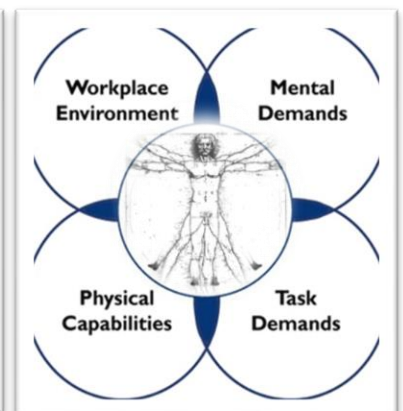




MODUL PRAKTIKUM PENELITIAN OPERASIONAL I

EDISI REVISI KELIMA



Disusun oleh:
**Tim Dosen dan Asisten Praktikum Laboratorium
Laboratorium Teknologi Industri**
Jurusan Teknik Industri - Universitas Mulawarman
2022

MODUL PRAKTIKUM PENELITIAN OPERASIONAL I

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MULWARMAN

Telah dibahas dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk menjadi modul Praktikum Penelitian Operasional I di lingkungan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Mulawarman

Samarinda, 21 April 2022

Dosen Penanggung Jawab,

Ir. Lina Dianati Fathimahhayati, S.T., M.Sc., IPM. Asean Eng.
Dr. Ir. Wahyuda, S.T., M.T.

Asistensi Praktikum,

1. Nastiti Caket Gusti NIM. 1909036015
2. Septya Wahyu Sistianingrum NIM. 1909036001
3. Yuliana Putri Handayani NIM. 1909036021
4. Yunika Rinda Suryana NIM. 1909036009

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Teknologi Industri
Fakultas Teknik

Ir. Anggriani Profita, S.T., M.T., IPM
NIP. 19900215 201504 2 001

Kata Pengantar

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji Syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas terselesaikannya modul Praktikum Penelitian Operasional 1. Tak lupa kami mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan modul ini. Modul ini merupakan panduan dalam pelaksanaan Praktikum Penelitian Operasional 1. Selain pengolahan data secara manual pada mata kuliah Penelitian Operasional 1, praktikum ini merupakan penerapan ilmu Penelitian Operasional 1 dengan melakukan pengolahan data secara komputerisasi dengan menggunakan software LINGO dan POM-QM *For Windows*.

Modul ini berisi 4 pokok bahasan, yaitu Pemrograman Linier (*Linier Programming*), Pemrograman Integer (*Integer Programming*), Transportasi (*Transportation*), dan Penugasan (*Assignment*). Tujuan Pembelajaran dari praktikum ini adalah mahasiswa diharapkan mampu melakukan pengolahan data dan analisis hasil pengolahan atau *output* dengan menggunakan *software* Penelitian Operasional yaitu LINGO dan POM-QM *For Windows* untuk memperoleh hasil yang optimal secara komputerisasi.

Akhir kata, semoga modul ini dapat berguna bagi kegiatan pembelajaran di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman dan khususnya di Laboratorium Teknologi Industri.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Samarinda, 14 April 2022

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

	halaman
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pengenalan <i>Software</i> Penelitian Operasional	1
1.3 <i>Software</i> LINGO.....	2
1.3.1 Prosedur Pengoperasian <i>Software</i> LINGO	3
1.3.2 <i>Output</i> LINGO.....	7
1.4 <i>Software</i> POM-QM For Windows	12
1.4.1 Prosedur Pengoperasian <i>Software</i> POM-QM For Windows	13
1.4.2 <i>Output Software</i> POM-QM For Windows	18
BAB II LINIER PROGRAMMING METODE GRAFIK & SIMPLEKS	19
2.1 Dasar Teori	19
2.2 Modul Praktikum	19
2.2.1 Tujuan Praktikum	19
2.2.2 Penyelesaian <i>Linear Programming</i> dengan metode grafik	19
2.2.3 Penyelesaian <i>Linear Programming</i> Metode Simpleks	25
2.2.4 Analisa <i>Output</i> atau Interpretasi Hasil <i>Linier Programming</i>	27
2.2.5 Analisis Sensitivitas	30
2.2.6 Latihan Soal	31
BAB III INTEGER PROGRAMMING	32
3.1 Dasar Teori	32
3.2 Modul Praktikum.....	33
3.2.1 Tujuan Praktikum	33
3.2.2 Penyelesaian <i>Integer Linear Programming</i>	33
3.2.3 Analisa <i>Output</i> atau Interpretasi Hasil <i>Integer Programming</i>	39
3.2.4 Latihan Soal	42
BAB IV TRANSPORTASI DAN RUTE TERPENDEK	43
4.1 Dasar Teori	43
4.2 Modul Praktikum	43
4.2.1 Tujuan Praktikum	43
4.2.2 Penyelesaian Masalah Transportasi.....	44
4.2.3 Analisa <i>Output</i> atau Interpretasi Hasil Transportasi	51
4.2.4 Latihan Soal.....	57
BAB V ASSIGNMENT (PENUGASAN)	58
5.1 Dasar Teori	58
5.2 Modul Praktikum	58
5.2.1 Tujuan Praktikum	58
5.2.2 Penyelesaian Masalah Penugasan.....	59
5.2.3 Analisa <i>Output</i> atau Interpretasi Hasil Penugasan	64
5.2.4 Latihan Soal	67
DAFTAR PUSTAKA	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan yang timbul pada zaman sekarang menjadi semakin rumit terutama dalam hal pengambilan keputusan untuk mencari manfaat atau keuntungan sebesar-besarnya dengan mempertimbangkan keterbatasan sumber daya. Bahkan sejak masa Perang Dunia II, angkatan perang Inggris membentuk tim yang terdiri dari ilmuwan untuk mempelajari bagaimana persoalan strategi dan pengambilan keputusan untuk menggunakan sumberdaya dengan efektif yang dikenal dengan nama penelitian operasional.

Penelitian operasional (*Operations Research*) didefinisikan sebagai aplikasi metode, teknik dan peralatan ilmiah dalam menghadapi masalah yang timbul di dalam operasi perusahaan dengan tujuan menemukan pemecahan masalah yang optimum (Arkoff & Arnoff, 1957). Selain itu Miller dan M.K Starr (1960) mendefinisikan penelitian operasional sebagai peralatan manajemen yang menyatukan ilmu pengetahuan, matematika dan logika dalam kerangka pemecahan masalah, sehingga diperoleh pemecahan masalah yang optimal. Seiring perkembangan zaman, pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian operasional sudah dapat dilakukan secara komputerisasi yang didukung dengan beberapa perangkat lunak atau *software* seperti QS3, Matlab, LINDO, LINGO, WINQSB, POM-QM *For Windows*, dan solver pada *Microsoft Excel*.

1.2 Pengenalan *Software* Riset Operasi

Penyelesaian permasalahan riset operasi tidak hanya dapat diselesaikan dengan perhitungan manual. Seiring dengan perkembangan teknologi, maka permasalahan tentang riset operasi dapat diselesaikan dengan komputerisasi (menggunakan *software* komputer). Beberapa jenis *software* yang dapat digunakan dalam riset operasi, antara lain QS3, Matlab, LINDO, LINGO, WINQSB, POM-QM *For Windows*, dan solver pada *Microsoft Excel* dan masih banyak lagi *software* lainnya. Namun, dalam praktikum ini,

software yang digunakan dalam pelaksanaan praktikum riset operasi 1 yaitu LINGO dan POM-QM For Windows.

1.3 Software LINGO

LINGO (*Linear, Integer, Nonlinear, and Global Optimization*) adalah sebuah paket program *under windows* dan merupakan *tool* lengkap untuk membuat model dan mencari solusi dari persamaan dan pertidaksamaan *linear, nonlinear, integer programming*, dengan cepat dan efisien. Aplikasi ini dapat menyelesaikan *primal* dan dual *simplex, branch and bound, multistart* dan dilengkapi dengan berbagai perintah yang memungkinkan pemakai menikmati kemudahan-kemudahan di dalam memperoleh informasi maupun mengolah data atau memanipulasi data. LINGO biasanya digunakan untuk mengoptimalkan produksi industri dan *distribution chain*, sistem penjadwalan dan masih banyak lagi dalam menyelesaikan problem riset operasi. Aplikasi ini dapat menyelesaikan model dengan ribuan variabel dan kendala namun hanya memerlukan ruang penyimpanan yang sedikit, sekitar 50 MB.

Kegunaan utama dari *software* LINGO adalah untuk mencari penyelesaian dari masalah linier dengan cepat dengan memasukan data yang berupa rumusan dalam bentuk linier. LINGO memberikan banyak manfaat dan kemudahan dalam memecahkan masalah riset operasi. Untuk menentukan nilai optimal dengan menggunakan LINGO diperlukan beberapa tahapan yaitu:

1. Menentukan model matematika berdasarkan data real,
2. Menentukan formulasi program untuk LINGO, dan
3. Membaca hasil *report* yang dihasilkan oleh LINGO.

Perintah yang biasa digunakan untuk menjalankan *software* LINGO dapat dilihat pada Tabel 1.1 sebagai berikut:

Tabel 1.1 Jenis perintah pada *software* LINGO

No	Jenis Perintah	Fungsi Perintah
1	MAX	Digunakan untuk memulai data fungsi tujuan dalam masalah maksimasi.
2	MIN	Digunakan untuk memulai data fungsi tujuan dalam masalah minimasi.
3	SUBJECT TO	Digunakan untuk memulai menentukan batasan masalah
3	END	Digunakan untuk mengakhiri data.
4	GIN	Digunakan untuk variabel keputusan agar bernilai bulat.
5	INTE	Digunakan untuk menentukan solusi dari masalah biner.

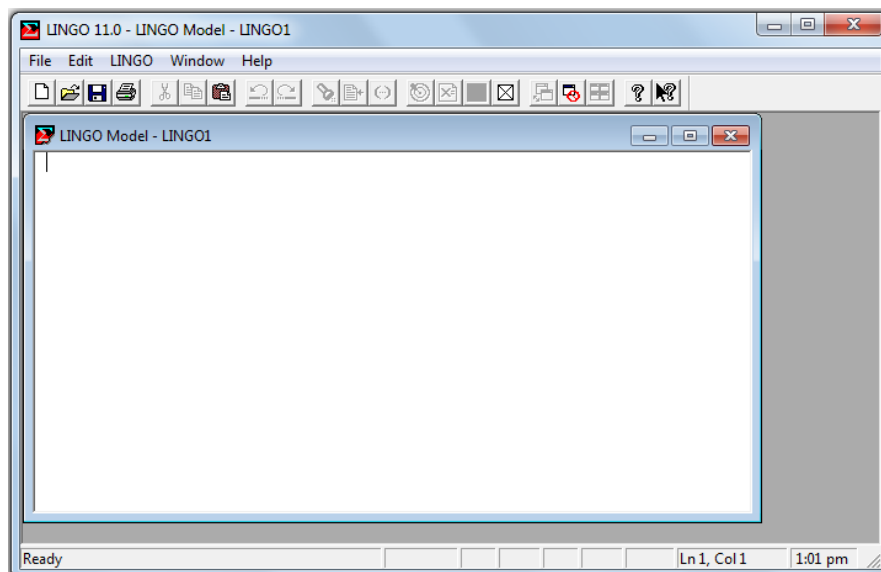
1.3.1 Prosedur Pengoperasian *Software* LINGO

Ada beberapa tahap yang perlu dilakukan dalam pengoperasian *software* LINGO. Prosedur dalam mengoperasikan *software* LINGO dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Langkah 1 yaitu membuka *File* LINGO dengan cara klik dua kali pada *icon* LINGO seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



- Langkah 2 yaitu pada layar akan muncul *untitled* baru yang siap untuk tempat mengetikkan formulasi seperti pada gambar berikut:



3. Langkah 3 yaitu menuliskan formulasi matematis.

Model LINGO minimal memiliki tiga syarat, yaitu:

- a. Memerlukan fungsi objektif,
- b. Variabel, dan
- c. Batasan (fungsi kendala).

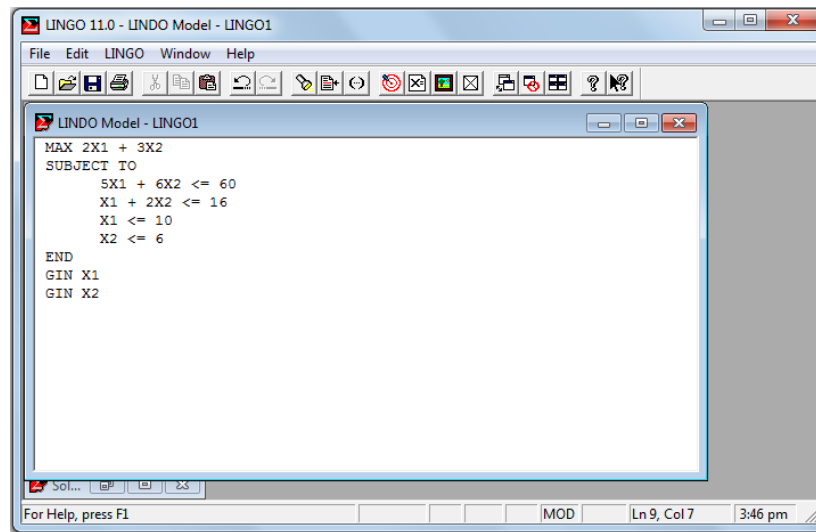
Untuk syarat pertama fungsi objektif, bisa dikatakan tujuan. Tujuan disini memiliki dua jenis tujuan yaitu maksimasi (*MAX*) dan minimasi (*MIN*). Kata pertama untuk mengawali pengetikan formula pada LINGO adalah *MAX* atau *MIN*.

Untuk syarat kedua adalah variabel. Variabel ini sangat penting, LINGO tidak dapat dijalankan tanpa memasukkan variabel dalam formula.

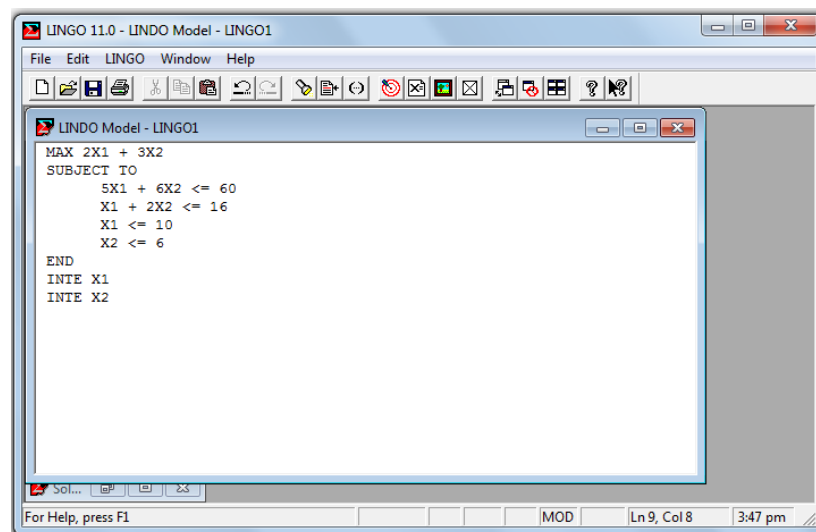
Untuk syarat ketiga setelah fungsi objektif dan variabel, selanjutnya adalah batasan. Dalam kenyataannya variabel tersebut pasti memiliki batasan, batasan itu misalnya keterbatasan bahan, waktu, jumlah pekerja, biaya operasional. Setelah fungsi objektif diketikkan selanjutnya diketikkan *Subject to* atau *ST* untuk mengawali pengetikan batasan dan pada baris berikutnya baru diketikkan batasan yang ada diakhir batasan, kemudian diakhiri dengan kata *END*. Secara umum dapat dituliskan sebagai berikut:

- a. Tanda \leq dalam matematika, dalam LINGO dituliskan \leq .
- b. Tanda \geq dalam matematika, dalam LINGO dituliskan \geq .

Untuk kasus-kasus dimana kita mengharapkan variabel keputusan bernilai bilangan bulat (*integer*), maka kita dapat menambahkan perintah *GIN* setelah *END*. *GIN* merupakan singkatan dari *General Integer* yang artinya variabel keputusan tertentu diinginkan bernilai bulat (*integer*). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:

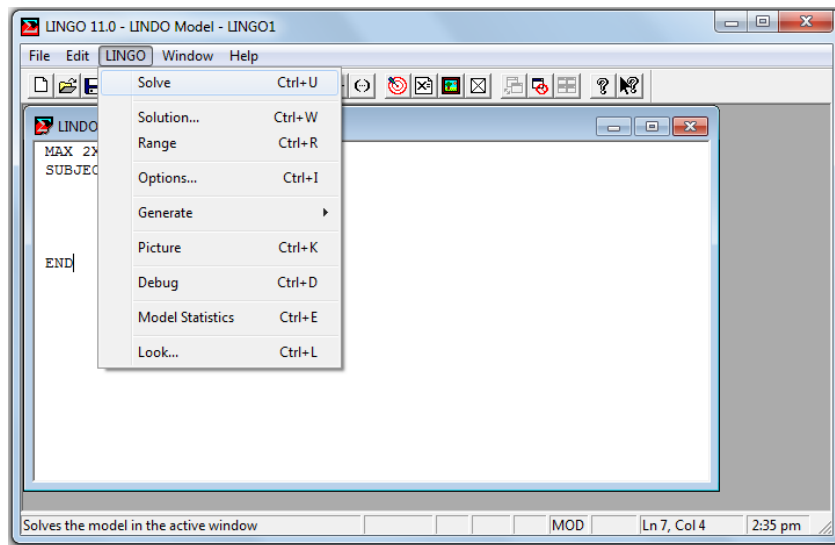


Jika kita mengharapkan variabel keputusan bernilai bilangan *biner* (0 atau 1), maka kita dapat menambahkan perintah *INTE* setelah *END*, diikuti variabel mana yang dikendaki bernilai *biner* yang dapat dilihat pada gambar berikut:



4. Langkah 4 yaitu mencari solusi dari model matematis.

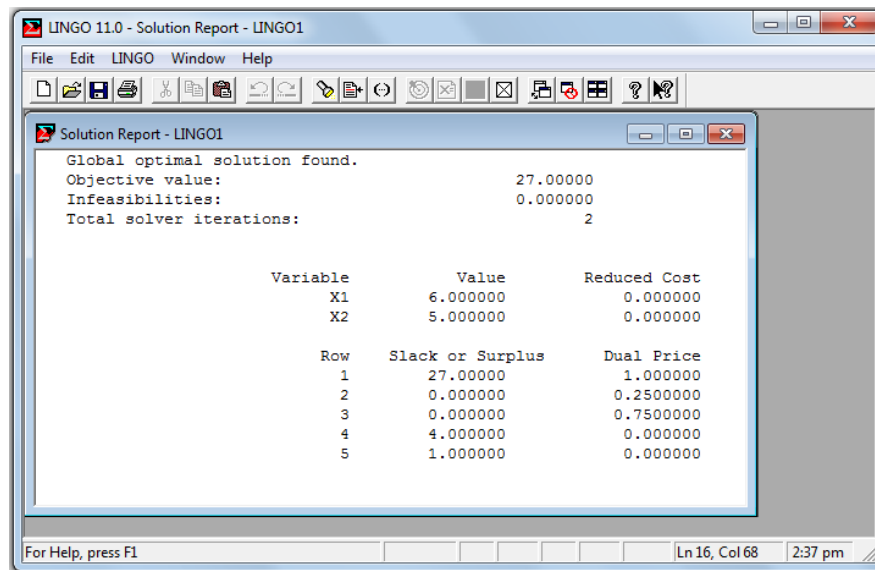
Setelah formula diketikkan siap dicari solusinya dengan memilih perintah *solve* atau mengklik tombol LINGO > *Solve*, pada *toolbar*. LINGO akan mengkompil (mengoreksi kesalahan) pada formula terlebih dahulu. Jika terjadi kesalahan dalam pengetikan (tidak dapat dibaca oleh komputer) akan muncul kotak dialog yang dapat dilihat pada gambar berikut:



Jika tidak terjadi kesalahan akan muncul kotak dialog LINGO 16.0 *Solver Status*. Status ini berguna untuk memonitor proses solusi seperti pada gambar berikut:



Selanjutnya tekan *close* dan pada LINGO akan muncul kotak *dialog* baru yang disebut *solution report- Lingo1* yang dapat dilihat pada gambar berikut:



5. Langkah 5 yaitu mencari nilai analisis sensitivitas permasalahan *linier programming*. Setelah diperoleh nilai optimal, maka kembali ke kotak dialog LINDO Model-Lingo1. Setelah itu, klik perintah *Solver > Range* pada *Toolbar*, sehingga nanti akan muncul *Range Report-Lingo1*
6. Langkah 6 yaitu menyimpan dan mencetak *File*.
Untuk menyimpan *File*, arahkan kursor pada papan editor yang diaktifkan. Menu menyimpan *File* ada dua macam yakni *File > Save*, dan *File > Save As*. Hasil yang telah diolah juga dapat langsung dicetak, dengan menggunakan menu *File* dan tinggal memilih sub menu *Print*.
7. Langkah 6 yaitu menganalisa *output* yang diperoleh dari pengoperasian LINGO.
Pada tahap ini nilai yang muncul dalam *output* LINGO akan dianalisis dimana penjelasan dari istilah-istilah yang ada di dalam *output* akan dijelaskan pada sub bab selanjutnya.

1.3.2 Output LINGO

Bagian hasil olahan (*output*) LINGO terdiri atas 2 jenis seperti pada *software* LINDO, yaitu *optimal solution* (penyelesaian optimal) dan *sensitivity analysis* (analisis sensitivitas). Penjelasan dari masing-masing *output* tersebut yaitu sebagai berikut:

1. *Optimal Solution* (Penyelesaian Optimal)

Dalam *Output* penyelesaian optimal, terdapat data sebagai berikut:

a. *Objective Function Value*

Nilai fungsi tujuan di bawah label *Objective Function Value*. Informasi ini ditandai dengan notasi “1” untuk menunjukkan bahwa di dalam struktur *input* LINGO, fungsi tujuan ditempatkan pada baris ke-1, dan fungsi kendala mulai dari urutan baris ke-2. Fungsi tujuan dari kasus di atas adalah $MAX 2X1 + 3X2$. Karena nilai optimal variabel keputusan, seperti tercantum pada kolom “Value” adalah $X1 = 6$ dan $X2 = 5$, maka nilai fungsi tujuan adalah:

$$2(6) + 3(5) = 27$$

Sehingga:

Objective value:	27.00000
------------------	----------

Atau

Row	Slack or Surplus
1	27.00000

b. *Value*

Nilai optimal variabel keputusan di bawah label *Value*. Variabel keputusan pada *output* LINGO ditandai dengan label *Variable*. Karena kasus di atas memiliki dua variabel keputusan dengan label $X1$ dan $X2$ maka kedua label ini tercantum di bawah kolom *Variable*.

Bilangan di bawah label *Value* dan berada pada baris dimana $X1$ berada menunjukkan nilai optimal variabel $X1$ yaitu 6; demikian pula dengan $X2$ yaitu 5; seperti dinyatakan seperti di bawah ini:

Variable	Value
$X1$	6.000000
$X2$	5.000000

c. *Reduced Cost*

Reduced cost mampu memberikan informasi mengenai sampai sejauh mana nilai C_j harus diturunkan agar nilai variabel keputusan menjadi positif. Informasi ini pada dasarnya sama dengan informasi analisis sensitivitas C_j pada saat nilai $X_j = 0$, namun dimunculkan dengan label lain dan ditempatkan di atas agar diperoleh perhatian segera bila kasus $X_j = 0$ muncul. *Reduced Cost* juga menggambarkan besarnya pengurangan dalam kasus maksimisasi dan penambahan dalam kasus minimasi. Oleh karena itu, dalam kasus ini:

Variable	Value	Reduced Cost
X1	6.000000	0.000000
X2	5.000000	0.000000

d. *Slack or Surplus*

Informasi ini menunjukkan nilai *Slack* atau *Surplus* masing-masing kendala ketika nilai fungsi tujuan mencapai nilai ekstrim. Karena struktur *input* LINGO telah menempatkan kendala-kendala mulai urutan ke-2 maka pada label *Row* dimulai dengan angka 2 yang berarti baris ke-2. Dengan demikian, jelas sekali bahwa baris ke-2 menandai kendala ke-1, baris ke-3 menandai kendala ke-2, dan demikian seterusnya, sehingga:

Row	Slack or Surplus	Dual Price
2	0.000000	0.250000
3	0.000000	0.750000
4	4.000000	0.000000
5	1.000000	0.000000

Karena seluruh kendala adalah kendala pembatas, maka informasi di atas menunjukkan nilai *slack variable* pada kendala ke-1, 2, 3, dan 4. Di samping itu, informasi di atas juga tercermin pada posisi masing-masing *slack variable* di dalam table simpleks optimal. Posisi S1 dan S2 sebagai variabel nonbasis jelas menunjukkan bahwa $S1 = S2 = 0$; sedangkan posisi S3 dan S4 sebagai variabel basis menunjukkan bahwa nilai kedua *slack variable* itu adalah positif dimana $b3 = 4$ dan $b4 = 1$.

e. *Dual Price*

Informasi ini menjelaskan tentang perubahan yang akan terjadi pada nilai fungsi tujuan bila nilai ruas kanan berubah satu unit. Dengan demikian, *dual price* kendala I yang terletak pada baris ke-2 menjelaskan bahwa nilai fungsi tujuan akan menjadi 27,25 bila ruas kanan kendala I bertambah 1 unit. Oleh karena itu,

Row	Slack or Surplus	Dual Price
2	0.000000	0.2500000
3	0.000000	0.7500000
4	4.000000	0.0000000
5	1.000000	0.0000000

Berdasarkan data tersebut, menjelaskan bahwa:

- Nilai *slack variable* nol pada baris ke-2 dan ke-3 menandai kendala I dan II sebagai kendala aktif. Di samping itu, kita juga segera bisa mengetahui bahwa S1 dan S2 adalah variabel non basis. Oleh karena itu, nilai *dual price* 0,25 dan 0,75 menjelaskan perubahan nilai fungsi tujuan bila nilai ruas kanan kendala I dan II berubah satu unit.
- Nilai *slack variable* 4 dan 5 pada baris ke-4 dan ke-5 menandai kendala III dan IV sebagai kendala tidak aktif sehingga bisa dimengerti bahwa perubahan nilai ruas kanan kendala-kendala itu jelas tidak akan mempengaruhi nilai fungsi tujuan. Itulah sebabnya mengapa nilai *dual price* pada abaris ke-4 dan ke-5 adalah 0.

2. *Sensitivity Analysis* (Analisis Sensitivitas)

Dalam *output* analisis sensitivitas , terdapat data sebagai berikut:

a. Analisis Sensitivitas Koefisien Fungsi Tujuan (Cj)

Analisis Sensitivitas Cj menjelaskan perubahan nilai Cj yang tidak akan mengubah nilai optimal variable keputusan. Informasi data terkait analisis sensitivitas ini yaitu sebagai berikut:

Objective Coefficient Ranges:

Variable	Current	Allowable	Allowable
	Coefficient	Increase	Decrease
X1	2.000000	0.5000000	0.5000000
X2	3.000000	1.000000	0.6000000

Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Perubahan nilai C_1 naik menjadi 2,5 atau turun menjadi 1,5 tidak akan mengubah nilai optimal variable keputusan $X_1 = 6$ dan $X_2 = 5$
- 2) Perubahan nilai C_2 naik menjadi 4,0 atau turun menjadi 2,4 tidak akan mengubah nilai optimal variable keputusan $X_1 = 6$ dan $X_2 = 5$

b. Analisis Sensitivitas Nilai Ruas Kanan (RHS)

Dual Price mencerminkan perubahan nilai fungsi yang diakibatkan oleh perubahan setiap unit nilai ruas kanan kendala aktif. Dalam hal ini, analisis sensitivitas nilai ruas kanan (*right hand side*) menjelaskan interval perubahan nilai ruas kanan yang menjamin validitas *dual price*. Di luar interval tersebut nilai *dual price* sudah tidak lagi *valid* untuk mengestimasi perubahan nilai fungsi tujuan. Sebagai contoh pada permasalahan diatas diperoleh informasi sebagai berikut:

Righthand Side Ranges:

Row	Current RHS	Allowable Increase	Allowable Decrease
2	60.00000	8.000000	4.000000
3	16.00000	0.8000000	2.666667
4	10.00000	INFINITY	4.000000
5	6.000000	INFINITY	1.000000

Penjelasan dari hasil diatas adalah sebagai berikut:

- 1) Perubahan nilai ruas kanan kendala aktif ke-1 yang terletak pada baris ke-2 naik menjadi 68 unit tau turun menjadi 56 unit tidak akan mengubah nilai *dual price* kendala ke-1, yaitu 0,25
- 2) Perubahan nilai ruas kanan kendala aktif ke-2 yang terletak pada baris ke-3 naik menjadi 16,8 unit atau turun menjadi 13,33 unit tidak akan mengubah nilai *dual price* kendala ke-2 yaitu 0,75
- 3) Perubahan nilai ruas kanan kendala tidak aktif ke-3 yang terletak pada baris ke-4 naik hingga tidak terbatas atau turun menjadi 6 unit tidak akan mengubah nilai *dual price* kendala ke-3, yaitu 0,00

- 4) Perubahan nilai ruas kanan kendala tidak aktif ke-4 yang terletak pada baris ke-5 naik hingga tidak terbatas atau turun menjadi 5 unit tidak akan mengubah nilai *dual price* kendala ke-4 yaitu 0,00.

1.4 Software POM-QM For Windows

Software POM-QM For Windows adalah sebuah *software* yang dirancang untuk melakukan perhitungan yang diperlukan pihak manajemen untuk mengambil keputusan di bidang produksi dan pemasaran. *Software* ini dirancang oleh Horward J Weiss tahun 1996 untuk membantu manajer produksi khususnya dalam menyusun prakiraan dan anggaran untuk produksi bahan baku menjadi produk jadi atau setengah jadi dalam proses pabrikasi *software POM-QM For Windows* memiliki 2 modul (sub menu) dalam riset operasi. Modul tersebut berupa modul POM dan modul QM yang meliputi sebagai berikut:

1. Modul POM yang terdiri atas modul berikut.

a. Agregate planning	n. Lot sizing
b. Asembly line balancing	o. Material requirement planning
c. Assigment	p. Productivity
d. Breakeven cost-valume analysis	q. Project management (PERTAMA CPM)
e. Capital investment	r. Quality control
f. Decision analysis	s. Reliability
g. Forecasting	t. Simulation
h. Inventory	u. Statistic (mean, var, sd:normal dist)
i. Job shop scheduling	v. Transportation
j. Layout	w. Waiting lines
k. Learning curves	x. Work measurement
l. Linear programming	
m. Location	
2. Modul QM yang terdiri atas modul berikut:

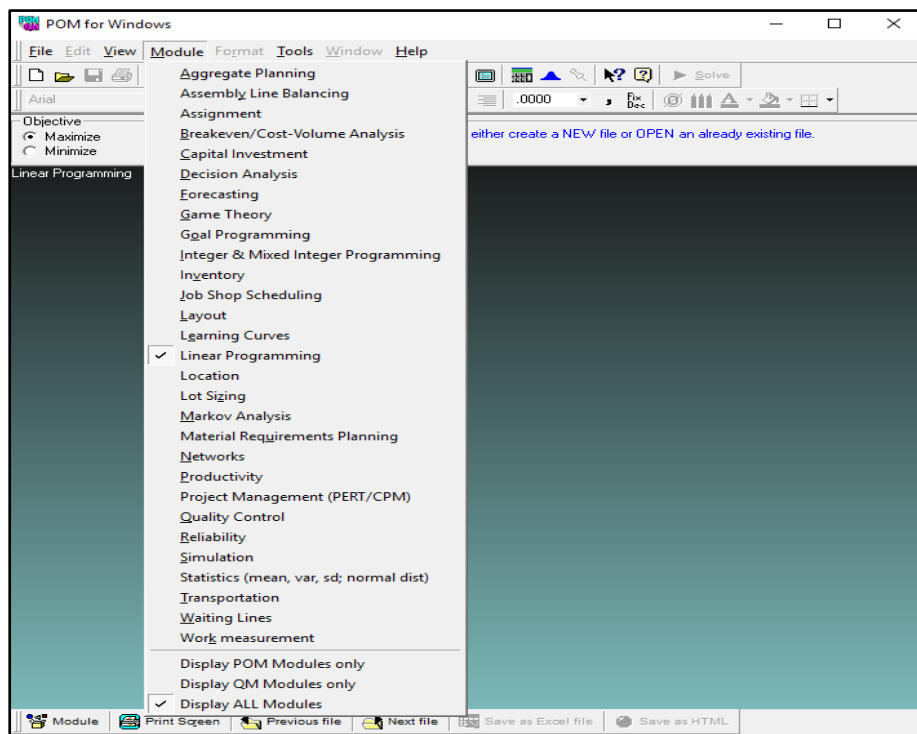
a. Assigment	c. Decision analysis
b. Breakeven cost-valume analysis	d. Forecasting
	e. Game theory

- | | |
|---|---|
| f. Goal Programming | m. Project management
(PERTAMA/CPM) |
| g. Integer & mixed integer
programming | n. Quality control |
| h. Inventory | o. Simulation |
| i. Linear programming | p. Statistic (mean, var, sd:normal
dist) |
| j. Markov analysis | q. Transportation |
| k. Material requirement planning | r. Waiting lines |
| l. Network | |

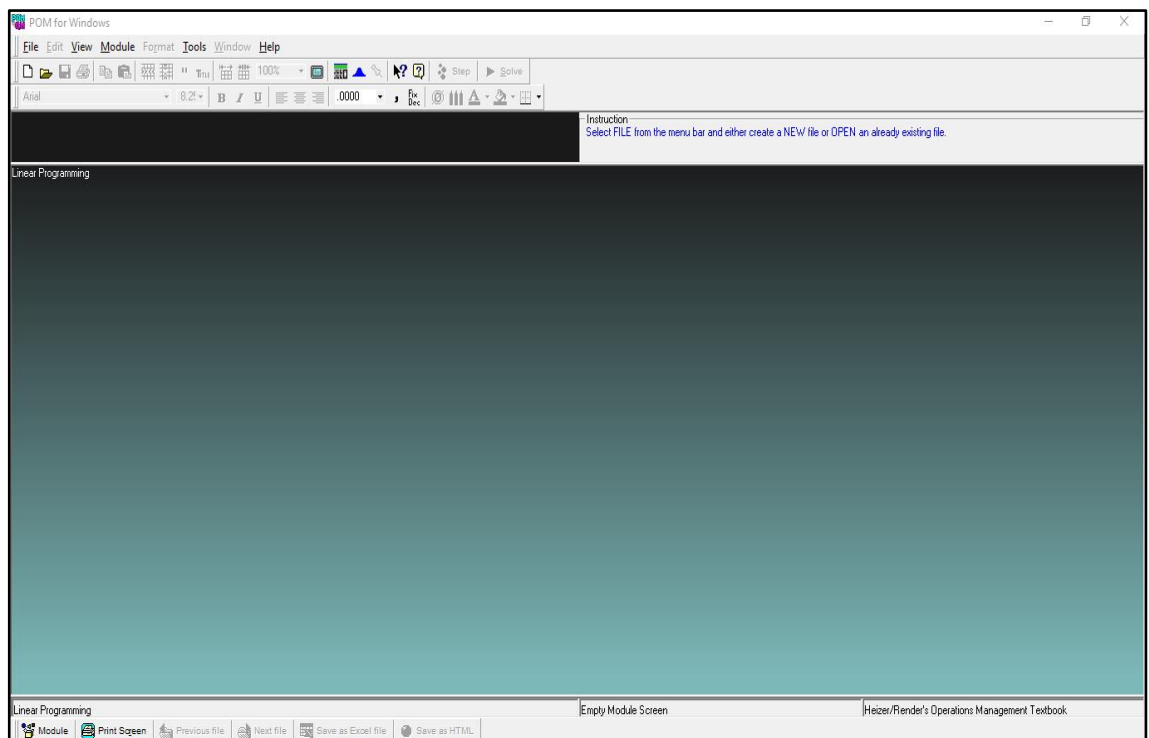
1.4.1 Prosedur Pengoperasian *Software POM-QM For Windows*

Ada beberapa tahap yang perlu dilakukan dalam pengoperasian *software POM-QM For Windows*. Prosedur dalam mengoperasikan *software POM-QM For Windows* dapat dijabarkan sebagai berikut:

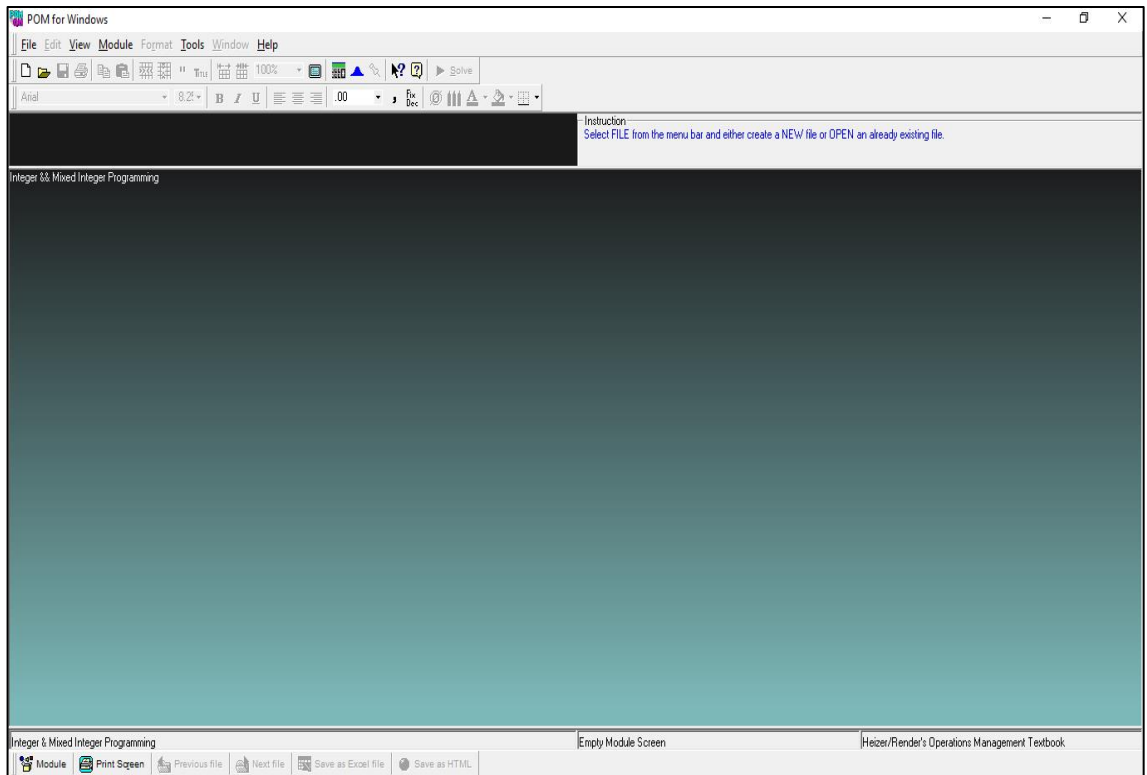
1. Membuka file POM-QM dengan cara klik start > All Program > Folder POM-QM for windows 3 > POM-QM for windows 3, maka akan muncul pilihan dari sub menu pada gambar sebagai berikut:



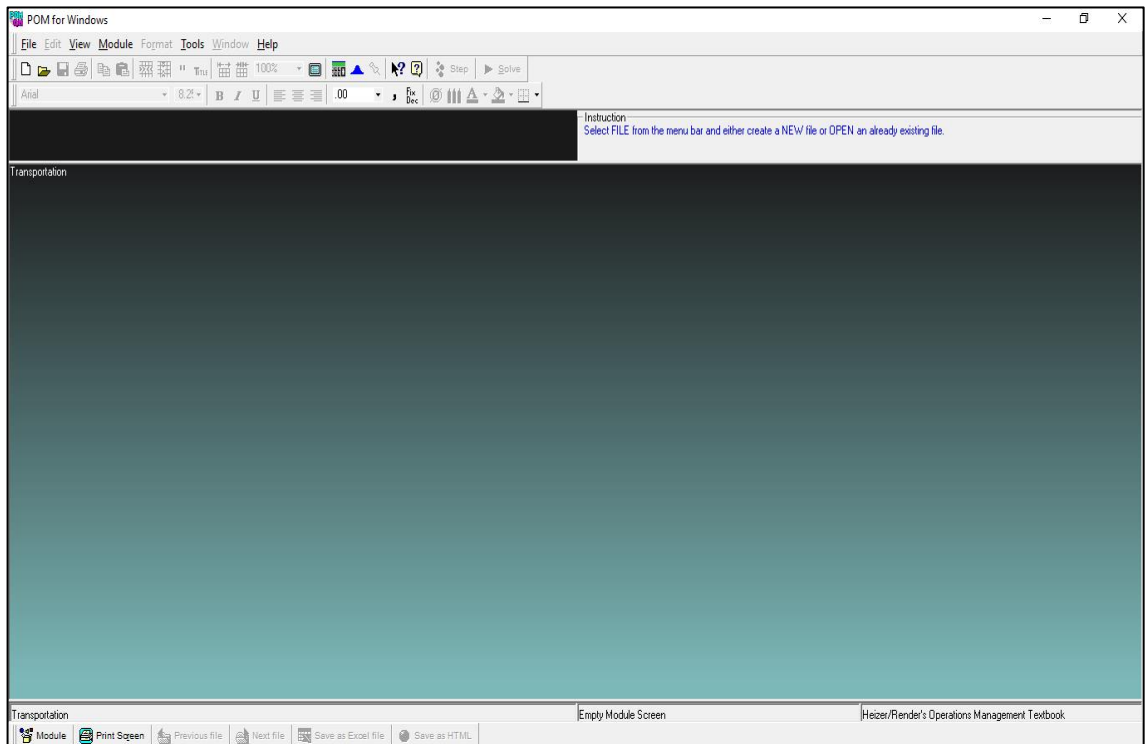
2. Setelah terbuka, pilihlah kategori sub menu yang ingin digunakan. Dalam praktikum ini, yang digunakan terdiri dari empat sub menu, yaitu sebagai berikut:
 - a. *Linear Programming*, merupakan bagian dari riset operasi untuk mengatasi permasalahan agar mendapatkan nilai yang optimal dengan memperhatikan keterbatasan sumber daya.
 - b. *Integer & Mixed Integer Programming*, merupakan bagian dari riset operasi yang secara umum sama dengan *linear programming*, akan tetapi nilai yang diinginkan berupa bilangan bulat.
 - c. *Transportation*, merupakan pemodelan jaringan dalam riset operasi untuk memecahkan masalah pengangkutan komoditi tunggal dari sejumlah sumber ke sejumlah destinasi dengan tujuan untuk meminimalkan biaya pengangkutan, memaksimalkan keuntungan, atau meminimumkan total waktu pengangkutan.
 - d. *Assignment*, merupakan kasus khusus dari model transportasi, dimana sejumlah m sumber ditugaskan kepada sejumlah n tujuan (satu sumber untuk satu tujuan), sehingga didapat ongkos total yang minimum. Sumber yang dimaksud disini adalah pekerjaan atau pekerja. Sedangkan tujuan adalah masing-masing.
3. Setelah memilih sub menu yang akan digunakan, maka akan muncul tampilan sebagai berikut.



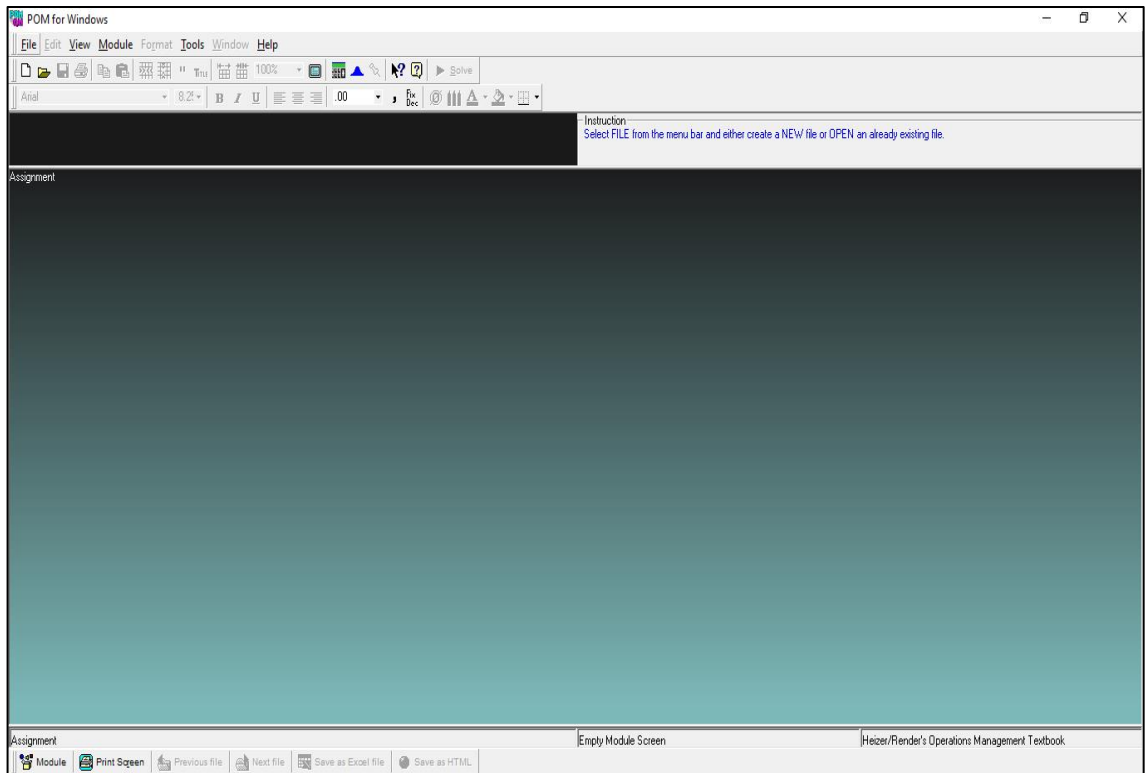
a. *Linear Programming*



b. *Integer & Mixed Integer Programming*

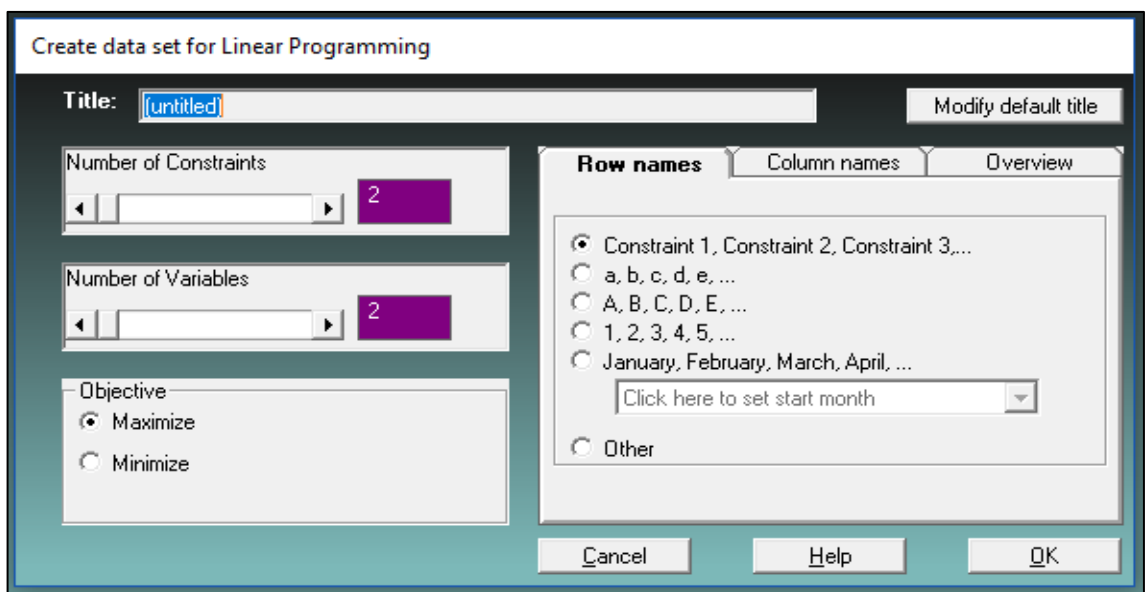


c. *Transportation*



d. Assignment

4. Kemudian klik *file > New* pada *toolbar* untuk memasukkan persoalan yang akan diselesaikan. Setelah itu akan muncul kotak dialog *Create data set for* sebagai berikut.



a. Linear Programming

Create data set for Integer & Mixed Integer Programming

Title: Modify default title

Number of Constraints:

Number of Variables:

Objective:

Maximize

Minimize

Row names: Column names Overview

Constraint 1, Constraint 2, Constraint 3,...

a, b, c, d, e, ...

A, B, C, D, E, ...

1, 2, 3, 4, 5, ...

January, February, March, April, ...

▼

Other

b. Integer & Mixed Integer Programming

Create data set for Transportation

Title: Modify default title

Number of Sources:

Number of Destinations:

Objective:

Maximize

Minimize

Row names: Column names Overview

Source 1, Source 2, Source 3,...

a, b, c, d, e, ...

A, B, C, D, E, ...

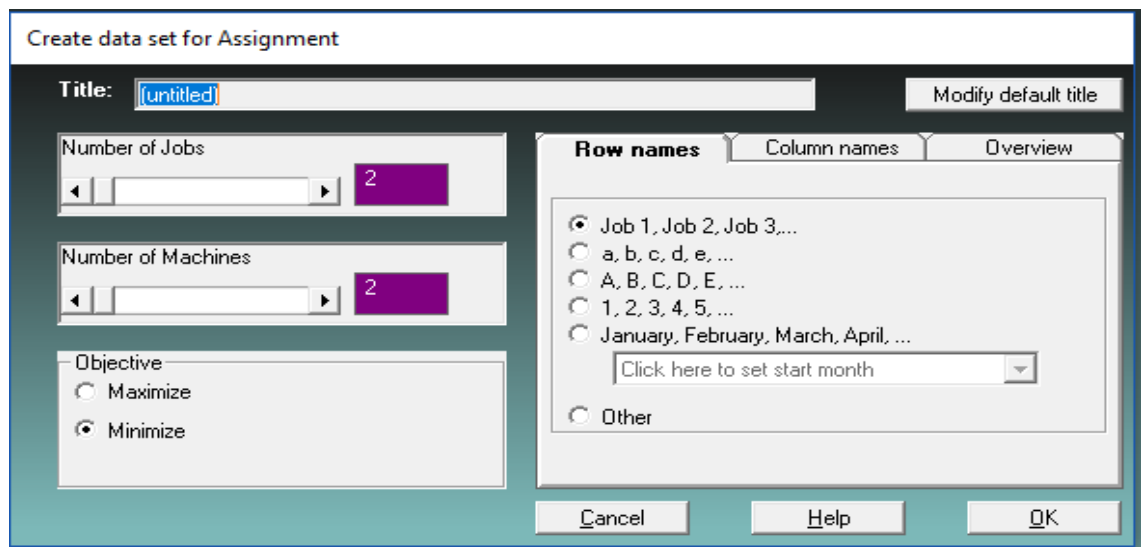
1, 2, 3, 4, 5, ...

January, February, March, April, ...

▼

Other

c. Transportation



d. Assignment

1.4.2 Output Software POM-QM For Windows

Dalam pengoperasian *Software POM-QM For Windows*, *output* yang dihasilkan berbeda-beda mengingat cara penyelesaiannya juga berbeda. Penjelasan terkait *output* dari masing-masing permasalahan yang digunakan dalam praktikum riset operasi ini akan dibahas dalam bab modul tersebut

BAB II

LINEAR PROGRAMMING

2.1 Dasar Teori

Linear programming merupakan proses dalam menganalisis suatu sumber daya untuk mendapatkan keadaan optimal dengan memperhatikan batasan-batasan yang ada dan di buat dalam bentuk persamaan *linear* matematis untuk mendapatkan solusinya. *Linear programming* dapat diselesaikan dengan mudah dengan bantuan menggunakan beberapa *software solver*. Beberapa diantaranya adalah menggunakan LINGO dan POM-QM. Dalam hal ini penyelesaian *linear programming* akan diselesaikan dengan menggunakan metode grafik dan metode simpleks.

2.2 Modul Praktikum

Praktikum ini akan membahas tentang bagaimana cara menyelesaikan permasalahan *linear programming* dengan menggunakan metode grafik dan simpleks.

2.2.1 Tujuan Praktikum

Adapun tujuan dari praktikum mengenai *linear programming* antara lain sebagai berikut:

1. Praktikan mampu untuk menyelesaikan persoalan *linear programming* secara komputerisasi dengan menggunakan metode grafik dan simpleks.
2. Praktikan mampu untuk menganalisis hasil (*output*) dari persoalan *linear programming* dengan menggunakan metode grafik dan simpleks.

2.2.2 Penyelesaian *Linear Programming* Metode Grafik

Berikut adalah cara penyelesaian masalah *linear programming* metode grafik secara komputerisasi:

Contoh Kasus:

PT. XYZ ingin membuat 2 macam parfum yang memerlukan 2 macam zat kimia, yaitu zat A dan B. Jumlah zat A dan B yang tersedia berturut turut sebanyak 500 dan 350 Liter. Dalam setiap parfum I diperlukan zat A = 2 Liter dan zat B = 5 Liter, sedangkan untuk parfum II diperlukan zat A = 6 Liter dan zat B = 3 Liter. Harga parfum I diperkirakan memiliki keuntungan Rp 4.000 dan untuk parfum II sebanyak Rp 6.000. Berapa jumlah parfum I dan parfum II yang sebaiknya diproduksi agar menghasilkan laba maksimal?

Penyelesaian:

1. *Software* LINGO

Adapun prosedur penggunaan untuk menyelesaikan persoalan *linear programming* metode grafik dengan software LINGO dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Membuka file LINGO dengan cara klik dua kali pada *icon* LINGO.
- b. Pada layar akan muncul *untitled* baru yang siap untuk tempat mengetikkan formulasi.
- c. Berdasarkan persoalan di atas, maka terlebih dahulu ditentukan variabel keputusan yang kemudian diterjemahkan ke dalam model matematis seperti berikut:

Variabel keputusan:

X1: Jumlah parfum I yang harus diproduksi (dalam pcs)

X2: Jumlah parfum II yang harus diproduksi (dalam pcs)

Tujuan : memaksimalkan keuntungan

Formulasi ke dalam model matematis:

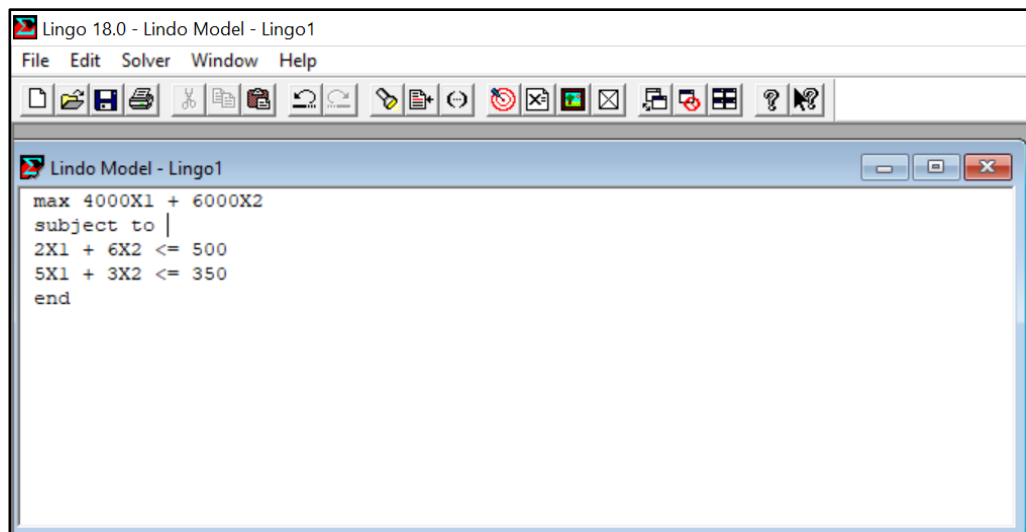
Fungsi tujuan : $Max: Z = 4000X_1 + 6000X_2$

Batasan : $2 X_1 + 6 X_2 \leq 500$

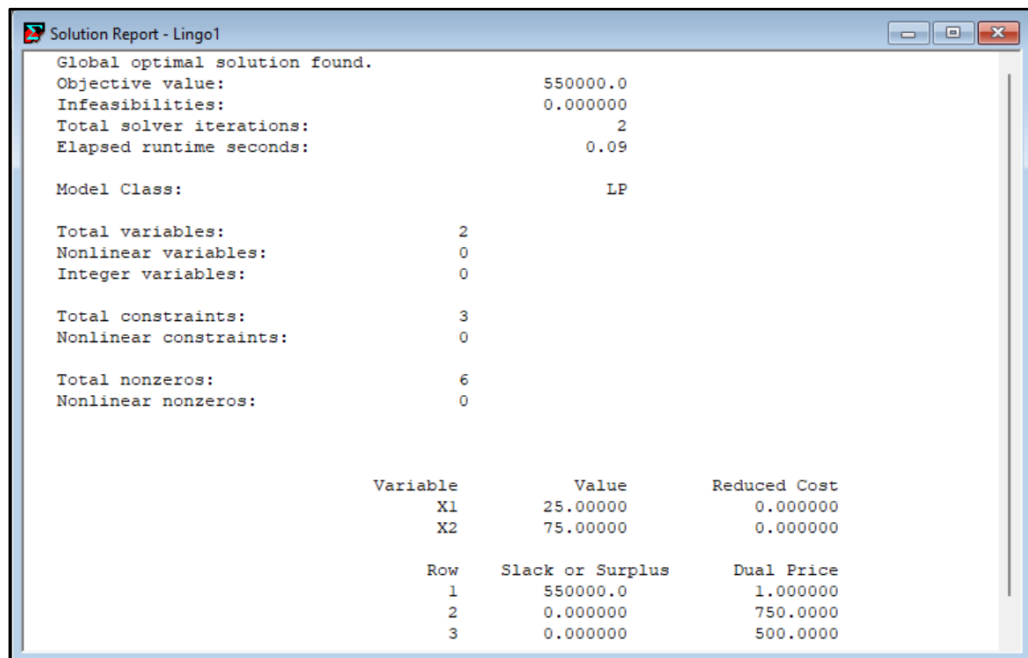
$$5 X_1 + 3 X_2 \leq 350$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

- d. Ketikkan formulasi model matematis yang telah dibuat di atas pada layar LINGO seperti pada gambar di bawah ini:



- e. Klik LINGO > *Solve* pada toolbar untuk melihat solusi hasil dari perumusan masalah tersebut.
- f. Maka akan muncul *Output LINGO* dari permasalahan di atas seperti pada gambar di bawah ini:



- g. Untuk melihat analisis sensitivitas, kembali pada kotak dialog LINDO *Model* – Lingo1. Setelah itu klik perintah *Solver* > *Range*, hingga muncul kotak dialog *Range Report* – Lingo1 berikut:

Range Report - Lingo1

Ranges in which the basis is unchanged:

Objective Coefficient Ranges:

Variable	Current Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
X1	4000.000	6000.000	2000.000
X2	6000.000	6000.000	3600.000

Righthand Side Ranges:

Row	Current RHS	Allowable Increase	Allowable Decrease
2	500.0000	200.0000	360.0000
3	350.0000	900.0000	100.0000

- h. Setelah diperoleh *output* di atas, maka selanjutnya dilakukan analisis *output* atau interpretasi hasil.

Note:

Pada *software* LINGO, kekurangan yang dimiliki yaitu tidak dapat menampilkan grafik dari solusi permasalahan diatas.

2. Software POM-QM For Windows

Adapun prosedur penggunaan untuk menyelesaikan persoalan *linear programming* metode grafik dengan *software* POM-QM For Windows dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Membuka *file* POM-QM For Windows dengan cara klik *Start > All Program > folder POM-QM For Windows 3 > POM-QM For Windows 3*.
- Pada layar akan muncul layar baru, kemudian klik *Module > Linear Programming* pada *toolbar*.
- Setelah itu akan muncul layar kosong, kemudian klik *File > New* pada *toolbar* untuk melakukan persoalan yang akan diselesaikan.
- Kemudian akan muncul kotak dialog *Create data set for Linear Programming*, masukkan data pada kotak dialog tersebut.

Pada *Title* masukkan judul pada persoalan diatas PT. XYZ.

Pada *Number of Constrains* masukkan angka sebanyak 2.

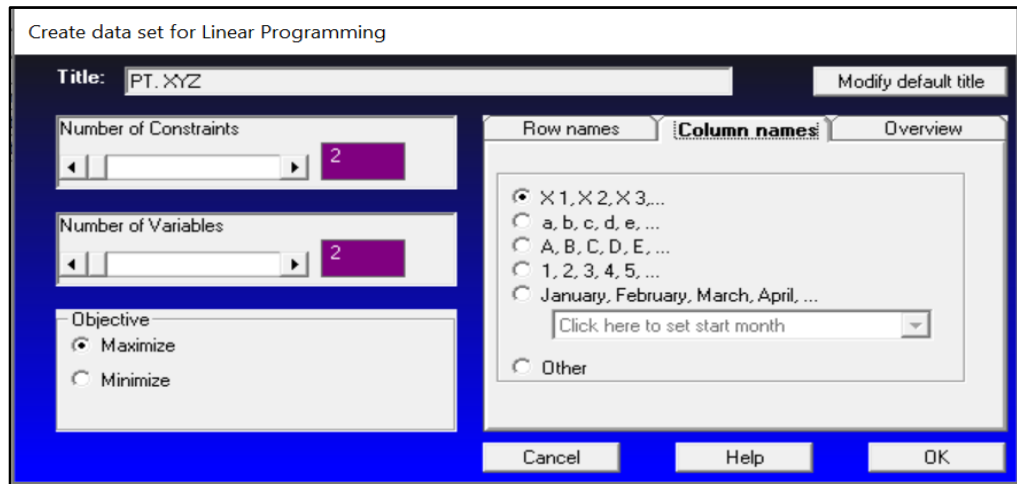
Pada *Number of Variabel* masukkan angka sebanyak 2.

Pada *Objective* pilih *Maximize*.

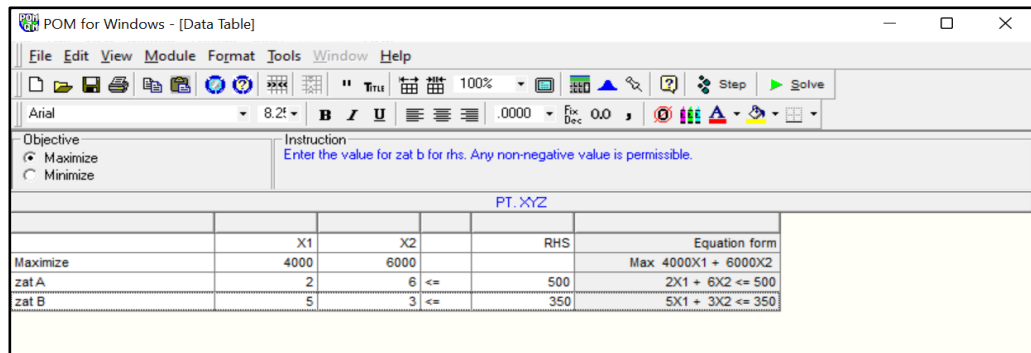
Pada *Row names*, pilih A, B, C, D, E, ...

Pada *Column names*, pilih X1, X2, X3, ...

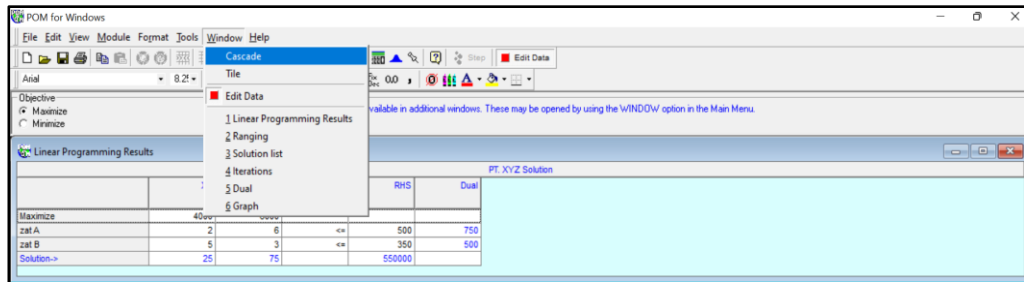
Kemudian akan muncul seperti pada gambar dibawah ini:



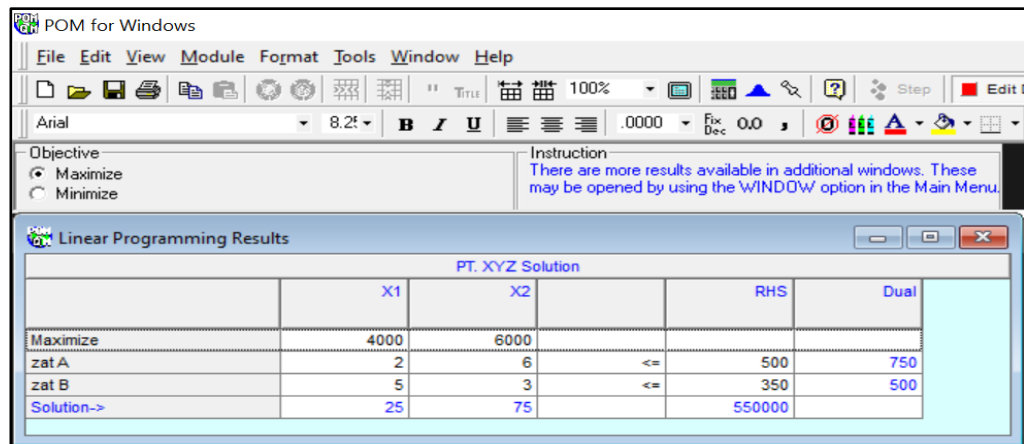
- e. Jika pengisian telah selesai klik tombol OK, maka akan muncul tampilan *Data table* dan isikan sesuai dengan model matematis yang diterjemahkan sebelumnya seperti yang terlihat pada gambar berikut:



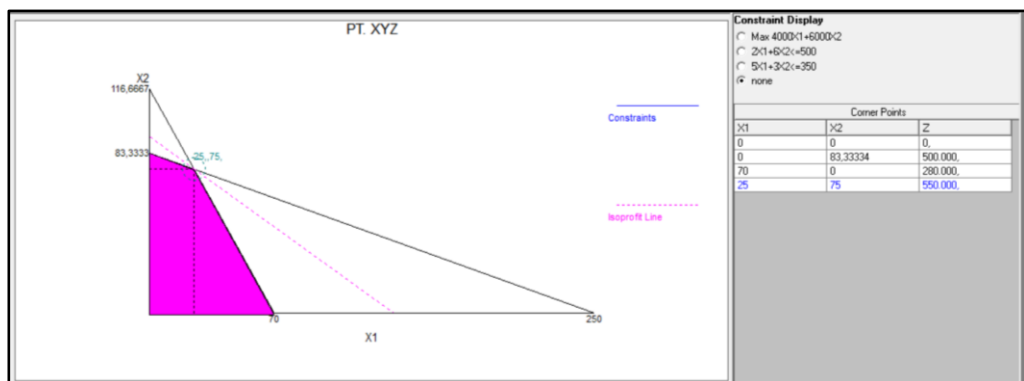
- f. Pilih *Solve* pada *toolbar*, maka akan muncul kotak dialog *output* pada *toolbar window* yang akan keluar seperti pada gambar berikut.



- g. Pilih *Linear Programming Result* untuk melihat hasil yang diperoleh yang dapat dilihat pada gambar berikut:



- h. Mengingat penyelesaian yang dibahas adalah metode grafik, maka perlu dilakukan dengan memilih *Window > Graph*, maka akan muncul tampilan *Graph* sebagai berikut:



- i. Setelah diperoleh *output* di atas, maka selanjutnya dilakukan analisis *output* atau interpretasi hasil.

2.2.3 Penyelesaian *Linear Programming* Metode Simpleks

Berikut adalah cara penyelesaian masalah *linear programming* metode simpleks dengan secara komputerisasi dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. *Software* LINGO

Adapun prosedur penggunaan untuk menyelesaikan persoalan *linear programming* dengan *software* LINGO metode simpleks seperti halnya pada metode grafik. Hal ini dikarenakan pada *software* LINGO hanya dapat menampilkan solusi optimal dari analisis sensitivitas dari suatu permasalahan tetapi tidak dapat menampilkan tabel simpleks hingga memperoleh hasil optimal dari suatu permasalahan.

2. *Software* POM-QM For Windows

Adapun prosedur penggunaan untuk menyelesaikan persoalan *linear programming* metode simpleks dengan *software* POM-QM dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Penyelesaian *linear programming* metode simpleks memiliki langkah yang sama dengan *linear programming* metode grafik di atas yaitu dari poin a hingga h.
- b. Mengingat penyelesaian yang dibahas adalah metode simpleks, maka perlu dilakukan dengan klik *Solve > Iterations*, maka akan muncul kotak dialog *Iterations* sebagai berikut:

PT. XYZ Solution						
Cj	Basic Variables	4000 X1	6000 X2	0 slack 1	0 slack 2	Quantity
Iteration 1						
0	slack 1	2	6	1	0	500
0	slack 2	5	3	0	1	350
	zj	0	0	0	0	0
	cj-zj	4.000	6.000	0	0	
Iteration 2						
6000	X2	0,3333	1	0,1667	0	83,3333
0	slack 2	4	0	-0,5	1	100,0
	zj	2000	6000	1000	0	500.000
	cj-zj	2.000	0	-1.000	0	
Iteration 3						
6000	X2	0	1	0,2083	-0,0833	75,0
4000	X1	1	0	-0,125	0,25	25,0
	zj	4000	6000	750	500	550.000
	cj-zj	0	0	-750	-500	

- c. Selain dapat menampilkan grafik dan iterasi dari suatu permasalahan *linear programming* di atas, hal lain yang bisa dilihat terdiri atas beberapa *output* untuk melihat *ranging* klik *Window > Ranging*, maka akan muncul gambar berikut:

PT. XYZ Solution					
Variable	Value	Reduced Cost	Original Val	Lower Bound	Upper Bound
X1	25	0	4000	2000	10000
X2	75	0	6000	2400	12000
Constraint	Dual Value	Slack/Surplus	Original Val	Lower Bound	Upper Bound
zat A	750	0	500	140	700
zat B	500	0	350	250	1250

- d. Untuk melihat *output solution list*, klik *Windows* > *Solution list* hingga muncul gambar berikut:

PT. XYZ Solution		
Variable	Status	Value
X1	Basic	25
X2	Basic	75
slack 1	NONBasic	0
slack 2	NONBasic	0
Optimal Value (Z)		550000

- e. Untuk menampilkan hasil dari *output dual*, klik *Windows* atau *Dual* hingga muncul gambar berikut:

PT. XYZ Solution					
Original Problem					
Maximize	X1	X2			
zat A	2	6	<=	500	
zat B	5	3	<=	350	
Dual Problem					
Minimize	zat A	zat B			
X1	500	350			
X2	2	5	>=	4000	
	6	3	>=	6000	

- f. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan *software POM-QM For Windows* tersebut, maka selanjutnya dilakukan analisis *output* atau interpretasi hasil.

2.2.4 Analisis Output atau Interpretasi Hasil *Linear Programming*

Penyelesaian masalah *linear programming* menggunakan *software* akan mengeluarkan *output* berupa hasil dari penyelesaian masalah. Adapun interpretasi hasil atau *output* dari masing-masing *software* yang digunakan memiliki nilai yang sama, akan tetapi terdiri dari beberapa data yang berbeda. Berikut penjelasannya

1. LINGO

Berikut ini adalah hasil analisis dari penyelesaian permasalahan PT. XYZ menggunakan *software* LINGO untuk perolehan nilai optimal.

a. *Objective Function Value*

Nilai *objective function value* dalam permasalahan di atas yaitu sebesar 550000 yang diperoleh dari $4000(25) + 6000(75)$. Kesimpulan yang dapat diambil yaitu keuntungan maksimal yang diperoleh dari produksi parfum I dan parfum II yaitu sebesar Rp 550.000.

b. *Value*

Nilai *value* untuk *variable* X1 yaitu 25 dan untuk *variable* X2 yaitu 75. Kesimpulan yang dapat diambil yaitu untuk memperoleh keuntungan maksimal sebesar Rp 550.000, maka jumlah parfum I yang harus dibuat sebanyak 25 pcs dan parfum II sebanyak 75 pcs.

c. *Reduced Cost*

Nilai *reduced cost* untuk parfum I (X1) dan parfum II (X2) bernilai 0 dikarenakan kedua variabel tersebut bernilai positif yaitu masing-masing 25 dan 75.

d. *Slack or Surplus*

Nilai *slack* pada row 2 dan 3 bernilai 0 yang menunjukkan bahwa kendala 1 dan kendala 2 sebagai kendala aktif sehingga S1 dan S2 dalam permasalahan di atas dikategorikan sebagai variabel non basis.

e. *Dual Price*

Nilai *dual price* pada persoalan di atas untuk row 2 dan 3 masing-masing secara berturut adalah sebesar 750 dan 500. Hal ini menunjukkan jika ruas kanan kendala 1 yaitu zat A dan kendala 2 yaitu zat B bertambah 1 Liter maka akan

menambah nilai fungsi tujuan yaitu keuntungan masing-masing sebesar Rp 750 dan Rp 500.

2. POM-QM *For Windows*

Berikut ini adalah hasil interpretasi dari penyelesaian permasalahan PT. XYZ menggunakan *software* POM-QM *For Windows* untuk menghasilkan keuntungan optimal.

a. *Linear Programming Results*

Berdasarkan data pada kotak dialog *linear programming results*, diperoleh nilai *solution* untuk X_1 yaitu parfum I yang harus diproduksi adalah 25 pcs dan nilai *solution* untuk X_2 yaitu parfum II yang harus diproduksi adalah 75 pcs sehingga nilai RHS yaitu keuntungan maksimal yang diperoleh adalah sebesar Rp 550.000.

b. *Ranging*

Berdasarkan data pada kotak dialog *ranging*, diperoleh data *variable* dan data *constraint* yang dijabarkan sebagai berikut:

1) *Value*

Keuntungan maksimal dapat diperoleh jika jumlah parfum I yang diproduksi (X_1) sebanyak 25 pcs dan parfum II yang diproduksi (X_2) sebanyak 75 pcs.

2) *Dual Value*

Jika dilakukan penambahan zat A sebanyak 1 Liter, maka keuntungan bertambah sebesar Rp 750. Begitu pula jika dilakukan penambahan zat B sebanyak 1 Liter, maka keuntungan bertambah sebesar Rp 500.

c. *Solution List*

Hasil data yang berhasil diperoleh dari *output solution list* antara lain sebagai berikut:

1) *Value*

Jumlah parfum I yang digunakan dan jumlah parfum II yang diproduksi guna mendapat keuntungan maksimal yaitu parfum I (X_1) sebanyak 25 pcs dan parfum II (X_2) sebanyak 75 pcs sehingga diperoleh keuntungan (Z) sebesar Rp 550.000.

2) *Status*

Status menunjukkan bahwa terdapat kategori basis yang merupakan variabel yang masuk dalam iterasi. Variabel yang menjadi *basic* dikenal dengan istilah variabel basis dalam permasalahan ini yaitu X_1 dan X_2 . Sedangkan untuk *slack1* dan *slack 2* memiliki keterangan *Non basic* yang menandai bahwa kedua *slack* tersebut adalah variable non basis.

d. *Iterations*

Pada *output iterations*, dapat dilihat bahwa terjadi tiga kali iterasi. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mencapai titik optimum guna mendapat keuntungan maksimal maka diperlukan 3 kali langkah komputasi.

e. *Dual*

Melalui *output dual*, dapat ditunjukkan permodelan dimana *variable* dan *constraint* bertukar posisi sehingga model matematis dapat berubah menjadi versi lain. Pada *output dual* dapat ditunjukkan hasil melalui interpretasi berikut.

- 1) *Original problem*, merupakan fungsi tujuan dan kendala pada soal.
- 2) *Dual problem*, merupakan bentuk lain dari fungsi tujuan dan batasan pada soal.

Maka diperoleh:

Fungsi tujuan :

$$\text{Min } Z = 500 \text{ zat A} + 350 \text{ zat B}$$

Batasan :

$$2 \text{ zat A} + 5 \text{ zat B} \geq 4000$$

$$6 \text{ zat A} + 3 \text{ zat B} \geq 6000$$

f. *Graph*

Pada bagian *graph* memiliki *output* adalah *corner point*, *isopropil line*, dan daerah yang diarsir.

- a) *Corner point* adalah kombinasi optimum yang dapat dilakukan. Diperoleh kombinasi optimum dengan nilai $X_1 = 25$ dan $X_2 = 75$ sehingga $Z = 550.000$.
- b) *Isopropil line*, dimana menunjukkan bahwa sepanjang garis tersebut memiliki nilai keuntungan yang sama, tetapi dengan kombinasi output yang berbeda.

- c) Daerah yang diarsir tersebut sebagai daerah *feasible area*, yaitu batas yang mungkin untuk pengalokasian sumber daya yang tersedia dengan waktu yang ada.

2.2.5 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas seperti yang telah dijelaskan pada Bab 1 terdiri dari 2 bagian, yaitu analisis sensitivitas koefisien fungsi tujuan dan analisis sensitivitas nilai ruas kanan. Penjelasan analisis sensitivitas permasalahan PT. XYZ di atas adalah sebagai berikut:

1. Analisis Sensitivitas Koefisien Fungsi Tujuan (C_j)

Berdasarkan *output* yang diperoleh pada kotak dialog *Range Report – Lingo1*, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

- Pada saat perubahan nilai C_1 naik hingga menjadi 10000 atau turun hingga menjadi 2000 tidak akan mengubah nilai optimal variabel keputusan X_1 yaitu jumlah parfum I yang harus diproduksi = 25 pcs dan X_2 yaitu jumlah parfum II yang harus diproduksi = 75 pcs.
- Pada saat perubahan nilai C_2 naik hingga menjadi 12000 atau turun hingga menjadi 2400 tidak akan mengubah nilai optimal variabel keputusan X_1 yaitu jumlah parfum I yang harus diproduksi = 25 pcs dan X_2 yaitu jumlah parfum II yang harus diproduksi = 75 pcs.

2. Sensitivitas Nilai Ruas Kanan (RHS)

Berdasarkan *output* yang diperoleh pada kotak dialog *Range Report – Lingo1*, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

- Apabila perubahan nilai ruas kanan kendala aktif ke-1 yaitu Zat A yang terletak pada baris ke-2 naik menjadi 700 pcs atau turun menjadi 140 pcs tidak akan mengubah nilai *dual price* kendala ke-1 yaitu 750.
- Apabila perubahan nilai ruas kanan kendala aktif ke-2 yaitu zat B yang terletak pada baris ke-3 naik menjadi 1250 pcs atau turun menjadi 250 pcs tidak akan mengubah nilai *dual price* kendala ke-2 yaitu 500.

2.2.6 Latihan Soal

Seorang pengrajin memerlukan komponen A, B dan C berturut turut 40 buah, 50 buah dan 20 buah, untuk membuat kerajinannya. Dalam setiap kerajinan tas memerlukan komponen **A = 3 buah, B = 2 buah** dan **C = 1 buah**. Sedangkan, untuk kerajinan dompet memerlukan komponen **A = 2 buah, B = 2 buah** dan **C = 2 buah**. Harga untuk satu kerajinan tas adalah Rp 10.000 dan kerajinan dompet seharga 8.000. Berapa jumlah kerajinan tas dan dompet yang sebaiknya dibuat agar menghasilkan laba maksimal?

CATATAN:

Angka yang ditebalkan diubah dengan ditambahkan angka terakhir NIM dari kedua praktikan.

Misalkan NIM 1909036001 dan 1909036015 ($1 + 5 = 6$), maka setiap angka yang ditebalkan pada latihan soal ditambahkan 6. Contoh “memerlukan komponen **A = 3+6 buah; B = 2+6 buah** dan **C = 1+6 kg**” menjadi “memerlukan komponen **A = 9 buah; B = 8 buah** dan **C = 7 buah**”.

BAB III

INTEGER PROGRAMMING

3.1 Dasar Teori

Integer linear programming merupakan bagian dari riset operasi 1. Secara umum, *integer linear programming* atau pemrograman bilangan bulat adalah sebuah model penyelesaian matematis yang memungkinkan hasil penyelesaian kasus pemrograman linear yang berupa bilangan pecahan diubah menjadi bilangan bulat tanpa meninggalkan optimalitas penyelesaian. Model penyelesaian ini muncul karena dalam kehidupan nyata tidak semua variabel keputusan dapat berupa bilangan pecahan. Sebagai contoh adalah produksi barang seperti barang elektronik, mesin, pakaian, dan lain-lain dimana jumlah produksinya haruslah bernilai *integer*.

Secara umum *integer linear programming* dibedakan atas tiga jenis, yaitu sebagai berikut:

1. *Integer linear programming* campuran (*mixed integer linear programming*), yang memiliki pengertian bahwa sebagian nilai variabel keputusan harus berupa bilangan bulat (*integer*) dan sebagian lainnya dapat berupa pecahan.
2. *Integer linear programming* murni (*all integer linear programming*), yang memiliki pengertian bahwa seluruh nilai variabel keputusan harus berupa bilangan bulat (*integer*).
3. *Integer linear programming* nol-satu (*0-1 integer linear programming*) atau lebih dikenal dengan istilah *binary linear programming*, yang memiliki pengertian bahwa seluruh nilai variabel keputusan harus berharga 0 dan 1. Kondisi ini biasanya digunakan pada kasus dimana keputusan yang akan diambil antara ya”atau “tidak”.

3.2 Modul Praktikum

Pada praktikum kali ini, sesuai dengan sub bab sebelumnya, akan membahas tentang bagaimana cara menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan *integer programming*.

3.2.1 Tujuan Praktikum

Adapun tujuan dari praktikum mengenai *integer programming* antara lain sebagaiberikut:

1. Praktikan mampu untuk menyelesaikan persoalan *integer programming* dengan komputerisasi.
2. Praktikan mampu untuk menganalisis hasil (*output*) dari persoalan *integer programming*.

3.2.2 Penyelesaian *Integer Linear Programming*

Berikut adalah cara penyelesaian masalah *integer linear programming* dengankomputerisasi:

Contoh kasus:

“Pemilik toko jual beli mesin merencanakan mengadakan perluasan dengan membeli beberapa mesin baru: mesin pencetak dan mesin bubut. Pemilik mengestimasi bahwa tiap mesin pencetak akan menaikkan keuntungan sebesar \$ 150 per hari dan tiap mesin bubut akan menaikkan keuntungan sebesar \$ 200 per hari. Banyaknya jumlah mesin yang dapat dibeli dibatasi dengan biaya mesin dan tersedianya ruang dalam toko. Harga beli mesin dan luas tempat yang diperlukan untuk masing-masing mesin adalah sebagai berikut:

Mesin	Luas Tempat, ft ²	Harga Beli, \$
Pencetak	20	9000
Bubut	35	5000

Anggaran pembelian mesin sebesar \$ 45.000 sedangkan tempat yg tersedia seluas 250 ft². Tentukan berapa banyak tiap mesin yang dapat dibeli untuk memaksimalkan keuntungan per hari?"

Penyelesaian:

1. *Software* LINGO

Adapun prosedur penggunaan untuk menyelesaikan persoalan *integer programming* dengan *software* LINGO dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Membuka *file* LINGO dengan cara klik dua kali pada *icon* LINGO.
- b. Pada layar akan muncul *untitled* baru yang siap untuk tempat mengetikkan formulasi.
- c. Berdasarkan persoalan di atas, maka terlebih dahulu ditentukan variabel keputusan yang kemudian diterjemahkan ke dalam model matematis seperti berikut:

Variabel keputusan:

X1 : jumlah mesin pencetak

X2 : jumlah mesin bubut

Tujuan : memaksimalkan keuntungan

Formulasi ke dalam model matematis:

Fungsi tujuan : Max : $Z = 150 X1 + 200 X2$

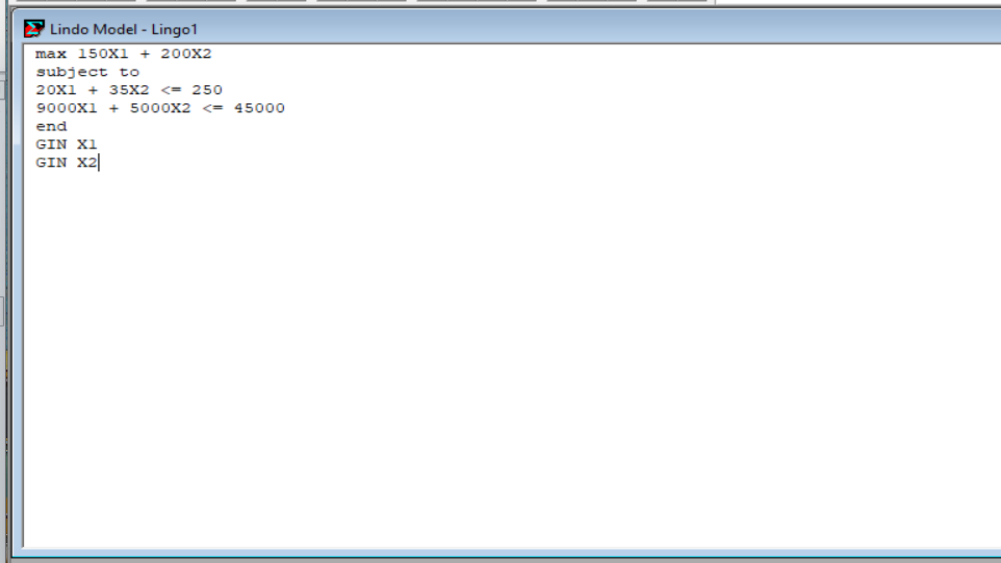
Batasan :

$$9000 X1 + 5000 X2 \leq 45000$$

$$20 X1 + 35 X2 \leq 200$$

$$X1 \geq 0, X2 \geq 0 \text{ dan } \textit{integer}$$

- d. Ketikkan formulasi model matematis yang telah dibuat di atas pada layar LINGO yang dapat dilihat pada gambar berikut:



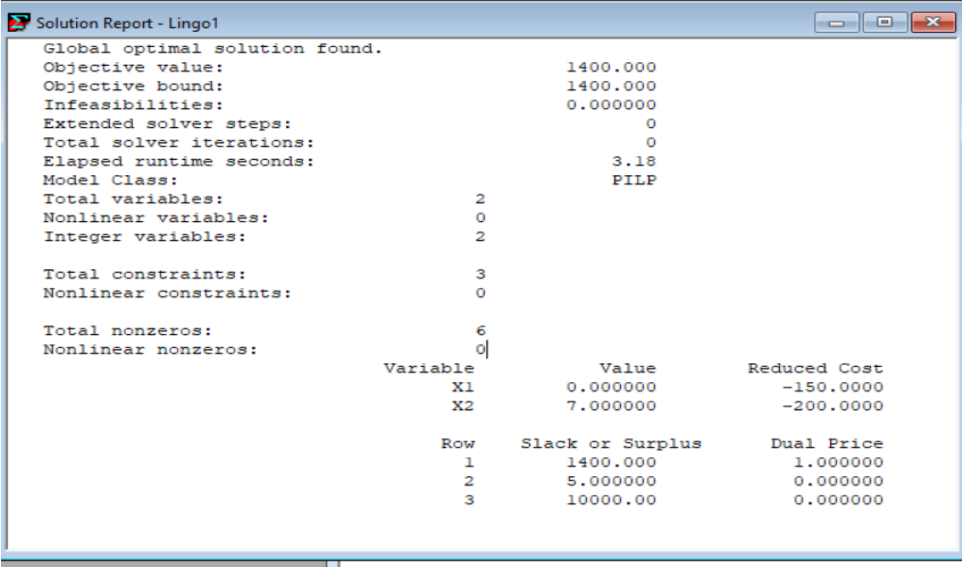
```

Lindo Model - Lingo1
max 150X1 + 200X2
subject to
20X1 + 35X2 <= 250
9000X1 + 5000X2 <= 45000
end
GIN X1
GIN X2

```

Karena jumlah mesin pencetak (X_1) dan mesin bubut (X_2) merupakan variabel *integer*, kita tambahkan *GIN* pada variabel X_1 dan X_2 .

- e. Klik LINGO > *Solve* pada toolbar untuk melihat solusi hasil dari perumusan masalah tersebut.
- f. Maka akan muncul *Output* LINGO dari permasalahan di atas yang dapat dilihat pada gambar berikut:



```

Solution Report - Lingo1
Global optimal solution found.
Objective value:                1400.000
Objective bound:                1400.000
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:         0
Total solver iterations:        0
Elapsed runtime seconds:        3.18
Model Class:                    PILP
Total variables:                2
Nonlinear variables:            0
Integer variables:              2

Total constraints:              3
Nonlinear constraints:          0

Total nonzeros:                6
Nonlinear nonzeros:            0

```

Variable	Value	Reduced Cost
X1	0.000000	-150.0000
X2	7.000000	-200.0000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1400.000	1.000000
2	5.000000	0.000000
3	10000.00	0.000000

- g. Setelah diperoleh *output* di atas, maka selanjutnya dilakukan analisis *output* atau interpretasi hasil.

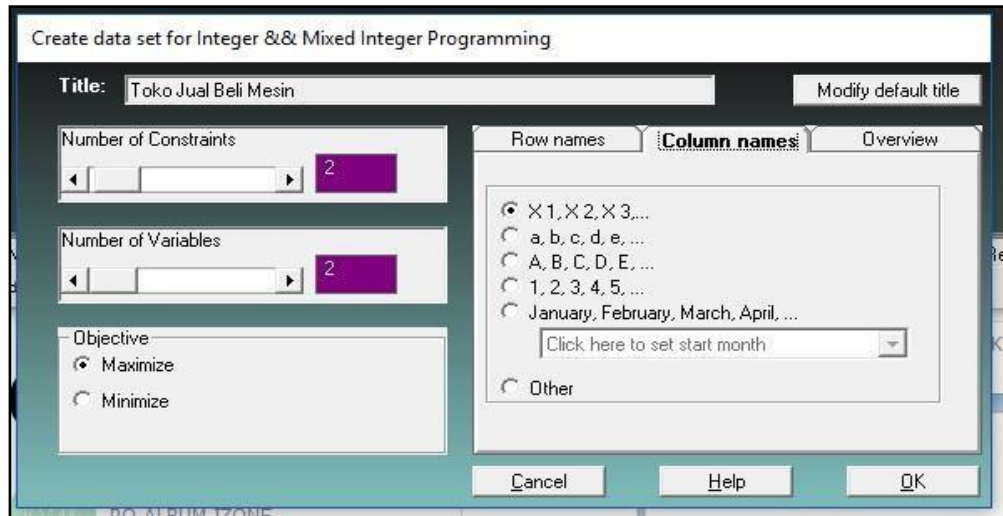
Note:

- 1) Jika permasalahan yang ingin diselesaikan hanya 1 variabel yang bernilai *integer*, maka cukup menuliskan *GIN* variable yang diinginkan, dan
- 2) Jika permasalahan yang ingin diselesaikan hasilnya berupa bilangan binner 0 dan 1, maka *GIN* digantikan dengan *INTE*.

2. Software POM-QM For Windows

Adapun prosedur penggunaan untuk menyelesaikan persoalan *integer linear programming* dengan software POM-QM For Windows dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Membuka *file* POM-QM For Windows dengan cara klik *Start > All Program > Folder POM-QM For Windows 3 > POM-QM For Windows*
- b. Pada layar akan muncul layar baru, kemudian klik *Module > Integer & Mixed Integer Programming* pada *toolbar*
- c. Setelah itu akan muncul layar kosong, kemudian klik *File > New* pada *toolbar* untuk memasukkan persoalan yang akan diselesaikan
- d. Kemudian muncul kotak dialog *Create data set for integer & Mixed Integer Programming*, masukkan data pada kotak dialog sebagai berikut:
 - Pada *Title* masukkan kata misalkan Toko Jual Beli Mesin.
 - Pada *Number of Constrains* masukkan angka sebanyak 2.
 - Pada *Number of Variable* masukkan sebanyak 2.
 - Pada *Objective* pilih *Maximize*.
 - Pada *Row Names*, pilih *Constraint 1, Constraint 2, Constraint 3*.
 - Pada *Column Names*, pilih X1, X2, X3.



- e. Jika pengisian telah selesai klik tombol OK, maka akan muncul tampilan *Data Table* dan isikan sesuai dengan model matematis yang diterjemahkan sebelumnya seperti yang terlihat pada gambar berikut:

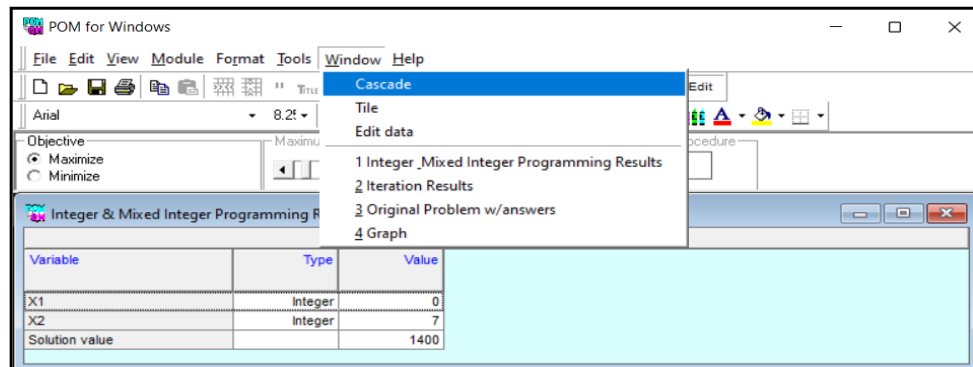
	X1	X2		RHS	Equation form
Maximize	150	200			Max 150X1 + 200X2
Luas Tempat	20	35	<=	250	20X1 + 35X2 <= 250
Harga Beli	9000	5000	<=	45000	9000X1 + 5000X2 <= 45000
Variable type	Integer	Integer			

- f. Karena permasalahan ini semua variabelnya bernilai *integer*, maka pada kolom *variable type*, pilih *integer* untuk kedua variable

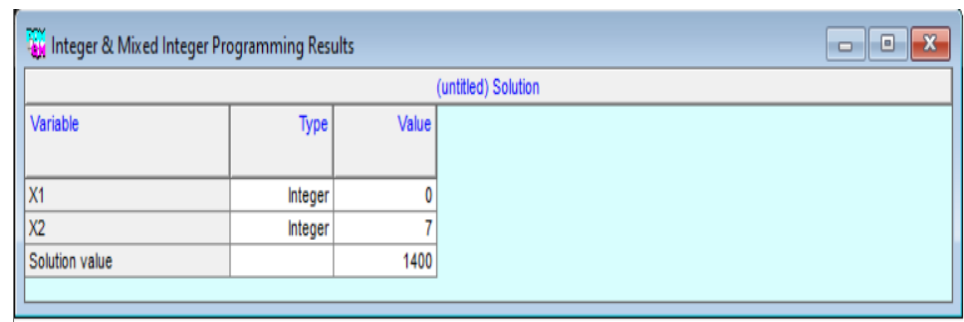
Note:

- 1) Jika permasalahan yang ingin diselesaikan hanya 1 variabel yang bernilai *integer*, maka cukup mengganti variabel *integer* pada kolom *Variable type* untuk variable yang diinginkan dan variable lain bernilai real

- 2) Jika permasalahan yang ingin diselesaikan hasilnya berupa bilangan biner 0 dan 1, maka pada kolom *variable type* diganti 0/1
- g. Klik *Solve* pada *toolbar*, maka akan muncul kotak dialog *output* pada *toolbar window* yang akan keluar seperti pada gambar sebagai berikut:



- h. Pilih *Integer Mixed Integer Programming Result* untuk melihat hasil yang yang diperoleh dapat dilihat pada gambar berikut:



- i. Seperti halnya pada *linier programming*, *integer programming* juga terdiri atas beberapa *output*. Untuk melihat *iteration results*, klik *Windows > Iteration Results*, maka akan muncul gambar sebagai berikut:

(untitled) Solution						
Iteration	Level	Added constraint	Solution type	Solution Value	X1	X2
			Optimal	1400	0	7
1	0		NONinteger	1482,56	1,51	6,28
2	1	X1<= 1	NONinteger	1464,29	1	6,57
3	2	X2<= 6	INTEGER	1350	1	6
4	2	X2>= 7	NONinteger	1437,5	,25	7
5	3	X1<= 0	NONinteger	1428,57	0	7,14
6	4	X2<= 7	INTEGER	1400	0	7
7	4	X2>= 8	Infeasible			
8	3	X1>= 1	Infeasible			
9	1	X1>= 2	Suboptimal	1380	2	5,4

- j. Untuk melihat hasil *original problem w/ answer*, Klik *Windows > Original Problem w/answer* hingga muncul gambar berikut:

(untitled) Solution					
	X1	X2		RHS	Equation form
Maximize	150	200			Max 150X1 +
Luas Tempat	20	35	<=	250	20X1 + 35X2
Harga Beli	9000	5000	<=	45000	9000X1 +
Variable type	Integer	Integer			
Solution->	0	7	Optimal Z->	1400	

- k. Setelah diperoleh *output* di atas, maka selanjutnya dilakukan analisis *output* atau interpretasi hasil.

3.2.3 Analisis *Output* atau Interpretasi Hasil *Integer Programming*

Penyelesaian masalah *integer programming* menggunakan *software* akan mengeluarkan *output* berupa hasil dari penyelesaian masalah Analisis interpretasi hasil atau *output* darimasing-masing *software* yang digunakan dijabarkan sebagai berikut:

1. LINGO

Interpretasi hasil dari permasalahan Toko Jual Beli Mesin menggunakan LINGO di atas adalah sebagai berikut:

a. *Objective Function Value*

Nilai *Objective Function Value* dalam permasalahan diatas yaitu sebesar 1.400 yang diperoleh dari $150(0) + 200(7)$. Kesimpulan yang dapat diambil yaitu keuntungan maksimal yang diperoleh dari pemeliharaan mesin yaitu \$ 1.400.

b. *Value*

Nilai *Value* untuk *variable* X1 yaitu 0 dan untuk *variable* X2 yaitu 7. Kesimpulan yang dapat diambil yaitu untuk memperoleh keuntungan maksimal sebesar \$ 1.400, maka jumlah mesin pencetak yang dibeli yaitu 0 unit dan mesin bubut yang dibeli sebanyak 7 unit

c. *Reduced Cost*

Nilai *reduced cost* X1 sebesar -150 dan X2 sebesar -200. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mencapai solusi optimal yaitu keuntungan maksimal dari penjualan yang bernilai positif maka terjadi kenaikan keuntungan sebesar \$ 150 pada X1 dan \$ 200 pada X2

d. *Slack or Surplus*

Nilai *slack* pada *row* 2 dan 3 masing-masing bernilai 5 dan 1000 yang menunjukkan bahwa kendala 1 dan 2 sebagai kendala tidak aktif sehingga perubahan nilai ruas kanan tidak mempengaruhi nilai dari fungsi tujuan.

e. *Dual Price*

Nilai *dual price* pada persoalan diatas untuk *row* 2 dan 3 masing-masing bernilai 0. Hal ini menunjukkan bahwa ruas kanan dan kendala 1 yaitu harga beli mesin bertambah \$ 1 mesin tidak akan menambah nilai fungsi tujuan yaitu keuntungan penjualan mesin. Begitu pula untuk kendala 2 yaitu luas tempat mesin bila ruas kanannya bertambah 1 ft^2 yang tidak akan menambah nilai fungsi tujuan yaitu keuntungan penjualan mesin.

2. POM-QM For Windows

Analisis interpretasi hasil dari permasalahan Toko Jual Beli Mesin berdasarkan *output* pada POM-QM For Windows adalah sebagai berikut:

a. *Integer & Mixed Integer Programming Results*

Berdasarkan data yang dihasilkan pada *output integer & mixed integer programming results*, diperoleh bahwa untuk memperoleh keuntungan maksimum, maka toko Jual Beli Mesin membeli mesin pencetak (X1)

sebanyak 0 unit dan mesin bubut (X2) sebanyak 7 unit sehingga memperoleh keuntungan maksimal (Z) sebesar \$ 1.400.

b. *Iterations Results*

Interpretasi:

- 1) Berdasarkan *output iterations results*, diperoleh data bahwa hasil perhitungan untuk permasalahan pada Toko Jual Beli Mesin terjadi 9 iterasi yang menerangkan bahwa terjadi 9 kali perhitungan untuk mencapai solusi optimal yang memaksimalkan keuntungan dari penjualan mesin
- 2) Nilai *integer* terjadi pada 2 iterasi, yaitu iterasi 3 dimana $X1 = 1$ dan $X2 = 6$ yang menghasilkan nilai *solution value* sebesar 1350 serta pada iterasi 6 dimana $X1 = 0$ dan $X2 = 7$ yang menghasilkan nilai *solution value* sebesar 1.400. Berdasarkan hasil tersebut maka yang memiliki nilai yang paling optimal untuk memaksimalkan keuntungan yaitu pada iterasi 6 dengan jumlah keuntungan sebesar \$ 1.400 dengan jumlah mesin pencetak (X1) sebanyak 0 unit dan mesin bubut (X2) sebanyak 7 unit
- 3) Untuk iterasi 1,2,4, dan 5 memiliki nilai *solution value* yang lebih besar daripada nilai *solution value* iterasi 6 yaitu 1.482,56, 1.464,29, 1.437,5, dan 1.428,57. Namun nilai tersebut tidak dijadikan sebagai solusi optimal karena pada *solution type* tertulis *noninteger* yang artinya kombinasi X1 dan X2 masih memiliki nilai tidak bulat (*noninteger*) sehingga tidak bisa dipakai sebagai solusi optimal
- 4) Pada iterasi 7 dan 8 merupakan kombinasi yang *infeasible* yaitu tidak pada daerah kombinasi yang rasional sehingga tidak diterangkan secara jelas pada tabel.
- 5) Pada *iterasi 9* merupakan kombinasi yang *suboptimal* yang berarti merupakan kombinasi yang paling mendekati optimal namun belum optimal

c. *Original Problem w/Answer*

Interpretasi:

- 1) Pada *output* ini menunjukkan hasil matematis lain perhitungan beserta persoalan dari TokoJual Beli Mesin
- 2) *Solution* merupakan jawaban optimal yang diperoleh dari persoalan di atas yaitu nilai $X1 = 0$ dan $X2 = 7$ dengan nilai optimal Z sebesar \$ 1.400.

Soal Responsi Modul 2

UMKM Itsbanana.crispy berniat memproduksi makanan ringan yang akan dijual secara online yaitu Pisang Crispy. Pisang Crispy yang akan dibuat rencananya terdiri dari 3 jenis yaitu Pisang Crispy Premium, Pisang Crispy Paket Hemat, dan Pisang Crispy Blender. Tersedia 5000 gram tepung terigu dan 250 buah pisang. Kebutuhan tepung terigu tiap jenis pisang berturut (berturut-turut) adalah **110 gram, 90 gram, dan 95 gram**. Kebutuhan pisang untuk tiap jenis pisang crispy (berturut-turut) adalah 6 buah, 4 buah, dan 5 buah. Keuntungan yang diperoleh dari tiap jenis pisang (berturut-turut) adalah Rp 4500, Rp 3500, dan Rp 4000.

Tabel Produksi Pisang Crispy

Kebutuhan Bahan	Pisang Crispy		
	Premium	Hemat	Blender
Kebutuhan Tepung Terigu (gram)	120	90	95
Kebutuhan Pisang (buah)	6	4	5
Keuntungan	Rp. 4500	Rp. 3500	Rp. 4000

Tentukan berapa porsi jumlah Pisang Crispy yang harus diproduksi untuk memaksimalkan keuntungan? Data produksi dapat dilihat pada Tabel.

CATATAN:

Angka yang diberi warna merah diubah dengan ditambahkan angka terakhir NIM dari kedua praktikan.

Misalkan NIM 2009036001 dan 2009036015 ($1 + 5 = 6$), maka setiap angka yang diberi warna merah pada latihan soal ditambahkan 6. Contoh “untuk memproduksi satu Pisang Crispy Premium dibutuhkan **120** + **6** tepung terigu menjadi “untuk memproduksi satu porsi Pisang Crispy dibutuhkan **126** gram tepung terigu” dan selanjutnya.

Note:

Pada penggunaan LINGO lakukan analisis *Objective Function Value* dan *Reduce Cost*, Pada penggunaan POQM lakukan analisis *Integer & Mixed Integer Programming Results* dan *Iterations Results*

TULISKAN NAMA KELOMPOK BESERTA NIM LENGKAP SAAT MENGUMPULKAN.

BAB IV

TRANSPORTASI DAN RUTE TERPENDEK

4.1 Dasar Teori

Masalah transportasi secara umum banyak digunakan untuk mengoptimalkan kegiatan transportasi. Secara khusus model transportasi berkaitan dengan masalah pendistribusian barang-barang dari pusat pengiriman atau sumber ke pusat-pusat penerimaan atau tujuan dimana memperhitungkan total biaya minimum. Pada dasarnya masalah transportasi merupakan masalah LP yang dapat diselesaikan dengan metode simpleks. Karena metode simpleks menimbulkan penyelesaian yang lebih sulit, maka penyelesaian masalah transportasi akan lebih mudah dengan menggunakan metode Stepping Stone, Vogel's Approximation Methods (VAM), dan metode MODI (Modified Distribution).

Agar suatu masalah transportasi dapat dibuat model transportasi dan tabel transportasinya, maka masalah transportasi tersebut harus memiliki data mengenai tingkat *supply* atau kapasitas setiap lokasi sumber, tingkat demand setiap lokasi tujuan, dan biaya transportasi per unit komoditas dari setiap lokasi sumber ke lokasi tujuan.

4.2 Modul Praktikum

Pada praktikum kali ini, akan membahas tentang bagaimana cara menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan masalah transportasi dan rute terpendek.

4.2.1 Tujuan Praktikum

Adapun tujuan dari praktikum mengenai masalah transportasi dan rute terpendek antara lain sebagai berikut:

1. Praktikan mampu untuk menyelesaikan masalah pendistribusian pada riset operasi dengan menggunakan metode transportasi.
2. Praktikan mampu menyelesaikan masalah transportasi dengan menggunakan LINGO dan WINQSB.

4.2.2 Penyelesaian Masalah Transportasi

Berikut adalah cara penyelesaian masalah transportasi dengan komputersisasi.

Contoh kasus :

PT. Tani Jaya adalah suatu perusahaan yang bergerak pangan khususnya beras. Perusahaan ini memiliki gudang yang tersebar di 6 daerah di Samarinda, yaitu Mangkupalas, Selili, Makroman, Sidodadi, Sempaja, dan Lempake. Untuk produk beras perusahaan ini memiliki pabrik di 5 daerah berbeda, yaitu Pabrik A, Pabrik B, Pabrik C, Pabrik D dan Pabrik E. Perbedaan daerah gudang tentunya memengaruhi jumlah kapasitas beras di setiap gudang. Gudang di daerah Mugirejo, Selili, Makroman, dan Sidodadi, masing-masing secara berurutan memiliki permintaan sebesar 40 ton, 45 ton, 65 ton, dan 50 ton. Pada Pabrik A, B, C, dan D memiliki kapasitas produksi masing-masing secara berurut 45 ton, 65 ton, 40 ton, dan 50 ton. Tentukan cara perusahaan mendistribusikan produk mereka dengan biaya distribusi serendah mungkin. Berikut adalah rekapan kapasitas gudang dan jumlah produksi beras per ton dengan biaya distribusi dari tiap pabrik ke setiap gudang dalam juta rupiah.

Tabel 5.1 Data Distribusi PT. Tani Jaya

Dari \ Ke	Mugirejo	Selili	Makroman	Sidodadi	Kapasitas Produksi
Pabrik A	15	13	9	12	55
Pabrik B	11	14	8	14	65
Pabrik C	19	13	19	15	40
Pabrik D	12	15	17	11	40
Kapasitas Simpan	35	55	65	45	200

Penyelesaian:

1. *Software* LINGO

Penyelesaian permasalahan transportasi dan rute terpendek untuk menemukan biaya distribusi minimum menggunakan aplikasi LINGO adalah sebagai berikut.

- a. Diklik icon LINGO untuk membuka aplikasi LINGO.
- b. Pada aplikasi akan muncul lembar *untitled* yang akan digunakan sebagai media perhitungan.
- c. Menentukan variabel keputusan dan tujuan penyelesaian dari permasalahan yang ada ke dalam model matematis sebagai berikut.

Variabel Keputusan :

XA1 : jumlah ton beras dikirim dari Pabrik A ke Mugirejo

XA2 : jumlah ton beras dikirim dari Pabrik A ke Selili

XA3 : jumlah ton beras dikirim dari Pabrik A ke Makroman

XA4 : jumlah ton beras dikirim dari Pabrik A ke Sidodadi

XB1 : jumlah ton beras dikirim dari Pabrik B ke Mugirejo

XB2 : jumlah ton beras dikirim dari Pabrik B ke Selili

XB3 : jumlah ton beras dikirim dari Pabrik B ke Makroman

XB4 : jumlah ton beras dikirim dari Pabrik B ke Sidodadi

XC1 : jumlah ton beras dikirim dari Pabrik C ke Mugirejo

XC2 : jumlah ton beras dikirim dari Pabrik C ke Selili

XC3 : jumlah ton beras dikirim dari Pabrik C ke Makroman

XC4 : jumlah ton beras dikirim dari Pabrik C ke Sidodadi

XD1 : jumlah ton beras dikirim dari Pabrik D ke Mugirejo

XD2 : jumlah ton beras dikirim dari Pabrik D ke Selili

XD3 : jumlah ton beras dikirim dari Pabrik D ke Makroman

XD4 : jumlah ton beras dikirim dari Pabrik D ke Sidodadi

Tujuan : meminimumkan biaya

$$\begin{aligned} \text{Fungsi tujuan : } \textit{Min} : Z = & 15XA1 + 13XA2 + 9XA3 + 12XA4 + 11XB1 + 14XB2 \\ & + 8XB3 + 14XB4 + 19XC1 + 13XC2 + 19XC3 + \\ & 15XC4 + 12XD1 + 15XD2 + 17XD3 + 11XD4 \end{aligned}$$

Batasan :

$$XA1+XA2+XA3+XA4 = 55$$

$$XB1+XB2+XB3+XB4 = 65$$

$$XC1+XC2+XC3+XC4 = 40$$

$$XD1+XD2+XD3+XD4 = 40$$

$$XA1+XB1+XC1+XD1 = 35$$

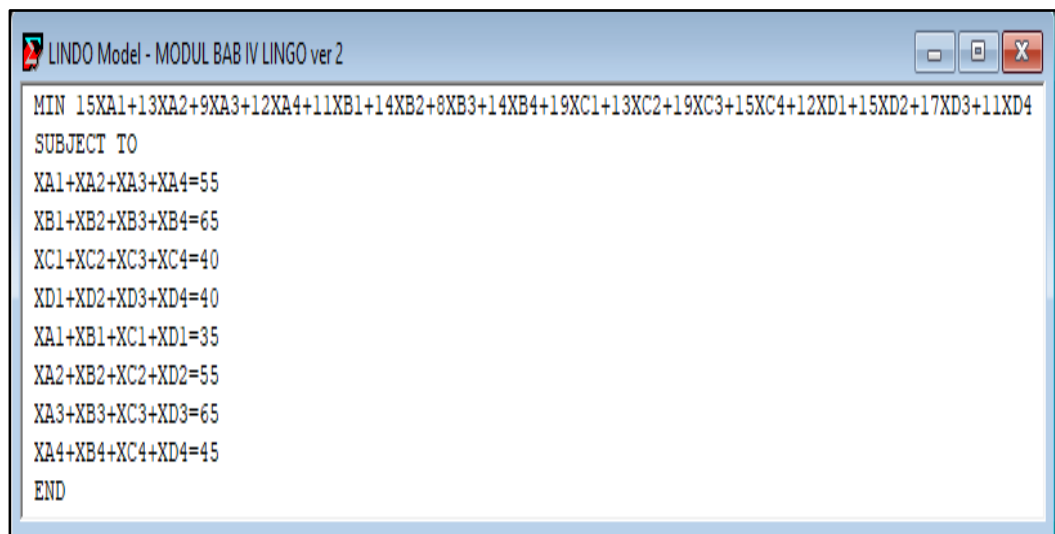
$$XA2+XB2+XC2+XD2 = 55$$

$$XA3+XB3+XC3+XD3 = 65$$

$$XA4+XB4+XC4+XD4 = 45$$

$X_{ij} \geq 0$, untuk setiap i dan j

- d. Formulasi matematis dari permasalahan kemudian dituliskan pada lembar kerja yang muncul pada aplikasi LINGO sebagai berikut.



```

LINDO Model - MODUL BAB IV LINGO ver 2
MIN 15XA1+13XA2+9XA3+12XA4+11XB1+14XB2+8XB3+14XB4+19XC1+13XC2+19XC3+15XC4+12XD1+15XD2+17XD3+11XD4
SUBJECT TO
XA1+XA2+XA3+XA4=55
XB1+XB2+XB3+XB4=65
XC1+XC2+XC3+XC4=40
XD1+XD2+XD3+XD4=40
XA1+XB1+XC1+XD1=35
XA2+XB2+XC2+XD2=55
XA3+XB3+XC3+XD3=65
XA4+XB4+XC4+XD4=45
END
  
```

- e. Diklik LINGO > *Solve* untuk memunculkan jawaban dari permasalahan tersebut dalam aplikasi.
- f. *Output* dari permasalahan akan muncul dalam kotak dialog *Solution Report* seperti yang dapat dilihat pada gambar berikut.

```

Global optimal solution found.
Objective value:                2155.000
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        7

```

Variable	Value	Reduced Cost
XA1	0.000000	3.000000
XA2	15.000000	0.000000
XA3	35.000000	0.000000
XA4	5.000000	0.000000
XB1	35.000000	0.000000
XB2	0.000000	2.000000
XB3	30.000000	0.000000
XB4	0.000000	3.000000
XC1	0.000000	7.000000
XC2	40.000000	0.000000
XC3	0.000000	10.000000
XC4	0.000000	3.000000
XD1	0.000000	1.000000
XD2	0.000000	3.000000
XD3	0.000000	9.000000
XD4	40.000000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	2155.000	-1.000000
2	0.000000	-9.000000
3	0.000000	-8.000000
4	0.000000	-9.000000
5	0.000000	-8.000000
6	0.000000	-3.000000
7	0.000000	-4.000000
8	0.000000	0.000000
9	0.000000	-3.000000

g. Dilakukan analisis atau interpretasi hasil dari *output* berupa *Solution Report* untuk permasalahan terkait.

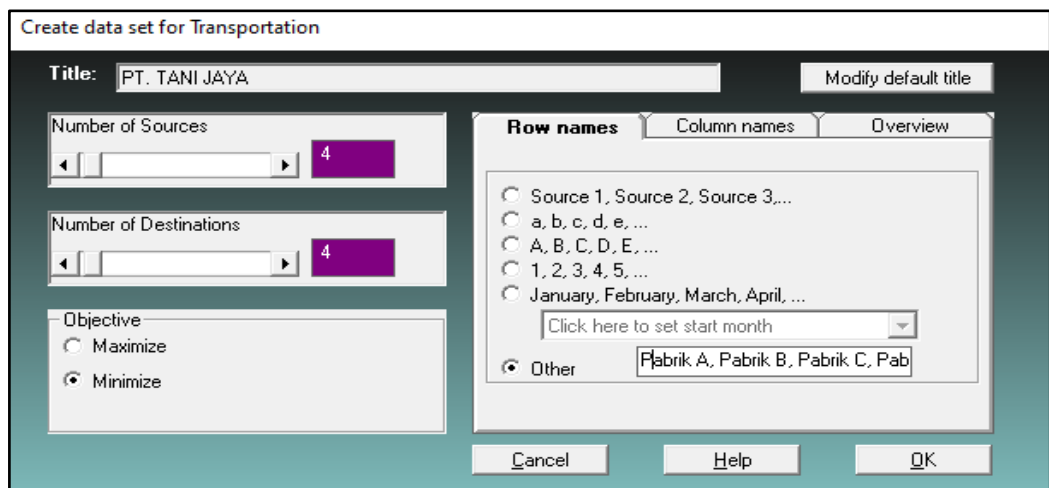
2. *Software* POM-QM

Penyelesaian permasalahan transportasi dan rute terpendek untuk menemukan biaya distribusi minimum menggunakan aplikasi POM-QM adalah sebagai berikut.

- Diklik *icon* POM-QM untuk membuka aplikasi POM-QM.
- Diklik *Module > Transportation* pada *toolbar* yang ada ditampilkan awal sebagai metode penyelesaian.
- Diklik *File > New* pada *toolbar* yang ada pada modul *transportation* untuk menyelesaikan permasalahan.
- Setelahnya muncul kotak dialog *Create data set for Transportation* yang akan dimasukkan data sebagai berikut.

- 1) Pada *Title*, dimasukkan judul tabel misalkan PT. Tani Jaya,
- 2) Pada *Number of Sources*, dimasukkan opsi sejumlah 4,
- 3) Pada *Number of Destinations*, dimasukkan opsi sejumlah 4,
- 4) Pada *Objectives*, dipilih *Minimize*,
- 5) Pada *Row names*, dipilih opsi *other*, dan
- 6) Pada *Column names*, opsi *other*.

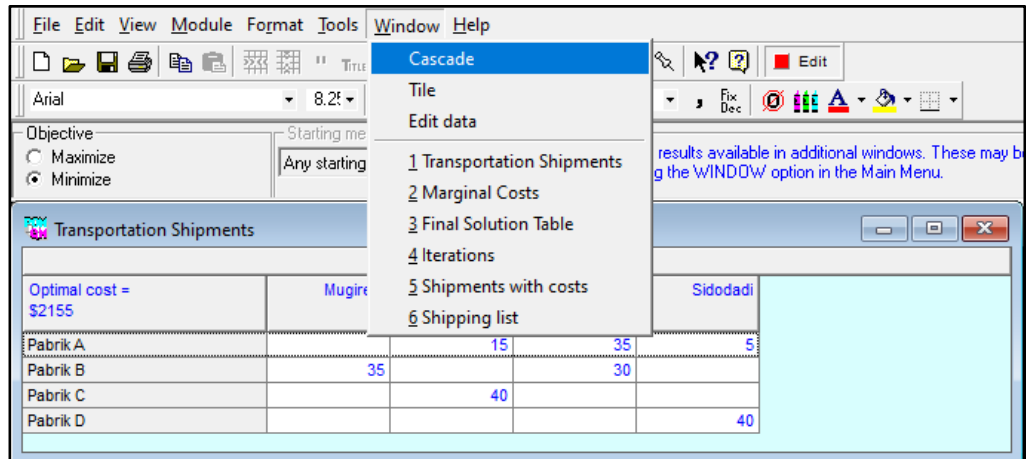
Kotak dialog yang telah dimasukkan data sesuai dengan permasalahan dapat dilihat dalam gambar sebagai berikut.



- e. Diklik OK, lalu akan muncul tabel data yang akan diisi dengan bentuk matematis dari persoalan. Isi kolom *demand* dan *supply* sesuai dengan data persoalan. Untuk metode penyelesaian dipilih menu *Starting Method* > *Minimum Cost Method* dengan data sebagai berikut.

PT. TANI JAYA					
	Mugirejo	Selli	Makroman	Sidodadi	SUPPLY
Pabrik A	15	13	9	12	55
Pabrik B	11	14	8	14	65
Pabrik C	19	13	19	15	40
Pabrik D	12	15	17	11	40
DEMAND	35	55	65	45	

- f. Diklik opsi *Solve* pada *toolbar*, lalu akan muncul kotak dialog *Transportation Shipments* seperti yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



- g. Dipilih kotak dialog *Transportation Shipments* untuk menampilkan hasil permasalahan yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

PT. TANI JAYA Solution				
Optimal cost = \$2155	Mugirejo	Selili	Makroman	Sidodadi
Pabrik A		15	35	5
Pabrik B	35		30	
Pabrik C		40		
Pabrik D				40

- h. Dipilih kotak dialog *Marginal Cost* untuk menampilkan hasil permasalahan yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

PT. TANI JAYA Solution				
	Mugirejo	Selili	Makroman	Sidodadi
Pabrik A	3			
Pabrik B		2		3
Pabrik C	7		10	3
Pabrik D	1	3	9	

- i. Dipilih kotak dialog *Final Solution Table* untuk menampilkan hasil permasalahan yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

PT. TANI JAYA Solution				
	Mugirejo	Selili	Makroman	Sidodadi
Pabrik A	[3]	15	35	5
Pabrik B	35	[2]	30	[3]
Pabrik C	[7]	40	[10]	[3]
Pabrik D	[1]	[3]	[9]	40

- j. Dipilih kotak dialog *Iterations* untuk menampilkan hasil permasalahan yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

PT. TANI JAYA Solution				
	Mugirejo	Selili	Makroman	Sidodadi
Iteration 1				
Pabrik A	(3)	(-2)	55	(-3)
Pabrik B	35	15	10	5
Pabrik C	(9)	40	(12)	(2)
Pabrik D	(4)	(4)	(12)	40
Iteration 2				
Pabrik A	(3)	(-2)	50	5
Pabrik B	35	15	15	(3)
Pabrik C	(9)	40	(12)	(5)
Pabrik D	(1)	(1)	(9)	40
Iteration 3				
Pabrik A	(3)	15	35	5
Pabrik B	35	(2)	30	(3)
Pabrik C	(7)	40	(10)	(3)
Pabrik D	(1)	(3)	(9)	40

- k. Dipilih kotak dialog *Shipment with Cost* untuk menampilkan hasil permasalahan yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

PT. TANI JAYA Solution				
	Mugirejo	Selili	Makroman	Sidodadi
Pabrik A		15/\$195	35/\$315	5/\$60
Pabrik B	35/\$385		30/\$240	
Pabrik C		40/\$520		
Pabrik D				40/\$440

- l. Dipilih kotak dialog *Shipping List* untuk menampilkan hasil permasalahan yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

PT. TANI JAYA Solution				
From	To	Shipment	Cost per unit	Shipment cost
Pabrik A	Selili	15	13	195
Pabrik A	Makroman	35	9	315
Pabrik A	Sidodadi	5	12	60
Pabrik B	Mugirejo	35	11	385
Pabrik B	Makroman	30	8	240
Pabrik C	Selili	40	13	520
Pabrik D	Sidodadi	40	11	440

- m. Dilakukan analisis atau interpretasi hasil dari *output* pengerjaan soal dengan POM-QM untuk permasalahan terkait.

4.2.3 Analisis dan Interpretasi Hasil

Penyelesaian masalah transportasi menggunakan *software* akan menghasilkan *output* dari penyelesaian masalah di atas. Analisis interpretasi hasil atau *output* dari masing-masing *software* yang digunakan memiliki hasil yang sama, akan tetapi terdiri dari beberapa data yang berbeda.

1. LINGO

Berikut adalah analisis dari *output* penyelesaian masalah dengan menggunakan aplikasi LINGO.

a. *Objective Function Value*

Berdasarkan hasil *objection values* ditemukan hasil sebesar 2.155 dengan fungsi tujuan Z untuk meminimumkan biaya distribusi. Karena satuan harga adalah juta maka dapat disimpulkan bahwa biaya distribusi minimum yang harus dikeluarkan adalah sebesar Rp. 2.155.000.000.

b. *Value*

Berdasarkan hasil penyelesaian masalah dengan aplikasi LINGO didapatkan nilai *value* dengan analisis sebagai berikut.

- 1) Variabel XA2 bernilai 15 yang dapat diartikan bahwa perusahaan mencapai biaya minimum jika Pabrik A mengirimkan 15 ton beras ke Selili,
- 2) Variabel XA3 bernilai 35 yang dapat diartikan bahwa perusahaan mencapai biaya minimum jika Pabrik A mengirimkan 35 ton beras ke Makroman,
- 3) Variabel XA4 bernilai 5 yang dapat diartikan bahwa perusahaan mencapai biaya minimum jika Pabrik A mengirimkan 5 ton beras ke Sidodadi,
- 4) Variabel XB1 bernilai 35 yang dapat diartikan bahwa perusahaan mencapai biaya minimum jika Pabrik B mengirimkan 35 ton beras ke Mugirejo,
- 5) Variabel XB3 bernilai 30 yang dapat diartikan bahwa perusahaan mencapai biaya minimum jika Pabrik B mengirimkan 30 ton beras ke Makroman,
- 6) Variabel XC2 bernilai 40 yang dapat diartikan bahwa perusahaan mencapai biaya minimum jika Pabrik C mengirimkan 40 ton beras ke Sempaja,
- 7) Variabel XD4 bernilai 40 yang dapat diartikan bahwa perusahaan mencapai biaya minimum jika Pabrik D mengirimkan 40 ton beras ke Sidodadi,

c. *Reduced Cost*

Berdasarkan hasil penyelesaian masalah dengan aplikasi LINGO didapatkan nilai *reduced cost* dengan analisis sebagai berikut.

- 1) Penambahan distribusi per ton dari Pabrik A ke Mugirejo akan menambah biaya distribusi sebesar Rp. 3.000.000,
- 2) Penambahan distribusi per ton dari Pabrik B ke Selili akan menambah biaya distribusi sebesar Rp. 2.000.000,
- 3) Penambahan distribusi per ton dari Pabrik B ke Sidodadi akan menambah biaya distribusi sebesar Rp. 3.000.000,
- 4) Penambahan distribusi per ton dari Pabrik C ke Mugirejo akan menambah biaya distribusi sebesar Rp. 7.000.000,
- 5) Penambahan distribusi per ton dari Pabrik C ke Makroman akan menambah biaya distribusi sebesar Rp. 10.000.000,
- 6) Penambahan distribusi per ton dari Pabrik C ke Sidodadi akan menambah biaya distribusi sebesar Rp. 3.000.000,
- 7) Penambahan distribusi per ton dari Pabrik D ke Mugirejo akan menambah biaya distribusi sebesar Rp. 1.000.000,
- 8) Penambahan distribusi per ton dari Pabrik D ke Selili akan menambah biaya distribusi sebesar Rp. 3.000.000,
- 9) Penambahan distribusi per ton dari Pabrik D ke Makroman akan menambah biaya distribusi sebesar Rp. 9.000.000,

d. *Slack or Surplus*

Berdasarkan hasil *slack or surplus* didapatkan nilai pada row 2 hingga row 9 adalah 0 yang menunjukkan kendala 1 hingga kendala 8 adalah kendala aktif sehingga S1 hingga S8 dikategorikan sebagai variabel non basis.

e. *Dual Price*

Berdasarkan hasil *dual price* didapatkan nilai untuk row 2 hingga 12 secara berurut adalah -1; -9; -8; -9; -8; -3; -4; 0; dan -3. Hal ini menunjukkan apabila ruas kanan masing-masing kendala bertambah 1 ton, maka akan mengurangi fungsi tujuannya yaitu biaya transportasi sebesar Rp. 1.000.000; Rp. 9.000.000; Rp. 8.000.000; Rp. 9.000.000; Rp. 8.000.000; Rp. 3.000.000; Rp. 4.000.000; 0; dan Rp. 3.000.000.

2. POM-QM

Berikut adalah analisis dari *output* penyelesaian masalah dengan menggunakan aplikasi POM-QM.

a. *Transportation Shipments*

Berdasarkan hasil *transportation shipment* untuk permasalahan didapatkan hasil sebagai berikut.

- 1) Ditemukan hasil *optimal cost* dalam meminimalkan biaya distribusi oleh PT. Tani Jaya adalah sebesar Rp. 2.155.000.000,
- 2) Biaya distribusi minimal dicapai apabila Pabrik A mengirimkan 15 ton beras ke Selili, 35 ton beras ke Makroman, dan 5 ton beras ke Sidodadi,
- 3) Biaya distribusi minimal dicapai apabila Pabrik B mengirimkan 35 ton beras ke Mugirejo dan 30 ton beras ke Makroman,
- 4) Biaya distribusi minimal dicapai apabila Pabrik C mengirimkan 40 ton beras ke Selili,
- 5) Biaya distribusi minimal dicapai apabila Pabrik D mengirimkan 40 ton beras ke Sidodadi dan

b. *Marginal Cost*

Berdasarkan hasil *marginal cost* untuk permasalahan didapatkan analisis hasil sebagai berikut.

- 1) Penambahan distribusi per ton dari Pabrik A ke Mugirejo akan menambah biaya distribusi sebesar Rp. 3.000.000,
- 2) Penambahan distribusi per ton dari Pabrik B ke Selili akan menambah biaya distribusi sebesar Rp. 2.000.000,
- 3) Penambahan distribusi per ton dari Pabrik B ke Sidodadi akan menambah biaya distribusi sebesar Rp. 3.000.000,
- 4) Penambahan distribusi per ton dari Pabrik C ke Mugirejo akan menambah biaya distribusi sebesar Rp. 7.000.000,
- 5) Penambahan distribusi per ton dari Pabrik C ke Makroman akan menambah biaya distribusi sebesar Rp. 10.000.000,
- 6) Penambahan distribusi per ton dari Pabrik C ke Sidodadi akan menambah biaya distribusi sebesar Rp. 3.000.000,
- 7) Penambahan distribusi per ton dari Pabrik D ke Mugirejo akan menambah biaya distribusi sebesar Rp. 1.000.000,
- 8) Penambahan distribusi per ton dari Pabrik D ke Selili akan menambah biaya distribusi sebesar Rp. 3.000.000, dan

- 9) Penambahan distribusi per ton dari Pabrik D ke Makroman akan menambah biaya distribusi sebesar Rp. 9.000.000,

c. *Final Solution Table*

Berdasarkan hasil *final solution table* untuk permasalahan didapatkan analisis hasil sebagai berikut.

- 1) Apabila Pabrik A memaksakan untuk mengirim barang ke Mugirejo maka akan ada biaya distribusi tambahan sebesar Rp. 3.000.000. Sehingga paling tepat Pabrik A mengirim barang ke daerah yang tidak menghasilkan *marginal cost* yaitu Selili, Makroman, dan Sidodadi,
- 2) Apabila Pabrik B memaksakan untuk mengirim barang ke Selili dan Sidodadi maka akan ada biaya distribusi tambahan berurut sebesar Rp. 2.000.000 dan Rp. 3.000.000. Sehingga paling tepat Pabrik B mengirim barang ke daerah yang tidak menghasilkan *marginal cost* yaitu Mugirejo dan Makroman,
- 3) Apabila Pabrik C memaksakan untuk mengirim barang ke Mugirejo, Makroman, dan Sidodadi maka akan ada biaya distribusi tambahan berurut sebesar Rp. 7.000.000; Rp. 10.000.000; dan Rp. 3.000.000. Sehingga paling tepat Pabrik C mengirim barang ke daerah yang tidak menghasilkan *marginal cost* yaitu Selili,
- 4) Apabila Pabrik D memaksakan untuk mengirim barang ke Mugirejo, Selili dan Makroman maka akan ada biaya distribusi tambahan berurut sebesar Rp. 1.000.000; Rp. 3.000.000 dan Rp. 9.000.000. Sehingga paling tepat Pabrik D mengirim barang ke daerah yang tidak menghasilkan *marginal cost* yaitu Sidodadi.

d. *Iterations*

Diketahui bahwa terjadi iterasi sebanyak 3 kali dimana untuk mencapai keuntungan maksimal diperlukan 3 kali langkah komputasi.

e. *Shipments with costs*

Berdasarkan hasil *shipments with costs* untuk permasalahan didapatkan analisis hasil sebagai berikut.

- 1) Pabrik A akan mengirim 15 ton beras ke Sidodadi dengan biaya distribusi sebesar Rp. 195.000.000, 35 ton beras ke Makroman dengan biaya

distribusi sebesar Rp. 315.000.000, dan 5 ton beras ke Sidodadi dengan biaya distribusi sebesar Rp. 60.000.000 untuk mencapai biaya total minimum,

- 2) Pabrik B akan mengirim 35 ton beras ke Mugirejo dengan biaya distribusi Rp. 385.000.000 dan 30 ton beras ke Makroman dengan biaya distribusi Rp. 240.000.000 untuk mencapai biaya total minimum,
- 3) Pabrik C akan mengirim 40 ton beras ke Selili dengan biaya distribusi Rp. 520.000.000 untuk mencapai biaya total minimum, dan
- 4) Pabrik D akan mengirim 40 ton beras ke Sidodadi dengan biaya distribusi Rp. 440.000.000 untuk mencapai biaya total minimum.

f. *Shipping List*

Berdasarkan hasil *shipping list* untuk permasalahan didapatkan analisis hasil sebagai berikut.

- 1) Pabrik A akan mengirim 15 ton beras ke Selili dengan biaya distribusi sebesar Rp. 195.000.000 dimana biaya per tonnya adalah Rp. 13.000.000,
- 2) Pabrik A akan mengirim 35 ton beras ke Sidodadi dengan biaya distribusi sebesar Rp. 315.000.000 dimana biaya per tonnya adalah Rp. 9.000.000,
- 3) Pabrik A akan mengirim 5 ton beras ke Sidodadi dengan biaya distribusi sebesar Rp. 60.000.000 dimana biaya per tonnya adalah Rp. 12.000.000,
- 4) Pabrik B akan mengirim 35 ton beras ke Mugirejo dengan biaya distribusi Rp. 385.000.000 dimana biaya per tonnya adalah Rp. 11.000.000,
- 5) Pabrik B akan mengirim 55 ton beras ke Makroman dengan biaya distribusi Rp. 240.000.000 dimana biaya per tonnya adalah Rp. 8.000.000,
- 6) Pabrik C akan mengirim 40 ton beras ke Selili dengan biaya distribusi Rp. 520.000.000 dimana biaya per tonnya adalah Rp. 13.000.000, dan
- 7) Pabrik D akan mengirim 40 ton beras ke Sidodadi dengan biaya distribusi Rp. 440.000.000 dimana biaya per tonnya adalah Rp. 11.000.000.

4.2.4 Latihan Soal

PT. Sunflower merupakan perusahaan yang bergerak di bidang garmen. Diketahui perusahaan ini memiliki 3 anak perusahaan, yaitu perusahaan A, perusahaan B, dan perusahaan C. Dari ketiga anak perusahaan tersebut, produk akan dibagikan ke 2 distributor dengan lokasi yang berbeda. Berikut adalah rekapan permintaan masing-masing distributor dan jumlah produksi produk dari anak perusahaan dalam koli dengan biaya distribusi dari tiap perusahaan ke setiap distributor dalam ribu rupiah. Tentukan cara perusahaan mendistribusikan produk mereka dengan biaya distribusi serendah mungkin.

Dari \ Ke	Distributor 1	Distributor 2	Supply
Perusahaan A	15	1x	25
Perusahaan B	11	14	35
Perusahaan C	1x	13	30
Demand	35	55	90

Catatan :

- Angka yang diubah dengan ditambah angka terakhir NIM dari kedua praktikan. Misalkan NIM 190903015 dan 1909036009 ($5 + 9 = 14$), maka setiap angka yang dittebalkan pada latihan soal ditambahkan 4. Contoh “untuk mendistribusikan dari perusahaan A ke distributor 2 dibutuhkan biaya 14 ribu” dan selanjutnya.
- Tuliskan nama kelompok beserta NIM lengkap saat asistensi soal

BAB V

PENUGASAN (*ASSIGNMENT*)

5.1 Dasar Teori

Masalah penugasan adalah masalah linier tipe khusus dimana petugas ditugaskan untuk menjalankan tugas. Istilah penugasan mengandung pengertian bahwa satu orang akan mengerjakan tugas tertentu, sehingga hanya ada satu bentuk pasangan, yaitu antara karyawan dengan tugas.

Untuk menyesuaikan definisi masalah penugasan tersebut, jenis-jenis aplikasi ini perlu dirumuskan dalam cara yang memenuhi asumsi sebagai berikut:

1. Jumlah petugas dan jumlah tugas yang sama (jumlah ini dinyatakan dengan n).
2. Masing-masing petugas ditugaskan untuk satu tugas saja.
3. Masing-masing tugas dilakukan oleh satu petugas saja.
4. Ada biaya c_{ij} yang dihubungkan dengan petugas i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$).
5. Tujuan penyelesaian masalah adalah menentukan bagaimana mengerjakan seluruh n penugasan untuk meminimalkan total biaya.

5.2 Modul Praktikum

Pada praktikum kali ini, akan membahas tentang bagaimana cara menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan masalah penugasan secara komputerisasi.

5.2.1 Tujuan Praktikum

Adapun tujuan dari praktikum mengenai masalah penugasan antara lain sebagai berikut:

3. Praktikan mampu melakukan pengolahan data untuk menyelesaikan masalah penugasan secara komputerisasi.
4. Praktikan mampu untuk menganalisis hasil (*output*) komputerisasi dari permasalahan penugasan.

5.2.2 Penyelesaian Masalah Penugasan

Berikut adalah cara penyelesaian masalah penugasan dengan komputerisasi:

Contoh kasus:

Perusahaan PT. *Urban* memiliki 4 manajer produksi yaitu Andini, Faris, dan Putri. Masing-masing manajer memiliki kemampuan yang berbeda dalam menangani jenis produk yang di produksi oleh PT. *Urban*. Terdapat beberapa produk yang akan di produksi oleh PT. *Urban* yaitu kipas angin, mesin cuci, dan setrika. Adapun biaya produksi (dalam juta rupiah) yang dibutuhkan masing-masing manajer dalam menangani ketiga produk tersebut pada tabel di bawah ini:

Manajer \ Produk	Kipas Angin	Mesin Cuci	Setrika
Andini	10	90	50
Faris	16	100	60
Putri	18	70	55

Bagaimanakah alokasi tim yang optimal agar dapat meminimumkan biaya?

Penyelesaian:

3. *Software* LINGO

Adapun prosedur penggunaan untuk menyelesaikan persoalan penugasan dengan *software* LINGO dapat dijabarkan sebagai berikut:

- i. Membuka *file* LINGO dengan cara klik dua kali pada *icon* LINGO.
- j. Pada layar akan muncul untitled baru yang siap untuk tempat mengetikkan formulasi.
- k. Berdasarkan persoalan di atas, maka terlebih dahulu ditentukan variabel keputusan yang kemudian diterjemahkan ke dalam model matematis seperti berikut:

$$\text{Fungsi Tujuan : } 10XA1 + 90XA2 + 50XA3 + 16XB1 + 100XB2 + 60XB3 + 18XC1 + 70XC2 + 55XC3$$

Batasan :

$$XA1 + XA2 + XA3 = 1$$

$$XB1 + XB2 + XB3 = 1$$

$$XC1 + XC2 + XC3 = 1$$

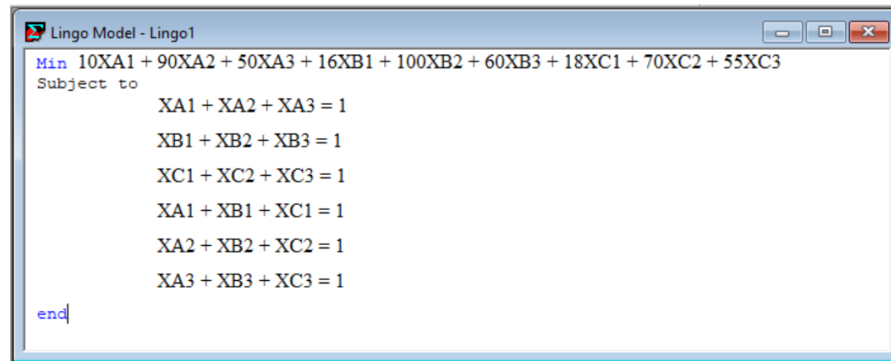
$$XA1 + XB1 + XC1 = 1$$

$$XA2 + XB2 + XC2 = 1$$

$$XA3 + XB3 + XC3 = 1$$

$$X_{ij} \geq 0, \text{ untuk setiap } i \text{ dan } j$$

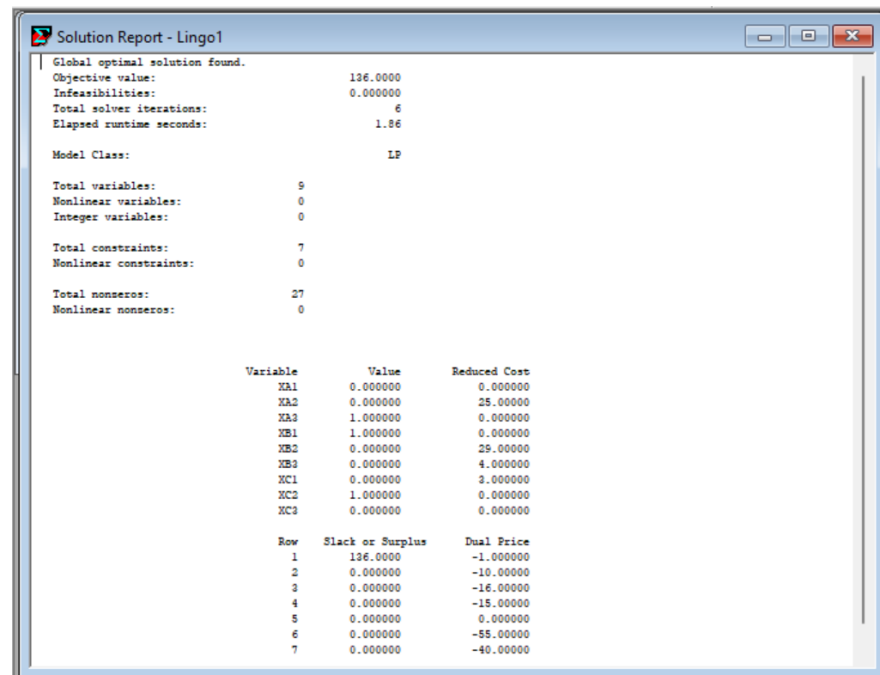
1. Ketikkan formulasi model matematis yang telah dibuat di atas pada layar LINGO yang dapat dilihat pada gambar berikut:



```

Lingo Model - Lingo1
Min 10XA1 + 90XA2 + 50XA3 + 16XB1 + 100XB2 + 60XB3 + 18XC1 + 70XC2 + 55XC3
Subject to
    XA1 + XA2 + XA3 = 1
    XB1 + XB2 + XB3 = 1
    XC1 + XC2 + XC3 = 1
    XA1 + XB1 + XC1 = 1
    XA2 + XB2 + XC2 = 1
    XA3 + XB3 + XC3 = 1
end
  
```

- m. Klik *Solver* lalu *Solve* pada *toolbar* untuk melihat solusi hasil dari perumusan masalah tersebut.
- n. Maka akan muncul Output LINGO dari permasalahan di atas yang dapat dilihat pada gambar berikut:



Global optimal solution found.

Objective value: 136.0000
 Infeasibilities: 0.000000
 Total solver iterations: 6
 Elapsed runtime seconds: 1.86

Model Class: LP

Total variables: 9
 Nonlinear variables: 0
 Integer variables: 0

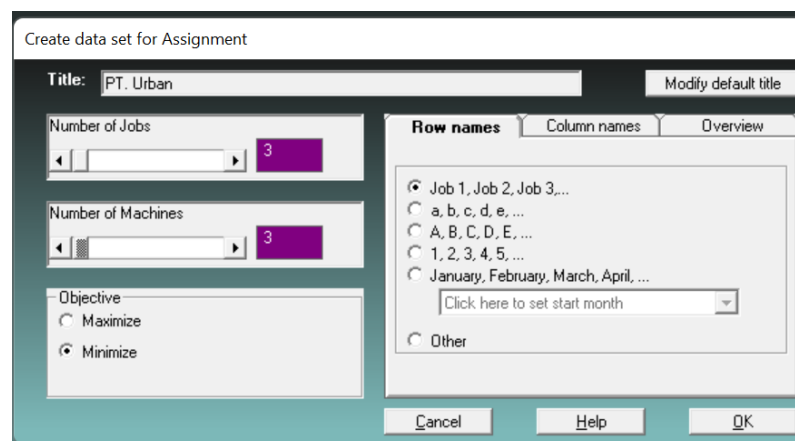
Total constraints: 7
 Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 27
 Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
XA1	0.000000	0.000000
XA2	0.000000	25.000000
XA3	1.000000	0.000000
XB1	1.000000	0.000000
XB2	0.000000	29.000000
XB3	0.000000	4.000000
XC1	0.000000	3.000000
XC2	1.000000	0.000000
XC3	0.000000	0.000000

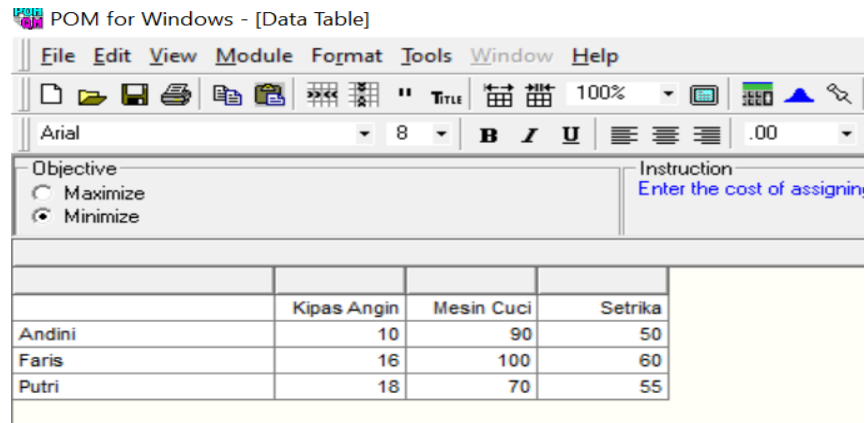
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	136.0000	-1.000000
2	0.000000	-10.000000
3	0.000000	-16.000000
4	0.000000	-15.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	-55.000000
7	0.000000	-40.000000

- o. Setelah diperoleh *output* di atas, maka selanjutnya dilakukan analisis *output* atau interpretasi hasil.
4. *Software POM-QM for Windows*
- Adapun prosedur penggunaan untuk menyelesaikan masalah penugasan dengan *software POM-QM for Windows* dapat dijabarkan sebagai berikut:
- Buka *POM-QM For Windows* dengan cara klik *Start* lalu pilih *All Program* , kemudian *Folder POM-QM For Windows*, lalu pilih *POM-QM For Windows*.
 - Pada layar akan muncul layar baru, kemudian klik *Module* dan pilih *Assignment* pada *toolbar*.
 - Setelah itu akan muncul layar kosong, kemudian klik *File > New* pada *toolbar* untuk memasukkan persoalan yang akan diselesaikan.
 - Kemudian muncul kotak dialog *Create data set for Assignment*, masukkan data pada kotak dialog.
 - Title* masukkan judul misalkan *PT. Urban*
 - Number of Jobs*, masukkan angka sebanyak 3.
 - Number of Machines*, masukkan angka sebanyak 3.
 - Objective* pilih *Minimize*.
 - Row names*, pilih *Job 1, Job 2, Job 3,*
 - Column names*, pilih *Job 1, Job 2, Job 3,*
 - Create data set for assignment* dapat dilihat pada Gambar berikut.

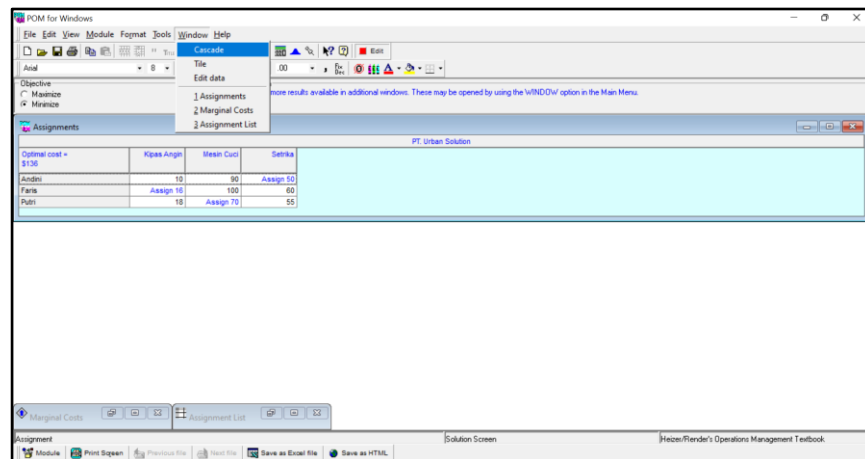


- Jika pengisian telah selesai klik tombol *OK*, sehingga muncul tampilan *Data Table* untuk menginput data permasalahan transportasi.

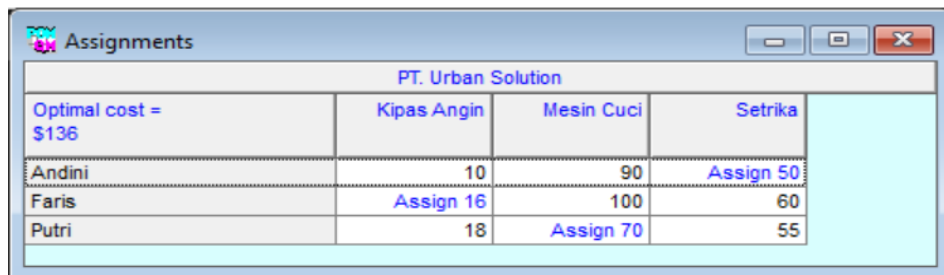
- f. Ubahlah tabel sesuai dengan persoalan di atas.
- g. Kemudian masukkan data yang ada pada persoalan di atas seperti pada gambar berikut,



- h. Klik *Solve* pada *toolbar*, maka akan muncul kotak dialog *output* pada *toolbar window* yang akan keluar seperti pada gambar berikut.

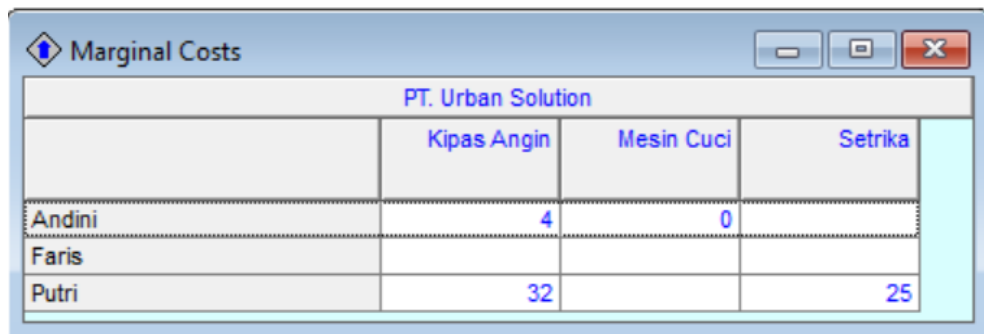


- i. Klik *Assignments*, hingga muncul seperti pada gambar berikut



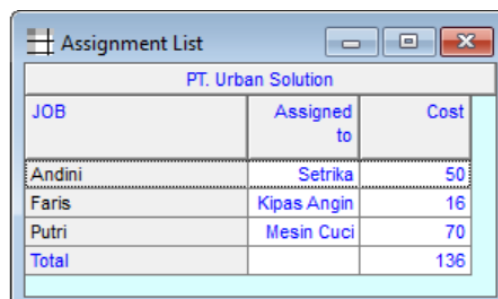
PT. Urban Solution			
Optimal cost = \$136	Kipas Angin	Mesin Cuci	Setrika
Andini	10	90	Assign 50
Faris	Assign 16	100	60
Putri	18	Assign 70	55

- j. Selain dapat menampilkan *output assignments*, terdapat beberapa *output* lain dalam permasalahan penugasan. Untuk melihat *marginal costs*, klik *Window* kemudian *Marginal Costs*, maka akan muncul seperti pada gambar berikut.



PT. Urban Solution			
	Kipas Angin	Mesin Cuci	Setrika
Andini	4	0	
Faris			
Putri	32		25

- k. Kemudian untuk melihat *assignment list*, klik *Window* kemudian *Assignment List*, maka akan muncul seperti pada gambar berikut.



PT. Urban Solution		
JOB	Assigned to	Cost
Andini	Setrika	50
Faris	Kipas Angin	16
Putri	Mesin Cuci	70
Total		136

- l. Setelah diperoleh *output* di atas, maka selanjutnya adalah analisis *output* atau interpretasi hasil.

5.2.3 Analisis *Output* atau Interpretasi Hasil Penugasan

Penyelesaian masalah penugasan menggunakan *software* akan mengeluarkan *output* berupa hasil dari penyelesaian masalah. Analisis interpretasi hasil atau *output* dari masing-masing *software* yang digunakan dijabarkan sebagai berikut:

1. LINGO

Interpretasi hasil dari permasalahan Perusahaan PT. Urban menggunakan LINGO di atas adalah sebagai berikut.

a. *Objective Function Value*

Nilai *objective function value* dalam permasalahan di atas yaitu sebesar 136 yang diperoleh dari $10(0) + 90(0) + 50(1) + 16(1) + 100(0) + 60(0) + 18(0) + 70(1) + 55(0)$. Kesimpulan yang dapat diambil yaitu penugasan manajer produksi agar biaya produksi minimal yaitu sebesar 136 juta.

b. *Value*

Nilai *value* yang diperoleh antara lain sebagai berikut:

- 1) Variabel XA3 memiliki nilai *value* sebesar 1 sehingga kesimpulan yang diperoleh yaitu produk Kipas Angin paling tepat ditugaskan kepada Andini dengan biaya produksi yaitu 50 juta.
- 2) Variabel XB1 memiliki nilai *value* sebesar 1 sehingga kesimpulan yang diperoleh yaitu produk Mesin Cuci paling tepat ditugaskan kepada Faris dengan biaya produksi yaitu 16 juta.
- 3) Variabel XC2 memiliki nilai *value* sebesar 1 sehingga kesimpulan yang diperoleh yaitu produk Setrika paling tepat ditugaskan kepada Putri dengan biaya produksi yaitu 70 juta.

c. *Reduced Cost*

Nilai *reduced cost* yang diperoleh antara lain sebagai berikut.

- 1) Nilai *reduced cost* Andini yang di tugaskan untuk Mesin Cuci adalah 25, berarti apabila dipaksakan penugasan produk Mesin Cuci kepada Andini akan menambah biaya produksi sebesar 25 juta,

- 2) Nilai *reduced cost* Faris yang di tugaskan untuk produk Mesin Cuci adalah 29, berarti apabila dipaksakan penugasan produk Mesin Cuci kepada Faris akan menambah biaya produksi sebesar 29 juta,
- 3) Nilai *reduced cost* Faris yang di tugaskan untuk produk Setrika adalah 4, berarti apabila dipaksakan penugasan produk Setrika kepada Faris akan menambah biaya produksi sebesar 4 juta, dan
- 4) Nilai *reduced cost* Putri yang di tugaskan untuk produk Kipas Angin adalah 2, berarti apabila dipaksakan penugasan produk Kipas Angin kepada Putri akan menambah biaya produksi sebesar 2 juta.

d. *Slack or Surplus*

Nilai *slack* pada *row* 2 sampai dengan 7 bernilai 0 yang menunjukkan bahwa kendala 1 sampai dengan kendala 6 dikategorikan sebagai kendala aktif sehingga S1 sampai dengan S6 dalam permasalahan di atas di kategorikan variabel non basis.

e. *Dual Price*

Nilai *dual price* pada persoalan di atas untuk *row* 2 sampai dengan *row* 7 berturut-turut sebesar -10, -16, -15, 0, -55, dan -40. Hal ini menunjukkan jika ruas kanan kendala 1, kendala 2, kendala 3, kendala 5, dan kendala 6 bertambah 1 maka akan mempengaruhi nilai fungsi tujuan yaitu memaksimalkan produktivitas perusahaan sebesar masing-masing -10, -16, -15, 0, -55, dan -40. Sedangkan untuk kendala 4 jika ruas kanannya bertambah 1 maka tidak akan mempengaruhi nilai fungsi tujuan yaitu memaksimalkan produktivitas perusahaan.

2. POM QM *For Windows*

Analisis interpretasi hasil dari permasalahan Perusahaan PT. *Urban* berdasarkan *output* pada POM-QM *For Windows* adalah sebagai berikut.

a. *Assignments*

Interpretasi:

- 1) Produk Setrika paling tepat ditugaskan kepada Andini dengan biaya produksi yaitu 50 juta,
- 2) Produk Kipas Angin paling tepat ditugaskan kepada Faris dengan biaya produksi yaitu 16 juta,

- 3) Produk Mesin Cuci paling tepat ditugaskan kepada Putri dengan biaya produksi yaitu 70 juta,
- 4) Biaya produksi minimal untuk penugasan pembuatan produksi tersebut adalah sebesar 136 juta.

b. *Output Marginal Costs*

Interpretasi:

- 1) *Marginal cost* merupakan tambahan atau penurunan keuntungan yang terjadi jika penugasan yang diinginkan tidak sesuai dengan tabel *solution*,
- 2) *Marginal cost* penugasan pembuatan Kipas Angin jika dipaksakan untuk dilakukan oleh Andini maka akan menambah biaya produksi Kipas Angin sebesar 4 juta,
- 3) *Marginal cost* penugasan pembuatan Kipas Angin jika dipaksakan untuk dilakukan oleh Putri maka akan menambah biaya produksi Kipas Angin sebesar 32 juta, dan
- 4) *Marginal cost* penugasan pembuatan Setrika jika dipaksakan untuk dilakukan oleh Putri maka akan menambah biaya produksi Setrika sebesar 25 juta.

c. *Output Assignment list*

Interpretasi:

- 1) Pembuatan Setrika yang ditugaskan kepada Andini dengan biaya produksi 50 juta,
- 2) Pembuatan Kipas Angin yang ditugaskan kepada Faris dengan biaya produksi 16 juta,
- 3) Pembuatan Mesin Cuci yang ditugaskan kepada Putri dengan biaya produksi 70 juta,
- 4) Total biaya untuk produk yang diproduksi didapatkan sebesar 136 juta.

5.2.4 Latihan Soal

1. PT. Desainku menggunakan jasa desain tiga orang desain grafis untuk mendesain produk yang mereka jual, ketiga desainer itu adalah Bima, Dewi, dan Juan. Ketiga desainer itu diminta untuk membuat 4 buah desain produk yaitu produk Pamflet, Banner, Gelas, dan Kalender.

Biaya yang perlu dikeluarkan apabila menggunakan jasa Bima (dalam ribu rupiah) yaitu 30x ribu untuk merancang Pamflet, 300 ribu untuk merancang Banner, 500 ribu untuk merancang Gelas, dan 700 ribu untuk merancang Kalender. Dewi memerlukan biaya sebesar 200 ribu untuk merancang Pamflet, 30x ribu untuk Banner, 550 ribu untuk Gelas, dan 340 ribu untuk merancang Kalender. Sedangkan Juan memerlukan biaya sebesar 360 ribu untuk merancang Pamflet, 350 ribu untuk Banner, 55x ribu untuk merancang Gelas, dan 800 ribu untuk merancang Kalender. PT. Desainku ingin mencari biaya yang termurah dengan pembagian tugas desain kepada tiga orang desain grafis tersebut, maka carilah kepada siapa saja yang perlu ditugasi untuk masing-masing produk.

Manajer \ Produk	Pamflet	Banner	Gelas	Kalender
Bima	30x	300	500	700
Dewi	200	30x	550	340
Juan	360	350	55x	800

Catatan :

- Pada nilai yang ditandai merah, x = satu angka terakhir dari jumlah NIM kedua praktikan.

Misalkan NIM 190903015 dan 1909036009 ($5 + 9 = 14$), maka setiap angka yang diberi warna merah pada latihan soal ditambahkan 4. Contoh “apabila menggunakan jasa Bima (dalam ribu rupiah) yaitu 304 ribu untuk merancang Pamflet,” dan seterusnya.

- Tuliskan nama kelompok beserta NIM lengkap saat asistensi soal

DAFTAR PUSTAKA

1. Hillier, F.S., 2005, *Introduction To Operation Research* Eighth Edition, Yogyakarta, Penerbit Andi.
2. Siswanto, 2006, *Operations Research* Jilid I, Jakarta, Penerbit Erlangga.
3. Taha, H. A., 1996, *Riset Operasi : Suatu Pengantar*, Binarupa Aksara, Jakarta.