Laporan Pengabdian Kepada Masyarakat

Pemanfaatan Excel-Solver Untuk Pengambilan Keputusan

AURINO R. A. DJAMARIS
NIDN: 0319046208

PROGRAM STUDI MANAGEMEN
FAKULTAS EKONOMI DAN ILMU SOSIAL
UNIVERSITAS BAKRIE
JUNI 2018

Daftar Isi

Bab I. PENDAHULUAN 1

Bab II. Memuat Solver 5

2.01 Memuat Add-in Solver 5
2.02 Formulasikan Model Keputusan 6
2.03 Mencoba model 9
2.04 Solusi Model dengan Solver™ 9

Bab III. Model Transportasi 13

3.01 Formulasi Model 13
3.02 Mencoba Model secara Manual 15
3.03 Solusi Model Dengan Solver™ 16

Bab IV. Model Penugasan (Assignment) 20

4.01 Formulasi Model 20
4.02 Mencoba Model secara Manual 22
4.03 Solusi Model Dengan Solver™ 23

Bab V. Model Jalur Terpendek (Shortest Path) 28

5.01 Formulasi Model 28
5.02 Mencoba Model secara Manual 30
5.03 Solusi Model Dengan Solver™ 31

Bab VI. Model Aliran Maksimum 35

6.01 Formulasi Model 35
6.02 Mencoba Model secara Manual 37
6.03 Solusi Model Dengan Solver™ 38

Bab VII. Capital Investment 43

7.01 Formulasi Model 43
7.02 Mencoba Model secara Manual 45
7.03 Solusi Model Dengan Solver™ 47

Bab VIII. Analisis Sensitivitas 51

8.01 Reduced Cost 52
8.02 Shadow Price 53

Bab IX. What-If Analysis 55
9.01 Goal Seek 55
9.02 Skenario dalam Excel 57
9.03 Data Tables dalam Excel 66
Bab X. Pemberian Nama Range 74
10.01 Pemberian Nama Range 74
10.02 Pemberian Nama Konstanta 75
10.03 Name Manager 77
10.04 Penamaan Berdasarkan Judul Baris Dan Kolom 79
Fungsi Sumproduct dan SumIf 82
10.05 SUMPRODUCT 82
10.06 SUMIF 83
Bibliography 87

Daftar Tabel

Tabel 1. Nama Range untuk Model 8
Tabel 2. Biaya Pengiriman per unit barang 13
Tabel 3. Nama Range dalam model excel transportasi 14
Tabel 4. Biaya Penugasan Orang per tugas 20
Tabel 5. Tingkat Pengembalian Investasi 43
Tabel 6. Nama Range dan sel korespondensinya 44

Daftar Gambar

Gambar 1. Menu Ms. Excel Options Add-Ins 6
Gambar 2. Mengaktifkan Solver Add-In 6
Gambar 3. Menu Solver pada Tab Data 6
Gambar 4. Model Excel untuk keputusan produksi Mebel 7
Gambar 5. Memasukkan Formula sumproduct() pada model. 8

Gambar 6. Hasil percobaan model secara manual 9
Gambar 7. Dialog masukan Solver Parameter 10
Gambar 8. Dialog untuk menambahkan constraint 11
Gambar 9. Solusi optimal model dalam tampilan Ms. Excel 12
Gambar 10. Model Excel untuk masalah transportasi 14
Gambar 15.1 Goal Seek 56
Gambar 15.2 Create Range Name From Selection 56
Gambar 15.3 Goal Seek 57
Gambar 15.4 Skenario Anggaran Rumah Tangga 58
Gambar 15.5 Kelompok Icon Data Tools 59
Gambar 15.6 Dialog Scenario Manager 59
Gambar 15.7 Dialog Menambahkan Scenario 60
Gambar 15.8 Input Nilai Sel Yang Diubah Dalam Scenario 61
Gambar 15.9. Pemberian Nama Scenario 62
Gambar 15.10 Model Scenario Anggaran Rumah Tangga 64
Gambar 15.11 Dialog Scenario Summary 65
Gambar 15.12 Hasil Scenario 66
Gambar 15.13 Worksheet Pembayaran Hutang 67
Gambar 15.14 Memasukkan Rumus Cicilan (PMT) 68
Gambar 15.15 Pembuatan Data tabel 1 69
Gambar 15.16 Menu Data Table Icon dalam What -iF -Anaylisis 69
Gambar 15.17. Input Sel Baris dan Kolom dalam Data Table 70
Gambar 15.18. Hasil Data Table 71
Gambar 15.19 Data tabel Horizontal 71
Gambar 15.20 Blok Range Untuk Data Table 72
Gambar 15.21 Contoh Data Table Horisontal 73

Bab I. Pendahuluan

Dalam lembar kerja Excel, mengoptimalkan suatu nilai terkadang sulit dilakukan. Untungnya, Microsoft menawarkan Solver, sebuah *add-in* optimisasi numerik untuk membantu tugas ini. Solver sangat berguna sebagai alat ”bagaimana-jika”, walaupun tidak semua hal bisa diselesaikannya. Dengan Solver™, Anda dapat mencari nilai optimal (maksimum atau minimum) untuk rumus dalam satu sel - disebut sel obyektif – yang memenuhi pada kendala (batasan), atau batas, nilai pada sel rumus lain pada lembar kerja. Solver mengolah sekelompok sel - disebut sel variabel keputusan - yang merupakan bagian dari rumus perhitungan dari sel tujuan dan kendala. Solver™ menyesuaikan nilai dalam sel variabel keputusan untuk memenuhi batas pada sel kendala dan menghasilkan hasil yang Anda inginkan untuk sel objektif. Dengan kata lain, fasilitas Solver memungkinkan kita menghitung nilai yang dibutuhkan untuk mencapai hasil dengan cara menyesuaikan nilai yang terdapat pada satu sel atau lebih dan bisa mendefinisikan sendiri suatu fungsi kendala sehingga bisa mencari solusi optimumnya seperti meminimumkan ongkos transportasi antara pabrik dan pusat penjualan, menentukan impas dua buah produk dan lain-lain adalah contoh yang dapat diselesaikan dengan solver.

Sel-sel variabel objektif, kendala dan keputusan dan rumus yang saling terkait membentuk model Solver; nilai akhir yang ditemukan oleh Solver adalah solusi untuk model ini. Solver menggunakan berbagai metode, dari pemrograman linier dan optimasi nonlinier ke algoritma genetika dan evolusioner, untuk menemukan solusi.

Solver merupakan salah satu fasilitas tambahan/optional (add-in) yang disediakan oleh Microsoft Excel yang berfungsi untuk mencari nilai optimal suatu formula pada satu sel saja (yang biasa disebut sebagai sel target) pada worksheet/lembar kerja. Microsoft Excel Solver mengkombinasikan fungsi dari suatu Graphical User Interface (GUI), suatu algebraic modeling language seperti GAMS (Brooke, Kendrick, dan Meeraus 1992) atau AMPL (Fourer, Gay, and Kernighan 1993), dan optimizers untuk linier, nonlinear, dan integer program. Masing-masing fungsi ini terintegrasi ke dalam spreadsheet program

Fitur ini diinstal secara tersendiri karena merupakan fasilitas tambahan/optional. Cara menambahkan pada MS Excel sangat mudah yaitu dengan langkah:

- Masuk aplikasi MS Excel.
- Pada menu **tools**, klik **Add-Ins**.
- Jika fasilitas add-in yang diinginkan tidak terdapat pada box Add-Ins available, klik **Browse** dan cari lokasi fasilitas add-in.
- Pada box Add-Ins available, selanjutnya pilih **check box** dari add-in yang ingin di-load. Kemudian klik **ok**.
- Jika memungkinkan ikuti instruksi pada saat setup program.
- Yang perlu diingat, pada saat penambahan fasilitas ini memerlukan master MS Office itu sendiri untuk proses penginstallan baik itu berupa CD master ataupun suatu folder tersendiri yang master yang dibutuhkan.

Solver merupakan bagian dari serangkaian perintah/command yang seringkali disebut what-if analysis tool. Fasilitas ini bekerja dengan sel-sel suatu grup yang saling terhubung, baik secara langsung ataupun tidak langsung (directly-indirectly), untuk formula pada sel target. Solver terdiri dari tiga bagian:

1. **Adjustable cells/sel pengatur**
   Solver mengatur perubahan nilai pada sel yang spesifik, untuk memproduksi hasil perlu spesifikasi dari formula pada el target.
2. **Constrained cells/sel pembatas**
   Constraint digunakan untuk membatasi nilai solver yang dapat digunakan pada suatu model tertentu dan constraint mengacu pada sel lain yang memengaruhi formula pada sel target.
3. **Target cells/sel target**
   Merupakan bagian solver sebagai tempat dimana hasil akhir pemrosesan/eksekusi suatu formula ditempatkan.

Solver digunakan untuk menentukan nilai maksimum dan minimum pada suatu sel dengan mengubah sel yang lain. Misal: mengubah jumlah biaya iklan pada proyek dan melihat pengaruh pada jumlah keuntungan/profit proyek.

Algoritma, Metode dan Penggunaan Solver™

Tool Microsoft Excel Solver menggunakan kode-kode non-linear optimisasi Generalized Reduced Gradient (GRG2) yang dikembangkan oleh Leon Lasdon (Universitas Texas: Austin) dan Allen Waren (Cleveland State University). Sedangkan untuk linear dan permasalahan integer digunakan metode simplex dengan bound/batas variabel. Metode ini (branch and bound method) diimplementasikan oleh John Watson dan Dan Fylstra (Frontline Systems,Inc).

Anda bisa menggunakan Solver untuk menentukan nilai minimum atau maksimum dari satu sel dengan mengubah sel lainnya. Misalnya, Anda bisa mengubah jumlah diproyeksikan iklan anggaran dan melihat efek pada jumlah laba diproyeksikan Anda.

Langkah-Langkah yang Terlibat dalam Memecahkan Masalah Optimasi

- Memahami masalah, mungkin dengan menggambar diagram yang merepresentasikan masalah
- Tuliskan rumusan masalah dalam kata-kata, termasuk variabel keputusan, fungsi obyektif, dan kendala
- Tuliskan formulasi aljabar dari masalah.
- Tentukan variabel keputusan
- Tulis fungsi obyektif
- Tulis batasannya
- Kembangkan model spreadsheet
- Atur pengaturan Solver dan selesaikan masalah
- Periksa hasilnya dan lakukan koreksi pada model
- Menganalisis dan menginterpretasikan hasilnya

Dalam tulisan ini, tidak semua kasus pemodelan keputusan dibahas. Penulis membatasi pada program linier sederhana diantaranya: Model Transportasi, Model Penugasan, Model Jalur Terpendek, Model Aliran Maksimum dan Model Investasi Modal, pada Bab II sampai dengan Bab VII. Selain itu ditunjukkan pula bagaimana membuat analisis sensitivitas dari model dengan menggunakan solver dan cara membacanya dalam Bab VIII. Serta, seperti yang telah dikemukakan di atas bahwa solver adalah alat What-If-Analysis, maka dalam pembahasan terakhir disebut juga penerapan sederhana what if analysis pada Bab IX.

Untuk mempermudah penjelasan maka penulis menggunakan pula penamaan sel atau range sebagai perwakilan dari range atau sel dalam formula yang digunakan yang dibahas dalam Bab X. Demikian pula pemakaian fungsi excel tentang sumif dan sumproduct pada Bab XI.

Bab II. Memuat Solver

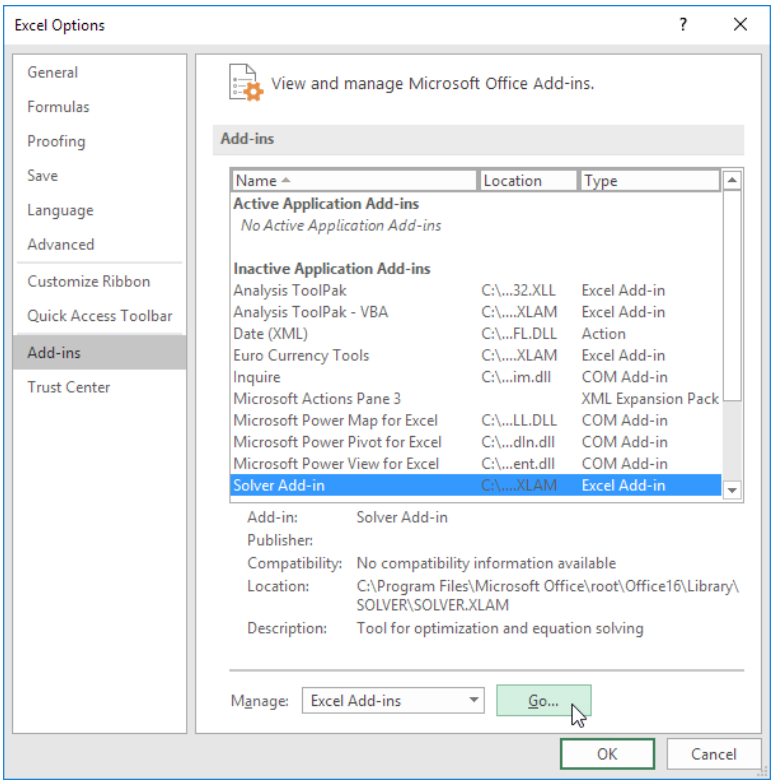
Memuat Add-in Solver | Formulasi Model | Metode Trial & Error | Solusi Model

Ms. Excel memiliki tools yang disebut Solver™ yang menggunakan teknik dari riset operasi untuk mencari solusi optimal untuk hampir semua jenis masalah keputusan. Untuk menggunakan Solver maka kita harus memuat terlebih dahulu Add-in Solver ke Ms. Excel yang

2.01 Memuat Add-in Solver

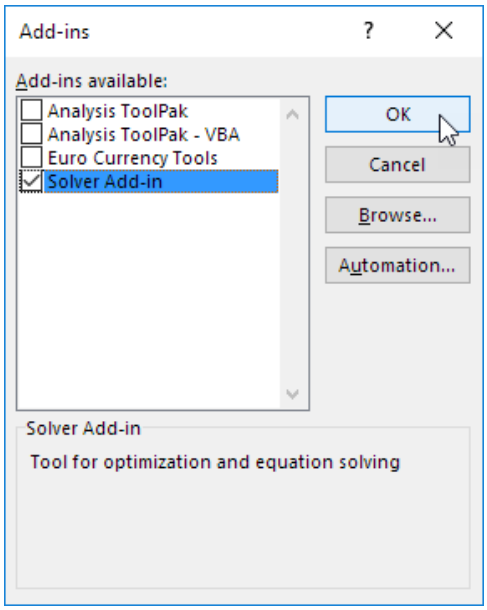
Untuk memuat atau mengaktifkan Solver™, maka lakukan langkah-langkah berikut.

1. Pada tab **File**, klik **Options,** tampilan tampak seperti Gambar 1.
2. Pilih menu Add-ins, pada bagian bawah jendela kedua pilih Manage: Excel Add-in dan klik pada tombol **Go**.



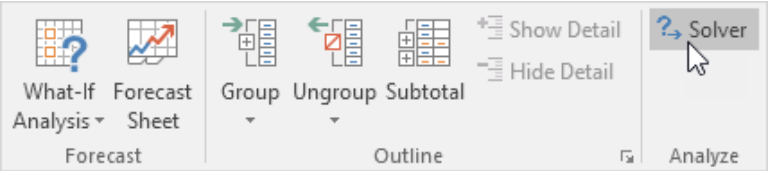
Gambar 1. Menu Ms. Excel Options Add-Ins

3. Beri tanda cek (√) Add-in Solver dan klik OK (lih. Gambar 2).



Gambar 2. Mengaktifkan Solver Add-In

4. Anda akan melihat menu Solver pada tab Data, dalam Analyze group (Gambar 3).



Gambar 3. Menu Solver pada Tab Data

2.02 Formulasikan Model Keputusan

Model Keputusan yang akan kita cari solusinya tampak seperti Gambar 4 berikut dalam Ms. Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Mebel Apik								
2										
3			Meja	Kursi	Lemari					
4		Profit per Unit	700	400	800					
5							Sumber Daya Terpakai		Sumber Daya Tersedia	
6		Tukang Kayu	4	2	5		0	≤	240	
7		Tukang Cat	1	1.5	3		0	≤	100	
8										
9										
10			Meja	Kursi	Lemari				Total Profit	
11		Jumlah Buat	0	0	0				0	
12										

Gambar 4. Model Excel untuk keputusan produksi Mebel

4. Untuk merumuskan model pemrograman linier ini, jawablah tiga pertanyaan berikut.

a. Apa yang dijadikan keputusan? Untuk contoh disini, kita ingin Ms. Excel mencari berapa banyak setiap produk harus dibuat (Meja, Kursi dan Lemari).

b. Apa yang menjadi kendala/batasan dalam keputusan ini? Dalam contoh ini kendala yang digunakan adalah jumlah jam kerja Tukang Kayu dan Tukang Cat yang tersedia. Misalnya, setiap meja membutuhkan waktu pengerjaan tukang kayu sebanyak 4 jam, kursi sebanyak 2 jam dan lemari 5 jam.

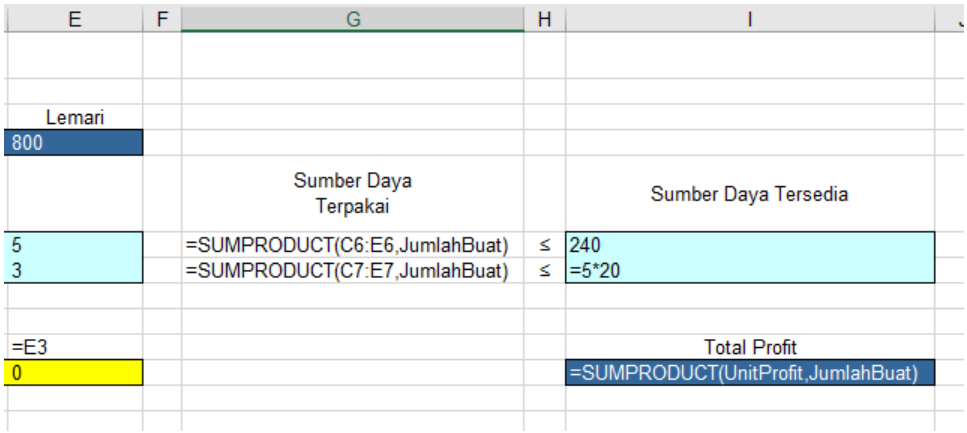
c. Apa yang menjadi ukuran kinerja untuk keputusan ini? Pada contoh ini kita menggunakan ukuran kinerja keuntungan (profit) dari penjualan produk, sehingga fungsi tujuan (objective function) adalah memaksimumkan keuntungan dari produk yang dibuat.

5. Agar formulasinya menjadi lebih mudah dipahami, maka kita menggunakan **name range** seperti dalam Tabel 1. Nama Range untuk Model pada lembar kerja Ms. Excel.

Tabel 1. Nama Range untuk Model

Nama Range	Range/sel
UnitProfit	C4:E4
JumlahBuat	C11:E11
SumberDayaTerpakai	G6:G7
SumberDayaTersedia	I7:I8
TotalProfit	I11

6. Masukan formula fungsi SUMPRODUCT ke sel yang di bawah Sumber Daya Terpakai dan Total Profit.



Gambar 5. Memasukkan Formula sumproduct() pada model.

Jumlah jam kerja tukang kayu sama dengan **sumproduct** range C7:E7 dan JumlahBuat. Jumlah jam kerja tukang cat sama sumproduct dari range C8:E8 dan JumlahBuat. Total Profit sama dengan sumproduct dari UnitProfit dan JumlahBuat.

2.03 Mencoba model

Dengan formulasi seperti contoh di atas, maka kita bisa dengan mudah untuk menganalisis solusi uji coba.

Sebagai contoh, kita mencoba memproduksi 20 Meja, 40 Kursi and 5 Lemari, jumlah total sumber daya tukang cat dan tukang kayu yang terpakai tidak melebihi jumlah sumber daya yang tersedia. Solusinya memiliki total profit sebesar 34000 (lih. Gambar 6).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Mebel Apik								
2										
3			Meja	Kursi	Lemari					
4		Profit per Unit	700	400	800					
5							Sumber Daya Terpakai		Sumber Daya Tersedia	
6		Tukang Kayu	4	2	5		185	≤	240	
7		Tukang Cat	1	1.5	3		95	≤	100	
8										
9										
10			Meja	Kursi	Lemari				Total Profit	
11		Jumlah Buat	20	40	5				34000	
12										

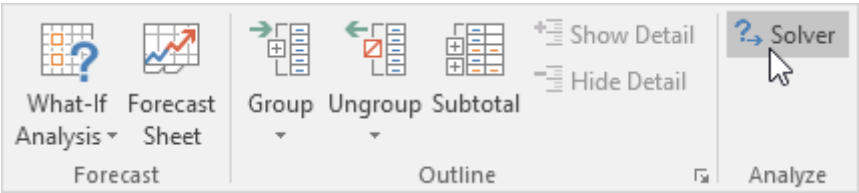
Gambar 6. Hasil percobaan model secara manual

Sebenarnya kita tidak perlu menggunakan metode trial & error untuk mencapai solusi optimal. Ms. Excel Solver dapat digunakan untuk menemukan solusi optimal dengan cepat.

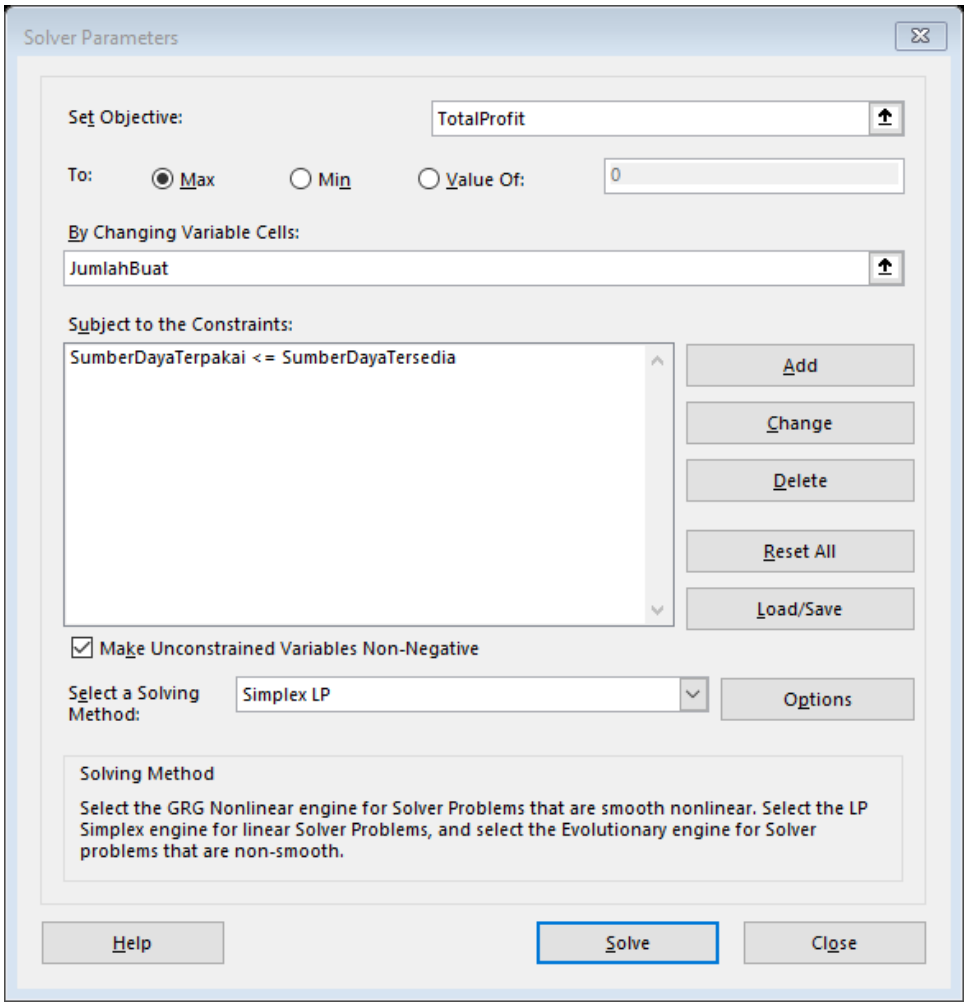
2.04 Solusi Model dengan Solver™

Untuk mencari solusi optimal dari model kita, maka ikuti langkah sebagai berikut:

1. Pada tab Data, dalam Analyze group, klik Solver.



Masukan parameter solver. Hasilnya akan sama dengan Tampilan di bawah ini.



Gambar 7. Dialog masukan Solver Parameter

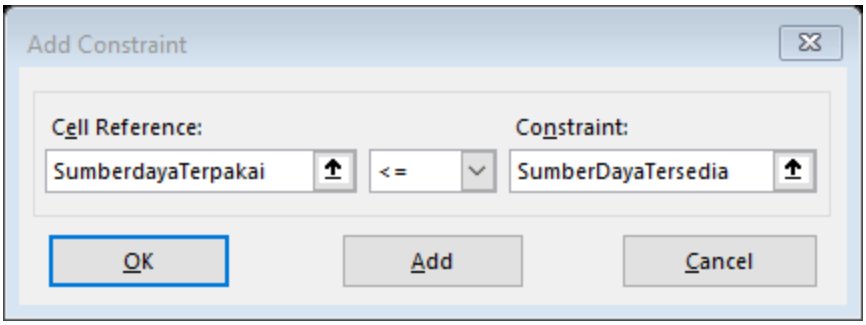
Anda bisa memilih mengetikkan nama range atau dengan memilih pada sel/range dalam lembar kerja.

2. Masukan **TotalProfit** untuk **Objective**.

3. Klik Max.

4. Masukan **JumlahBuat** untuk **By Changing Variable Cells**.

5. Klik Add untuk memasukkan kendala (constraint) sebagai berikut:

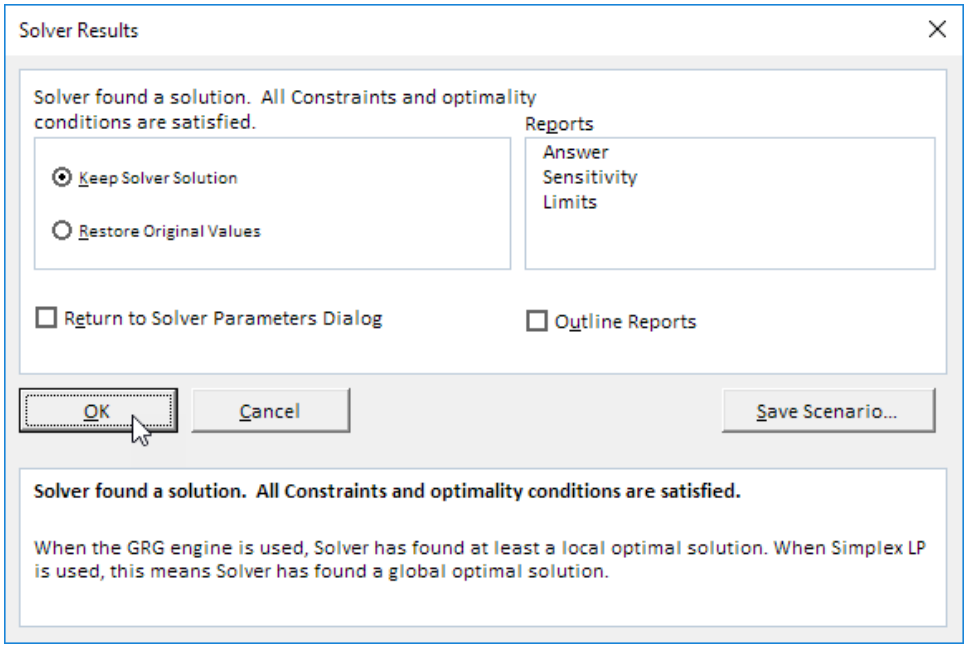


Gambar 8. Dialog untuk menambahkan constraint

6. Cek (√) 'Make Unconstrained Variables Non-Negative' dan pilih 'Simplex LP'.

7. Dan klik Solve.

Hasilnya:



Klik OK, maka Solusi optimal akan tampil sebagai berikut:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Mebel Apik								
2										
3			Meja	Kursi	Lemari					
4		Profit per Unit	700	400	800					
5							Sumber Daya Terpakai		Sumber Daya Tersedia	
6		Tukang Kayu	4	2	5		240	≤	240	
7		Tukang Cat	1	1.5	3		100	≤	100	
8										
9										
10			Meja	Kursi	Lemari				Total Profit	
11		Jumlah Buat	40	40	0				44000	
12										

Gambar 9. Solusi optimal model dalam tampilan Ms. Excel

Kesimpulan kita dari solusi ini adalah optimal pada dengan jumlah yang dibuat: 40 meja dan 40 kursi, serta tidak membuat Lemari. Total profit yang dihasilkan dengan solusi ini adalah 44000. Sumber daya Mebel Apik digunakan semuanya atau tidak ada yang menganggur (idle).

Bab III. Model Transportasi

Formulasi Model | Mencoba Model | Solusi Model

Menggunakan Solver dalam Ms. Excel untuk mencari jumlah barang yang harus dikirimkan dari beberapa tempat asal ke beberapa tujuan. Sebagai contoh dari sebuah perusahaan memiliki 3 buah Pabrik yang berbeda-beda lokasinya dan memiliki Gudang penyimpanan barang jadi yang juga berbeda-beda lokasinya. Biaya untuk mengirimkan barang per unit dari masing-masing pabrik ke masing-masing gudang dapat dilihat pada Tabel 2, Hasil produksi pabrik1, pabrik 2 dan pabrik 3 secara berturutan adalah 100 unit, 200 unit dan 300 unit. Sedangkan kapasitas gudang 1, gudang 2 dan gudang 3 masing-masing adalah 200 unit. Manager ingin mengetahui berapa yang harus dikirim dari masing-masing pabrik ke masing-masing sehingga total biaya pengiriman minimum.

Tabel 2. Biaya Pengiriman per unit barang

Dari/Ke	Gudang 1	Gudang 2	Gudang 3
Pabrik 1	35	47	80
Pabrik 2	72	36	58
Pabrik 3	24	61	51

3.01 Formulasi Model

Model yang kita cari solusinya akan nampak seperti gambar di bawah ini dalam tampilan Ms. Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Masalah Transportasi								
2										
3		Biaya Satuan	Gudang 1	Gudang 2	Gudang 3					
4		Pabrik 1	35	47	80					
5		Pabrik 2	72	36	58					
6		Pabrik 3	24	61	51					
7										
8										
9		Shipments	Gudang 1	Gudang 2	Gudang 3		Total Keluar		Pasokan	
10		Pabrik 1					0	=	100	
11		Pabrik 2					0	=	200	
12		Pabrik 3					0	=	300	
13										
14		Total Masuk	0	0	0					
15			=	=	=				Biaya Total	
16		Permintaan	200	200	200				0	
17										

Gambar 10. Model Excel untuk masalah transportasi

Untuk memformulasi model masalah transportasi, maka kita akan menjawab pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut:

a. Apa keputusan yang akan dibuat? Untuk masalah ini, maka kita memerintahkan kepada Ms. Excel untuk mencari berapa unit yang harus dikirim dari masing-masing pabrik ke masing-masing gudang di kota tertentu.

b. Apa yang menjadi kendala/pembatas (constraint) pada keputusan ini? Setiap Pabrik memiliki jumlah pasokan (suplay) yang tertentu dan setiap gudang di kota tertentu memiliki kapasitas permintaan (demand) tertentu pula.

c. Apa ukuran kinerja keputusan ini? Ukuran kinerja keputusan ini adalah total biaya pengiriman, sehingga fungsi tujuan (objective) adalah meminimalkan total biaya.

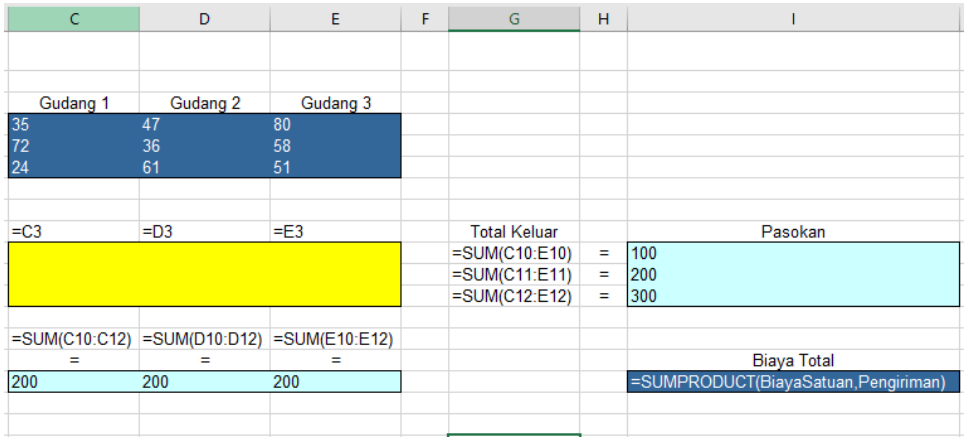
Agar formulasinya menjadi lebih mudah dipahami, maka kita menggunakan name range (Tabel 3. Nama Range dalam model excel transportasi) pada lembar kerja Ms. Excel.

Tabel 3. Nama Range dalam model excel transportasi

Nama Range	Cells
BiayaSatuan	C4:E6
Pengiriman	C10:E12

TotalMasuk	C14:E14
Permintaan	C16:E16
TotalKeluar	G10:G12
Pasokan	I10:I12
BiayaTotal	I16

3. Masukan formula dengan menggunakan fungsi excel berikut:



Fungsi SUM menghitung total pengiriman dari masing-masing Pabrik (Total Keluar) ke masing-masing Gudang (Total Masuk). Sedangkan untuk Biaya Total Cost kita menggunakan fungsi sumproduct dari Range BiayaSatuan dan Range Pengiriman.

3.02 Mencoba Model secara Manual

Dengan formula yang telah dimasukan, maka anda mudah untuk menganalisis secara manual kombinasi solusi.

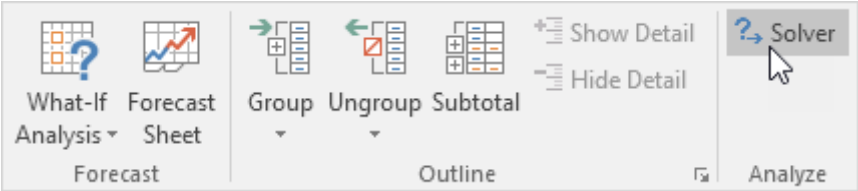
Sebagai contoh, jika kita mengirimkan 100 unit dari from Pabrik 1 to Gudang 1, 100 unit dari Pabrik 2 ke Gudang 2, 100 unit dari Pabrik 2 ke Gudang 3, 100 unit dari Pabrik 3 ke Gudang 1, 100 unit dari Pabrik 3 ke Gudang 2 dan 100 units from Pabrik 3 ke Gudang 3. Total Keluar akan sama dengan Pasokan dan Total Masuk sama dengan Permintaan. Solusi ini akan membebankan Biaya Total 26500.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		Masalah Transportasi							
2									
3		Biaya Satuan	Gudang 1	Gudang 2	Gudang 3				
4		Pabrik 1	35	47	80				
5		Pabrik 2	72	36	58				
6		Pabrik 3	24	61	51				
7									
8									
9		Shipments	Gudang 1	Gudang 2	Gudang 3		Total Keluar		Pasokan
10		Pabrik 1	100				100	=	100
11		Pabrik 2	0	100	100		200	=	200
12		Pabrik 3	100	100	100		300	=	300
13									
14		Total Masuk	200	200	200				
15			=	=	=				Biaya Total
16		Permintaan	200	200	200				26500

Sebetulnya kita tidak perlu menyelesaikan model dengan mencoba model secara manual untuk mencapai solusi optimal. Ms. Excel Solver dapat digunakan untuk menemukan solusi optimal dengan cepat.

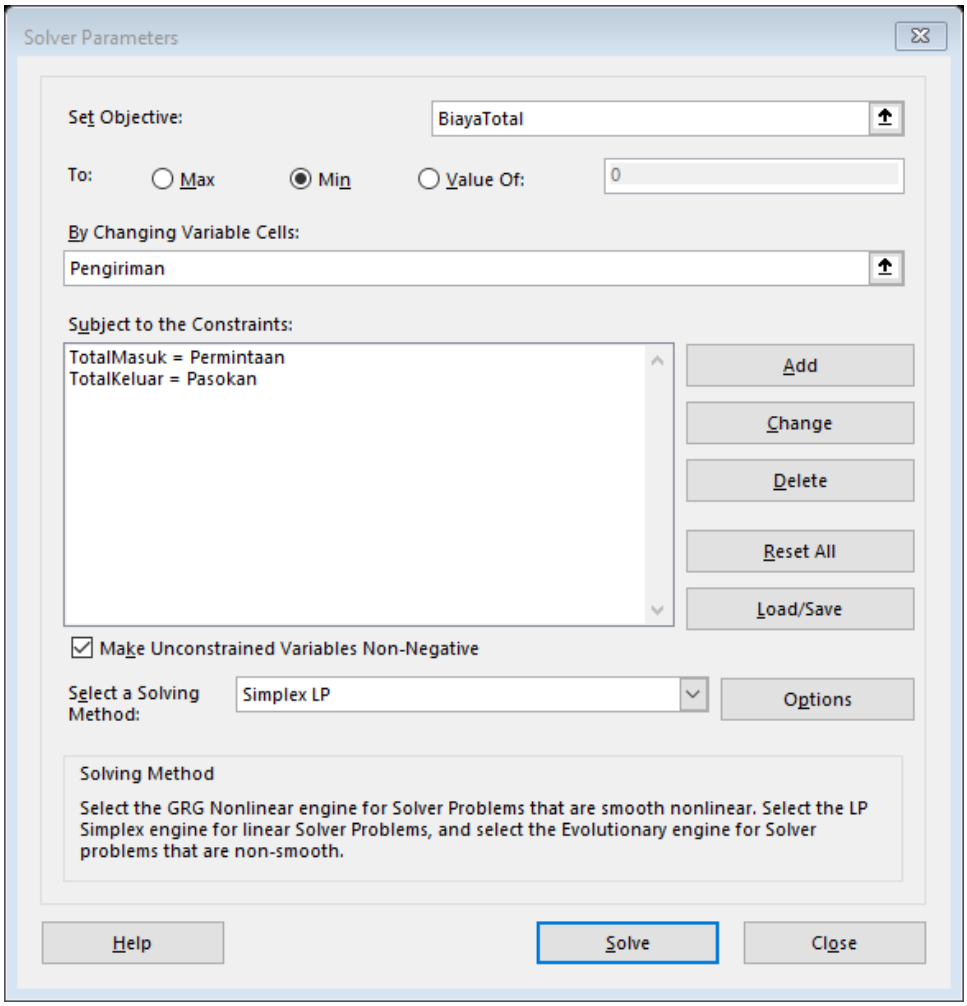
3.03 Solusi Model Dengan Solver™

1. Pada tab Data, dalam Analyze group, klik Solver.



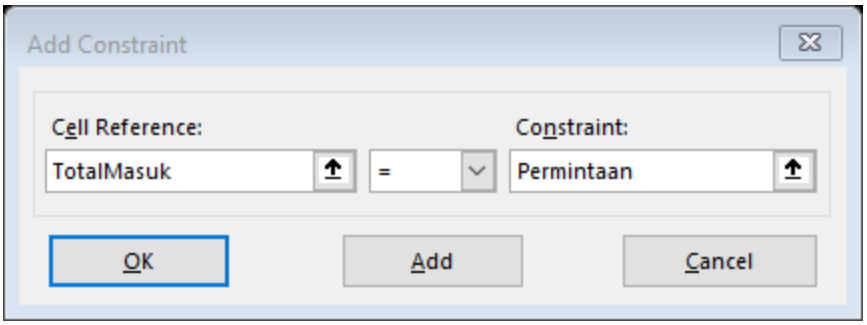
Jika Solver™ tidak terlihat dalam menu maka lihat Memuat Solver

Masukan parameter solver. Hasilnya akan sama dengan Tampilan di bawah ini.

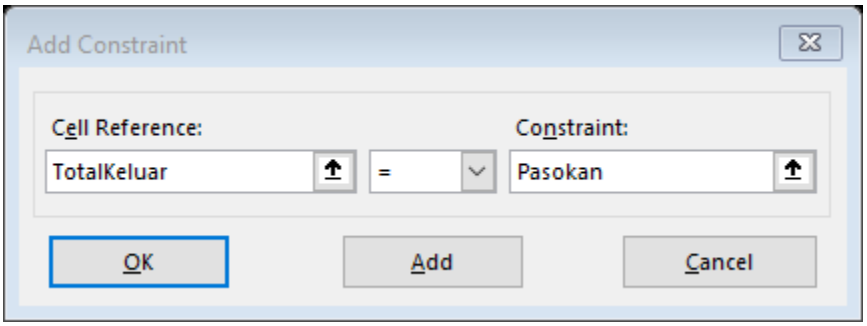


Anda bisa memilih mengetikkan nama range atau dengan memilih pada sel/range dalam lembar kerja.

2. Masukan BiayaTotal untuk Objective.
3. Klik Max.
4. Masukan Pengiriman untuk By Changing Variable Cells.
5. Klik Add untuk memasukkan kendala (constraint) permintaan sebagai berikut:

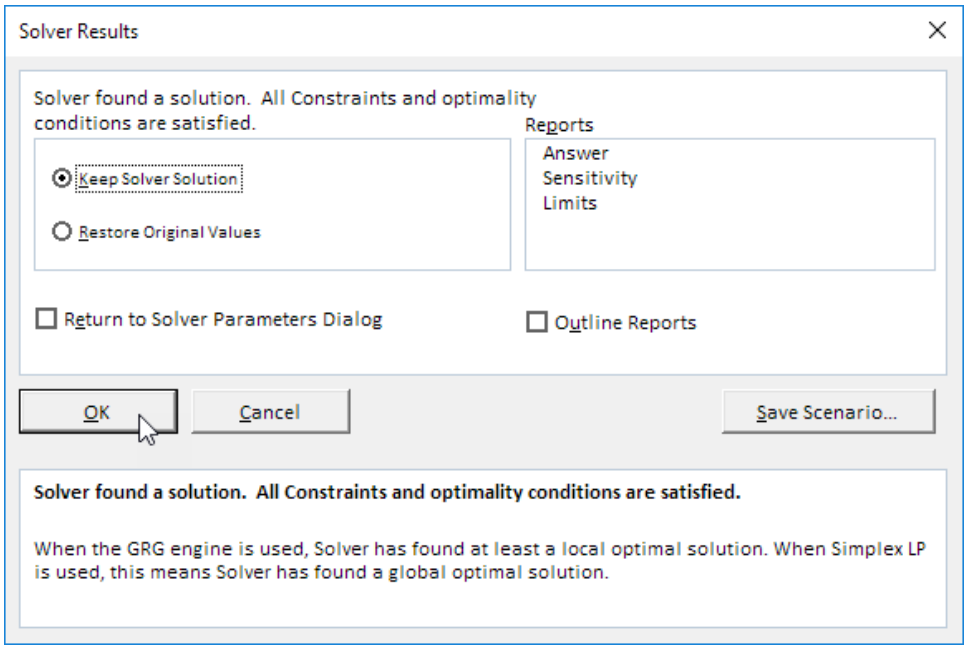


6. Klik Add untuk memasukkan kendala (constraint) pasokan sebagai berikut.



7. Cek (√) 'Make Unconstrained Variables Non-Negative' dan pilih 'Simplex LP'.
8. Dan klik Solve.

Hasilnya:



Solusi optimal untuk masalah Transportasi adalah sebagai berikut:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Masalah Transportasi								
2										
3		Biaya Satuan	Gudang 1	Gudang 2	Gudang 3					
4		Pabrik 1	35	47	80					
5		Pabrik 2	72	36	58					
6		Pabrik 3	24	61	51					
7										
8										
9		Shipments	Gudang 1	Gudang 2	Gudang 3		Total Keluar		Pasokan	
10		Pabrik 1	100	0	0		100	=	100	
11		Pabrik 2	0	200	0		200	=	200	
12		Pabrik 3	100	0	200		300	=	300	
13										
14		Total Masuk	200	200	200					
15			=	=	=				Biaya Total	
16		Permintaan	200	200	200				23300	
17										

Kesimpulan bahwa transportasi tersebut optimal jika kira mengirimkan 100 dari Pabrik 1 ke Gudang 1, 200 unit dari Pabrik 2 ke Gudang 2, 100 unit from Pabrik 3 ke Gudang 1, 200 unit dari Pabrik 3 ke Gudang 3. Dengan solusi ini maka kita memperoleh biaya minimum sebesar 23300. Dan seluruh kendala terpenuhi.

Bab IV. Model Penugasan (Assignment)

Formulasi Model | Mencoba Model secara Manual | Solusi Model Dengan Solver™

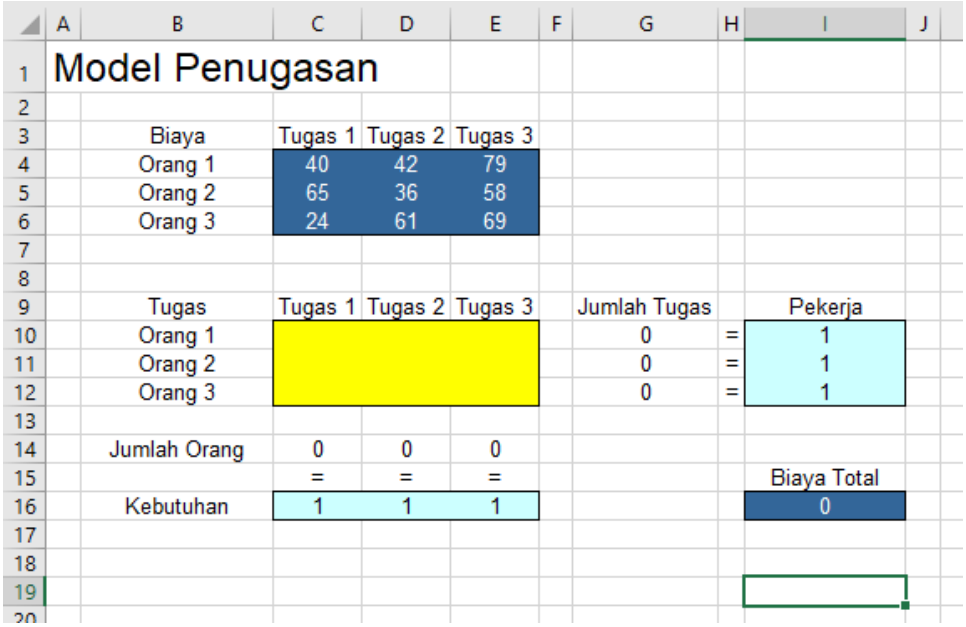
Penggunaan Solver™ dalam Ms. Excel untuk menyelesaikan penugasan beberapa orang atau alat ke beberapa tugas atau pekerjaan dengan tujuan biaya total yang minimum. Sebagai contoh, sebuah perusahaan memiliki tiga pekerjaan yang dapat dilakukan oleh satu orang tenaga ahli setiap pekerjaan. Untuk menyelesaikan tugas itu, masing-masing pekerja memiliki tarif yang berbeda-beda untuk menyelesaikan seperti pada Tabel 4. Biaya Penugasan Orang per tugas. Pekerja mana yang harus ditugaskan ke pekerjaan mana sehingga total biaya pekerjaan untuk tiga pekerjaan itu minimum.

Tabel 4. Biaya Penugasan Orang per tugas

Biaya	Tugas 1	Tugas 2	Tugas 3
Orang 1	40	42	79
Orang 2	65	36	58
Orang 3	24	61	69

4.01 Formulasi Model

Model yang kita cari solusinya akan nampak seperti gambar di bawah ini dalam tampilan Ms. Excel.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Model Penugasan								
2										
3		Biaya	Tugas 1	Tugas 2	Tugas 3					
4		Orang 1	40	42	79					
5		Orang 2	65	36	58					
6		Orang 3	24	61	69					
7										
8										
9		Tugas	Tugas 1	Tugas 2	Tugas 3		Jumlah Tugas		Pekerja	
10		Orang 1					0	=	1	
11		Orang 2					0	=	1	
12		Orang 3					0	=	1	
13										
14		Jumlah Orang	0	0	0					
15			=	=	=				Biaya Total	
16		Kebutuhan	1	1	1				0	
17										
18										
19										

1. Untuk memformulasi masalah penugasan ini, maka Untuk memformulasi Masalah Penugasan ini, maka kita akan menjawab pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut.

a. Apa keputusan yang akan dibuat? Untuk masalah ini, maka kita memerintahkan kepada Ms. Excel untuk menugaskan orang tertentu ke tugas tertentu (Ya=1, Tidak=0). Sebagai contoh, jika kita menugaskan Orang 1 ke Tugas 1 maka sel C10 sama dengan 1. Jika tidak maka sel C10 sama dengan 0.

b. Apa yang menjadi kendala/pembatas (constraint) pada keputusan ini? Setiap orang hanya boleh melaksanakan satu (1) tugas (Suplai=1). Setiap tugas hanya membutuhkan satu orang (Kebutuhan =1).

c. Apa ukuran kinerja keputusan ini? Ukuran kinerja keputusan ini adalah Biaya Total penugasan, sehingga fungsi objective adalah meminimalkan Biaya Total penugasan.

2. Agar formulasinya menjadi lebih mudah dipahami, maka kita menggunakan name range dari Ms. Excel.

Nama Range	Sel/Range
Biaya	C4:E6
Tugas	C10:E12

JumlahOrang	C14:E14
Kebutuhan	C16:E16
JumlahTugas	G10:G12
Pekerja	I10:I12
BiayaTotal	I16

3. Masukan formula dengan menggunakan fungsi excel berikut:

C	D	E	F	G	H	I
Tugas 1	Tugas 2	Tugas 3				
40	42	79				
65	36	58				
24	61	69				
=C3	=D3	=E3		Jumlah Tugas		Pekerja
				=SUM(C10:E10)	=	1
				=SUM(C11:E11)	=	1
				=SUM(C12:E12)	=	1
=SUM(C10:C12)	=SUM(D10:D12)	=SUM(E10:E12)				
=	=	=				Biaya Total
1	1	1				=SUMPRODUCT(Biaya,Tugas)

Fungsi SUM digunakan untuk menghitung jumlah tugas yang dibebankan kepada seseorang dan jumlah orang yang ditugaskan ke tugas tertentu. Biaya Total sama dengan sumproduct dari biaya dan Penugasan.

4.02 Mencoba Model secara Manual

Dengan formula yang telah dimasukan, maka anda mudah untuk menganalisis secara manual kombinasi solusi

Misalnya, jika kita menetapkan Orang 1 ke Tugas 1, Orang 2 ke tugas 2 dan Orang 3 ke Tugas 3, Jumlah Tugas yang ditetapkan sama dengan Kebutuhan dan Jumlah Orang yang ditugaskan sama dengan Permintaan. Solusi ini memiliki biaya total 145

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Model Penugasan								
2										
3		Biaya	Tugas 1	Tugas 2	Tugas 3					
4		Orang 1	40	42	79					
5		Orang 2	65	36	58					
6		Orang 3	24	61	69					
7										
8										
9		Tugas	Tugas 1	Tugas 2	Tugas 3		Jumlah Tugas		Pekerja	
10		Orang 1	1	0	0		1	=	1	
11		Orang 2	0	1	0		1	=	1	
12		Orang 3	0	0	1		1	=	1	
13										
14		Jumlah Orang	1	1	1					
15			=	=	=				Biaya Total	
16		Kebutuhan	1	1	1				145	

Sebetulnya kita tidak perlu menyelesaikan model dengan mencoba model secara manual untuk mencapai solusi optimal. Ms. Excel Solver dapat digunakan untuk menemukan solusi optimal dengan cepat.

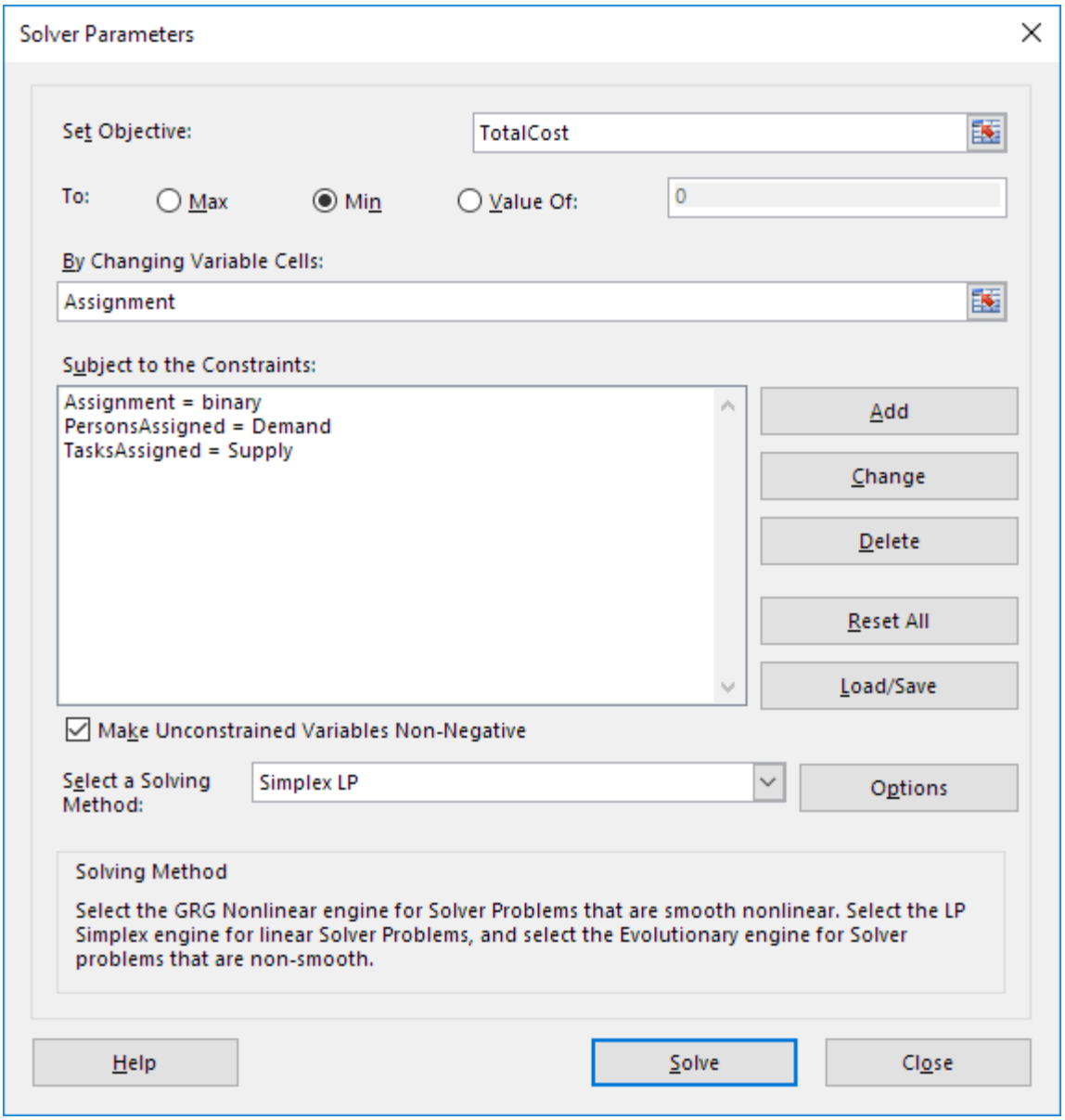
4.03 Solusi Model Dengan Solver™

Untuk memperoleh solusi optimal, maka ikuti langkah berikut.

1. Pada tab Data, dalam Analyze group, klik Solver.

Jika Solver™ tidak terlihat dalam menu maka lihat Memuat Solver

Masukan parameter solver. Hasilnya akan sama dengan Tampilan di bawah ini.



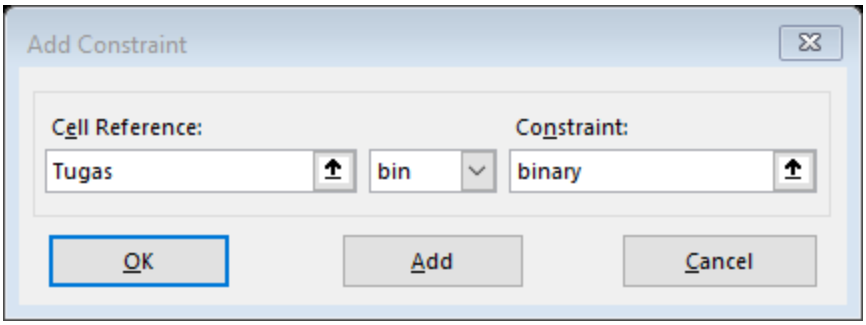
Anda bisa memilih mengetikkan nama range atau dengan memilih pada sel/range dalam lembar kerja.

2. Masukan BiayaTotal untuk bidang Objective.

3. Klik Min.

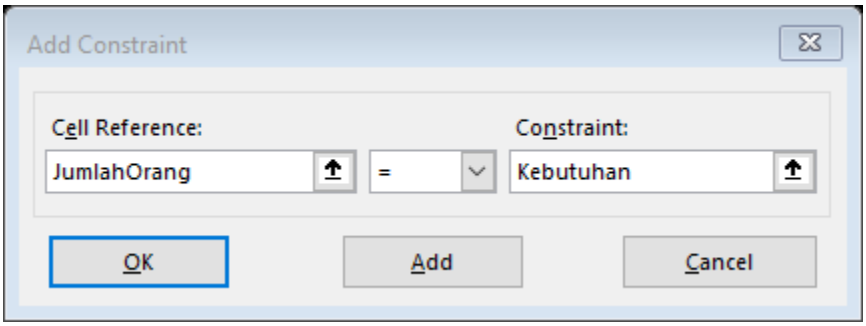
4. Masukan Tugas untuk By Changing Variable Cells.

5. Klik Add untuk memasukkan kendala (constraint) pasokan sebagai berikut.

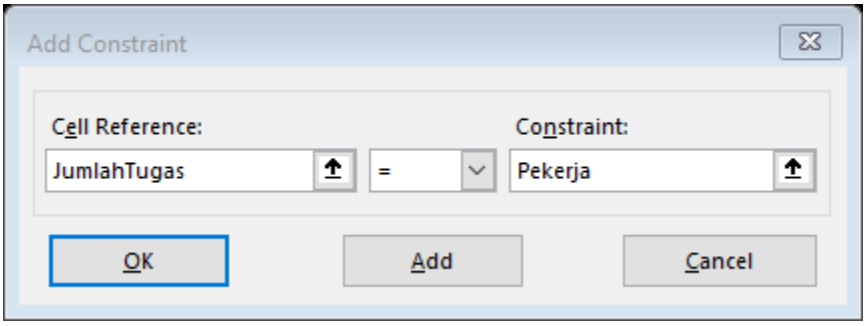


Dalam penugasan ini kita gunakan variabel binary (bin) yang nilainya adalah 0 atau 1.

6. Klik Add untuk memasukkan kendala (constraint) pasokan sebagai berikut.



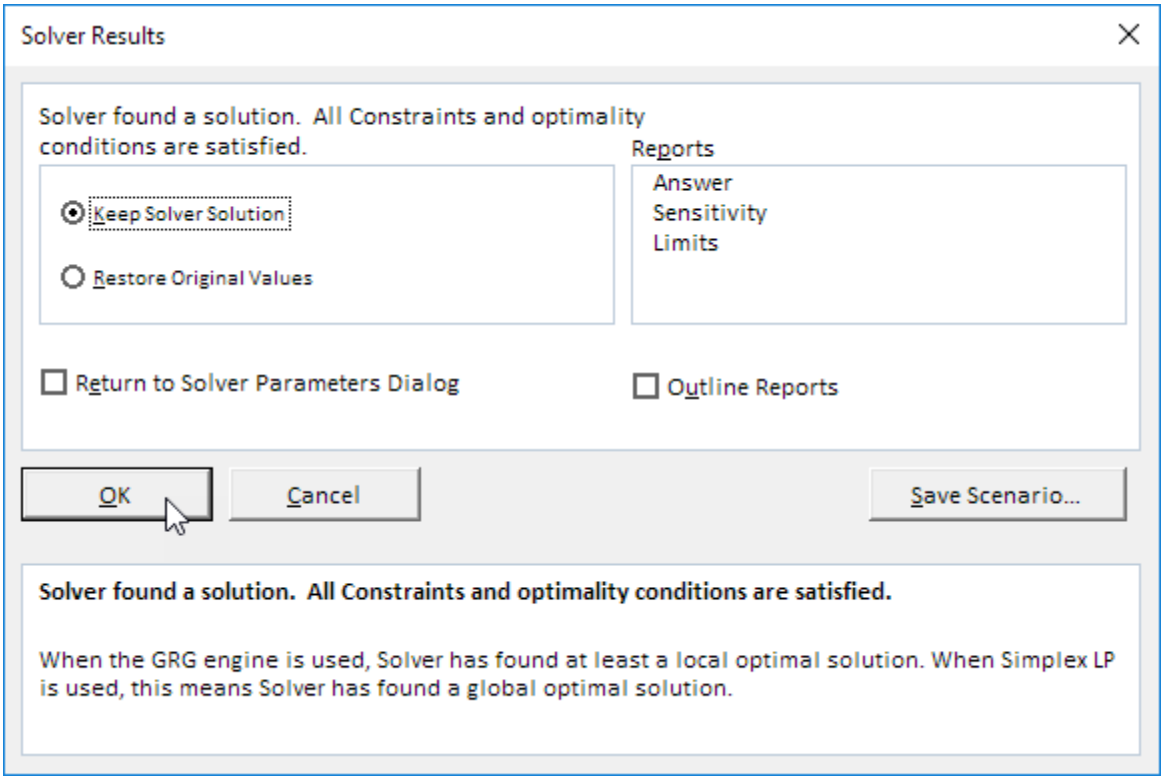
7. Klik Add untuk memasukkan kendala (constraint) pasokan sebagai berikut.



8. Cek (√) pada ‘Make Unconstrained Variables Non-Negative’ dan pilih ‘Simplex LP’.

9. Dan klik Solve.

Hasilnya adalah:



Solusi optimal:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Model Penugasan								
2										
3		Biaya	Tugas 1	Tugas 2	Tugas 3					
4		Orang 1	40	42	79					
5		Orang 2	65	36	58					
6		Orang 3	24	61	69					
7										
8										
9		Tugas	Tugas 1	Tugas 2	Tugas 3		Jumlah Tugas		Pekerja	
10		Orang 1	0	1	0		1	=	1	
11		Orang 2	0	0	1		1	=	1	
12		Orang 3	1	0	0		1	=	1	
13										
14		Jumlah Orang	1	1	1					
15			=	=	=				Biaya Total	
16		Kebutuhan	1	1	1				124	
17										

Kesimpulannya kita akan memperoleh solusi optimal jika menetapkan Orang 1 ke Tugas 2, Orang 2 ke Tugas 3 dan Orang 3 ke Task 1. Adapun solusi optimal ini membuat total biaya sebesar 124 dan seluruh kendala terpenuhi.

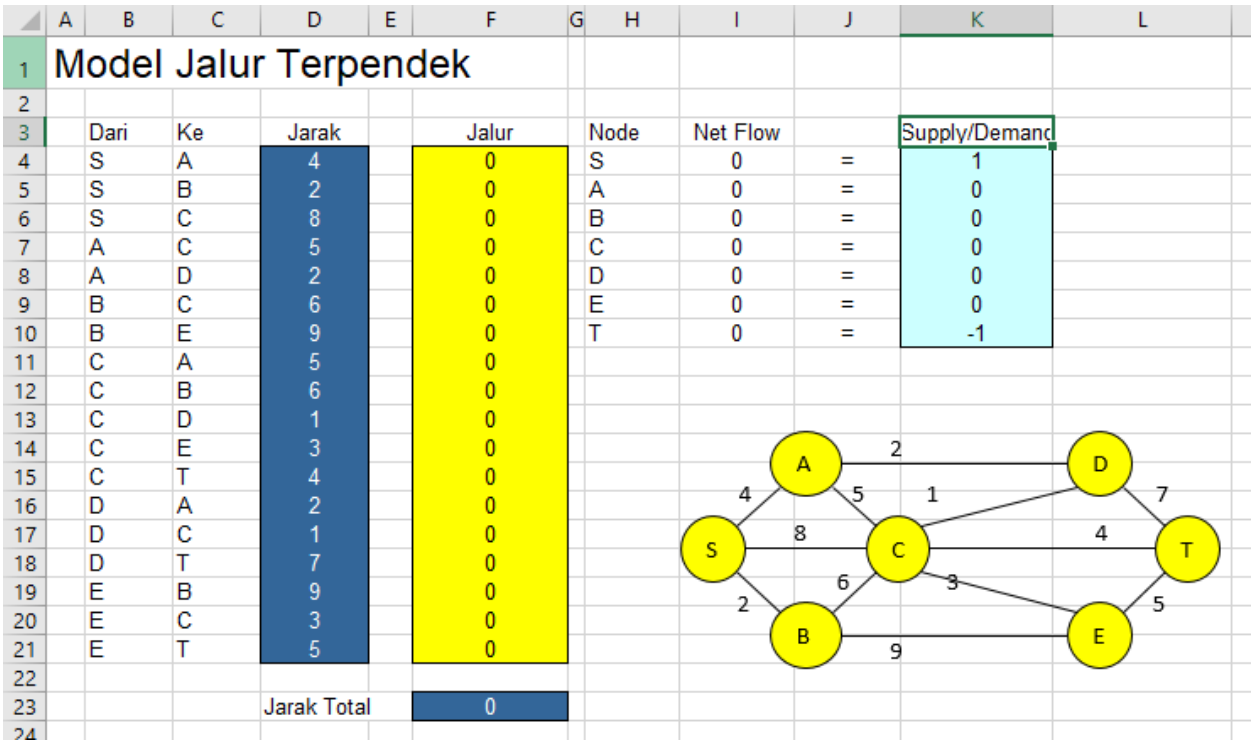
Bab V. Model Jalur Terpendek (Shortest Path)

Formulasi Model | Mencoba Model secara Manual | Solusi Model Dengan Solver™

Penggunaan Solver™ dalam Ms. Excel untuk mencari jalur terpendek (shortest path) dari satu node (simpul) S ke node T dalam jaringan (network) tanpa arah. Titik-titik simpul dalam jaringan disebut sebagai node (S, A, B, C, D, E dan T). Garis jalur yang menghubungkan jaringan disebut arc (jalur) (SA, SB, SC, AC, dan seterusnya.). Model Jalur Terpendek dapat diterapkan Jaringan Jalan, Jalur Komunikasi, dan sebagainya. Se

5.01 Formulasi Model

Model yang kita cari solusinya akan nampak seperti gambar di bawah ini dalam tampilan Ms. Excel.



Model Jalur Terpendek

Dari	Ke	Jarak	Jalur
S	A	4	0
S	B	2	0
S	C	8	0
A	C	5	0
A	D	2	0
B	C	6	0
B	E	9	0
C	A	5	0
C	B	6	0
C	D	1	0
C	E	3	0
C	T	4	0
D	A	2	0
D	C	1	0
D	T	7	0
E	B	9	0
E	C	3	0
E	T	5	0
		Jarak Total	0

Node	Net Flow		Supply/Demand
S	0	=	1
A	0	=	0
B	0	=	0
C	0	=	0
D	0	=	0
E	0	=	0
T	0	=	-1

1. Untuk memformulasi **Model jalur terpendek**, maka kita akan menjawab pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut.

a. Apa keputusan yang akan dibuat? Dalam model ini kita memerintahkan kepada Ms. Excel untuk mencari apakah jalur (arc) tertentu merupakan jalur terpendek atau tidak (Ya=1, Tidak=0).

Sebagai contoh, jika jalur (arc) SB adalah bagian dari jalur terpendek, maka F5 sama dengan 1. Jika tidak, maka sel F5 sama dengan 0.

b. Apa yang menjadi kendala/pembatas (constraint) pada keputusan ini? Net Flow (Flow Out - Flow In) setiap node harus sama dengan Supply/Demand. Node S harus hanya memilki jalur (arc) keluar (Net Flow = 1). Node T seharusnya hanya memiliki satu jalur (arc) masuk (Net Flow = -1). Seluruh node lainnya seharusnya hanya memiliki satu jalur (arc) keluar dan satu jalur (arc) masuk jika node tersebut berada pada jalur terpendek (Net Flow = 0) atau tidak adalah aliran (Net Flow = 0).

c. Apa ukuran kinerja keputusan ini? Ukuran kinerja keputusan ini adalah Total Jarak seluruh node yang ada pada jalur terpendek, jadi fungsi tujuannya (objective) adalah meminimalkan total jarak ini.

2. Agar formulasinya menjadi lebih mudah dipahami, maka kita menggunakan name range dari Ms. Excel.

Range Name	Cells
Dari	B4:B21
Ke	C4:C21
Jarak	D4:D21
Jalur	F4:F21
NetFlow	I4:I10
SupplyDemand	K4:K10
JarakTotal	F23

3. Masukan formula dengan menggunakan fungsi excel berikut:

Jalur	Node	Net Flow		Supply/Demand
0	S	=SUMIF(Dari,H4,Jalur)	=	1
0	A	=SUMIF(Dari,H5,Jalur)-SUMIF(Ke,H5,Jalur)	=	0
0	B	=SUMIF(Dari,H6,Jalur)-SUMIF(Ke,H6,Jalur)	=	0
0	C	=SUMIF(Dari,H7,Jalur)-SUMIF(Ke,H7,Jalur)	=	0
0	D	=SUMIF(Dari,H8,Jalur)-SUMIF(Ke,H8,Jalur)	=	0
0	E	=SUMIF(Dari,H9,Jalur)-SUMIF(Ke,H9,Jalur)	=	0
0	T	=-SUMIF(Ke,H10,Jalur)	=	-1
0				
0				
0				
0				
0				
0				
0				
0				
0				
0				
0				
=SUMPRODUCT(Jarak,Jalur)				

Penggunaan fungsi **SUMIF** untuk menghitung **Net Flow** setiap node. Untuk node S, maka fungsi **SUMIF** menjumlahkan nilai-nilai kolom **Jalur** dengan kolom **Dari** yang bernilai "S" saja. Dengan demikian hanya sel F4, F5 atau F6 yang bernilai 1 (satu jalur (arc) keluar). Untuk node T, fungsi SUMIF menjumlahkan nilai-nilai kolom **Jalur** dengan kolom **Ke** yang bernilai "T". Sehingga hanya sel F15, F18 or F21 yang bisa bernilai 1 (satu jalur (arc) masuk). Sedangkan untuk node lainnya, Ms. Excel akan mencari pada kolom **Dari** dan **Ke**. Jarak Total sama dengan **sumproduct** Jarak dan Jalan.

5.02 Mencoba Model secara Manual

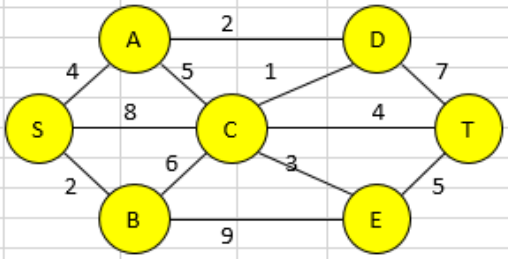
Dengan formula yang telah dimasukan, maka anda akan mudah untuk menganalisis secara manual kombinasi solusi

1. Sebagai contoh, jalur SBET (dari S ke B ke E dan berakhir di T) memiliki total jarak 16.

Model Jalur Terpendek

Dari	Ke	Jarak	Jalur
S	A	4	0
S	B	2	1
S	C	8	0
A	C	5	0
A	D	2	0
B	C	6	0
B	E	9	1
C	A	5	0
C	B	6	0
C	D	1	0
C	E	3	0
C	T	4	0
D	A	2	0
D	C	1	0
D	T	7	0
E	B	9	0
E	C	3	0
E	T	5	1
		Jarak Total	16

Node	Net Flow		Supply/Demand
S	1	=	1
A	0	=	0
B	0	=	0
C	0	=	0
D	0	=	0
E	0	=	0
T	-1	=	-1

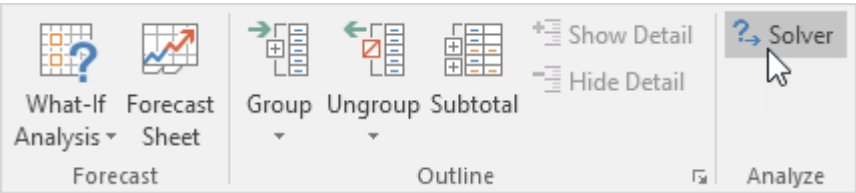


Sebetulnya kita tidak perlu menyelesaikan model dengan mencoba model secara manual untuk mencapai solusi optimal. Ms. Excel Solver dapat digunakan untuk menemukan solusi optimal dengan cepat

5.03 Solusi Model Dengan Solver™

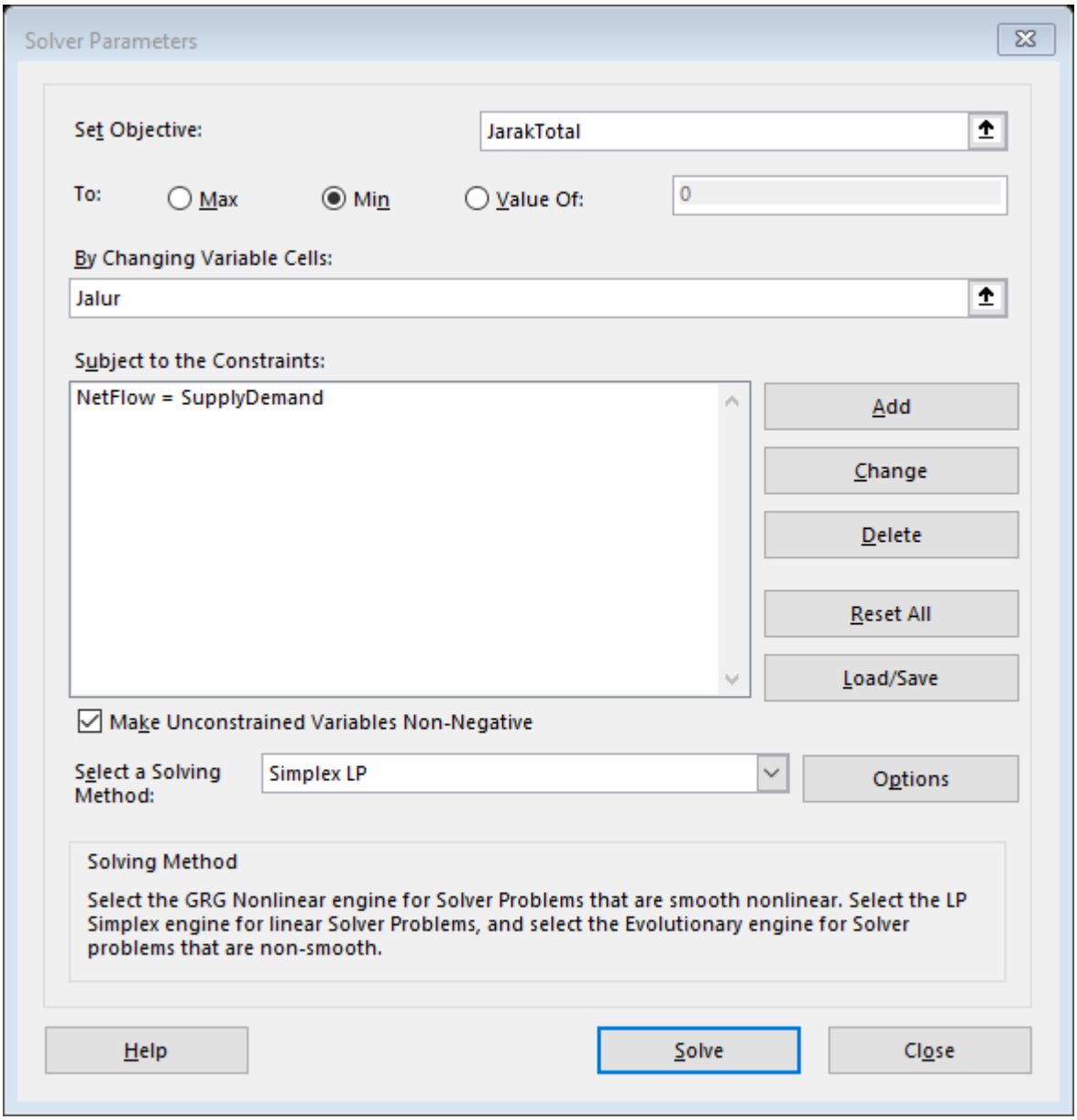
Untuk memperoleh solusi optimal, maka ikuti langkah berikut.

1. Pada tab Data, dalam Analyze group, klik Solver.



Jika Solver™ tidak terlihat dalam menu maka lihat Memuat Solver

Masukan parameter solver. Hasilnya akan sama dengan Tampilan di bawah ini.



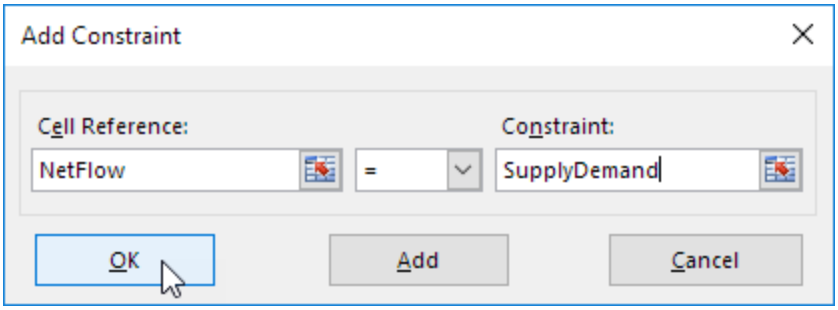
Anda bisa memilih mengetikkan nama range atau dengan memilih pada sel/range dalam lembar kerja.

2. Masukan **JarakTotal** untuk Objective.

3. Klik Min.

4. Masukan **Jalur** untuk By Changing Variable Cells.

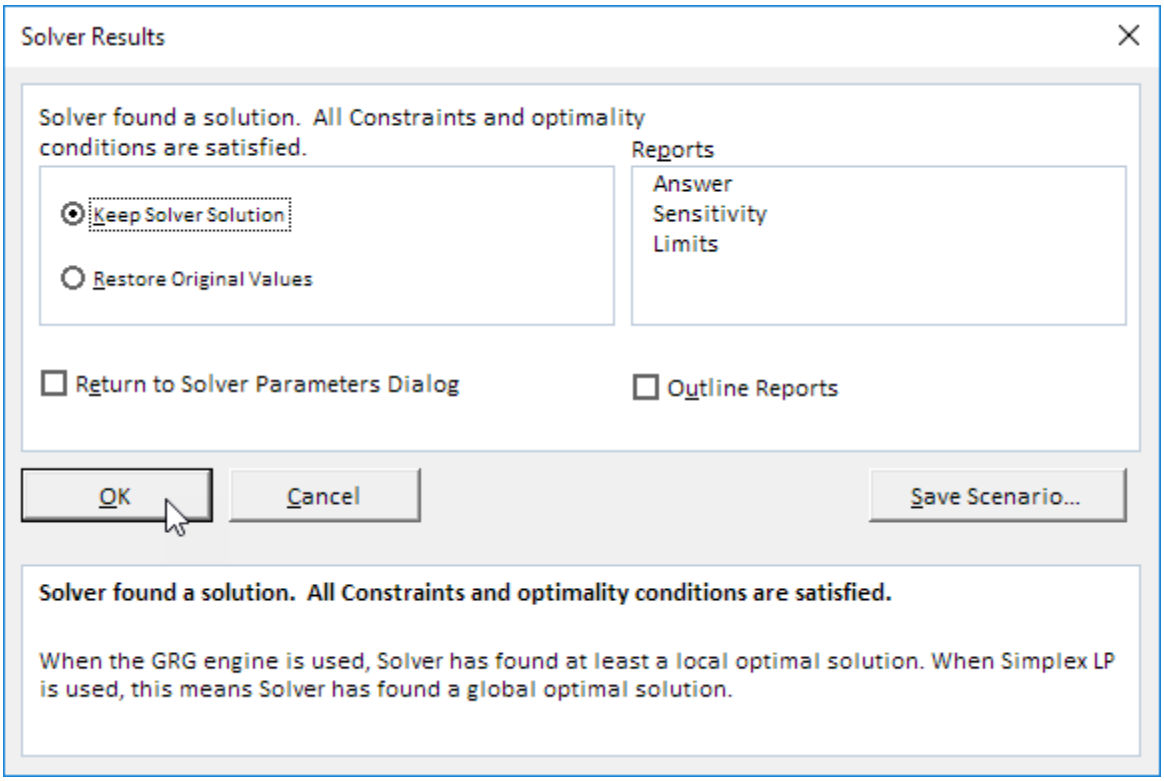
5. Klik Add untuk memasukkan kendala (constraint) **SupplyDemand** sebagai berikut.



6. Cek (√) '*Make Unconstrained Variables Non-Negative*' dan pilih '*Simplex LP'*.

7. Dan klik *Solve*.

Hasilnya adalah:

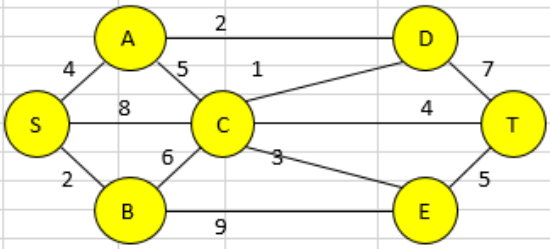


Solusi optimal:

Model Jalur Terpendek

Dari	Ke	Jarak	Jalur
S	A	4	1
S	B	2	0
S	C	8	0
A	C	5	0
A	D	2	1
B	C	6	0
B	E	9	0
C	A	5	0
C	B	6	0
C	D	1	0
C	E	3	0
C	T	4	1
D	A	2	0
D	C	1	1
D	T	7	0
E	B	9	0
E	C	3	0
E	T	5	0
		Jarak Total	11

Node	Net Flow		Supply/Demand
S	1	=	1
A	0	=	0
B	0	=	0
C	0	=	0
D	0	=	0
E	0	=	0
T	-1	=	-1



Kesimpulan model jalur terpendek untuk kasus di atas adalah SADCT (dari S ke A ke D ke C dan berakhir di T) merupakan jalur terpendek dengan jarak 11.

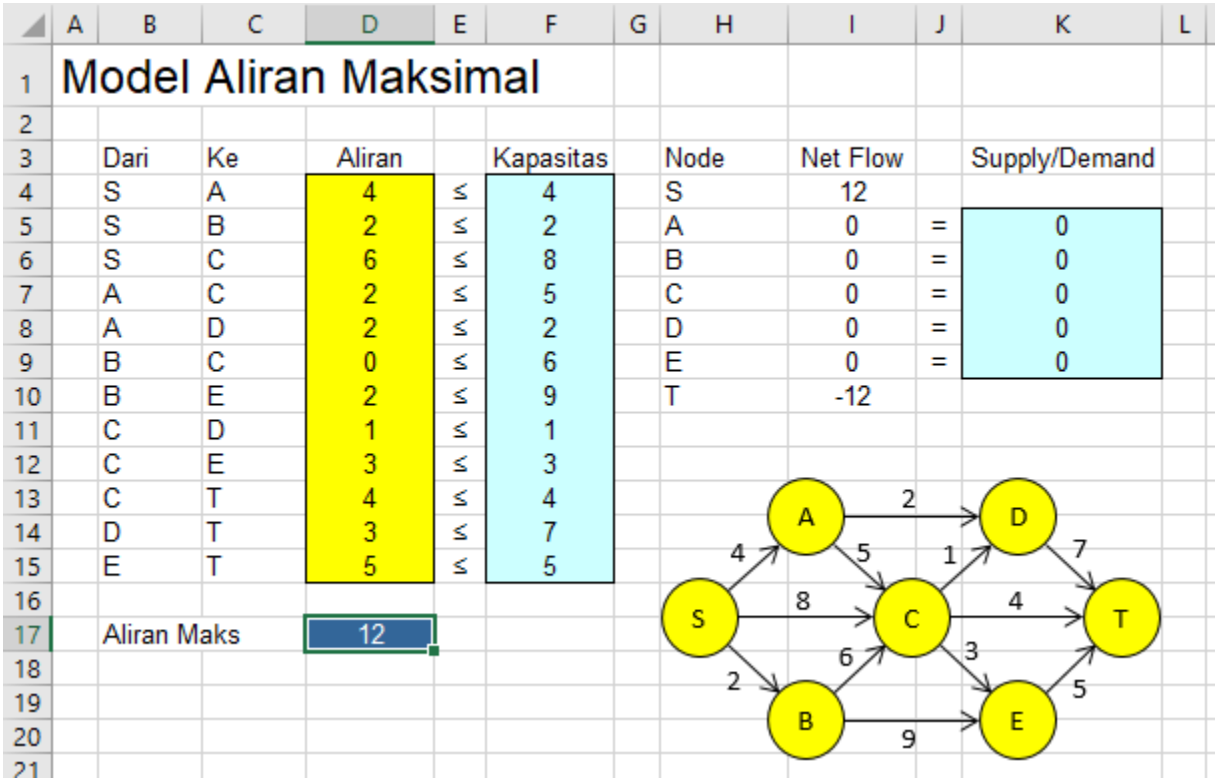
Bab VI. Model Aliran Maksimum

Formulasi Model | Mencoba Model secara Manual | Solusi Model Dengan Solver™

Penggunaan Solver™ dalam Ms. Excel untuk mencari flow (arus/aliran) dari node S ke node T dalam network dengan arah. Titik-titik dalam jaringan disebut node (S, A, B, C, D, E and T). Garis jalur dalam jaringan disebut jalur (arc) (SA, SB, SC, AC, dan seterusnya.). Penerapan Model aliran minimum ini bisa digunakan untuk pengaturan jadwal pesawat, rute kendaraan, aliran air minum, aliran listrik, dan sebagainya.

6.01 Formulasi Model

Model yang kita cari solusinya akan nampak seperti gambar di bawah ini dalam tampilan Ms. Excel.



Model Aliran Maksimal

Dari	Ke	Aliran		Kapasitas
S	A	4	≤	4
S	B	2	≤	2
S	C	6	≤	8
A	C	2	≤	5
A	D	2	≤	2
B	C	0	≤	6
B	E	2	≤	9
C	D	1	≤	1
C	E	3	≤	3
C	T	4	≤	4
D	T	3	≤	7
E	T	5	≤	5

Aliran Maks 12

Node	Net Flow		Supply/Demand
S	12		
A	0	=	0
B	0	=	0
C	0	=	0
D	0	=	0
E	0	=	0
T	-12		

1. Untuk memformulasi Model Aliran Maksimum, maka kita akan menjawab pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut.

a. Apa keputusan yang akan dibuat? Dalam model ini kita memerintahkan kepada Ms. Excel untuk mencari aliran (flow) dari setiap jalur (arc) Sebagai contoh, jika aliran dari S ke B adalah 2 sel D5 sama dengan 2

b. Apa yang menjadi kendala/pembatas (constraint) pada keputusan ini? Net Flow (Flow Out - Flow In) pada node A, B, C, D dan E harus sama dengan 0. Dengan kata lain, Flow Out = Flow In. Dan masing-masing harus memiliki kapasitas yang tetap. Aliran pada setiap jalur (arc) harus lebih kecil atau sama dengan kapasitas jalur (arc).

c. Apa ukuran kinerja keputusan ini? Ukuran kinerja keputusan ini adalah aliran maksimum (maximum flow), sehingga fungsi tujuannya adalah memaksimalkan nilai aliran. Aliran Maksimum sama dengan aliran keluar (flow out) dari node S.

2. Agar formulasinya menjadi lebih mudah dipahami, maka kita menggunakan name range dari Ms. Excel.

Nama Range	Sel/Range
Dari	B4:B15
Ke	C4:C15
Aliran	D4:D15
Kapasitas	F4:F15
SupplyDemand	K5:K9
AliranMaks	D17

3. Masukan formula dengan menggunakan fungsi excel berikut:

D	E	F	G	H	I	J	K
Aliran		Kapasitas		Node	Net Flow		Supply/Demand
4	≤	4		S	=SUMIF(Dari,H4,Aliran)		
2	≤	2		A	=SUMIF(Dari,H5,Aliran)-SUMIF(Ke,H5,Aliran)	=	0
6	≤	8		B	=SUMIF(Dari,H6,Aliran)-SUMIF(Ke,H6,Aliran)	=	0
2	≤	5		C	=SUMIF(Dari,H7,Aliran)-SUMIF(Ke,H7,Aliran)	=	0
2	≤	2		D	=SUMIF(Dari,H8,Aliran)-SUMIF(Ke,H8,Aliran)	=	0
0	≤	6		E	=SUMIF(Dari,H9,Aliran)-SUMIF(Ke,H9,Aliran)	=	0
2	≤	9		T	=-SUMIF(Ke,H10,Aliran)		
1	≤	1					
3	≤	3					
4	≤	4					
3	≤	7					
5	≤	5					
=I4							

Penggunaan fungsi SUMIF untuk menghitung \Net Flow setiap node. Untuk node A, fungsi SUMIF pertama menjumlahkan nilai kolom Aliran yang kolom Dari (aliran keluar) berisi nilai "A". Fungsi SUMIF kedua menjumlah nilai yang ada dalam kolom Aliran yang kolom Ke (aliran masuk) berisi nilai "A". Aliran Maksimum sama dengan nilai di sel I4, yang merupakan aliran keluar dari node S. Karena node A, B, C, D dan E memiliki nilai Net Flow sama dengan 0, maka Aliran keluar node S akan sama dengan Aliran Masuk node T.

6.02 Mencoba Model secara Manual

Dengan formula yang telah dimasukan, maka anda mudah untuk menganalisis secara manual kombinasi solusi

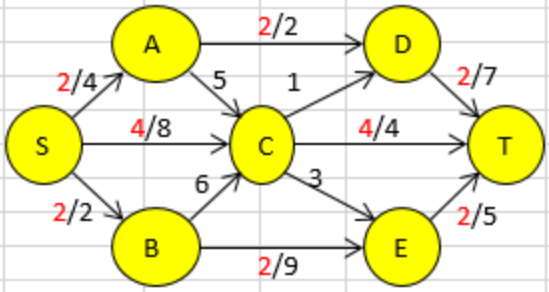
1. Sebagai contoh, jalur SADT (dari S ke A ke D dan berakhir di T dengan aliran sama dengan 2. Jalur SCT dengan aliran 4. Jalur SBET dengan flow 2. Total aliran pada jalur-jalur ini adalah 8.

Model Aliran Maksimal

Dari	Ke	Aliran		Kapasitas
S	A	2	≤	4
S	B	2	≤	2
S	C	4	≤	8
A	C	2	≤	5
A	D	0	≤	2
B	C	0	≤	6
B	E	2	≤	9
C	D	0	≤	1
C	E	0	≤	3
C	T	4	≤	4
D	T	2	≤	7
E	T	2	≤	5

Aliran Maks: 8

Node	Net Flow		Supply/Demand
S	8		
A	0	=	0
B	0	=	0
C	-2	=	0
D	2	=	0
E	0	=	0
T	-8		

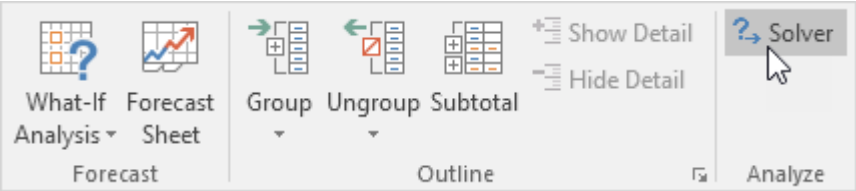


Sebetulnya kita tidak perlu menyelesaikan model dengan mencoba model secara manual untuk mencapai solusi optimal. Ms. Excel Solver dapat digunakan untuk menemukan solusi optimal dengan cepat

6.03 Solusi Model Dengan Solver™

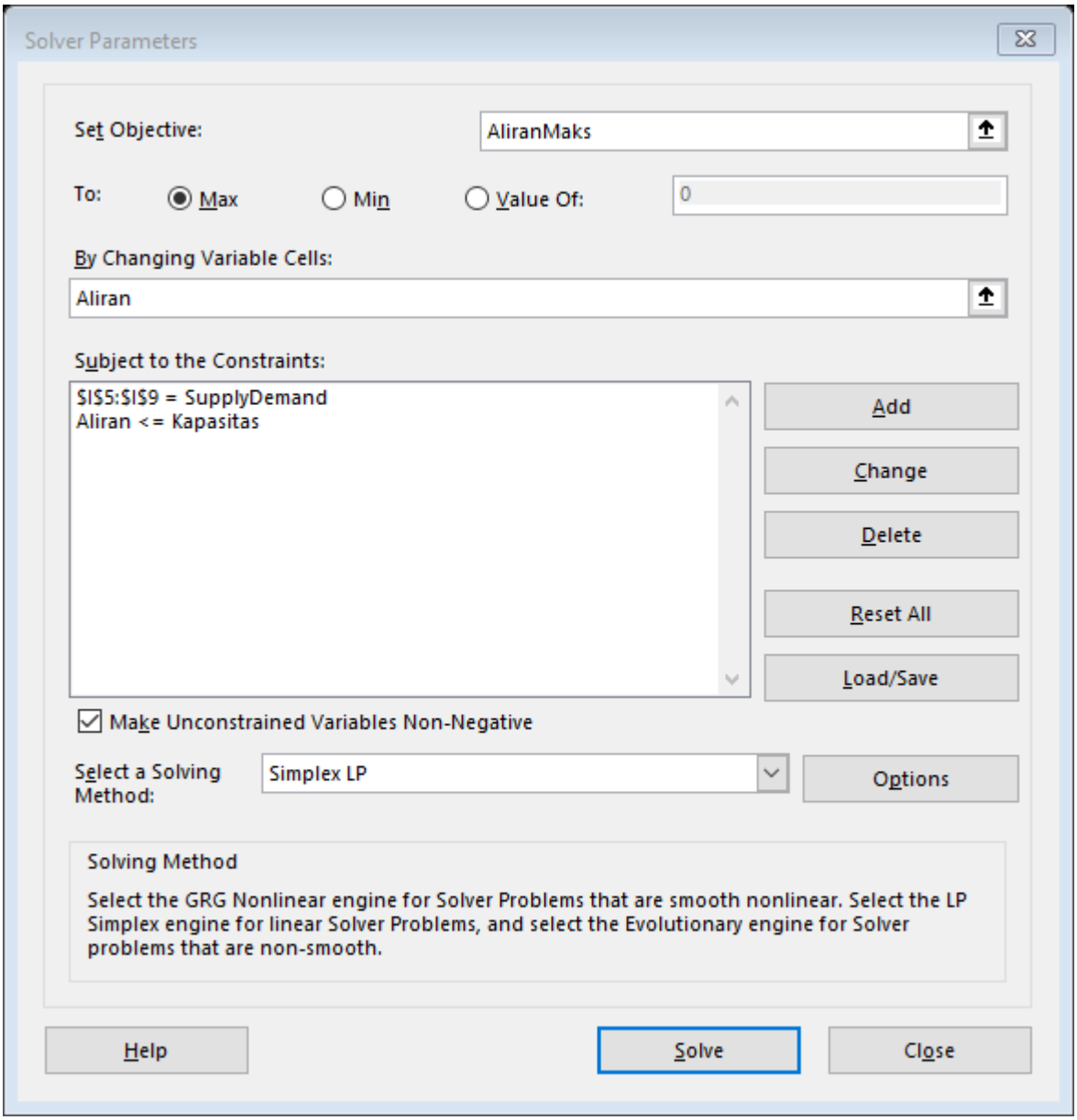
Untuk memperoleh solusi optimal, maka ikuti langkah berikut.

1. Pada tab **Data**, dalam **Analyze group**, klik **Solver**.



Jika Solver™ tidak terlihat dalam menu maka lihat Memuat Solver.

Masukan parameter solver. Hasilnya akan sama dengan Tampilan di bawah ini.



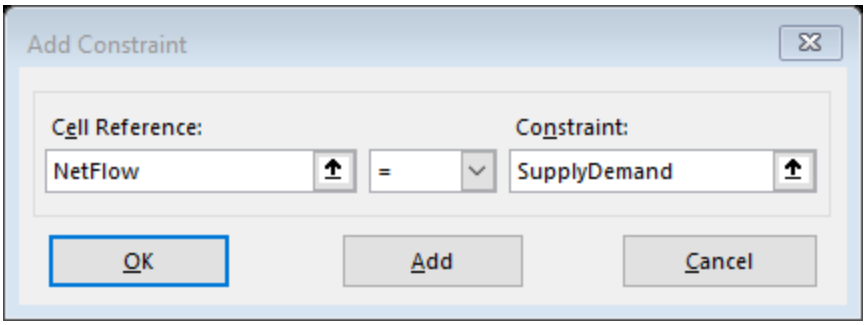
Anda bisa memilih mengetikkan nama range atau dengan memilih pada sel/range dalam lembar kerja.

2. Enter MaximumFlow for the Objective.

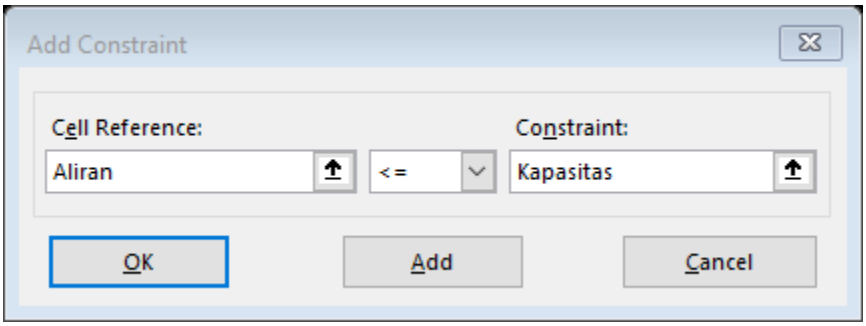
3. Klik Max.

4. Enter Flow for the Changing Variable Cells.

5. Klik Add untuk memasukkan kendala (constraint) pasokan sebagai berikut.



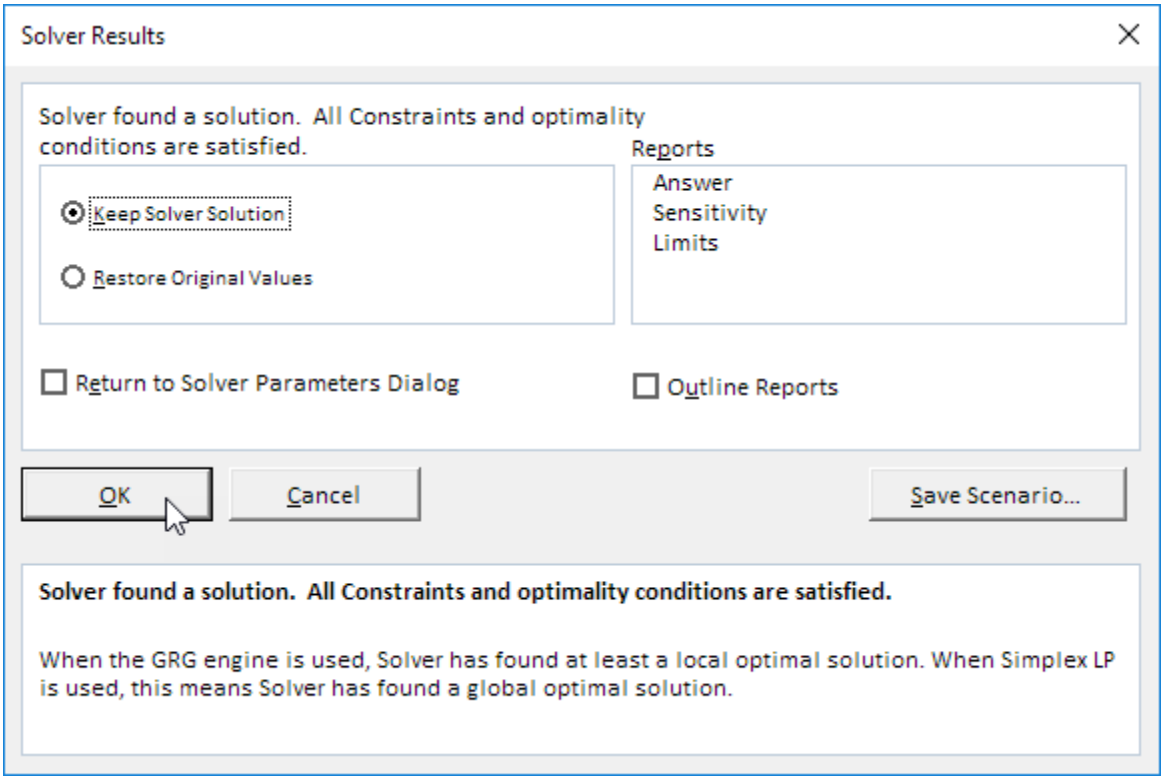
6. Klik Add untuk memasukkan kendala (constraint) pasokan sebagai berikut.



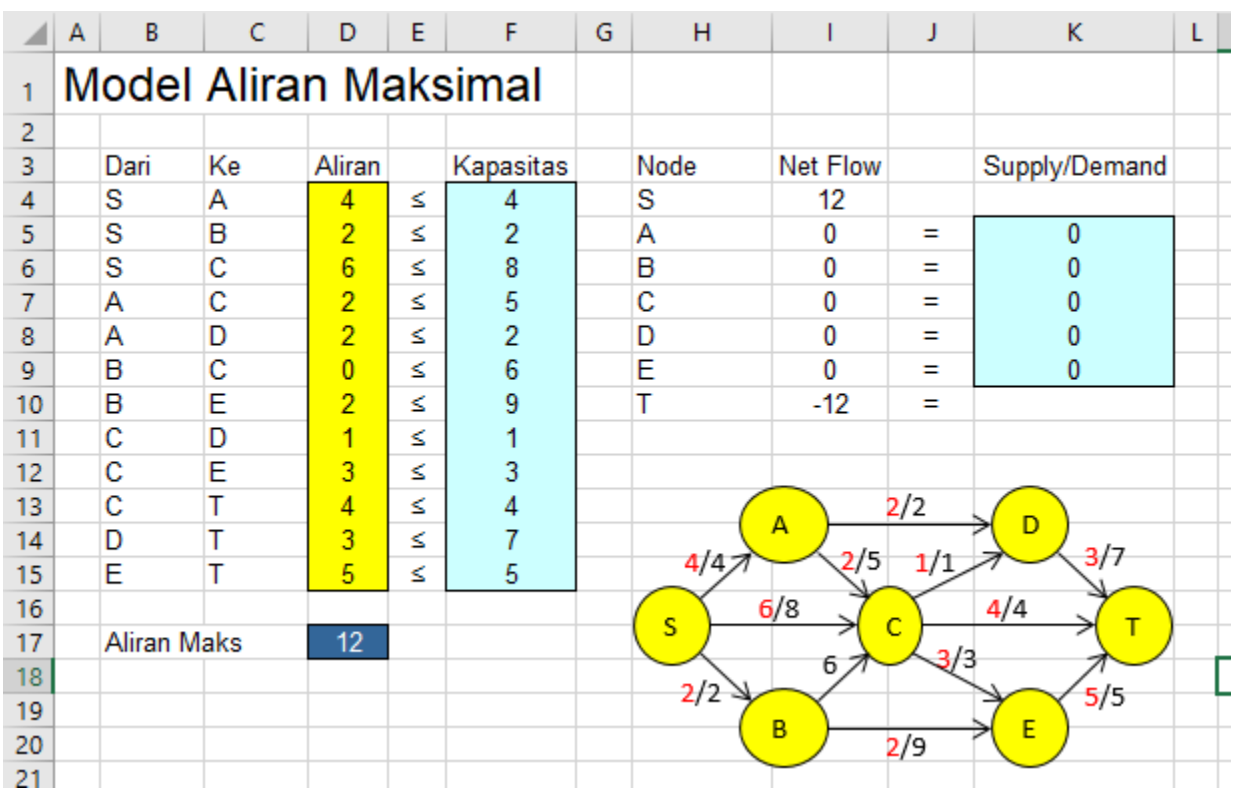
7. Cek (√) '*Make Unconstrained Variables Non-Negative*' dan pilih '*Simplex LP*'.

8. Dan klik Solve.

Hasilnya adalah:



Solusi optimal:



Model Aliran Maksimal

Dari	Ke	Aliran		Kapasitas
S	A	4	≤	4
S	B	2	≤	2
S	C	6	≤	8
A	C	2	≤	5
A	D	2	≤	2
B	C	0	≤	6
B	E	2	≤	9
C	D	1	≤	1
C	E	3	≤	3
C	T	4	≤	4
D	T	3	≤	7
E	T	5	≤	5
Aliran Maks		12		

Node	Net Flow		Supply/Demand
S	12		
A	0	=	0
B	0	=	0
C	0	=	0
D	0	=	0
E	0	=	0
T	-12	=	

Kesimpulan: Jalur SADT dengan aliran 2. Jalur SCT dengan aliran 4. Jalur SBET dengan aliran 2. Jalur SCET dengan aliran 2. Jalur SACET dengan aliran 1. Jalur SACDT dengan aliran 1. Aliran Maksimum untuk seluruh jalur ini adalah 12.

Bab VII. Model Investasi Modal

Formulasi Model | Mencoba Model secara Manual | Solusi Model Dengan Solver™

Penggunaan Solver™ dalam Ms. Excel untuk mencari kombinasi Investasi Modal yang memaksimalkan total profit atau total pendapatan. Sebagai contoh, seorang manajer investasi sedang memutuskan untuk berinvestasi ke 7 pilihan investasi dengan keuntungan masing-masing investasi seperti pada Tabel 5. Tingkat Pengembalian Investasi. Total modal yang akan diinvestasikan adalah 50 milyar. Akan tetapi pemilik modal memberikan persyaratan bahwa investasi harus mengikuti aturan sebagai berikut:

1. Modal maksimum adalah 50 Milyar
2. Kalau Investasi 1 maka tidak Investasi 2 dan sebaliknya
3. Kalau Investasi 3 maka tidak Investasi 4 dan sebaliknya
4. Jika Investasi 5 maka Investasi 6 atau Investasi 7

Keuntungan investasi diperoleh dari rumus Jumlah Modal yang diinvestasikan ke Inv ke i (i= 1 sd 7) dikalikan dengan Tingkat Pengembalian Inv ke i.

Formulasi model ini disebut formulasi binary integer programming.

Tabel 5. Tingkat Pengembalian Investasi

Investasi ke	Inv 1	Inv 2	Inv 3	Inv 4	Inv 5	Inv 6	Inv 7
Keuntungan	44	47	21	36	18	33	45

7.01 Formulasi Model

Model yang kita cari solusinya akan nampak seperti gambar di bawah ini dalam tampilan Ms. Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		Model Investasi Modal												
2														
3		Investasi ke	Inv 1	Inv 2	Inv 3	Inv 4	Inv 5	Inv 6	Inv 7					
4														
5		Keuntungan	44	47	21	36	18	33	45					
6														
7		Modal	12	10	15	7	14	18	16		47	≤	50	
8		Inv 1 atau Inv 2	1	1	0	0	0	0	0		1	≤	1	
9		Inv 3 ata Inv 4	0	0	1	1	0	0	0		1	≤	1	
10		Pilih Inv6, atau Inv 7 Jika Inv 5	0	0	0	0	-2	1	1		-1	≤	0	
11														
12													Total Keuntungan	
13		Ya/Tidak	0	1	0	1	1	0	1				146	
14														

5. Untuk memformulasi binary integer programming (BIP) model, maka kita akan menjawab pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut.

a. Apa keputusan yang akan dibuat? Untuk masalah ini, maka kita memerintahkan kepada Ms. Excel untuk mencari investasi ke berapa saja yang harus dilakukan (Ya=1, Tidak=0).

b. Apa yang menjadi kendala/pembatas (constraint) pada keputusan ini? Pertama, jumlah modal yang diinvestasikan tidak boleh lebih dari batas modal yaitu (50). Sebagai contoh, Investasi 1 memerlukan 12. Kedua, hanya salah satu dari investasi satu atau investasi dua yang boleh dilakukan. Ketiga, hanya salah satu dari investasi 3 atau investasi 4 yang boleh dilakukan. Keempat, investasi 6 dan investasi 7 hanya bisa dilakukan kalau investasi 5 dilakukan.

c. Apa ukuran kinerja keputusan ini? Ukuran kinerja keputusan total keuntungan dari investasi yang dilakukan, sehingga fungsi tujuannya (objective) adalah memaksimumkan jumlah investasi.

6. Agar formulasinya menjadi lebih mudah dipahami, maka kita menggunakan name range dari Ms. Excel.

Tabel 6. Nama Range dan sel korespondensinya

Nama Range	Sel/Range
Keuntungan	C5:I5

YaTidak	C13:I13
TotalKeuntungan	M13

3. Masukan lima fungsi SUMPRODUCT berikut.

G	H	I	J	K	L	M
Inv 5	Inv 6	Inv 7				
18	33	45				
14	18	16		=SUMPRODUCT(C7:I7,YaTidak)	≤	50
0	0	0		=SUMPRODUCT(C8:I8,YaTidak)	≤	1
0	0	0		=SUMPRODUCT(C9:I9,YaTidak)	≤	1
-2	1	1		=SUMPRODUCT(C10:I10,YaTidak)	≤	0
						Total Keuntungan
1	0	1				=SUMPRODUCT(Keuntungan,YaTidak)

Sel K7 (jumlah modal yang digunakan) sama dengan sumproduct dari range C7:I7 and YaTidak, sel K8 sama dengan sumproduct dari range C8:I8 and YaTidak, dan seterusnya. Total Keuntungan equals sumproduct dari Keuntungan dan YaTidak.

7.02 Mencoba Model secara Manual

Dengan formula yang telah dimasukan, maka anak mudah untuk menganalisis secara manual kombinasi solusi

1. Misalnya, jika kita membuat investasi 1 dan 2 keduanya, maka kendala ke dua dilanggar.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		Model Investasi Modal												
2														
3		Investasi ke	Inv 1	Inv 2	Inv 3	Inv 4	Inv 5	Inv 6	Inv 7					
4														
5		Keuntungan	44	47	21	36	18	33	45					
6														
7		Modal	12	10	15	7	14	18	16		22	≤	50	
8		Inv 1 atau Inv 2	1	1	0	0	0	0	0		2	≤	1	×
9		Inv 3 ata Inv 4	0	0	1	1	0	0	0		0	≤	1	
10		Pilih Inv6, atau Inv 7 Jika Inv 5	0	0	0	0	-2	1	1		0	≤	0	
11														
12													Total Keuntungan	
13		Ya/Tidak	1	1	0	0	0	0	0				91	
14														

2. Misalnya, kita melakukan investasi 6 dan Investasi 7, tanpa melakukan investasi 5, maka kendala ke empat dilanggar.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		Model Investasi Modal												
2														
3		Investasi ke	Inv 1	Inv 2	Inv 3	Inv 4	Inv 5	Inv 6	Inv 7					
4														
5		Keuntungan	44	47	21	36	18	33	45					
6														
7		Modal	12	10	15	7	14	18	16		34	≤	50	
8		Inv 1 atau Inv 2	1	1	0	0	0	0	0		0	≤	1	
9		Inv 3 ata Inv 4	0	0	1	1	0	0	0		0	≤	1	
10		Pilih Inv6, atau Inv 7 Jika Inv 5	0	0	0	0	-2	1	1		2	≤	0	×
11														
12													Total Keuntungan	
13		Ya/Tidak	0	0	0	0	0	1	1				78	
14														

3. Kalau kita melakukan investasi 1, 5, dan 6, maka seluruh kendala terpenuhi.

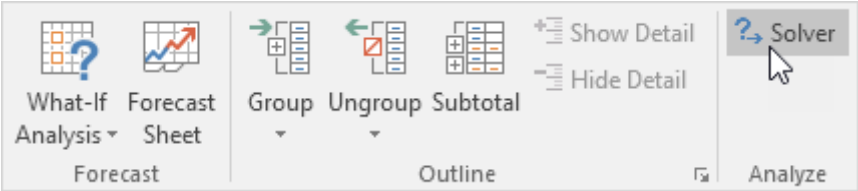
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		Model Investasi Modal												
2														
3		Investasi ke	Inv 1	Inv 2	Inv 3	Inv 4	Inv 5	Inv 6	Inv 7					
4														
5		Keuntungan	44	47	21	36	18	33	45					
6														
7		Modal	12	10	15	7	14	18	16		44	≤	50	
8		Inv 1 atau Inv 2	1	1	0	0	0	0	0		1	≤	1	
9		Inv 3 ata Inv 4	0	0	1	1	0	0	0		0	≤	1	
10		Pilih Inv6, atau Inv 7 Jika Inv 5	0	0	0	0	-2	1	1		-1	≤	0	
11														
12													Total Keuntungan	
13		Ya/Tidak	1	0	0	0	1	1	0				95	
14														

Sebetulnya kita tidak perlu menyelesaikan model dengan mencoba model secara manual untuk mencapai solusi optimal. Ms. Excel Solver dapat digunakan untuk menemukan solusi optimal dengan cepat

7.03 Solusi Model Dengan Solver™

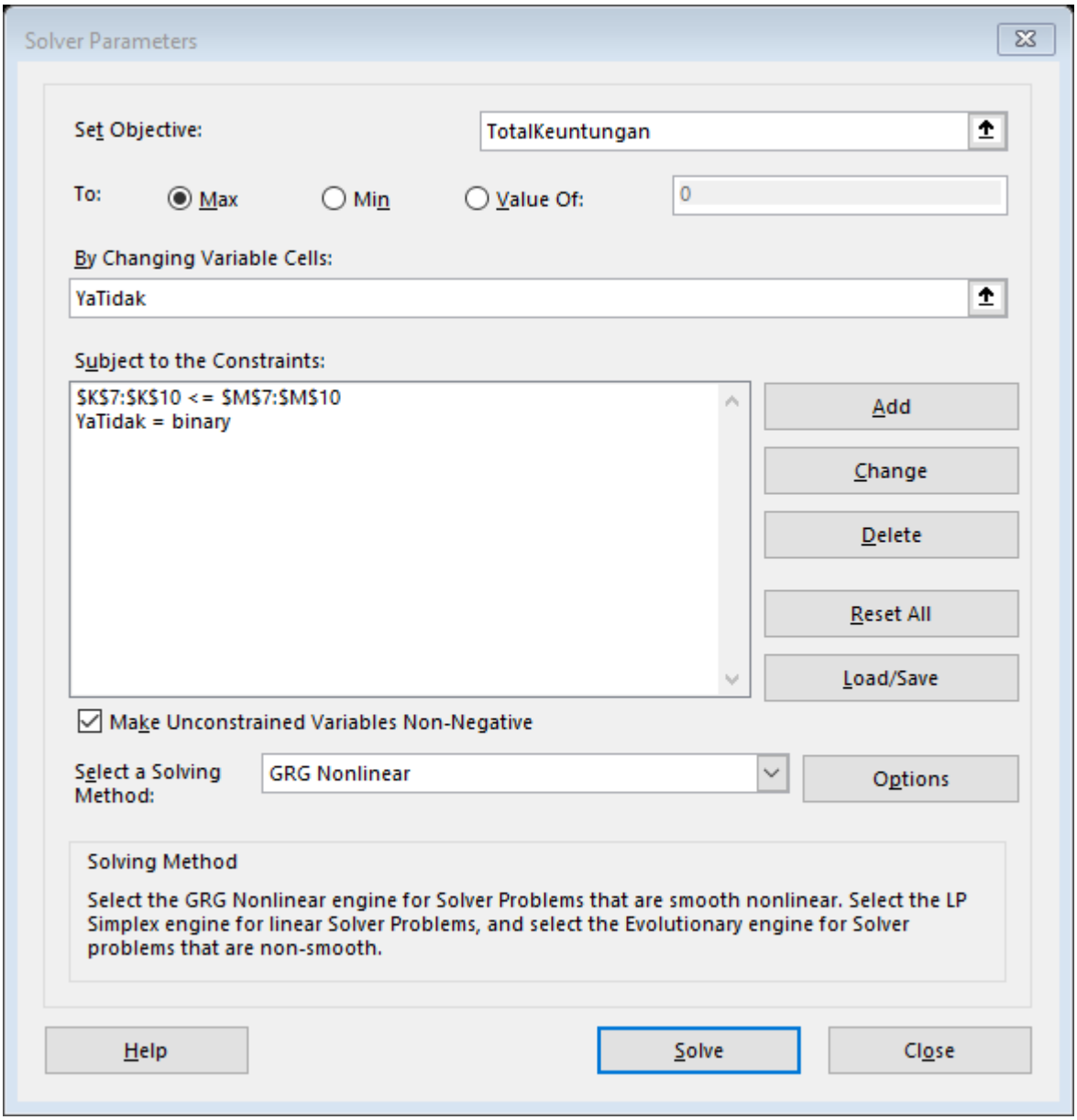
Untuk memperoleh solusi optimal, maka ikuti langkah berikut.

1. Pada tab Data, dalam Analyze group, klik Solver.



Jika Solver™ tidak terlihat dalam menu maka lihat Memuat Solver.

Masukan parameter solver. Hasilnya akan sama dengan Tampilan di bawah ini.

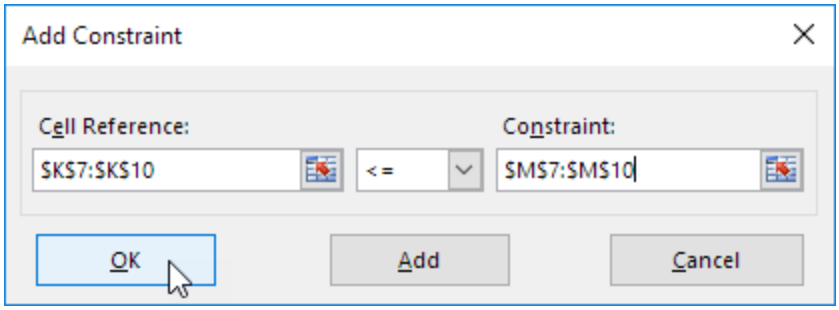


2. Masukan TotalKeuntungan pada Objective.

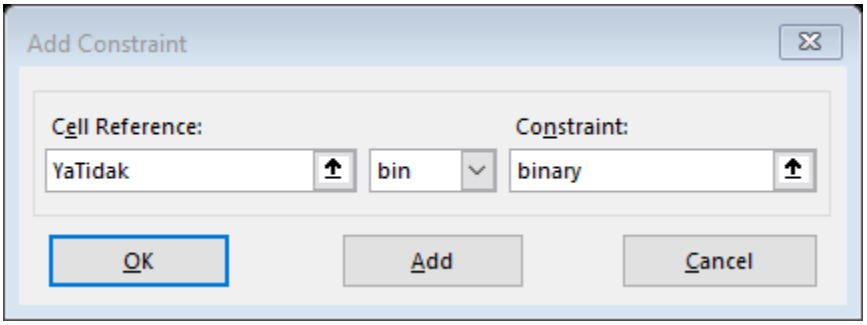
3. Klik Max.

4. Masukan YaTidak ke ***By Changing Variable Cells***.

5. Klik Add untuk memasukkan kendala (constraint) sebagai berikut.



6. Klik Add untuk memasukkan kendala (constraint) binary sebagai berikut.

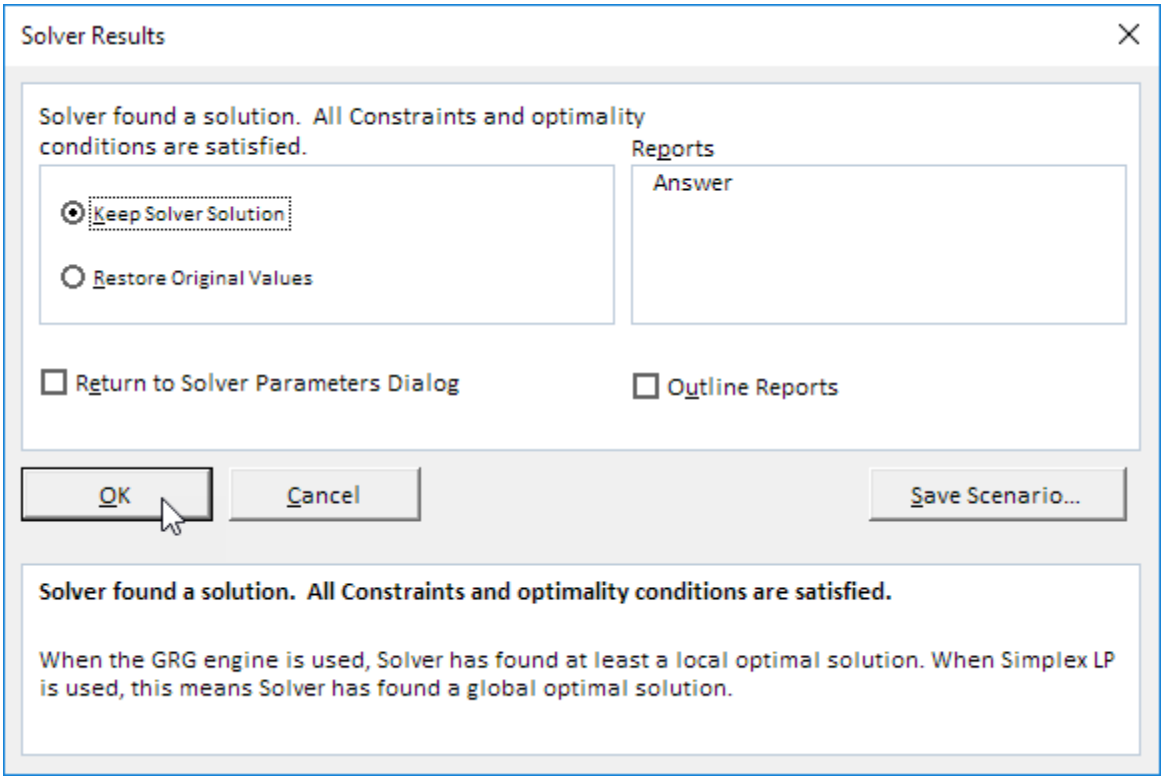


Binary (Bin) adalah variabel dengan nilai 0 atau 1.

7. Cek (√) '*Make Unconstrained Variables Non-Negative*' dan pilih '*Simplex LP*'.

8. Dan klik Solve.

Hasilnya adalah:



Solusi optimal:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		Model Investasi Modal												
2														
3		Investasi ke	Inv 1	Inv 2	Inv 3	Inv 4	Inv 5	Inv 6	Inv 7					
4														
5		Keuntungan	44	47	21	36	18	33	45					
6														
7		Modal	12	10	15	7	14	18	16		47	≤	50	
8		Inv 1 atau Inv 2	1	1	0	0	0	0	0		1	≤	1	
9		Inv 3 ata Inv 4	0	0	1	1	0	0	0		1	≤	1	
10		Pilih Inv6, atau Inv 7 Jika Inv 5	0	0	0	0	-2	1	1		-1	≤	0	
11														
12													Total Keuntungan	
13		Ya/Tidak	0	1	0	1	1	0	1				146	
14														

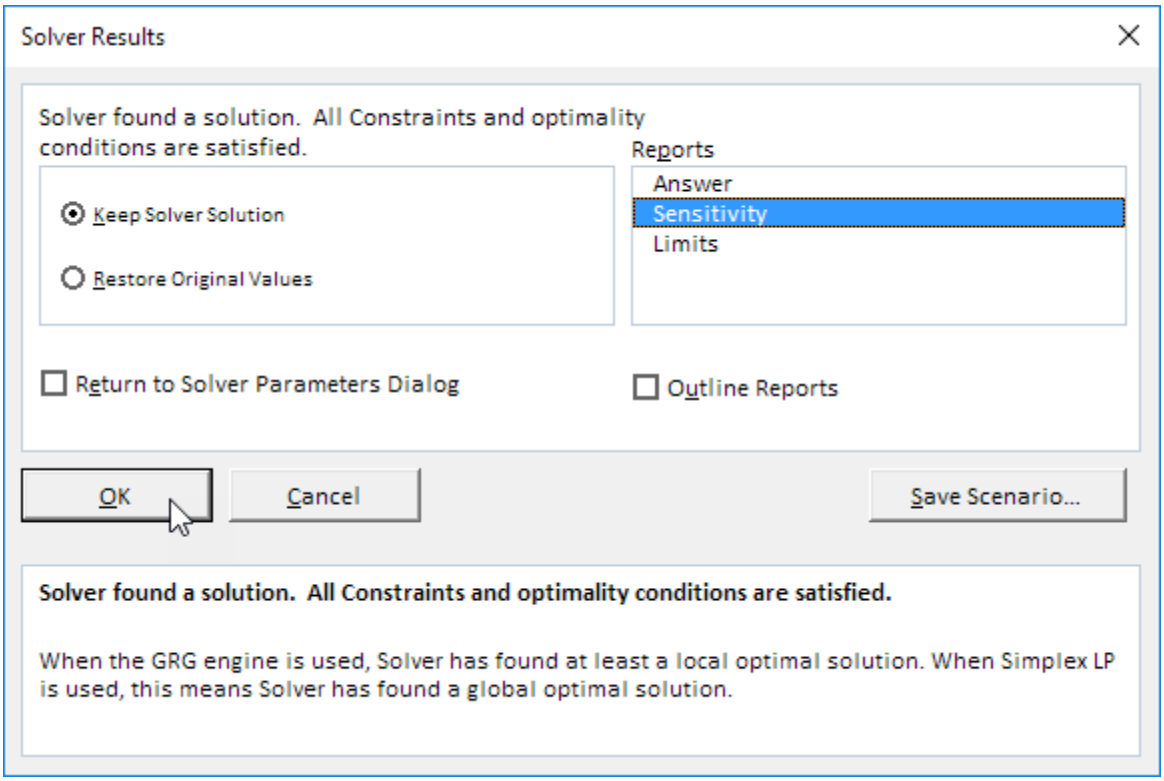
Kesimpulannya, kita memperoleh keuntungan optimal dengan melakukan investasi 2, 4, 4 dan 7. Adapun total keuntungan yang diperoleh adalah 146. Dan seluruh kendala terpenuhi.

Bab VIII. Analisis Sensitivitas

Reduced Cost | Shadow Price

Analisis sensitivitas memberi Anda gambaran tentang bagaimana solusi optimal akan berubah jika Anda mengubah koefisien model. Setelah solver mencapai solusi, maka Anda dapat membuat laporan sensitivitas.

1. Sebelum anda mengklik OK, pilih **Sensitivity** dari bagian **Reports**.



Berikut anda dapat memperoleh laporan optimal solution dan laporan sensitivity.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Mebel Apik									
2										
3			Meja	Kursi	Lemari					
4		Profit per Unit	700	400	800					
5							Sumber Daya Terpakai		Sumber Daya Tersedia	
6		Tukang Kayu	4	2	5		240	≤	240	
7		Tukang Cat	1	1.5	3		100	≤	100	
8										
9										
10			Meja	Kursi	Lemari				Total Profit	
11		Jumlah Buat	40	40	0				44000	
12										

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Microsoft Excel 16.0 Sensitivity Report							
2	Worksheet: [solver-ard.xlsx]Sheet1							
3	Report Created: 6/14/2018 12:40:08 AM							
4								
5								
6	Variable Cells							
7				Final	Reduced	Objective	Allowable	Allowable
8		Cell	Name	Value	Cost	Coefficient	Increase	Decrease
9		$C$11	Jumlah Buat Meja	40	0	700	100	433.3333333
10		$D$11	Jumlah Buat Kursi	40	0	400	650	50
11		$E$11	Jumlah Buat Lemari	0	-162.5	800	162.5	1E+30
12								
13	Constraints							
14				Final	Shadow	Constraint	Allowable	Allowable
15		Cell	Name	Value	Price	R.H. Side	Increase	Decrease
16		$G$6	Tukang Kayu Sumber Daya Terpakai	240	162.5	240	160	106.6666667
17		$G$7	Tukang Cat Sumber Daya Terpakai	100	50	100	80	40

Solusi optimalnya adalah membuat 40 Meja dan 40 Kursi. Solusi ini menghasilkan keuntungan maksimum sebesar 44000. Seluruh sumber daya yang tersedia digunakan 240 jam kerja tukang kayu dan 100 jam kerja tukang cat). Jawaban ini dapat anda lihat pada Final Value column.

8.01 Reduced Cost

Reduced costs merupakan indikator tentang berapa koefisien fungsi tujuan (keuntungan per unit) dapat naik atau turun sampai dengan solusi optimal berubah. Jika kita meningkatkan keuntungan Jumlah Buat Lemari lebih dari 162.5, maka solusi optimal akan berubah

1. Dengan keuntungan per unit sebesar 800 + 162.4 =962.4, maka solusi optimalnya masih membuat 40 kursi dan 40 meja. Berikut solusi optimalnya.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Mebel Apik								
2										
3			Meja	Kursi	Lemari					
4		Profit per Unit	700	400	962.4					
5							Sumber Daya Terpakai		Sumber Daya Tersedia	
6		Tukang Kayu	4	2	5		240	≤	240	
7		Tukang Cat	1	1.5	3		100	≤	100	
8										
9										
10			Meja	Kursi	Lemari				Total Profit	
11		Jumlah Buat	40	40	0				44000	
12										

2. Namun pada keuntungan pembuatan Lemari sebesar 963, maka solusi optimalnya berubah.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Mebel Apik								
2										
3			Meja	Kursi	Lemari					
4		Profit per Unit	700	400	963					
5							Sumber Daya Terpakai		Sumber Daya Tersedia	
6		Tukang Kayu	4	2	5		240	≤	240	
7		Tukang Cat	1	1.5	3		100	≤	100	
8										
9										
10			Meja	Kursi	Lemari				Total Profit	
11		Jumlah Buat	31.42857143	0	22.86				44011.42857	
12										

Kesimpulan kita adalah membuat lemari akan menguntungkan jika keuntungan per lemari lebih besar dari 963 dan kita akan membuat 23 lemari.

8.02 Shadow Price

Shadow prices menggambarkan kepada kita seberapa banyak solusi optimal dapat ditingkatkan atau dikurangi jika kita mengubah nilai sisi kanan (sumber daya yang tersedia) sebesar satu unit.

1. Dengan jam kerja tukang cat sebesar 100 jam, maka total keuntungan adalah 44000.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Mebel Apik								
2										
3			Meja	Kursi	Lemari					
4		Profit per Unit	700	400	800					
5							Sumber Daya Terpakai		Sumber Daya Tersedia	
6		Tukang Kayu	4	2	5		240	≤	240	
7		Tukang Cat	1	1.5	3		100	≤	100	
8										
9										
10			Meja	Kursi	Lemari				Total Profit	
11		Jumlah Buat	40	40	0				44000	
12										

2. Dengan 102 jam kerja tukang cat, maka total keuntungan adalah 44000 (+50).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Mebel Apik								
2										
3			Meja	Kursi	Lemari					
4		Profit per Unit	700	400	800					
5							Sumber Daya Terpakai		Sumber Daya Tersedia	
6		Tukang Kayu	4	2	5		240	≤	240	
7		Tukang Cat	1	1.5	3		101	≤	101	
8										
9										
10			Meja	Kursi	Lemari				Total Profit	
11		Jumlah Buat	39.5	41	0				44050	
12										

Perubahan ini sesuai dengan apa yang terlihat pada sensitivity report bahwa shadow price tukang cat adalah 50. Namun shadow price ini hanya berlaku dari 100 – 40 = 60 sampai dengan 100+80 = 180 saja (lihat sensitivity report).

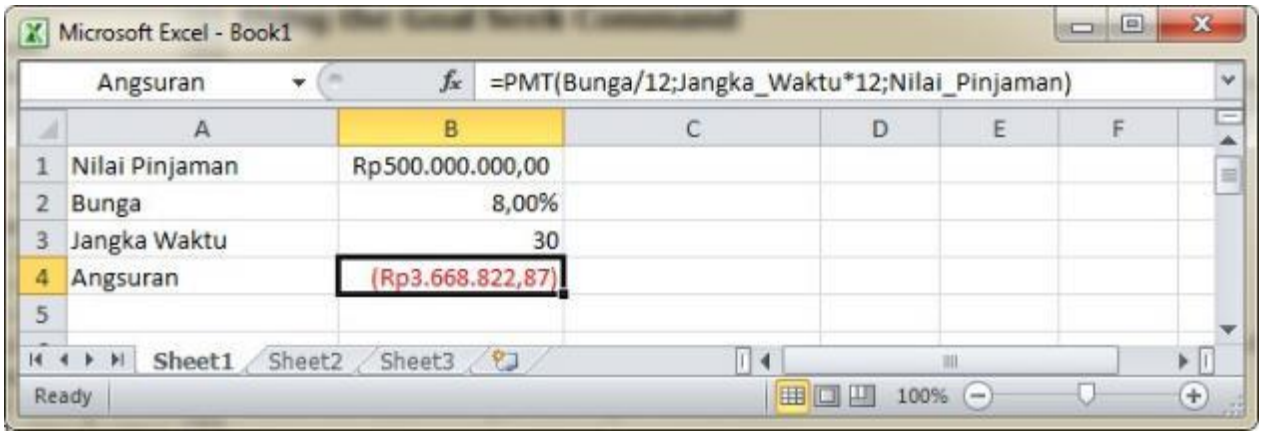
Bab IX. What-If Analysis

Salah satu bagian terpenting dari penggunaan *software spreadsheet* (Excel) adalah kemampuan untuk melakukan analisa *what-if* dengan cepat dan mudah. Sebagai contoh, kita bisa menggunakan Excel untuk mengambil keputusan dalam pengambilan fasilitas kredit rumah/mobil, *berapa sebaiknya uang muka yang harus kita sediakan, dan berapa lama kita hendak melunasi fasilitas kredit*. Kita bisa melakukan simulasi dengan berbagai macam asumsi tentang suku bunga, jumlah uang muka, dan lama pembayaran.

9.01 Goal Seek

Dengan menggunakan **Goal Seek** kita bisa menghitung nilai *yang belum diketahui* yang diperlukan untuk memberikan hasil tertentu. Contoh, kita ingin mengetahui nilai maksimum dari sebuah pinjaman selama 30 tahun yang dibatasi bahwa angsuran per bulan maksimum adalah Rp. 2.000.000, -. Dengan menggunakan Goal Seek, hal ini bisa diselesaikan.

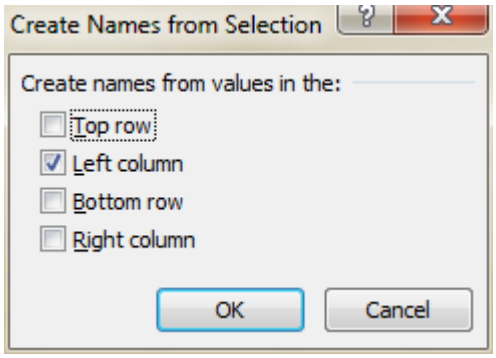
Gambar berikut adalah worksheet yang diperlukan:



Gambar IX.1 Goal Seek

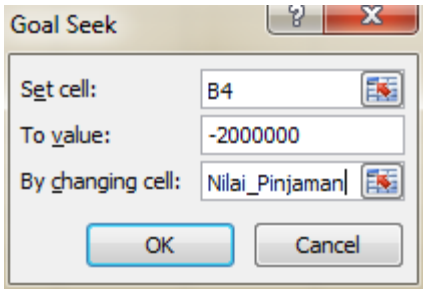
Berikut prosedur yang diperlukan:

1. Pilih sel **A1:B4**
2. Tekan **Ctrl+Shift+F3** atau pilih menu **Formulas** > **Create From Selection** untuk mendefinisikan nama bagi sel B1-B4
3. Window berikut akan muncul



Gambar IX.2 Create Range Name From Selection

1. Pilih **Left column**
2. Letakkan kursor di sel **B4**
3. Ketikkan formula
   =PMT(Bunga/12,Jangka_Waktu*12,Nilai_Pinjaman)
4. Pilih kembali sel **B4**, kemudian pilih menu **Data** > **What-If Analysis** > **Goal Seek**



Gambar IX.3 Goal Seek

5. Isikan nilai yang diinginkan seperti pada gambar, lalu klik tombol **OK**

9.02 Skenario dalam Excel

Skenario berada di bawah menu **What-If Analysis** di Excel. Skenario dapat disimpan, sehingga Anda dapat memanggil kembali pada saat diperlukan.

Contoh penerapan skenario: Anda memiliki anggaran pengeluaran keluarga. Kemudian, Anda mencoba mengubah pengeluaran pos-pos tertentu, misalnya makanan, pakaian, atau bahan bakar, dan melihat bagaimana perubahan ini mempengaruhi anggaran secara keseluruhan.

Pertama, buat anggaran serupa dengan tabel di bawah ini:

C13 | fx | =C3-B12

	A	B	C	D
1	Angaran Keluarga Ahmad Bakir Chaniago			
2		Pengeluaran	Pendapatan	
3	Cicilan Rumah	4,400,000	12,000,000	
4	BBM	850,000		
5	Pajak	450,000		
6	Kartu Kredit	290,000		
7	Makanan	2,800,000		
8	Baju	1,500,000		
9	Telepon	450,000		
10	Uang Kas	800,000		
11				
12	Total Pengeluaran	11,540,000		
13	Sisa Pendapatan		460,000	
14				

Gambar IX.4 Skenario Anggaran Rumah Tangga

Angka dalam sel **B12** di atas dapat menggunakan fungsi **SUM**, yang merupakan total pengeluaran Anda. Sedangkan angka dalam sel **C3** adalah pendapatan Anda setiap bulan. Angka dalam sel **D13** adalah berapa banyak sisa pendapatan Anda setelah dikurangi semua pengeluaran.

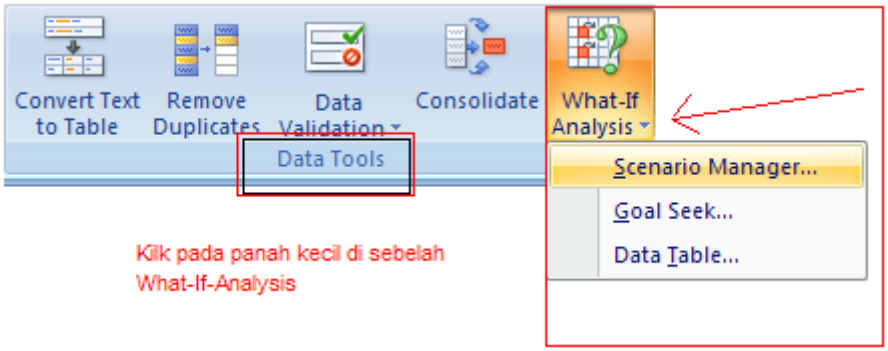
Dengan hanya Rp. 460.000, - yang tersisa setiap bulan, maka harus dibuat perubahan. Kita akan membuat skenario untuk melihat bagaimana pengaruh pemotongan pos-pos anggaran tersebut.

Caranya adalah:

• Pilih tab **Data**

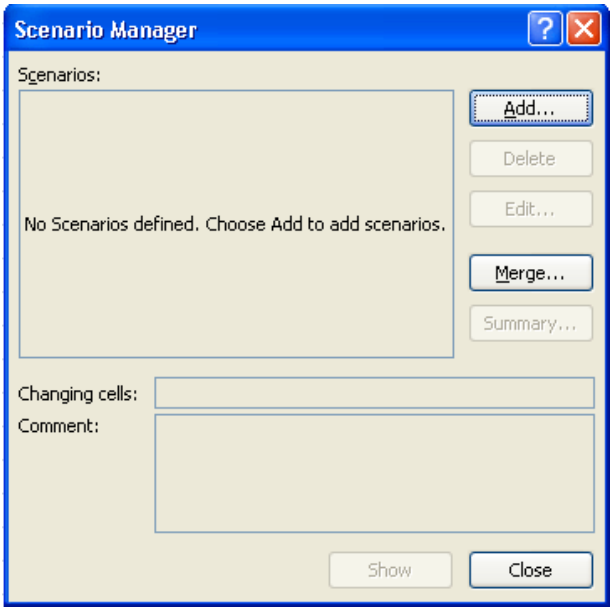
• Pada tab Data, klik **Data Tools Group**

• Klik pada **What-If -Analysis**, dan pilih **Scenario Manager**



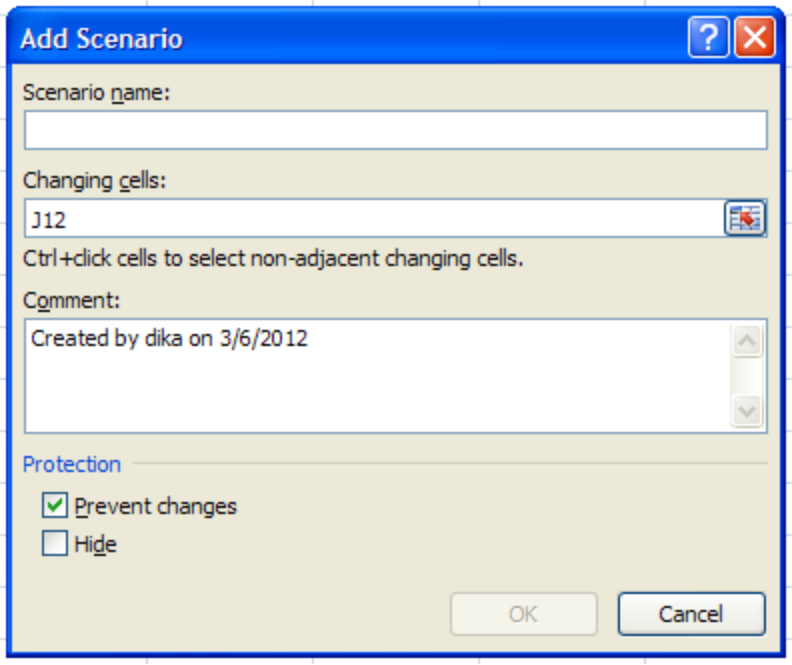
Gambar IX.5 Kelompok Icon Data Tools

Setelah meng-klik **Scenario Manager** maka akan tampil dialog box sebagai berikut:



Gambar IX.6 Dialog Scenario Manager

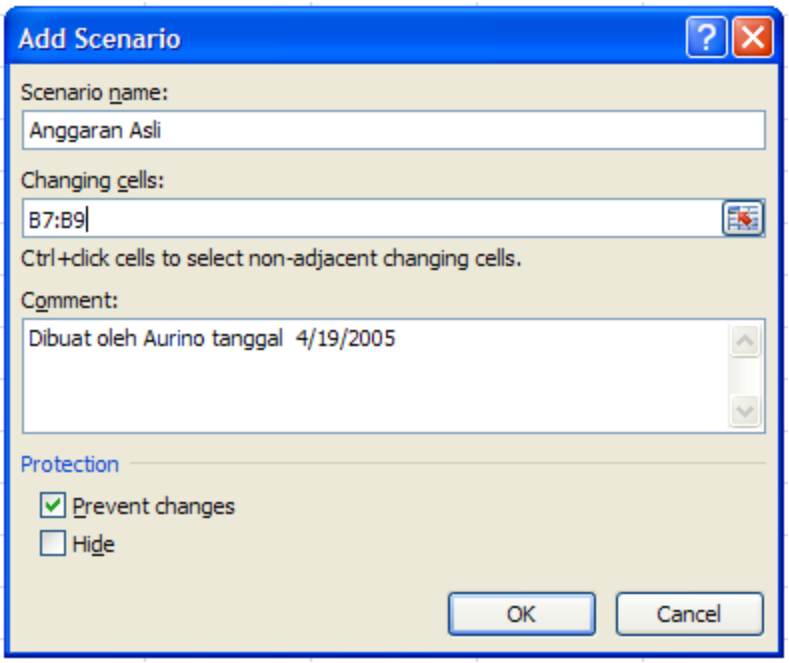
Kita ingin membuat skenario baru. Jadi klik tombol **Add**. Anda kemudian akan mendapatkan kotak dialog lain muncul:



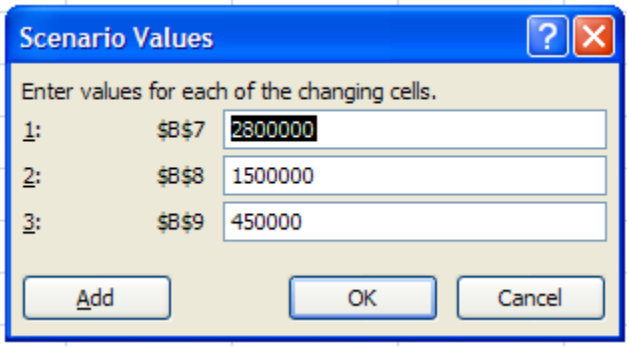
Gambar IX.7 Dialog Menambahkan Scenario

J12 yang ada di field **Changing Cells** adalah sel terakhir yang Anda pilih sebelum mengklik Scenario Manager. Kita akan mengubah sel ini. Langkah pertama, ketik **Nama** untuk skenario Anda di kotak **Scenario name**. Misalnya **Anggaran Asli**.

Anda harus memasukkan sel-sel dalam spreadsheet yang akan diubah. Dalam skenario pertama (**Anggaran Asli**), tentu saja tidak ada yang akan diubah. Namun demikian, Anda harus memasukkan *sel-sel mana yang akan diubah*. Misalnya, Anda coba untuk mengurangi pengeluaran **Makanan**, **Baju**, dan **Telepon**. Sel yang ditempati oleh anggaran ketiga pos tersebut adalah sel B7 sampai sel B9. Jadi, isilah kotak **Changing Cells** dengan **B7:B9**, jangan lupa titik dua (:) di antara dua sel tersebut, atau titik koma (;) jika Anda menggunakan *regional setting* Indonesia.

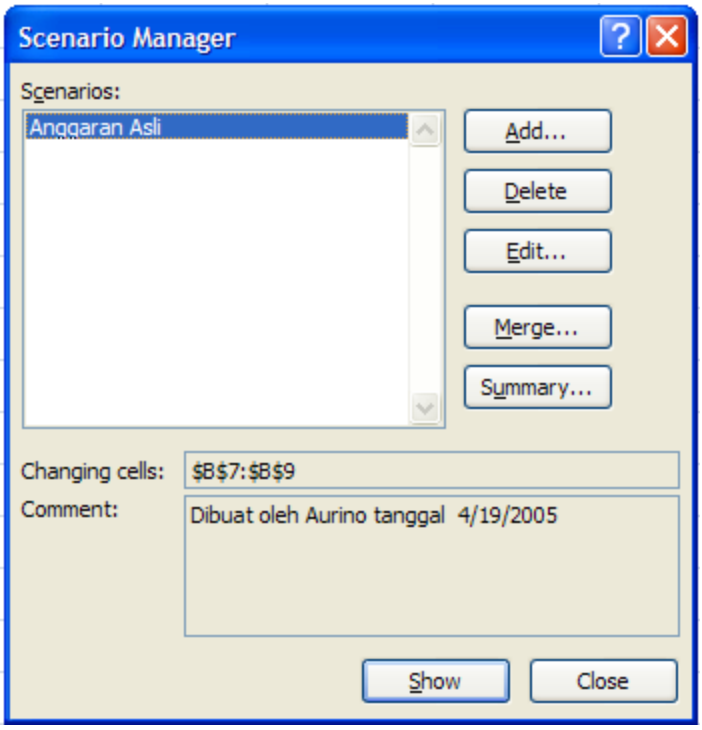


Klik **OK** dan Excel akan meminta Anda untuk memasukkan beberapa nilai:



Gambar IX.8 Input Nilai Sel Yang Diubah Dalam Scenario

Karena Anda ingin skenario ini sebagai **Anggaran Asli**, maka klik **OK** saja. Akan muncul dialog box **Scenario Manager** sebagai berikut:

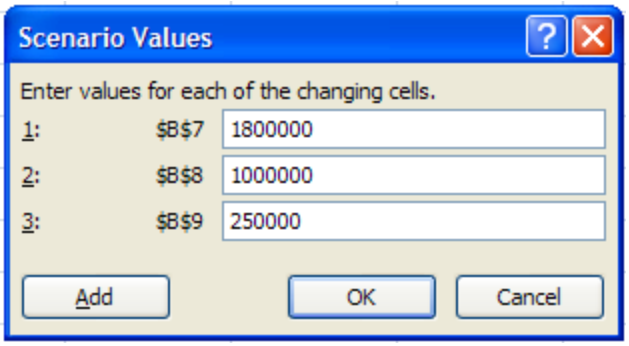


Gambar IX.9. Pemberian Nama Scenario

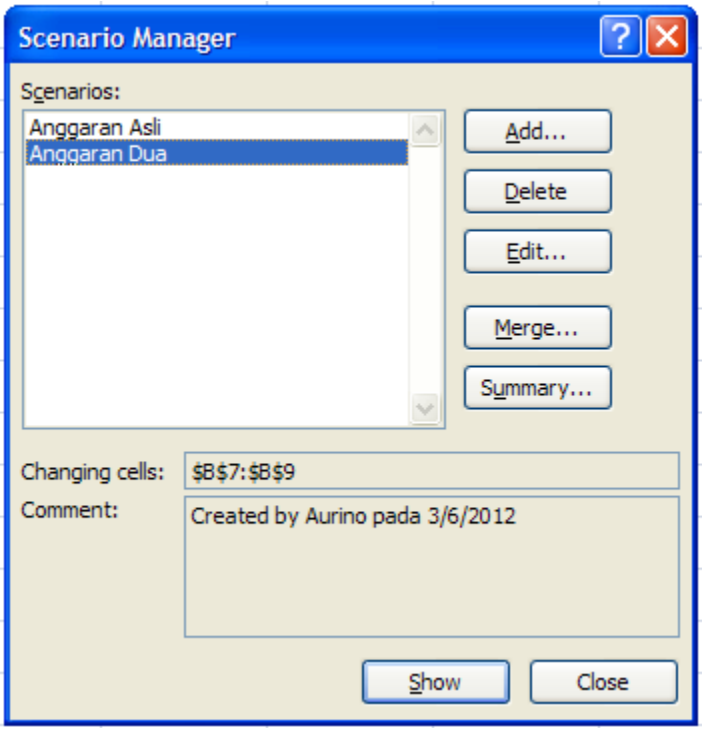
Anda dapat menambahkan satu skenario lagi. Pada langkah ini. kita coba memasukkan nilai baru: **Tabungan**.

Klik tombol **Add** lagi. Ketik nama baru, misalnya **Anggaran Dua**. **Changing Cells** berisi **B7: B9**. Klik **OK**.

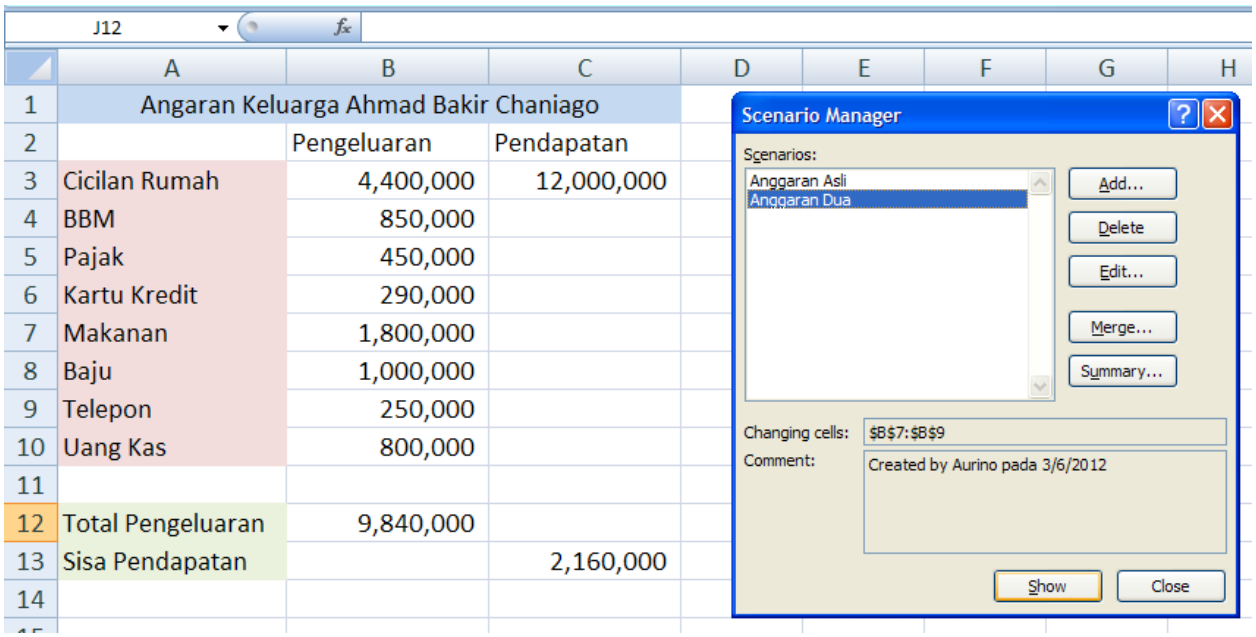
Anda akan dibawa ke kotak **Scenario Value** dialog. Sekarang, Anda ingin mengubah nilai. Masukan 1800000 untuk **B7**, 1000000 untuk **B8**, dan 250000 pada **B9**. seperti pada gambar di bawah ini:



Nilai ini adalah nilai baru untuk **Anggaran**. Klik **OK**. Anda dapat melihat kembali Scenario Manager, dan terlihat ada dua skenario dalam list-nya:



Terlihat bahwa kita memiliki **Anggaran Asli** dan **Anggaran Dua**. Klik tombol **Show** di bagian bawah Scenario Manager dengan **Anggaran Dua** terpilih. Nilai-nilai dalam spreadsheet Anda akan berubah, dan anggaran baru akan dihitung. Gambar di bawah menunjukkan apa yang tampak seperti di spreadsheet:



Gambar IX.10 Model Scenario Anggaran Rumah Tangga

Klik pada **Anggaran Asli**, kemudian klik tombol **Show**. Nilai-nilai awal akan ditampilkan.

Klik tombol **Close** pada dialog box untuk mengakhiri.

Skenario memberikan Anda cara yang berbeda untuk melihat satu set angka, dan dengan mudah Anda dapat beralih dari alternatif angka yang diinginkan.

Cara Membuat Laporan Skenario

Selain membuat skenario, Anda dapat membuat laporan skenario. Untuk membuat laporan skenario, maka langkahnya adalah sebagai berikut:

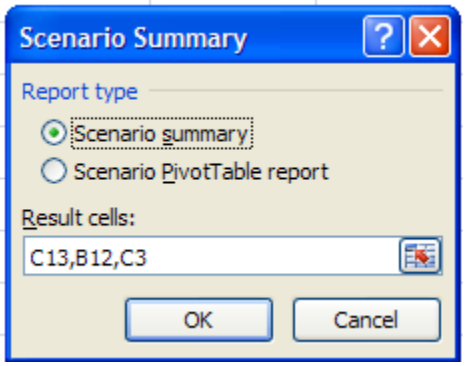
- Klik tab **Data** pada **Excel Bar**

- Cari **Data Tools Group**

• Pada Tools Data Group, klik **What-If-Analysis**

• Dari What-If-Analysis, klik **Scenario Manager**

• Dari kotak dialog Scenario Manager, klik tombol **Summary** untuk menampilkan kotak dialog berikut:



Gambar IX.11 Dialog Scenario Summary

Dialog box di atas memberikan Anda pilihan *sel-sel mana yang akan tampil pada laporan*. Untuk mengubah sel pada **Result Cells**, klik pada spreadsheet Anda. Klik sel-sel dengan menekan tombol [**CTRL**] pada keyboard, dan mengklik sel dengan *tombol kiri mouse* Anda. Pilih sel **C3**, **B12**, dan **C13**. Jika Anda ingin menyingkirkan sel yang dipilih, klik lagi dengan tetap menekan tombol [**CTRL**]. Selanjutnya, jika sudah memilih, klik **OK**. Excel akan membuat ringkasan skenario Anda:

Scenario Summary			
	Current Values:	Anggaran Asli	Anggaran Dua
Changing Cells:			
$B$7	1,800,000	2,800,000	1,800,000
$B$8	1,000,000	1,500,000	1,000,000
$B$9	250,000	450,000	250,000
Result Cells:			
$C$13	2,160,000	460,000	2,160,000
$B$12	9,840,000	11,540,000	9,840,000
$C$3	12,000,000	12,000,000	12,000,000

Notes: Current Values column represents values of changing cells at time Scenario Summary Report was created. Changing cells for each scenario are highlighted in gray.

Gambar IX.12 Hasil Scenario

9.03 Data Tables dalam Excel

Dalam Excel, **Data Table** adalah cara untuk melihat hasil berbeda-beda dengan *mengubah sebuah sel masukan dalam rumus*. Sebagai contoh, Anda akan mengubah tingkat bunga dan melihat berapa bunga yang akan dikenakan dari pinjaman sebesar Rp. 100.000.000, - setiap bulannya. Tingkat bunga merupakan *sel input*. Dengan memerintahkan kepada Excel untuk mengubah input ini, maka Anda dapat dengan cepat melihat pembayaran bulanan yang berbeda-beda. Sebagai contoh, Anda ingin tahu berapa banyak yang harus kita bayar setiap bulannya jika tingkat bunga adalah 24% per tahun. Akan tetapi, bank lain menawarkan tingkat bunga lain, misalnya 22% per tahun, 20% per tahun, dan 18% per tahun.

Untuk membuat perhitungan tersebut kita memakai formula **PMT** dengan *syntax*:

PMT(rate, nper, pv, fv, type).

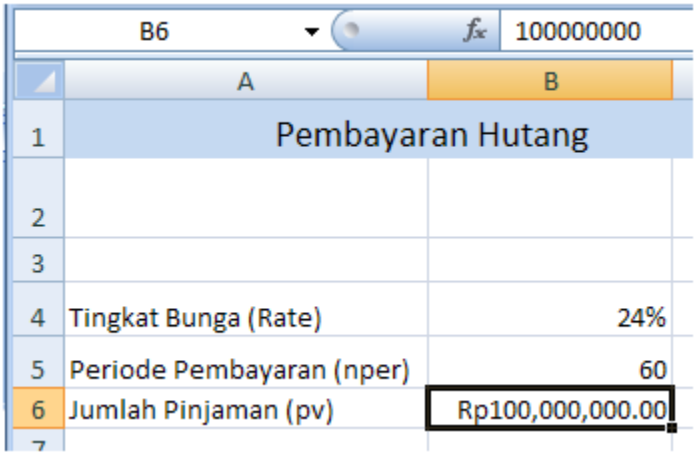
Namun, dalam perhitungan ini, kita hanya perlu tiga parameter jadi:

PMT(rate, nper, pv).

Dimana:

Rate berarti *tingkat bunga*. Parameter atau argumen kedua, **nper**, adalah *periode pembayaran* atau berapa bulan Anda harus membayar kembali pinjaman. Argumen ketiga, **pv**, adalah *nilai pinjaman saat ini* atau seberapa banyak Anda ingin meminjam.

Baiklah kita membuat spreadsheet baru dengan *tingkat bunga* **24%**, *periode* **5 tahun** atau **60 bulan**, dengan *jumlah pinjaman* **Rp. 100.000.000, -**, sebagai berikut:

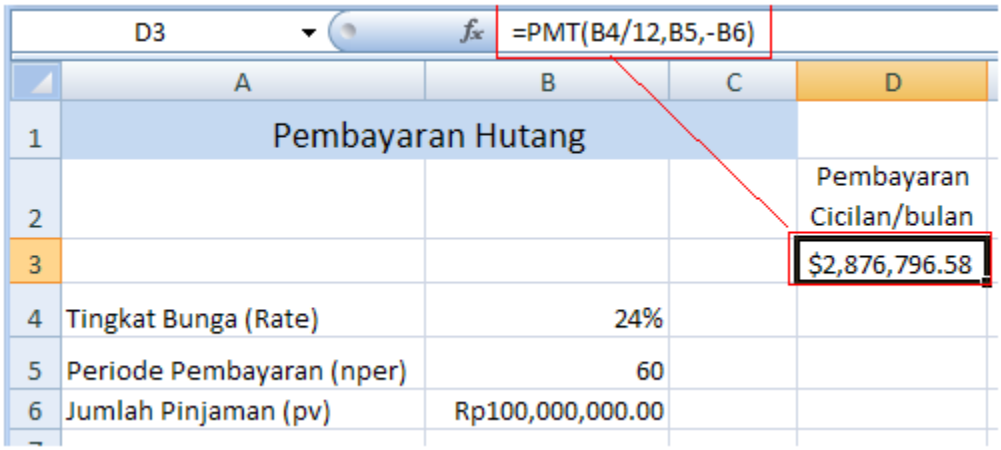


Gambar IX.13 Worksheet Pembayaran Hutang

Kemudian di **D2** kita masukkan **Pembayaran Cicilan/bulan**, dan di **D3** masukkan formula **PMT()** untuk menghitung besarnya pembayaran cicilan per bulan, yaitu:

=PMT(B4/12,B5,-B6)

Nilai **Rate yang** dimasukkan ke dalam rumus harus **dibagi 12** terlebih dahulu karena merupakan *pembayaran bulanan*, sedangkan tingkat bunga adalah *tahunan*. Sedangkan periode (**nper**) langsung dimasukkan. Untuk nilai pinjaman (**pv**), masukkan *nilai minus* (-), karena dianggap sebagai pinjaman, sehingga nilai pembayaran per bulan **(PMT)** nantinya akan mendapatkan nilai positif.



Gambar IX.14 Memasukkan Rumus Cicilan (PMT)

Letakkan fungsi **PMT** di sel **D3** karena sel D3 berada satu baris di atas dan satu kolom di samping kanan angka tingkat bunga 22%. Nantinya, pembayaran bulanan dengan bunga masing-masing berada di sel **D4** sampai dengan **D6**. Excel memang menetapkan Data Table layout sedemikian rupa.

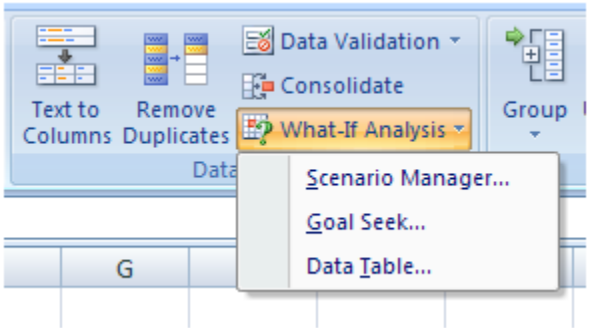
Agar Excel dapat menghitung total pembayaran bulanan baru berdasarkan bunga yang Anda masukkan ke dalam sel C4 s/d C6 sesuai dengan fungsi yang telah kita tuliskan pada sel D4, *sorotlah* sel **C3** sampai dengan **D6** seperti gambar di bawah ini:

	A	B	C	D
1	Pembayaran Hutang			
2				Pembayaran Cicilan/bulan
3				$2,876,796.58
4	Tingkat Bunga (Rate)	24%	22%	
5	Periode Pembayaran (nper)	60	20%	
6	Jumlah Pinjaman (pv)	Rp100,000,000.00	18%	
7				

Gambar IX.15 Pembuatan Data tabel 1

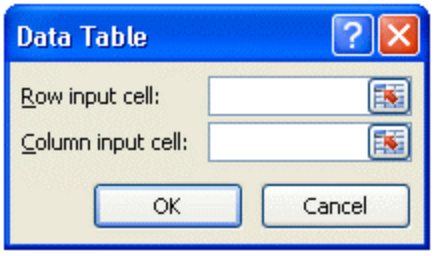
Setelah sel C3 s/d D6 dipilih, maka Anda dapat membuat **Data Table Excel**, sehingga hasilnya adalah pembayaran bulanan baru. Caranya:

- Dari menu Excel, klik **Data**
- Cari **Data Tools** group
- Klik panah kecil sebelah kanan **"What-If Analysis"**



Gambar IX.16 Menu Data Table Icon dalam What -iF -Analysis

- Lalu klik **Data Table…** sehingga muncul kotak dialog

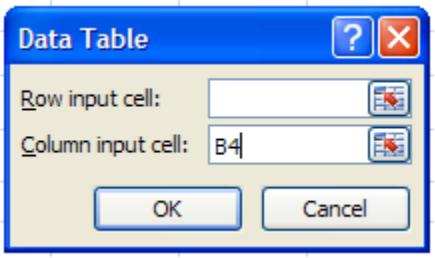


Gambar IX.17. Input Sel Baris dan Kolom dalam Data Table

Pada kotak dialog, yang perlu diisi adalah **Row input cell** atau **Column input cell**. Jika Anda menginginkan Excel untuk mengisi ke bawah, *arah kolom*, Anda perlu kotak teks kedua pada dialog box, yaitu **Column input cell**. Jika kita ingin mengisi baris, gunakan **Row input cell**.

Yang kita anggap sebagai sel masukan adalah *sel yang berisi tingkat bunga*. Sel ini adalah sel yang harus diubah oleh Excel.

Jadi, klik di dalam **Column input cell** dan masukkan **B4**:



Klik O**K**, maka Excel akan mengisi sel-sel yang berada di bawah D3, yaitu **D4**, **D5**, **D6** menjadi sebagai berikut:

C3

	A	B	C	D
1	Pembayaran Hutang			
2				Pembayaran Cicilan/bulan
3				$2,876,796.58
4	Tingkat Bunga (Rate)	24%	22%	2761891.204
5	Periode Pembayaran (nper)	60	20%	2649388.371
6	Jumlah Pinjaman (pv)	Rp100,000,000.00	18%	2539342.743
7				

Gambar IX.18. Hasil Data Table

Jadi, kalau kita mendapatkan tingkat bunga 18%, maka pembayaran bulanan adalah Rp. 2.639.442,-

Jika Anda pilih sel D4 s/d D6 maka dalam kotak formula akan tampil **{=TABLE(,B4)}** yang berarti bahwa sel tersebut diperoleh dari input sel B4.

Bagaimana kalau kita ingin bentuk hasil mendatar atau berada dalam satu baris? Misalnya, dengan bentuk sebagai berikut:

B5 =PMT(B4/12,B3,-B2)

	A	B	C	D	E
1	Pembayaran Hutang				
2	Jumlah Pinjaman (pv)	Rp100,000,000.00			
3	Periode Pembayaran (nper)	60			
4	Tingkat Bunga (Rate)	24%	22%	20%	18%
5	Pembayaran Cicilan/bulan	$2,876,796.58			
6					
7					

Gambar IX.19 Data tabel Horizontal

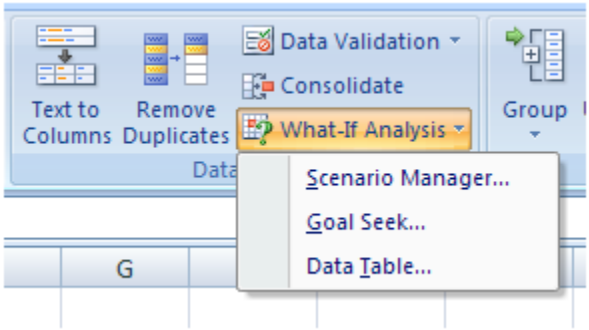
Maka pilihan kita adalah sel **B4 s/d E5**:

	A	B	C	D	E
1	Pembayaran Hutang				
2	Jumlah Pinjaman (pv)	Rp100,000,000.00			
3	Periode Pembayaran (nper)	60			
4	Tingkat Bunga (Rate)	24%	22%	20%	18%
5	Pembayaran Cicilan/bulan	$2,876,796.58			
6					

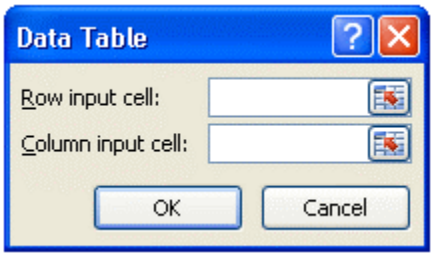
Gambar IX.20 Blok Range Untuk Data Table

Kemudian kita lakukan langkah sebagai berikut:

- Dari menu Excel, klik **Data**
- Cari **Data Tools** group
- Klik panah kecil sebelah kanan **"What-If Analysis"**

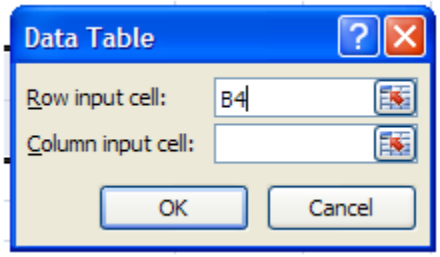


- Laku Klik **Data Table…** sehingga muncul kotak dialog

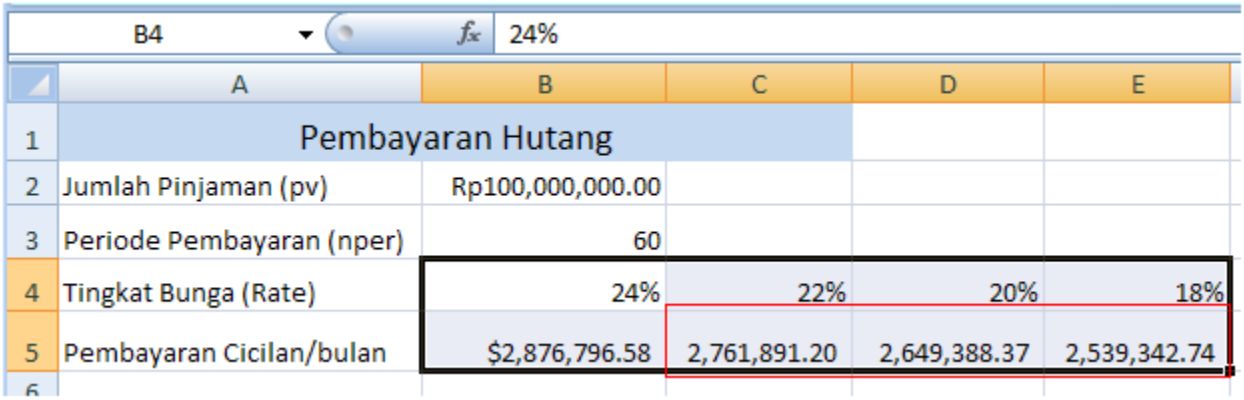


Yang kita anggap sebagai sel masukan adalah *sel yang berisi tingkat bunga*. Sel ini adalah sel yang harus diubah oleh Excel.

Jadi, klik di dalam **Row input cell** dan masukkan **B4**:



Klik **OK**, maka Excel akan mengisi sel-sel yang berada di kanan B5, yaitu **C5**, **D5**, **E5** menjadi sebagai berikut:



B4 | fx | 24%

	A	B	C	D	E
1	Pembayaran Hutang				
2	Jumlah Pinjaman (pv)	Rp100,000,000.00			
3	Periode Pembayaran (nper)	60			
4	Tingkat Bunga (Rate)	24%	22%	20%	18%
5	Pembayaran Cicilan/bulan	$2,876,796.58	2,761,891.20	2,649,388.37	2,539,342.74

Gambar IX.21 Contoh Data Table Horisontal

Sama halnya dengan perhitungan melalui kolom. Kalau kita mendapatkan tingkat bunga 18%, maka pembayaran bulanan adalah Rp. 2.639.442,74

Jika Anda pilih sel C5 s/d E5 maka dalam kotak formula akan tampil **{=TABLE(B4,)}** yang berarti bahwa sel tersebut diperoleh dari input sel B4.

Bab X. Pemberian Nama Range

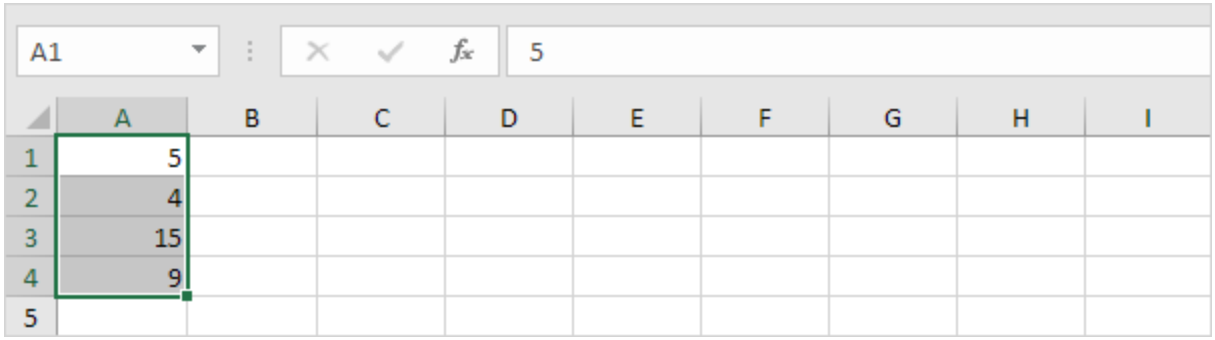
Pemberian Nama Range | Nama Konstanta | Name Manager | Create from Selection

Membuat nama range atau nama konstanta dan penggunaan nama dalam formula Ms. Excel. Dengan cara ini akan mempermudah pemahaman rumus atau formula-formula yang anda buat dalam lembar kerja.

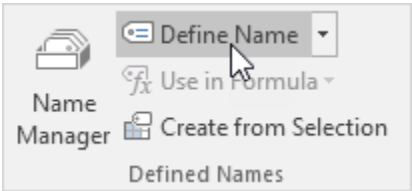
10.01 Pemberian Nama Range

Untuk membuat nama sebuah range, maka ikuti langkah sebagai berikut.

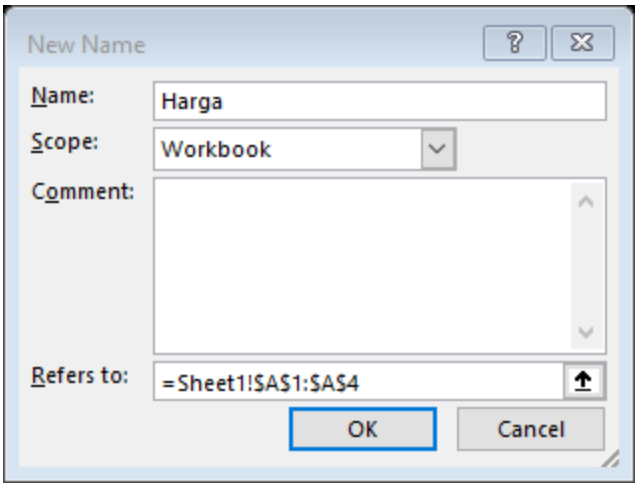
1. Pilih range A1:A4.



2. Pada tab Formulas, dalam **Defined Names group**, klik **Define Name**.

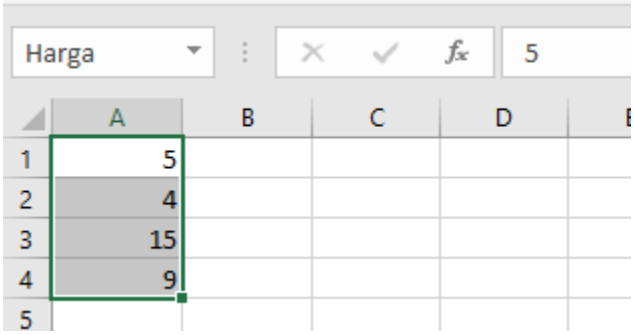


3. Masukan sebuah Nama dan klik OK.

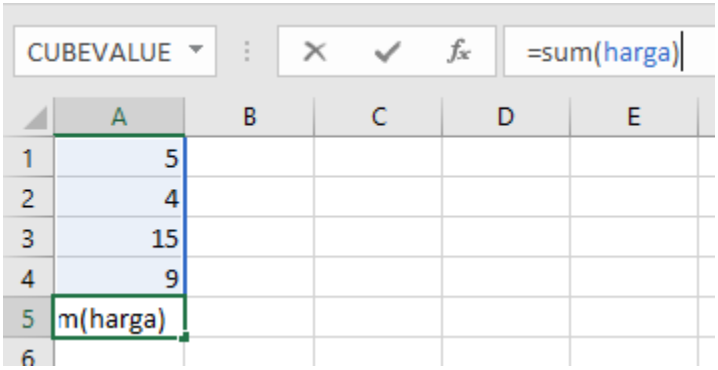


Cara kedua yang lebih mudah adalah sebagai berikut.

4. Pilih range, dan ketikan namanya dalam Name box dan tekan Enter.



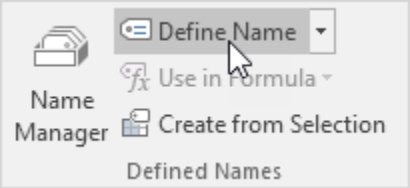
5. Setelah anda memberi nama terhadap sebuah range, maka dengan mudah anda gunakan dalam formula. Sebagai contoh, Jumlahkan Harga.



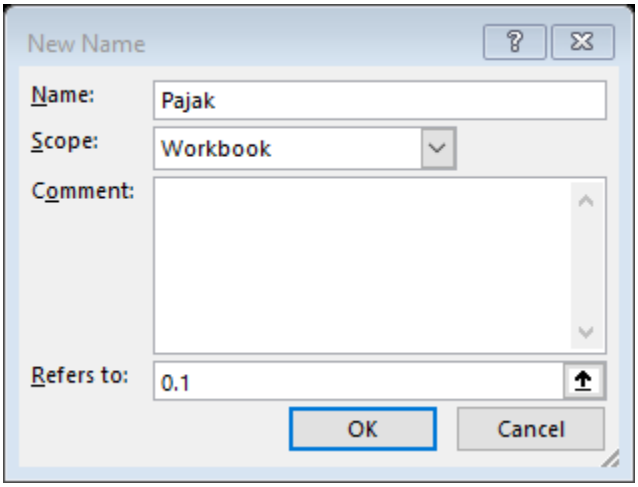
10.02 Pemberian Nama Konstanta

Untuk memberi nama konstanta, maka lakukan langkah sebagai berikut:

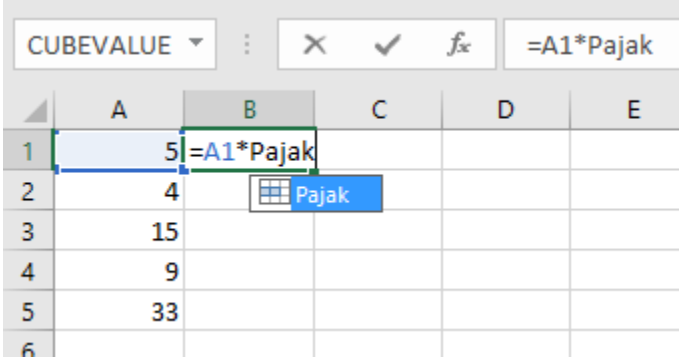
1. Pada tab Formulas, dalam Defined Names group, klik Define Name.



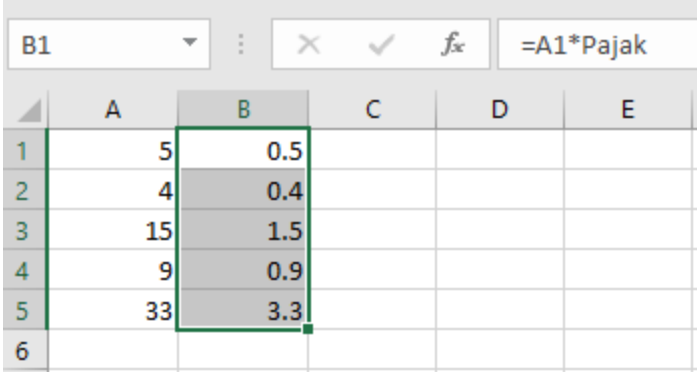
2. Masukan nama pada Name:, dan ketikan sebuah angka pada Refers to:, dan klik OK.



3. Sekarang anda dapat menggunakan nama ini pada formula anda.



Hasilnya

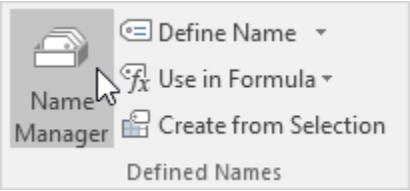


Jika anda ingin mengubah tarif pajak (misalnya dari 0.1 ke 0.2) maka gunakan Name Manager untuk mengedit nama dan Ms. Excel secara otomatis akan mengupdate seluruh formula yang menggunakan Pajak.

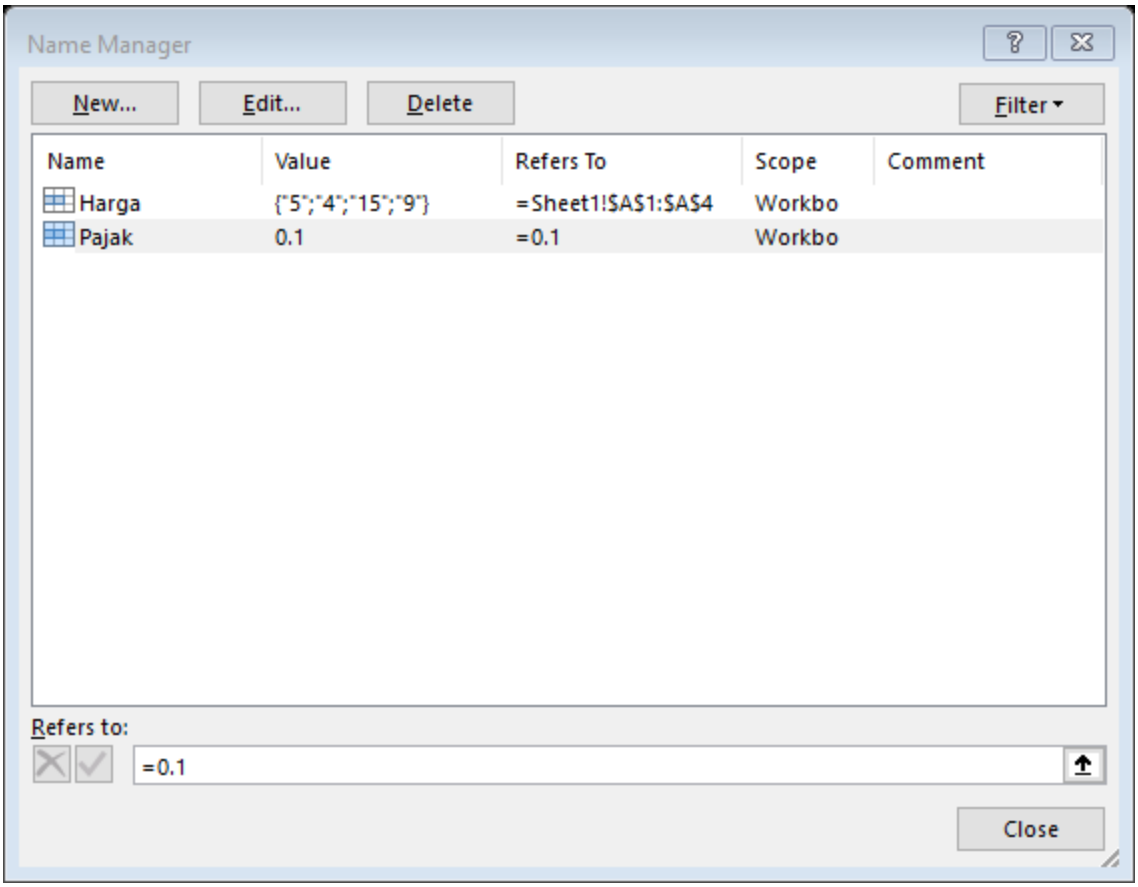
10.03 Name Manager

Untuk mengedit dan men- delete nama yang didefinisikan, maka ikuti langkah sebagai berikut.

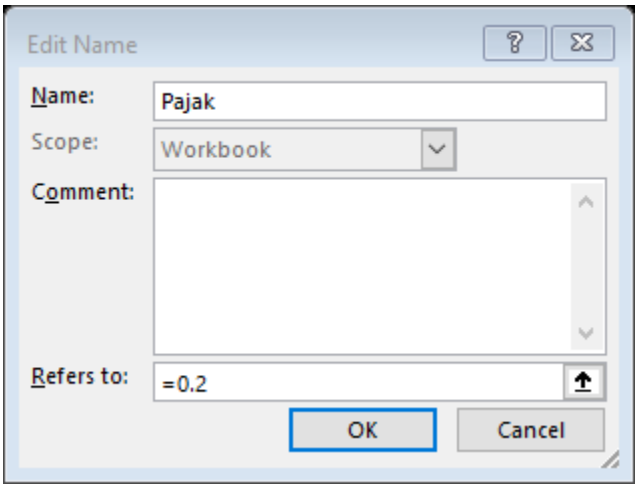
1. Pada tab Formulas, dalam Defined Names group, klik Name Manager.



2. Sebagai contoh, pilih Pajak dan klik Edit.

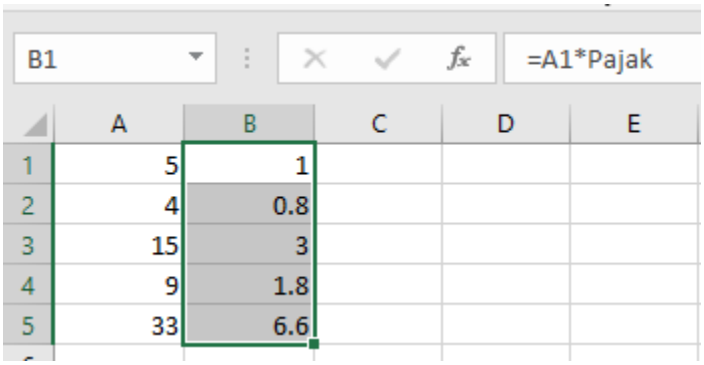


Klik Edit dan ubah tarif dan klik OK



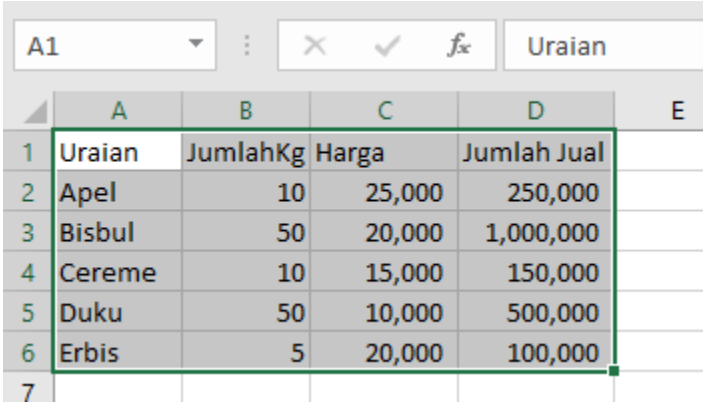
Klik Close

Dan hasilnya:

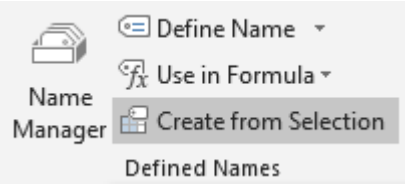


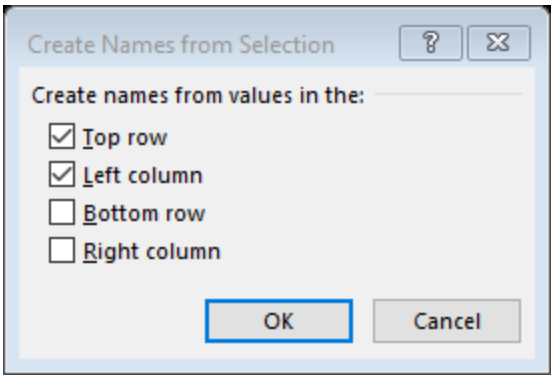
10.04 Penamaan Berdasarkan Judul Baris Dan Kolom

Pilih range dan



2. Pada tab Formulas, dalam **Defined Names group**, klik .Create from Selection

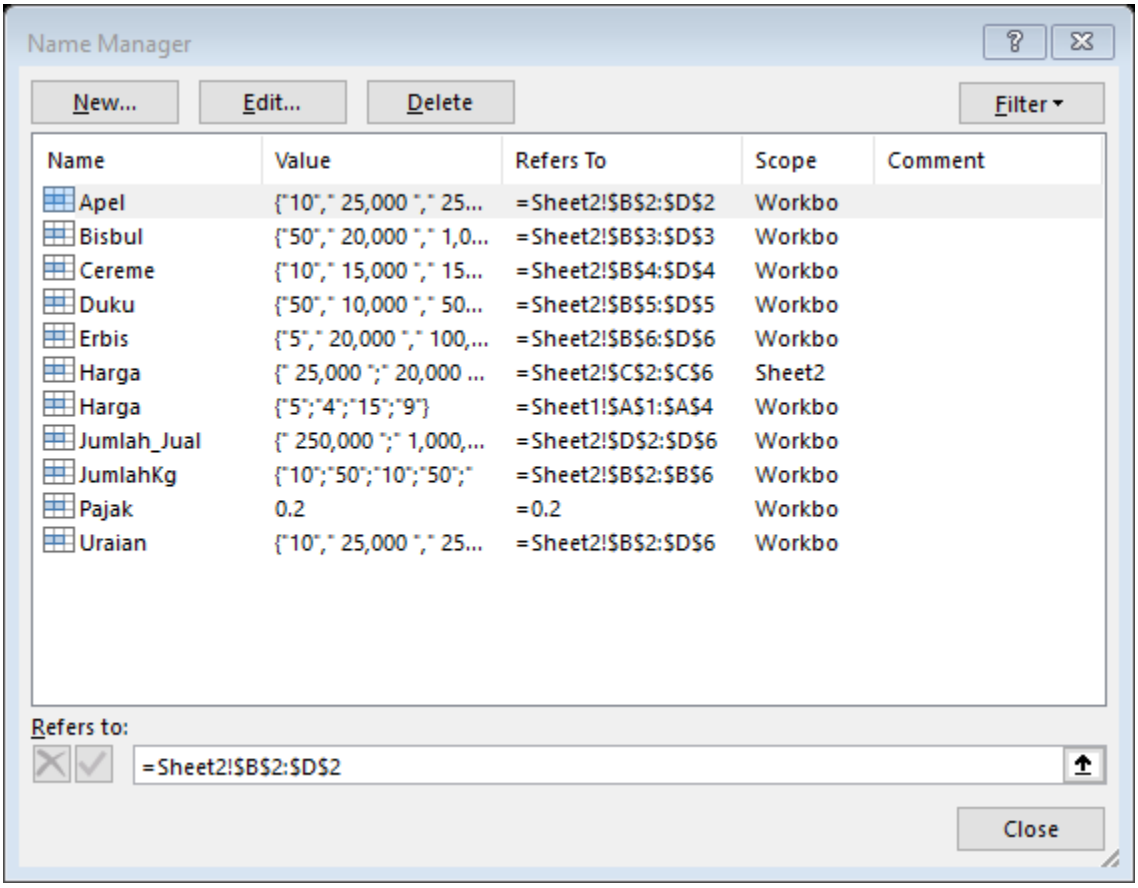




Klik pada cek box judul yang dikehendaki.

Lalu Klik OK

Maka nama yang ada dalam Name Manager adalah



Name	Value	Refers To	Scope	Comment
Apel	{"10"," 25,000 "," 25...	=Sheet2!$B$2:$D$2	Workbo	
Bisbul	{"50"," 20,000 "," 1,0...	=Sheet2!$B$3:$D$3	Workbo	
Cereme	{"10"," 15,000 "," 15...	=Sheet2!$B$4:$D$4	Workbo	
Duku	{"50"," 10,000 "," 50...	=Sheet2!$B$5:$D$5	Workbo	
Erbis	{"5"," 20,000 "," 100,...	=Sheet2!$B$6:$D$6	Workbo	
Harga	{" 25,000 ";" 20,000 ...	=Sheet2!$C$2:$C$6	Sheet2	
Harga	{"5";"4";"15";"9"}	=Sheet1!$A$1:$A$4	Workbo	
Jumlah_Jual	{" 250,000 ";" 1,000,...	=Sheet2!$D$2:$D$6	Workbo	
JumlahKg	{"10";"50";"10";"50";"	=Sheet2!$B$2:$B$6	Workbo	
Pajak	0.2	=0.2	Workbo	
Uraian	{"10"," 25,000 "," 25...	=Sheet2!$B$2:$D$6	Workbo	

Bab XI. Fungsi Sumproduct dan SumIf

11.01 SUMPRODUCT

Fungsi SUMPRODUCT adalah fungsi yang menghasilkan perkalian komponen-komponen terkait dalam array yang diberikan, dan menampilkan jumlah dari setiap hasil perkalian tersebut.

Sintaksnya adalah

SUMPRODUCT(array1, [array2], [array3], ...)

Sintaks fungsi SUMPRODUCT memiliki argumen berikut:

Array1 Diperlukan. Argumen array pertama yang komponen-komponennya ingin Anda kalikan lalu tambahkan.

Array2, array3,... Opsional. Argumen array 2 sampai 255 yang komponen-komponennya ingin Anda kalikan lalu tambahkan.

Contoh

Salin contoh data di dalam tabel berikut ini dan tempel ke dalam sel A lembar kerja Excel yang baru. Agar rumus menunjukkan hasil, pilih datanya, tekan F2, lalu tekan Enter. Jika perlu, Anda bisa menyesuaikan lebar kolom untuk melihat semua data.

Array 1		Array 2	
3	4	2	7
8	6	6	7
1	9	5	3
Rumus	**Deskripsi**		**Hasil**
=SUMPRODUCT(A2:B4, D2:E4)	Mengalikan semua komponen dari dua array, lalu menjumlahkan produk — yaitu, 3*2 + 4*7 + 8*6 + 6*7 + 1*5 + 9*3 (156)		156-

11.02 SUMIF

Anda dapat menggunakan fungsi **SUMIF** untuk menjumlahkan nilai dalam satu range yang memenuhi kriteria yang Anda tentukan. Sebagai contoh, di dalam kolom yang berisi angka, Anda hanya ingin menjumlahkan nilai-nilai yang lebih besar dari 5. Anda bisa menggunakan rumus berikut:**=SUMIF(B2:B25,”>5”)**

Sintaks

SUMIF(range, criteria, [sum_range])

Sintaks fungsi **SUMIF** memiliki argumen berikut:

range Diperlukan. Range sel yang akan Anda evaluasi menurut kriteria. Sel di setiap range harus merupakan angka atau nama, array, atau referensi yang berisi angka. Sel kosong atau nilai teks diabaikan. Range yang dipilih dapat berisi tanggal dalam format Excel standar (contoh di bawah).

Kriteria Diperlukan. Kriteria dalam bentuk angka, ekspresi, referensi sel, teks, atau fungsi yang menentukan sel mana yang akan ditambahkan. Misalnya, kriteria dapat diekspresikan sebagai 32, ">32", B5, "32", "apples", atau TODAY().

Penting: Kriteria teks atau kriteria apa pun yang mencakup simbol logika atau matematika harus disertakan dalam tanda kutip ganda (**"**). Jika kriteria adalah numerik, tanda kutip ganda tidak diperlukan.

sum_range Opsional. Sel aktual untuk ditambahkan, jika Anda ingin menambahkan sel yang lain dari yang sudah ditentukan dalam argumen*rentang*. Jika argumen ***sum_range*** dihilangkan, Excel menambahkan sel yang ditentukan dalam argumen ***range*** (sel yang sama di mana kriteria diterapkan).

Anda bisa menggunakan karakter wildcard—tanda tanya (**?**) dan tanda bintang (*****)—sebagai argumen ***kriteria***. Tanda tanya cocok dengan semua karakter tunggal; tanda bintang cocok dengan semua urutan karakter. Jika Anda ingin menemukan tanda tanya atau tanda bintang, ketikkan tilde (**~**) sebelum karakter.

Keterangan

Fungsi SUMIF mengembalikan hasil yang tidak benar bila Anda menggunakannya untuk mencocokkan string yang lebih panjang dari 255 karakter atau ke string #VALUE!.

Argumen ***sum_range*** tidak harus mempunyai ukuran dan bentuk yang sama dengan argumen ***range***. Sel aktual yang ditambahkan ditentukan dengan menggunakan sel di paling kiri atas di dalam argumen ***sum_range*** sebagai sel awal, lalu menyertakan sel yang ukuran dan bentuknya sesuai dengan argumen ***range***. Misalnya:

Jika Range adalah	Dan sum_range adalah	Maka sel aktual adalah
A1:A5	B1:B5	B1:B5
A1:A5	B1:B3	B1:B5
A1:B4	C1:D4	C1:D4
A1:B4	C1:C2	C1:D4

Namun, bila argumen ***range*** dan ***sum_range*** di fungsi SUMIF tidak berisi jumlah sel yang sama, perhitungan ulang lembar kerja mungkin memakan waktu lebih lama dari yang diharapkan.

Contoh 1

Salin contoh data di dalam tabel berikut ini dan tempel ke dalam sel A1 lembar kerja Excel yang baru. Agar rumus memperlihatkan hasil, pilih datanya, tekan F2, lalu tekan Enter. Jika perlu, Anda bisa menyesuaikan lebar kolom untuk melihat semua data.

Nilai Properti	Komisi	Data
$100.000	$7.000	$250.000
$200.000	$14.000	
$300.000	$21.000	
$400.000	$28.000	
Rumus	Deskripsi	Hasil
=SUMIF(A2:A5,">160000",B2:B5)	Jumlah komisi untuk nilai properti di atas $160.000.	$63.000
=SUMIF(A2:A5,">160000")	Jumlah nilai properti di atas $160.000.	$900.000
=SUMIF(A2:A5,300000,B2:B5)	Jumlah komisi untuk nilai properti yang sama dengan $300.000.	$21.000
=SUMIF(A2:A5,">" & C2,B2:B5)	Jumlah komisi untuk nilai properti lebih besar dari nilai di C2.	$49.000

Contoh 2

Salin contoh data di dalam tabel berikut ini dan tempel ke dalam sel A1 lembar kerja Excel yang baru. Agar rumus memperlihatkan hasil, pilih datanya, tekan F2, lalu tekan Enter. Jika perlu, Anda bisa menyesuaikan lebar kolom untuk melihat semua data.

Kategori	Makanan	Penjualan
Sayuran	Tomatoes	$2.300
Sayuran	Celery	$5.500
Buah	Oranges	$800
	Butter	$400
Sayuran	Carrots	$4.200

Kategori	Makanan	Penjualan
Buah	Apples	$1.200
Rumus	**Deskripsi**	**Hasil**
=SUMIF(A2:A7,"Buah",C2:C7)	Jumlah penjualan semua makanan dalam kategori "Buah".	$2.000
=SUMIF(A2:A7,"Sayuran",C2:C7)	Jumlah penjualan semua makanan dalam kategori "Sayuran".	$12.000
=SUMIF(B2:B7,"*es",C2:C7)	Jumlah penjualan semua makanan yang berakhiran "es" (Tomatoes, Oranges, dan Apples).	$4.300
=SUMIF(A2:A7,"",C2:C7)	Jumlah penjualan semua makanan yang tidak memiliki kategori khusus.	$400

Bibliography

Balakrishnan, N., Render, B., & Stair, R. (2013). *Managerial decision modeling with spreadsheets.* Pearson.

Names in Excel Formulas - Easy Excel Tutorial. (n.d.). Retrieved from https://www.excel-easy.com/examples/names-in-formulas.html

Optimization Methods in Management Science/Operations Research. (n.d.).

Smith, N. (2010). Linear Programming Using Excel Install the Solver Add-In.

SUMIF (Fungsi SUMIF) - Dukungan Office. (n.d.). Retrieved from https://support.office.com/id-id/article/sumif-fungsi-sumif-169b8c99-c05c-4483-a712-1697a653039b

SUMPRODUCT (Fungsi SUMPRODUCT) - Dukungan Office. (n.d.). Retrieved from https://support.office.com/id-id/article/sumproduct-fungsi-sumproduct-16753e75-9f68-4874-94ac-4d2145a2fd2e

Teaching Linear Programming with Excel Solver (CHEER v9 n3). (n.d.). Retrieved from https://www.economicsnetwork.ac.uk/cheer/ch9_3/ch9_3p07.htm