR SIRKULER YANG TERPUTUS

Pada gambar 10.9 berisi model dengan logika dasar yang sama (bunga yang diperoleh tergantung pada saldo kas rata-rata), di mana makro digunakan untuk menyelesaikan jalur sirkuler yang terputus (lihat Gambar 10.9). Baris 7 berisi rentang nilai murni, sehingga makro (pada setiap iterasi) menyalin (menetapkan) nilai dari Baris 6 ke Baris 7, hingga jumlah absolut dari perbedaan antara sel di Baris 6 dan Baris 7 (dihitung dalam Sel C8) berada dalam tingkat toleransi (yang tertanam dalam makro).

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----|---|-------------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | Circular logic resolved using macro | | 1 | 2 | 3 | | | | |
| 3 | | Cash Flow | | | | | | Run One Iteration | | |
| 4 | | Operating Cash Flows | | | 100 | 100 | 100 | | | |
| 5 | | Interest Income | | 3.0% | 3.05 | 6.18 | 9.42 | =SC5*AVERAGE(F11,F13) | | |
| 6 | | Total Cash Flow Calc | | | 103.05 | 106.18 | 109.42 | =F4+F5 | | |
| 7 | | Total Cash Flow Values | | | 103.05 | 106.18 | 109.42 | Resolve Fully | | |
| 8 | | Difference (absolute terms) | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | Cash Balance | | | | | | Named Ranges used in Macros: | | |
| 11 | | Starting | | 50.00 | 153.05 | 259.23 | =E13 | MaxDifference | =Sheet1!SC58 | |
| 12 | | Increase | | 103.05 | 106.18 | 109.42 | =F7 | TCFFormulae | =Sheet1!SD56:SF56 | |
| 13 | | End | | 50 | 153.05 | 259.23 | 368.65 | =F11+F12 | TCFValues | =Sheet1!SD57:SF57 |

Gambar 10.9 Menggunakan Makro Untuk Menyelesaikan Referensi Sirkular

Manipulasi Aljabar: Penghapusan Referensi Sirkular

Gambar 10.10 berisi model yang menggunakan rumus (yang diperoleh sebelumnya dalam bab ini) yang dihasilkan dari manipulasi aljabar (lihat Gambar 10.10). Perhatikan bahwa, selain tidak mengandung referensi sirkular (meskipun logika yang mendasarinya tetap sirkular), urutan perhitungannya berbeda dengan yang ada dalam model asli: saldo kas akhir dihitung sebelum pendapatan bunga diketahui, dengan pendapatan bunga dihitung menggunakan saldo kas periode rata-rata.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|---|--|---|--------|--------|--------|--------|------------------------------|---|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | Algebraic Manipulation: No circularity | | 1 | 2 | 3 | | | |
| 3 | | Cash Flow | | | | | | | |
| 4 | | Operating Cash Flows | | | 100 | 100 | 100 | | |
| 5 | | Interest Income | | 3.0% | 3.05 | 6.18 | 9.42 | =SC5*AVERAGE(F9,F11) | |
| 6 | | Total Cash Flow | | | 103.05 | 106.18 | 109.42 | | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | Cash Balance | | | | | | | |
| 9 | | Starting | | 50.000 | 153.05 | 259.23 | =E11 | | |
| 10 | | Increase | | 103.05 | 106.18 | 109.42 | =F6 | | |
| 11 | | End | | 50 | 153.05 | 259.23 | 368.65 | =(F9*(1+SC5/2)+F4)/(1-SC5/2) | |

Gambar 10.10 Menggunakan Manipulasi Aljabar Untuk Menghilangkan Referensi Sirkular

Model yang Diubah 1: Tidak Ada Sirkularitas dalam Logika atau dalam Rumus

Pendekatan alternatif adalah merumuskan ulang model (dan secara implisit

spesifikasinya, dalam arti perilaku situasi dunia nyata yang diasumsikan atau diperkirakan), sehingga tidak ada sirkularitas dalam bentuk apa pun. Berkas Ch10.4.4.CircRef.Res.xlsx berisi kasus di mana pendapatan bunga ditentukan dari saldo kas awal saja. Hal ini menghilangkan sirkularitas, karena bunga yang diperoleh tidak lagi bergantung pada saldo kas akhir (lihat Gambar 10.11). Perhatikan bahwa nilai saldo kas akhir berbeda dengan contoh di atas yang mempertahankan sirkularitas.

| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|---|--|------|---------------|---------------|---------------|---------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | Altered Model 1: No circularity | | 1 | 2 | 3 | |
| 3 | | Cash Flow | | | | | |
| 4 | | Operating Cash Flows | | 100 | 100 | 100 | |
| 5 | | Interest Income | 3.0% | 1.50 | 4.55 | 7.68 | =C5*F9 |
| 6 | | Total Cash Flow | | 101.50 | 104.55 | 107.68 | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | Cash Balance | | | | | |
| 9 | | Starting | | 50.000 | 151.50 | 256.05 | =E11 |
| 10 | | Increase | | 101.50 | 104.55 | 107.68 | =F6 |
| 11 | | End | 50 | 151.50 | 256.05 | 363.73 | =F9+F10 |

Gambar 10.11 Mengubah Model Untuk Menghilangkan Sirkularitas Menggunakan Saldo Awal

Model 2 yang Diubah: Tidak Ada Sirkularitas dalam Logika dalam Rumus

Pendekatan lain untuk merumuskan ulang model adalah menghitung pendapatan bunga dari saldo kas awal serta dari semua sumber kas (nonbunga) lainnya. Ini juga akan menghilangkan sirkularitas, sementara berpotensi memberikan hasil yang lebih dekat dengan yang akan diperoleh jika sirkularitas dipertahankan. Berkas Ch10.4.5.CircRef.Res.xlsx berisi model seperti itu (lihat Gambar 10.12).

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|--|------|---------------|---------------|---------------|---------------|---|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | Altered Model 2: No circularity | | 1 | 2 | 3 | | |
| 3 | | Cash Flow | | | | | | |
| 4 | | Operating Cash Flows | | 100 | 100 | 100 | | |
| 5 | | Interest Income | 3.0% | 3.00 | 6.09 | 9.27 | =C5*(F9+F4/2) | |
| 6 | | Total Cash Flow | | 103.00 | 106.09 | 109.27 | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | Cash Balance | | | | | | |
| 9 | | Starting | | 50.000 | 153.00 | 259.09 | =E11 | |
| 10 | | Increase | | 103.00 | 106.09 | 109.27 | =F6 | |
| 11 | | End | 50 | 153.00 | 259.09 | 368.36 | =F9+F10 | |

Gambar 10.12 Mengubah Model Untuk Menghilangkan Sirkularitas Menggunakan Saldo Awal Dan Arus Kas Interim Non-Bunga

Perhatikan bahwa nilai saldo kas akhir jauh lebih dekat dengan nilai dalam contoh sebelumnya yang menggunakan sirkularitas. Perhatikan bahwa dalam contoh ini, satu-satunya arus kas nonbunga adalah satu baris untuk pendapatan operasional. Dalam model yang lebih besar, seseorang mungkin ingin memasukkan semua item kas nonbunga (termasuk investasi modal, dividen, atau arus kas pembiayaan).

Melakukannya bisa sedikit merepotkan dalam praktik, karena seseorang perlu membuat laporan arus kas yang sebagian lengkap, yang mencakup semua item kas yang tidak terkait bunga. Terkadang kompromi yang mudah adalah dengan hanya menyertakan item arus kas utama dalam laporan tersebut, di mana identitas item yang lebih besar dapat diketahui sebelumnya.

10.5 PEMILIHAN PENDEKATAN UNTUK MENANGANI SIRKULARITAS

Kriteria Utama

Ketika dihadapkan pada situasi di mana terdapat potensi referensi sirkuler, seseorang memiliki pilihan mengenai pendekatan mana yang akan digunakan, tidak hanya dalam hal penggabungannya ke dalam model, tetapi juga dalam metode yang digunakan untuk menyelesaikannya. Bagian ini membahas beberapa isu utama yang perlu dipertimbangkan ketika membuat pilihan tersebut. Saat ini, tampaknya hanya ada sedikit konsensus atau standarisasi mengenai apakah dan/atau bagaimana menggunakan sirkularitas:

- Beberapa pemodel berpendapat bahwa referensi sirkuler harus dihindari dengan segala cara.
- Beberapa pemodel (terutama beberapa praktisi pemodelan laporan keuangan dan pemodelan keuangan proyek) tampaknya menempatkan nilai yang signifikan pada mempertahankan referensi sirkuler dalam perhitungan, biasanya demi akurasi dan konsistensi.
- Beberapa pemodel lebih suka mengabaikan logika sirkular suatu situasi saat membangun model, termasuk banyak praktisi penilaian, seperti yang disebutkan sebelumnya dalam bab ini.

Meskipun alasan untuk menggunakan (atau menghindari) sirkularitas sering kali tidak dibahas secara eksplisit, pasti ada beberapa alasan mendasar untuk banyak pandangan ini, yang terwujud secara berbeda menurut konteks, dan pengalaman, kemampuan, serta bias pemodel. Memang, ada beberapa masalah yang perlu dipertimbangkan saat memilih pendekatan untuk menangani potensi sirkularitas:

- Keakuratan dan validitas logika yang mendasarinya.
- Kompleksitas dan kurangnya transparansi model.
- Potensi kesalahan karena proses iteratif untuk tidak menyatu ke angka yang stabil, tetapi menyimpang atau mengambang dengan cara yang mungkin tidak terlihat.
- Risiko merusak perhitungan dengan penyebaran kesalahan non-numerik di sepanjang jalur sirkular, tanpa kemungkinan mudah untuk memperbaikinya.
- Kemungkinan bahwa makro mungkin ditulis dengan buruk, tidak kuat, atau mengandung kesalahan (terutama ketika ditulis oleh pemodel dengan pengalaman

yang tidak memadai dengan VBA).

- Kesalahan dapat terjadi ketika melakukan manipulasi aljabar, yang mengakibatkan perhitungan yang salah.
- Kecepatan perhitungan dapat terganggu.
- Analisis sensitivitas mungkin lebih sulit dilakukan dalam model tanpa sirkularitas.
- Masalah-masalah ini dibahas secara rinci di bagian akhir teks.

Akurasi dan Validitas Model

Jika situasi kehidupan nyata melibatkan logika sirkular (keseimbangan), tampaknya masuk akal untuk menangkapnya. Di sisi lain, meskipun konsep ekonomi keseimbangan diterima secara luas, gagasan tentang "penalaran sirkular" umumnya dipandang dengan curiga. Dengan demikian, dalam beberapa kasus, seseorang mungkin bersedia mengurangi keakuratan untuk mempertahankan lebih banyak keyakinan:

- Jika ada kebutuhan kuat agar perhitungan seakurat mungkin, dan (secara internal) konsisten, seseorang mungkin pada dasarnya diwajibkan untuk menerima bahwa logika sirkuler diperlukan. Misalnya, biasanya dalam pemodelan pembiayaan proyek, perjanjian utang atau aspek kontraktual lainnya dapat ditetapkan dengan mengacu pada angka-angka dalam suatu model. Demikian pula, dalam contoh bonus sebelumnya, jika angka laba bersih bonus tidak konsisten, maka angka tersebut mungkin tidak kredibel dan secara teknis juga salah. Dalam kasus seperti itu, pilihan seseorang adalah menggunakan manipulasi aljabar (jika memungkinkan) atau menggunakan metode iteratif dengan Excel atau VBA.
- Jika persyaratan untuk keakuratan atau konsistensi mungkin kurang ketat, atau logika sirkuler mungkin tidak dipercaya, mungkin cukup (atau lebih baik) untuk mengabaikan logika sirkuler. Akurasi yang berkurang mungkin dapat diterima baik karena hasilnya tidak terlalu mempengaruhi (misalnya dalam sebagian besar perhitungan bunga, ketika ini hanya merupakan sebagian kecil dari keseluruhan arus kas) dan/atau hanya karena mengabaikan sirkularitas telah menjadi praktik standar dalam konteks tertentu (seperti halnya dalam beberapa pekerjaan penilaian).

Perhatikan bahwa pada prinsipnya, penggunaan manipulasi aljabar memberikan yang terbaik dari kedua dunia: mempertahankan logika sirkuler implisit sementara tidak memiliki rumus sirkuler. Sayangnya, ada beberapa keterbatasan dan potensi kekurangan:

- Dalam praktiknya, manipulasi ini hanya dapat digunakan dalam serangkaian situasi spesifik dan sederhana yang terbatas. Banyak situasi pemodelan kehidupan nyata biasanya berisi perhitungan yang terlalu rumit (atau tidak mungkin) untuk dimanipulasi secara aljabar. Misalnya, bahkan perubahan yang relatif kecil dalam memperkenalkan beberapa suku bunga (yang berlaku tergantung pada saldo kas) akan berarti bahwa manipulasi yang mirip dengan yang ditunjukkan sebelumnya tidak lagi memungkinkan (karena adanya pernyataan IF atau MIN/MAX dalam persamaan).
- Bahkan jika manipulasi yang tepat memungkinkan, umumnya tidak ada cara mudah

untuk mengetahui apakah telah terjadi kesalahan saat melakukannya. Untuk memeriksa hasil penerapan rumus yang dimanipulasi dengan rumus yang akan dicapai jika rumus asli digunakan, seseorang harus menerapkan keduanya (dan rumus asli kemudian akan berisi referensi melingkar yang perlu diselesaikan dengan metode iteratif).

- Pengguna model yang tidak terbiasa dengan pendekatan tersebut mungkin merasa sulit untuk memahaminya. Mereka tidak hanya tidak akan secara eksplisit menyadari manipulasi aljabar yang mendasarinya (kecuali jika dijelaskan dengan sangat jelas dalam dokumentasi model atau komentar), tetapi juga rumus Excel yang sesuai umumnya kurang jelas. Lebih jauh, urutan perhitungan terkadang juga tidak intuitif dan membingungkan (misalnya saldo kas akhir dihitung sebelum pendapatan bunga).

Kompleksitas dan Transparansi

Model dengan referensi melingkar sulit dan memakan waktu untuk diaudit (dan terlebih lagi dalam model multi-lembar). Jalur ketergantungan melingkar secara harfiah mengarahkan seseorang untuk bergerak dalam lingkaran ketika mencoba memahami rumus dan memeriksa keakuratannya; setelah mencoba mengikuti logika di sepanjang jalur perhitungan, seseorang akhirnya kembali ke tempat ia memulai, sering kali tanpa memperoleh informasi baru yang berguna. Selain itu, beberapa pengguna mungkin kurang familier dengan, dan tidak percaya, proses iteratif itu sendiri. Akhirnya, persyaratan potensial untuk menggunakan makro untuk menjalankan proses iteratif dapat menyebabkan keengganan lebih lanjut untuk mempertimbangkan penggunaan sirkularitas. Dalam hal implikasi untuk pilihan metode, ini menunjukkan bahwa:

- Penggunaan rumus sirkular harus dihindari sedapat mungkin.
- Jika logika sirkular (tanpa rumus sirkular) diinginkan untuk dipertahankan:
- Penggunaan jalur sirkular "terputus" (dikombinasikan dengan makro untuk melakukan iterasi yang diperlukan) dapat menjadi cara yang tepat untuk mempertahankan logika sirkular/keseimbangan (dan karenanya akurasi model) sambil memiliki jalur ketergantungan yang jelas (dengan titik awal dan akhir yang pasti).
- Penggunaan manipulasi aljabar (jika tersedia) tidak selalu lebih transparan (atau kurang kompleks) daripada penggunaan jalur melingkar yang terputus, karena pengguna yang tidak familier dengan (atau mampu memahami) manipulasi matematika mungkin merasa model tersebut lebih sulit diikuti.
- Penggunaan pendekatan pemodelan alternatif dapat mengatasi segala kerumitan yang terkait dengan kebutuhan untuk menggunakan proses iteratif. Namun, kerumitan model tidak akan berkurang secara signifikan, karena model alternatif dan model jalur terputus pada prinsipnya akan memiliki transparansi dan kerumitan yang sama. Kerugian menggunakan pendekatan pemodelan alternatif adalah akurasi yang berkurang dibandingkan jika jalur melingkar terputus (atau rumus melingkar) digunakan.

Sirkularitas Non-konvergen

Penggunaan metode iteratif dapat memiliki konsekuensi negatif bagi ketahanan model, dan sejauh mana hasil yang ditampilkan bermakna dan konvergen ke nilai yang benar. Faktanya, meskipun ekspektasi umum saat menggunakan proses iteratif adalah bahwa proses tersebut akan konvergen, hal ini belum tentu terjadi. Faktanya, proses iteratif dapat berupa:

- Konvergen
- Divergen
- Mengambang.

Sebagai contoh, kami mencatat sebelumnya bahwa proses iteratif diterapkan pada rumus seperti:

$$B6 = 1 + (1/10) \cdot B6$$

konvergen setelah beberapa iterasi (menuju angka sebenarnya 10/9).

Di sisi lain, meskipun jelas bahwa rumus

$$B6 = 1 + 2 \cdot B6$$

memiliki solusi (matematis) yang benar $B6 = -1$, metode iteratif (menggunakan nilai awal nol) akan menghasilkan urutan yang cepat menyimpang: 0, 1, 3, 7, 15, 31, 63, 127, 255, 511, 1023..

Faktanya, seperti halnya proses iteratif yang konvergen dengan cepat (ketika konvergen), proses tersebut juga menyimpang cukup cepat (ketika divergen). Dengan demikian, keberadaan sirkularitas divergen biasanya akan terlihat jelas, kecuali jika hanya sedikit iterasi yang digunakan. Gambar 10.13 berisi contoh model perhitungan bunga sebelumnya yang memiliki referensi sirkular. Untuk memudahkan penyajian, file tersebut berisi salinan kedua dari model tersebut (lihat Gambar 10.13). Pada salinan kedua, suku bunga telah ditetapkan menjadi 200% (Sel C16). Pada nilai ini atau nilai yang lebih tinggi, proses iteratif akan menyimpang. Karena (di Excel) jumlah iterasi adalah 100 secara default, angka yang ditampilkan besar, tetapi belum terlalu besar.

Setiap penekanan F9 menghasilkan 100 iterasi tambahan, sehingga angkanya menjadi semakin besar. Perilaku yang menyimpang tersebut (ketika suku bunga 200% atau lebih tinggi) merupakan hasil dari sirkularitas dalam logika (bukan hanya model tertentu, seperti yang diterapkan di sini): pembaca yang tertarik dapat memverifikasi bahwa divergensi akan terjadi (atau kesalahan atau hasil yang salah dihasilkan), apakah makro digunakan untuk iterasi, atau apakah manipulasi aljabar digunakan.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|---|----------------------|--------|----------|------------|--------------|------------------------|---|---|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | Circularity | | 1 | 2 | 3 | | | |
| 3 | | Cash Flow | | | | | | | |
| 4 | | Operating Cash Flows | | 100 | 100 | 100 | | | |
| 5 | | Interest Income | 3.0% | 3.05 | 6.18 | 9.42 | =SC5*AVERAGE(F9,F11) | | |
| 6 | | Total Cash Flow | | 103.05 | 106.18 | 109.42 | | | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | Cash Balance | | | | | | | |
| 9 | | Starting | | 50.000 | 153.05 | 259.23 | =E11 | | |
| 10 | | Increase | | 103.05 | 106.18 | 109.42 | =F6 | | |
| 11 | | End | 50 | 153.05 | 259.23 | 368.65 | =F9+F10 | | |
| 12 | | | | | | | | | |
| 13 | | Circularity | | 1 | 2 | 3 | | | |
| 14 | | Cash Flow | | | | | | | |
| 15 | | Operating Cash Flows | | 100 | 100 | 100 | | | |
| 16 | | Interest Income | 200.0% | 20000.00 | 1980400.00 | 127518800.00 | =SC16*AVERAGE(F20,F22) | | |
| 17 | | Total Cash Flow | | 20100.00 | 1980500.00 | 127518900.00 | | | |
| 18 | | | | | | | | | |
| 19 | | Cash Balance | | | | | | | |
| 20 | | Starting | | 50.000 | 19950.00 | 1960650.00 | =E22 | | |
| 21 | | Increase | | 20100.00 | 1980500.00 | 127518900.00 | =F17 | | |
| 22 | | End | 50 | 20150.00 | 2000450.00 | 129479550.00 | =F20+F21 | | |

Gambar 10.13 Contoh Referensi Sirkular Divergen

Model alternatif (di mana bunga yang diperoleh tidak dikaitkan dengan saldo kas akhir) tidak memiliki sifat-sifat ini. Sirkularitas yang tidak divergen maupun konvergen dapat terjadi; kita menyebutnya “sirkularitas mengambang”. Misalnya, persamaan berikut:

$$x = y + 10$$

$$y = -x$$

memiliki solusi $x = 5$, $y = -5$, proses iteratif diterapkan pada sel Excel dengan rumus:

$$E3 = D3 + 10$$

$$D3 = -E3$$

akan menghasilkan serangkaian nilai mengambang untuk D3 dan E3, yaitu mereka berputar melalui serangkaian nilai, tanpa pernah konvergen atau divergen. Nilai-nilai akan bergantung pada jumlah iterasi yang digunakan dan pada nilai awal yang diasumsikan atau tersirat (misalnya D3) pada iterasi pertama (yaitu titik mana dalam siklus yang dilihat). Dalam gambar 10.14 berisi sebuah contoh. Berkas tersebut diatur ke Perhitungan ulang manual, dengan perhitungan iteratif aktif, dan diatur ke hanya satu iterasi (dengan demikian, setiap penekanan F9 akan menghasilkan satu iterasi).

Gambar 10.14 menunjukkan hasil dari pelaksanaan satu iterasi, Gambar 10.15 menunjukkan hasil dari pelaksanaan dua iterasi, dan Gambar 10.16 menunjukkan hasil dari pelaksanaan tiga iterasi. Sifat mengambang dari sirkularitas dapat dilihat karena nilai-nilai pada Gambar 10.16 adalah nilai-nilai yang sama dengan yang ada pada Gambar 10.14, sedangkan yang ada pada Gambar 10.15 berbeda.

| | A | B | C | D | E |
|---|---|-------|----------|--------|--------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | Model | Constant | Calc 1 | Calc 2 |
| 3 | | | 10 | -1 | 9 |
| 4 | | | | =-E3 | =C3+D3 |

Gambar 10.14 Hasil Satu Iterasi Dengan Sirkularitas Mengambang

| | A | B | C | D | E |
|---|---|-------|----------|--------|--------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | Model | Constant | Calc 1 | Calc 2 |
| 3 | | | 10 | -9 | 1 |
| 4 | | | | =-E3 | =C3+D3 |

Gambar 10.15 Hasil Dua Iterasi Dengan Sirkularitas Mengambang

| | A | B | C | D | E |
|---|---|-------|----------|--------|--------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | Model | Constant | Calc 1 | Calc 2 |
| 3 | | | 10 | -1 | 9 |
| 4 | | | | =-E3 | =C3+D3 |

Gambar 10.16 Hasil Tiga Iterasi Dengan Sirkularitas Mengambang

Sifat non-konvergen dari perhitungan (dan berbagai hasil yang mungkin) dapat dilihat secara lebih rinci dari bagian bawah berkas, yang ditunjukkan pada Gambar 10.17. Ini menunjukkan langkah-langkah iteratif yang eksplisit, dari nilai yang diasumsikan D3 pada awal proses iteratif (Sel D7). Pengguna dapat memverifikasi bahwa urutan yang dihasilkan berbeda jika nilai awal alternatif digunakan.

| | A | B | C | D | E |
|----|---|------------------|-------------|--------------------------|----------------------------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | Model | Constant | Calc 1 | Calc 2 |
| 3 | | | 10 | -1 | 9 |
| 4 | | | | =-E3 | =C3+D3 |
| 5 | | | | | |
| 6 | | Iteration Number | Value of C3 | Value of D3 using D3=-E3 | Value of E3 using E3=C3+D3 |
| 7 | | 0 | 10 | -1 | 9 |
| 8 | | 1 | 10 | -9 | 1 |
| 9 | | 2 | 10 | -1 | 9 |
| 10 | | 3 | 10 | -9 | 1 |
| 11 | | 4 | 10 | -1 | 9 |
| 12 | | 5 | 10 | -9 | 1 |
| 13 | | 6 | 10 | -1 | 9 |
| 14 | | 7 | 10 | -9 | 1 |
| 15 | | | | | |

Gambar 10.17 Nilai Setiap Item Pada Setiap Iterasi Dengan Sirkularitas Mengambang

Sirkularitas mengambang dapat muncul dengan cara-cara yang halus, karena alasan-alasan yang mungkin tidak langsung terlihat. Misalnya, seseorang dapat memulai dengan perhitungan semua sumber kas, penggunaan, dan saldo kas di masa mendatang, dengan perkiraan yang menunjukkan bahwa saldo di masa mendatang selalu positif, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.18. Seseorang kemudian dapat memutuskan untuk menambahkan item baris penarikan tambahan, di mana, di awal proyek, saldo kas minimum masa depan ditarik (misalnya sehingga kas ini dapat segera digunakan untuk keperluan lain).

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---|---|-----------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|---|-----------|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | Column C: |
| 3 | | Cash flow | 0 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | | #N/A |
| 4 | | Cumulative Cash | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | | =C3 |
| 5 | | | =C3 | =C4+D3 | =D4+E3 | =E4+F3 | =F4+G3 | =G4+H3 | | |

Gambar 10.18 Model Prakiraan Awal

Dengan kata lain, Sel C3 digantikan oleh rumus yang menghitung (negatif dari) minimum rentang D4:H4 (lihat Gambar 10.19, yang menunjukkan kedua model untuk penyederhanaan). Ini akan menciptakan sirkularitas "mengambang": segera setelah kas ditarik, saldo minimum masa depan menjadi nol, sehingga tidak ada kas masa depan yang dapat ditarik, yang kemudian menyetel ulang saldo kas minimum masa depan ke angka positif, sehingga kas dapat ditarik, dan seterusnya.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----|---|-----------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|---|--------------|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | Column C: |
| 3 | | Cash flow | 0 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | | #N/A |
| 4 | | Cumulative Cash | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | | =C3 |
| 5 | | | =C3 | =C4+D3 | =D4+E3 | =E4+F3 | =F4+G3 | =G4+H3 | | |
| 6 | | | | | | | | | | |
| 7 | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | Column C: |
| 8 | | Cash flow | 2 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | | =-MIN(D9:H9) |
| 9 | | Cumulative Cash | 2 | 12 | 22 | 32 | 42 | 52 | | =C8 |
| 10 | | | =C8 | =C9+D8 | =D9+E8 | =E9+F8 | =F9+G8 | =G9+H8 | | |

Gambar 10.19 Model Prakiraan Yang Dimodifikasi Dengan Sirkularitas Mengambang

Sirkularitas mengambang bisa dibilang merupakan jenis yang paling berbahaya:

- Karena tidak menyimpang, nilai yang ditampilkan mungkin terlihat masuk akal. Namun, nilai tersebut tidak stabil, dan bergantung pada jumlah iterasi yang digunakan.
- Penyebabnya sering kali tidak kentara, jadi seseorang mungkin tidak dikondisikan untuk menyadari kemungkinan keberadaannya.
- Keberadaannya mungkin diabaikan, terutama jika sirkularitas yang disengaja

(konvergen) juga digunakan. Risiko utamanya adalah referensi sirkular mengambang akan diperkenalkan secara tidak sengaja, namun pemodel (atau pengguna) cenderung mengabaikan pesan peringatan referensi sirkular apa pun di Excel (karena referensi sirkular digunakan secara sengaja).

Implikasi utamanya adalah, jika menggunakan metode iteratif Excel, ada risiko bahwa sirkularitas mengambang yang tidak disengaja dapat muncul secara tidak sengaja atau disembunyikan oleh sirkularitas disengaja lainnya. Untuk menghindari hal ini, pada prinsipnya, metode iteratif Excel tidak boleh digunakan.

Potensi Rumus yang Rusak

Dalam model dengan rumus melingkar, kesalahan dapat menyebar di sepanjang jalur melingkar, tanpa mekanisme yang mudah untuk memperbaikinya. Hal ini dapat menyebabkan masalah yang signifikan: dalam kasus terbaik, seseorang harus kembali ke versi file yang disimpan sebelumnya.

Dalam kasus terburuk, seseorang mungkin secara tidak sengaja menyimpan model dengan kesalahan tersebut (atau kesalahan tersebut hanya disebarkan pada perhitungan ulang yang dapat terjadi secara otomatis saat file disimpan), dengan hasil bahwa model tersebut pada dasarnya hancur dan mungkin harus dibangun kembali.

Masalah muncul karena begitu nilai kesalahan non-numerik (seperti #DIV/0!) diperkenalkan ke jalur melingkar, maka proses iteratif akan menyebarkannya. Namun, jika kesalahan dikoreksi hanya pada satu sel di jalur tersebut, proses iteratif umumnya tidak akan dapat pulih, karena beberapa sel lain di jalur tersebut akan berisi kesalahan non-numerik, sehingga proses perhitungan iteratif (yang memerlukan nilai numerik murni sebagai input) tidak dapat dilakukan.

Gambar 10.20 menunjukkan perhitungan melingkar sebelumnya tentang bunga yang diperoleh (yaitu tergantung pada saldo kas rata-rata), di mana suku bunga periodik telah ditetapkan pada 250% dan model diulang beberapa kali. Karena sirkularitasnya divergen, akhirnya kesalahan #NUM! muncul pada sel-sel di sepanjang jalur melingkar.

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | |

Gambar 10.20 Perambatan Kesalahan Awal Karena Sirkularitas Divergen

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|----------------------|------|--------|-------|-------|----------------------|---|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | Circularity | | 1 | 2 | 3 | | |
| 3 | | Cash Flow | | | | | | |
| 4 | | Operating Cash Flows | | 100 | 100 | 100 | | |
| 5 | | Interest Income | 3.0% | #NUM! | #NUM! | #NUM! | =SCS*AVERAGE(F9,F11) | |
| 6 | | Total Cash Flow | | #NUM! | #NUM! | #NUM! | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | Cash Balance | | | | | | |
| 9 | | Starting | | 50.000 | #NUM! | #NUM! | =E11 | |
| 10 | | Increase | | #NUM! | #NUM! | #NUM! | =F6 | |
| 11 | | End | 50 | #NUM! | #NUM! | #NUM! | =F9+F10 | |

Gambar 10.21 Kesalahan Yang Tersisa Setelah Koreksi Penyebab Sirkularitas Divergen

Gambar 10.21 menunjukkan hasil penggantian suku bunga 250% ke suku bunga periodik 3%, dan mengulangi perhitungan beberapa kali. Kita dapat melihat bahwa rumus pada jalur melingkar tidak dikoreksi. Pada Gambar 10.22, kami menunjukkan bahwa bahkan ketika rumus dimasukkan kembali di Baris 5, dan iterasi dilakukan, model tetap rusak. Hal yang sama berlaku jika rumus dimasukkan di Baris 6 atau Baris 10.

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|----------------------|------|-------|-------|-------|----------------------|---|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | Circularity | | 1 | 2 | 3 | | |
| 3 | | Cash Flow | | | | | | |
| 4 | | Operating Cash Flows | | 100 | 100 | 100 | | |
| 5 | | Interest Income | 3.0% | #NUM! | #NUM! | #NUM! | =SCS*AVERAGE(F9,F11) | |
| 6 | | Total Cash Flow | | #NUM! | #NUM! | #NUM! | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | Cash Balance | | | | | | |
| 9 | | Starting | | 50.00 | #NUM! | #NUM! | =E11 | |
| 10 | | Increase | | #NUM! | #NUM! | #NUM! | =F6 | |
| 11 | | End | 50 | #NUM! | #NUM! | #NUM! | =F9+F10 | |

Gambar 10.22 Kesalahan Yang Tersisa Setelah Pembuatan Ulang Sebagian Rumus Model

Faktanya, hanya dalam kasus di mana rumus dimasukkan hingga Baris 11, rumus tersebut dibuat ulang, dan hanya di kolom pertama (lihat Gambar 10.23). Jadi, untuk memulihkan model, seseorang perlu membangunnya kembali di Baris 11, maju dari kiri ke kanan, satu sel pada satu waktu (dengan memasukkan kembali rumus di setiap sel dan kemudian mengulangi atau menghitung ulang model).

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|----------------------|------|--------|--------|-------|----------------------|---|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | Circularity | | 1 | 2 | 3 | | |
| 3 | | Cash Flow | | | | | | |
| 4 | | Operating Cash Flows | | 100 | 100 | 100 | | |
| 5 | | Interest Income | 3.0% | 3.05 | #NUM! | #NUM! | =SCS*AVERAGE(F9,F11) | |
| 6 | | Total Cash Flow | | 103.05 | #NUM! | #NUM! | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | Cash Balance | | | | | | |
| 9 | | Starting | | 50.00 | 153.05 | #NUM! | =E11 | |
| 10 | | Increase | | 103.05 | #NUM! | #NUM! | =F6 | |
| 11 | | End | 50 | 153.05 | #NUM! | #NUM! | =F9+F10 | |

Gambar 10.23 Pembangunan Ulang Satu Kolom Model Yang Berhasil

Banyak model praktis (yang sebagian besar lebih besar dan sering kali tidak memiliki alur kiri-ke-kanan yang ketat) pada dasarnya tidak mungkin dibangun kembali dengan cara ini; oleh karena itu, muncul potensi untuk menghancurkan model tersebut. Perhatikan bahwa masalah seperti itu jauh lebih mudah ditangani dalam model yang telah dibangun dengan jalur melingkar yang terputus: ketika kesalahan seperti di atas muncul, bidang nilai-murni yang digunakan untuk memutus jalur melingkar akan diisi dengan nilai kesalahan (misalnya #NUM!).

Ini dapat ditimpa (dengan nol misalnya), selain mengoreksi nilai input yang menyebabkan kesalahan atau divergensi. Karena tidak ada sirkularitas dalam rumus, setelah konten bidang nilai diatur ulang dari nilai kesalahan ke nilai numerik apa pun, semua rumus dependen dapat dihitung dan diulang tanpa kesulitan.

Gambar 10.24 menunjukkan model sebelumnya dengan jalur melingkar yang terputus, diulang ke titik di mana kesalahan #NUM! terjadi, dan Gambar 10.25 menunjukkan hasil koreksi dalam input model (bunga periodik, di Sel C5), menimpa kesalahan #NUM! di Baris 7 dengan nol, dan melakukan iterasi. Implikasi utamanya adalah bahwa penggunaan jalur melingkar yang terputus lebih disukai daripada penggunaan iterasi Excel, jika seseorang ingin menghindari potensi untuk menghancurkan model atau membuat pengerjaan ulang yang signifikan.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----|---|---|--------|-------|-------|-------|-----------------------|---------------|-----------------------|---|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | 1 | 2 | 3 | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | 100 | 100 | 100 | | | | |
| 5 | | | 250.0% | #NUM! | #NUM! | #NUM! | =5C5*AVERAGE(F11,F13) | | | |
| 6 | | | | #NUM! | #NUM! | #NUM! | =F4+F5 | | | |
| 7 | | | | #NUM! | #NUM! | #NUM! | | | | |
| 8 | | | #NAF | #NAF | #NAF | #NAF | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | 50.00 | #NUM! | #NUM! | =E13 | MaxDifference | =Sheet1!\$C\$8 | |
| 12 | | | | #NUM! | #NUM! | #NUM! | =F7 | TCFFormulae | =Sheet1!\$D\$6:\$F\$6 | |
| 13 | | | 50 | #NUM! | #NUM! | #NUM! | =F11+F12 | TCFValues | =Sheet1!\$D\$7:\$F\$7 | |

Gambar 10.24 Kesalahan Dalam Model Dengan Lintasan Sirkular Yang Terputus

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----|---|---|------|--------|--------|--------|-----------------------|---------------|-----------------------|---|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | 1 | 2 | 3 | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | 100 | 100 | 100 | | | | |
| 5 | | | 3.0% | 3.05 | 6.18 | 9.42 | =5C5*AVERAGE(F11,F13) | | | |
| 6 | | | | 103.05 | 106.18 | 109.42 | =F4+F5 | | | |
| 7 | | | | 103.05 | 106.18 | 109.42 | | | | |
| 8 | | | #NAF | #NAF | #NAF | #NAF | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | 50.00 | 153.05 | 259.23 | =E13 | MaxDifference | =Sheet1!\$C\$8 | |
| 12 | | | | 103.05 | 106.18 | 109.42 | =F7 | TCFFormulae | =Sheet1!\$D\$6:\$F\$6 | |
| 13 | | | 50 | 153.05 | 259.23 | 368.65 | =F11+F12 | TCFValues | =Sheet1!\$D\$7:\$F\$7 | |

Gambar 10.25 Proses Sederhana Untuk Memperbaiki Kesalahan Dalam Model Dengan Lintasan Sirkular Yang Terputus

Kecepatan Perhitungan

Karena setiap iterasi merupakan perhitungan ulang, penggunaan proses iteratif akan menghasilkan waktu perhitungan yang lebih lama dalam model serupa yang tidak memerlukan iterasi (yaitu iterasi tanpa rumus sirkular). Lebih jauh, kemungkinan besar secara umum, iterasi Excel akan lebih cepat daripada penggunaan makro VBA, hanya karena mesin perhitungan internal Excel sangat optimal (dan karenanya sulit bagi programmer umum untuk melampauinya dalam hal kinerja).

Implikasi utamanya adalah, dari perspektif kecepatan, rumus sirkular kurang efisien (sehingga manipulasi aljabar atau model yang dimodifikasi tanpa rumus sirkular akan lebih disukai), dan bahwa, jika rumus sirkular diperlukan, penggunaan makro VBA secara umum sedikit kurang efisien secara komputasi daripada penggunaan iterasi Excel.

Kemudahan Analisis Sensitivitas

Untuk model yang memiliki rangkaian perhitungan dinamis antara input dan output (baik yang melibatkan rumus melingkar atau tidak), fitur sensitivitas DataTable Excel dapat menjadi sangat berguna (lihat Bab 12). Pengenalan makro untuk mengatasi referensi melingkar akan menghambat penggunaan ini, yang berarti bahwa makro juga diperlukan untuk melakukan analisis sensitivitas dalam kasus ini (lihat Bab 14). Implikasi utamanya adalah, dari perspektif melakukan analisis sensitivitas, penggunaan jalur melingkar yang terputus lebih merepotkan daripada penggunaan metode lainnya.

Kesimpulan

Jika terdapat logika melingkar yang melekat dalam suatu situasi, seseorang harus mempertimbangkan apakah benar-benar perlu untuk menangkapnya dalam model (untuk tujuan akurasi, penyajian, atau konsistensi), atau apakah pendekatan alternatif yang cukup akurat (yang tidak memiliki logika melingkar) dapat ditemukan.

Dalam kasus seperti itu, model dapat dibangun menggunakan teknik standar (yaitu tanpa memerlukan makro atau metode iteratif), dengan model tersebut menghitung dengan cepat dan memungkinkan teknik analisis sensitivitas standar untuk digunakan. Jelas, jika memungkinkan, pendekatan ini harus menjadi pilihan. Jika perlu untuk menangkap efek logika melingkar dalam model, beberapa metode dapat dipertimbangkan:

- Manipulasi aljabar, Ini akan menghindari rumus melingkar apa pun, namun tetap menciptakan model yang menangkap logika melingkar. Model tidak akan memerlukan metode iteratif, akan menghitung secara efisien, dan memungkinkan analisis sensitivitas dilakukan (menggunakan Excel DataTables). Kerugiannya meliputi jumlah kasus yang sangat sedikit di mana manipulasi yang diperlukan dapat dilakukan, kemungkinan kesalahan yang dibuat selama manipulasi (karena untuk memeriksa hasilnya akan memerlukan penerapan model alternatif yang berisi referensi melingkar), dan bahwa transparansi model mungkin sedikit berkurang (karena manipulasi mungkin tidak jelas bagi beberapa pengguna, dan urutan perhitungan beberapa item berubah dan mungkin tidak intuitif).
- Iterasi Excel, Ini memungkinkan retensi analisis sensitivitas menggunakan DataTables dan lebih efisien secara komputasi daripada menggunakan makro untuk mengulangi

sirkularitas. Kerugian yang paling signifikan meliputi:

- ✓ Kesulitan dalam mengaudit model.
- ✓ Potensi sirkularitas mengambang tidak terdeteksi, sehingga nilai model mungkin salah.
- ✓ Potensi merusak model dan harus melakukan pengerjaan ulang yang signifikan.
- ✓ Proses yang digunakan Excel untuk menangani iterasi mungkin tidak jelas bagi pengguna, karena tidak transparan atau sangat eksplisit.
- Memutus siklus dan melakukan iterasi, Keuntungan dari hal ini signifikan, dan meliputi:
 - ✓ Model lebih mudah diaudit, karena ada rute ketergantungan (standar) (dengan awal dan akhir).
 - ✓ Seseorang memiliki kendali eksplisit atas siklus, sehingga referensi melingkar yang tidak disengaja (mengambang) (yang dapat membuat nilai model yang salah) mudah dideteksi, karena setiap indikasi oleh Excel bahwa referensi melingkar hadir akan menjadi tanda kesalahan dalam rumus.
 - ✓ Proses untuk mengoreksi model setelah terjadinya nilai kesalahan jauh lebih sederhana.
 - ✓ Kerugian utama dibandingkan dengan penggunaan metode iteratif Excel meliputi kebutuhan untuk menulis makro, proses yang sedikit lebih rumit untuk menjalankan analisis sensitivitas, dan efisiensi komputasi yang sedikit berkurang. Menurut penulis, preferensi keseluruhannya adalah menghindari sirkularitas dengan merumuskan ulang model jika memungkinkan (di mana akurasi dapat sedikit terganggu), kemudian mengeksplorasi kemungkinan pendekatan aljabar, dan sebaliknya menggunakan makro untuk menyelesaikan jalur sirkular yang rusak. Metode iteratif Excel pada dasarnya tidak boleh digunakan.

BAB 11

TINJAUAN, AUDIT, DAN VALIDASI MODEL

Bab ini membahas audit model dan area terkait. Secara umum, konteksnya adalah bahwa seseorang berurusan dengan model yang telah dibangun oleh orang lain. Bab ini bertujuan untuk menyediakan struktur definisi tujuan, keluaran, dan aktivitas yang mungkin dari proses tersebut.

Dalam konteks tinjauan model, ada baiknya untuk mempertimbangkan tiga jenis tujuan dan keluaran generik. Ketiganya disajikan dalam bagian ini (sebagai definisi penulis, yang umumnya bukan standar yang disepakati).

11.1 AUDIT (MURNI)

Ini melibatkan dokumentasi aspek-aspek model, tanpa mengubahnya, atau memberikan penilaian langsung apa pun terhadapnya. Keluaran yang umum adalah deskripsi, termasuk item yang berkaitan dengan:

- Karakteristik struktural. Ini termasuk mencatat jumlah lembar kerja, keberadaan tautan ke buku kerja lain, dan visibilitas, aksesibilitas, dan perlindungan lembar kerja, kolom, baris, atau rentang.
- Tata letak dan alur. Ini dapat mencakup lokasi sel input, sejauh mana jalur audit pendek atau tidak, apakah ada referensi melingkar (atau logika melingkar) dan seterusnya. Mungkin juga perlu diperhatikan apakah output dapat diidentifikasi dengan jelas, dan apakah ada analisis sensitivitas bawaan (seperti menggunakan DataTables). Sejauh mana kalkulasi mengalir di antara lembar kerja juga dapat dicatat.
- Rumus dan fungsi. Di sini, seseorang dapat mencatat fungsi yang digunakan, jumlah rumus unik, dan konsistensi rumus saat digunakan dalam rentang yang bersebelahan (misalnya saat seseorang bergerak melintasi baris), dan apakah rumus diimplementasikan sesuai dengan prinsip praktik terbaik (misalnya tidak ada rumus campuran, beberapa fungsi tertanam, jenis fungsi pencarian yang digunakan, dan seterusnya). Penting juga untuk dicatat apakah ada rentang bernama, serta sifat penggunaannya (apakah dalam rumus, untuk navigasi atau dalam kode VBA).
- Apakah kode VBA, makro, atau fungsi yang ditentukan pengguna digunakan (dan apakah kode tersebut dapat diakses atau modul VBA dilindungi kata sandi).
- Keberadaan objek lain, seperti PivotTable, Bagan, Filter Data, dan Komentar.
- Sifat pemformatan yang digunakan, seperti pemformatan sel umum, batas, huruf miring, Pemformatan Bersyarat dan Kustom. Kita juga dapat memperhatikan apakah ada sel yang digabungkan, atau banyak baris dan kolom kosong.
- Jenis perhitungan yang dilakukan, dan (jika tidak ada spesifikasi model formal) kita dapat mengembangkan hipotesis yang memungkinkan tentang tujuan model dan perannya sebagai pendukung keputusan.

- Apakah ada batasan input, seperti rentang yang menggunakan Validasi Data.
- Kondisi kontekstual lainnya, seperti pengaturan perhitungan, penulis, tanggal modifikasi terakhir.
- Apakah add-in Excel lainnya diperlukan untuk menjalankan model.
- Kemungkinan untuk meningkatkan perhitungan model, transparansi, kemudahan penggunaan, fleksibilitas, atau efisiensi (yang memerlukan restrukturisasi untuk penerapannya).

Perlu dicatat bahwa proses (dalam bentuk murni) tidak membuat penilaian apa pun tentang validitas, kekuatan, dan kelemahan model, tidak berupaya menilai kesesuaiannya untuk mendukung keputusan, dan tidak menerapkan perbaikan atau koreksi apa pun. Dengan demikian, nilai tambah yang diciptakan oleh audit murni mungkin sering kali cukup terbatas.

11.2 VALIDASI

Validasi melibatkan dua elemen inti:

- Penentuan apakah model sesuai dengan spesifikasinya, dalam hal mewakili situasi kehidupan nyata secara memadai, dan apakah model tersebut memenuhi persyaratan pendukung keputusan secara memadai (termasuk fleksibilitas dan sensitivitas), dan seterusnya. Pada dasarnya, hal ini sesuai dengan langkah pertama dalam proses yang ditunjukkan pada Gambar 1.1.
- Verifikasi bahwa implementasi model sebagaimana tercantum melalui rumus dan seterusnya adalah benar (langkah kedua pada Gambar 1.1),

Pada prinsipnya, model yang telah divalidasi harus sesuai untuk mendukung keputusan, termasuk memungkinkan analisis sensitivitas dilakukan. Namun, dalam praktiknya, model yang menghitung dengan benar dan yang juga memungkinkan analisis sensitivitas dijalankan, mungkin tetap tidak dioptimalkan dari perspektif presentasi atau fleksibilitas, mungkin tidak cukup transparan, dan mungkin tidak mengikuti prinsip praktik terbaik umum lainnya.

Lebih jauh, validasi yang sebenarnya sering kali terhalang oleh fakta bahwa (dalam banyak situasi praktis) tidak ada spesifikasi eksplisit yang cukup tepat yang telah didokumentasikan. Jadi, alih-alih benar-benar "divalidasi (secara eksternal)", sering kali hanya serangkaian kegiatan yang lebih terbatas yang dapat dilakukan, di mana seseorang mencari kesalahan atau ketidakkonsistenan, tetapi model tersebut sebagian besar "memvalidasi diri sendiri", yaitu rumus dan labelnya menjadi spesifikasi implisit.

Peningkatan, Restrukturisasi, atau Pembangunan Kembali

Hal ini melibatkan pelaksanaan aktivitas untuk merestrukturisasi atau membangun kembali model guna meningkatkannya, agar lebih sesuai dengan spesifikasi, untuk meningkatkan transparansi, meningkatkan fleksibilitas, meningkatkan penggunaannya dalam dukungan keputusan, dan secara umum untuk menangkap praktik terbaik, seperti yang dijelaskan sebelumnya dalam teks.

Faktanya, menurut pengalaman penulis, dalam konteks pemodelan Excel, biasanya aktivitas inilah yang memiliki potensi tertinggi untuk menciptakan nilai tambah (dibandingkan dengan aktivitas audit atau validasi murni): pertama, mungkin secara paradoks, aktivitas

peninjauan model sering kali dimulai dalam kasus di mana model belum dibangun sesuai dengan prinsip praktik terbaik, dan pengguna atau pembuat keputusan merasa model tersebut rumit untuk dipahami atau diikuti (misalnya karena struktur data yang tidak tepat, alur, format, dan rumus yang buruk, dll.).

Kedua, pendeteksian kesalahan, pengujian model umum, dan menjalankan sensitivitas memakan waktu (dan mungkin tidak sepenuhnya memungkinkan) dalam model yang dibangun dengan buruk. Ketiga, setelah kesalahan atau kekeliruan ditemukan, akan menjadi sangat sulit (pada dasarnya mustahil) untuk memeriksa kesalahan lain tanpa terlebih dahulu mengoreksi model (karena interaksi antara kesalahan); misalnya, seseorang mungkin berhipotesis bahwa sebagian besar rangkaian perhitungan yang rumit sudah benar, tetapi hasil yang ditunjukkan tidak benar, karena kesalahan yang diketahui.

Jika kesalahan ini tetap tidak dikoreksi, sering kali menjadi sulit untuk menguji rumus guna mendeteksi kesalahan kedua. Jadi, sering kali lebih bermanfaat untuk memperbaiki model (setelah itu audit atau validasi model yang telah diperbaiki ini menjadi jauh lebih mudah atau sebagian besar tidak diperlukan). Tujuan dasar dari restrukturisasi adalah untuk membuat model yang mengikuti prinsip praktik terbaik, transparan, dan lebih mudah untuk diuji dan divalidasi daripada model asli. Tanpa ingin mengulang pembahasan sebelumnya tentang praktik terbaik, beberapa elemen kunci untuk melakukan ini meliputi:

- Menggunakan buku kerja, lembar kerja, dan struktur data yang sesuai.
- Mengurangi jumlah lembar kerja sesuai dengan yang benar-benar diperlukan.
- Untuk membuat alur logika yang mengikuti alur logika vertikal (atas ke bawah) atau horizontal (kiri ke kanan) sejauh mungkin (bukan alur diagonal), dan di mana panjang total jalur audit utama sesingkat mungkin dengan ketentuan ini.
- Untuk membuat tata letak yang jelas, dan menggunakan format yang sesuai untuk menyorot aspek struktural utama. Sering kali, penggunaan format adalah satu-satunya cara paling efektif untuk meningkatkan transparansi dengan cepat, karena relatif mudah diterapkan. (Pemformatan juga dapat menjadi alat organisasi kerja yang berguna, untuk bertindak sebagai catatan guna menyorot area model yang tidak segera diubah atau diperbaiki, tetapi memerlukan perbaikan lebih lanjut setelah aspek model lainnya diperiksa; penyorotan tersebut akan menggunakan warna yang terpisah dari aspek model lainnya, dan dihapus setelah proses selesai.) Secara umum, perlu memindahkan bagian model dari satu area ke area berikutnya.
- Untuk memastikan bahwa analisis sensitivitas yang relevan mudah dilakukan, misalnya dengan menghilangkan sel-sel perhitungan input campuran, dan secara umum agar dapat dengan mudah menguji model atau menjalankan skenario yang memungkinkan.
- Untuk mengoreksi rumus, dan/atau membuatnya lebih transparan, tangguh, atau efisien. Tentu saja, jika perhitungan model asli benar, maka kedua model (asli dan yang dibangun kembali) akan menghasilkan hasil yang sama, meskipun mungkin memiliki struktur dan rumus yang sangat berbeda. Lebih sering, seseorang dapat mengidentifikasi dan mengoreksi kesalahan, yang pada titik tersebut hasil dari kedua model akan berbeda.

- Untuk mengurangi perhitungan duplikat. Ketika menggabungkan perhitungan yang sebelumnya berada di bagian model yang terpisah, seseorang sering menemukan pengulangan yang dapat dihilangkan.

Tentu saja, dalam praktiknya jumlah upaya yang layak untuk diinvestasikan dalam restrukturisasi tersebut akan bergantung pada konteks dan tujuan.

11.3 PROSES, ALAT, DAN TEKNIK

Jika model telah dibangun sesuai dengan prinsip praktik terbaik, proses yang diperlukan untuk melakukan audit atau memvalidasi implementasi pada umumnya relatif mudah. Proses ini dapat menjadi jauh lebih rumit jika prinsip praktik terbaik tidak diikuti.

Dalam hal apa pun, saat melakukannya, beberapa proses dan teknik khusus patut diikuti:

- Menghindari perubahan yang tidak disengaja.
- Mengembangkan gambaran umum model.
- Menghasilkan pemahaman terperinci tentang alur logika, termasuk masukan dan keluaran.
- Menguji dan memeriksa rumus, dan untuk item yang dapat menyebabkan kesalahan yang tidak terduga atau tidak disengaja.

Bahkan, saat merestrukturisasi model, proses serupa dapat diikuti, setidaknya pada tahap awal. Misalnya, saat memindahkan rumus di dalam model, atau menggabungkan perhitungan dari beberapa lembar kerja, seseorang mungkin ingin memastikan bahwa tidak ada perubahan pada nilai yang dihitung. Baru kemudian dalam proses tersebut (saat rumus sedang diperbaiki) beberapa perubahan dalam nilai terhitung dapat diterima.

Menghindari Perubahan yang Tidak Disengaja

Untuk menghindari perubahan yang tidak disengaja, prinsip-prinsip berikut berlaku:

- Bekerja dengan salinan model.
- Jangan perbarui nilai yang ditautkan saat membuka model. Jika ada tautan ke buku kerja lain, pekerjaan lebih lanjut umumnya diperlukan untuk memastikan bahwa prosedur yang kuat digunakan untuk memperbaruinya (seperti penggunaan lembar cermin, seperti yang dibahas sebelumnya); dalam beberapa kasus, bahkan mungkin tepat untuk mengintegrasikan buku kerja yang ditautkan menjadi satu.
- Jangan jalankan makro apa pun (atau tekan tombol apa pun yang mungkin menjalankan makro), hingga Anda telah menetapkan apa yang telah dilakukan.
- Jangan masukkan baris atau kolom hingga Anda telah menetapkan apakah ini dapat dilakukan tanpa menyebabkan kesalahan. Kasus-kasus di mana baris atau kolom tidak dapat disisipkan dengan kuat tanpa penelitian lebih lanjut meliputi:
 - Di mana nama rentang multisel digunakan (lihat Bab 7).
 - Di mana fungsi pencarian digunakan (terutama yang melibatkan rentang dua dimensi, terutama jika kolom atau angka yang mengendalikan proses pencarian

- dalam fungsi VLOOKUP atau HLOOKUP telah dikodekan secara permanen).
- Di mana makro merujuk ke referensi sel, bukan rentang bernama.
 - Simpan pekerjaan secara teratur sebagai file baru (misalnya dengan urutan penomoran), untuk membuat jejak pemulihan cepat jika seseorang mengamati perilaku yang tidak diharapkan atau salah setelah perubahan dilakukan.
 - Gunakan potong dan tempel (bukan salin dan tempel) untuk mempertahankan referensi sel saat rumus atau rentang dipindahkan. Namun, rentang tidak boleh dipindahkan hingga seseorang telah memeriksa bahwa hal ini dapat dilakukan tanpa kesalahan. Misalnya, pemindahan bagian rentang yang dirujuk oleh fungsi yang dapat mengambil input rentang (SUM, MAX, MIN, OR, AND, VLOOKUP, dan banyak lainnya) dapat menjadi masalah. Seseorang mungkin harus menyusun ulang perhitungan yang setara menggunakan pendekatan lain sebelum beberapa bagian rentang dapat dipindahkan. Misalnya, fungsi SUM mungkin perlu diganti dengan komponen-komponen individualnya, atau VLOOKUP dengan beberapa kombinasi INDEX/MATCH. Demikian pula, fungsi OR yang merujuk ke rentang yang bersebelahan dengan beberapa sel dapat ditulis ulang untuk merujuk ke sel-sel individual.
 - Dokumentasikan setiap perubahan yang dibuat. Misalnya, dalam beberapa kasus mungkin tepat untuk menggunakan komentar dalam sel, seperti jika rumus dalam sel atau rentang telah diubah. Umumnya, seseorang harus mencatat catatan lain (tentang kesalahan, potensi kesalahan, atau perubahan yang dibuat) dalam dokumen terpisah (seperti file Word), dan melakukannya (yaitu mencatat setiap item) secara paralel dengan pekerjaan pada model (bukan setelahnya). Dengan cara ini, produk sampingan alami dari proses ini adalah dokumentasi siap pakai tentang model asli dan perubahan yang dibuat.
 - Gunakan metode untuk melacak nilai baru dan asli, yang dibahas nanti di bagian ini.

Mengembangkan Tinjauan Umum dan Kemudian Memahami Detailnya

Bagian utama pertama dari proses peninjauan adalah memperoleh tinjauan umum model (sambil menghindari perubahan yang tidak disengaja, seperti yang dibahas di atas). Tujuan utamanya adalah menghasilkan pemahaman yang luas, mirip dengan audit murni. Setelah tinjauan umum ditetapkan, umumnya perlu menghasilkan pemahaman yang sangat terperinci, terutama tentang logika dan alurnya. Dalam arti tertentu, langkah terakhir ini hanyalah perluasan dari langkah pertama, dengan menggunakan alat dan teknik yang serupa, tetapi dengan fokus yang lebih terperinci. Alat dan teknik umum untuk membantu memperoleh tinjauan umum meliputi:

- Membaca dokumentasi apa pun tentang tujuan, penggunaan, keterbatasan, teknik yang digunakan di dalamnya, cara model dapat dimodifikasi, dan sebagainya.
- Memeriksa lembar kerja atau rentang yang dilindungi atau tersembunyi (misalnya menggunakan tab Tinjauan, mengklik kanan pada tab lembar). Misalnya, jika di bawah Tinjau ada opsi untuk Buka Proteksi Buku Kerja, maka ada kemungkinan ada lembar

kerja tersembunyi yang mungkin hanya dapat diakses dengan kata sandi. Jelas perlu untuk membuat lembar kerja ini terlihat untuk menciptakan pemahaman penuh tentang model, terutama jika ada rumus di bagian model yang terlihat merujuk ke sel-sel di lembar kerja tersembunyi ini.

- Memeriksa model untuk makro (dalam kasus sederhana, dengan membuka Editor Visual Basic); ada kemungkinan bahwa file dengan ekstensi xlsx tidak berisi makro, seperti halnya file dengan ekstensi xls. Seseorang juga ingin memeriksa apakah kode VBA sepenuhnya dapat diakses atau telah dilindungi kata sandi. Jika dapat diakses, pemindaian singkat mengenai kualitas dan kemungkinan fungsionalitas kode akan bermanfaat.
- Membuka pembekuan semua panel yang dibekukan (pada tab Tampilan).
- Memeriksa rumus untuk mengidentifikasi jenis fungsi dan rumus yang digunakan, apakah ada rumus campuran, fungsi tertanam, fungsi pencarian, fungsi Excel tingkat lanjut lainnya, dan sebagainya. Penggunaan Rumus/Tampilkan Rumus adalah cara yang sangat cepat untuk mendapatkan gambaran umum tentang hal ini, termasuk mengamati konsistensi rumus dalam sel yang bersebelahan.
- Memeriksa referensi melingkar. Dengan menonaktifkan perhitungan Iteratif, peringatan referensi melingkar akan ditampilkan, Bilah Status akan menunjukkan alamat sel pada jalur melingkar, dan panah ketergantungan dan prioritas muncul di lembar kerja Excel. (Dalam perhitungan Otomatis, ini akan langsung muncul, sedangkan dalam perhitungan Manual, seseorang perlu menekan tombol F9 agar informasi ini muncul.) Tentu saja, jika referensi melingkar diselesaikan menggunakan jalur yang terputus, keberadaannya tidak akan terdeteksi. Biasanya, model tersebut akan menggunakan makro (seperti yang dibahas dalam Bab 10), yang dapat dideteksi sebagai bagian dari proses pemeriksaan makro (keberadaan rentang bernama, dengan nama seperti MyRangeCalculated dan MyRangePasted, juga merupakan indikator kemungkinan adanya lingkaran logis tersebut). Dalam kasus yang jarang terjadi, persyaratan untuk menyelesaikan referensi lingkaran dengan metode manual sebagai bagian dari proses pemodelan akan sulit dideteksi.
- Memeriksa penggunaan rentang bernama (menggunakan Pengelola Nama).
- Memeriksa tautan ke buku kerja lain. Peringatan tentang tautan akan muncul saat buku kerja yang dibuka memiliki tautan ke buku kerja lain. Pada contoh pertama, tautan tersebut tidak boleh diperbarui sebelum pemeriksaan dilakukan. Tautan Data/Edit dapat digunakan untuk mencantumkan buku kerja sumber. Tautan yang menggunakan referensi sel langsung memiliki sintaks dan karenanya lokasinya di buku kerja tujuan dapat ditemukan dengan mencari “[”, menggunakan menu Find (sub-menu Options di kotak “Look in” dapat digunakan untuk mengatur area pencarian ke Formulas, untuk menghindari pencarian tanda kurung siku di dalam label teks). Jika tautan dibuat melalui penggunaan rentang bernama, sintaksnya tidak melibatkan “[”, yang berbentuk “=Source.xlsx!DataToExport”. Jadi, seseorang juga dapat mencari bidang seperti “.xlsx!”, “.xlsx!” dan “.xls!” untuk menemukan kemungkinan tautan

lainnya.

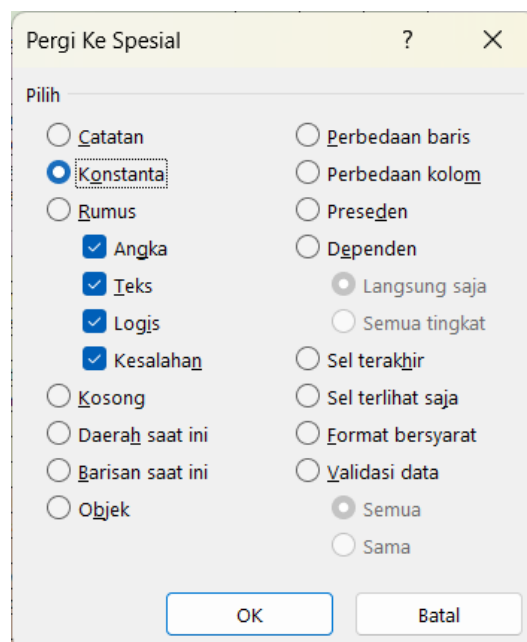
- Melakukan pemeriksaan visual terhadap keseluruhan struktur dan tata letak, seperti jumlah lembar kerja, dan penilaian awal terhadap sejauh mana aliran kalkulasi di seluruh lembar, sejauh mana jalur audit pendek, dan sebagainya (melaksanakan penilaian terperinci terhadap logika biasanya lebih masuk akal hanya setelah gambaran umum keseluruhan model telah ditetapkan).
- Memeriksa penggunaan rumus multi-lembar ("tiga dimensi") (seperti yang dijelaskan dalam Bab 6), yang dapat menimbulkan kesalahan yang tidak disengaja jika lembar ditambahkan, dihapus, atau dipindahkan.
- Mengidentifikasi masukan dan lokasi umumnya serta menilai apakah masukan dan keluaran (bukan hanya kalkulasi) jelas, dan apakah ada analisis sensitivitas atau ringkasan hasil lainnya yang telah dibuat.
- Memeriksa beberapa kondisi kontekstual, seperti pengaturan kalkulasi, penulis, tanggal modifikasi terakhir.
- Memeriksa keberadaan objek seperti PivotTable, Bagan, Filter Data, dan Komentar, serta meninjaunya secara singkat.
- Jika tidak ada spesifikasi model formal atau dokumentasi yang diberikan tentang model tidak memadai, seseorang dapat mengembangkan hipotesis yang mungkin tentang tujuan model dan perannya dalam mendukung keputusan dengan mempertimbangkan jenis perhitungan yang dilakukan dan label yang digunakan.
- Kita juga dapat mengidentifikasi area yang dapat ditingkatkan modelnya, terutama jika aktivitas restrukturisasi model mungkin diperlukan atau diinginkan. Area umum untuk peningkatan potensial dapat mencakup: optimalisasi struktur buku kerja, struktur lembar kerja, dan struktur data, peningkatan alur, format, transparansi, modifikasi fungsi yang digunakan, koreksi atau peningkatan rumus, termasuk teknik skenario dan sensitivitas otomatis, penggantian metode iteratif Excel dengan makro, peningkatan efisiensi komputasi, dan sebagainya.

Setelah pemahaman umum dibuat, analisis yang lebih terperinci tentang kalkulasi dan alur logis umumnya akan diperlukan. Dalam hal ini, beberapa alat sangat penting (yang mungkin juga diperlukan pada tahap tinjauan umum yang lebih umum, meskipun digunakan dengan intensitas dan frekuensi yang lebih sedikit):

- Mengikuti jalur maju dan mundur dari sel tertentu menggunakan bilah alat Rumus/Jejak Preseden dan Rumus/Jejak Ketergantungan. Ini memiliki beberapa kegunaan:
 - ✓ Mengikuti logika dan kalkulasi umum dalam model.
 - ✓ Mengidentifikasi kemungkinan keluaran, jika hal ini tidak jelas. Titik akhir dari rangkaian lintasan penelusuran maju umumnya harus sesuai dengan keluaran (atau keluaran potensial), dan titik awal dengan masukan. Tentu saja, tidak semua titik akhir tersebut mungkin merupakan keluaran yang relevan, dan beberapa kalkulasi antara juga dapat menjadi keluaran yang relevan, sehingga beberapa

penilaian mungkin masih diperlukan.

- Perhatikan beberapa teknik khusus untuk menghemat waktu:
 - ✓ Mengklik dua kali pada garis penelusuran akan memungkinkan lintasan diikuti (mundur dan maju, dengan mengklik dua kali pada garis yang sama lagi) dan di seluruh lembar kerja.
 - ✓ Menggunakan pintasan Ctrl+[dan Ctrl+] untuk membuka preseden atau dependen langsung sel dapat menghemat waktu yang signifikan.
- Menggunakan menu tarik-turun di bawah Beranda/Temukan & Pilih untuk memilih sel (atau objek lain) yang memenuhi berbagai kriteria, seperti:
 - ✓ Konstanta (yang umumnya merupakan masukan ke model).
 - ✓ Rentang yang berisi Pemformatan Bersyarat atau menggunakan Data/Validasi. (Rentang yang berisi Pemformatan Bersyarat juga dapat ditemukan menggunakan Beranda/Pemformatan Bersyarat/Kelola Aturan, pilih Tampilkan aturan pemformatan untuk/Lembar Kerja Ini.)
 - ✓ Objek.
- Menu yang lebih lengkap dapat diakses di bawah Beranda/Temukan & Pilih/Buka Khusus atau F5/Khusus, yang menyertakan opsi tambahan (lihat Gambar 11.1), termasuk:



Gambar 11.1 Menu Khusus Go/To

- ✓ Pemilihan kesalahan.
- ✓ Pemilihan preseden dan dependen langsung (atau semua) sel.
- ✓ Sel yang terakhir digunakan.
- ✓ Seseorang dapat mencari semua sel yang berisi rumus campuran (misalnya =E4*1.3) atau untuk nilai tetap yang muncul dari rumus (misalnya =5*300) dengan inspeksi visual menggunakan Rumus/Tampilkan Rumus.

- ✓ Dengan menggunakan pemeriksaan kesalahan umum bawaan Excel, di bawah File/Opsi/Rumus (lihat Gambar 11.2), seseorang dapat memeriksa rumus yang merujuk ke sel kosong, rumus yang tidak konsisten dalam beberapa hal, atau rumus yang mengandung kesalahan.

Aturan pengecekan kesalahan

- | | |
|--|--|
| ✓ Sel memuat rumus yang menghasilkan kesalahan ⓘ | ✓ Rumus yang menghapus sel dalam daerah ⓘ |
| ✓ Rumus kolom terhitung tidak konsisten dalam tabel ⓘ | ✓ Buka kunci sel yang memuat rumus ⓘ |
| ✓ Sel memuat tahun yang direpresentasi dalam 2 digit ⓘ | ✓ Rumus yang mengacu ke sel kosong ⓘ |
| ✓ Angka yang diformat sebagai teks atau didahului oleh tanda koma atas ⓘ | ✓ Data yang dimasukkan dalam tabel tidak valid ⓘ |
| ✓ Rumus tidak konsisten dengan rumus lain dalam daerah ⓘ | ✓ Format nomor yang mengecoh ⓘ |
| | ✓ Sel berisi tipe data yang tidak dapat di-refresh ⓘ |

Gambar 11.2 Opsi Pemeriksaan Kesalahan Bawaan Excel

Proses terperinci ini akan diperlukan secara umum, dan juga secara khusus sebelum seseorang mulai membangun kembali atau meningkatkan model. Proses ini tidak hanya akan membantu mengidentifikasi kesalahan, tetapi juga melihat kemungkinan untuk meningkatkan perhitungan, transparansi, kemudahan penggunaan, fleksibilitas atau efisiensi. Proses ini juga akan membantu seseorang memahami keterbatasan potensial, serta perubahan struktural yang mungkin perlu dilakukan untuk mengoptimalkan transparansi dan fleksibilitas (seperti menghilangkan beberapa proses pencarian dua dimensi, dan memindahkan item ke tempat yang berbeda dalam model).

Perhatikan juga beberapa poin lebih lanjut tentang melakukan perubahan untuk meningkatkan model:

- Karena tidak ada titik awal untuk sirkularitas, penelusuran preseden dan dependen dapat memakan waktu dan membuat frustrasi. Mungkin seseorang perlu menghapus rumus pada jalur sirkular dan membangun kembali bagian-bagian model.
- Saat menghapus jalur perhitungan yang tidak diperlukan atau referensi berulang, seseorang biasanya perlu bekerja mundur dari bagian terakhir rantai ketergantungan, untuk menghindari penghapusan item yang digunakan dalam perhitungan berikutnya (yang akan mengakibatkan kesalahan #REF!).
- Saat perhitungan dari beberapa lembar kerja digabungkan menjadi satu (dengan menggunakan potong dan tempel), rumus yang telah dipindahkan akan berisi referensi lembar ke lembar tempat rumus tersebut sekarang ditempatkan (seperti Model!. . . , saat rumus tersebut telah dipindahkan ke lembar Model). Referensi ini tidak diperlukan dan mudah dihapus menggunakan Temukan/Ganti untuk mengganti nama lembar dan tanda seru dengan apa pun.
- Saat rentang bernama dengan cakupan hanya lembar kerja dipindahkan ke lembar yang berbeda, seseorang mungkin harus lebih berhati-hati dengan, atau membangun

ulang, rumus yang menggunakan nama tersebut, terutama jika lembar kerja asli dihapus.

11.4 MENGUJI DAN MEMERIKSA RUMUS

Selain mengikuti rumus dari perspektif logis dan konseptual, hampir selalu diperlukan untuk menguji rumus yang rumit dengan menggunakan nilai masukan tertentu untuk memastikan bahwa rumus tersebut benar dan kuat. Pada prinsipnya, melakukan analisis sensitivitas manual (mengubah nilai satu masukan dan mengamati pengaruhnya pada perhitungan tertentu) sering kali cukup untuk melakukan hal ini.

Secara lebih umum, beberapa teknik dan pendekatan lain yang dibahas di tempat lain dalam teks ini (seperti variasi simultan dari beberapa masukan, penggunaan DataTables dan menentukan batas validitas rumus melalui penggunaan nilai masukan yang ekstrem, penggunaan jeda perhitungan, dan sebagainya) dapat membantu. Demikian pula, jika pemeriksaan kesalahan (nilai tambah) dapat diperkenalkan, sensitivitasnya terhadap perubahan nilai masukan dapat diuji.

Menggunakan Jendela Pengawas dan Cara Lain untuk Melacak Nilai

Saat melakukan pemeriksaan umum rumus menggunakan analisis sensitivitas, serta saat membuat perubahan pada struktur, tata letak, atau rumus model, salah satu cara efektif untuk mengamati efek perubahan adalah dengan menggunakan Jendela Pengawas (pada tab Rumus). Seseorang dapat mengawasi beberapa variabel untuk melihat efeknya saat perubahan dilakukan atau nilai input diubah. Saat menggunakan Jendela Pengawas, seseorang biasanya dapat fokus hanya pada beberapa kalkulasi utama. Metode alternatif adalah melacak efek perubahan pada sekumpulan besar (atau semua) kalkulasi model. Ada berbagai cara untuk melakukannya:

- Lembar kerja baru dapat ditambahkan ke model yang berisi nilai-nilai kalkulasi yang disalin di lembar kerja asli (misalnya dengan menggunakan nilai tempel, serta menempelkan format yang sama). Seperangkat lembar lebih lanjut dapat digunakan untuk membuat rumus yang menghitung selisih antara nilai asli dan nilai yang terdapat dalam model yang direvisi. Rumus-rumus ini mudah disiapkan (dengan menyalin satu rumus saja) di awal karena semua lembar kerja yang terkait memiliki struktur yang sama. (Setelah perubahan struktural dilakukan pada buku kerja yang sedang diperbaiki, korespondensi ini tidak akan ada lagi.) Perhitungan perbedaan ini harus bernilai nol (bahkan saat perubahan struktural dilakukan) setidaknya hingga diputuskan untuk memperbaiki kesalahan perhitungan apa pun.
- Pendekatan yang lebih umum, kuat (dan lebih kompleks) adalah dengan menggunakan metode serupa di mana berbagai bagian disimpan dalam tiga buku kerja terpisah yang terhubung (yang selalu dibuka pada saat yang sama): model asli, model yang diadaptasi, dan perhitungan perbedaan antara keduanya. Keuntungan dari pendekatan ini adalah seseorang dapat membandingkan tidak hanya nilai kasus dasar, tetapi juga efek dalam setiap model dari perubahan nilai input (di keduanya) secara bersamaan.

BAB 12

ANALISIS SENSITIVITAS DAN SKENARIO: TEKNIK INTI

Bab ini memperkenalkan teknik yang diperlukan untuk melakukan analisis sensitivitas dan skenario. Pada tingkat paling dasar, teknik ini dapat digunakan untuk menjawab pertanyaan *Bagaimana jika?*, dan sering kali menjadi bagian penting dalam memberikan dukungan keputusan yang tepat. Selain itu, seperti yang dibahas sebelumnya, teknik terkait sensitivitas merupakan bagian penting dari semua tahap proses pemodelan, mulai dari desain model hingga penggunaan akhir.

Bagian pertama bab ini memberikan gambaran umum tentang cara melakukan analisis sensitivitas dan alat terkait. Bagian kedua menjelaskan salah satunya secara terperinci, yaitu fungsionalitas *DataTable Excel*. Bagian ketiga menunjukkan beberapa contoh penggunaan fungsionalitas ini, termasuk menjalankan analisis sensitivitas dan skenario. Bab-bab selanjutnya membahas detail pendekatan lain untuk analisis sensitivitas.

12.1 TINJAUAN UMUM TEKNIK TERKAIT SENSITIVITAS

Ada beberapa cara sederhana untuk melakukan analisis sensitivitas:

- 1) Untuk mengubah nilai input secara manual dan mencatat efeknya pada output. Meskipun ini merupakan cara yang sangat berguna untuk menguji rumus saat sedang dibangun, akan merepotkan dan tidak efisien untuk menggunakannya untuk melakukan sensitivitas pada model yang telah selesai:
 - Seseorang perlu mencatat nilai masukan yang digunakan dan nilai keluaran yang dihasilkan, yang akan merepotkan jika beberapa nilai masukan harus diubah.
 - Analisis perlu diulang jika model dimodifikasi dengan cara apa pun, karena tidak ada hubungan dinamis antara masukan dan hasil sensitivitas.
 - Menyalin model beberapa kali, dan menggunakan nilai masukan yang berbeda di setiap salinan. Tentu saja, meskipun ini akan menyimpan catatan masukan yang digunakan dan keluaran yang dihitung, melakukannya secara umum akan tidak efisien dan rawan kesalahan, terlebih karena seluruh proses perlu diulang jika model selanjutnya perlu dimodifikasi dengan cara tertentu.
- 2) Dalam teks ini, fokusnya adalah pada cara yang lebih efisien dan otomatis untuk menjalankan sensitivitas dan skenario. Ini termasuk metode yang didasarkan pada: Menggunakan sejumlah sensitivitas atau skenario yang telah ditentukan sebelumnya:
 - Menggunakan *DataTable Excel* untuk menangkap efek perubahan satu atau dua input model secara bersamaan. Ini dapat dikombinasikan dengan fungsi pencarian untuk menjalankan analisis skenario, di mana beberapa input diubah secara bersamaan. Ini dibahas secara terperinci nanti dalam bab ini.
 - Menggunakan makro VBA untuk mengubah nilai input dan mencatat hasilnya

untuk output. Ini umumnya diperlukan setiap kali prosedur lain juga perlu dijalankan setelah setiap perubahan nilai input model (misalnya, jika sirkularitas diselesaikan oleh makro). Ini dibahas dalam Bab 14.

3) Menghasilkan banyak kombinasi input secara otomatis:

- Simulasi dapat digunakan untuk menghasilkan kombinasi dengan pengambilan sampel acak dari nilai-nilai yang mungkin. Ini diperkenalkan di Bab 15 dan dibahas lebih rinci di Bab 16.
- Teknik pengoptimalan mencari kombinasi nilai masukan sehingga keluarannya sama dengan nilai tertentu, atau diminimalkan atau dimaksimalkan. Biasanya, seseorang mungkin mensyaratkan bahwa batasan (pembatasan) perlu diterapkan pada beberapa nilai masukan atau keluaran agar kombinasi masukan tertentu dianggap valid. Di Bab 13, kami memperkenalkan GoalSeek dan Solver Excel sebagai alat utama dalam hal ini, sementara Bab 15 memberikan beberapa detail lebih lanjut tentang pemodelan pengoptimalan dalam konteks umum.

12.2 DATATABLES

Bagian ini menjelaskan aspek utama fungsionalitas DataTable Excel. Mungkin bermanfaat bagi pembaca untuk merujuk ke model contoh yang ditunjukkan nanti di bab ini saat melakukannya.

Ikhtisar

DataTable adalah fungsionalitas Excel yang menunjukkan nilai kalkulasi model atau keluaran saat nilai masukan divariasikan melalui serangkaian nilai yang telah ditentukan sebelumnya. Dengan kata lain, ia menghitung ulang model untuk setiap set nilai input yang ditetapkan secara eksplisit dan menampilkan hasil dari output tertentu yang telah dipilih sebelumnya.

Beberapa penggunaan utamanya adalah:

- Untuk menampilkan sensitivitas output yang dipilih terhadap input yang dipilih. Selain bermanfaat, ia dapat membantu pengguna yang ingin melihat analisis sensitivitas tanpa harus memahami detail model (seperti pengambil keputusan senior). Nilai-nilai dalam DataTable juga dapat digunakan untuk mengisi grafik yang menunjukkan efek dari perubahan tersebut.
- Untuk membuat dan memeriksa rumus (termasuk mendeteksi potensi kesalahan) dengan menunjukkan nilai-nilai perhitungan atau output utama saat beberapa input berubah. Misalnya, jika terlihat bahwa nilai-nilai output tidak terpengaruh saat nilai input berubah (atau terpengaruh dengan cara yang tidak terduga), ini merupakan indikator kemungkinan kesalahan.

DataTable dapat berbentuk satu arah atau dua arah, yang sesuai dengan jumlah input yang divariasikan secara bersamaan:

- DataTable satu arah menunjukkan nilai dari satu atau beberapa kalkulasi (atau output) saat nilai input tunggal diubah. Tabel tersebut dapat berbentuk kolom atau baris:

dalam bentuk kolom, kumpulan nilai yang akan digunakan untuk input ditempatkan dalam kolom (dan dalam bentuk baris, ditempatkan dalam baris). Tabel tersebut dapat melacak nilai beberapa output model (yang, dalam bentuk kolom, ditempatkan di baris teratas tabel).

- DataTable dua arah memvariasikan dua input, dan menunjukkan nilai output model tunggal (atau kalkulasi). Nilai input yang akan divariasikan ditempatkan di kolom kiri dan baris teratas tabel, dan nilai kalkulasi output ditempatkan di sudut kiri atas tabel.

Implementasi

DataTable dapat diimplementasikan dengan:

- ❖ Membuat rentang nilai input yang sesuai dalam kolom atau baris (untuk tabel satu arah) atau dalam baris dan kolom (untuk tabel dua arah).
- ❖ Mengatur output (atau kalkulasi antara) yang akan ditampilkan dalam tabel dengan menggunakan referensi sel langsung ke kalkulasi yang relevan dalam model. Referensi output ditempatkan di baris teratas dalam tabel bentuk kolom satu arah, kolom kiri dalam tabel bentuk baris satu arah, dan sel kiri atas dalam tabel dua arah.
- ❖ Memilih seluruh area tabel (termasuk baris teratas dan kolom kiri), dan menggunakan Analisis Data/What-If/Tabel Data untuk menautkan nilai dalam kolom atau baris ke sel input (dalam tabel satu arah, salah satu kotak entri referensi sel akan dibiarkan kosong). Kesalahan yang sering terjadi adalah menggunakan input baris untuk tabel kolom atau sebaliknya, tetapi keberadaan kesalahan tersebut biasanya jelas dari pemeriksaan nilai dalam tabel. (Pembaca mungkin ingin merujuk sebentar ke Gambar 12.1 dan Gambar 12.2 untuk melihat ilustrasinya.) Perhatikan bahwa untuk memastikan bahwa hasil yang benar dihitung, seseorang mungkin harus menekan F9 untuk menutup kasus ketika perhitungan Excel tidak diatur ke Otomatis (yaitu pada pengaturan Manual atau pada pengaturan "Otomatis kecuali untuk tabel data").

| | | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|----------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Income Statement | | | | | | | | |
| Revenues | | 400 | 410 | 430.5 | 452.0 | 474.6 | 496.4 | 523.3 |
| % growth | | | 2.5% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% |
| Variable Costs | | 140 | 160 | 155.0 | 162.7 | 170.9 | 179.4 | 188.4 |
| % revenues | | 35.0% | 39.0% | 36.0% | 36.0% | 36.0% | 36.0% | 36.0% |
| Fixed Costs (incl. depreciation) | | 70 | 72 | 73.4 | 74.9 | 76.4 | 77.9 | 79.5 |
| % growth | | | 2.9% | 2.0% | 2.0% | 2.0% | 2.0% | 2.0% |
| EBIT | | 190 | 178 | 202 | 214 | 227 | 241 | 255 |
| Total from 2018 | | | 1,140 | | | | | |

ONE-AND TWO-WAY DATATABLES

| | | |
|--|-------|------|
| | 1,140 | =C15 |
| | 0.0% | |
| | 5.0% | |
| | 8.0% | |

Data Table dialog box:
 Row input cell: []
 Column input cell: \$E\$5

Gambar 12.1 Mengisi Datatable Dengan Menghubungkan Nilainya Ke Sel Input Model

| 18 | ONE -AND TWO-WAY DATATABLES | | | | | |
|----|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 19 | | | | | | |
| 20 | | 1,140 | =C15 | | | |
| 21 | 0.0% | 930 | | | | |
| 22 | 5.0% | 1140 | | | | |
| 23 | 8.0% | 1280 | | | | |
| 24 | | | | | | |
| 25 | | 202 | 214 | 227 | 241 | 255 |
| 26 | 0.0% | 189 | 187 | 186 | 184 | 183 |
| 27 | 5.0% | 202 | 214 | 227 | 241 | 255 |
| 28 | 8.0% | 210 | 231 | 254 | 279 | 306 |
| 29 | | | | | | |
| 30 | | 0.0% | 5.0% | 8.0% | | |
| 31 | 1,140 | 930 | 1140 | 1280 | | |
| 32 | | | | | | |
| 33 | 1,140 | 34.0% | 35.0% | 36.0% | 37.0% | 38.0% |
| 34 | 0.0% | 971 | 950 | 930 | 909 | 889 |
| 35 | 5.0% | 1188 | 1164 | 1140 | 1116 | 1093 |
| 36 | 8.0% | 1332 | 1306 | 1280 | 1254 | 1228 |
| 37 | | | | | | |

Gambar 12.2 Contoh Datatable Satu Dan Dua Arah

Keterbatasan dan Kiat

Ada beberapa keterbatasan pada DataTables, dan beberapa kiat untuk menggunakannya secara paling efektif:

- DataTables hanya dapat digunakan dengan benar jika ada hubungan dinamis antara masukan model dan perhitungan keluaran. Misalnya, jika operasi lain (seperti GoalSeek, atau menjalankan makro) perlu dilakukan setiap kali nilai masukan diubah, maka karena DataTable tidak akan menjalankan prosedur ini nilai keluaran umumnya akan salah. Tentu saja, masalah yang sama berlaku untuk model tersebut bahkan jika seseorang ingin mengubah nilai masukan apa pun. Cara efektif untuk membuat analisis sensitivitas dalam model semacam itu adalah dengan menggunakan makro untuk menjalankan prosedur yang diperlukan (seperti GoalSeek), dan makro lain untuk menjalankan analisis sensitivitas, di mana makro terakhir memanggil makro pertama setiap kali nilai input model diubah (lihat Bab 14).
- Kehadirannya akan memperlambat perhitungan ulang model, karena setiap perubahan pada rumus atau nilai input akan menyebabkan semua tabel dihitung ulang. Khususnya untuk model besar, seseorang mungkin ingin beralih ke pengaturan "Otomatis kecuali untuk tabel data", dan menekan F9 saat seseorang ingin menghitung ulang. Jika DataTable telah digunakan untuk pemeriksaan kesalahan selama proses pembuatan model, tabel tersebut dapat dihapus setelah model dibuat.
- Saat menguji model, seseorang dapat "menggunakan kembali" DataTable hanya dengan mengubah referensi keluaran untuk menghubungkan ke sel kalkulasi atau keluaran model yang berbeda. Dengan cara ini, seseorang dapat dengan cepat melihat efeknya pada beberapa perhitungan (termasuk pada pemeriksaan kesalahan), dan dapat menghindari pembuatan tabel dalam jumlah besar yang tidak perlu. Sel referensi keluaran dari DataTable juga dapat berisi fungsi CHOOSE (bukan referensi sel murni) sehingga dapat dipilih untuk menunjuk ke salah satu dari beberapa keluaran.

- DataTable tidak boleh digunakan secara berurutan, yaitu keluaran dari satu tidak boleh digunakan sebagai masukan ke yang lain. Nilai dalam tabel apa pun di luar yang pertama dalam urutan tersebut sering kali tidak tepat, karena urutan logis perhitungan (urutan ketergantungan) yang harus diterapkan mungkin ambigu.
- Nilai dalam tabel adalah nilai keluaran karena masukan yang dipilih bervariasi, tetapi sementara masukan lainnya mengambil nilai yang saat ini ditetapkan. Dengan kata lain, nilai saat ini dari masukan model lainnya akan memengaruhi nilai yang ditampilkan dalam tabel. Jadi, secara umum, seseorang harus memastikan bahwa semua masukan ditetapkan ke nilai kasus dasar.
- Akan lebih mudah untuk menunjukkan kasus dasar model sebagai salah satu hasil dalam DataTable. Ini dapat dilakukan dengan memformat sel yang sesuai dengan kasus dasar dengan beberapa bentuk penyorotan. Namun, karena definisi nilai yang menentukan kasus dasar dapat diubah, posisi keluaran kasus dasar dengan DataTable juga akan berubah. Salah satu pendekatan untuk mengatasi hal ini adalah dengan membangun model sehingga berisi nilai dasar untuk input, serta variasi yang akan diterapkan pada input tersebut, dengan pemanggilan input asli dihitung dari nilai-nilai ini (seperti yang dibahas dalam Bab 4). Analisis sensitivitas DataTable dapat dijalankan di mana variasinya yang diubah (dan bukan nilai dasar secara langsung). Dengan cara ini, penempatan fisik kasus dasar dalam tabel dapat selalu sama (yaitu yang variasinya nol), sehingga tabel juga dapat diformat (misalnya dengan batas dan kode warna) untuk menyorot kasus ini.
- Identitas input yang divariasikan dalam DataTable tidak dapat dilihat secara langsung tanpa merujuk ke rumus dalam sel tabel. Terutama ketika input yang divariasikan memiliki tipe yang sama (misalnya semua angka dolar, atau semua persentase) dan memiliki besaran yang sama, mudah untuk salah menafsirkan input mana yang sesuai dengan baris dan kolom. Tabel satu arah memiliki keuntungan karena label dapat ditulis di sudut kiri atas, sedangkan untuk tabel dua arah, label dapat diketik di baris dan kolom tepat di atas dan di sebelah kiri.
- Karena area perhitungan tabel membentuk fungsi array di Excel, tidak mungkin untuk mengubah sel individual di dalamnya. Perluasan area tabel dapat dicapai dengan memilih area baru dan menimpa tabel asli (seperti jika referensi output tambahan ditambahkan ke tabel satu arah, atau jika nilai tambahan diinginkan untuk ditambahkan ke set nilai yang akan diuji untuk input tertentu). Namun, jika pengurangan ukuran diperlukan, tabel perlu dibuat ulang. Dalam praktiknya, daripada menghapus tabel secara keseluruhan, seseorang dapat menggunakan Clear Contents untuk menghapus rumus (array) di dalam bagian dalam tabel, dan membangun kembali struktur yang diperlukan dari nilai masukan baris/kolom yang dipertahankan.
- Pada prinsipnya, paling banyak dua nilai masukan model dapat diubah secara bersamaan dalam tabel, karena tabel memiliki struktur dua dimensi. Jika lebih dari dua perubahan diperlukan, skenario dapat ditetapkan terlebih dahulu dan analisis

sensitivitas (satu arah) dapat dilakukan, di mana masukan yang akan diubah adalah nomor skenario atau definisi (lihat contoh di bagian selanjutnya dalam bab ini).

- Tabel harus ditempatkan di lembar kerja yang sama dengan input yang divariasikan. Dalam praktiknya, seseorang dapat mengatasi hal ini dengan beberapa cara: dengan menyusun model dalam satu lembar kerja sejauh mungkin, dengan memindahkan posisi input agar berada di lembar yang sama dengan DataTable, atau dengan menggunakan fungsi pencarian (seperti INDIRECT, seperti yang dibahas dalam Bab 25).

12.4 APLIKASI PRAKTIS

Contoh: Sensitivitas Nilai Sekarang Bersih terhadap Tingkat Pertumbuhan Gambar 12.1 berisi contoh DataTable satu arah dan dua arah yang telah diselesaikan untuk model yang memperkirakan pendapatan, biaya, dan laba, berdasarkan data historis dan asumsi input.

Gambar 12.1 menunjukkan langkah terakhir dalam proses tersebut, di mana referensi sel ke input dibuat dalam kotak dialog untuk DataTable satu arah (bentuk kolom), di mana angka-angka di kolom sebelah kiri tabel (sel B21:B23) mewakili nilai yang akan diambil oleh asumsi input untuk pertumbuhan pendapatan (Sel E5).

Gambar 12.2 menunjukkan hasil dari tindakan ini, serta menyediakan beberapa contoh tambahan DataTable. Perhatikan bahwa tabel kedua (Baris 25 hingga 28) adalah tabel bentuk kolom satu arah dengan beberapa output (profil EBIT dari waktu ke waktu), tabel ketiga adalah tabel bentuk baris satu arah, dan tabel keempat adalah tabel dua arah.

Contoh: Menerapkan Analisis Skenario

Analisis skenario melibatkan penilaian dampak pada output karena beberapa input (biasanya lebih dari dua) diubah pada saat yang sama, menggunakan kombinasi eksplisit yang telah ditetapkan sebelumnya (masing-masing mewakili rangkaian logis yang dapat muncul dalam praktik). Misalnya, ketika melihat skenario laba, kasus terburuk dapat diwakili oleh skenario di mana harga yang dicapai rendah, sementara volume yang dijual juga rendah, dan biaya input tinggi. Analisis skenario memiliki banyak aplikasi, termasuk:

- Ketika dianggap bahwa ada kasus-kasus yang berbeda (diskrit) yang mungkin untuk nilai suatu variabel, daripada rentang yang berkelanjutan.
- Untuk mulai mengeksplorasi efek pada perhitungan model di mana beberapa variabel input berubah secara bersamaan. Ini dapat digunakan baik sebagai langkah pertama menuju simulasi penuh, atau sebagai metode optimasi yang mencari skenario terbaik. Secara khusus, ini dapat berguna untuk menghasilkan pemahaman yang lebih baik tentang situasi yang kompleks: dengan terlebih dahulu memikirkan skenario tertentu, dan interaksi serta konsekuensi yang akan berlaku untuk masing-masing, seseorang dapat secara bertahap mengkonsolidasikan ide-ide dan menciptakan pemahaman yang lebih komprehensif.
- Sebagai alat proksi untuk menangkap ketergantungan (atau kejadian bersyarat) antara variabel, terutama jika hubungan diketahui ada, tetapi mengekspresikannya melalui rumus eksplisit (berparameter) tidak memungkinkan atau terlalu rumit. Misalnya:
- Dalam konteks hubungan antara volume yang dijual dan harga yang dibebankan untuk

suatu produk, mungkin sulit untuk membuat rumus yang valid untuk volume yang akan berlaku untuk harga yang diasumsikan. Namun, mungkin dimungkinkan untuk memperkirakan (melalui penilaian, perkiraan ahli, atau riset pasar) berapa volume pada beberapa titik harga tertentu. Dengan kata lain, meskipun mungkin tidak mungkin untuk menangkap seluruh kurva permintaan dalam mode berparameter, kombinasi harga-volume individual dapat diperlakukan sebagai skenario diskrit, sehingga ketergantungan ditangkap secara implisit.

- Hubungan antara jumlah tenaga penjualan dan produktivitas masing-masing, atau moral karyawan dengan produktivitas. Ini mungkin sulit untuk ditetapkan dalam bentuk fungsional, sedangkan kombinasi tertentu mungkin dapat diperkirakan.
- Dalam peramalan ekonomi makro, seseorang mungkin ingin membuat asumsi untuk nilai yang diambil oleh beberapa variabel (mungkin diukur dari kasus yang muncul dalam data historis), tetapi tanpa harus mendefinisikan hubungan parametris eksplisit di antara mereka, yang mungkin sulit dilakukan dengan cara yang dapat dipertahankan.

Skenario umumnya paling baik diimplementasikan di Excel dengan menggabungkan fungsi pencarian (misalnya CHOOSE atau INDEX) dengan DataTable: setiap skenario dikaitkan dengan bilangan bulat, yang digunakan untuk menjalankan fungsi pencarian yang mengembalikan nilai yang berlaku untuk nilai input model untuk skenario tersebut. Analisis sensitivitas dijalankan dengan memvariasikan nomor skenario.

(Seseorang juga dapat menamai skenario, yang sensitivitasnya adalah pada nama skenario, tetapi fungsi MATCH (atau SWITCH) biasanya diperlukan sebagai tambahan.) Perhatikan bahwa, meskipun Manajer Skenario Excel (di bawah Analisis Data/Apa-Jika) dapat digunakan untuk membuat skenario, ia memiliki kekurangan yaitu skenario tersebut tidak terlihat secara eksplisit maupun dapat diakses secara komputasional di lembar kerja. (Pendekatan ini tidak dibahas lebih lanjut dalam teks ini, atau secara umum digunakan oleh penulis dalam praktik.) pada gambar dibawah ini berisi sebuah contoh (lihat Gambar 12.3).

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----|---|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | Revenues Scenarios | | | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | =CHOOSE(\$A2:\$J4,\$5) |
| 3 | | Low | | | -2.0% | -2.0% | 3.0% | 4.0% | 5.0% | |
| 4 | | Base | | | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | |
| 5 | | High | | | 6.0% | 8.0% | 8.0% | 10.0% | 12.5% | |
| 6 | | | | | | | | | | |
| 7 | | Income Statement | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | |
| 8 | | | | | | | | | | |
| 9 | | Revenues | 400 | 410 | 431 | 452 | 475 | 498 | 523 | |
| 10 | | % growth | | | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | +12 |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | Variable Costs | 140 | 160 | 155.0 | 162.7 | 170.9 | 179.4 | 188.4 | |
| 13 | | % revenues | 35.0% | 39.0% | 36.0% | 36.0% | 36.0% | 36.0% | 36.0% | |
| 14 | | | | | | | | | | |
| 15 | | Fixed Costs (incl. depreciation) | 70 | 72 | 73.4 | 74.9 | 76.4 | 77.9 | 79.5 | |
| 16 | | % growth | | 2.9% | 2.0% | 2.0% | 2.0% | 2.0% | 2.0% | |
| 17 | | | | | | | | | | |
| 18 | | EBIT | 190 | 178 | 202 | 214 | 227 | 241 | 255 | |
| 19 | | | | | | | | | | |
| 20 | | Total from 2018 | 1,140 | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | |
| 23 | | ONE-WAY DATATABLE | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | |
| 25 | | | 1,140 | | | | | | | |
| 26 | | 1 | 940 | | | | | | | |
| 27 | | 2 | 1140 | | | | | | | |
| 28 | | 3 | 1279 | | | | | | | |

Gambar 12.3 Menggabungkan Datatable Dengan Fungsi Choose Untuk Menjalankan Skenario

Ada tiga skenario pertumbuhan pendapatan yang telah ditetapkan sebelumnya (Baris 3–5), dengan skenario yang akan digunakan ditampilkan di Baris 2, dan dipilih berdasarkan pilihan nilai yang ditempatkan di Sel A2. Nilai masukan asli (Baris 10) diganti dengan referensi sel ke nilai yang berlaku dalam skenario tersebut. DataTable (Baris 25–28) adalah tabel satu arah berbentuk kolom, yang menggunakan nomor skenario sebagai masukan.

BAB 13

MENGGUNAKAN GOALSEEK DAN SOLVER

Bab ini memberikan deskripsi tentang GoalSeek Excel, serta pengantar tentang Solver. Keduanya dapat dianggap sebagai bentuk alat pengoptimalan, dalam arti keduanya mencari nilai input yang diperlukan agar output model memiliki beberapa properti atau nilai. Fungsionalitas Solver lebih kaya daripada GoalSeek, sehingga bab ini hanya berfokus pada aplikasi umumnya, sementara beberapa aspek lebih lanjut dibahas dalam Bab 15.

13.1 TINJAUAN UMUM GOALSEEK DAN SOLVER

Hubungan dengan Analisis Sensitivitas

Sementara teknik sensitivitas yang dibahas dalam Bab 12 dapat dianggap sebagai "perhitungan maju" pada dasarnya, GoalSeek dan Solver adalah pendekatan "mundur":

- GoalSeek (di bawah Analisis Data/Apa-Jika) menggunakan pencarian berulang untuk menentukan nilai input tunggal yang diperlukan untuk membuat output sama dengan nilai yang ditentukan pengguna.
- Solver menentukan nilai yang dibutuhkan dari beberapa input sehingga output sama dengan beberapa nilai, atau diminimalkan atau dimaksimalkan. Seseorang juga dapat memberlakukan pembatasan pada nilai input yang diizinkan atau nilai terhitung agar kumpulan nilai dianggap valid. Solver adalah add-in Excel gratis yang awalnya perlu diinstal di bawah Opsi/Add-In Excel, dan yang kemudian akan ditemukan di bawah menu Data/Analisis Excel. Ia juga dapat diinstal (dan dihapus) menggunakan alat Kelola untuk add-in di bawah Opsi/Add-in Office/Excel.

Kiat, Trik, dan Batasan

Meskipun Goal Seek dan Solver cukup ramah pengguna, hampir selalu lebih baik untuk menyiapkan perhitungan sehingga nilai target yang akan dicapai adalah nol (daripada beberapa angka lain yang harus diketik ke dalam kotak dialog). Untuk melakukan ini, seseorang cukup menambahkan dua sel ke model: satu berisi nilai target yang diinginkan (sebagai angka yang dikodekan secara keras), dan yang lainnya menghitung selisih antara nilai ini dan output model saat ini. Dengan demikian, tujuannya adalah membuat nilai selisihnya sama dengan nol. Pendekatan pengaturan ke nol ini memiliki beberapa keuntungan:

- Lebih transparan, karena nilai asli dipertahankan dan ditampilkan dalam model (bukan berupa angka yang dimasukkan dalam kotak dialog GoalSeek setiap kali dijalankan).
- Lebih efisien, dan tidak mudah terjadi kesalahan. Jika prosedur kemungkinan akan dijalankan beberapa kali (seperti yang biasanya terjadi, terutama jika nilai input model lainnya diubah), maka akan jauh lebih mudah untuk memasukkan nol sebagai nilai target yang diinginkan dalam dialog GoalSeek atau Solver, daripada memasukkan nilai yang lebih kompleks secara berulang (seperti 12,75%).

- Memungkinkan adaptasi dan generalisasi makro yang direkam saat prosedur dijalankan menjadi lebih mudah.
- Memungkinkan seseorang untuk menggunakan teknik sederhana guna meningkatkan akurasi: di dalam sel yang berisi perhitungan selisih, seseorang dapat memperbesar selisih mentah (dengan mengalikan dengan angka seperti 1000), dan menggunakan GoalSeek untuk menetapkan selisih yang diperbesar ini menjadi nol. Hal ini biasanya akan meningkatkan akurasi, karena toleransi metode iteratif Goal Seek tidak dapat dikontrol dengan cara lain. Pendekatan serupa juga dapat digunakan untuk Solver, tetapi biasanya tidak diperlukan, karena akurasinya yang lebih tinggi.

Saat menggunakan Solver, beberapa poin tambahan sering kali perlu diingat:

- Hanya boleh ada satu tujuan, sedangkan beberapa kendala diperbolehkan. Jadi, tujuan di dunia nyata seperti "memaksimalkan laba dengan biaya minimal" umumnya harus dirumuskan ulang. Biasanya, semua kecuali satu dari tujuan awal (yang berganda) harus dinyatakan kembali sebagai kendala, seperti "memaksimalkan laba sambil menjaga biaya di bawah Rp.100 juta dan menyelesaikan proyek dalam waktu 3 tahun".
- Solver (dan GoalSeek) hanya dapat menemukan solusi jika ada. Meskipun ini mungkin tampak jelas, solusi mungkin tidak ada karena beberapa alasan: pertama, seseorang mungkin memiliki terlalu banyak kendala (atau tujuan yang dimodifikasi). Kedua, sifat logika model mungkin tidak menangkap kurva berbentuk U yang sebenarnya saat input bervariasi (ini sering kali, tetapi tidak selalu, merupakan persyaratan dalam situasi pengoptimalan). Ketiga, jika kendala tidak diformulasikan dengan tepat, maka bisa juga ada banyak (atau tak terhingga banyaknya) solusi; dalam kasus seperti itu, algoritme mungkin tidak konvergen, atau mungkin memberikan solusi yang tampaknya tidak stabil. Keempat, tak terhingga banyaknya solusi dapat muncul dalam kasus khusus lainnya, misalnya jika seseorang diminta untuk menemukan portofolio optimal yang dapat mencakup dua aset yang memiliki karakteristik identik, dan sehingga sejumlah aset yang satu dapat menggantikan sejumlah aset yang lain.
- Dari perspektif desain model, sering kali paling mudah dan transparan untuk menempatkan semua input yang bervariasi dalam pengoptimalan dalam satu rentang yang bersebelahan.

13.2 APLIKASI PRAKTIS

Ada banyak kemungkinan aplikasi alat tersebut, seperti untuk menentukan:

- Volume penjualan yang dibutuhkan agar bisnis mencapai titik impas.
- Investasi maksimum yang diizinkan untuk arus kas suatu proyek guna mencapai target pengembalian tertentu.
- Tingkat pengembalian internal suatu proyek, yaitu tingkat diskonto yang nilai sekarang bersihnya nol (yang dapat dibandingkan dengan fungsi IRR).
- Pembayaran tahunan konstan yang diperlukan untuk melunasi hipotek selama periode

waktu tertentu (yang dapat dibandingkan dengan fungsi PMT).

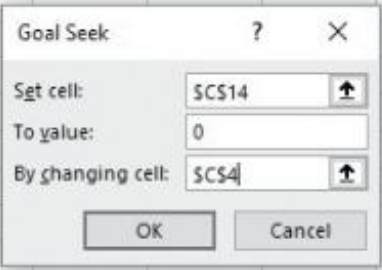
- Campuran aset dalam portofolio yang akan dijual sehingga kewajiban pajak keuntungan modal diminimalkan.
- Parameter yang digunakan untuk menentukan kurva kuadrat (atau lainnya), sehingga paling sesuai dengan serangkaian titik data.
- Volatilitas tersirat dari opsi Eropa, yaitu volatilitas yang diperlukan agar nilai yang ditentukan oleh rumus Black–Scholes sama dengan harga pasar yang diamati.

Contoh sebagian besarnya diberikan di bawah ini.

Contoh: Analisis Titik Impas Bisnis

Dalam gambar 13.1 berisi model sederhana yang menghitung laba bisnis berdasarkan harga per unit yang terjual, jumlah unit yang terjual, dan biaya tetap dan per unit (variabel). Kita perlu menentukan jumlah unit yang harus dijual agar laba menjadi nol (yaitu volume titik impas), dan menggunakan GoalSeek untuk melakukannya. (Tentu saja, ini mengasumsikan bahwa semua masukan lainnya tidak berubah.)

| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|---|------------------------|-------|-----------|---|---|---|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | Inputs | | | | | |
| 3 | | Price per unit | 10.0 | | | | |
| 4 | | No of units | 1200 | | | | |
| 5 | | Fixed Cost | 5000 | | | | |
| 6 | | VC per unit | 5 | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | Calculations | | | | | |
| 9 | | Revenue | 12000 | =C3*C4 | | | |
| 10 | | Total Cost | 11000 | =C5+C4*C6 | | | |
| 11 | | Profit | 1000 | =C9-C10 | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | Target Number | 0 | | | | |
| 14 | | Difference with Target | 1000 | =C11-C13 | | | |
| 15 | | | | | | | |



Gambar 13.1 Model Awal Dengan Dialog Goalseek Yang Lengkap

Gambar 13.1 menunjukkan model awal (yang menunjukkan laba sebesar 1000 di Sel C11, ketika jumlah unit yang terjual adalah 1200, yang ditunjukkan di Sel C4), serta kotak dialog Goal-Seek yang telah selesai. Model telah disiapkan dengan metode perhitungan selisih yang dibahas sebelumnya, sehingga nilai target yang ingin dicapai (yang ditetapkan dalam kotak dialog) adalah nol.

| | A | B | C | D |
|----|---|------------------------|-------|-----------|
| 1 | | | | |
| 2 | | Inputs | | |
| 3 | | Price per unit | 10.0 | |
| 4 | | No of units | 1000 | |
| 5 | | Fixed Cost | 5000 | |
| 6 | | VC per unit | 5 | |
| 7 | | | | |
| 8 | | Calculations | | |
| 9 | | Revenue | 10000 | =C3*C4 |
| 10 | | Total Cost | 10000 | =C5+C4*C6 |
| 11 | | Profit | 0 | =C9-C10 |
| 12 | | | | |
| 13 | | Target Number | 0 | |
| 14 | | Difference with Target | 0 | =C11-C13 |

Gambar 13.2 Hasil Penggunaan Goal Seek Untuk Analisis Titik Impas

Pada Gambar 13.2, hasilnya ditampilkan (yaitu setelah menekan tombol OK dua kali, sekali untuk menjalankan GoalSeek, dan sekali untuk menerima hasilnya). Nilai yang dibutuhkan untuk Sel C4 adalah 1000 unit, dengan Sel C11 menunjukkan keuntungan nol, seperti yang diinginkan.

Contoh: Jumlah Investasi Ambang Batas

Gambar 13.3 berisi contoh di mana Goal-Seek digunakan untuk menentukan investasi maksimum yang diizinkan sehingga aliran arus kas pasca-pajak akan memiliki tingkat pengembalian internal dengan nilai tertentu. Gambar 13.3 menunjukkan dialog GoalSeek untuk menjalankannya. Perhatikan bahwa perhitungan selisih (Sel C12) telah diskalakan sebesar 1000, untuk mencoba mencapai hasil yang lebih akurat.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|----|---|---------------------|---------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | Period | | | 01 Jan 18 | 01 Jan 19 | 01 Jan 20 | 01 Jan 21 | 01 Jan 22 | 01 Jan 23 | 01 Jan 24 | 01 Jan 25 |
| 3 | | EBIT | | | | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| 4 | | Interest charges | 1000 | 3.0% | | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 |
| 5 | | PBT | | | 0 | 220.0 | 220.0 | 220.0 | 220.0 | 220.0 | 220.0 | 220.0 |
| 6 | | Tax | 25% | | 0 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 |
| 7 | | Investment | | | -753 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | | Total Cash Flow | | | -753 | 165 | 165 | 165 | 165 | 165 | 165 | 165 |
| 9 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | Target | 10.00% | | | | | | | | | |
| 11 | | XIRR | 12.00% | =XIRR(E8:L8,E2:L2,10%) | | | | | | | | |
| 12 | | Difference (scaled) | 2000.0% | =(C11-C10)*1000 | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | |

Goal Seek

Set cell: C11

To value: 0

By changing cell: SE\$7

OK Cancel

Gambar 13.3 Menjalankan Goalseek Dengan Nilai Target Yang Diukur Untuk Meningkatkan Akurasi

Pembaca dapat bereksperimen sendiri dengan berbagai faktor perkalian, yang pada prinsipnya harus sebesar mungkin (sementara pengalaman praktis penulis menunjukkan bahwa nilai yang sangat besar menghasilkan hasil GoalSeek yang kurang stabil, dan juga umumnya tidak diperlukan dalam hal menghasilkan akurasi yang memadai).

Contoh: Volatilitas Tersirat dari Opsi

Gambar 13. 4 berisi perhitungan nilai opsi Eropa menggunakan rumus Black–Scholes (dengan enam masukan, salah satunya adalah volatilitas). GoalSeek digunakan untuk menemukan nilai volatilitas yang menghasilkan nilai berbasis Black–Scholes yang sama dengan harga pasar yang diamati. Gambar 13.4 menunjukkan model dan hasil menjalankan GoalSeek.

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|----|--|--------|--|---|-------|-----------------------|------|--------------------------|---|---|
| 1 | Black-Scholes Formula for European Call Option | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | Parameters | | Variables | | | BS Call Value | 5.00 | =S*EDT*NDOne-E*ERT*NDTwo | | |
| 4 | Sigma (Volatility) | 21.98% | S | | 100 | | | | | |
| 5 | Irate | 5.0% | T-t (years) | | 0.25 | Call Price (observed) | 5.00 | | | |
| 6 | D | 0.0% | E | | 100 | Difference | 0.00 | | | |
| 7 | | | | | | | | | | |
| 8 | Intermediate calculations for BS Call Value: | | | | | Named Range | Cell | | | |
| 9 | Exp(-D*(T-t)) | 1.000 | =EXP(-D*Tminust) | | D | =ImpliedVol!\$C\$6 | | | | |
| 10 | Exp(-e*(T-t)) | 0.988 | =EXP(-Irate*Tminust) | | DOne | =ImpliedVol!\$C\$12 | | | | |
| 11 | SigmaRoofTminust | 0.110 | =Sigma*SQRT(Tminust) | | DTwo | =ImpliedVol!\$C\$13 | | | | |
| 12 | d1 | 0.17 | =((LN(S/E)+(Irate-D+0.5*Sigma*Sigma)*Tmir) | | E | =ImpliedVol!\$E\$6 | | | | |
| 13 | d2 | 0.06 | =((LN(S/E)+(Irate-D-0.5*Sigma*Sigma)*Tmir) | | EDT | =ImpliedVol!\$C\$9 | | | | |
| 14 | N(DOne) | 0.567 | =NORMSDIST(DOne) | | ERT | =ImpliedVol!\$C\$10 | | | | |
| 15 | N(DTwo) | 0.524 | =NORMSDIST(DTwo) | | Irate | =ImpliedVol!\$C\$5 | | | | |

Gambar 13.4 Menggunakan Goalseek Untuk Menentukan Volatilitas Tersirat Dari Opsi Eropa

Contoh: Meminimalkan Kewajiban Pajak Keuntungan Modal

Pada gambar 13.5 berisi contoh penggunaan Solver. Tujuannya adalah untuk menemukan porsi dari masing-masing aset yang harus dijual sehingga total hasil penjualan dimaksimalkan, sambil memastikan bahwa keuntungan modal yang direalisasikan (nilai saat ini dikurangi nilai pembelian) tidak melebihi ambang batas di mana pajak keuntungan modal akan mulai dibayarkan.

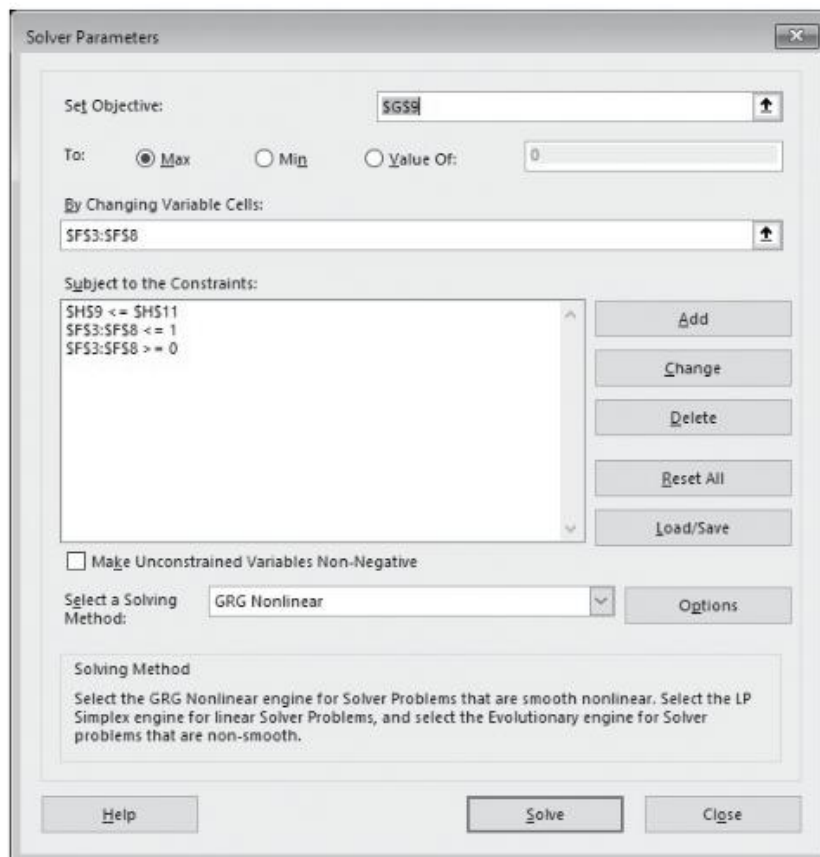
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | |
|----|--------|--|---------|--------------|----------------------|---------|--------|--------|---------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | Purchase Price | Value | Capital Gain | Trial Values: % sold | Value | Gains | | |
| 3 | Fund 1 | 16,000 | 27,000 | 11,000 | 100% | 27,000 | 11,000 | | |
| 4 | Fund 2 | 18,000 | 25,000 | 7,000 | 100% | 25,000 | 7,000 | | |
| 5 | Fund 3 | 8,000 | 7,000 | -1,000 | 100% | 7,000 | -1,000 | | |
| 6 | Fund 4 | 12,000 | 18,000 | 6,000 | 100% | 18,000 | 6,000 | | |
| 7 | Fund 5 | 6,000 | 9,000 | 3,000 | 100% | 9,000 | 3,000 | | |
| 8 | Fund 6 | 10,000 | 15,000 | 5,000 | 100% | 15,000 | 5,000 | | |
| 9 | Total | 70,000 | 101,000 | 31,000 | | 101,000 | 31,000 | | |
| 10 | | | | | | | | | |
| 11 | | Tax payable above capital gain of: | | | | | | 10,500 | |
| 12 | | Threshold % if sold in equal proportion (to give exact capital gain) | | | | | | 35.9% | =H11/E9 |
| 13 | | Proceeds at this threshold | | | | | | 34210 | =H12*D9 |
| 14 | | | | | | | | | |

Gambar 13.5 Model Untuk Perhitungan Hasil Penjualan Dan Keuntungan Modal

Gambar 13.5 menunjukkan model tersebut, termasuk data yang diperlukan untuk menghitung hasil penjualan dan keuntungan modal untuk seluruh portofolio (Kolom C, D, E), dan angka yang sesuai jika hanya sebagian dari setiap aset yang dijual (Kolom E, F, G), yang saat ini ditetapkan pada 100%. Dengan demikian, penjualan lengkap semua aset dalam portofolio akan menghasilkan keuntungan sebesar Rp.101.000 dan keuntungan modal sebesar Rp.31.000.

Dengan ambang batas keuntungan modal sebesar Rp.10.500, kita dapat melihat bahwa menjual 10.500/31.000 dari setiap aset (sekitar 33,9%, seperti yang ditunjukkan pada sel H12) akan menghasilkan keuntungan modal yang sama persis dengan batasnya, sementara hasilnya akan menjadi Rp.34.210 (sel H13). Ini dapat dianggap sebagai perkiraan pertama (atau batas bawah) dari kemungkinan-kemungkinan.

Jadi, tujuannya adalah untuk menemukan serangkaian proporsi alternatif di mana angka yang direalisasikan lebih tinggi dari ini, sambil menghormati batas keuntungan modal. Kotak dialog Solver yang lengkap (dipanggil, seperti yang dijelaskan di awal bab, pada tab Data, setelah instalasi) ditunjukkan pada Gambar 13.6. Perhatikan bahwa bobot (nilai uji untuk proporsi) dibatasi menjadi positif dan kurang dari satu (yaitu seseorang hanya dapat menjual apa yang dimilikinya, tanpa melakukan pembelian tambahan atau melakukan penjualan singkat).



Gambar 13.6 Aplikasi Solver Untuk Mengoptimalkan Alokasi Penjualan

Gambar 13.7 menunjukkan model yang telah selesai dengan nilai uji coba baru setelah Solver dijalankan. Perhatikan bahwa total hasil yang direalisasikan adalah Rp.45.500, dan bahwa semua kendala terpenuhi, termasuk bahwa jumlah keuntungan modal adalah nilai ambang batas yang tepat. Tentu saja, proporsi setiap aset yang dijual berbeda dengan estimasi pertama, sementara hasilnya lebih tinggi (Rp.45.500).

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|---|--|----------------|---------|--------------|----------------------|--------|--------|---------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | Purchase Price | Value | Capital Gain | Trial Values: % sold | Value | Gains | |
| 3 | | Fund 1 | 16,000 | 27,000 | 11,000 | 0% | 0 | 0 | |
| 4 | | Fund 2 | 18,000 | 25,000 | 7,000 | 100% | 25,000 | 7,000 | |
| 5 | | Fund 3 | 8,000 | 7,000 | -1,000 | 100% | 7,000 | -1,000 | |
| 6 | | Fund 4 | 12,000 | 18,000 | 6,000 | 19% | 3,343 | 1,114 | |
| 7 | | Fund 5 | 6,000 | 9,000 | 3,000 | 59% | 5,336 | 1,779 | |
| 8 | | Fund 6 | 10,000 | 15,000 | 5,000 | 32% | 4,821 | 1,607 | |
| 9 | | Total | 70,000 | 101,000 | 31,000 | | 45,500 | 10,500 | |
| 10 | | | | | | | | | |
| 11 | | Tax payable above capital gain of: | | | | | | 10,500 | |
| 12 | | Threshold % if sold in equal proportion (to give exact capital gain) | | | | | | 33.9% | =H11/E9 |
| 13 | | Proceeds at this threshold | | | | | | 34210 | =H12*D9 |
| 14 | | | | | | | | | |

Gambar 13.7 Hasil Menjalankan Solver Untuk Menentukan Alokasi Penjualan Yang Optimal

Perlu dicatat juga bahwa, karena situasinya berkelanjutan (yaitu input dapat divariasikan secara berkelanjutan, dan perhitungan model bergantung pada hal ini secara berkelanjutan), seseorang harus mengharapkan bahwa solusi optimal pada prinsipnya adalah solusi yang kendalanya akan terpenuhi secara tepat. (Jika nilai portofolio total di bawah ambang batas ini, tentu saja ini tidak akan berlaku, seperti halnya jika seseorang membatasi nilai input yang mungkin dengan beberapa cara tertentu.)

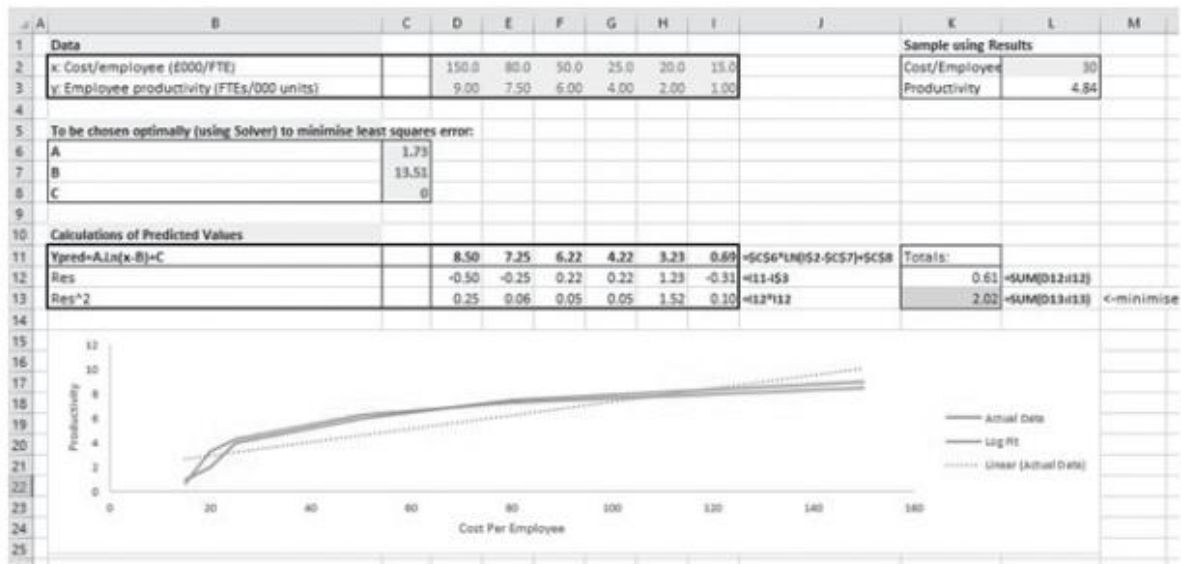
Contoh: Penyesuaian Kurva Non-linier

Dalam banyak situasi, seseorang mungkin diminta untuk membuat (atau memodelkan) hubungan antara dua item yang datanya dimiliki, tetapi hubungannya tidak diketahui. Seseorang mungkin telah menyimpulkan dari inspeksi visual bahwa hubungannya tidak linier, dan mungkin ingin mencoba bentuk fungsional lainnya. (Jika ini tidak dapat dilakukan dengan akurasi atau validitas yang memadai, seseorang mungkin harus menggunakan pendekatan skenario, di mana kumpulan data asli mewakili skenario yang berbeda dan hubungan antara item hanya ditangkap secara implisit saat skenario divariasikan.)

Gambar 13.8 berisi contoh penggunaan pengoptimalan untuk menyesuaikan kurva. Hubungan yang dihipotesiskan (dalam kasus ini menggunakan kurva logaritmik) dibuat dengan nilai uji coba untuk setiap parameter hubungan yang diperlukan. Seseorang kemudian meramalkan ulang nilai yang dihitung (dalam kasus ini, produktivitas karyawan) menggunakan hubungan tersebut.

Parameter ditentukan dengan menetapkannya sebagai variabel yang harus ditemukan oleh Solver agar kuadrat selisih antara nilai asli dan nilai prediksi diminimalkan. Gambar 13.8 menunjukkan hasil dari tindakan ini. Perhatikan bahwa nilai uji untuk parameter yang menggambarkan kurva yang dihipotesiskan (disebut A, B, C) masing-masing ada di sel C6, C7, dan C8, nilai prediksi ada di Baris 11 dan item yang akan diminimalkan (jumlah selisih kuadrat)

ada di sel K13.



Gambar 13.8 Hasil Penggunaan Solver Untuk Menyesuaikan Kurva Non-Linier Dengan Data

Perlu dicatat juga bahwa bentuk hubungan lain dapat ditetapkan dengan cara ini, termasuk penentuan parameter yang mendefinisikan metode kuadrat terkecil (regresi) standar untuk memperkirakan hubungan linier (alih-alih menggunakan fungsi SLOPE dan INTERCEPT atau LINEST, yang dibahas nanti dalam teks). Seseorang juga dapat bereksperimen dengan hubungan non-linier lainnya, seperti hubungan di mana produktivitas terkait dengan akar kuadrat biaya (bukan logaritmanya), dan seterusnya. Ini dibiarkan sebagai latihan bagi pembaca yang tertarik.

BAB 14

ANALISIS SENSITIVITAS-SKENARIO DENGAN MAKRO VBA

Bab ini membahas penggunaan makro VBA untuk menjalankan analisis sensitivitas dan skenario. Hal ini diperlukan dalam kasus-kasus di mana bentuk intervensi atau prosedur tambahan apa pun diperlukan antara perubahan nilai input dan perhitungan output. Contoh-contoh di mana pendekatan tersebut mungkin diperlukan meliputi:

- Ketika model berisi referensi melingkar yang diselesaikan menggunakan makro (seperti yang dijelaskan dalam Bab 10).
- Jika, setelah mengubah nilai input, GoalSeek atau Solver perlu dijalankan sebelum output akhir dapat dihitung.
- Jika makro lain perlu dijalankan karena alasan apa pun jika nilai input berubah. Misalnya, setiap skenario mungkin memerlukan data eksternal untuk ditanyakan sebelum model dihitung ulang.

(Perlu dicatat bahwa pembaca yang tidak familier dengan VBA tetap harus dapat mengikuti prinsip inti bab ini; jika tidak, mereka dapat memilih untuk mempelajari Bagian VI terlebih dahulu secara selektif.) Saat menggunakan makro VBA untuk menjalankan analisis sensitivitas, umumnya dua set prosedur memerlukan otomatisasi:

- Langkah pertama melalui nilai yang akan digunakan untuk input dalam analisis sensitivitas atau skenario. Ini membentuk loop luar dari keseluruhan proses, dan merupakan langkah umum yang pada dasarnya berlaku untuk semua pendekatan tersebut.
- Yang kedua menerapkan prosedur tambahan yang akan dilakukan pada setiap langkah loop pertama (misalnya menyelesaikan sirkularitas, menjalankan GoalSeek, meminta data eksternal, dll.). Ini membentuk loop dalam proses, dan khusus untuk setiap situasi.

14.1 APLIKASI PRAKTIS

Contoh-contoh yang dibahas dalam bagian ini mencakup contoh-contoh yang:

- Hanya menunjukkan loop luar dari proses, untuk menjalankan analisis sensitivitas dan skenario. Tujuannya di sini adalah untuk fokus pada konsep inti dan kode VBA yang diperlukan untuk loop umum (luar).
- Menjelaskan langkah-langkah dan sintaksis yang diperlukan untuk mengotomatiskan prosedur tertentu, khususnya GoalSeek dan Solver (resolusi referensi melingkar menggunakan makro telah dibahas dalam Bab 10, jadi tidak dibahas di sini). Secara lebih umum, makro untuk mengotomatiskan bentuk prosedur lain (misalnya, meminta kumpulan data eksternal) dapat dikembangkan dengan menggunakan teknik yang dibahas dalam Bagian VI.

Contoh: Menjalankan Analisis Sensitivitas Menggunakan Makro

Dalam gambar 14.1 berisi contoh penggunaan makro untuk menjalankan analisis sensitivitas, dengan melangkah melalui serangkaian nilai input, menghitung ulang model, dan mencatat hasil untuk output. Model ini mirip dengan yang digunakan dalam Bab 13, yang digunakan untuk menunjukkan penerapan GoalSeek untuk menemukan volume penjualan impas dari suatu bisnis untuk serangkaian asumsi input tertentu, termasuk harga penjualan.

Dalam contoh ini, kami (belum) menggunakan GoalSeek untuk menemukan volume impas; sebaliknya (sebagai langkah pertama), kami bertujuan untuk menghitung laba untuk berbagai nilai harga input (ditunjukkan dalam sel E3:E11), dan untuk mencatat angka laba yang dihasilkan (dalam sel F3:F11). (Jadi, pada tahap ini, tanpa perlu prosedur GoalSeek tambahan, analisis tersebut dapat dilakukan menggunakan DataTable.)

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|---|---------------------|-------|---|--------------------|---------------------|---|--------------|-----------------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | Inputs | | | PriceHeader | ProfitHeader | | Name | Range |
| 3 | | Price per unit | 12.0 | | 8.0 | | | Price | =Sheet1!\$C\$3 |
| 4 | | No of units | 1000 | | 8.5 | | | PriceHeader | =Sheet1!\$E\$2 |
| 5 | | Fixed Cost | 5000 | | 9.0 | | | Profit | =Sheet1!\$C\$11 |
| 6 | | VC per unit | 5 | | 9.5 | | | ProfitHeader | =Sheet1!\$F\$2 |
| 7 | | | | | 10.0 | | | | |
| 8 | | Calculations | | | 10.5 | | | | |
| 9 | | Revenue | 12000 | | 11.0 | | | | |
| 10 | | Total Cost | 10000 | | 11.5 | | | | |
| 11 | | Profit | 2000 | | 12.0 | | | | |
| 12 | | | | | | | | | |

Gambar 14.1 Model Sebelum Menjalankan Makro Analisis Sensitivitas

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|---|---------------------|-------|---|--------------------|---------------------|---|--------------|-----------------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | Inputs | | | PriceHeader | ProfitHeader | | Name | Range |
| 3 | | Price per unit | 12.0 | | 8.0 | -2000 | | Price | =Sheet1!\$C\$3 |
| 4 | | No of units | 1000 | | 8.5 | -1500 | | PriceHeader | =Sheet1!\$E\$2 |
| 5 | | Fixed Cost | 5000 | | 9.0 | -1000 | | Profit | =Sheet1!\$C\$11 |
| 6 | | VC per unit | 5 | | 9.5 | -500 | | ProfitHeader | =Sheet1!\$F\$2 |
| 7 | | | | | 10.0 | 0 | | | |
| 8 | | Calculations | | | 10.5 | 500 | | | |
| 9 | | Revenue | 12000 | | 11.0 | 1000 | | | |
| 10 | | Total Cost | 10000 | | 11.5 | 1500 | | | |
| 11 | | Profit | 2000 | | 12.0 | 2000 | | | |
| 12 | | | | | | | | | |

Gambar 14.2 Model Setelah Menjalankan Makro Analisis Sensitivitas

Untuk mengotomatiskan penggunaan berbagai harga input, referensi sel yang diperlukan oleh makro diberi rentang bernama. Gambar 14.1 menunjukkan model sebelum menjalankan makro (termasuk tombol untuk menjalankannya), dan Gambar 14.2 menunjukkan model setelah makro dijalankan. Elemen inti dari kode VBA adalah:

```

N = Range("PriceHeader").CurrentRegion.Rows.Count - 1
For i = 1 To N
    Range("Price") = Range("PriceHeader").Offset(i, 0)
    Application.Calculate
    Range("ProfitHeader").Offset(i, 0) = Range("Profit")
Next i

```

(Seperti yang dibahas dalam Bagian VI, dalam praktiknya prosedur ini dapat diintegrasikan ke dalam kecanggihan (dan praktik terbaik), termasuk menghapus rentang hasil di awal setiap makro yang dijalankan, dan penggunaan referensi yang lengkap dan eksplisit. Kita juga dapat melacak status awal sebelum makro dijalankan (misalnya nilai yang digunakan untuk harga) dan mengatur ulang model ke status ini setelahnya, serta mungkin menonaktifkan pembaruan layar, dan seterusnya.)

14.2 MENJALANKAN SKENARIO MENGGUNAKAN MAKRO

Gambar 14.3 berisi contoh penggunaan makro untuk menjalankan analisis skenario. Makro tersebut hanya menjalankan serangkaian bilangan bulat, dan menggunakan fungsi pencarian (seperti CHOOSE) untuk memilih data yang sesuai untuk setiap skenario.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|----|---|---|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---|----------------------|----------------|
| 1 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | Revenues Scenarios | | | 6.0% | 8.0% | 8.0% | 10.0% | 12.5% | | Name | Range |
| 3 | | Low | | | -2.0% | -2.0% | 3.0% | 4.0% | 5.0% | | Output | =Model!\$C\$20 |
| 4 | | Base | | | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | | ResultsHeader | =Model!\$C\$25 |
| 5 | | High | | | 6.0% | 8.0% | 8.0% | 10.0% | 12.5% | | ScenarioNo | =Model!\$A\$2 |
| 6 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | Income Statement | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | Revenues | 400 | 410 | 435 | 469 | 507 | 558 | 627 | | Run Scenarios | |
| 10 | | % growth | | | 6.0% | 8.0% | 8.0% | 10.0% | 12.5% | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | Variable Costs | 140 | 160 | 156.5 | 169.0 | 182.5 | 200.7 | 225.8 | | | |
| 13 | | % revenues | 35.0% | 39.0% | 36.0% | 36.0% | 36.0% | 36.0% | 36.0% | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | Fixed Costs (incl. depreciation) | 70 | 72 | 73.4 | 74.9 | 76.4 | 77.9 | 79.5 | | | |
| 16 | | % growth | | 2.9% | 2.0% | 2.0% | 2.0% | 2.0% | 2.0% | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | EBIT | 190 | 178 | 205 | 225 | 248 | 279 | 322 | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | Total from 2018 | 1,279 | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | SCENARIO RESULTS | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | RESULTS | | | | | | | | | |
| 26 | | 1 | 940 | | | | | | | | | |
| 27 | | 2 | 1140 | | | | | | | | | |
| 28 | | 3 | 1279 | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | |

Gambar 14.3 Menggunakan Makro Untuk Menjalankan Skenario

Semua sel atau rentang yang memerlukan referensi dari kode VBA diberi rentang bernama Excel sebagai bagian dari proses penulisan makro. Gambar 14.3 menunjukkan hasil menjalankan makro, yang elemen utamanya adalah:

```

For i = 1 To 3
    Range("ScenarioNo") = i

```

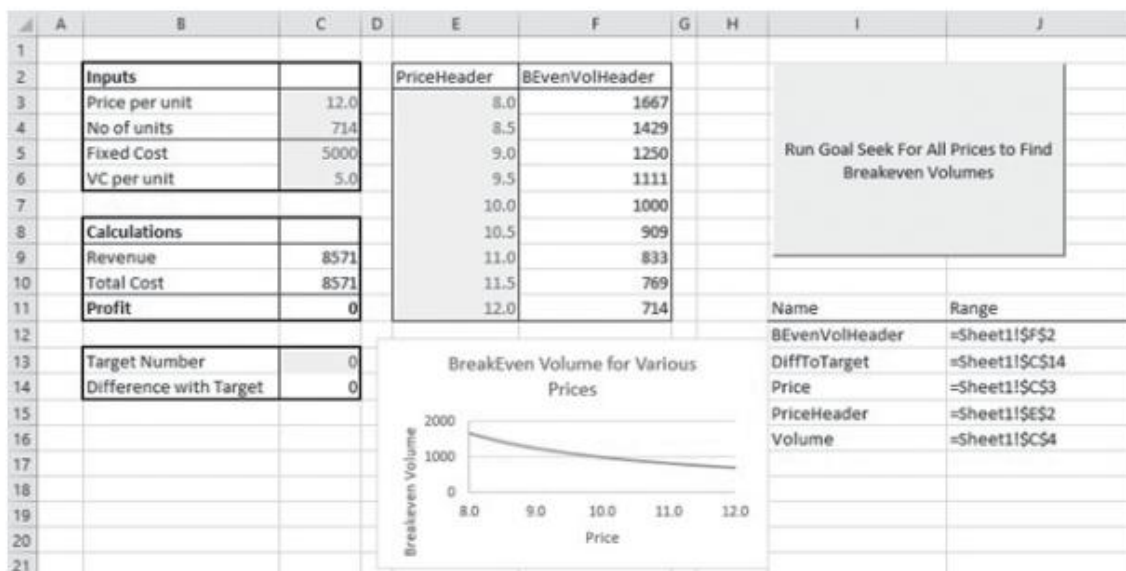
```

Application.Calculate
Range("ResultsHeader").Offset(i, 0) = Range("Output")
Next i

```

Contoh: Menggunakan Makro untuk Menjalankan Analisis Titik Impas dengan GoalSeek

Gambar 14.4 berisi contoh otomatisasi GoalSeek dalam makro. Mirip dengan contoh pertama dalam bab ini, dengan langkah tambahan yang ditambahkan di mana (untuk setiap nilai harga) GoalSeek digunakan untuk menemukan volume titik impas. Makro dibuat dengan hanya merekam proses GoalSeek satu kali, dan menempatkannya dalam loop yang melangkah melalui serangkaian nilai yang akan digunakan untuk harga. Gambar 14.4 menunjukkan hasil menjalankan makro.



Gambar 14.4 Penggunaan Goalseek Dalam Makro Untuk Menghitung Batas Titik Impas Harga Volume

Perhatikan bahwa kami menggunakan pendekatan pengaturan ke nol yang dijelaskan sebelumnya. Aspek inti dari kode VBA adalah:

```

N = Range("PriceHeader").CurrentRegion.Rows.Count - 1
For i = 1 To N
    Range("Price") = Range("PriceHeader").Offset(i, 0)
    Range("DiffToTarget").GoalSeek Goal:=0,
    ChangingCell:=Range("Volume")
    Range("BEvenVolHeader").Offset(i, 0) = Range("Volume")
Next i

```

14.3 MENGGUNAKAN SOLVER DALAM MAKRO UNTUK MEMBUAT BATAS SOLUSI OPTIMUM

Penggunaan Solver dalam kode VBA dalam banyak hal mirip dengan GoalSeek: pada prinsipnya, metode yang paling efektif adalah merekam makro proses, memastikan bahwa semua rentang Excel dirujuk dengan rentang bernama, dan menempatkan kode dalam loop yang sesuai (yang digunakan untuk mengatur cara nilai input diubah sebelum Solver diterapkan). Namun, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan:

- Pertama-tama, seseorang perlu membuat referensi ke add-in dalam Editor Visual Basic. Ini dapat dicapai dengan menggunakan Alat/Referensi dan mencentang kotak yang relevan untuk Solver. Tentu saja, Solver harus diinstal di komputer (seperti yang dijelaskan dalam Bab 13). Oleh karena itu, ini dapat merepotkan jika pengoptimalan akan dijalankan oleh seseorang yang tidak terbiasa dengan proses ini (misalnya jika file dikirim ke orang lain melalui email, yang perlu menerapkan prosedur ini).
- Perekaman makro tidak menangkap sintaksis lengkap yang diperlukan untuk menempatkan kode dalam suatu loop. Untuk mengotomatiskan proses tersebut, seseorang harus menambahkan pernyataan True setelah SolverSolve dalam kode. Ini menangkap penutupan kotak pesan setelah Solver selesai berjalan, yang jika tidak demikian tidak ditangkap oleh proses perekaman.

Gambar 14.5 berisi contoh dari Bab 13, di mana hasil penjualan maksimum direalisasikan untuk ambang batas keuntungan modal tertentu. Ini diadaptasi untuk menghitung angka yang sama jika rentang nilai ambang batas diinginkan untuk dijalankan. Berikut ini menunjukkan inti dari kode yang diperlukan, menggunakan rentang bernama (pada dasarnya dapat dijelaskan sendiri) yang dibuat dalam berkas, dan mencatat poin-poin di atas tentang referensi dan penambahan pernyataan True:

```
N = Range("ResultsHeader").CurrentRegion.Rows.Count - 1
For i = 1 To N
    'CHANGE CGT Threshold Values
    Range("CGTThreshold").Value =
Range("CGTThresholdsHeader").Offset(i, 0).Value
    Application.Calculate

    'RUN SOLVER
    SolverOk SetCell:=Range("ValueRealised"), MaxMinVal:=1,
ValueOf:=0, ByChange:=Range("TrialValues"), Engine:=1,
EngineDesc:="GRG Nonlinear"
    SolverSolve True

    'RECORD RESULTS
    Range("ResultsHeader").Cells(i, 1).Value =
Range("ValueRealised").Value
    Range("ResultsHeader").Cells(i, 2).Value =
```

Range ("Gains").Value
Next i

| | CGThresholds | Realised Value | Gains (cross-check) |
|----|--------------|----------------|---------------------|
| 17 | 8,000 | 38000 | 8000 |
| 18 | 8,500 | 39500 | 8500 |
| 19 | 9,000 | 41000 | 9000 |
| 20 | 9,500 | 42500 | 9500 |
| 21 | 10,000 | 44000 | 10000 |
| 22 | 10,500 | 45500 | 10500 |
| 23 | 11,000 | 47000 | 11000 |
| 24 | 11,500 | 48500 | 11500 |
| 25 | 12,000 | 50000 | 12000 |
| 26 | 12,500 | 51500 | 12500 |
| 27 | 13,000 | 53000 | 13000 |
| 28 | 13,500 | 54500 | 13500 |
| 29 | 14,000 | 56000 | 14000 |
| 30 | 14,500 | 57500 | 14500 |
| 31 | 15,000 | 59000 | 15000 |

Run Solver Loop

Gambar 14.5 Hasil Menjalankan Solver Dengan Makro Untuk Menentukan Hasil Untuk Berbagai Ambang Batas Pajak

Gambar 14.5 menunjukkan model yang telah selesai, termasuk tabel nilai yang menunjukkan hasil maksimum yang dapat direalisasikan untuk berbagai tingkat ambang batas pajak keuntungan modal.

BAB 15

PENDAHULUAN TENTANG SIMULASI DAN OPTIMASI

Bab ini memperkenalkan topik simulasi (dengan pembahasan yang lebih lengkap menjadi pokok bahasan Bab 16). Bab ini juga memperluas pembahasan sebelumnya tentang optimasi. Keduanya merupakan perluasan alami dari analisis sensitivitas dan skenario. Bagian pertama membahas hubungan antara metode-metode ini, dan menggunakan contoh praktis untuk mengilustrasikan pembahasan. Bagian-bagian terakhir dari bab ini menyoroti beberapa poin tambahan yang berkaitan dengan aplikasi umum pemodelan optimasi.

15.1 KAITAN ANTARA SENSITIVITAS DAN ANALISIS SKENARIO, SIMULASI DAN OPTIMASI

Teknik simulasi dan optimasi pada dasarnya merupakan kasus khusus dari analisis sensitivitas atau skenario, dan pada prinsipnya dapat diterapkan pada model apa pun yang dibangun dengan tepat. Karakteristik khususnya adalah:

- Beberapa input divariasikan secara bersamaan. Akibatnya, efek kombinatorial menjadi penting, yaitu ada banyak kemungkinan kombinasi input dan nilai output yang sesuai.
- Ada perbedaan yang jelas antara pengendalian dan ketidakpengendalian proses yang menyebabkan input bervariasi.

Poin-poin ini dijelaskan lebih rinci di bawah ini.

Efek Kombinatorial dari Beberapa Nilai Input yang Mungkin

Ketika model berisi beberapa input yang masing-masing dapat mengambil beberapa nilai yang mungkin, jumlah kemungkinan kombinasi input umumnya menjadi cukup besar (dan demikian pula jumlah kemungkinan nilai untuk output model). Misalnya, jika 10 input masing-masing dapat mengambil satu dari tiga nilai yang mungkin, akan ada 310 (atau 59.049) kemungkinan kombinasi: input pertama dapat mengambil salah satu dari tiga nilai, yang masing-masing dapat mengambil salah satu dari tiga nilai, sehingga menghasilkan sembilan kemungkinan kombinasi dari dua input pertama, 27 untuk tiga input pertama, dan seterusnya.

Dalam praktiknya, seseorang memerlukan metode otomatis untuk menghitung (subset yang cukup besar dari) kemungkinan kombinasi. Misalnya, sementara analisis sensitivitas dan skenario tradisional melibatkan pra-definisi nilai yang akan digunakan, simulasi dan optimasi (umumnya) mengotomatiskan proses pemilihan nilai tersebut. Tentu saja, untuk metode simulasi, sifat proses otomatisasi ini berbeda dengan optimasi, seperti yang dijelaskan kemudian.

Dapat Dikendalikan Versus Tidak Dapat Dikendalikan: Pilihan Versus Ketidakpastian Nilai Input

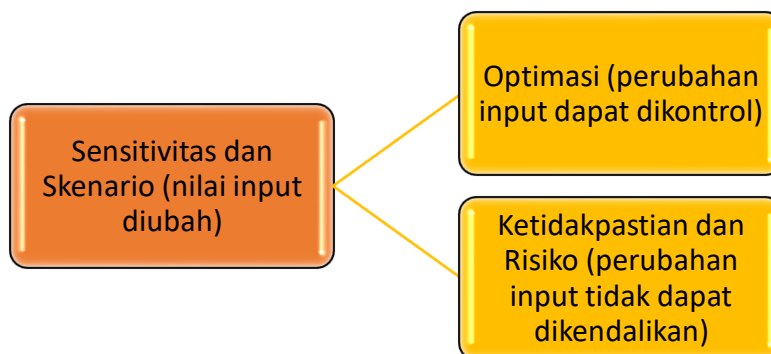
Penggunaan sensitivitas dan analisis skenario tradisional hanya mengharuskan model tersebut valid karena nilai inputnya berubah secara bersamaan. Ini tidak mengharuskan seseorang untuk mempertimbangkan (atau mendefinisikan) apakah dalam situasi kehidupan

nyata proses perubahan nilai input dapat dikendalikan atau tidak. Misalnya, jika perusahaan harus menerima harga pasar yang berlaku untuk suatu komoditas (seperti jika seseorang membeli minyak di pasar spot), maka harga tersebut tidak dapat dikendalikan (dan karenanya cenderung tidak pasti).

Di sisi lain, perusahaan mungkin dapat memutuskan pada harga berapa untuk menjual produknya sendiri (mengingat bahwa harga yang tinggi akan mengurangi volume penjualan dan harga yang lebih rendah akan meningkatkannya), dan karenanya penetapan harga merupakan proses atau pilihan yang dapat dikendalikan. Dengan kata lain, jika nilai variabel input dapat dikendalikan sepenuhnya, maka nilainya merupakan pilihan, sehingga muncul pertanyaan tentang pilihan mana yang terbaik (dari perspektif analis atau pembuat keputusan yang relevan). Bila nilai tidak dapat dikontrol, seseorang akan menghadapi ketidakpastian atau risiko. Jadi, ada dua subkategori umum analisis sensitivitas:

- Konteks atau fokus pengoptimalan, bila nilai input dapat dikontrol sepenuhnya dalam konteks tersebut, dan harus dipilih secara optimal.
- Konteks atau fokus risiko atau ketidakpastian, bila input tidak dapat dikontrol dalam konteks model tertentu. (Secara halus, konteks tempat seseorang memilih untuk beroperasi adalah masalah pengoptimalan, seperti yang dibahas kemudian.)

Hal ini diilustrasikan dalam Gambar 15.1.



Gambar 15.1 Perbedaan Dasar Antara Pilihan Dan Ketidakpastian Sebagai Perpanjangan Dari Sensitivitas Tradisional

Tentu saja, perbedaan antara apakah seseorang dihadapkan pada situasi yang penuh ketidakpastian versus situasi yang penuh pilihan mungkin bergantung pada perspektif dan peran seseorang dalam situasi tertentu. Misalnya, mungkin merupakan pilihan individu mengenai jam berapa ia berencana bangun pagi pada hari tertentu, sedangkan dari perspektif orang lain, waktu saat orang lain bangun mungkin dianggap tidak pasti.

15.2 CONTOH PRAKTIS: PORTOFOLIO PROYEK

Deskripsi

Gambar 15.2 berisi contoh portofolio 10 proyek, dengan profil arus kas masing-masing

ditunjukkan pada sumbu waktu generik (yaitu investasi diikuti oleh arus kas positif sejak tanggal setiap proyek diluncurkan). Kisi lain menunjukkan dampak ketika setiap proyek diberi tanggal mulai tertentu, yang ditetapkan dalam rentang C15:C24, dan yang dapat diubah menjadi serangkaian bilangan bulat (perhitungan model menggunakan pencarian dan fungsi lain yang dapat diperiksa oleh pembaca).

Dalam kasus yang ditunjukkan, semua proyek dimulai pada tahun 2018, menghasilkan portofolio dengan nilai sekarang bersih (NPV) sebesar Rp.1212 juta untuk arus kas 10 tahun pertama pada tingkat diskonto 10%, sementara persyaratan pembiayaan maksimum dalam tahun tertentu adalah Rp.2270 juta (Sel D25). Seperti yang disebutkan sebelumnya, peran berbagai tanggal peluncuran proyek dapat bergantung pada situasi:

- Konteks pengoptimalan, di mana tanggal mulai sepenuhnya berada dalam kebijaksanaan dan kendali pembuat keputusan, dan dapat dipilih dengan cara yang paling sesuai dari perspektif pembuat keputusan.
- Konteks risiko atau ketidakpastian, di mana setiap proyek akan diluncurkan menurut beberapa jadwal yang tidak berada dalam ruang lingkup keputusan pengguna model. Dengan demikian, setiap proyek memiliki ketidakpastian mengenai waktu pelaksanaannya, sehingga arus kas dan profil pembiayaan di masa mendatang juga tidak pasti.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
|----|---|-------------------------|---------------------|--------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | Generic schedule | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 3 | | Project 1 | \$m | -250 | 67 | 67 | 67 | 60 | 54 | 45 | 44 | 40 | 36 |
| 4 | | Project 2 | \$m | -300 | 87 | 87 | 87 | 87 | 78 | 70 | 63 | 57 | 51 |
| 5 | | Project 3 | \$m | -160 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 39 | 35 | 32 | 28 |
| 6 | | Project 4 | \$m | -120 | 46 | 46 | 46 | 41 | 37 | 34 | 30 | 27 | 24 |
| 7 | | Project 5 | \$m | -240 | 97 | 97 | 97 | 97 | 87 | 79 | 71 | 64 | 57 |
| 8 | | Project 6 | \$m | -300 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 72 | 65 | 58 | 52 |
| 9 | | Project 7 | \$m | -160 | 44 | 44 | 44 | 40 | 36 | 32 | 29 | 26 | 24 |
| 10 | | Project 8 | \$m | -200 | 77 | 77 | 77 | 77 | 70 | 63 | 56 | 51 | 46 |
| 11 | | Project 9 | \$m | -180 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 65 | 58 | 53 | 47 |
| 12 | | Project 10 | \$m | -360 | 95 | 95 | 95 | 85 | 77 | 69 | 62 | 56 | 50 |
| 13 | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | Specific dates | Start date (year t) | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
| 15 | | Project 1 | 2018 | (250) | 67 | 67 | 67 | 60 | 54 | 49 | 44 | 40 | 36 |
| 16 | | Project 2 | 2018 | (300) | 87 | 87 | 87 | 87 | 78 | 70 | 63 | 57 | 51 |
| 17 | | Project 3 | 2018 | (160) | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 39 | 35 | 32 | 28 |
| 18 | | Project 4 | 2018 | (120) | 46 | 46 | 46 | 41 | 37 | 34 | 30 | 27 | 24 |
| 19 | | Project 5 | 2018 | (240) | 97 | 97 | 97 | 97 | 87 | 79 | 71 | 64 | 57 |
| 20 | | Project 6 | 2018 | (300) | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 72 | 65 | 58 | 52 |
| 21 | | Project 7 | 2018 | (160) | 44 | 44 | 44 | 40 | 36 | 32 | 29 | 26 | 24 |
| 22 | | Project 8 | 2018 | (200) | 77 | 77 | 77 | 77 | 70 | 63 | 56 | 51 | 46 |
| 23 | | Project 9 | 2018 | (180) | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 65 | 58 | 53 | 47 |
| 24 | | Project 10 | 2018 | (360) | 95 | 95 | 95 | 85 | 77 | 69 | 62 | 56 | 50 |
| 25 | | Cash Flow | | -2270 | 709 | 709 | 709 | 684 | 635 | 571 | 514 | 463 | 417 |
| 26 | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | Disc Cash flow yrs 1-10 | | 1212 | =NPV(10%,D25:M25) | | | | | | | | |
| 28 | | Min CF years 1-5 | | -2270 | =MIN(D25:H25) | | | | | | | | |
| 29 | | Min acceptable | | -500 | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | |

Gambar 15.2 Tanggal Peluncuran Yang Bervariasi Untuk Setiap Proyek Dalam Portofolio

Konteks Optimasi

Sebagai masalah optimasi, seseorang mungkin ingin memaksimalkan NPV selama 10 tahun pertama, sementara tidak berinvestasi lebih dari jumlah tertentu di setiap tahun. Misalnya, jika seseorang menganggap bahwa total arus kas dalam salah satu dari lima periode pertama (dikurangi investasi) tidak boleh turun hingga di bawah (minus) Rp.500 juta, maka kasus yang ditunjukkan pada Gambar 15.2 tidak akan dapat diterima sebagai serangkaian

tanggal peluncuran (karena arus kas pada tahun 2018 adalah (minus) Rp.2.270).

Di sisi lain, menunda beberapa proyek akan mengurangi persyaratan investasi pada periode pertama, tetapi juga akan mengurangi NPV. Dengan demikian, solusi dapat dicari yang mengoptimalkan trade-off ini. Dalam gambar 15.3 berisi serangkaian tanggal peluncuran alternatif, yang ditentukan dengan menerapkan Solver, di mana beberapa proyek dimulai setelah tahun 2018.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
|----|---|-------------------------|---------------------|-------|-------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | Generic schedule | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 3 | | Project 1 | \$m | -250 | 67 | 67 | 67 | 60 | 54 | 43 | 44 | 40 | 36 |
| 4 | | Project 2 | \$m | -300 | 87 | 87 | 87 | 87 | 78 | 70 | 63 | 57 | 51 |
| 5 | | Project 3 | \$m | -160 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 39 | 35 | 32 | 28 |
| 6 | | Project 4 | \$m | -120 | 46 | 46 | 46 | 41 | 37 | 34 | 30 | 27 | 24 |
| 7 | | Project 5 | \$m | -240 | 97 | 97 | 97 | 97 | 87 | 79 | 71 | 64 | 57 |
| 8 | | Project 6 | \$m | -300 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 72 | 65 | 58 | 52 |
| 9 | | Project 7 | \$m | -160 | 44 | 44 | 44 | 40 | 36 | 32 | 29 | 26 | 24 |
| 10 | | Project 8 | \$m | -200 | 77 | 77 | 77 | 77 | 70 | 63 | 56 | 51 | 46 |
| 11 | | Project 9 | \$m | -180 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 65 | 58 | 53 | 47 |
| 12 | | Project 10 | \$m | -360 | 95 | 95 | 95 | 85 | 77 | 69 | 62 | 56 | 50 |
| 13 | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | Specific dates | Start date (year 0) | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
| 15 | | Project 1 | 2021 | 0 | 0 | 0 | (250) | 67 | 67 | 67 | 60 | 54 | 49 |
| 16 | | Project 2 | 2018 | (300) | 87 | 87 | 87 | 87 | 78 | 70 | 63 | 57 | 51 |
| 17 | | Project 3 | 2018 | (160) | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 39 | 35 | 32 | 28 |
| 18 | | Project 4 | 2019 | 0 | (120) | 46 | 46 | 46 | 41 | 37 | 34 | 30 | 27 |
| 19 | | Project 5 | 2019 | 0 | (240) | 97 | 97 | 97 | 97 | 87 | 79 | 71 | 64 |
| 20 | | Project 6 | 2021 | 0 | 0 | 0 | (300) | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 72 |
| 21 | | Project 7 | 2019 | 0 | (160) | 44 | 44 | 44 | 40 | 36 | 32 | 29 | 26 |
| 22 | | Project 8 | 2020 | 0 | 0 | (200) | 77 | 77 | 77 | 77 | 70 | 63 | 56 |
| 23 | | Project 9 | 2020 | 0 | 0 | (180) | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 65 | 58 |
| 24 | | Project 10 | 2020 | 0 | 0 | (360) | 95 | 95 | 95 | 85 | 77 | 69 | 62 |
| 25 | | Cash Flow | | -460 | -390 | -422 | 12 | 709 | 691 | 652 | 602 | 550 | 495 |
| 26 | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | Disc Cash flow yrs 1-10 | | 820 | =NPV(10%,D25:M25) | | | | | | | | |
| 28 | | Min CF years 1-5 | | -460 | =MIN(D25:H25) | | | | | | | | |
| 29 | | Min acceptable | | -500 | | | | | | | | | |

Gambar 15.3 Menggunakan Solver Untuk Menentukan Tanggal Mulai Yang Optimal

Ini adalah serangkaian tanggal yang dapat diterima, karena nilai dalam Sel C28 lebih besar daripada nilai dalam Sel C29. Meskipun mungkin saja serangkaian tanggal ini adalah yang terbaik yang dapat dicapai, mungkin ada serangkaian tanggal yang lebih baik lagi. (Perhatikan bahwa dalam situasi linier kontinu, solusi optimal akan memenuhi kendala secara tepat, sedangkan dalam kasus ini, nilai masukan adalah bilangan bulat diskrit, sehingga kendala akan dipatuhi, tetapi tidak harus dipenuhi secara tepat.)

Konteks Risiko atau Ketidakpastian Menggunakan Simulasi

Sebagai masalah risiko atau ketidakpastian, model yang sama akan berlaku jika tanggal mulai proyek tidak pasti, didorong oleh item yang tidak diketahui atau tidak berada dalam kendali pemodel atau pengguna. Tentu saja, mengingat banyaknya kemungkinan kombinasi untuk tanggal mulai, sementara seseorang dapat menentukan dan menjalankan beberapa skenario, akan lebih praktis untuk memiliki cara otomatis untuk menghasilkan semua atau banyak skenario yang mungkin.

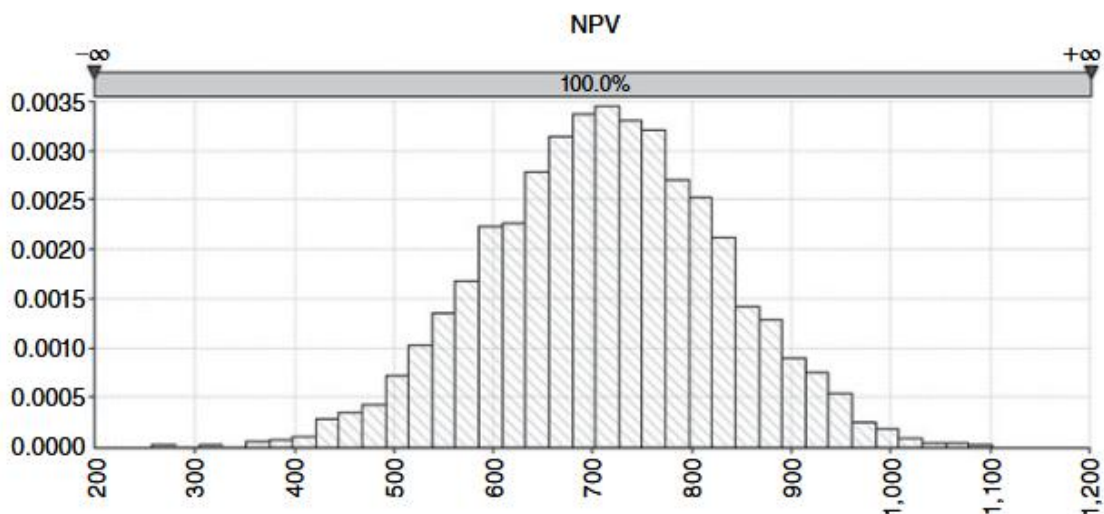
Simulasi Monte Carlo adalah proses otomatis untuk menghitung ulang model berkali-kali saat inputnya diambil sampelnya secara acak secara bersamaan. Dalam kasus contoh yang sedang dibahas, seseorang dapat mengganti tanggal mulai dengan nilai yang diambil secara acak untuk mengambil sampel angka tahun mendatang (sebagai bilangan bulat), melakukannya berkali-kali dan mencatat hasilnya.

Gambar 15.4 menunjukkan contoh bagian model yang berkaitan dengan profil arus kas spesifik waktu dalam satu skenario acak. Setiap tanggal mulai yang memungkinkan dipilih secara acak tetapi sama (dan independen dengan yang lain) dari kumpulan 2018, 2019, 2020, 2021, dan 2022.

| 14 | Specific dates | Start date (year 1) | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|----|--------------------------------|---------------------|-------------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|
| 15 | Project 1 | 2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | (250) | 67 | 67 |
| 16 | Project 2 | 2018 | (300) | 87 | 87 | 87 | 87 | 78 | 70 |
| 17 | Project 3 | 2021 | 0 | 0 | 0 | (160) | 43 | 43 | 43 |
| 18 | Project 4 | 2019 | 0 | (120) | 46 | 46 | 46 | 41 | 37 |
| 19 | Project 5 | 2020 | 0 | 0 | (240) | 97 | 97 | 97 | 97 |
| 20 | Project 6 | 2021 | 0 | 0 | 0 | (300) | 80 | 80 | 80 |
| 21 | Project 7 | 2021 | 0 | 0 | 0 | (160) | 44 | 44 | 44 |
| 22 | Project 8 | 2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | (200) | 77 | 77 |
| 23 | Project 9 | 2019 | 0 | (160) | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 |
| 24 | Project 10 | 2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | (360) | 95 | 95 |
| 25 | Cash Flow | | -300 | -213 | -35 | -318 | -340 | 696 | 684 |
| 26 | | | | | | | | | |
| 27 | Diso Cash flow yrs 1-10 | 611 | =NPV(10%;D25:M25) | | | | | | |
| 28 | Min CF years 1-5 | -340 | =MIN(D25:H25) | | | | | | |
| 29 | Min acceptable | -500 | | | | | | | |

Gambar 15.4 Skenario Acak Untuk Tanggal Mulai Proyek Dan Implikasinya Terhadap Perhitungan

Jelas, setiap sampel acak dari nilai masukan akan memberikan nilai yang berbeda untuk keluaran model (yaitu profil waktu arus kas, jumlah investasi, dan NPV), sehingga keluaran dari proses simulasi adalah serangkaian nilai (untuk setiap keluaran model) yang dapat direpresentasikan sebagai distribusi frekuensi.



Gambar 15.5 Distribusi Npv Yang Dihasilkan Dari Simulasi

Gambar 15.5 menunjukkan hasil dari melakukan hal ini dan menjalankan 5000 sampel acak dengan add-in Excel @RISK (seperti yang dibahas dalam Bab 16 dan Bab 33, perhitungan tersebut juga dapat dilakukan dengan VBA, tetapi add-in dapat memiliki beberapa

keuntungan, termasuk kemudahan pembuatan grafik hasil berkualitas tinggi).

Perhatikan bahwa sering kali bahkan jika variasi setiap masukan seragam profil keluaran biasanya akan memiliki kecenderungan sentral, hanya karena kasus-kasus di mana semua masukan dipilih pada ujung atas rentangnya (atau semua dipilih pada ujung bawahnya) lebih jarang terjadi daripada kasus-kasus campuran (di mana beberapa berada pada ujung atas dan yang lainnya berada pada ujung bawah). Dengan kata lain, kebutuhan untuk menggunakan distribusi frekuensi untuk menggambarkan rentang dan kemungkinan nilai keluaran merupakan hasil yang tak terelakkan dari efek kombinatorial yang timbul karena variasi simultan dari beberapa masukan.

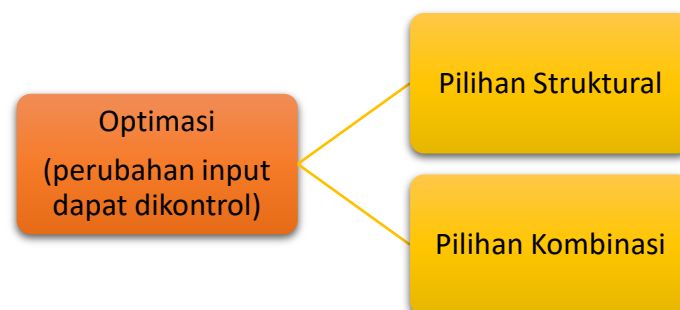
Perhatikan juga bahwa, dalam konteks pengoptimalan sebelumnya, seseorang dapat mencoba menggunakan simulasi untuk mencari solusi bagi situasi pengoptimalan, dengan memilih kombinasi masukan yang memberikan keluaran terbaik; dalam praktiknya, ini biasanya tidak efisien secara komputasi, terlebih karena kendala-kendala tidak mungkin terpenuhi kecuali algoritma tertentu telah digunakan untuk menegakkannya.

Ini juga menyoroti bahwa simulasi tidak sama dengan pemodelan risiko: simulasi adalah alat yang dapat diterapkan pada konteks risiko/ketidakpastian, serta konteks lainnya. Demikian pula, ada metode lain untuk memodelkan risiko yang tidak melibatkan simulasi (seperti menggunakan rumus Black–Scholes, pohon binomial, dan banyak metode numerik lainnya yang berada di luar cakupan teks ini).

15.3 ASPEK LEBIH LANJUT DARI PEMODELAN OPTIMASI

Pilihan Struktural

Meskipun kami telah menyajikan situasi optimasi sebagai situasi yang didorong oleh sejumlah besar kemungkinan untuk nilai input, tujuan tertentu, dan kendala (misalnya optimasi yang didorong oleh kombinatorial), topik ini juga muncul ketika seseorang dihadapkan dengan pilihan antara situasi yang berbeda secara struktural, yaitu situasi yang masing-masing melibatkan struktur logika yang berbeda. Misalnya:



Gambar 15.6 Optimasi Struktural Dan Kombinatorial

- Seseorang dapat mempertimbangkan keputusan untuk pergi berlibur mewah atau membeli mobil baru sebagai bentuk masalah optimasi di mana seseorang mencoba untuk memutuskan alternatif terbaik. Dalam kasus seperti itu, mungkin hanya ada

sejumlah kecil pilihan yang tersedia, tetapi masing-masing memerlukan model yang berbeda dan mekanisme untuk membandingkannya (pohon keputusan adalah pendekatan yang sering digunakan).

- Pilihan apakah suatu bisnis harus berkembang secara organik, atau melalui akuisisi atau usaha patungan, adalah keputusan dengan hanya beberapa kombinasi (pilihan), tetapi masing-masing memiliki sifat (struktural) yang berbeda secara fundamental. Gambar 15.6 menunjukkan dua kategori situasi optimasi. Topik ini akan dibahas secara singkat di bab berikutnya.

Ketidakpastian

Pembahasan sejauh ini telah menyajikan optimisasi sebagai masalah tentang cara memilih beberapa nilai masukan sementara yang lain tetap. Namun, dalam beberapa kasus, variabel-variabel lain ini mungkin tunduk pada ketidakpastian. Misalnya:

- Seseorang dapat mencoba menemukan rute optimal untuk berkendara melalui kota besar, baik dengan asumsi bahwa waktu transit untuk setiap bagian rute yang mungkin dan lampu lalu lintas serta kondisi lalu lintas diketahui, atau dengan asumsi bahwa item-item ini tidak pasti. Dapat dibayangkan bahwa rute optimalnya sama, terlepas dari apakah ketidakpastian dipertimbangkan. Namun, ketidakpastian juga dapat memengaruhi toleransi risiko, sehingga jika seseorang perlu memastikan untuk tiba di tujuannya pada waktu yang ditentukan (seperti untuk menentukan waktu rapat), seseorang dapat memutuskan untuk memilih rute yang rata-rata lebih lama tetapi kurang pasti, sehingga rencana yang lebih andal dapat dibuat.
- Dalam kerangka kerja tradisional yang digunakan untuk menggambarkan optimalisasi portofolio keuangan, seseorang mencoba memilih bobot setiap aset dalam konteks di mana pengembalian setiap aset tidak pasti (tetapi dengan nilai parameter yang menggambarkan ketidakpastian, seperti rata-rata dan deviasi standar pengembalian, diketahui).

Pendekatan Terpadu untuk Optimalisasi

Dari pembahasan di atas, jelas bahwa secara umum seseorang mungkin harus mencerminkan tidak hanya optimalisasi struktural, tetapi juga (salah satu atau keduanya) optimalisasi kombinatorial dan ketidakpastian. Misalnya:

- Menghadapi keputusan struktural apakah akan tinggal di rumah atau bertemu teman di seberang kota: jika seseorang memilih untuk bertemu teman, mungkin ada banyak kemungkinan kombinasi rute yang dapat ditempuh. Pada saat yang sama, lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menavigasi setiap bagian rute mungkin tidak pasti.
- Saat merancang proyek potensial besar apa pun (termasuk saat melakukan penilaian risiko dan manajemen risiko di atasnya), seseorang umumnya akan memiliki beberapa opsi mengenai keseluruhan desain struktural atau solusi teknis. Dalam setiap proyek, akan ada item terkait desain yang harus dioptimalkan, serta risiko yang harus dikurangi, dan risiko atau ketidakpastian residual yang tidak dapat dikurangi lebih

lanjut secara efektif. Dengan demikian, desain proyek yang optimal dan strategi mitigasi risiko (atau respons) biasanya akan memiliki elemen optimasi struktural dan kombinatorial, serta ketidakpastian: optimasi struktural tentang konteks mana yang akan dioperasikan (atau solusi teknis keseluruhan yang akan dipilih), optimasi kombinatorial untuk menemukan serangkaian tindakan mitigasi risiko terbaik dalam konteks tersebut, dan ketidakpastian residual yang tidak dapat dikurangi lebih lanjut dengan cara yang efisien secara ekonomi.

- Dihadapkan pada keputusan apakah akan melanjutkan atau tidak suatu proyek, mungkin ada karakteristik yang memungkinkan cakupannya dimodifikasi setelah beberapa informasi awal tentang kemungkinan keberhasilannya di masa mendatang diperoleh. Misalnya, setelah informasi awal tentang proyek pengeboran minyak (atau farmasi) potensial tersedia, kegiatan dapat dilakukan seperti yang diharapkan semula, atau ditinggalkan atau diperluas. Perhatikan bahwa, meskipun berharga, informasi yang diperoleh mungkin tidak sempurna, memerlukan biaya untuk mendapatkannya, dan proses untuk melakukannya dapat menunda proyek (dibandingkan dengan memutuskan apakah akan melanjutkan tanpa informasi ini). Situasi bisnis di dunia nyata di mana keputusan dapat diambil baik sebelum atau setelah ketidakpastian telah teratasi (struktur keputusan–peluang–keputusan) sering disebut situasi “opsi nyata”.

15.4 MASALAH DAN ALAT PEMODELAN

Beberapa masalah pemodelan penting yang muncul dalam konteks pengoptimalan meliputi:

- Untuk memastikan pembedaan yang jelas dan benar antara masukan yang dapat dikontrol dan yang tidak dapat dikontrol.
- Untuk menangkap sifat pengoptimalan dalam logika model. Jika pengoptimalan terutama didorong oleh kendala, hal ini biasanya mudah. Jika didorong oleh sifat keluaran berbentuk U (dalam kehidupan nyata) saat masukan bervariasi, model juga harus menangkap logika ini. Misalnya, model yang menghitung pendapatan penjualan dengan mengalikan harga dengan volume mungkin cukup untuk beberapa tujuan analisis sensitivitas sederhana, tetapi tidak akan berarti jika digunakan untuk menemukan harga optimal, kecuali volume dibuat bergantung pada harga (dengan harga yang lebih tinggi menyebabkan volume yang lebih rendah). Dengan demikian, model yang dimaksudkan untuk digunakan untuk tujuan pengoptimalan mungkin memiliki persyaratan yang lebih menuntut pada logikanya daripada yang akan digunakan untuk analisis "bagaimana jika" sederhana, atau jika pendekatan skenario digunakan.
- Merumuskan pengoptimalan sehingga hanya memiliki satu tujuan. Sebagian besar algoritme pengoptimalan hanya memungkinkan satu tujuan, sedangkan sebagian besar situasi bisnis melibatkan beberapa tujuan (dan pemangku kepentingan dengan tujuan mereka sendiri). Jadi, seseorang biasanya perlu merumuskan ulang semua kecuali satu dari ini sebagai kendala. Sementara secara teori solusi optimal akan sama

di setiap tujuan, dalam praktiknya, peserta sering kali dapat (atau merasa diri mereka) diuntungkan jika tujuan mereka sendiri adalah yang digunakan untuk pengoptimalan (dan dirugikan jika tujuan mereka malah diterjemahkan menjadi salah satu dari banyak kendala): secara psikologis, suatu tujuan memiliki konotasi positif, dan merupakan sesuatu yang harus diupayakan untuk dicapai, sedangkan kendala lebih cenderung diabaikan, atau dianggap sebagai item yang tidak nyaman yang dapat dimodifikasi atau dinegosiasikan. Jadi, ketika tujuan seseorang dinyatakan hanya sebagai satu item dalam serangkaian kendala, fokus pada hal itu cenderung hilang.

- Tidak terlalu membatasi situasi. Penerjemahan langsung tujuan manajemen (ketika diterjemahkan ke dalam batasan) sering kali mengarah pada serangkaian tuntutan yang tidak mungkin dipenuhi; sehingga algoritme pengoptimalan tidak akan menemukan solusi. Sering kali, akan lebih baik untuk memulai dengan batasan yang lebih sedikit, sehingga solusi optimal dapat ditemukan, dan kemudian berupaya menunjukkan bagaimana penerapan batasan tambahan mengubah sifat solusi optimal, atau pada akhirnya tidak menghasilkan solusi. Ada berbagai pendekatan dan teknik numerik terkait yang dapat diterapkan tergantung pada situasinya, termasuk:
 - Alat inti untuk pengoptimalan kombinatorial, seperti Solver Excel. Jika masalah pengoptimalan "berpuncak ganda" (atau memiliki karakteristik kompleks tertentu lainnya), Solver mungkin tidak dapat menemukan solusi, dan alat atau add-in lain (seperti Evolver Palisade yang berbasis pada algoritme genetika) mungkin berperan.
 - Menggabungkan pengoptimalan dengan metode analitik. Misalnya, dalam pendekatan tradisional untuk pengoptimalan portofolio keuangan, aljabar matriks digunakan untuk menentukan volatilitas portofolio berdasarkan komponen-komponennya. Dengan demikian, ketidakpastian telah "dihilangkan" dari model, sehingga algoritme pengoptimalan kombinatorial standar dapat digunakan.
 - Menggabungkan pengoptimalan dengan simulasi. Jika ketidakpastian tidak dapat ditangani dengan analitik atau cara lain, seseorang mungkin harus menggunakan simulasi. Misalnya, dengan mengacu pada contoh sebelumnya dalam bab ini, jika ada ketidakpastian dalam tingkat arus kas untuk setiap proyek setelah peluncurannya, maka untuk setiap kemungkinan rangkaian tanggal yang dicoba sebagai solusi pengoptimalan, simulasi perlu dijalankan untuk melihat profil ketidakpastian dalam situasi tersebut, dengan solusi optimal bergantung pada hal ini (misalnya seseorang dapat mendefinisikan yang optimal sebagai yang memaksimalkan rata-rata NPV, atau sebagai alternatif yang NPV-nya berada di atas angka tertentu dengan frekuensi 90%, dll.). Bila simulasi penuh diperlukan untuk setiap uji coba solusi optimal yang potensial, sering kali perlu dipertimbangkan apakah keberadaan ketidakpastian akan mengubah solusi optimal yang sebenarnya secara signifikan. Waktu potensial yang terlibat dalam menjalankan banyak simulasi dapat signifikan, sedangkan mungkin tidak menghasilkan solusi yang berbeda secara signifikan. Misalnya, dalam praktiknya, rute optimal untuk bepergian melintasi kota besar mungkin (dalam banyak kasus) sama terlepas dari apakah seseorang menganggap waktu tempuh untuk setiap segmen potensial

perjalanan tidak pasti atau tetap. Implementasi pendekatan tersebut dapat dilakukan dengan beberapa alat yang memungkinkan:

- Menggunakan makro VBA untuk mengotomatiskan jalannya Solver dan simulasi.
- Menggunakan add-in Excel. Misalnya, alat RiskOptimizer yang ada dalam versi Industri add-in Excel @RISK memungkinkan simulasi untuk dijalankan dalam setiap uji coba pengoptimalan.
- Penggunaan pohon keputusan dan metode kisi. Pohon keputusan sering digunakan karena sifat visualnya. Faktanya, pohon keputusan dapat memiliki peran numerik yang kuat yang tidak bergantung pada aspek visual. Bila ada struktur keputusan berurutan (di mana satu keputusan diambil setelah keputusan lain, mungkin dalam kejadian yang tidak pasti di antaranya), perilaku optimal saat ini hanya dapat ditetapkan dengan mempertimbangkan konsekuensi masa depan dari setiap pilihan yang mungkin. Dengan demikian, metode berbasis pohon sering kali menggunakan jalur perhitungan mundur, di mana setiap skenario masa depan harus dievaluasi terlebih dahulu, sebelum pandangan akhir tentang keputusan saat ini dapat diambil. (Logika dasar yang sama dari perhitungan mundur sebenarnya dapat diimplementasikan di Excel.) Generalisasi pendekatan pohon keputusan mencakup pendekatan yang didasarkan pada metode kisi, seperti metode selisih hingga atau metode elemen hingga yang diterapkan pada kisi titik data; hal ini berada di luar cakupan teks ini.
- Pohon keputusan mungkin juga perlu dikombinasikan dengan simulasi atau metode lain. Misalnya, jika ada hasil yang tidak pasti yang terjadi di antara titik keputusan, maka setiap keputusan dapat didasarkan pada pemaksimalan rata-rata (atau beberapa properti lain) dari nilai masa depan. Proses mundur mungkin perlu diterapkan untuk mengevaluasi keputusan terakhir (berdasarkan hasil masa depan yang tidak pasti), dan setelah pilihan untuk keputusan ini diketahui, keputusan sebelumnya dapat dievaluasi; situasi optimasi stokastik seperti itu berada di luar cakupan teks ini.

Meskipun rumit, satu fitur menarik dari banyak situasi optimisasi (terutama yang didefinisikan oleh kurva berbentuk U) adalah bahwa sering kali ada beberapa skenario atau pilihan yang memberikan hasil yang serupa (meskipun sedikit sub-optimal), karena (di sekitar titik optimal) setiap penyimpangan memiliki efek terbatas pada nilai kurva (yang datar pada titik optimal). Dengan demikian, solusi sub-optimal sering kali cukup akurat untuk banyak kasus praktis, dan ini sebagian dapat menjelaskan mengapa metode heuristik (berdasarkan intuisi dan penilaian, daripada algoritma numerik) sering digunakan.

BAB 16

PEMODELAN RISIKO-KETIDAKPASTIAN DENGAN SIMULASI

Bab ini memperluas pembahasan simulasi yang dimulai di Bab 15. Kami menjelaskan asal-usul, penggunaan, dan manfaat utama teknik simulasi (dengan fokus pada pemodelan risiko dan ketidakpastian), dan menjelaskan beberapa cara utama untuk menerapkannya. Kami membahas penggunaan dasar makro VBA, serta menyoroti beberapa manfaat utama penggunaan add-in Excel, seperti @RISK.

Beberapa contoh sederhana aplikasi inti (daftar risiko dan penganggaran biaya) ditampilkan, menggunakan Excel/VBA dan @RISK. Buku penulis, Risiko Bisnis dan Pemodelan Simulasi dalam Praktik Menggunakan Excel, VBA, dan @RISK, memberikan pembahasan yang jauh lebih luas tentang proses penilaian risiko dan isu-isu yang terlibat dalam desain dan implementasi model risiko; pembaca yang tertarik dirujuk ke teks tersebut.

16.1 MAKNA, ASAL USUL DAN PENGGUNAAN SIMULASI MONTE CARLO

Definisi dan Asal Usul

Simulasi Monte Carlo (“MCS”, atau hanya “simulasi”) adalah penggunaan pengambilan sampel acak untuk mengotomatiskan proses penghitungan ulang model berkali-kali karena beberapa masukan divariasikan secara bersamaan. Penciptaan keacakan itu sendiri bukanlah tujuan simulasi; melainkan perannya adalah untuk memungkinkan otomatisasi proses, dan untuk memastikan bahwa serangkaian kombinasi masukan yang luas digunakan.

Penggunaan simulasi skala besar pertama kali dilakukan pada tahun 1940-an oleh para ilmuwan yang mengerjakan proyek senjata nuklir di Laboratorium Nasional Los Alamos di AS, di mana simulasi digunakan untuk menghitung integral secara numerik: nilai $\int_0^1 f(x)dx$ sama dengan rata-rata $f(x)$ saat x bervariasi dalam rentang 0 hingga 1. Oleh karena itu, dengan menghitung $f(x)$ untuk sekumpulan nilai- x (diambil secara acak dan seragam) antara 0 dan 1, dan mengambil rata-ratanya, seseorang dapat memperkirakan integralnya.

Para ilmuwan menganggap bahwa metode tersebut menyerupai perjudian, dan menciptakan istilah “Simulasi Monte Carlo”. Simulasi tidak sama dengan pemodelan risiko, tetapi merupakan teknik yang dapat diterapkan untuk mengevaluasi risiko atau bentuk model lainnya. Misalnya, simulasi dapat digunakan untuk mencoba menemukan solusi bagi masalah optimisasi, dengan menghasilkan banyak kombinasi masukan dan mencari salah satu yang menghasilkan hasil terbaik dan memenuhi kendala.

Dalam konteks seperti itu, distribusi probabilitas yang mendasari yang digunakan untuk membuat sampel acak tidak akan terlalu penting, dan tidak perlu sesuai dengan gagasan risiko variabel masukan. Memang, sebagai masalah optimisasi, diasumsikan bahwa variabel tersebut tidak berisiko, tetapi dapat dikendalikan. Di sisi lain, dalam praktiknya, penggunaan simulasi dalam aplikasi bisnis terutama untuk menangkap risiko, ketidakpastian, dan dampaknya.

Dalam kasus seperti itu, pengambilan sampel acak memiliki tujuan tambahan (selain otomatisasi proses) untuk menggambarkan risiko (atau ketidakpastian) yang melekat pada nilai masukan: distribusi dipilih agar paling sesuai dengan ketidakpastian variabel (dalam kehidupan nyata) yang diwakilinya. Dengan demikian, pemodelan risiko merupakan subjek yang jauh lebih kaya daripada simulasi murni.

Keterbatasan Pendekatan Sensitivitas dan Skenario

Pendekatan sensitivitas dan skenario tradisional memiliki beberapa keterbatasan, termasuk:

- Pendekatan tersebut hanya menunjukkan sekumpulan kecil kasus yang telah ditetapkan sebelumnya secara eksplisit.
- Kasus yang ditunjukkan tidak ditetapkan dengan jelas, dan mungkin tidak mewakili atau relevan untuk tujuan pengambilan keputusan, misalnya:
- Kemungkinan hasil apa pun tidak diketahui (seperti sejauh mana rencana dasar dapat dicapai secara realistis atau tidak).
- Penggunaan nilai yang paling mungkin untuk input umumnya tidak akan menghasilkan output model yang dihitung pada nilai yang paling mungkin.
- Hasil rata-rata tidak diketahui, namun ini merupakan ukuran ekonomi tunggal yang paling relevan dari nilai proyek atau serangkaian arus kas.
- Karena kasus dasar, secara umum, bukanlah kasus yang ditetapkan dengan baik, juga tidak ada kasus yang berasal darinya. Misalnya, variasi input $\pm 10\%$ di sekitar nilai dasarnya juga menggunakan kasus yang tidak terdefinisi, dan menggunakannya untuk membentuk rata-rata, atau untuk mewakili (misalnya) kasus terburuk atau terbaik bisa sangat menyesatkan.
- Tidak mudah untuk mencerminkan toleransi risiko (atau persyaratan kontinjensi) secara memadai dalam keputusan, atau untuk menetapkan target atau tujuan yang tepat.
- Tidak mudah untuk membandingkan satu proyek dengan yang lain ketika mereka memiliki tingkat ketidakpastian yang berbeda.
- Mereka tidak secara eksplisit mendorong proses berpikir yang mengeksplorasi pendorong risiko sejati dan tindakan mitigasi risiko, dan karenanya mungkin tidak didasarkan pada skenario asli yang mungkin dihadapi seseorang.
- Mereka tidak membedakan antara variabel yang berisiko atau tidak pasti dan variabel yang harus dioptimalkan (dipilih secara optimal).

Simulasi dapat membantu mengatasi beberapa keterbatasan ini dengan memungkinkan seseorang untuk menerapkan pemodelan risiko dan ketidakpastian untuk menentukan rentang dan frekuensi kemungkinan hasil. Manfaat Utama Pemodelan Ketidakpastian dan Risiko serta Pertanyaan yang Dapat Diajukan Pertimbangan eksplisit tentang risiko (atau ketidakpastian) memiliki banyak manfaat, baik dari perspektif proses maupun pengambilan keputusan:

- Ini menyoroti kemungkinan berbagai hasil. Hasil di dunia nyata hampir selalu berbeda dengan yang ditunjukkan dalam satu skenario atau kasus dasar: perbedaan ini tidak selalu merupakan hasil dari model yang buruk, tetapi merupakan sifat bawaan dari dunia nyata.
- Ini memaksa seseorang untuk mempertimbangkan sumber ketidakpastian, dan mengajukan pertanyaan yang lebih mendalam tentang situasi tersebut (seperti bagaimana ketidakpastian dapat dikendalikan atau dikelola).
- Ini dapat mengarah pada model yang direvisi yang mencakup serangkaian faktor yang lebih besar daripada model asli, termasuk keberadaan risiko kejadian dan tindakan mitigasi risiko. Proses untuk melakukannya mengharuskan seseorang untuk mengidentifikasi sumber risiko mana yang paling signifikan, untuk menentukan bagaimana profil risiko akan diubah oleh penerapan tindakan respons risiko, dan untuk menentukan strategi optimal untuk mitigasi risiko.
- Ini merupakan suatu keharusan ketika memodelkan situasi yang secara inheren bersifat stokastik (seperti pergerakan harga saham), dan juga untuk menangkap bentuk-bentuk ketergantungan tertentu antara hubungan tersebut (seperti korelasi).
- Ini memungkinkan seseorang untuk menentukan statistik yang relevan untuk evaluasi ekonomi, pengambilan keputusan, dan manajemen risiko, seperti:
 - ✓ Ukuran pusat rentang kemungkinan hasil:
 - ✓ Berapa hasil rata-ratanya?
 - ✓ Apa hasil yang paling mungkin?
 - ✓ Berapa nilai titik tengahnya, yaitu di mana kita sama-sama cenderung untuk melakukan yang lebih baik atau lebih buruk?
- Ukuran penyebaran rentang kemungkinan hasil:
 - ✓ Apa kasus terburuk dan terbaik yang secara realistis mungkin terjadi?
 - ✓ Apakah risikonya seimbang secara merata di setiap sisi kasus dasar?
 - ✓ Apakah ada satu ukuran tunggal yang dapat kita gunakan untuk meringkas risikonya?
- Kemungkinan bahwa kasus dasar atau kasus terencana lainnya dapat dicapai:
 - ✓ Seberapa besar kemungkinan kasus yang direncanakan akan dicapai (atau tidak)?
 - ✓ Haruskah kita melanjutkan keputusan sebagaimana adanya, atau haruskah kita mengulangi proses mitigasi risiko dan respons risiko untuk lebih memodifikasi dan mengoptimalkan keputusan?
- Hal ini memungkinkan perhitungan kontinjensi proyek (seperti: "agar memiliki cukup uang dalam 95% kasus, kita perlu meningkatkan anggaran proyek sebesar 15%"). Informasi tersebut tersedia secara langsung setelah seseorang menetapkan sebaran kemungkinan hasil. Misalnya, mengingat sebaran (distribusi) kemungkinan biaya untuk suatu proyek, persentil ke-90 akan mewakili angka total yang akan menjadi anggaran yang cukup dalam 90% kasus; kontinjensi (untuk keberhasilan 90%) akan menjadi angka yang perlu ditambahkan ke anggaran dasar untuk mencapai angka total ini (yaitu, itu akan menjadi perbedaan antara angka ini dan kasus dasar).

- Dapat membantu mengoreksi sebagian bias dalam proses tersebut. Dengan menunjukkan kasus dasar (atau referensi) dalam konteks berbagai hasil, beberapa bias dapat dibuat lebih eksplisit. Bias ini dapat muncul dalam beberapa bentuk:
- Bias yang disengaja. Bias ini terjadi ketika nilai optimis atau pesimis sengaja digunakan untuk alasan motivasi atau politik.
- Bias yang tidak disengaja. Seseorang mungkin tidak menyadari adanya bias hingga bias tersebut ditunjukkan atau saat refleksi yang lebih rinci tentang suatu situasi dilakukan secara eksplisit. Salah satu bentuk penting dari bias yang tidak disengaja adalah "kekeliruan yang paling mungkin", di mana secara implisit dapat dipercaya bahwa model yang diisi dengan inputnya pada nilai yang paling mungkin akan menunjukkan nilai output yang paling mungkin (dan juga "kekeliruan rata-rata", untuk nilai rata-rata). Faktanya, keyakinan tersebut sering kali tidak dibenarkan: faktor-faktor seperti ketidaksimetrisan beberapa proses yang tidak pasti, adanya risiko kejadian dan logika non-linier dalam model (misalnya pernyataan MIN, MAX atau IF, atau pembagian dengan input yang nilainya tidak pasti), dapat berarti bahwa hasilnya bias.

16.2 SIFAT OUTPUT MODEL

Simulasi tentu saja akan digunakan untuk menangkap berbagai hasil untuk metrik utama (indikator kinerja), seperti biaya, laba, arus kas, kebutuhan pembiayaan, persyaratan sumber daya, jadwal proyek, dan sebagainya. Beberapa hal penting tentang keluaran tersebut adalah:

- Keluaran adalah sekumpulan titik data individual. Ini merupakan contoh dari distribusi keluaran yang "sebenarnya", tetapi bukan merupakan fungsi distribusi itu sendiri. Meskipun demikian, untuk penyederhanaan, orang sering menyebut simulasi sebagai penyedia "distribusi".
- Kumpulan data memungkinkan seseorang untuk memperkirakan properti dari distribusi yang sebenarnya, seperti rata-ratanya atau nilai dalam 10% kasus terburuk, atau untuk memplotnya secara grafis (seperti histogram distribusi frekuensi titik-titik). Ini juga memungkinkan seseorang untuk menghitung hubungan antara variabel (terutama koefisien korelasi antara masukan dan keluaran), dan untuk menghasilkan sebaran-plot X–Y dari nilai-nilai variabel (dengan ketentuan bahwa data yang relevan disimpan pada setiap perhitungan ulang).
- Semakin banyak perhitungan ulang yang dilakukan, semakin dekat properti yang diperkirakan dengan properti distribusi yang sebenarnya. Jumlah perhitungan ulang yang diperlukan harus cukup untuk menyediakan dasar yang diperlukan untuk dukungan keputusan; khususnya, hal itu harus memastikan validitas dan stabilitas dari setiap keputusan yang dihasilkan. Hal ini sendiri akan bergantung pada konteks, metrik keputusan yang digunakan, dan persyaratan akurasi.
- Umumnya bukan pertanyaan yang valid untuk menanyakan kombinasi masukan spesifik mana yang akan menghasilkan hasil tertentu; secara umum, akan ada banyak.

Penerapan Metode Simulasi

Teknik simulasi telah menemukan aplikasi di banyak bidang. Alasannya meliputi:

- Teknik simulasi dapat digunakan di hampir semua model, terlepas dari aplikasi atau sektornya.
- Secara konseptual, teknik simulasi cukup mudah, pada dasarnya melibatkan perhitungan ulang berulang untuk menghasilkan banyak skenario. Teknik simulasi hanya memerlukan pemahaman tentang aspek inti spesifik dari statistik dan probabilitas, hubungan ketergantungan, dan (kadang-kadang) beberapa teknik pemodelan tambahan; tingkat pengetahuan matematika yang dibutuhkan cukup spesifik dan terbatas.
- Teknik simulasi sering kali merupakan metode paling sederhana yang tersedia untuk menilai ketidakpastian atau risiko.
- Umumnya, simulasi memberikan estimasi yang cukup akurat (dan memadai) tentang sifat-sifat distribusi output, bahkan ketika hanya sedikit perhitungan ulang yang dilakukan.
- Simulasi dapat menjadi pelengkap yang berguna untuk pendekatan analitik atau bentuk tertutup; terutama dalam kasus yang lebih kompleks, simulasi dapat digunakan untuk menciptakan intuisi tentang sifat dan perilaku proses yang mendasarinya.
- Simulasi sering kali dapat menghasilkan wawasan tingkat tinggi dan nilai tambah dengan sedikit usaha atau investasi dalam waktu atau uang.

16.3 PROSES UTAMA DAN LANGKAH-LANGKAH PEMODELAN DALAM PEMODELAN RISIKO

Sedangkan simulasi adalah otomatisasi proses untuk menghitung ulang model berkali-kali, pemodelan risiko melibatkan desain dan pembangunan model untuk mencerminkan dampak risiko dan ketidakpastian dalam suatu situasi. Pada tingkat yang dangkal, langkah-langkah utama dalam pemodelan risiko serupa dengan langkah-langkah dalam manajemen risiko umum: Misalnya, perlu untuk mengidentifikasi risiko dan ketidakpastian utama.

Di sisi lain, proses pemodelan risiko perlu menangkap sifat ketidakpastian dan dampaknya dengan cara yang jauh lebih spesifik dan didefinisikan secara tepat daripada proses manajemen risiko kualitatif murni. Bagian ini menjelaskan beberapa elemen utama dari proses pada tingkat tinggi; sekali lagi, pembaca yang tertarik dapat merujuk ke Risiko Bisnis dan Pemodelan Simulasi dalam Praktik penulis untuk pembahasan terperinci tentang hal ini.

Identifikasi Risiko

Jelas, titik awal yang diperlukan untuk segala bentuk analisis adalah identifikasi semua risiko dan ketidakpastian yang secara wajar dapat memengaruhi suatu situasi (hingga tingkat toleransi yang dapat diterima). Proses identifikasi risiko pada umumnya juga akan mengarah pada pembahasan tentang mitigasi risiko atau langkah-langkah respons, dan pada pokok bahasan risiko residual setelah langkah-langkah tersebut diambil. Model akhir perlu mencerminkan struktur proyek yang direvisi ini serta biaya dan dampak dari langkah-langkah mitigasi.

Pemetaan Risiko dan Peran Distribusi Nilai Input

Proses pemetaan risiko melibatkan penggambaran risiko atau ketidakpastian dalam bentuk yang dapat dibangun menjadi model kuantitatif. Dengan demikian, seseorang perlu memahami sifat risiko atau ketidakpastian (misalnya berkelanjutan atau terpisah, peristiwa satu kali atau beberapa kali, perilaku waktunya, dan hubungannya dengan item lain dalam model). Ini dapat menjadi bagian yang menantang dari proses dalam praktik: pertama, dari perspektif proses, peserta proyek umum mungkin memiliki fokus pada manajemen risiko, daripada pemodelan risiko penuh, dan karena itu tidak memahami perlunya deskripsi terperinci tentang sifat ketidakpastian.

Kedua, proses kuantitatif lebih kompleks daripada sekadar memilih distribusi, karena beberapa proses mungkin terdiri dari efek gabungan, atau efek yang berkembang seiring waktu, atau yang berinteraksi dengan proses lain, atau memiliki ketergantungan kompleks lainnya. Hal ini perlu tercermin dalam logika dan rumus model.

Pemilihan distribusi input merupakan bagian penting dari proses pemetaan risiko, dengan gagasan bahwa distribusi tersebut sedekat mungkin dengan sifat sebenarnya dari keacakan yang mendasari setiap proses (risiko, variabilitas, atau variasi yang tidak pasti). Namun, hal ini lebih rumit daripada sekadar mengasumsikan bahwa setiap risiko atau ketidakpastian yang teridentifikasi dapat langsung ditangkap melalui satu distribusi.

Konteks Pemodelan dan Makna Distribusi Input

Penting untuk tidak mengabaikan poin (yang tampaknya jelas) bahwa dalam model risiko, distribusi mewakili aspek proses yang tidak dapat dikontrol, dalam konteks yang dimodelkan. Poin ini lebih halus daripada yang mungkin terlihat pada awalnya; konteksnya mungkin merupakan sesuatu yang dapat dikontrol atau dipilih seseorang, bahkan ketika proses dalam konteks tersebut tidak. Misalnya:

- Saat menyeberang jalan, seseorang dapat memilih berapa kali akan melihat, apakah akan memakai sepatu lari, dan sebagainya; setelah pilihan tersebut dibuat, hasil aktual (apakah seseorang tiba dengan selamat atau tidak di sisi lain) tunduk pada ketidakpastian yang tidak dapat dikontrol. (Alternatifnya, seseorang dapat memilih konteks lain, di mana seseorang tidak menyeberang jalan sama sekali, tetapi mencapai tujuan yang diperlukan dengan cara lain, seperti memesan bahan makanan secara daring, sehingga seseorang tidak perlu menyeberang jalan sambil berjalan ke toko.)
- Pada tahap awal mengevaluasi proyek konstruksi potensial, kisaran biaya pembelian bahan dapat direpresentasikan oleh distribusi ketidakpastian. Saat informasi lebih lanjut tersedia (misalnya, penawaran diterima atau proyek berjalan), kisarannya dapat menyempit. Setiap tahap mewakili perubahan konteks, tetapi pada tahap tertentu, distribusi dapat digunakan untuk mewakili ketidakpastian pada titik tersebut.

Jadi, tujuan penting adalah menemukan konteks optimal untuk beroperasi; seseorang tidak dapat hanya menggunakan distribusi untuk melepaskan tanggung jawab guna mengoptimalkan konteks operasi yang dipilih! Memang, salah satu kritik yang terkadang ditujukan pada aktivitas pemodelan risiko adalah bahwa aktivitas tersebut dapat mengganggu

insentif. Tentu saja, jika seseorang salah memahami atau salah menafsirkan peran distribusi, maka ada kemungkinan masalah tersebut dapat muncul.

16.4 PENGARUH KETERGANTUNGAN ANTAR INPUT

Penggunaan distribusi probabilitas juga memfasilitasi proses untuk menangkap kemungkinan ketergantungan antar proses input. Ada berbagai jenis hubungan yang mungkin, termasuk:

- Hubungan yang bersifat kausal atau terarah. Misalnya, terjadinya satu peristiwa dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya peristiwa lain. Dengan demikian, sampel acak (atau kalkulasi antara yang ditentukan dari ini) dari satu proses digunakan untuk menentukan nilai parameter dari proses acak lainnya.
- Hubungan yang ditentukan dengan cara sampel dari distribusi diambil secara bersamaan. Penggunaan korelasi (atau "pengambilan sampel berkorelasi") adalah salah satu contoh utama.

Pada titik ini, kita cukup mencatat bahwa setiap ketergantungan antar input akan mengubah distribusi kemungkinan hasil. Misalnya, dalam model yang menjumlahkan nilai inputnya, jika hubungan ketergantungan sedemikian rupa sehingga nilai rendah dari satu input akan berarti bahwa semua input lainnya mengambil nilai rendah (dan hal yang sama berlaku untuk nilai tinggi), maka kemungkinan nilai yang lebih ekstrem (rendah atau tinggi) akan meningkat dibandingkan dengan kasus di mana input saling independen.

Angka Acak dan Jumlah Perhitungan Ulang atau Iterasi yang Diperlukan

Metode simulasi pada umumnya akan menghasilkan serangkaian angka yang mendekati angka dari distribusi hasil yang sebenarnya. Perbedaan antara statistik yang dihasilkan dalam simulasi dan statistik dari distribusi sebenarnya dapat dianggap sebagai "kesalahan" yang terkait dengan simulasi. Tentu saja, angka sebenarnya jarang diketahui (yang merupakan alasan utama untuk menggunakan simulasi sejak awal!). Meskipun demikian, pada prinsipnya, hasil yang lebih akurat akan tercapai jika:

- Simulasi dijalankan berkali-kali, yaitu dengan banyak perhitungan ulang dari model yang sama.
- Algoritme yang digunakan untuk menghasilkan angka acak berkualitas tinggi:
- Angka acak yang dihasilkan harus representatif dan tidak bias, sehingga (dengan sampel yang cukup) semua kombinasi akan dihasilkan dengan frekuensi sebenarnya.
- Karena komputer adalah instrumen yang terbatas, ia tidak dapat memuat setiap angka yang mungkin. Pada titik tertentu, setiap metode pembuatan angka acak akan berulang, setidaknya secara teori (metode yang lebih unggul akan memiliki siklus yang sangat panjang yang tidak berulang dalam praktik).

Secara umum, untuk banyak algoritma bilangan acak yang digunakan dalam praktik, berlaku "hukum akar kuadrat terbalik": rata-rata, kesalahan berkurang setengahnya saat jumlah perhitungan ulang (iterasi) dikalikan empat. Oleh karena itu, hasil yang benar-benar akurat

hanya dapat dicapai dengan jumlah iterasi yang sangat besar (desimal akurasi tambahan yang memerlukan 100 kali lebih banyak perhitungan ulang). Sekilas, ini mungkin tampak sebagai kerugian utama dari metode simulasi. Namun, ada sejumlah hal yang perlu diingat dalam hal ini:

- Meskipun banyak (perhitungan ulang) mungkin diperlukan untuk memperbaiki kesalahan relatif secara signifikan, nilai aktual yang dihitung biasanya mendekati angka sebenarnya, bahkan dengan jumlah iterasi yang kecil; dengan kata lain, titik awal untuk penerapan hukum akar kuadrat terbalik adalah titik di mana kesalahan (atau pembilang) umumnya cukup rendah.
- Jumlah iterasi yang diperlukan pada akhirnya bergantung pada tujuan: memperkirakan nilai rata-rata atau nilai dari angka-angka sentral lainnya biasanya memerlukan iterasi yang jauh lebih sedikit daripada memperkirakan nilai P99, misalnya. Namun, bahkan angka-angka seperti P90 sering kali cukup akurat dengan jumlah iterasi yang kecil.
- Kita harus menerima bahwa hasilnya tidak akan pernah tepat; kesalahannya (umumnya) tidak akan pernah menjadi nol, berapa pun banyaknya iterasi yang dijalankan. Dalam konteks bisnis, model-model tersebut kemungkinan tidak akan terlalu akurat (karena pemahaman yang tidak sempurna tentang proses-proses tersebut, dan berbagai estimasi yang mungkin diperlukan); umumnya, stabilitas dan validitas keputusanlah yang penting, bukan perhitungan angka yang sangat tepat. Dengan demikian, menjalankan iterasi yang "cukup" mungkin lebih penting daripada mencoba menjalankan lebih banyak lagi. (Dalam beberapa kasus, penggunaan benih tetap untuk algoritma angka acak agar dapat mengulang simulasi dengan tepat sangatlah berguna.) Selain itu, dalam konteks bisnis, seseorang umumnya lebih tertarik pada nilai sentral (di mana kami menyertakan P90) daripada dalam kasus-kasus yang mungkin hanya muncul sangat jarang; angka-angka sentral seperti itu sering kali dapat diperkirakan dengan akurasi yang wajar dengan perhitungan ulang yang relatif sedikit.
- Saat seseorang membangun model, mengujinya, mengeksplorasi hipotesis, dan menarik kesimpulan awal yang terarah, metode kerja yang paling efektif adalah menjalankan beberapa iterasi (biasanya beberapa ratus atau beberapa ribu). Saat hasil akhir dibutuhkan, jumlah iterasi dapat ditingkatkan (dan mungkin benih angka acak dapat diperbaiki, untuk memungkinkan pengulangan simulasi).
- Ketergantungan pada tampilan grafis untuk mengomunikasikan keluaran (alih-alih pada statistik) umumnya akan membutuhkan lebih banyak iterasi; saat secara intuitif jelas bahwa situasi yang mendasarinya adalah proses berkelanjutan yang lancar, peserta akan berharap untuk melihat hal ini tercermin dalam keluaran grafis. Secara khusus, histogram untuk kurva kepadatan probabilitas yang dibuat dengan menghitung jumlah titik data keluaran di setiap set "kotak" yang telah ditentukan sebelumnya mungkin tidak terlihat lancar kecuali sejumlah besar sampel digunakan (karena keacakan, suatu titik dapat dialokasikan ke kotak tetangga dengan margin yang dekat). Penggunaan kurva kumulatif dan statistik dapat mengatasi hal ini sebagian,

tetapi tampilan grafis secara umum tampaknya kurang stabil dibandingkan ukuran statistik.

16.5 PEMODELAN RISIKO-SIMULASI DENGAN EXCEL-VBA

Implementasi model risiko dasar menggunakan metode simulasi di Excel/VBA mudah dilakukan. Pada tingkat yang paling sederhana, fungsi RAND dapat digunakan untuk menghasilkan sampel acak dari distribusi seragam, yang dapat diubah menjadi sampel acak dari banyak distribusi lain menggunakan fungsi invers (persentil) untuk distribusi tersebut. Beberapa fungsi invers ini tersedia langsung di Excel, dan beberapa dapat dihitung secara eksplisit. Makro VBA dapat digunakan untuk menghitung ulang model berkali-kali, menyimpan keluaran utama saat melakukannya.

Angka acak berkorelasi juga dapat dihasilkan dengan beberapa upaya tambahan. Di bagian ini, kami menunjukkan beberapa teknik inti dalam hal ini. Namun, subjeknya sebenarnya jauh lebih kaya daripada yang mungkin terlihat pertama kali. Misalnya, ada banyak cara di mana proses tersebut dapat disusun.

Ini dapat mencakup penggunaan lembar kerja hasil dan analisis yang terpisah dari lembar kerja model, menghasilkan sampel acak dalam VBA daripada di Excel, membuat fungsi yang ditentukan pengguna untuk distribusi, dan masalah yang berkaitan dengan pengoptimalan komputasional dan penyajian hasil (misalnya otomatisasi keluaran grafis).

Topik-topik tersebut berada di luar cakupan teks ini, dan umumnya dibahas lebih luas dalam teks penulis Risiko Bisnis dan Pemodelan Simulasi dalam Praktik, sebagaimana telah dirujuk. Pada saat yang sama, potensi kekayaan topik berarti bahwa penggunaan add-in, seperti @RISK, sering kali juga bermanfaat. Aspek inti yang ditunjukkan dalam bagian ini oleh karena itu hanyalah penggunaan Excel/VBA untuk:

- Membuat sampel acak dari beberapa distribusi.
- Menghitung model secara berulang dan menyimpan hasilnya.

Pembuatan Sampel Acak

Pembuatan sampel acak dari distribusi probabilitas dapat dicapai dengan terlebih dahulu menggunakan fungsi RAND untuk mengambil sampel dari distribusi seragam antara nol dan satu. Nilai sampel diperlakukan sebagai nilai probabilitas, yang digunakan untuk menemukan persentil terkait untuk distribusi akhir yang ingin diambil sampelnya.

Dengan kata lain, proses menemukan nilai persentil untuk nilai probabilitas tertentu setara dengan menginversikan distribusi kumulatif pada nilai probabilitas tersebut: jika sampel probabilitas dipilih secara seragam, maka nilai yang dibalik akan mewakili distribusi tersebut. Misalnya, pengambilan sampel dari distribusi seragam pada $[0,1]$ akan menghasilkan angka acak dalam rentang 0 hingga 0,1 yang diambil dalam 10% kasus; distribusi Normal yang dibalikkan untuk masing-masing nilai ini akan menghasilkan sampel dalam rentang $-\infty$ hingga $-1,28$ dalam 10% kasus tersebut. Misalnya:

- Untuk rentang kontinu seragam:

*Nilai atau Dampak Min + (Maks – Min) * RAND()*

- Untuk kejadian peristiwa risiko:

Kejadian atau Tidak IF(RAND() ≤ Prob, 1,0)

- Untuk distribusi Normal standar

Nilai = NORM.S.INV(RAND())

Perhatikan bahwa dua contoh pertama dihitung secara eksplisit secara analitis, sedangkan contoh terakhir menggunakan salah satu fungsi invers yang tersedia di Excel. Fungsi Excel lainnya meliputi:

- BINOM.INV, untuk membuat sampel dari distribusi binomial; parameter Alpha dari fungsi tersebut akan merujuk ke P acak.
- LOGNORM.INV untuk mengambil sampel distribusi Lognormal (perhatikan bahwa fungsi ini menggunakan parameter logaritmik, bukan yang alami).
- BETA.INV untuk mengambil sampel distribusi Beta.
- GAMMA.INV untuk mengambil sampel distribusi Gamma.

Perhitungan Ulang Berulang dan Penyimpanan Hasil

Perulangan VBA sederhana dapat digunakan untuk menghitung ulang model dan menyimpan hasilnya. Misalnya, kode di bawah ini mengasumsikan bahwa model telah dibangun yang berisi tiga rentang bernama yang telah ditetapkan sebelumnya: satu untuk menentukan berapa kali simulasi harus dijalankan, yang lain untuk output, dan yang lain yang berisi kolom header untuk hasil. Kode VBA kemudian menghitung ulang model untuk jumlah waktu yang diinginkan dan menyimpan hasil output satu di bawah yang lain,

```
Sub MRRunSim()
    NCalcs = Range("NCalcs").Value

    For i = 1 To NCalcs
        Application.Calculate

        Range("SimResultsHeader").Offset(i, 0).Value =
Range("SimOutput").Value
    Next i
End Sub
```

| BUDGET FOR FAMILY VACATION | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|---------------------------|------|------|---------|------|--------------|------|------------|--------------|-------------|
| CORE ITEMS | BASE (\$) | Risk (Uncertainty) Ranges | | | Rands() | | Values | | | | |
| | | Min | Max | | | | | | | | |
| Flight | 1000 | 900 | 1300 | | | 0.39 | 1056 | | | | |
| Hotel | 3000 | 2500 | 4500 | | | 0.43 | 3353 | | | | |
| Taxis/transfers etc | 1000 | 900 | 1500 | | | 0.84 | 1402 | | | | |
| Food and drink | 2000 | 1800 | 2400 | | | 0.24 | 1945 | | | | |
| Insurance | 1000 | 900 | 1100 | | | 0.86 | 1071 | | | | |
| Tourist attractions | 1000 | 600 | 2500 | | | 0.27 | 1105 | | | | |
| Presents, misc items | 1000 | 800 | 1500 | | | 0.43 | 1101 | | | | |
| Total (\$) | 10000 | | | | | | 11038 | | | | |
| EVENT RISKS | | | | | | | | | | | |
| | BASE (\$) | Prob | Min | | Max | | Rands() | | Values | | |
| | | | | | | | | | Occurrence | Impact | Impact |
| Extra cost due to planned flight being unavailable | 0 | 20% | 500 | 2000 | | | 0.26 | 0.51 | 0 | 1268 | 0 |
| Extra cost due to planned hotel being unavailable | 0 | 15% | -200 | 1300 | | | 0.15 | 0.91 | 1 | 1344 | 1344 |
| Total (\$) | 0 | | | | | | | | | 1344 | |
| TOTAL (\$) | 10000 | | | | | | | | | 12382 | 2300 |
| SimResults | | | | | | | | | | | |
| 10430 | | | | | | | | | | | |
| Average 11937 | | | | | | | | | | | |
| 11909 | | | | | | | | | | | |
| StdDev 1071 | | | | | | | | | | | |

Gambar 16.1 Model Sederhana Yang Menghasilkan Sampel Acak Di Excel Dan Menggunakan Makro Untuk Mensimulasikan Banyak Hasil

Contoh: Estimasi Biaya dengan Ketidakpastian dan Risiko Peristiwa Menggunakan Excel/VBA

Gambar 16.1 berisi contoh sederhana model untuk biaya liburan keluarga, hanya menggunakan distribusi seragam dan risiko peristiwa. Hasil simulasi ditampilkan dalam file (dan simulasi dapat dijalankan ulang menggunakan makro) (lihat Gambar 16.1).

16.6 ADD-IN UNTUK MENGIMPLEMENTASIKAN MODEL RISIKO DAN SIMULASI

Tersedia sejumlah add-in komersial untuk membantu dalam membangun pemodelan risiko dan menjalankan simulasi (add-in skala besar utama adalah @RISK, CrystalBall, RiskSolver, dan ModelRisk). Bagian ini membahas manfaat umum add-in dibandingkan penggunaan pendekatan Excel/VBA murni, dan menunjukkan beberapa hasil menggunakan @RISK.

Manfaat Add-in

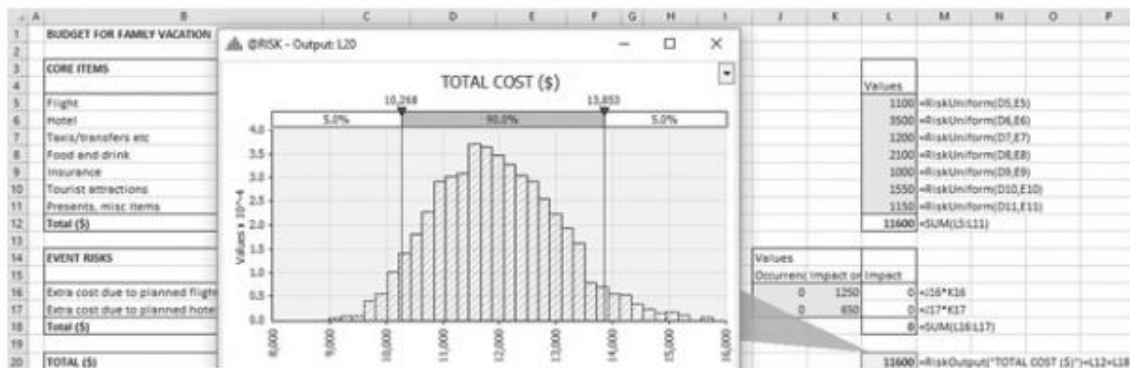
Penggunaan add-in dapat memberikan banyak manfaat dibandingkan dengan penulisan kode VBA:

- Add-in dapat memfasilitasi banyak aspek yang terkait dengan proses membangun model risiko dan mengomunikasikan konsep dan hasilnya. Langkah-langkah utama sering kali lebih mudah, lebih cepat, lebih transparan, dan lebih tangguh. Hal ini terutama disebabkan oleh kemampuan grafis dan alat statistik, serta kemudahan dalam membuat hubungan ketergantungan, terutama pengambilan sampel berkorelasi.
- Biasanya tersedia sekumpulan besar distribusi dan parameter. Beberapa distribusi khusus juga akan sulit direplikasi dengan pendekatan Excel/VBA.
- Model umumnya dapat disusun tanpa mempertimbangkan secara khusus di mana distribusi risiko ditempatkan di dalamnya, atau apakah rentangnya perlu berdekatan satu sama lain.

- Banyak aspek simulasi dan pemilihan angka acak yang mudah dikontrol, termasuk kemampuan untuk mengulang simulasi secara tepat, melakukan beberapa simulasi, atau memilih algoritma pembuatan angka acak dan jenis pengambilan sampel. Selain itu, sering kali mudah untuk menanamkan prosedur yang perlu dijalankan pada setiap iterasi simulasi.
- Ada alat untuk membantu dalam audit model, dan untuk melakukan analisis hasil yang lebih baik.
- Umumnya tidak diperlukan pengodean VBA.
- Aplikasi tersebut telah dicoba dan diuji, sedangkan kode VBA yang ditulis khusus lebih mungkin mengandung kesalahan pengodean atau tidak kuat.
- Singkatnya, lebih banyak waktu dapat difokuskan pada pembuatan wawasan, solusi, dan rekomendasi, serta menciptakan nilai tambah dalam konteks bisnis dan organisasi.

Contoh: Estimasi Biaya dengan Ketidakpastian dan Risiko Peristiwa Menggunakan @RISK

Gambar 16.2 berisi contoh model sederhana yang sama yang digunakan sebelumnya, diimplementasikan dengan @RISK. Gambar 16.2 menunjukkan cuplikan layar model dan hasil simulasi.



Gambar 16.2 Menggunakan @Risk Dalam Model Sederhana

DAFTAR PUSTAKA

- A. D. Putra and L. M. Purba. 2022. "Perancangan Sistem Informasi Akuntansi Persediaan Barang Pada Toko Jabat," *J. Eng. Inf. Technol. Community Servie*, vol. 1, no. 1, pp. 1– 5,
- Abdillah, dan Jogiyanto. 2009. *Konsep Dan Aplikasi PLS (Partial Least Square) Untuk Penelitian Empiris*. Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Gadjah Mada.
- Adolpino. (2011). *Analisa Laporan Keuangan Model Dupont Analysis*. Jakarta: Pusat Pengembangan Bahan Ajar-UMB.
- Alfi, R., dan Sari, Dian Anita. 2015. *Financial Literacy dan Perilaku Keuangan Mahasiswa*. *Buletin Bisnis & Manajemen*, Vol. 01, No. 02, Hal. 171-189.
- Ayodya, L. G. (2024). *Desain Penyusunan Pelaporan Keuangan Berdasarkan SAK EMKM di PT. Rezeki Berkah Bahagia*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Dewi dan Praptoyo. (2022). *Pengaruh Ukuran Perusahaan, Profitabilitas, dan Leverage Terhadap Nilai Perusahaan*. *Jurnal Ilmu dan Riset Akuntansi*, Vol. 11, No. 23.
- Firmansyah, M. T., Fauzi, R., & Gumilang, S. F. S. (2020). *Perancangan User Interface dan User Experience Mobile Application SIBENGKEL Untuk Memenuhi Kebutuhan Pengguna Dengan Metode User Centered Design (UCD)*. *E-Proceeding of Engineering*, 7(2), 7574–7580.
- Ghozali, I. (2020). *Desain Penelitian Kuantitatif & Kualitatif untuk Akuntansi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- H. A. Salsabila and Iriyadi. 2020. "Evaluasi Atas Penerapan Sistem Informasi Akademik Dan Keuangan Terhadap Tingkat Kepuasan Mahasiswa," *J. Anal. Sist. Pendidik. Tinggi*, vol. 4, no. 2, pp. 125–136.
- H. S. Ahmad and A. Ratnasari. 2019. "Memanfaatkan Dana Kartu Jakarta Pintar (KJP) Berbasis Web (Studi Kasus: SMP Darrosta Jakarta)," *J. Cendikia*, vol. 17, no., pp. 178–186, 2019.
- Hanansyah, S.A. (2020). *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Akademik*. Repository Universitas Brawijaya.
- Hariani, L. S., & Andayani, E. (2020). *Manajemen Keuangan Pribadi: Literasi Ekonomi, Literasi Keuangan, dan Kecerdasan Spiritual*. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis Islam*, 6(1), 45-58.
- Ikatan Akuntan Indonesia. (2016). *Standar Akuntansi Keuangan Entitas Mikro, Kecil, dan Menengah (SAK EMKM)*. Jakarta: Dewan Standar Akuntansi Keuangan.
- Jogianto, Hartono. 2008. *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. ANDI, Yogyakarta.
- Kariyoto, S. A. M., 2019. *Akuntansi Terapan*. Malang : Universitas Brawijaya.

- Kendall, K., & Kendall, J.E. (2011). *Analisis dan Desain Berorientasi Objek dengan UML*. Seminar Nasional Ilmu Komputer (SNIK 2016).
- Kenneth, E, Kendall, & Julie, E, Kendall. 2011. *System Analysis and Design*. 8th Edition. Person Prentice Hall, New Jersey.
- Komariyuli, A. (2023). *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Pengelolaan Keuangan Akademik*. SainsTech Innovation Journal, 6(2), 396-4042.
- Kurniawan, Calista Henny. 2023. *Perancangan Website Literasi Keuangan bagi Remaja Penggemar KPOP di Jakarta*. Tugas Akhir. Universitas Multimedia Nusantara.
- Kurniawan, D., & Setiawan, R. (2023). *Desain Sistem Informasi Pengelolaan Keuangan untuk Usaha Mikro dan Kecil*. Jurnal Sistem Informasi Akuntansi dan Manajemen, 8(1), 15-30.
- Lestari, C., & Latifah, F. (2019). *Aplikasi Pencatatan Keuangan Pribadi dengan Analisa SWOT Menggunakan Algoritma Sequential Search Berbasis Mobile*. JISAMAR (Journal Of Information System, Applied, Management, Accounting And Research), 3(2), 11-18.
- Nugroho, A., & Widiastuti, S. (2023). *Model Desain Pendidikan Literasi Keuangan untuk Masyarakat Umum*. Jurnal Pendidikan Ekonomi dan Bisnis, 10(1), 25-34.
- Pangemanan, S., & Siagian, R. (2016). *Analisis Penyajian Laporan Keuangan Berdasarkan SAK-ETAP Pada Koperasi Karyawan Bank Sulut Go*. Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi, 4(1).
- Pribadi, M. R. (2022). *Perancangan UI/UX Pada Aplikasi V&F Menggunakan Metode Design Thinking*. MDP Student Conference 2022.
- Rahmawati, N., & Suharyanto, H. (2021). *Pengaruh Literasi Keuangan terhadap Pengelolaan Keuangan Pribadi Mahasiswa*. Jurnal Ilmiah Akuntansi dan Bisnis, 5(2), 101-110.
- Ramdani, M.R., Kamidin, M., & Ajmal, A. (2018). *Implementasi SAK-ETAP Pada UMKM Warkop di Kota Makassar*. Jurnal RAK (Riset Akuntansi Keuangan), 3(2)
- Safitri, L. N., Wicaksono, S. A. & Saputra, M. C., 2018. *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Manajemen Pusat Laktasi : Lactashare*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Volume 2 No. 6, pp. 2286-2294.
- Santoso, A. B., S., M. D. & Setyawan, H. B., 2013. *Rancang Bangun Sistem Informasi Monitoring Dan Evaluasi Kinerja Mesin Pada Pkis Sekar Tanjung*. JSIKA, Volume 2, p. 58.
- Setiawan, M. (2021). *Aplikasi Pencatatan Keuangan Pribadi dengan Menggunakan Notifikasi dan Infografis Berbasis Android*. Skripsi, STMIK AKAKOM Yogyakarta.
- Setiyawan, A., Purnama, B. E. & S., 2013. *Pembuatan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web*. Indonesian Journal on Networking and Security.

- Soliman, F. & Youssef, M. A., 1998. The Role of SAP Software in Business Process Re-engineering. *Emerald Insight*, 18(9), p. 886.
- Sommerville, I. (2011). *System Development Life Cycle untuk Pengembangan Laporan Keuangan Akademik*. Repository Universitas Brawijaya.
- Sulthani, A.H., & Adam, M.R. (2021). *Pengembangan Aplikasi Keuangan Berbasis Android Menggunakan Metode Design Thinking*. DSpace UII.
- Susanto Zarefar & Fifitri. (2020). *Analisis Penerapan SAK ETAP pada Penyajian Laporan Keuangan PT XYZ*. *Jurnal Akuntansi Keuangan dan Bisnis*, 13(1).
- Tanan, C. I., & Dhamayanti, D. (2020). *Pendampingan UMKM dalam Pengelolaan Keuangan Usaha Guna Peningkatan Ekonomi Masyarakat di Distrik Abepura Jayapura*. *Amalee: Indonesian Journal of Community Research and Engagement*, 1(2), 173–185.
- Trivaika, E., & Senubekti, M. A. (2022). Perancangan Aplikasi Pengelola Keuangan Pribadi Berbasis Android. *Nuansa Informatika*, 16(1), 33–40.
- Trivaika, E., & Senubekti, M. A. (2022). *Perancangan Aplikasi Pengelola Keuangan Pribadi Berbasis Android*. *Nuansa Informatika*, 16(1), 33–40.
- Vijayanti, M., & Murjana Yasa, I. (2016). *Pengaruh Lama Usaha dan Modal Terhadap Pendapatan dan Efisiensi Usaha Pedagang Sembako di Pasar Kumbasari*. *E-Jurnal Ekonomi Pembangunan Universitas Udayana*, 5(12), 1539–1566.

Desain Model Keuangan

Dr. 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 dan ilmu sosiologi. 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).

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 978-623-8642-90-8 (PDF)



9

786238

642908