



Universitas Gunadarma



Laboratorium Manajemen Menengah

# RISET OPERASIONAL 1

2024

BUKU SERI  
PRAKTIKUM

Penyusun

Dewi Ratna S. - Resiana S. Putri - Suci Rakhmawati

RO1  
SERI PRAKTIKUM RISET OPERASIONAL 1



Aplikasi : Customized Application Made with Visual  
BASIC 6.0 & QSB Sistem Operasi DOS  
Novel Netware Versi 3.0

Penyusun : Dewi, Suci, Resi, Fauwziah, & Suwardi

Website : [ma-menengah.lab.gunadarma.ac.id](http://ma-menengah.lab.gunadarma.ac.id)

**LABORATORIUM MANAJEMEN MENENGAH UNIVERSITAS  
GUNADARMA  
JAKARTA  
2024**

## KATA PENGANTAR

Buku seri praktikum Riset Operasional 1 ini menjelaskan penerapan teori pengambilan keputusan terutama dalam lingkup perusahaan. Demikian juga pembahasan dilakukan pada masalah-masalah yang bersifat mendasar atau pokok. Tujuan penyusunan modul Riset Operasional 1 untuk menjelaskan masalah pengambilan keputusan dalam memilih aktivitas-aktivitas yang mendatangkan hasil optimum dengan biaya minimum. Dengan demikian diharapkan dapat memberikan pemahaman logika atau alasan yang menjelaskan mengapa perusahaan mengambil keputusan tersebut.

Dalam kesempatan ini, penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua kami, *staff* Laboratorium Manajemen Menengah Universitas Gunadarma, juga para asisten senior dan rekan-rekan asisten lainnya yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan modul Riset Operasional 1 ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam modul ini, oleh karena itu kami memohon kritik dan saran yang bersifat konstruktif demi perbaikan dalam penyusunan modul yang akan datang. Semoga modul ini dapat memberikan manfaat positif pembacanya.

Akhir kata semoga seri praktikum ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, kritik dan saran sangat kami harapkan demi pengembangan modul ini di masa yang akan datang.

Depok, September 2024

Penyusun

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	2
DAFTAR ISI .....	3
BAB I .....	5
SIMPLEX.....	5
Deskripsi Modul.....	5
Tujuan Modul.....	5
Isi.....	5
1.1    Pembelajaran: <i>Linear Programming</i> .....	6
1.2    Sejarah Munculnya RO .....	6
1.3 <i>Linear Programming</i> .....	7
1.4    Metode Simplex.....	9
Contoh Soal.....	10
Soal-Soal Uji Kemampuan.....	18
BAB II.....	19
TRANSPORTASI SOLUSI AWAL .....	19
Deskripsi Modul.....	19
Tujuan Modul.....	19
Isi.....	20
2.1    Metode Transportasi .....	21
2.2    Masalah Transportasi.....	21
2.3    Transportasi Solusi Awal .....	22
Contoh soal .....	22
Soal-Soal Uji Kemampuan.....	38
BAB III .....	40
TRANSPORTASI SOLUSI AKHIR .....	40
Deskripsi Modul.....	40

Tujuan Modul.....	40
Isi.....	40
3.1 Pembelajaran: Stepping Stone.....	41
Contoh soal : .....	41
3.2 Pembelajaran: <i>MODI</i> .....	46
Contoh soal: .....	47
Soal-Soal Uji Kemampuan.....	58
BAB IV .....	60
PENUGASAN .....	60
Deskripsi Modul.....	60
Tujuan Modul.....	60
Isi.....	61
4.1 Penugasan.....	62
4.2 Sejarah dan Penjelasan Singkat tentang Metode Penugasan.....	62
<b>Contoh Minimalisasi tanpa <i>DUMMY</i></b> .....	63
Contoh Minimalisasi dengan <i>DUMMY</i> .....	66
Contoh Maksimalisasi tanpa <i>DUMMY</i> .....	70
Contoh Maksimalisasi dengan <i>DUMMY</i> .....	73
Soal-Soal Uji Kemampuan.....	79
BAB V.....	81
TEORI PERMAINAN .....	81
Deskripsi Modul.....	81
Tujuan Modul.....	81
Isi.....	81
5.1 Pengantar: Teori Permainan.....	82
5.2 Unsur-Unsur Dalam Membentuk Teori Permainan.....	82
5.3 Jenis Strategi Dalam Teori Permainan.....	83
Soal-Soal Uji Kemampuan.....	91

# BAB 1

# Simplex



# BAB I

## SIMPLEX

### Deskripsi Modul

*Linear Programming* (LP) adalah suatu cara untuk menyelesaikan persoalan pengalokasian sumber-sumber yang terbatas di antara beberapa aktivitas yang bersaing dengan cara terbaik yang mungkin dilakukan. Persoalan pengalokasian ini akan muncul manakala seseorang harus memilih tingkat aktivitas-aktivitas tertentu yang bersaing dalam hal penggunaan sumber daya langka yang dibutuhkan untuk melaksanakan aktivitas-aktivitas tertentu.

### Tujuan Modul

Setelah menyelesaikan praktikum pada modul ini, praktikan akan memahami:

- 1) Perencanaan aktivitas untuk memperoleh hasil optimum dengan batasan-batasan yang dimiliki;
- 2) Keputusan mana yang harus dipilih.

### Isi

Pembelajaran: *Linear Programming*

Latihan 1 Menghitung *Simplex*

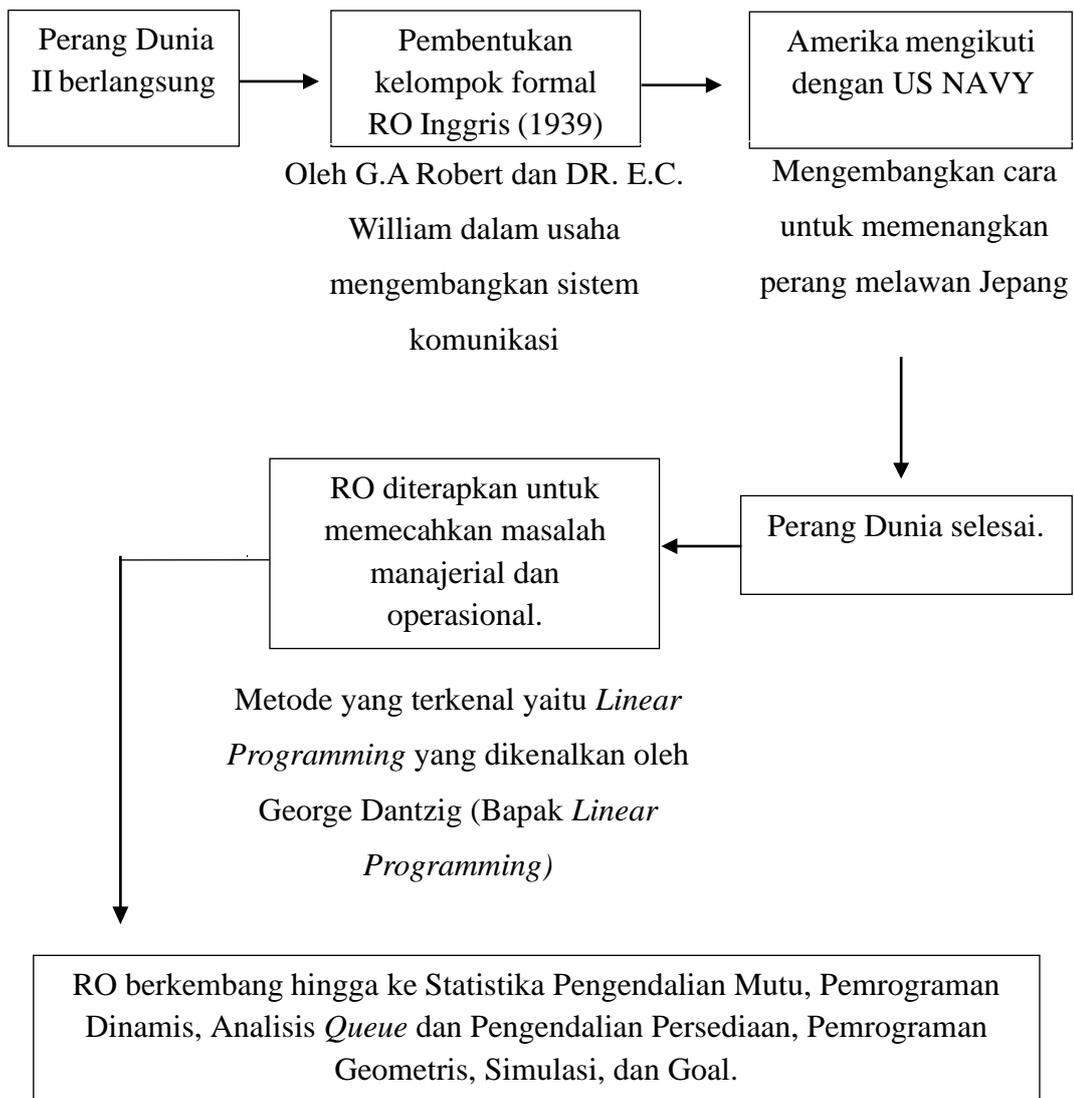
Pembelajaran: Penggunaan *Software POM QM*

## 1.1 Pembelajaran: *Linear Programming*

Riset operasional adalah sekumpulan cara atau metode analisis yang digunakan untuk mengelola sumber daya perusahaan yang terbatas agar hasil yang optimal didapat perusahaan.

RO juga dapat digunakan untuk memaksimalkan sesuatu yang diinginkan (seperti hasil produksi, penjualan, keuntungan, dll.) dan dapat juga digunakan untuk meminimumkan sesuatu yang tidak diinginkan oleh perusahaan (seperti kecelakaan kerja, kerugian, produk cacat, dll.)

## 1.2 Sejarah Munculnya RO



### 1.3 *Linear Programming*

*Linear Programming* atau pemrograman linier berasal dari kata pemrograman dan linier. Pemrograman mempunyai arti perencanaan, dan linier berarti fungsi-fungsi yang digunakan merupakan fungsi linier.

Secara umum arti dari pemrograman linier adalah suatu teknik perencanaan yang bersifat analitis yang analisis-analisisnya memakai model matematika, dengan tujuan menemukan beberapa kombinasi alternatif pemecahan masalah, kemudian dipilih yang terbaik diantaranya dalam rangka menyusun strategi dan langkah-langkah kebijaksanaan lebih lanjut tentang alokasi sumber daya dan dana yang terbatas guna mencapai tujuan dan sasaran yang diinginkan secara optimal.

Untuk merumuskan suatu masalah ke dalam bentuk pemrograman linier harus dipenuhi syarat-syarat berikut :

- 1) Tujuan masalah tersebut harus tegas dan jelas;
- 2) Harus ada satu atau beberapa alternatif yang ingin dibandingkan;
- 3) Adanya sumber daya terbatas;
- 4) Bisa dilakukan perumusan kuantitatif;
- 5) Adanya keterkaitan peubah.

Untuk membentuk suatu model pemrograman linier perlu diterapkan asumsi sebagai berikut:

#### 1. *Linearity*

Fungsi objektif dan kendala haruslah merupakan fungsi linier dan variabel keputusan. Hal ini akan mengakibatkan fungsi bersifat proporsional dan aditif, misalnya untuk memproduksi 1 kursi dibutuhkan waktu 3 jam, maka untuk memproduksi 2 kursi dibutuhkan waktu 6 jam.

#### 2. *Divisibility*

Nilai variabel keputusan dapat berupa bilangan pecahan.

#### 3. *Nonnegativity*

Nilai variabel keputusan haruslah non negatif.

#### 4. *Certainty*

Semua konstanta mempunyai nilai yang sudah pasti.

#### **Dua Macam Fungsi Program Linier :**

- Fungsi tujuan : mengarahkan analisa untuk mendeteksi tujuan perumusan masalah.
- Fungsi kendala : untuk mengetahui sumber daya yang tersedia dan permintaan atas sumber daya tersebut.

#### **Metode-metode yang ada di *Linear Programming* :**

1. Grafik → Kendala : hanya untuk perusahaan yang memproduksi 2 produk.
2. Simplex
3. Dualitas → Digunakan bila terjadi perubahan kapasitas.

**Hanya mempelajari SIMPLEX**

## 1.4 Metode Simplex

Tahun 1947 diperkenalkan oleh George B. Dantzig merupakan suatu algoritma yang digunakan untuk pemecahan berbagai masalah *Linear Programming* (LP). Pemecahan masalah dengan menggunakan metode ini sangat menguntungkan bagi pengguna, karena tidak hanya fungsi tujuan dan nilai optimum dari variabel dapat kita ketahui, tetapi kita juga dapat memberikan interpretasi ekonomi dan melakukan analisis sensitivitas yang didasarkan pada proses iterasi.

Ada 3 ciri utama dari suatu bentuk baku pemrograman linier untuk algoritma simplex:

- 1) Semua kendala harus berada dalam bentuk persamaan dengan nilai kanan tidak negatif.
- 2) Semua variabel yang terlibat tidak dapat bernilai negatif.
- 3) Dapat berupa maksimisasi dan minimisasi.

### **Komponen dalam Simplex :**

- 1) Variabel keputusan (*Decision Variable*)
- 2) Fungsi tujuan (*Objective Function*)
- 3) Kendala (*Constraints*)

### Contoh Soal

PT Elfrianda memproduksi tiga jenis keramik untuk dijadikan *souvenir*, yaitu mug keramik, piring keramik, dan vas bunga keramik. Keuntungan yang diharapkan dari masing-masing keramik adalah Rp 2.800.000, Rp 2.000.000, dan Rp 2.400.000. Untuk memproduksi mug keramik dibutuhkan 80 pcs keramik, 40 liter pewarna, dan waktu pencetakan selama 40 menit. Untuk piring keramik dibutuhkan 60 pcs keramik, 35 liter pewarna, dan waktu pencetakan selama 25 menit. Sedangkan untuk vas bunga keramik dibutuhkan 70 pcs keramik, 60 liter pewarna, dan waktu pencetakan selama 90 menit. PT Elfrianda mempunyai kapasitas maksimum untuk keramik adalah 2.800 pcs, pewarna 1.600 liter, dan waktu pencetakan selama 2.400 menit. Tentukanlah keuntungan yang diperoleh perusahaan!

Langkah Penyelesaian :

**Step 1 : Identifikasikan variabel keputusan, fungsi tujuan, dan variabel kendala**

Variabel Keputusan

X1 = Mug Keramik

X2 = Piring Keramik

X3 = Vas Bunga Keramik

**Step 2 : Tentukan fungsi tujuan, apakah akan di maksimalisasi atau minimalisasi**

Maksimumkan  $Z = 2.800.000X_1 + 2.000.000X_2 + 2.400.000X_3$

**Step 3 : Formulasikan faktor kendala yang ada dalam bentuk :**

- $\geq$  Perwujudan informasi paling sedikit atau minimum
  - $\leq$  Perwujudan informasi paling banyak atau maksimum
  - $=$  Perwujudan informasi paling memadai
- 
- ➔ Kendalanya : keramik, pewarna, dan waktu pencetakan.
  - ➔ Diurutkan sesuai jenis kendalanya, menjadi seperti di bawah ini.
  - ➔ Karena perwujudan informasi paling banyak atau maksimum pada soal di atas maka kita pakai simbol  $\leq$

**Fungsi Kendala**

1. Keramik  $80X_1 + 60X_2 + 70X_3 \leq 2.800$
  2. Pewarna  $40X_1 + 35X_2 + 60X_3 \leq 1.600$
  3. Pencetakan  $40X_1 + 25X_2 + 90X_3 \leq 2.400$
- di mana  $X_1, X_2, X_3 \geq 0$

**Step 4 : Ubahlah fungsi tujuan dan variabel kendala menjadi fungsi impulsif dengan cara menggeser semua  $C_nX_n$  ke kiri**

Formulasikan faktor kendala yang ada dalam bentuk :

- fungsi kendala memakai simbol  $\leq$  maka harus ditambah  $+S$
- fungsi kendala memakai simbol  $\geq$  maka harus ditambah  $-S+A$
- fungsi kendala memakai simbol  $=$  maka harus ditambah  $+A$

*note : S = slack*

Di sini kita hanya mempelajari fungsi kendala memakai

### Fungsi Tujuan

Maksimumkan  $Z - 2.800.000X_1 - 2.000.000X_2 - 2.400.000X_3 = 0$

### Fungsi Kendala

1. Keramik  $80X_1 + 60X_2 + 70X_3 + S_1 = 2.800$
  2. Pewarna  $40X_1 + 35X_2 + 60X_3 + S_2 = 1.600$
  3. Pencetakan  $40X_1 + 25X_2 + 90X_3 + S_3 = 2.400$
- dimana  $X_1, X_2, X_3 \geq 0$

**Step 5 : Susunlah persamaan yang diperoleh ke dalam tabel iterasi**

### Step 6 : Tentukanlah kolom kunci

Kolom kunci ditentukan berdasarkan nilai yang paling besar negatifnya dari nilai-nilai yang berada pada baris fungsi tujuan (Z) pada tabel simpleks.

### Step 7 : Tentukanlah baris kunci

Baris kunci ditentukan dengan membuat nilai perbandingan antara nilai kanan (NK) dengan nilai pada kolom kunci dari setiap baris, kecuali baris fungsi tujuan. Baris dengan perbandingan yang terkecil akan berperan sebagai baris kunci. Pertemuan antara kolom kunci dan baris kunci dinamakan angka kunci.

VD	X1	X2	X3	S1	S2	S3	NK	Index
Z	-2.800.000	-2.000.000	-2.400.000	0	0	0	0	-
S1	80	60	70	1	0	0	2800	35
S2	40	35	60	0	1	0	1600	40
S3	40	25	90	0	0	1	2400	60

**Step 8 : Tentukan persamaan baru/ baris kunci (NBBK)**

**S1 → X1**

NBBK	X1	X2	X3	S1	S2	S3	NK
	$\frac{80}{80}$	$\frac{60}{80}$	$\frac{70}{80}$	$\frac{1}{80}$	$\frac{0}{80}$	$\frac{0}{80}$	$\frac{2800}{80}$
	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{80}$	0	0	35

**Step 9 : Tentukan persamaan-persamaan baru selain NBBK**

Z	-2.800.000	-2.000.000	-2.400.000	0	0	0	0
(-2.800.000)	(1	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{80}$	0	0	35)
	(-2.800.000	-2.100.000	-2.450.000	-35.000	0	0	-98.000.000)-
	0	100.000	50.000	35.000	0	0	98.000.000
S2	40	35	60	0	1	0	1.600
(40)	(1	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{80}$	0	0	35)
	(40	30	35	0,5	0	0	1.400) -
	0	5	25	-0,5	1	0	200

S3	40	25	90	0	0	1	2.400
(40)	(1	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{80}$	0	0	35)
	(40	30	35	0,5	0	0	1.400) -
	0	-5	55	-0,5	0	1	1.000

**Step 10 :** Masukkanlah nilai-nilai baru ke dalam tabel iterasi 1

VD	X1	X2	X3	S1	S2	S3	NK
Z	0	100.000	50.000	35.000	0	0	98.000.000
S2	0	5	25	-0.5	1	0	200
S3	0	-5	55	-0.5	0	1	1000
X1	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{80}$	0	0	35

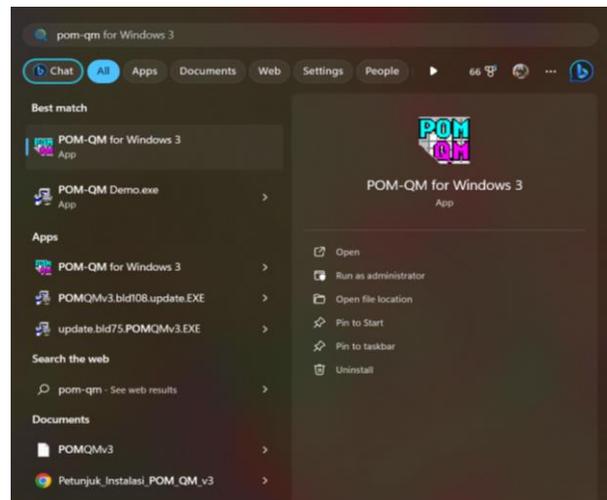
**Step 11:** Karena nilai di baris Z sudah tidak ada lagi nilai (-) jadi tidak perlu diterasi lagi. Bila masih terdapat nilai negatif pada baris Z, maka langkah selanjutnya ulangi langkah mulai Step 5, menentukan Kolom Kunci, Baris Kunci, NBBK.

**Analisis:**

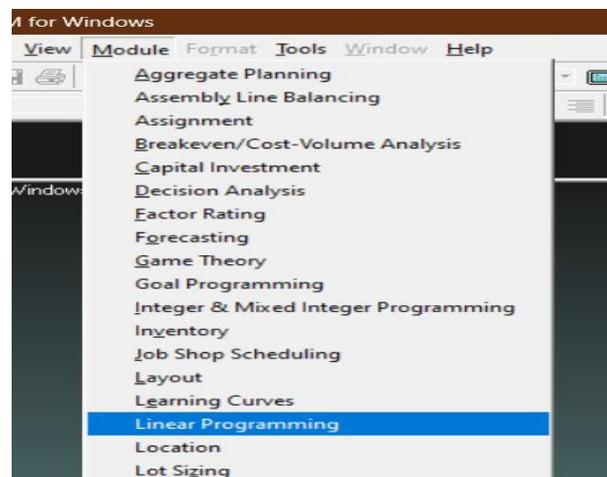
Keuntungan yang akan diperoleh PT. Elfrianda keramik adalah Rp 98.000.000 dengan memproduksi 35 mug keramik tanpa memproduksi piring keramik dan vas bunga keramik.

## Langkah-langkah pengerjaan menggunakan *software* POM-QM

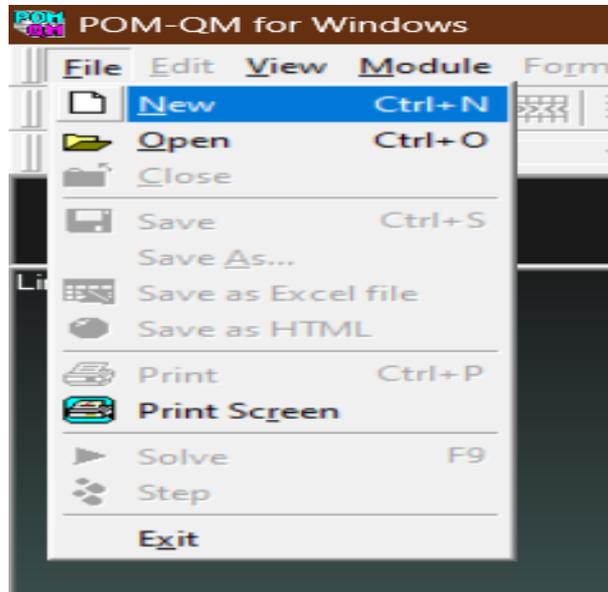
1. *Start* → *Search Program* → POM-QM. Kemudian klik.



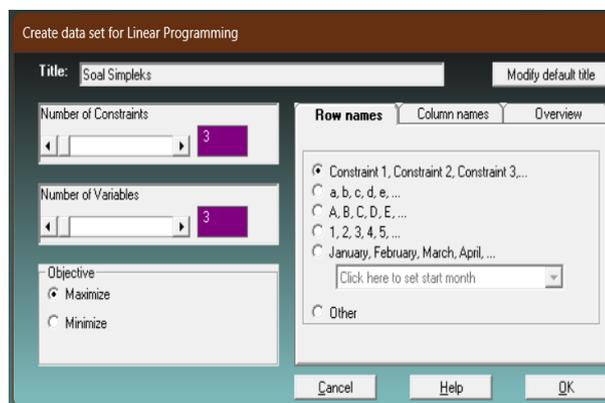
2. Di menu bar *Module* → *Linear Programming*. Lalu, klik.



- Pilih menu File → Klik *New*



- Input* jumlah baris (*constraints*) dan kolom (*variables*) sesuai dengan soal.



5. *Input data sesuai dengan soal.*

Objective		Instruction				
<input checked="" type="radio"/> Maximize <input type="radio"/> Minimize		Enter the value for keramik for rhs. Any non-negative value is permissible.				
Soal Simpleks						
	X1	X2	X3		RHS	Equation form
Maximize	2800000	2000000	2400000			Max 2800000X1 + 2000000X2
Keramik	80	60	70	<=	2800	80X1 + 60X2 + 70X3 <= 2800
Pewarna	40	35	60	<=	1600	40X1 + 35X2 + 60X3 <= 1600
Pencetakan	40	25	90	<=	2400	40X1 + 25X2 + 90X3 <= 2400

6. *Klik Solve*



7. Hasil perhitungan aplikasi, keuntungan yang akan diperoleh PT. Elfrianda keramik adalah Rp 98.000.000 dengan memproduksi 35 mug keramik tanpa memproduksi piring keramik dan vas bunga keramik.

Linear Programming Results						
Soal Simpleks Solution						
	X1	X2	X3		RHS	Dual
Maximize	2800000	2000000	2400000			
Keramik	80	60	70	<=	2800	35000
Pewarna	40	35	60	<=	1600	0
Pencetakan	40	25	90	<=	2400	0
Solution->	35	0	0		98000000	

### Soal-Soal Uji Kemampuan

1. Sofia ingin memproduksi berbagai macam kue kering yaitu kastengel, nastar, dan putri salju. Untuk memproduksi kastengel diperlukan 200 g tepung terigu, 50g gula, dan 4 butir telur. Untuk nastar diperlukan 300g tepung terigu, 60g gula, dan 5 butir telur. Untuk putri salju diperlukan 100 g tepung terigu, 40g gula, dan 2 butir telur. Kapasitas maksimum untuk tepung terigu adalah 1.600g, untuk gula adalah 500g, dan untuk telur adalah 60 butir. Keuntungan yang diharapkan masing-masing sebesar Rp. 4.000, Rp. 3.000, dan Rp. 2.000. Keuntungan optimal yang akan diperoleh Sofia adalah sebesar?
2. Pak Henry ingin memproduksi tiga jenis tanaman yaitu jagung, kentang dan wortel. Untuk memproduksi jagung dibutuhkan 10 unit tanah, 20 liter air, dan 60 jam kerja. Untuk kentang dibutuhkan 30 unit tanah, 40 liter air, dan 90 jam kerja. Untuk wortel diperlukan 40 unit tanah, 30 liter air, dan 50 jam kerja. Kapasitas maksimum untuk tanah adalah 800 unit, untuk air adalah 1.000 liter, dan untuk jam kerja adalah 2.400 jam. Keuntungan yang diharapkan masing-masing sebesar Rp. 100.000, Rp. 800.000, dan Rp. 600.000. Berapa keuntungan maksimal yang dapat diperoleh Pak Henry?
3. Simon ingin membuat tiga jenis lukisan yaitu lukisan minyak, lukisan akrilik dan lukisan cat air. Untuk memproduksi setiap jenis lukisan, dibutuhkan kain kanvas, cat, dan jam kerja. Untuk membuat lukisan minyak, dibutuhkan 10 unit kain kanvas, 14 liter cat, dan 5 jam kerja. Untuk membuat lukisan akrilik, dibutuhkan 20 unit kain kanvas, 25 liter cat, dan 8 jam kerja. Untuk membuat lukisan cat air, dibutuhkan 15 unit kain kanvas, 20 liter cat, dan 6 jam kerja. Kapasitas maksimum untuk kain kanvas adalah 300 unit, untuk cat adalah 450 liter, dan untuk jam kerja adalah 120 jam. Keuntungan yang diharapkan masing-masing sebesar Rp. 1.000.000, Rp. 800.000, dan Rp. 500.000. Berapa keuntungan maksimal yang dapat diperoleh Simon?

# BAB 2

## Transportasi Solusi Awal



## **BAB II**

### **TRANSPORTASI SOLUSI AWAL**

#### **Deskripsi Modul**

Metode transportasi merupakan metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber yang menyediakan produk ke tempat tujuan yang membutuhkan secara optimal. Alokasi produk ini harus diatur, karena terdapat perbedaan biaya-biaya alokasi dari satu sumber ke tempat-tempat tujuan.

Tujuan manajemen adalah menentukan jumlah yang harus dikirimkan dengan biaya yang seminimum mungkin. Atau dengan kata lain, mengoptimalkan distribusi sumber daya sehingga biaya yang dikeluarkan minimal.

#### **Tujuan Modul**

Setelah menyelesaikan praktikum pada modul ini, praktikan akan memahami:

- 1) Bagaimana cara mengatur distribusi dari sumber yang menyediakan produk yang sama ke tempat yang membutuhkan secara optimal
- 2) Bagaimana meminimalkan biaya untuk memperoleh hasil optimal
- 3) Apa saja hakikat dari suatu pengambilan keputusan
- 4) Tahapan apa saja yang harus dilalui dalam mengambil suatu keputusan agar dapat memberikan hasil yang efektif dan efisien.

## **Isi**

Pembelajaran: *North West Corner*

Latihan 1 Menghitung *North West Corner*

Pembelajaran: *Least Cost*

Latihan 2 Menghitung *Least Cost*

Pembelajaran: VAM (*Vogel Approximation Method*)

Latihan 3 Menghitung VAM

Pembelajaran: RAM (*Russel Approximation Method*)

Latihan 2 Menghitung RAM

Pembelajaran: Penggunaan *Software Win QSB*

## 2.1 Metode Transportasi

Metode transportasi untuk pertama kali dikemukakan oleh **F.L Hitchcock** (1941) dan dijelaskan lebih mendetail oleh **T.C Koopmans** (1949).

## 2.2 Masalah Transportasi

Masalah transportasi secara umum berhubungan dengan masalah pendistribusian barang dari beberapa kelompok tempat penyediaan yang disebut SUMBER ke beberapa kelompok tempat penerimaan yang disebut TUJUAN dalam masalah tertentu yang dapat meminimumkan total biaya distribusi. Secara umum, penyelesaian masalah transportasi dilakukan dengan dua tahap, yakni:

### 1) Tahap SOLUSI AWAL

#### 1. Metode NWC (*North West Corner*)

Pengalokasian dimulai dari pojok kiri atas dan berakhir di pojok kanan bawah.

#### 2. Metode LC (*Least Cost*)

Pengalokasian dimulai dari biaya terendah dalam tabel

#### 3. Metode VAM (*Vogel Approximation Method*)

Pengalokasian dilakukan pada kotak variabel dengan biaya terendah pada baris atau kolom yang terpilih

#### 4. Metode RAM (*Russel Approximation Method*)

Pengalokasian dilakukan dengan nilai  $\Delta_{ij}$  negatif terbesar

### 2) Tahap SOLUSI AKHIR

#### 1. *Stepping Stone*

2. MODI (*Modified Distribution*), merupakan modifikasi dari metode *Stepping Stone*. Namun demikian, solusi akhir akan digunakan bila dalam solusi awal penyelesaian biayanya belum optimal.

### Catatan Penting!

1. Syarat sel terisi  $\rightarrow (M+N)-1$ , dimana M adalah jumlah baris, N adalah jumlah kolom.
2. Bila  $(M+N)-1$  **TIDAK SAMA DENGAN** sel terisi, maka harus ditambahkan 0 (nol).
3. Jumlah KAPASITAS harus sama dengan jumlah KEBUTUHAN, jika tidak maka perlu ditambahkan *DUMMY*.

### 2.3 Transportasi Solusi Awal

#### Contoh soal

PT. KAI memiliki 3 pilihan kereta untuk membantu masyarakat yang ingin mudik pada saat lebaran. Tiga pilihan kereta itu adalah kereta Matarmaja, Majapahit, dan Malabar, dengan tujuan Malang ke Jakarta melalui Semarang. Kapasitas masing-masing kereta tersebut adalah 290, 380, dan 230 dengan kebutuhan atau permintaan tiket sebesar 125, 415, dan 360. Berikut adalah biaya transportasinya per unit.

Sumber	Tujuan		
	Malang	Semarang	Jakarta
Matarmaja	4	2	7
Majapahit	1	8	6
Malabar	5	3	9

Tentukan biaya transportasi dengan metode *NWC*, *LC*, *VAM* dan *RAM*!

**HAL PERTAMA YANG HARUS DIPERHATIKAN!!!**

Antara kapasitas dengan kebutuhan jumlahnya **sama**. Untuk kasus ini kita namakan kasus **normal (tanpa *Dummy*)**. Jika antara kapasitas dengan kebutuhan jumlahnya **tidak sama**, maka kasus ini kita namakan kasus **tidak normal (pakai *Dummy*)**.

**Metode NWC (*NORTH WEST CORNER*)**

1. Alokasikan komoditi dimulai dari pojok kiri atas dan berakhir di pojok kanan bawah. Alokasikan komoditi sesuai dengan kebutuhan/permintaan dan kapasitas yang tersedia.
2. Setelah alokasi untuk C11 dilakukan, alokasi dilakukan pada baris atau kolom lain.

Sumber	Tujuan						Kapasitas
	Malang		Semarang		Jakarta		
<b>Matarmaja</b>	125	4	165	2		7	<b>290</b>
<b>Majapahit</b>		1	250	8	130	6	<b>380</b>
<b>Malabar</b>		5		3	230	9	<b>230</b>
<b>Kebutuhan</b>	<b>125</b>		<b>415</b>		<b>360</b>		<b>900</b>

**Keterangan :**

1. Alokasi C11 dengan memperhatikan jumlah kapasitas dan kebutuhan (125 ; 290). Minimum 125, maka untuk C11 dialokasikan sebanyak 125.
2. Ketika 125 produk dialokasikan pada C11, ternyata kebutuhan pada baris pertama sebanyak 290 belum terpenuhi, dan kebutuhan pada (kolom pertama) sudah terpenuhi, sehingga terjadi kelebihan jumlah kapasitas pada sumber pertama, maka akan dialokasikan sebanyak 165 untuk C12.
3. Ketentuan tersebut dilakukan sampai semua persediaan telah dialokasikan dan semua kebutuhan telah terpenuhi.

**Total biaya = Jumlah (biaya dikalikan dengan alokasi)**

$$= (125 \times 4) + (165 \times 2) + (250 \times 8) + (130 \times 6) + (230 \times 9)$$

$$= 5.680$$

**Analisis :**

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode NWC, Matarmaja didistribusikan ke Malang sebanyak 125 dan ke Semarang sebanyak 165. Majapahit didistribusikan ke Semarang dan Jakarta masing-masing 250 dan 130. Sedangkan Malabar didistribusikan ke Jakarta sebanyak 230. Total biaya transportasi yang dikeluarkan PT. KAI adalah sebesar 5.680.

### Metode LC (*LEAST COST*) / BIAYA MINIMUM

1. Alokasikan ke sel yang mempunyai biaya terkecil. Jika terdapat sel yang memiliki biaya terkecil yang sama besar, maka pilih salah satu.
2. Kurangi dengan baris persediaan dan kolom permintaan, jika sudah nol, maka eliminasi baris atau kolom tersebut.

#### HAL YANG HARUS DIPERHATIKAN DALAM MENGERJAKAN LC!!!

Bila dalam kasus tidak normal (dengan *Dummy*), pengalokasian *DUMMY* selalu TERAKHIR setelah sel lain terisi. Hal tersebut dikarenakan dalam LC, perusahaan dianggap lebih memilih untuk mengalokasikan ke tempat yang membutuhkan daripada disimpan di dalam gudang.

Sumber	Tujuan						Kapasitas
	Malang		Semarang		Jakarta		
<b>Matarmaja</b>	X	4	290	2	X	7	<b>290</b>
<b>Majapahit</b>	125	1	X	8	255	6	<b>380</b>
<b>Malabar</b>	X	5	125	3	105	9	<b>230</b>
<b>Kebutuhan</b>	<b>125</b>		<b>415</b>		<b>360</b>		<b>900</b>

#### Penyelesaian:

1. Pada contoh soal, biaya terkecil terletak pada C21, sehingga sel ini adalah yang diprioritaskan terlebih dahulu, dengan kebutuhan dan kapasitas (125 ; 380) = dengan minimum 125. Kemudian sisa kebutuhannya dialokasikan ke sel lain.
2. Kemudian biaya terkecil kedua terletak pada C12, sehingga sel ini adalah yang diprioritaskan kedua, dengan kebutuhan dan kapasitas (415 ; 290) = dengan minimum 290. Kemudian sisa kapasitasnya dialokasikan ke sel lain
3. Kemudian berlanjut ke biaya terkecil berikutnya, yaitu C32, dst.

4. Alokasi dihentikan jika jumlah persediaan telah dihabiskan dan jumlah permintaan telah terpenuhi.

**Total Biaya = Jumlah (biaya dikalikan dengan alokasi)**

$$= (290 \times 2) + (125 \times 1) + (255 \times 6) + (125 \times 3) + (105 \times 9)$$

$$= 3.555$$

**Analisis :**

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode LC, Matarmaja didistribusikan ke Semarang sebesar 290. Majapahit didistribusikan ke Malang dan Jakarta masing-masing sebesar 125 dan 255. Malabar didistribusikan ke Semarang dan Jakarta masing-masing sebesar 125 dan 105. Total biaya transportasi yang dikeluarkan PT. KAI adalah sebesar 3.555.

**Metode VAM (VOGEL APPROXIMATION METHOD)**

1. Menghitung selisih biaya terkecil dengan biaya terkecil berikutnya untuk setiap baris dan kolom.
2. Setelah memperoleh nilai selisih untuk tiap kolom dan baris, pilih biaya yang selisih terbesar yang ada pada baris dan kolom tersebut. Kemudian alokasikan sebanyak mungkin ke sel yang memiliki biaya terkecil pada baris atau kolom terpilih.
3. Buat tabel pengalokasian untuk barang dari sumber ke tujuan, dengan memperhatikan jumlah kapasitas yang tersedia pada kolom atau baris yang bersangkutan dengan jumlah permintaan yang harus dipenuhi atau belum dipenuhi pada baris atau kolom tersebut. Hapuslah baris dan kolom apabila persediaan sudah dialokasikan atau permintaan yang sudah terpenuhi. Ulangi langkah pertama, jika jumlah persediaan belum dialokasikan sepenuhnya, maka masih terdapat kekurangan persediaan.

**HAL YANG HARUS DIPERHATIKAN DALAM MENGERJAKAN  
VAM!!!**

Bila dalam kasus tidak normal (dengan *Dummy*), pengalokasian DUMMY diperhitungkan. Karena metode VAM memperhitungkan biaya *dummy* ketika mencari selisih biaya terkecil

Tabel 1

Sumber	Tujuan						Kapasitas	Selisih
	Malang		Semarang		Jakarta			
Matarmaja	X	4		2		7	290	4-2=2
Majapahit	125	1		8		6	380	6-1=5
Malabar	X	5		3		9	230	5-3=2
<b>Kebutuhan</b>	<b>125</b>		<b>415</b>		<b>360</b>		<b>900</b>	
<b>Selisih</b>	<b>4-1=3</b>		<b>3-2=1</b>		<b>7-6=1</b>			

Tabel 2

Sumber	Tujuan						Kapasitas	Selisih
	Malang		Semarang		Jakarta			
Matarmaja	X	4		2		7	290	7-2=5
Majapahit	125	1		8		6	380	8-6=2
Malabar	X	5	230	3	X	9	230	9-3=6
<b>Kebutuhan</b>	<b>125</b>		<b>415</b>		<b>360</b>		<b>900</b>	
<b>Selisih</b>	<b>-</b>		<b>3-2=1</b>		<b>7-6=1</b>			

Tabel 3

Sumber	Tujuan						Kapasitas	Selisih
	Malang		Semarang		Jakarta			
Matarmaja	X	4	185	2	105	7	290	7-2=5
Majapahit	125	1	X	8	255	6	380	8-6=2
Malabar	X	5	230	3	X	9	230	-
Kebutuhan	125		415		360		900	
Selisih	-		8-2=6		7-6=1			

$$\text{Total Biaya} = (185 \times 2) + (105 \times 7) + (125 \times 1) + (255 \times 6) + (230 \times 3) = 3.450$$

#### Analisis :

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode VAM, Matarmaja didistribusikan ke Semarang dan Jakarta masing-masing 185 dan 105. Majapahit didistribusikan ke Malang dan Jakarta sebesar 125 dan 255. Sedangkan Malabar didistribusikan ke Semarang sebesar 230. Total biaya transportasi yang dikeluarkan PT. KAI adalah sebesar 3.450

#### Metode RAM (*RUSSEL APPROXIMATION METHOD*)

1. Penyelesaian dimulai dengan mencari biaya yang tertinggi untuk setiap baris dan kolom yang ada dalam tabel transportasinya.
2. Selanjutnya biaya pada setiap sel akan dikurangi dengan biaya tertinggi untuk baris itu dan dikurangi lagi dengan biaya tertinggi kolom itu.
3. Alokasi diberikan kepada sel yang memiliki nilai negatif terbesar dari perhitungan langkah dua. Alokasi selanjutnya dilakukan kembali seperti pada langkah pertama dan kedua, di mana baris/kolom yang telah habis kapasitas/kebutuhannya tidak diikutsertakan.

Tabel awal

Sumber	Tujuan						Kapasitas
	Malang		Semarang		Jakarta		
Matarmaja		4		2		7	290
Majapahit		1		8		6	380
Malabar		5		3		9	230
Kebutuhan	125		415		360		900

Biaya tertinggi :

Baris 1 (B1) = 7      Kolom 1 (K1) = 5

Baris 2 (B2) = 8      Kolom 2 (K2) = 8

Baris 3 (B3) = 9      Kolom 3 (K3) = 9

SEL = biaya sel – biaya tertinggi untuk baris itu – biaya tertinggi kolom itu

$C_{11} = 4 - 7 - 5 = -8$        $C_{21} = 1 - 8 - 5 = -12$        $C_{31} = 5 - 9 - 5 = -9$

$C_{12} = 2 - 7 - 8 = -13$        $C_{22} = 8 - 8 - 8 = -8$        $C_{32} = 3 - 9 - 8 = -14 \rightarrow (-)$  terbesar

$C_{13} = 7 - 7 - 9 = -9$        $C_{23} = 6 - 8 - 9 = -11$        $C_{33} = 9 - 9 - 9 = -9$

Tabel 1

Sumber	Tujuan						Kapasitas
	Malang		Semarang		Jakarta		
Matarmaja		4		2		7	290
Majapahit		1		8		6	380
Malabar	X	5	230	3	X	9	230
Kebutuhan	125		415		360		900

**PERHATIKAN!!!**

Baris 3, kapasitas yang dimiliki PT. KAI sudah habis, itu artinya biaya-biaya pada baris 3 tidak ikut lagi dalam perhitungan langkah 1 dan 2, maka biaya tertinggi :

$$B1 = 7 \quad K2 = 8$$

$$B2 = 8 \quad K3 = 7 \rightarrow \text{mengalami perubahan}$$

$K1 = 4 \rightarrow$  mengalami perubahan karena baris 3 sudah tidak diperhitungkan lagi

SEL = biaya sel - biaya tertinggi untuk baris itu - biaya tertinggi kolom itu

$$C11 = 4-7-4 = -7 \rightarrow \text{mengalami perubahan} \quad C21 = 1-8-4 = -11$$

$$C12 = 2-7-8 = -13 \rightarrow \text{(-) terbesar} \quad C22 = 8-8-8 = -8$$

$$C13 = 7-7-7 = -7 \quad C23 = 6-8-7 = -9$$

Tabel 2

Sumber	Tujuan						Kapasitas
	Malang		Semarang		Jakarta		
Matarmaja		4	185	2		7	290
Majapahit		1	X	8		6	380
Malabar	X	5	230	3	X	9	230
Kebutuhan	125		415		360		900

**PERHATIKAN!!!**

Kolom 2, kebutuhan yang diperlukan sudah terpenuhi, itu artinya biaya-biaya pada kolom 2 tidak ikut lagi dalam perhitungan langkah 1 dan 2, maka biaya tertinggi:

$$B1 = 7 \quad K1 = 4$$

$$B2 = 6 \rightarrow \text{mengalami perubahan karena} \quad K3 = 7$$

kolom 2 tidak diperhitungkan

SEL = biaya sel – biaya tertinggi untuk baris itu – biaya tertinggi kolom itu

$$C11 = 4-7-4 = -7$$

$$C13 = 7-7-7 = -7$$

$$C21 = 1-6-4 = -9 \rightarrow \text{pilih negatif terbesar lalu alokasikan ke C21}$$

$$C23 = 6-6-7 = -7$$

Tabel 3

Sumber	Tujuan						Kapasitas
	Malang		Semarang		Jakarta		
Matarmaja	X	4	185	2		7	290
Majapahit	125	1	X	8		6	380
Malabar	X	5	230	3	X	9	230
<b>Kebutuhan</b>	<b>125</b>		<b>415</b>		<b>360</b>		<b>900</b>

Sisanya bisa langsung dialokasikan dengan memperhatikan biaya terkecil.

Tabel 4

Sumber	Tujuan						Kapasitas
	Malang		Semarang		Jakarta		
Matarmaja	X	4	185	2	105	7	290
Majapahit	125	1	X	8		6	380
Malabar	X	5	230	3	X	9	230
<b>Kebutuhan</b>	<b>125</b>		<b>415</b>		<b>360</b>		<b>900</b>

Tabel 5

Sumber	Tujuan						Kapasitas
	Malang		Semarang		Jakarta		
Matarmaja	X	4	185	2	105	7	290
Majapahit	125	1	X	8	255	6	380
Malabar	X	5	230	3	X	9	230
<b>Kebutuhan</b>	<b>125</b>		<b>415</b>		<b>360</b>		<b>900</b>

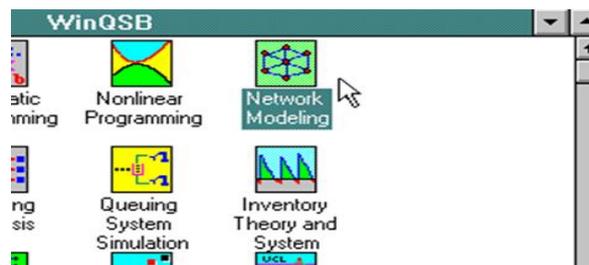
$$\text{Total Biaya} = (185 \times 2) + (105 \times 7) + (125 \times 1) + (255 \times 6) + (230 \times 3) = 3.450$$

### Analisis:

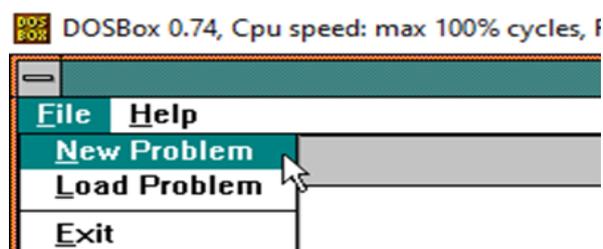
Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode RAM, Matarmaja didistribusikan ke Semarang dan Jakarta masing-masing 185 dan 105. Majapahit didistribusikan ke Malang dan Jakarta sebesar 125 dan 255. Sedangkan Malabar mendistribusikan ke Semarang sebesar 230. Total biaya transportasi yang dikeluarkan PT. KAI adalah sebesar 3.450.

### Langkah-langkah pengerjaan menggunakan *software* WinQSB

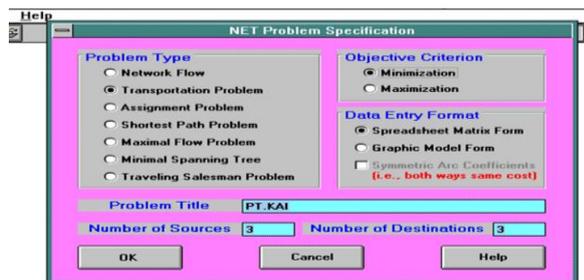
1. *Start* → *All Program* → WinQSB, Buka Program *Network Modeling*



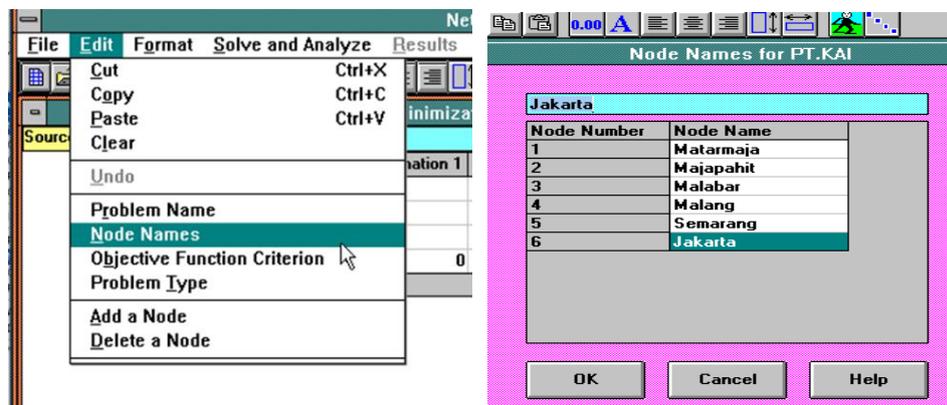
2. Untuk memulai pilih menu *File* → *New Problem*



- Pada form *NET Problem Specification* pilih :
  - Problem Type = Transportation Problem*
  - Objective Criterion = Minimization*
  - Problem Title* (isi data anda)
  - Number of Sources = 3*
  - Number of Destinations = 3*



- Ubah node names dari menu *Edit* → *Node Names*. *Edit Node Names*, klik OK untuk melanjutkan



- Input* sesuai dengan soal

100% cycles, Frameskip 0, Program: KRNL386

Network Modeling

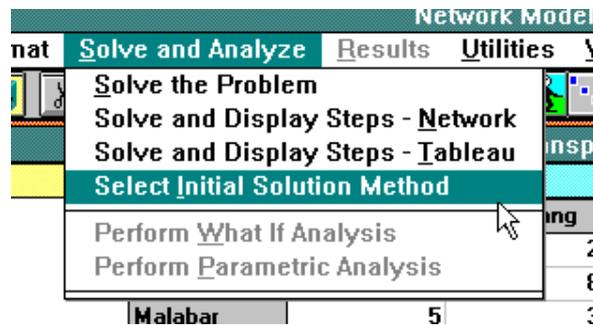
File Edit Format Solve and Analyze Results Utilities Window WinQSB Help

PT.KAI: Minimization (Transportation Problem)

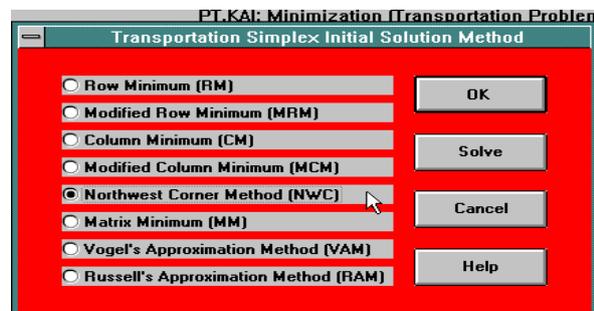
230

From \ To	Malang	Semarang	Jakarta	Supply
Matarmaja	4	2	7	290
Majapahit	1	8	6	380
Malabar	5	3	9	230
Demand	125	415	360	

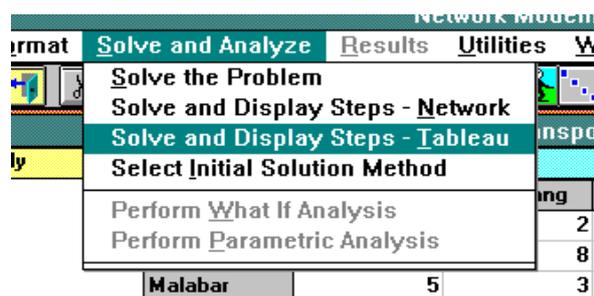
6. Pilih menu *Solve and Analyze* > *Select Initial Solution Method*



7. Pilih *Northwest Corner Method (NWC)*, Klik OK untuk melanjutkan



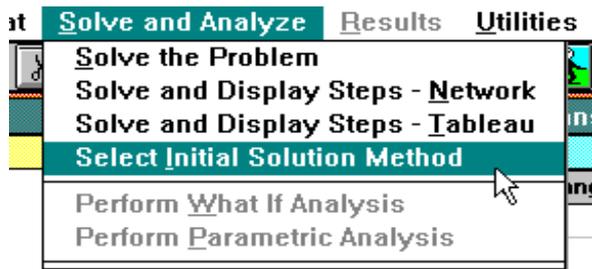
8. Pilih menu *Solve and Analyze* > *Select and Display Steps – Tableau* untuk melihat hasil akhir



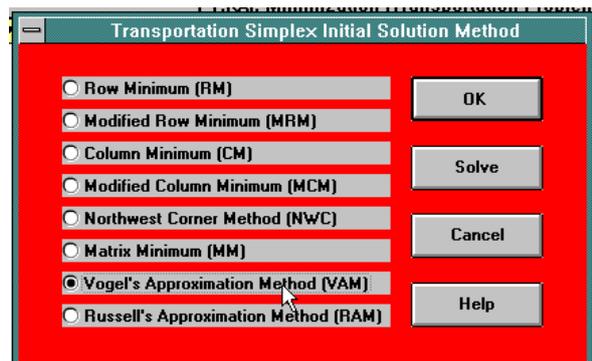
9. Hasil akhir menggunakan metode NWC

Transportation Tableau for PT.KAI - Iteratio					
	Malang	Semarang	Jakarta	Supply	Dual P(i)
Matarmaja	4 125*	2 165	7	200	0
Majapahit	1 Cij=-9**	8 250	6 130	300	6
Malabar	5	3	9 230	200	9
Demand	125	415	360		
Dual P(j)	4	2	0		
Objective Value = 5680 (Minimize)					
** Entering: Majapahit to Malang * Leaving: Matarmaja					

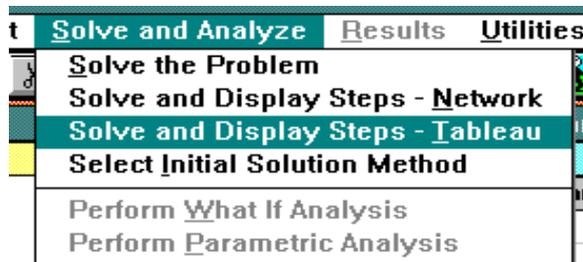
10. Untuk menghitung dengan menggunakan metode *Vogel's Approximation Method* (VAM), pilih menu *Solve and Analyze* → *Select Initial Solution Method*



11. Pilih *Vogel's Approximation Method* (VAM), klik OK untuk melanjutkan



12. Untuk melihat hasil akhirnya pilih menu *Solve and Analyze* → *Select and Display Steps-Tableau*

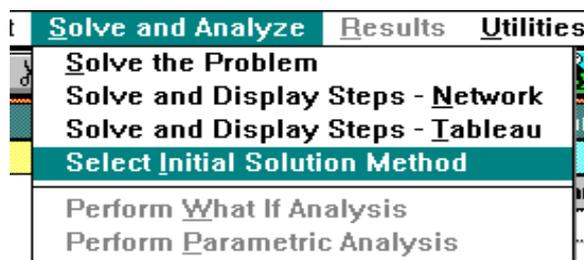


13. Hasil akhir menggunakan metode VAM

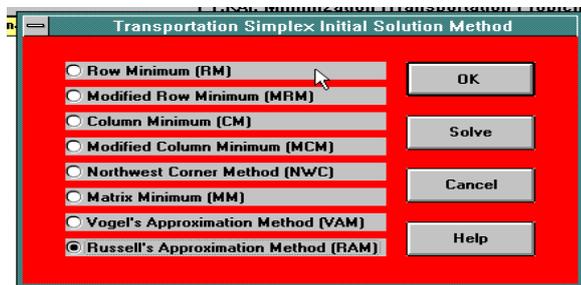
	Malang	Semarang	Jakarta	Supply	Dual P(i)
Matarmaja	4	2	7	250	0
Majapahit	1	8	6	380	-1
Malabar	5	3	9	230	1
Demand	125	415	360		
Dual P(j)	2	2	7		

Objective Value = 3450 (Minimize)

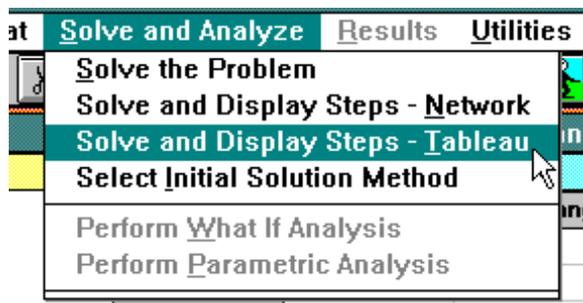
14. Untuk menghitung dengan menggunakan metode *Russell's Approximation Method* (RAM), pilih menu *Solve and Analyze* → *Select Initial Solution Method*



15. Pilih *Russell's Approximation Method* (RAM), klik OK untuk melanjutkan



16. Untuk melihat hasil akhirnya pilih menu *Solve and Analyze* → *Select and Display Steps – Tableau*



17. Hasil akhir dari metode RAM.

	Malang	Semarang	Jakarta	Supply	Dual P(i)
Matarreja	4	2	7	200	0
Majapahit	1	8	6	300	-1
	125		255		
Malabar	5	3	9	200	1
		230			
Demand	125	415	360		
Dual P(j)	2	2	7		
<i>Objective Value = 3450 (Minimize)</i>					

### Soal-Soal Uji Kemampuan

1. PT. ELLA memiliki 3 jenis produk kosmetik yang siap untuk didistribusikan ke beberapa kota yang ada di Jawa Barat seperti Bogor, Depok, dan Bandung. Kapasitas dari masing-masing kota tersebut adalah 210, 180, dan 360 dengan kebutuhannya masing-masing 190, 260, dan 300. Berikut adalah data transportasinya. Tentukan biaya transportasi dengan menggunakan metode NWC, LC, dan RAM!

Sumber	Tujuan		
	Bogor	Depok	Bandung
Lipstick	3	4	8
Foundation	4	6	5
Mascara	2	5	7

2. Anton adalah seorang pengusaha yang bergerak di bidang *frozen food*. Ia memiliki 3 pabrik yang menghasilkan produk yang berbeda yaitu Nugget, Sosis, dan Bakso. Suatu hari, masing-masing pabriknya menerima pesanan untuk dikirimkan ke Jakarta, Depok, dan Bandung dengan menggunakan truk dari setiap masing-masing pabriknya. Dengan kapasitas masing-masing 90, 70, dan 50. Serta kebutuhan masing-masing 60, 110, dan 40. Berikut adalah data transportasinya. Tentukan biaya dan transportasi dengan menggunakan metode VAM, LC, dan RAM !

Sumber	Tujuan		
	Jakarta	Depok	Bandung
Nugget	6	8	10
Sosis	25	20	18
Bakso	10	12	8

3. Toko *Brownies* Felix memiliki 3 pilihan rasa bagi *brownies* buatannya. Tiga pilihan rasa itu Tiramisu, Almond, dan Pandan dengan tujuan Cikaret, Sukahati, dan Cibinong. Dengan kapasitas masing-masing yaitu 90, 80, dan 40. Serta kebutuhannya masing-masing 50, 80, dan 80. Berikut adalah transportasinya. Tentukanlah biaya optimalnya dengan menggunakan metode NWC, LC, dan VAM!

Sumber	Tujuan		
	Cikaret	Sukahati	Cibinong
Tiramisu	10	4	11
Almond	9	15	4
Pandan	30	15	10

# BAB 3

## Transportasi Solusi Akhir



## **BAB III**

### **TRANSPORTASI SOLUSI AKHIR**

#### **Deskripsi Modul**

Persoalan transportasi membahas tentang pendistribusian produk dari sumber (*supply, capacities*) kepada tujuan (*destination, demand*) untuk meminimumkan biaya pengangkutan produk tersebut.

Transportasi solusi akhir merupakan tahap lebih lanjut dari transportasi solusi awal. Tujuan menggunakan transportasi solusi akhir yaitu ingin memastikan apakah pengalokasian yang dilakukan telah menghasilkan biaya total yang sudah paling minimal atau belum.

#### **Tujuan Modul**

Setelah menyelesaikan praktikum pada modul ini, praktikan akan memahami:

1. Pengalokasian produk ke sejumlah tujuan (*destination*)
2. Mengalokasikan dengan biaya total yang seminimal mungkin

#### **Isi**

Pembelajaran: *Stepping Stone*

Latihan 1 Menghitung Pengalokasian dengan Metode *Stepping Stone*

Pembelajaran: *MODI*

Latihan 2 Menghitung Pengalokasian dengan Metode *MODI*

Pembelajaran: *Software Win QSB* untuk metode *Stepping Stone* dan *MODI*

### 3.1 Pembelajaran: Stepping Stone

Metode *Stepping Stone* digunakan sebagai pengecekan apakah perhitungan yang telah kita hitung menggunakan solusi transportasi awal sudah benar optimal atau belum.

#### Contoh soal

PT. Dream memiliki 3 cabang pabrik dalam memenuhi permintaan produksinya. Dengan kapasitas masing-masing:

<b>Pabrik</b>	<b>Kapasitas produksi</b>
Hope	250
Believe	500
Imagine	750
<b>Jumlah</b>	<b>1500</b>

Saat ini ada 3 perusahaan yang meminta PT. Dream untuk memenuhi kebutuhannya, dengan besaran permintaan masing-masing:

<b>Perusahaan</b>	<b>Kebutuhan</b>
PT. Sun	300
PT. Moon	650
PT. Star	550
<b>Jumlah</b>	<b>1500</b>

Perkiraan biaya transportasi:

<b>Perusahaan</b> <b>Pabrik</b>	<b>PT. Sun</b>	<b>PT. Moon</b>	<b>PT. Star</b>
Hope	12	42	23
Believe	21	45	44
Imagine	15	49	12

Hasil Perhitungan dengan Metode *VAM*:

Tujuan Sumber	PT. Sun		PT. Moon		PT. Star		KAPASITAS
<b>Pabrik Hope</b>	-	12	<b>250</b>	42	-	23	250
<b>Pabrik Believe</b>	<b>300</b>	21	<b>200</b>	45	-	44	500
<b>Pabrik Imagine</b>	-	15	<b>200</b>	49	<b>550</b>	12	750
<b>KEBUTUHAN</b>	300		650		550		1500

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= (250 \times 42) + (300 \times 21) + (200 \times 27) + (200 \times 49) + (550 \times 8) \\ &= 42.200 \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut, kita akan memastikan biaya tersebut sudah paling minimal atau belum dengan menggunakan transportasi solusi akhir.

#### A. Metode *STEPPING STONE*

**Langkah penyelesaian:**

1. **Lakukan pengecekan terhadap sel-sel yang masih kosong.** Dari tabel *VAM* di atas, sel yang masih kosong adalah C11, C13, C23, dan C31. Pada metode ini, pengujian dilakukan mulai dari sel kosong tersebut, selanjutnya lakukan penarikan garis, garis bergerak (searah jarum jam/berlawanan) secara lurus ke arah sel yang telah terisi dengan alokasi, tidak boleh **diagonal!!!** Begitu seterusnya sampai kembali ke sel kosong tersebut. Setiap pergerakan ini akan mengurangi dan menambah secara bergantian biaya pada sel kosong tersebut.

**PERHATIKAN!**

Tujuan Sumber	PT. Sun		PT. Moon		PT. Star		KAPASITAS
Pabrik Hope	-	12	250	42	-	23	250
Pabrik Believe	300	21	200	45	-	44	500
Pabrik Imagine	-	15	200	49	550	12	750
<b>KEBUTUHAN</b>	300		650		550		1500

Untuk pengujian sel C11 dengan biaya 12, bergerak ke sel C12 sehingga biaya dikurangi 42, kemudian bergerak ke sel C22 sehingga biaya ditambah 45, dan kemudian bergerak ke sel C21, sehingga biaya dikurangi 21, dan hasilnya adalah  $12 - 42 + 45 - 21 = -6$

Untuk pengujian sel kosong lainnya, diberlakukan cara yang serupa. Berikut pengujian terhadap sel kosong.

**PENGUJIAN SEL KOSONG**

$$\begin{aligned}
 C11 &= 12 - 42 + 45 - 21 && = -6 \\
 C13 &= 23 - 12 + 49 - 42 && = 18 \\
 C23 &= 44 - 45 + 49 - 12 && = 36 \\
 C31 &= 15 - 49 + 45 - 21 && = -10 \text{ (minus terbesar)}
 \end{aligned}$$

**PERHATIKAN!**

Bila dihasilkan angka negatif lebih dari satu sel (berbeda-beda besar angkanya), maka pilih angka negatif dengan angka yang paling besar.

2. **Perubahan alokasi pengiriman.** Dari pengujian di atas, didapat C31 bernilai negatif (-10), maka pada sel C31 perlu dilakukan perubahan alokasi pengiriman. **Perhatikan angka yang bertanda minus atau negatif saja!**

$$C31 = 0 +$$

$C32 = 200 - \rightarrow$  **NEGATIF dan ANGKA TERKECIL, maka 200 dijadikan angka untuk mengurangi atau menambah alokasi yang ada selama pengujian**

$$C22 = 200 +$$

$$C21 = 300 -$$

Maka perubahan alokasinya:

$$C31 = 0 + 200 = 200$$

$$C32 = 200 - 200 = 0$$

$$C22 = 200 + 200 = 400$$

$$C21 = 300 - 200 = 100$$

Masukkan hasil di atas ke dalam tabel!

Sumber \ Tujuan	PT. Sun		PT. Moon		PT. Star		KAPASITAS
<b>Pabrik Hope</b>	-	<b>12</b>	250	<b>42</b>	-	<b>23</b>	250
<b>Pabrik Believe</b>	100	<b>21</b>	400	<b>45</b>	-	<b>44</b>	500
<b>Pabrik Imagine</b>	200	<b>15</b>	-	<b>49</b>	550	<b>12</b>	750
<b>KEBUTUHAN</b>	300		650		550		1500

### **PERHATIKAN!**

Sebelum melanjut ke langkah berikutnya, lakukan pengecekan berikut!

1. Apakah semua alokasi bila dijumlah ke bawah dan ke samping sudah sama dengan total kebutuhan dan kapasitas yang ada?
2. Apakah jumlah sel terisi sudah memenuhi syarat yang ada  $(m+n)-1$ ,  $m$  = sumber dan  $n$  = tujuan,  $(3 + 3) - 1 = 5$ , jadi jumlah sel terisi adalah 5.
3. Jika ya, tabel di atas sudah benar. **Tapi apakah sudah OPTIMAL?**  
Untuk mengetahui, mari kita lakukan pengecekan kembali ke sel-sel yang masih kosong seperti pada langkah 1.

### **3. PENGUJIAN SEL KOSONG**

$$C_{11} = 12 - 42 + 45 - 21 = -6$$

$$C_{13} = 23 - 12 + 15 - 21 + 45 - 42 = 8$$

$$C_{23} = 44 - 12 + 15 - 21 = 26$$

$$C_{32} = 49 - 45 + 21 - 15 = 10$$

### **PERHATIKAN!**

Bila dihasilkan angka negatif lebih dari satu sel (berbeda-beda besar angkanya), maka pilih angka negatif dengan angka yang paling besar.

### **4. PERUBAHAN ALOKASI (C11)**

$$C_{11} = 0 + 100 = 100 \qquad C_{22} = 400 + 100 = 500$$

$$C_{12} = 250 - 100 = 150 \qquad C_{21} = 100 - 100 = 0$$

Masukkan hasil di atas ke dalam tabel!

Tujuan Sumber	PT. Sun		PT. Moon		PT. Star		KAPASITAS
<b>Pabrik Hope</b>	100	12	150	42	-	23	250
<b>Pabrik Believe</b>	-	21	500	45	-	44	500
<b>Pabrik Imagine</b>	200	15	-	49	550	12	7
<b>KEBUTUHAN</b>	300		650		550		1500

5. **Apakah sudah OPTIMAL?** Ulangi Langkah 1 untuk membuktikannya.

#### **PENGUJIAN SEL KOSONG**

$$C_{13} = 23 - 12 + 15 - 12 = 14$$

$$C_{21} = 21 - 45 + 42 - 12 = 6$$

$$C_{23} = 44 - 12 + 15 - 12 + 42 - 45 = 32$$

$$C_{32} = 49 - 42 + 12 - 15 = 4$$

#### **PERHATIKAN!!!**

Dari hasil pengujian di atas, tidak ditemukan lagi hasil negatif, itu artinya, Tabel No.4 sudah benar dengan hasil total biaya yang paling minimal!

Maka, total biaya optimalnya adalah

$$(100 \times 12) + (150 \times 42) + (500 \times 45) + (200 \times 15) + (550 \times 12) = 39.600$$

### **3.2 Pembelajaran: MODI**

Metode **MODI** merupakan modifikasi dari metode *Stepping Stone*. Metode **MODI** menghitung indeks perbaikan untuk setiap sel kosong tanpa menggunakan jalur tertutup. Indeks perbaikan dihitung dengan terlebih dahulu menentukan nilai baris dan kolom.

### Contoh soal

PT. Dream memiliki 3 cabang pabrik dalam memenuhi permintaan produksinya.

Dengan kapasitas masing-masing:

Pabrik	Kapasitas Produksi
Hope	250
Believe	500
Imagine	750
<b>Jumlah</b>	<b>1500</b>

Saat ini ada 3 perusahaan yang meminta PT. Dream untuk memenuhi kebutuhannya, dengan besaran permintaan masing-masing:

Perusahaan	Kebutuhan
PT Sun	300
PT Moon	650
PT Star	550
<b>Jumlah</b>	<b>1500</b>

Perkiraan biaya transportasi:

Pabrik \ Perusahaan	PT Sun	PT Moon	PT Star
	Hope	12	42
Believe	21	45	44
Imagine	15	49	12

Hasil perhitungan dengan metode VAM:

Tujuan \ Sumber	PT Sun		PT Moon		PT Star		KAPASITAS
	Pabrik Hope	-	12	250	42	-	
Pabrik Believe	300	21	200	45	-	44	500
Pabrik Imagine	-	15	200	49	550	12	750
<b>KEBUTUHAN</b>	300		650		550		1500

$$\text{Total biaya} = (250 \times 42) + (300 \times 21) + (200 \times 27) + (200 \times 49) + (550 \times 8) \\ = 42.200$$

Dari hasil tersebut, kita akan memastikan biaya tersebut sudah paling minimal atau belum, dengan menggunakan transportasi solusi akhir.

## B. Metode *MODI*

### Langkah penyelesaian:

1. Penggunaan metode *MODI* untuk solusi akhir dimulai dengan mencari lalu memberi nilai untuk setiap baris dan kolom yang ada. Pemberian nilai pertama kali diberikan untuk baris, dengan nilai 0 (nol).

### PERHATIKAN!

1. Nilai diberikan pada baris yang pertama.
2. Nilai diberikan kepada baris yang memiliki sel terisi alokasi paling banyak.

Tujuan Sumber		PT. Sun		PT. Moon		PT. Star		KAPASITAS
0	<b>Pabrik Hope</b>	-	12	<b>250</b>	42	-	23	250
	<b>Pabrik Believe</b>	<b>300</b>	21	<b>200</b>	45	-	44	500
	<b>Pabrik Imagine</b>	-	15	<b>200</b>	49	<b>550</b>	12	750
	<b>KEBUTUHAN</b>	300		650		550		1500

Selanjutnya dilakukan pemberian nilai untuk baris dan kolom yang lain dengan cara memanfaatkan setiap sel yang telah teralokasi:

Keterangan: B = baris, K = kolom

$$\text{Sel terisi } C_{bk} = B_b + K_k = \text{biaya pada sel}$$

$$C12=B1+K2=42 \rightarrow 0+K2=42 \rightarrow K2=42$$

$$C22=B2+K2=45 \rightarrow B2+42=45 \rightarrow B2=3$$

$$C21=B2+K1=21 \rightarrow 3+K1=21 \rightarrow K1=18$$

$$C32=B3+K2=49 \rightarrow B3+42=49 \rightarrow B3=7$$

$$C33=B3+K3=12 \rightarrow 7+K3=12 \rightarrow K3=5$$

18                      42                      5

Tujuan Sumber		18		42		5		KAPASITAS
		PT. Sun		PT. Moon		PT. Star		
0	<b>Pabrik Hope</b>	-	12	<b>250</b>	42	-	23	250
3	<b>Pabrik Believe</b>	<b>300</b>	21	<b>200</b>	45	-	44	500
7	<b>Pabrik Imagine</b>	-	15	<b>200</b>	49	<b>550</b>	12	750
<b>KEBUTUHAN</b>		300		650		550		1500

2. Melakukan perhitungan indeks perbaikan dengan menguji apakah sel yang masih kosong dalam tabel tersebut masih dapat memberikan penurunan biaya, dengan cara:

Biaya pada sel kosong – nilai baris – nilai kolom

$$C11 = 12 - 0 - 18 = -6$$

$$C13 = 23 - 0 - 5 = 18$$

$$C23 = 44 - 3 - 5 = 36$$

$$C31 = 15 - 7 - 18 = -10 \rightarrow \text{NILAI NEGATIF TERBESAR}$$

**Maksudnya, pengiriman ke sel C31 akan memberikan penurunan biaya transportasi paling besar 10.**

3. Mengubah alokasi pengiriman ke sel C31

Tujuan Sumber	PT Sun		PT Moon		PT Star		KAPASITAS
	Pabrik Hope	-	12	250	42	-	
Pabrik Believe	300	21	200	45	-	44	500
Pabrik Imagine	-	15	200	49	550	12	750
<b>KEBUTUHAN</b>	300		650		550		1500

Perhatikan angka yang bertanda minus saja!

$$C31 = 0 +$$

$C32 = 200 - \rightarrow$  **NEGATIF dengan ANGKA TERKECIL, maka 200 dijadikan angka untuk mengurangi atau menambah alokasi yang ada pada tabel**

$$C22 = 200 +$$

$$C21 = 300 -$$

Maka perubahan alokasinya:

$$C31 = 0 + 200 = 200$$

$$C32 = 200 - 200 = 0$$

$$C22 = 200 + 200 = 400$$

$$C21 = 300 - 200 = 100$$

Masukkan hasil di atas ke dalam tabel!

Tujuan Sumber	PT Sun		PT Moon		PT Star		KAPASITAS
	<b>Pabrik Hope</b>	-	12	<b>250</b>	42	-	
<b>Pabrik Believe</b>	<b>100</b>	21	<b>400</b>	45	-	44	500
<b>Pabrik Imagine</b>	<b>200</b>	15	-	49	<b>550</b>	12	750
<b>KEBUTUHAN</b>	300		650		550		1500

Lakukan pengecekan  $(m+n)-1$ , lalu sudahkah tabel tersebut optimal?

Lakukan pengecekan dengan mengulang kembali langkah 2.

4. Sel Terisi

$$C12 = B1 + K2 = 42 \rightarrow 0 + K2 = 42 \rightarrow K2 = 42$$

$$C22 = B2 + K2 = 45 \rightarrow B2 + 42 = 45 \rightarrow B2 = 3$$

$$C21 = B2 + K1 = 21 \rightarrow 3 + K1 = 21 \rightarrow K1 = 18$$

$$C31 = B3 + K1 = 15 \rightarrow B3 + 18 = 15 \rightarrow B3 = -3$$

$$C33 = B3 + K3 = 12 \rightarrow -3 + K3 = 12 \rightarrow K3 = 15$$

18                      42                      15

Tujuan Sumber	PT Sun		PT Moon		PT Star		KAPASITAS
	0 <b>Pabrik Hope</b>	-	12	<b>250</b>	42	-	
3 <b>Pabrik Believe</b>	<b>100</b>	21	<b>400</b>	45	-	44	500
-3 <b>Pabrik Imagine</b>	<b>200</b>	15	-	49	<b>550</b>	12	750
<b>KEBUTUHAN</b>	300		650		550		1500

Sel Kosong

**$C_{11} = 12 - 0 - 18 = -6 \rightarrow$  nilai negatif, lakukan perubahan alokasi pada sel C11**

$$C_{13} = 23 - 0 - 15 = 8$$

$$C_{23} = 44 - 3 - 15 = 26$$

$$C_{32} = 49 - (-3) - 42 = 10$$

5. Mengubah alokasi pengiriman ke sel C11

Tujuan Sumber	PT Sun		PT Moon		PT Star		KAPASITAS
	Pabrik Hope	-	12	250	42	-	
Pabrik Believe	100	21	400	45	-	44	500
Pabrik Imagine	200	15	-	49	550	12	750
KEBUTUHAN	300		650		550		1500

**Perhatikan angka yang bertanda minus saja!**

$$C_{11} = 0 +$$

$$C_{12} = 250 -$$

$$C_{22} = 400 +$$

**$C_{21} = 100 - \rightarrow$  NEGATIF dengan ANGKA TERKECIL, maka 100**

**dijadikan angka untuk mengurangi atau menambah alokasi yang pada tabel**

Maka perubahan alokasinya:

$$C_{11} = 0 + 100 = 100 \qquad C_{22} = 400 + 100 = 500$$

$$C_{12} = 250 - 100 = 150 \qquad C_{21} = 100 - 100 = 0$$

Masukkan hasil di atas ke dalam tabel!

Tujuan Sumber	PT Sun		PT Moon		PT Star		KAPASITAS
	<b>Pabrik Hope</b>	<b>100</b>	12	<b>150</b>	42	-	
<b>Pabrik Believe</b>	-	21	<b>500</b>	45	-	44	500
<b>Pabrik Imagine</b>	<b>200</b>	15	-	49	<b>550</b>	12	750
<b>KEBUTUHAN</b>	300		650		550		1500

Lakukan pengecekan  $(m+n) - 1$ , Sudahkah tabel tersebut optimal? Lakukan pengecekan dengan mengulang kembali langkah 2.

6. Sel terisi

$$C11=B1+K1=12 \rightarrow 0+K1=12 \rightarrow K1=12$$

$$C12=B1+K2=42 \rightarrow 0+K2=42 \rightarrow K2=42$$

$$C22=B2+K2=45 \rightarrow B2+42=45 \rightarrow B2=3$$

$$C31=B3+K1=15 \rightarrow B3+12=15 \rightarrow B3=3$$

$$C33=B3+K3=12 \rightarrow 3+K3=12 \rightarrow K3=9$$

12            42            9

Tujuan Sumber	PT Sun		PT Moon		PT Star		KAPASITAS
	<b>Pabrik Hope</b>	<b>100</b>	12	<b>150</b>	42	-	
<b>Pabrik Believe</b>	-	21	<b>500</b>	45	-	44	500
<b>Pabrik Imagine</b>	<b>200</b>	15	-	49	<b>550</b>	12	750
<b>KEBUTUHAN</b>	300		650		550		1500

Sel kosong

$$C13 = 23 - 0 - 9 = 14$$

$$C21 = 21 - 3 - 12 = 6$$

$$C23 = 44 - 3 - 9 = 32$$

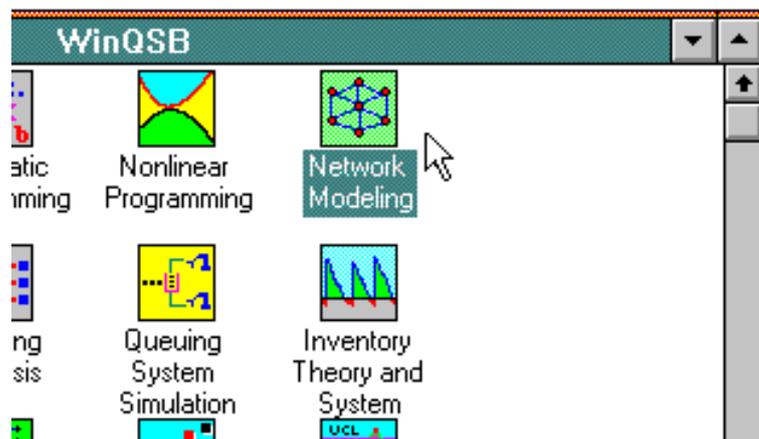
$$C32 = 49 - 3 - 42 = 4$$

Dari perhitungan sel kosong di atas, terlihat bahwa semua kemungkinan pemindahan alokasi pengiriman sudah positif sehingga dengan demikian tabel di atas telah OPTIMAL dan memiliki total biaya yang paling minimal.

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= (100 \times 12) + (150 \times 42) + (500 \times 45) + (200 \times 15) + (550 \times 12) \\ &= 39.600 \end{aligned}$$

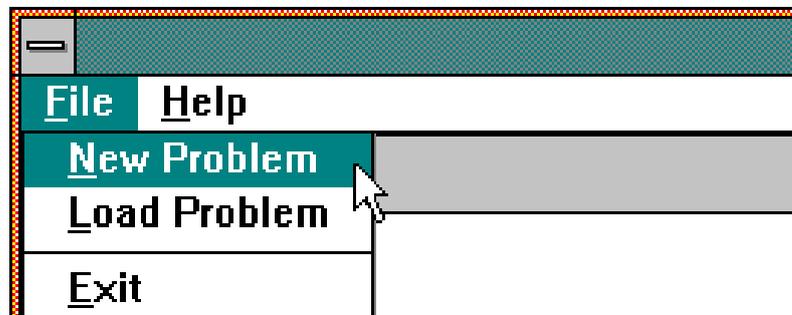
### Langkah-langkah pengerjaan menggunakan *software* WinQSB

1. *Start* → *All Program* → WinQSB, buka Program *Network Modeling*



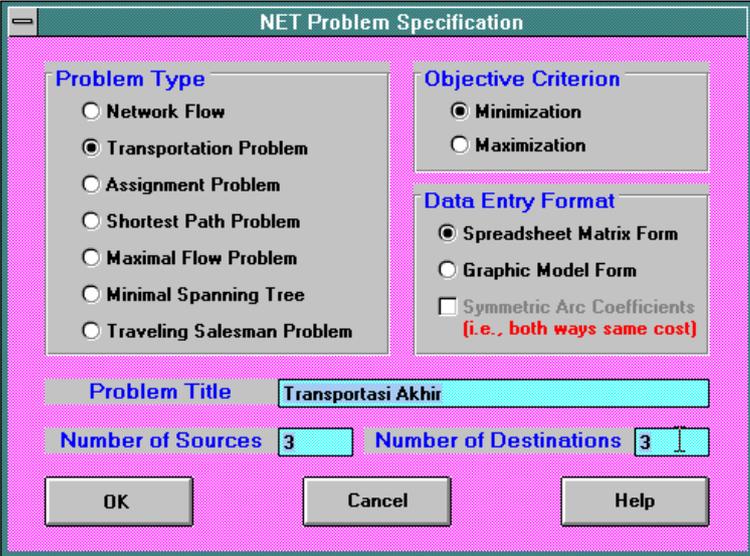
2. Untuk memulai pilih menu *File* → *New Problem*

 DOSBox 0.74, Cpu speed: max 100% cycles, Fra

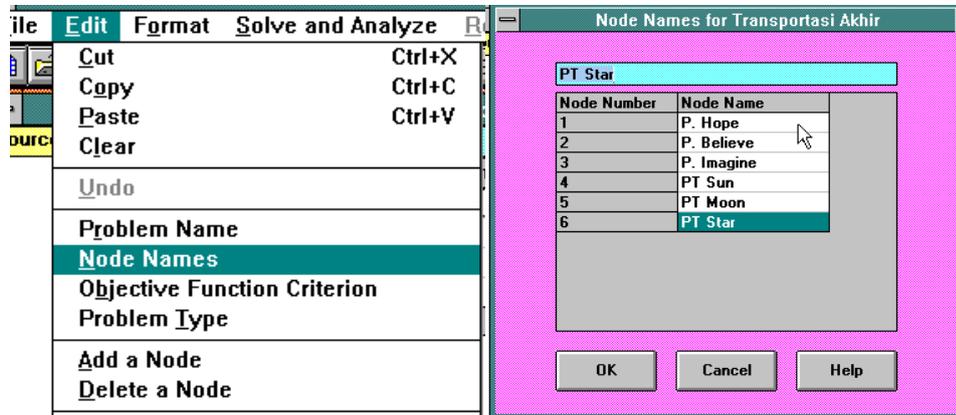


3. Pada form *NET Problem Specification* pilih

- *Problem Type* = *Transportation Problem*
- *Objective Criterion* = *Minimization*
- *Problem Title* (isi data Anda)
- *Number of Sources* = 3
- *Number of Destinations* = 3



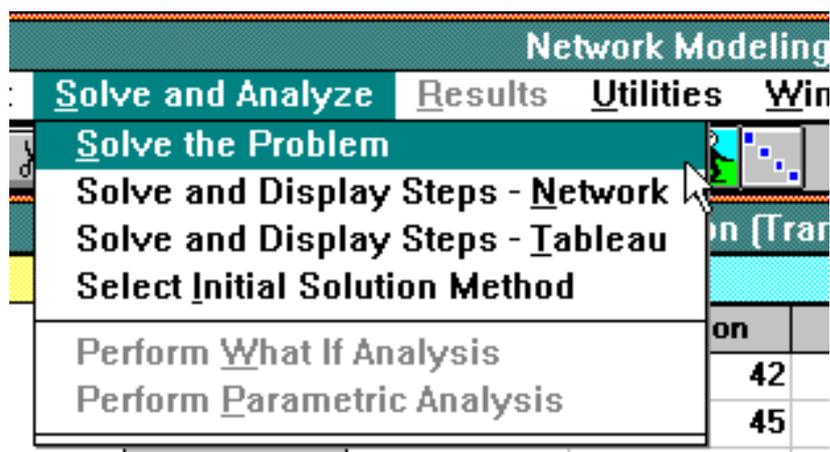
4. Ubah *node names* dari menu *Edit* → *Node Names*. *Edit Node Names*, klik OK untuk melanjutkan.



5. *Input* sesuai dengan soal.

Transportasi Akhir: Minimization (Transportation Problem)				
✓ 1500				
From \ To	PT Sun	PT Moon	PT Star	Supply
P. Hope	12	42	23	250
P. Believe	21	45	44	500
P. Imagine	15	49	12	750
Demand	300	650	550	1500

6. Untuk melihat hasil akhir dari metode Transportasi Akhir pilih menu



7. Hasil akhir dengan menggunakan *software Network Modeling WinQSB*

Solution for Transportasi Akhir: Minimization [Transportation Problem]						
09-15-2023	From	To	Shipment	Unit Cost	Total Cost	Reduced Cost
1	P. Hope	PT Sun	100	12	1200	0
2	P. Hope	PT Moon	150	42	6300	0
3	P. Believe	PT Moon	500	45	22500	0
4	P. Imagine	PT Sun	200	15	3000	0
5	P. Imagine	PT Star	550	12	6600	0
	Total	Objective	Function	Value =	39600	

### Soal-Soal Uji Kemampuan

1. PT. ULTRAMENTARI merupakan milik Andi yang memiliki 3 pabrik mobil yaitu pabrik Garuda, pabrik Rajawali, dan pabrik Elang yang nantinya akan memenuhi permintaan dari 3 daerah di Indonesia yaitu Bandung, Surabaya, dan Makassar. Andi telah menghitung biaya transportasi dengan menggunakan metode solusi awal VAM.

<b>Tujuan Sumber</b>	<b>Bandung</b>		<b>Surabaya</b>		<b>Makassar</b>		<b>Kapasitas</b>
<b>Pabrik Garuda</b>	150	10	-	35	-	22	150
<b>Pabrik Rajawali</b>	-	18	400	30	-	15	400
<b>Pabrik Elang</b>	50	12	100	40	400	15	550
<b>KEBUTUHAN</b>	<b>200</b>		<b>500</b>		<b>400</b>		<b>1.100</b>

Dengan menggunakan metode solusi akhir stepping stone, berapakah biaya optimum yang dihasilkan?

2. PT. NUSANTARA AIRWAYS memiliki 3 bandara hub yaitu Bandara Soekarno-Hatta, Bandara Juanda, dan Bandara Hasanuddin yang nantinya akan memenuhi permintaan penerbangan ke 3 kota tujuan yaitu Denpasar, Medan, dan Balikpapan. Rizal telah menghitung biaya transportasi dengan menggunakan metode solusi awal VAM.

<b>Tujuan Sumber</b>	<b>Denpasar</b>		<b>Medan</b>		<b>Balikpapan</b>		<b>Kapasitas</b>
<b>Bandara Soekarno-Hatta</b>	-	14	-	28	100	16	100
<b>Bandara Juanda</b>	-	12	300	24	-	20	300
<b>Bandara Hasanuddin</b>	150	10	50	22	200	18	400
<b>Kebutuhan</b>	<b>150</b>		<b>350</b>		<b>300</b>		<b>800</b>

Dengan menggunakan metode solusi akhir stepping stone, berapakah biaya optimum yang dihasilkan?

3. Tuan Ahmad, seorang pengusaha logistik maritim, memiliki 3 pelabuhan utama yaitu Pelabuhan Tokyo, Pelabuhan Shanghai, dan Pelabuhan Sydney dengan kapasitas pengiriman masing-masing 120, 90, dan 60. Permintaan datang dari beberapa kota yaitu Los Angeles sebesar 60, Jeddah sebesar 130, dan Calgary sebesar 80.

<b>Tujuan Sumber</b>	<b>Los Angeles</b>		<b>Jeddah</b>		<b>Calgary</b>		<b>Kapasitas</b>
<b>Pelabuhan Tokyo</b>	60	13	60	30	-	25	<b>120</b>
<b>Pelabuhan Shanghai</b>	-	20	70	35	20	28	<b>90</b>
<b>Pelabuhan Sydney</b>	-	17	-	40	60	22	<b>60</b>
<b>Kebutuhan</b>	<b>60</b>		<b>130</b>		<b>80</b>		<b>270</b>

Dengan menggunakan solusi awal metode VAM metode solusi akhir MODI, berapakah biaya optimum yang dihasilkan?

# BAB 4

# Penugasan



## **BAB IV**

### **PENUGASAN**

#### **Deskripsi Modul**

Masalah penugasan berkaitan dengan sejumlah sumber daya manusia yang produktif untuk sejumlah tugas, yaitu antara *assignment* (**tugas**) dengan *assignee* (**penerima tugas**). Syarat yang harus dipenuhi adalah satu tugas untuk satu penerima tugas (*one assignment for one assignee*). Tujuannya adalah meminimumkan biaya, waktu ataupun untuk memaksimumkan keuntungan.

#### **Tujuan Modul**

Setelah menyelesaikan praktikum pada modul ini, praktikan akan memahami:

1. Bagaimana cara mengatur pemberian tugas agar didapatkan hasil yang optimal.
2. Bagaimana meminimumkan biaya dan memaksimumkan keuntungan dari pemberian tugas yang dilakukan.
3. Apa saja hakikat dari suatu pengambilan keputusan.
4. Tahapan apa saja yang harus dilalui dalam mengambil suatu keputusan agar dapat memberikan hasil yang efektif dan efisien.

## Isi

Pembelajaran: penugasan minimalisasi tanpa *Dummy*

Latihan 1 Menghitung penugasan minimalisasi tanpa *Dummy*

Pembelajaran: penugasan minimalisasi dengan *Dummy*

Latihan 2 Menghitung penugasan minimalisasi dengan *Dummy*

Pembelajaran: penugasan maksimalisasi tanpa *Dummy*

Latihan 3 Menghitung penugasan maksimalisasi tanpa *Dummy*

Pembelajaran: penugasan maksimalisasi dengan *Dummy*

Latihan 4 Menghitung penugasan maksimalisasi dengan *Dummy*

Pembelajaran: Penggunaan *Software* POM QM

#### 4.1 Penugasan

Seperti masalah transportasi, masalah penugasan (*assignment problem*) merupakan suatu kasus dari masalah *linear programming*. Dalam dunia usaha (bisnis) dan industri, manajemen sering menghadapi masalah-masalah yang berhubungan dengan pemberian tugas untuk para karyawannya. Masalah penugasan berkaitan dengan sejumlah sumber daya manusia yang produktif untuk sejumlah tugas, yaitu antara *assignment* (tugas) dengan *assignee* (penerima tugas).

**Syarat:** satu tugas untuk satu penerima tugas (*one assignment for one assignee*).

#### 4.2 Sejarah dan Penjelasan Singkat tentang Metode Penugasan

Pertama kali dikembangkan oleh seorang ahli matematika berkebangsaan Hungaria bernama D. Konig pada tahun 1916. Metode *assignment* sering pula disebut sebagai metode *Hungarian*, syarat utama metode ini ialah berpasangan satu-satu sehingga dapat mencakup  $n!$  penugasan yang mungkin dilakukan. Masalah penugasan berkaitan dengan masalah minimalisasi (biaya, waktu) atau masalah maksimalisasi (keuntungan, volume penjualan, kemenangan).

Apabila tugas lebih besar daripada penerima tugas maka harus ditambah *Dummy* pada penerima tugas dengan nilai sebesar "0". Dan apabila tugas lebih kecil daripada penerima tugas maka harus ditambahkan *Dummy* pada tugas dengan nilai sebesar "0".

- ***Dummy* ada untuk menyeimbangkan antara banyaknya tugas dengan banyaknya penerima tugas.**
- Apabila **penerima tugas mendapatkan pekerjaan *Dummy***, berarti diasumsikan bahwa **penerima tugas tersebut menganggur.**
- Apabila **tugas tersebut diberikan kepada *Dummy***, diasumsikan **pekerjaan itu tidak ada yang mengerjakan.**

## Minimalisasi

### Contoh Minimalisasi tanpa *DUMMY*

MAMEN *SCHOOL* mengadakan studi lapangan untuk 6 Kelompok mahasiswa terpilih yang harus ditempatkan di perusahaan. Karena karakteristik perusahaan yang berbeda, menimbulkan biaya yang berbeda dari berbagai alternatif penugasan tersebut. Di bawah ini adalah biaya yang timbul dari perbedaan karakteristik tiap perusahaan.

	<b>PT A</b>	<b>PT B</b>	<b>PT C</b>	<b>PT D</b>
<b>Kelompok 1</b>	18	12	32	10
<b>Kelompok 2</b>	11	16	30	13
<b>Kelompok 3</b>	27	25	19	33
<b>Kelompok 4</b>	14	22	32	21

Berdasarkan data tersebut, lakukan penugasan untuk tiap kelompok, agar biaya yang harus dikeluarkan menjadi optimal!

### Langkah Penyelesaian

**Step 1:** Cari nilai terkecil untuk setiap baris.

**Step 2:** Gunakan biaya terkecil tersebut untuk mengurangi semua biaya yang ada pada baris yang sama.

	<b>PT A</b>	<b>PT B</b>	<b>PT C</b>	<b>PT D</b>
<b>Kelompok 1</b>	$18-10=8$	$12-10=2$	$32-10=22$	$10-10=0$
<b>Kelompok 2</b>	$11-11=0$	$16-11=5$	$30-11=19$	$13-11=2$
<b>Kelompok 3</b>	$27-19=8$	$25-19=6$	$19-19=0$	$33-19=14$
<b>Kelompok 4</b>	$14-14=0$	$22-14=8$	$32-14=18$	$21-14=7$

**Step 3:** Pastikan semua baris dan kolom SUDAH memiliki nilai NOL. Jika ada yang belum memiliki nilai nol (kolom 2), maka cari nilai terkecil di kolom tersebut digunakan untuk mengurangi semua nilai yang ada di kolom tersebut.

\*sehingga menjadi\*

	PT A	PT B	PT C	PT D
<b>Kelompok 1</b>	18-10=8	<b>12-12=0</b>	32-10=22	10-10=0
<b>Kelompok 2</b>	11-11=0	<b>16-12=4</b>	30-11=19	13-11=2
<b>Kelompok 3</b>	27-19=8	<b>25-12=13</b>	19-19=0	33-19=14
<b>Kelompok 4</b>	14-14=0	<b>22-12=10</b>	32-14=18	21-14=7

**Step 4:** Jika tiap kolom dan baris sudah memiliki nilai nol. Maka cek, apakah ditemukan nilai nol sebanyak sumber daya (banyak baris) dan sebanyak pekerjaan (kolom). Misal: Jika jumlah baris 3 kolom 3, maka jumlah nilai nol minimal harus ada 3.

**Step 5:** Jika sudah menemukan nilai nol sejumlah baris dan kolom. Maka tandai dengan melakukan coretan.

### PERHATIKAN!

Walau nilai nol sudah memenuhi syarat. Namun pada kolom 1 terdapat 2 nilai 0 walaupun terdapat pada baris yang berbeda. Maka dapat dipastikan belum optimal.

**Step 6:** Karena belum optimal, maka tarik garis yang menghubungkan setiap nilai nol.

	PT A	PT B	PT C	PT D
<b>Kelompok 1</b>	8	0	22	0
<b>Kelompok 2</b>	0	4	19	2
<b>Kelompok 3</b>	8	13	0	14
<b>Kelompok 4</b>	0	10	18	7

**Step 7:** Perhatikan nilai yang TIDAK TERKENA GARIS. Cari nilai yang terkecil. Lalu gunakan untuk menambah atau mengurangi nilai lainnya, dengan ketentuan berikut:

- **Mengurangi** Nilai Yang **Tidak Kena Coret**
- **Menambah** Nilai Yang **Kena Coret 2x**
- Untuk Nilai Yang **Kena Coret 1x**, Nilainya **Tetap**

	<b>PT A</b>	<b>PT B</b>	<b>PT C</b>	<b>PT D</b>
<b>Kelompok 1</b>	10	0	22	0
<b>Kelompok 2</b>	0	2	17	0
<b>Kelompok 3</b>	10	13	0	14
<b>Kelompok 4</b>	0	8	16	5

**Step 8:** Setelah menemukan perusahaan yang paling tepat untuk tiap kelompok. Langkah selanjutnya, cari biaya penugasannya.

Penugasan Optimum:

Kelompok 1 : PT B	= 12
Kelompok 2 : PT D	= 13
Kelompok 3 : PT C	= 19
Kelompok 4 : PT A	= 14 +
Total biaya	= 58

**Analisis:**

Kelompok 1 ditugaskan ke PT B dengan biaya 12, Kelompok 2 ditugaskan ke PT D dengan biaya 13, Kelompok 3 ditugaskan ke PT C dengan biaya 19, Kelompok 4 ditugaskan ke PT A dengan biaya 14, dan Total biaya yang dikeluarkan sebesar 58.

### Contoh Minimalisasi dengan *DUMMY*

Langkah penyelesaian sama seperti kasus minimalisasi tanpa *Dummy*. Namun, jika kasus dengan *Dummy*, berarti yang dianggap sebagai BIAYA TERKECIL adalah *Dummy*.

#### Contoh soal:

Perkebunan Mekar memiliki 4 petani baru yang akan ditugaskan untuk menanam satu jenis tanaman saja. Berikut biaya yang mungkin muncul.

Tanaman Nama	Padi	Singkong	Ubi
<b>Petani M</b>	44	39	22
<b>Petani N</b>	34	19	22
<b>Petani O</b>	41	48	21
<b>Petani P</b>	12	26	15

Berdasarkan data biaya tersebut maka tentukanlah tanaman untuk masing-masing petani! Berikan analisisnya.

#### Langkah Penyelesaian

**Step 1:** Cari nilai terkecil untuk setiap baris karena ada *Dummy* jadi nilai terkecil adalah *Dummy*.

**Step 2:** Pastikan semua baris dan kolom SUDAH memiliki nilai NOL. Jika ada yang belum memiliki nilai nol, maka cari nilai terkecil di kolom tersebut digunakan untuk mengurangi semua nilai yang ada di kolom tersebut.

Jarak Nama	Padi	Singkong	Ubi	<i>Dummy</i>
<b>Petani M</b>	44-0=44	39-0=39	22-0=22	0-0=0
<b>Petani N</b>	34-0=34	19-0=19	22-0=22	0-0=0
<b>Petani O</b>	41-0=41	48-0=48	21-0=21	0-0=0
<b>Petani P</b>	12-0=12	26-0=26	15-0=15	0-0=0

\*Lalu menjadi

<b>Jarak</b> <b>Nama</b>	<b>Padi</b>	<b>Singkong</b>	<b>Ubi</b>	<b>Dummy</b>
<b>Petani M</b>	44-12=32	39-19=20	22-15=7	0
<b>Petani N</b>	34-12=22	19-19=0	22-15=7	0
<b>Petani O</b>	41-12=29	48-19=29	21-15=6	0
<b>Petani P</b>	12-12=0	26-19=7	15-15=0	0

**Step 3:** Jika tiap kolom dan baris sudah memiliki nilai nol. Maka cek, apakah ditemukan nilai nol sebanyak sumber daya (banyak baris) dan sebanyak pekerjaan (kolom). Misal: Jika jumlah baris 4 kolom 4, maka jumlah nilai nol minimal harus ada 4.

**Step 4:** Jika sudah menemukan nilai nol sejumlah baris dan kolom. Maka tandai dengan melakukan coretan

**PERHATIKAN!**

Walau nilai nol sudah memenuhi syarat. Namun pada kolom 4 terdapat 4 nilai 0 walaupun pada baris yang berbeda. Maka dapat dipastikan belum optimal.

*Step 5:* Karena belum optimal, maka tarik garis yang menghubungkan setiap nilai nol, lakukan dengan menghubungkan nilai 0 lebih dari satu terlebih dahulu.

Jarak Nama	Padi	Singkong	Ubi	Dummy
Petani M	32	20	7	0
Petani N	22	0	7	0
Petani O	29	29	6	0
Petani P	0	7	0	0

*Step 6:* Perhatikan nilai yang TIDAK TERKENA GARIS. Cari nilai yang terkecil. Lalu gunakan untuk menambah atau mengurangi nilai lainnya, dengan ketentuan berikut:

- Untuk **Mengurangi** Nilai Yang **Tidak Kena Coret**
- Untuk **Menambah** Nilai Yang **Kena Coret 2x**
- Dan Untuk Nilai Yang **Kena Coret 1x**, Nilainya **Tetap**

\*sehingga menjadi

Jarak Nama	Padi	Singkong	Ubi	Dummy
Petani M	26	14	1	0
Petani N	22	0	7	6
Petani O	23	23	0	0
Petani P	0	7	0	6

**Step 7:** Setelah menemukan tugas yang paling tepat untuk tiap tanaman. Langkah selanjutnya, cari biaya penugasannya.

Penugasan optimum:

Petani M	: <i>Dummy</i>	= 0
Petani N	: Singkong	= 19
Petani O	: Ubi	= 21
Petani P	: Padi	$\frac{= 12 +}{52}$

**Analisis:**

Untuk mendapatkan biaya paling minimum, Perkebunan Mekar harus menugaskan Petani M menanam *Dummy* dengan biaya 0, Petani N menanam Singkong dengan biaya 19, Petani O menanam Ubi dengan biaya 21, dan Petani P menanam Padi dengan biaya 12. Sehingga didapat biaya paling minimal sebesar 52.

## Maksimalisasi

### Contoh Maksimalisasi tanpa *DUMMY*

Berdikari *Service* mengharuskan spesialisasi untuk setiap karyawan. Masing-masing karyawan akan dipilih untuk mengerjakan satu pekerjaan saja sesuai dengan keterampilan yang dapat memberikan keuntungan paling optimal.

	TV	AC	Kulkas	Dispenser	Kipas
<b>Ari</b>	12	20	18	21	18
<b>Ira</b>	16	28	44	28	32
<b>Ria</b>	28	33	24	34	21
<b>Arra</b>	37	23	21	32	30
<b>Aan</b>	19	16	47	22	27

### Langkah Penyelesaian

**Step 1:** Cari nilai terbesar di setiap baris

**Step 2:** Gunakan nilai terbesar sebagai pengurang nilai yang ada pada baris yang sama.

	TV	AC	Kulkas	Dispenser	Kipas
<b>Ari</b>	$21-12=9$	$21-20=1$	$21-18=3$	$21-21=0$	$21-18=3$
<b>Ira</b>	$44-16=28$	$44-28=16$	$44-44=0$	$44-28=16$	$44-32=12$
<b>Ria</b>	$34-28=6$	$34-33=1$	$34-24=10$	$34-34=0$	$34-21=13$
<b>Arra</b>	$37-37=0$	$37-23=14$	$37-21=16$	$37-32=5$	$37-30=7$
<b>Aan</b>	$47-19=28$	$47-16=31$	$47-47=0$	$47-22=25$	$47-27=20$

**Step 3:** Pastikan semua baris dan kolom SUDAH memiliki nilai NOL. Jika ada yang belum memiliki nilai nol (kolom 2 dan 5), maka cari nilai terkecil di kolom tersebut digunakan untuk mengurangi semua nilai yang ada di kolom tersebut.

	TV	AC	Kulkas	Dispenser	Kipas
<b>Ari</b>	9	1 – 1=0	3	0	3 – 3=0
<b>Ira</b>	28	16 – 1=15	0	16	12 – 3=9
<b>Ria</b>	6	1 – 1=0	10	0	13 – 3=10
<b>Arra</b>	0	14 – 1=13	16	5	7 – 3=4
<b>Aan</b>	28	31 – 1=30	0	25	20 – 3=17

**Step 4:** Jika tiap kolom dan baris sudah memiliki nilai nol. Lalu cek, apakah ditemukan nilai nol sebanyak sumber daya (banyak baris) dan sebanyak pekerjaan (kolom). Misal: Jika jumlah baris 5 kolom 5, maka jumlah nilai nol minimal harus ada 5.

**Step 5:** Jika sudah menemukan nilai nol sejumlah baris dan kolom. Maka tandai dengan melakukan coretan

**PERHATIKAN!**

Walau nilai nol sudah memenuhi syarat. Namun pada kolom 2,3 dan 4 terdapat 2 nilai 0 walaupun terdapat pada baris yang berbeda. Maka dapat dipastikan belum optimal.

**Step 6:** Karena belum optimal, maka tarik garis yang menghubungkan setiap nilai nol.

	TV	AC	Kulkas	Dispenser	Kipas
<b>Ari</b>	<del>9</del>	<del>0</del>	<del>3</del>	<del>0</del>	<del>0</del>
<b>Ira</b>	28	15	0	16	9
<b>Ria</b>	<del>6</del>	<del>0</del>	<del>10</del>	<del>0</del>	<del>10</del>
<b>Arra</b>	<del>0</del>	<del>13</del>	<del>16</del>	<del>5</del>	<del>4</del>
<b>Aan</b>	28	30	0	25	17

**Step 7:** Perhatikan nilai yang TIDAK TERKENA GARIS. Cari nilai yang terkecil. Lalu gunakan untuk menambah atau mengurangi nilai lainnya, dengan ketentuan berikut:

- Untuk **Mengurangi** Nilai Yang **Tidak Kena Coret**
- Untuk **Menambah** Nilai Yang **Kena Coret 2x**
- Dan Untuk Nilai Yang **Kena Coret 1x**, Nilainya **Tetap**

\*Sehingga menjadi

	TV	AC	Kulkas	Dispenser	Kipas
<b>Ari</b>	9	0	12	0	0
<b>Ira</b>	19	6	0	7	0
<b>Ria</b>	6	0	19	0	10
<b>Arra</b>	0	13	25	5	4
<b>Aan</b>	19	21	0	16	8

**Step 8:** Setelah menemukan tugas yang paling tepat untuk tiap karyawan. Langkah selanjutnya, cari hasil produksinya.

Ari	: Dispenser	= 21
Ira	: Kipas	= 32
Ria	: AC	= 33
Arra	: TV	= 37
Aan	: Kulkas	= <u>47</u> +
Total Keuntungan		= 170

**Analisis:**

Untuk mendapatkan keuntungan maksimum, Ari ditugaskan men-*service* Dispenser dengan keuntungan 21, Ira men-*service* Kipas dengan keuntungan 32, Ria men-*service* AC dengan keuntungan 33, Arra men-*service* TV dengan keuntungan 37 dan Aan men-*service* Kulkas dengan keuntungan 47. Jadi total keuntungan maksimum yang akan diperoleh adalah 170.

### Contoh Maksimalisasi dengan *DUMMY*

Les BIMBU menugaskan karyawannya untuk mengajar anak dengan tingkatan kelas. Berikut merupakan data keuntungan dari keterampilan pengajar les bimbu menghadapi banyaknya anak.

	<b>KELAS 3</b>	<b>KELAS 4</b>	<b>KELAS 5</b>
<b>RESA</b>	55	24	23
<b>SANTI</b>	23	42	18
<b>LELIENI</b>	34	33	21
<b>CITRA</b>	12	20	12

Tentukan penugasan optimumnya agar keuntungan “LES BIMBU” maksimum, sertakan analisisnya!

#### Langkah Penyelesaian

**Step 1:** Cari nilai terbesar di setiap baris.

**Step 2:** Gunakan nilai terbesar sebagai pengurang nilai yang ada pada baris yang sama.

	<b>KELAS 3</b>	<b>KELAS 4</b>	<b>KELAS 5</b>	<b>DUMMY</b>
<b>RESA</b>	$55-55=0$	$55-24=31$	$55-23=32$	$55-0=55$
<b>SANTI</b>	$42-23=19$	$42-42=0$	$42-18=24$	$42-0=42$
<b>LELIENI</b>	$34-34=0$	$34-33=1$	$34-21=13$	$34-0=34$
<b>CITRA</b>	$20-12=8$	$20-20=0$	$20-12=8$	$20-0=20$

**Step 3:** Pastikan semua baris dan kolom SUDAH memiliki nilai NOL. Jika ada yang belum memiliki nilai nol (kolom 3 dan 4), maka cari nilai terkecil di kolom tersebut digunakan untuk mengurangi semua nilai yang ada di kolom tersebut.

	KELAS 3	KELAS 4	KELAS 5	DUMMY
RESA	0	31	$32 - 8 = 24$	$55 - 20 = 35$
SANTI	19	0	$24 - 8 = 16$	$42 - 20 = 22$
LELIENI	0	1	$13 - 8 = 5$	$34 - 20 = 14$
CITRA	8	0	$8 - 8 = 0$	$20 - 20 = 0$

**Step 4:** Jika tiap kolom dan baris sudah memiliki nilai nol. Lalu cek, apakah ditemukan nilai nol sebanyak sumber daya (banyak baris) dan sebanyak pekerjaan (kolom). Misal: Jika jumlah baris 4 kolom 4, maka jumlah nilai nol minimal harus ada 4.

**Step 5:** Jika sudah menemukan nilai nol sejumlah baris dan kolom. Maka tandai dengan melakukan coretan.

### PERHATIKAN!

Walau nilai nol sudah memenuhi syarat. Namun pada kolom 1 dan 2 terdapat 2 nilai 0 walaupun terdapat pada baris yang berbeda. Maka dapat dipastikan belum optimal.

**Step 6:** Karena belum optimal, maka tarik garis yang menghubungkan setiap nilai nol.

	KELAS 3	KELAS 4	KELAS 5	DUMMY
RESA	0	31	24	35
SANTI	19	0	16	22
LELIENI	0	1	5	14
CITRA	8	0	0	0

**Step 7:** Perhatikan nilai yang TIDAK TERKENA GARIS. Cari nilai yang terkecil. Lalu gunakan untuk menambah atau mengurangi nilai lainnya, dengan ketentuan berikut:

- Untuk **Mengurangi** Nilai Yang **Tidak Kena Coret**
- Untuk **Menambah** Nilai Yang **Kena Coret 2x**
- Dan Untuk Nilai Yang **Kena Coret 1x**, Nilainya **Tetap**

\*sehingga menjadi

	KELAS 3	KELAS 4	KELAS 5	DUMMY
<b>RESA</b>	0	31	19	30
<b>SANTI</b>	19	0	11	17
<b>LELIENI</b>	0	1	0	9
<b>CITRA</b>	13	5	0	0

**Step 8:** Setelah menemukan tugas yang paling tepat untuk tiap karyawan. Langkah selanjutnya, cari keuntungannya.

Penugasan optimum:

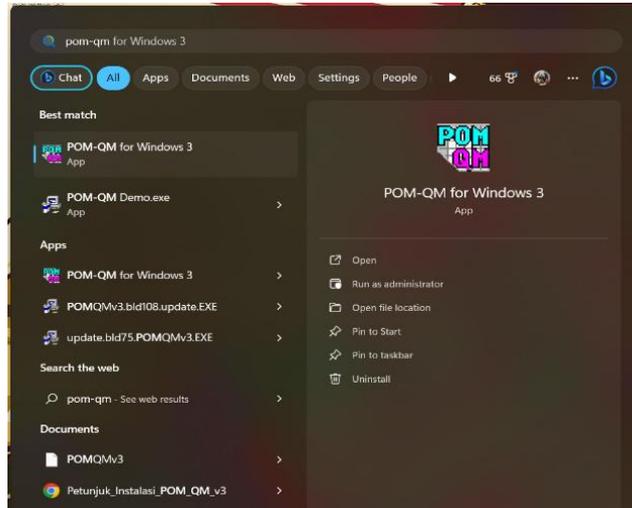
Resa	: Kelas 3	= 55
Santi	: Kelas 4	= 42
Lelieni	: Kelas 5	= 21
Citra	: <i>Dummy</i>	= 0 +
Total Keuntungan		<u>          </u> = 118

**Analisis:**

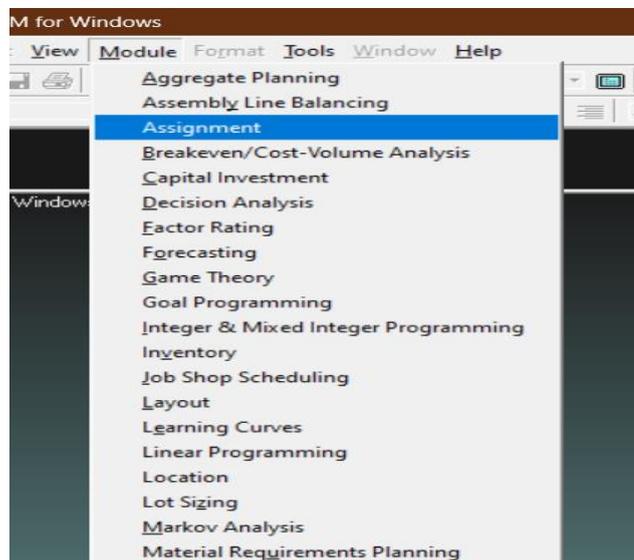
Resa mengajar Kelas 3 dengan keuntungan 55, Santi mengajar Kelas 4 dengan keuntungan 42, Lelieni mengajar Kelas 5 dengan keuntungan 21, Citra mengajar *Dummy* tanpa keuntungan. Sehingga total keuntungan yang didapat sebesar 118.

## Langkah-langkah pengerjaan menggunakan *software* POM-QM

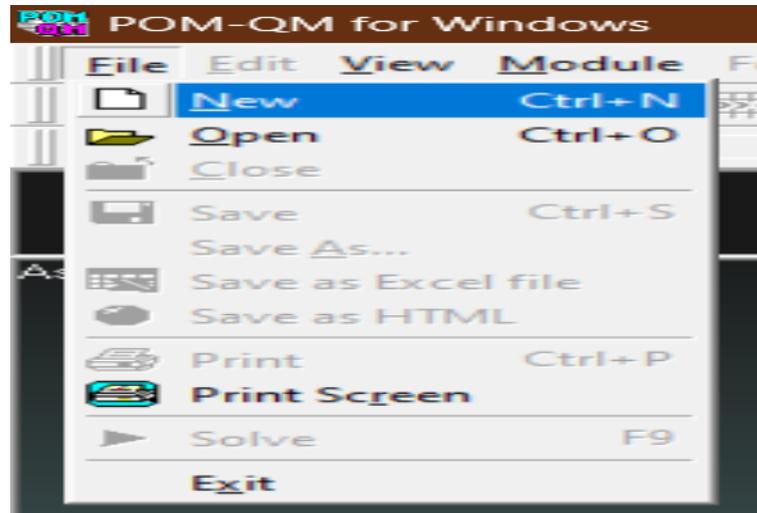
- *Start* → *Search Program* → POM-QM. Kemudian klik.



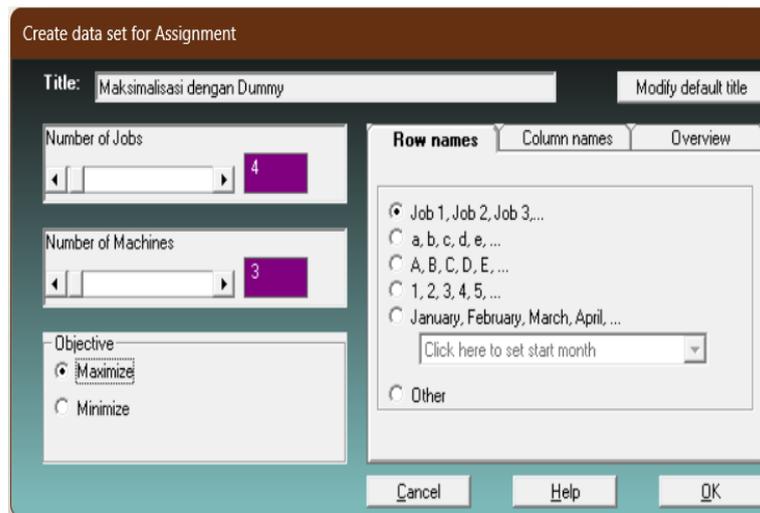
- Di menu bar *Module* → *Assignment*. Lalu, klik.



- Pilih menu *File* → Klik *New*



- *Input* jumlah baris (*Jobs*) dan kolom (*Machines*) sesuai dengan soal.



- *Input* data sesuai dengan soal.

	Kelas 3	Kelas 4	Kelas 5
Resa	55	24	23
Santi	23	42	18
Lelieni	34	33	21
Citra	12	20	12

- Klik *Solve*



- Hasil perhitungan aplikasi, Resa menempati Kelas 3 dengan keuntungan 55, Santi menempati Kelas 4 dengan keuntungan 42, Lelieni menempati Kelas 5 dengan keuntungan 21, dan Citra menempati *Dummy* dengan keuntungan 0. Sehingga total keuntungan yang diperoleh sebesar 118.

Objective  
 Maximize  
 Minimize

Instruction  
 There are more results available

Maksimalisasi dengan Dummy Solution				
Optimal profit = \$118	Kelas 3	Kelas 4	Kelas 5	Dummy
Resa	Assign 55	24	23	1
Santi	23	Assign 42	18	1
Lelieni	34	33	Assign 21	1
Citra	12	20	12	Assign 1

### Soal-Soal Uji Kemampuan

1. Perusahaan Sebuah restoran memiliki 4 koki dan 4 jenis masakan. Setiap koki memiliki tingkat keahlian yang berbeda untuk setiap jenis masakan. Biaya yang diperlukan untuk menyiapkan setiap masakan oleh masing-masing koki disajikan dalam tabel berikut:

	<b>Sup</b>	<b>Salad</b>	<b>Main Course</b>	<b>Dessert</b>
<b>Chef A</b>	15	10	30	20
<b>Chef B</b>	12	15	25	18
<b>Chef C</b>	18	12	28	22
<b>Chef D</b>	14	11	32	25

Berdasarkan data tersebut, lakukan penugasan untuk tiap jenis masakan, agar keuntungan yang harus dikeluarkan menjadi optimal, Sertakan analisisnya!

2. Sebuah perusahaan logistik memiliki 4 kurir dan 3 rute pengiriman. Setiap kurir akan ditugaskan ke berbagai rute dan memiliki estimasi jumlah paket yang dapat diantar per hari di setiap rute. Estimasi jumlah paket yang dapat diantar dari setiap kombinasi kurir dan rute diberikan dalam tabel berikut:

	<b>Jakarta</b>	<b>Bali</b>	<b>Bandung</b>
<b>A</b>	50	40	30
<b>B</b>	45	50	35
<b>C</b>	55	35	25
<b>D</b>	40	45	40

Tentukan penugasan di berbagai kota agar mendapatkan biaya paling minimum, sertakan analisisnya!

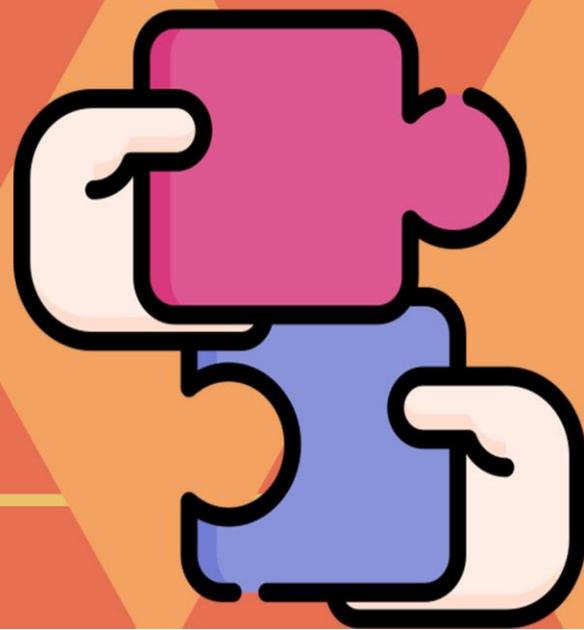
3. Sebuah perusahaan teknologi memiliki 4 tim pengembang dan 4 proyek software. Setiap tim memiliki tingkat produktivitas yang berbeda untuk setiap jenis proyek. Biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap proyek oleh masing-masing tim disajikan dalam tabel berikut:

	<i>Web App</i>	<i>Mobile App</i>	<i>AI System</i>	<i>Cloud Service</i>
<i>Alpha</i>	50	45	55	60
<b>Beta</b>	40	35	30	45
<b>Gamma</b>	25	30	35	20
<b>Delta</b>	35	40	30	25

Berdasarkan data tersebut, setiap tim melakukan penugasan untuk tiap proyek, agar mendapatkan biaya paling minimum dan berikan juga analisisnya!

# BAB 5

## Teori Permainan



## BAB V

### TEORI PERMAINAN

#### **Deskripsi Modul**

Teori permainan (*game theory*) adalah suatu pendekatan matematis untuk merumuskan situasi persaingan dan konflik antar berbagai kepentingan. Teori ini dikembangkan untuk menganalisa proses pengambilan keputusan dari situasi persaingan yang berbeda-beda dan melibatkan dua atau lebih kepentingan.

#### **Tujuan Modul**

Setelah menyelesaikan praktikum pada modul ini, praktikan akan:

1. Mengetahui apa itu teori permainan.
2. Mengetahui unsur-unsur dalam membentuk teori permainan.
3. Mengetahui jenis-jenis strategi dalam teori permainan.
4. Dapat menganalisis strategi terbaik dengan menggunakan teori permainan.

#### **Isi**

Pembelajaran: *Game Theory*

Latihan 1 Menghitung Teori Permainan

Pembelajaran: Penggunaan *Software POM QM*

## 5.1 Pengantar: Teori Permainan

Teori permainan adalah suatu pendekatan matematis untuk merumuskan situasi persaingan dan konflik antar berbagai persaingan. Teori ini dikembangkan untuk menganalisa proses pengambilan keputusan dari situasi persaingan yang berbeda dan melibatkan dua atau lebih kepentingan. Kepentingan-kepentingan yang bersaing dalam permainan disebut pemain (*players*). Anggapan yang digunakan adalah bahwa setiap pemain mempunyai kemampuan untuk mengambil keputusan secara bebas dan rasional.

Teori permainan mula-mula dikemukakan oleh seorang ahli matematika Perancis yang bernama Emile Borel pada tahun 1921. Kemudian, John Von Neumann dan Oskar Morgenstern mengembangkan lebih lanjut sebagai alat untuk merumuskan perilaku ekonomi yang bersaing.

Model teori permainan dapat diklasifikasikan dengan sejumlah cara seperti jumlah pemain, jumlah keuntungan dan kerugian serta jumlah strategi yang digunakan dalam permainan. Sebagai contoh, bila jumlah pemain adalah dua, permainan disebut sebagai permainan dua-pemain. Begitu juga, bila jumlah pemain adalah  $N$  (dengan  $N > 3$ ), ini disebut permainan  $N$ -pemain.

Jika jumlah keuntungan dan kerugian adalah nol, disebut permainan jumlah-nol atau jumlah-konstan. Sebaliknya bila tidak sama dengan nol, permainan disebut permainan bukan jumlah nol (*non zero-sum game*).

## 5.2 Unsur-Unsur Dalam Membentuk Teori Permainan

Untuk pembahasan teori ini digunakan contoh permainan dua pemain jumlah nol.

Pemain A	Pemain B		
	B1	B2	B3
A1	6	4	8
A2	7	3	1

Tabel 4.1 Matriks permainan dua pemain jumlah nol

Dari tabel diatas, beberapa unsur dasar permainan ini adalah:

1. Angka-angka dalam matriks *pay off* (matriks permainan) menunjukkan hasil dari strategi permainan yang berbeda. Dalam permainan dua pemain jumlah nol ini, bilangan positif menunjukkan keuntungan bagi pemain baris dan merupakan kerugian dari pemain kolom.
2. Anggapan yang digunakan adalah bahwa suatu strategi tidak dapat dirusak oleh pesaing atau faktor lain.
3. Suatu strategi dikatakan dominan bila setiap *pay off* dalam strategi adalah superior terhadap setiap *pay off* yang berhubungan dalam suatu strategi alternatif. Contoh dalam permainan diatas untuk pemain A, strategi permainan A1 didominasi oleh strategi A2.
4. Suatu strategi optimal adalah rangkaian kegiatan atau rencana yang menyeluruh yang menyebabkan seorang pemain dalam posisi yang paling menguntungkan tanpa memperhatikan kegiatan-kegiatan pesaingnya.
5. Tujuan model permainan adalah mengidentifikasi strategi atau rencana optimal untuk setiap pemain.

### **5.3 Jenis Strategi Dalam Teori Permainan**

#### **1. Permainan Strategi Murni (*PURE-STRATEGY GAME*)**

Dalam permainan strategi murni, strategi optimal untuk setiap pemain adalah dengan menggunakan strategi tunggal. Pemain baris mengidentifikasi strategi optimalnya melalui aplikasi kriteria maksimin (*maximin*) dan pemain kolom dengan kriteria minimaks (*minimax*). Nilai yang dicapai harus merupakan maksimum dari minimaks baris dan minimum dari maksimin kolom titik ini dikenal sebagai titik pelana (*saddle point*).

Bila nilai minimaks tidak sama dengan nilai maksimin, maka permainan tidak dapat dipecahkan dengan strategi murni harus menggunakan strategi campuran.

Langkah-langkah penyelesaian:

1. Carilah nilai minimum baris dan maksimum kolom.
2. Dari nilai-nilai minimum setiap baris cari nilai maksimalnya atau disebut nilai maksimin. Sedangkan dari nilai maksimum kolom tentukan satu nilai minimal sebagai nilai minimaks.
3. Bila nilai minimaks sama dengan nilai maksimin, berarti strategi yang paling optimal untuk masing-masing pemain telah ditemukan.

Pemain A	Pemain B			Minimum Baris
	B1	B2	B3	
A1	6	4	8	<b>4*(Maks)</b>
A2	7	3	1	<b>1</b>
<b>Maksimum Kolom</b>	<b>7</b>	<b>4*(Min)</b>	<b>8</b>	

Tabel 4.2 Permainan Strategi Murni

Dari hasil tabel diatas, nilai maksimin dan minimaks sama sehingga strategi yang optimal untuk A adalah strategi A1 (baris dimana terdapat nilai maksimin) dan untuk B adalah strategi B2 (strategi dimana terdapat nilai minimaks).

## 2. Permainan Strategi Campuran (*MIXED-STRATEGY GAME*)

Seperti yang dikatakan sebelumnya bahwa bila nilai maksimin dan minimaks tidak sama. Penyelesaian soal adalah dengan strategi campuran. Untuk memperjelas penjelasan strategi ini digunakan contoh berikut:

Pemain A	Pemain B			Jumlah Minimum Baris
	B1	B2	B3	
A1	2	9	8	<b>19 *(Maks)</b>
A2	1	4	6	<b>11</b>
A3	7	3	5	<b>15</b>
<b>Jumlah Maksimum Kolom</b>	<b>10*(Min)</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	

Tabel 4.3 Permainan Strategi Campuran (1)

Dari tabel diatas, diketahui bahwa nilai maksimin tidak sama dengan nilai minimaks. Dengan menerapkan aturan dominan maka strategi B3 didominasi oleh strategi B1 sehingga kolom B3 dihapuskan. Demikian juga strategi A2 didominasi oleh strategi A1 sehingga baris A2 dihilangkan. Matriks permainan berubah menjadi seperti berikut:

Pemain A	Pemain B		Jumlah Minimum Baris
	B1	B2	
A1	2	9	<b>11</b>
A3	7	3	<b>10</b>
<b>Jumlah Maksimum Kolom</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	

Tabel 4.4 Permainan Strategi Campuran (2)

Karena nilai maksimin tetap tidak sama dengan nilai minimaks, maka penyelesaian permainan strategi ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode grafik, metode aljabar matriks, metode analitis atau *linear programming*. Dibawah ini hanya akan dijelaskan mengenai metode analitis.

### a. Metode Analitis

Dalam pola ini, kita menentukan suatu distribusi probabilitas untuk strategi-strategi yang berbeda. Nilai-nilai probabilitas *pay off* dapat dihitung dengan cara berikut.

#### ➤ Untuk pemain A

Anggap bahwa digunakan strategi A1 dengan probabilitas P dan untuk strategi A3 probabilitasnya 1-p.

- Jika strategi yang digunakan oleh B adalah B1, maka keuntungan yang diharapkan A adalah:  $2p + 7(1 - p) = 7 - 5p$

- Bila B menggunakan strategi B2, maka keuntungan yang diharapkan A adalah:  $9p + 3(1 - p) = 3 + 6p$

Strategi optimal untuk A diperoleh dengan menyamakan kedua *pay off* yang diharapkan, sehingga diperoleh:

$$7 - 5p = 3 + 6p$$

$$p = 4/11 \text{ atau } 0,36$$

Ini berarti pemain A (dengan hasil pembulatan) harus menggunakan strategi A1 36% dan strategi A3 64%. Keuntungan yang diharapkan pemain A :

$$= 2 (4/11) + 7 (7/11)$$

$$= 9 (4/11) + 3 (7/11)$$

$$= 57/11 \text{ atau } 5,18$$

➤ **Untuk pemain B**

Dengan cara yang sama dapat dihitung *pay off* yang diharapkan untuk pemain B. Probabilitas untuk strategi B1 adalah  $q$  dan B2 adalah  $1 - q$ .

Maka:

- Kerugian B, jika A menggunakan strategi A1 adalah :

$$2q + 9(1 - q) = 9 - 7q$$

- Kerugian B, jika A menggunakan strategi A3 adalah :

$$7q + 3(1 - q) = 3 + 4q$$

Strategi optimal untuk pemain B adalah :

$$9 - 7q = 3 + 4q$$

$$q = 6/11 \text{ atau } 0,55$$

Hasil ini berarti pemain B (dengan hasil pembulatan) seharusnya menggunakan strategi B1 55% dan strategi B2 menggunakan 45%.

Kerugian yang diharapkan untuk pemain B:

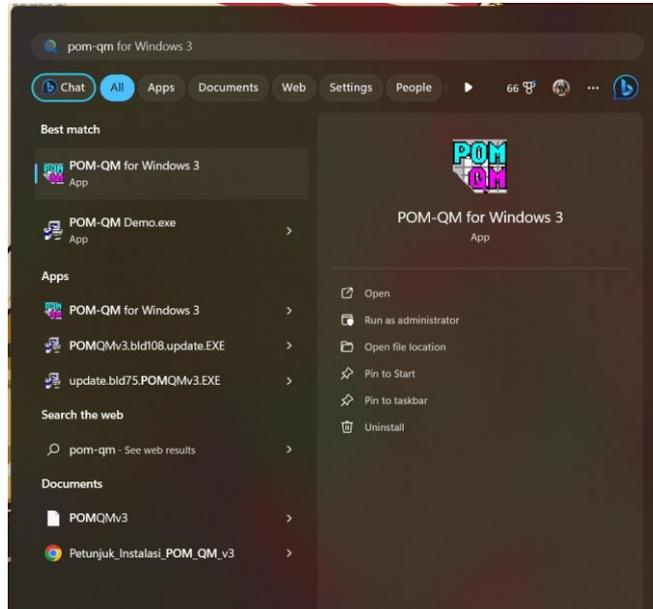
$$= 2(6/11) + 9(5/11)$$

$$= 7(6/11) + 3(5/11)$$

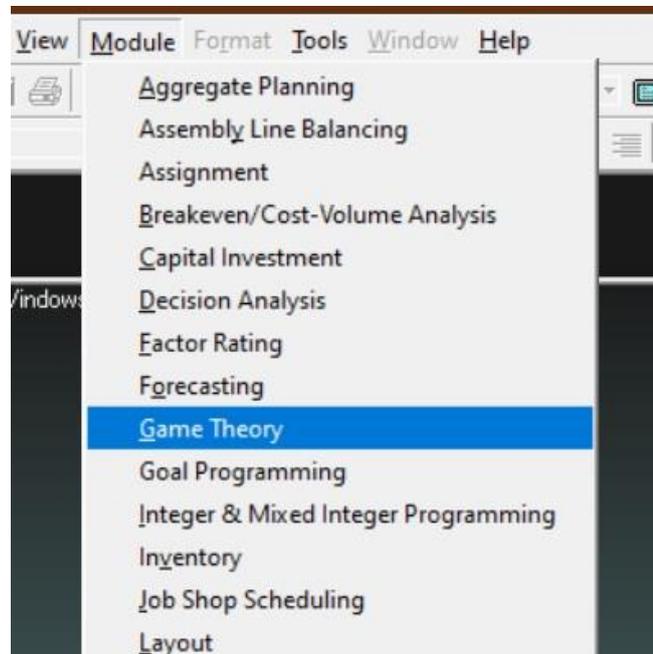
$$= 57/11 \text{ atau } 5,18$$

## Langkah-langkah pengerjaan menggunakan *software* POM-QM

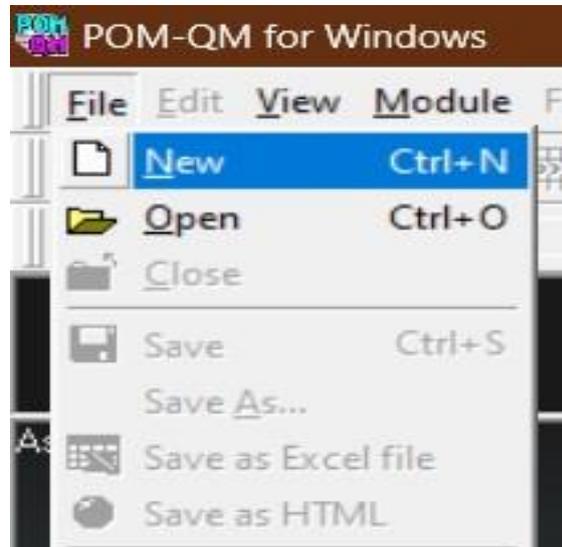
1. *Start* → *Search Program* → POM-QM. Kemudian klik.



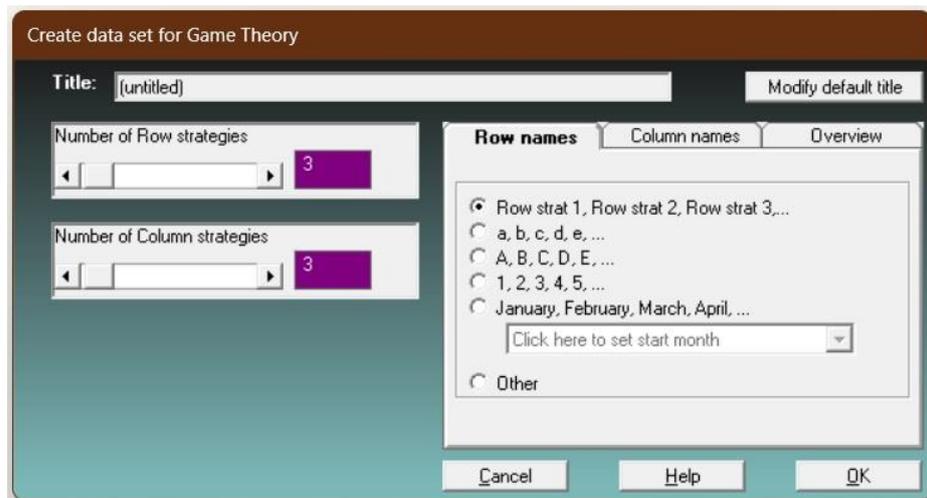
2. Di menu bar *Module* → *Game Theory*. Lalu, klik.



3. Pilih menu *File* → Klik *New*



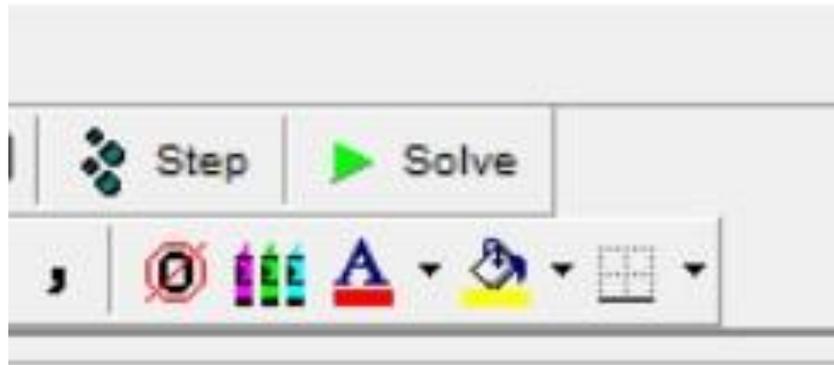
4. *Input* jumlah baris (*Row*) dan kolom (*Column*) sesuai dengan soal.



5. *Input* data sesuai dengan soal

(untitled)			
	B1	B2	B3
A1	2	9	8
A2	1	4	6
A3	7	3	5

6. Klik *Solve*



7. Hasil perhitungan dengan *software*, 5,18 dengan A1 sebesar 36% dan A3 sebesar 64%. Juga B1 sebesar 55% dan B2 sebesar 45%.

Game Theory Results

(untitled) Solution

	B1	B2	B3	Row Mix
A1	2	9	8	,36
A2	1	4	6	0
A3	7	3	5	,64
Column Mix-->	,55	,45	0	
Value of game (to row)	5,18			

### Soal-Soal Uji Kemampuan

1. Dua perusahaan yang bergerak di bidang industri makanan cepat saji sedang terlibat persaingan dagang dalam menjual produk makanan mereka masing-masing. Kedua perusahaan tersebut memiliki strategi untuk bisa memenangkan persaingan dan pasar pesaing. Berikut strategi yang digunakan kedua perusahaan tersebut.

MCD	KFC		
	B1	B2	B3
A1	6	9	3
A2	5	1	8
A3	5	4	2

Strategi mana yang akan dipilih kedua perusahaan tersebut dan berapa kemenangan yang didapat?

2. Dua perusahaan yang bergerak di bidang fashion sedang terlibat persaingan dagang dalam menjual produk fashion mereka masing-masing. Kedua perusahaan tersebut memiliki strategi untuk bisa memenangkan persaingan dan pasar pesaing. Berikut strategi yang digunakan kedua perusahaan tersebut.

ERIGO	EIGER		
	B1	B2	B3
A1	6	1	9
A2	2	5	6
A3	5	8	4

Strategi mana yang akan dipilih kedua perusahaan tersebut dan berapa kemenangan yang didapat?

3. Dua perusahaan yang bergerak di bidang kosmetik sedang terlibat persaingan dagang dalam menjual produk kosmetik mereka masing-masing. Kedua perusahaan tersebut memiliki strategi untuk bisa memenangkan persaingan dan pasar pesaing. Berikut strategi yang digunakan kedua perusahaan tersebut.

<b>MADAM GIE</b>	<b>AVOSKIN</b>		
	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>
<b>A1</b>	7	5	8
<b>A2</b>	5	4	3
<b>A3</b>	8	9	2

Strategi mana yang akan dipilih kedua perusahaan tersebut dan berapa kemenangan yang didapat?

# **BUKU SERI PRAKTIKUM RISET OPERASIONAL 1**

**PADA BAB 1, KITA AKAN BELAJAR TENTANG SIMPLEX ATAU PROGRAM LINEAR. PROGRAM BERARTI PERENCANAAN, SEDANGKAN LINEAR MERUJUK PADA FUNGSI-FUNGSI YANG DIGUNAKAN BERBENTUK LINEAR. PENYELESAIAN MASALAH MENGGUNAKAN METODE SIMPLEX SANGAT MENGUNTUNGKAN BAGI PENGGUNA KARENA MENYEDIAKAN INTERPRETASI EKONOMI SERTA MEMUNGKINKAN DILAKUKANNYA ANALISIS SENSITIVITAS BERDASARKAN PROSES ITERASI.**

**SELANJUTNYA, PADA BAB 2 KITA AKAN BELAJAR TENTANG TRANSPORTASI SOLUSI AWAL. DALAM TRANSPORTASI SOLUSI AWAL INI TERDAPAT BEBERAPA METODE, YAITU METODE NWC (*NORTH WEST CORNER*), METODE LC (*LEAST COST*), METODE VAM (*VOGEL'S APPROXIMATION METHOD*), DAN METODE RAM (*RUSSELL'S APPROXIMATION METHOD*).**

**BERIKUTNYA, PADA BAB 3 KITA AKAN BELAJAR TENTANG TRANSPORTASI SOLUSI AKHIR. SOLUSI AKHIR MERUPAKAN TAHAP LANJUT DARI SOLUSI AWAL, YANG BERTUJUAN UNTUK MEMASTIKAN BAHWA PENGALOKASIAN PADA SOLUSI AWAL SUDAH OPTIMAL ATAU BELUM. PADA BAB INI, KITA AKAN BELAJAR MENGGUNAKAN METODE *STEPPING STONE* DAN METODE MODI.**

**KEMUDIAN, PADA BAB 4 KITA AKAN BELAJAR TENTANG MASALAH PENUGASAN. MASALAH PENUGASAN MELIBATKAN PENGELOLAAN SUMBER DAYA MANUSIA YANG PRODUKTIF DENGAN TUJUAN UNTUK MEMINIMALKAN BIAYA DAN WAKTU ATAU UNTUK MEMAKSIMALKAN KEUNTUNGAN.**

**TERAKHIR, PADA BAB 5 KITA AKAN BELAJAR TENTANG TEORI PERMAINAN, YANG MERUPAKAN PENDEKATAN MATEMATIS UNTUK MERUMUSKAN SITUASI PERSAINGAN DAN KONFLIK YANG MELIBATKAN DUA ATAU LEBIH PIHAK. TEORI INI MEMPERTIMBANGKAN JUMLAH KEUNTUNGAN, KERUGIAN, SERTA STRATEGI YANG DIGUNAKAN DALAM PERMAINAN.**

**MODUL RISET OPERASIONAL 1 INI JUGA AKAN MENJELASKAN LANGKAH-LANGKAH PENYELESAIAN YANG DAPAT DIKERJAKAN OLEH PRAKTIKAN MELALUI SOFTWARE. SOFTWARE YANG DIGUNAKAN DALAM MODUL INI ADALAH WINQSB DAN POM-QM.**

**LABORATORIUM MANAJEMEN MENENGAH  
UNIVERSITAS GUNADARMA**