Modul Praktikum OPTIMASI

Ir. Moehamad Aman, MT.



Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik 2017

Modul Praktikum OPTOMASO Dengan POM-QM for Windows V3

Ir. Moehamad Aman, MT.





Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr. wb

Alhamdulillah, Modul Praktikum Optimasi telah selesai disusun sebagai pedoman pelaksanaan Praktikum Optimasi. Modul Ini berisi 3 sub modul, yaitu: *Linear Programming, Transportation,* dan *Project Scheduling* yang dikerjakan dengan software POM-QM.

POM-QM adalah software untuk manajemen produksi / operasi, metode kuantitatif, ilmu manajemen, dan riset operasi. Dalam versi baru Windows, POM untuk Windows, QM untuk Windows dan DS untuk Windows telah digabungkan menjadi satu produk fleksibel - POM-QM untuk Windows. Software ini dapat diatur untuk menampilkan modul POM, modul QM atau modul POM dan QM.

Semoga modul ini mampu memberikan panduan bagi mahasiswa Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Magelang dalam upaya meraih Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK).

Wassalamualaikum wr. wb.

Magelang, Februari 2017 Penyusun,



Ir. Moehamad Aman, MT.



DAFTAR ISI

Judul Modul	Halaman
Linear Programming	1
Transportation	7
Project Scheduling	13



MODUL 1 *LINEAR PROGRAMMING*

Tahapan yang paling kritis dalam linear programming adalah memformulasikan model matematisnya. Tahapan ini yang mencakup identifikasi hal-hal yang terkait dengan tujuan dan batasan yang membatasi tujuan tersebut.

Review Problem

Manajer Diva adalah seorang manajer di perusahaan penghasil kerajinan tangan. Perusahaannya mempekerjakan pengrajin untuk memproduksi piring dan gelas dengan desain Bali. Sumber daya utama yang digunakan adalah tanah liat dan tenaga kerja. Atas keterbatasan sumberdaya manajer Diva ingin mengetahui berapa banyak piring dan gelas yang akan diproduksi setiap hari agar diperoleh laba maksimal berdasarkan data kebutuhan sumber daya yang disajikan dalam Tabel.

Drodult	Waktu Produksi	Jumlah Tanah Liat	Laba per Unit
PTOduk	per Unit (jam)	per Unit (pon)	(satuan mata uang)
Piring	1	4	80
Gelas	2	3	100
Persediaan per hari	40	120	

Dari data Tabel 1 maka diperoleh formulasi model matematis Linear Programming sebagai berikut:

- 1. Variabel keputusan
 - X_1 = jumlah piring yang dapat diproduksi setiap hari
 - X_2 = jumlah gelas yang dapat diproduksi setiap hari
- 2. Fungsi Tujuan Maksimumkan $Z = 80x_1 + 100x_2$
- 3. Fungsi kendala

a.	Waktu produksi piring	X ₁	+	$2x_2$	\leq	40
b.	Jumlah tanah liat	$4x_1$	+	$3x_2$	\leq	120
c.	Non negative	x ₁ , x ₂	≥ 0			

Penyelesaian Model Linear Programming

Setelah formulasi model LP diselesaikan, maka tahapan selanjutnya adalah mencari solusi dari model LP, yaitu menentukan nilai variabel keputusan yang terdapat dalam model LP.

Ada dua metode yang digunakan untuk mencari solusi model LP, yaitu Metode Grafik untuk 2 (dua) variabel keputusan dan Tabel Simpleks untuk 2 (dua) variabel keputusan atau lebih.



Proses Penyelesaian dengan bantuan Aplikasi POM for Window Klik **Module > Linear Programming**

a. Klik New, maka akan tampak tampilan sebagai berikut dan isikan data set model LP yang akan dicari solusinya, yang terdiri dari:

Title: Katus Manajer Diva	Modify default ti
Number of Constraints 2	Row names Column names Overview
Number of Variables 3	 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,
Manimize	Click here to set start month

① Nama masalah
② Jumlah batasan masalah
③ Jumlah variabel keputusan
④ Fungsi Tujuan yang ingin dicapai
⑤ Nama variabel batasan
Constraint 1 dan Constraint 2



1

klik

b. Selanjutnya, isikan nilai setiap data pada lembar kerja LP hasil pengisian data set.

🙀 POM-QM for	Windows	- [Data	i Tab	le]				
Eile Edit View	Module Fo	ormat <u>T</u>	ools	<u>Window</u>	Help			
0 🕞 🖬 🚭	B	翻載] •	Title	甘世	100%	• 🔳	
Arial		¥	8.25	• B	ΙU			.0000
Maximize Minimize							s cell can	not be ch
	X1	X2		_	RHS		Equ	ation form
Maximize	80	100				M	ax 80X1	+ 100X2
vVaktu Proses	1	2	<=		40		X1 + 2	2X2 <= 40
Juml Tanah Liat	4	3	<=		120		4X1 + 3)	K2 <= 120

c. Setelah selesai pengisian nilai setiap data, klik Solve.

File Edit View	Module For	mat To	ols W	Indow Help				
						0 100		
			– –	Тітце 🖽 🛗	100% 🔹 🔲 🏧 📥	2 191	옷] 😵 Step	Solve
Arial		•	8.2! -	BIU	0000. 19 19 19	- Fix 3	Ø 🗰 🛆 -	🕭 • 🛄 •
 Maximize Minimize 					Å			Kasus Ma
T								
		-V2		RHS	Equation form			
	X1	A4						
Maximize	X1 80	100			Max 80X1 + 100X2			
Maximize Naktu Proses	X1 80 1	100	<=	40	Max 80X1 + 100X2 X1 + 2X2 <= 40			

d. Solusi model LP akan langsung ditampilkan seperti berikut:

🙀 POM-QM for Wind	ows						
Eile Edit View Module	e Format <u>T</u> ools <u>W</u> ir	ndow <u>H</u> elp					
	8 翻 翻	Cascade		🔺 🗞 💦 🕐	😵 Step 📕	dit Data	
Arial	+ 8.2	Tile		- [× , Ø	i ttt A + 3 -		
Objective Maximize Minimize Minimize		Edit Data	F9	sults available in additional windows. These may			
		1 Linear Programmin 2 Ranging 3 Solution list	ng Results				
		4 Iterations		Kasus Manajer Di			
		<u>6</u> Graph		RHS	Dual		
Maximize	8	30 100					
/Vaktu Proses		1 2	<=	40	32		
Juml Tanah Liat		4 3	<=	120	12		
Solution->	2	.4 8		2720			



Ada 6 (enam) tampilan solusi yang dapat diakses melalui menu Window, yaitu:

Linear Programming	Results							
Kasus Manajer Diva Solution								
	X1	X2		RHS	Dual			
Maximize	80	100						
Waktu Proses	1	2	<=	40	32			
Juml Tanah Liat	4	3	<=	120	12			
Solution->	24	8		2720				

<u>1</u> Linear Programming Results

Dari Linear Programming Results ditunjukkan hasil perhitungan kombinasi optimal yang memaksimumkan laba untuk model LP kasus Manajer Diva adalah

Jumlah piring (x_1) yang diproduksi=24 unitJumlah gelas (x_2) yang diproduksi=8 unitLaba maksimum (Z_{maks}) =2720 satuan mata uang

<u>2</u> Ranging

Ranging					
	Kasus	: Manajer Diva Solu	tion		
Variable	Value	Reduced Cost	Original Val	Lower Bound	Upper Bound
X1	24	0	80	50	133,3333
Х2	8	0	100	60	160
Constraint	Dual Value	Slack/Surplus	Original Val	Lower Bound	Upper Bound
Waktu Proses	32	0	40	30	80
Juml Tanah Liat	12	0	120	60	160

<u>3</u> Solution list

Solution list					
Kasus Manajer Diva Solution					
Variable	Status	Value			
X1	Basic	24			
X2	Basic	8			
slack 1	NONBasic	0			
slack 2	NONBasic	0			
Optimal Value (Z)		2720			



<u>4</u> Iterations

Hterations									
Kasus Manajer Diva Solution									
c)	Basic Variables	80 X1	100 X2	0 slack 1	0 slack 2	Quantity			
Iteration 1									
	cj-zj	80	100	0	0				
0	slack 1	1	2	1	0	40			
0	slack 2	4	3	0	া	120			
Iteration 2									
	cj-zj	30	0	-50	0				
100	X2	0,5	1	0,5	0	20			
0	slack 2	2,5	0	-1,5	1	60			
Iteration 3									
	cj-zj	0	0	-32	-12				
100	X2	0	1	0,8	-0,2	8			
80	X1	1	0	-0,6	0,4	24			

<u>5</u> Dual

🖇 Dual										
Kasus Manajer Diva Solution										
Original Problem										
Maximize	X1	X2								
Waktu Proses	1	2	<=	40						
Juml Tanah Liat	4	3	<=	120						
Dual Problem										
	Waktu Proses	Juml Tanah Liat								
Minimize	40	120								
X1	1	4	>=	80						
X2	2	3	>=	100						





6 Graph (hanya untuk dua variabel keputusan)

*) Catatan: untuk mengubah/mengedit data set, klik Edit Data atau tekan F9

MODUL 2 TRANSPORTATION

Model Transportasi merupakan aplikasi dari program total integer. Proses untuk menemukan solusi optimal sebagaimana halnya dengan linear programming dimulai dengan menentukan solusi awalnya. Metode solusi awal diantaranya adalah:

- 1. Northwest Corner Method (NCM)
- 2. Minimum Cost Method (MCM)
- 3. Vogel's Approximation Method (VAM)

Gambar Proses Menuju Solusi Optimal

Review Problem

PT XYZ memiliki tiga pabrik (1, 2, 3) dan memiliki tiga daerah gudang pemasaran (A, B, C) dengan alokasi biaya pengiriman seperti terlihat pada Tabel 2. Tentukan solusi optimal berkenaan dengan pengiriman hasil produksi PT XYZ ke gudang pemasarannya.

Ke Dari	А	В	С	Kapasitas
1	6	8	10	150
2	7	11	11	175
3	4	5	12	275
Kebutuhan	200	100	300	

Proses Penyelesaian dengan bantuan Aplikasi POM for Windows

a. Klik Module > Transportation

b. Klik **New**, maka akan tampak tampilan sebagai berikut dan isikan data set model Transportation yang akan dicari solusinya, yang terdiri dari:

Title: PTXYZ		Modify default titl
Number of Sources 2	Row names Column	names Y Overview
Numbe of Destinations 3	 Source 1, Source 2, Source 1, Source 2, Source 1, Source 2, Source 1, Source 1, Source 1, Source 2, Source 1, Sou	rce 3, 1, April,
Objective Maximize Minimize	Click here to set start m	ionth 💽
*	Cancel He	

① Nama masalah	:	PT XYZ
② Jumlah sumber	:	3 (pabrik 1, 2, 3)
③ Jumlah tujuan distribusi	:	3 (gudang A, B, C)
④ Fungsi Tujuan yang ingin dicapai	:	Minimize
⑤ Nama sumberdaya	:	1, 2, 3
Setelah selesai pengisian data set, klik	ςΟ	K

c. Selanjutnya, isikan nilai setiap data pada lembar kerja Transportation hasil pengisian data set dan pilih metode solusi awal yang akan digunakan pada bagian **Starting method**.

🗑 РОМ-ОМ	for Wind	ows -	[Data Tal	ble]			
Eile Edit Vi	iew <u>M</u> odul	e Form	nat <u>T</u> ools	<u>₩</u> indow <u>H</u> e	lp		
🛛 🗅 🕞 🔛	a 🖻	追 莱	₹ ₹	Tirte 🛗	#	100% 🔹	
Arial			• 8.2	B Z	U		
Objective			Starting m	ethod		Instructi	
C Maximize			Any starting method				
(• Minimize			Any starting	7			
			Northwest Minimum C Vogel's Ap	Corner Metho ost Method proximation M	id ethod	YZ	
	A	B	C	Kapasitas			
1	6	8	10	150			
2	7	11	11				
3	4	5	12	275			
Kehutuhan	200	100	300				

- klik 🝓 POM-QM for Windows - [Data Table] File Edit View Module Format Tools Window Help □ ┣ ■ ● ■ ■ ■ ■ ■ ■ 100% Step N? 🕐 Solve -:550 Arial 8.2! -BIU 토 폰 폰 .00 - Fix Bec 3 Ø 🗰 🗛 - 🕭 - 📃 Objective Starting method Instruction Choose the method that you wish to use by clicking on it. Maximize Vogel's Approximation Methr 💌 Minimize PT XYZ A B С Kapasitas 1 6 8 10 150 2 7 11 11 175 3 4 5 12 275 Kebutuhan 200 100 300
- d. Setelah selesai pengisian nilai setiap data, klik Solve.

e. Solusi model Transportation (dalam hal ini adalah solusi optimal) akan langsung ditampilkan seperti berikut:

Metode Northwest Corner

🙀 POM-QM fo	r Window	s - [Tr	ansport	ation Sh	ipm	ents]
Eile Edit y	/iew <u>M</u> odule	e Fo <u>r</u> m	at <u>T</u> ools	Window	Help)
0 🕞 🖬 🧉) B B	翻	翻一	Time 🛗	雦	100% 🔸 🔳
Arial			• 8.2! •	B I	Ū	EEE
Objective C Maximize C Minimize			Starting me Northwest (thod Corner Me	thod	Note Multipl
					P	TXYZ Solution
Optimal cost = \$4525	A	B	c			
1	25		125			
2			175			
3	175	100				

Metode Minimal Cost

🙀 POM-QM for	Windows	s - [T	ransport	ation Sh	ipme	ents]	
🙀 Eile Edit Vi	ew <u>M</u> odule	e Fo <u>r</u> n	nat <u>T</u> ools	<u>W</u> indow	Help		
0 🕞 🖬 🖨	•	翻	翻 "	True 🔛	雦	100%	•
Arial			 ■ 8.2! • 	B I	U		
Objective C Maximize I Minimize			Starting m	ethod Cost Metho	bd	•	Note Multip
					1	PT XY2	Z Solution
Optimal cost = \$4525	A	E	c c				
1	25		125				
2			175				
3	175	100)				

Metode VAM

🙀 POM-QM fo	r Windo	ws - ["	Franspor	tatio	n Ship	ments]	
🙀 <u>F</u> ile <u>E</u> dit y	/iew <u>M</u> odu	ule Foi	rmat <u>T</u> ools	; <u>₩</u> ir	ndow <u>H</u>	lelp	
) B	1 翔	翻	Time	*# #	100%	•
Arial			▼ 8.2! •	F	I	u 🗐	= =
Objective © Maximize © Minimize			- Starting m Vogel's Ap	ethoc proxir	mation M	lethod 💌	Note Multipl
						PT XYZ	Solution
Optimal cost = \$4525	A	8	С				
1			150				
2	25		150				
3	175	100					

Ada 6 (enam) tampilan solusi yang dapat diakses melalui menu Window, yaitu:

1 Transportation Shipments

🙀 POM-QM fo	r Windo	ws - [Tra	ansport	ation Shipments]	
Eile Edit !	view Mod	ule Forma 副 翻 部	at <u>T</u> ools 開 יי • 8.2! •	Window Help Cascade Tile	E9
Objective C Maximize • Minimize				<u>1</u> Transportation Shipme <u>2</u> Marginal Costs <u>3</u> Final Solution Table	ints
Optimal cost = \$4525	A	В	С	 <u>4</u> Iterations <u>5</u> Shipments with costs 	
1			150	<u>6</u> Shipping list	
2	25		150		
3	175	100			

<u>2</u> Marginal Cost

🚯 Margir	al Costs					
PT XYZ Solution						
	A	B	С			
1	0	1				
2		3				
3			4			

Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik

<u>3</u> Final Solution Tabel

Final Solution						
PT XYZ Solution						
	A	B	С			
1	[0]	[1]	150			
2	25	[3]	150			
3	175	100	[4]			

$\underline{4}$ Iterations dengan MODI

Herations									
PT XYZ Solution									
	A	B	с						
Iteration 1									
1	(4)	(5)	150						
2	175	(3)	(-4)						
3	25	100	150						
Iteration 2									
1	(0)	(1)	150						
2	25	(3)	150						
3	175	100	(4)						
		1							

5 Shipments with costs

8 Shipments with	Shipments with costs								
PT XYZ Solution									
	A	В	c						
1			150/\$1500						
2	25/\$175	the balance	150/\$1650						
3	175/\$700	100/\$500							

6 Shipping list

🔋 Shippi	ing list									
PT XYZ Solution										
From	То	Shipment	Cost per unit	Shipment cost						
1	C	150	10	1500						
2	A	25	7	175						
2	С	150	°11	1650						
3	A	175	4	700						
3	В	100	5	500						

MODUL 3 PROJECT SCHEDULING

Berdasarkan karakteristik waktu yang bersifat uncertainty, maka Analisis Project Evaluation and Review Technique (PERT) dilakukan guna mengetahui probabilitas proyek dapat diselesaikan dalam waktu tertentu. Perbedaan antara analisis PERT dan CPM adalah bahwa analisis PERT menggunakan tiga perkiraan waktu untuk setiap aktivitasnya, yaitu optimistic (to), most likely (tm), dan pessimistic (tp). Hal ini dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan analisis CPM untuk mengenali lintasan kritisnya melalui rumus :

$$te = (to + 4tm + tp)/6$$

Analisis *Critical Path Method* (CPM) merupakan suatu kajian yang berhubungan dengan percepatan penyelesaian proyek, misalnya dari 36 satuan waktu menjadi 28 satuan waktu dengan menentukan aktivitas-aktivitas tertentu yang dapat dipercepat waktu penyelesaiannya dan total biaya akselerasinya minimum. Percepatan penyelesaian proyek secara manual dapat dilakukan dengan terlebih dahulu diketahui lintasan kritis jaringan proyeknya. Lintasan kritis adalah lintasan yang melalui aktivitas-aktivitas dengan nilai variabel slack sama dengan nol dan lintasan yang memiliki durasi waktu paling lama. Indikator yang digunakan untuk mengetahui lintasan kritis adalah menggunakan variabel slack atau kesenjangan waktu aktivitas yang dihitung melalui rumus :

$$S_{ij} = LT_j - ET_i - t_{ij}$$

Pada kasus tertentu, lintasan kritis bias lebih dari satu lintasan, maka pertimbangan biaya akselerasi per satuan waktu menjadi relevan untuk dijadikan pertimbangan guna menentukan aktivitas yang akan diakselerasi.

Review Problem

1. Analisis PERT

Bank swasta terbesar di Jakarta berencana untuk menginstal system komputerisasi rekening yang baru. Manajemen telah mengidentifikasi rangkaian kegiatan dan estimasi waktu (minggu) yang disajikan dalam tabel. Tentukan ekspektasi waktu penyelesaian proyek dan variannya serta tingkat probabilitas proyek akan dapat selesai paling lambat 28 minggu.

Aktivitas	to	tm	tp
1 – 2	5	8	17
1 – 3	7	10	13
2-3	3	5	7
2-4	1	3	5
3-4	4	6	8
3 - 5	3	3	3
4-5	3	4	5

Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Proses penyelesaian dengan menggunakan aplikasi POM for Window

1) Setelah mengisi data set, isikan data tabel dengan pilihan metode **Triple time** estimate.

🝓 POM-QI	A for Windows	- [Data Tab	le]				
Eile Edit	<u>View M</u> odule F	ormat <u>T</u> ools	<u>M</u> indow <u>H</u> elp				
	16 B B	羅 翻 "	Tiru: # + + #	† 100% ,	· 🔲 📰 🖌	\$ N?	? 🕨 Solve
Arial	0.001 0.001 0.001 0.000000000	→ 8.2!	• B I]		.00	- Fix ,	Ø Ⅲ Δ - '
Network typ	e	Method		Instruction			
 Precedence list Start/end node numbers 		Triple time esti	mate 👱	Choose the	e by clicking on it.		
			(unti	tled)			
	Start node	End node	Optimistic time	Most Likely time	Pessimistic time		
Task 1	1	2	5	8	17		
Task 2	1	3	7	10	13		
Task 3	2	3	3	5	7		
Task 4	2	4	1	3	5		
Task 5	3	4	4	6	8		
Task 6	3	5	3	3	3		
Task 7	4	5	3	4	5		

2) Setelah itu, klik Solve

3) Ada 3 (tiga) tampilan hasil penyelesaian terdiri dari: <u>1</u> Project Management (PERT/CPM) Result

🙀 POM-QM fo	or Windows								
<u>File E</u> dit <u>V</u> iev	w <u>M</u> odule Fo <u>r</u> m	iat <u>T</u> ools	: <u>W</u> indow	Help					
	5 B C 7	日朝	0 True	計 拙 100%	- 0	। 🔚 🔺 ९	2 1? 2	📕 Edit	t Data
Arial		→ 8.	2! • B	IU≣	* =	.00. •	Fix 3 (Ø 🗰 🗛	- 🕭 - 💷
Network type Precedence Start/end no	list ode numbers	Met Trip	thod le time estin	nate 💌		Instruction There are more windows, Thes WINDOW optic	results avail e may be op on in the Mai	lable in add ened by us in Menu.	litional ing the
🙀 Project Ma	anagement (P	ERT/CP	M) Resul	ts					
	10 100			(untitled) Solu	tion				
	Start node	End node	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack	Standard Deviation
Project			24				1		2,24
Task 1	1	2	9	0	9	0	9	0	2
Task 2	1	3	10	0	10	4	14	4	1
Task 3	2	3	5	9	14	9	14	0	,67
Task 4	2	4	3	9	12	17	20	8	,67
Task 5	3	4	6	14	20	14	20	0	,67
Task 6	3	5	3	14	17	21	24	7	0
Task 7	4	5	4	20	24	20	24	0	,33

Task time compute	ations										
(untitled) Solution											
	Start node	End node	Optimistic time	Most Likely time	Pessimistic time	Activity time	Standard Deviation	Variance			
Task 1	1	2	5	8	17	9	2	4			
Task 2	1	3	7	10	13	10	1	1			
Task 3	2	3	3	5	7	5	,67	,44			
Task 4	2	4	1	3	5	3	,67	,44			
Task 5	3	4	4	6	8	6	,67	,44			
Task 6	3	5	3	3	3	3	0	0			
Task 7	4	5	3	4	5	4	,33	,11			
Project results											
Total of critical Activities					6	2		5			
Square root of total	1						2,24				

2 Task time computations

Simpulan: Durasi proyek 24 minggu dengan lintasan kritis task 1, task 3, task 5, dan task 6. Dengan varian proyek 5 minggu dan standar deviasi 2,24 maka probabilitas paling lambat diselesaikan 28 minggu adalah

$$Z_{\rm T} = (28 - 24)/2, 24 = 1,79$$

sehingga probabilitasnya adalah

$$P(X \le 28) = P(Z \le 1,79) = 0.5 + 0.4633 = 0.9633$$

2. Critical Path Method (CPM)

Berikut ini diberikan data tentang suatu proyek, tentukan:

- a. Waktu dan biaya normal proyek!
- b. Bila penyelesaian proyek ingin dipercepat menjadi 28 satuan waktu, berapa biaya proyeknya dan aktivitas mana saja yang harus dipercepat?

Altivition	Waktu	Waktu	Biaya	Biaya	Biaya Crah per
AKUVIIIAS	normal	Crash	Normal	Crash	satuan waktu
1 - 2	16	8	2000	4400	300
1 – 3	14	9	1000	1800	160
2 - 4	8	6	500	700	100
2 - 5	5	4	600	1300	700
3 - 5	4	2	1500	3000	750
3 - 6	6	4	800	1600	400
4 - 6	10	7	3000	3900	300
5-6	15	10	5000	8000	600

Proses Penyelesaian dengan bantuan Aplikasi POM for Windows

f. Klik Module > Project Management (PERT/CPM)

g. Klik New, maka akan tampak tampilan sebagai berikut.

h. Isikan data set model Management Project yang akan dicari solusinya, yang terdiri dari:

Setelah selesai pengisian data set, klik OK

Fakultas Teknik

i. Selanjutnya, isikan nilai setiap data pada lembar kerja Management Project hasil pengisian data set dan pilih metode yang akan digunakan pada bagian **Method**.

en POI	M-QM for W1	ndows - [Da	ta Table						
Eile	<u>E</u> dit <u>V</u> iew <u>M</u> o	dule Fo <u>r</u> mat	<u>T</u> ools <u>W</u> indow !	Help					
	- 8 3 9		🕅 " Tinu 🗄	i 🛗 100% 🔹 🔲 🔜 🔺 🗞 💦 🖓 🕨 Solve					
Arial			9 - B	<i>Ι</i> <u>U</u> ≡ ≡ ≡ .00 • δ× δ× , Ø ∰					
Netwo	ork type	Metho	d	Instruction					
C Pre	C Precedence list		time estimate	Enter the value for a for start node. This must be an intege					
• nu	mhers	Single	ingle time estimate						
		Triple t	ime estimate	ject					
	Start node	End n Cost B Mean,	udgeting Std dev given						
a	1	2	16						
b	1	3	14						
C	2	4	8	Tampilan untuk Single					
d	2	5	5	time estimate					
е	3	5	4						
f	3	6	6						
g	4	6	10						
la l	5	6	15						

🙀 РОМ	-QM for Wi	ndows - [C)ata Table]						
Eile E	dit <u>V</u> iew <u>M</u> oo	dule Fo <u>r</u> mal	t <u>T</u> ools ∭ind	low <u>H</u> elp					
0 🖂	. 2 8 9	a 🖪 🐺	藕 " Tir	u 🛗 🏙 10	10% 🔹 🔲 🔜 🗞	N? ? > Solve			
Arial			• 9 •	B / U	.00 · 🛐	ž. 3 🔘 🏥 📩			
Network	< type cedence list tzena noae hers	Met Cos	hod t Budgeting	► Ins En per	truction er the value for h for activity co missible.	ost. Any real value is			
		1		A Project					
	Start node	End node	Activity time	Normal Cost					
а	1	2	16	2000					
b	1	3	14	1000	Tompilon u	ntul Cost			
C	2	4	8	500	Tanipilan u				
d	2	5 5		600	Budge	eting			
e	3 5 4		1500						
f	3	6	6	800					
g	4	6	10	3000					
h	5	6	15	5000					

Setelah pengisian data dan pemilihan metode selesai, klik Solve

j. Solusi model Management Project (dalam hal ini adalah solusi optimal) akan langsung ditampilkan seperti berikut:

🙀 POM-QM fo	or Window	NS								×
Eile Edit Viev	w <u>M</u> odule	Format	<u>T</u> ools <u>W</u> indo	w <u>H</u> elp				A-114		
	5 P F	羅		ascade ile			20	Edit Da	ata	1
		17								<u> </u>
Precedence Start/end no	list ode number: anageme	s Co nt (PERT	st Budi 1 2 7/CPM 3 4	Project Mar Early Start I Late Start E Charts	agement (PERT Budget Budget	'/CPM) Resu	lts le in a OW o	dditional winc option in the N	lows, These tain Menu.	may
	Start node	End node	Activity time	Activity Cost	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack	
а	1	2	16	2000	0	16	0	16	0	
b	1	3	14	1000	0	14	3	17	3	
c	2	4	8	500	16	24	18	26	2	
d	2	5	5	600	16	21	16	21	0	
е	3	5	4	1500	14	18	17	21	3	
f	3	6	6	800	14	20	30	36	16	
g	4	6	10	3000	24	34	26	36	2	
h	5	6	15	5000	21	36	21	36	0	-

Ada 4 (empat) tampilan solusi yang dapat diakses melalui menu Window, yaitu: <u>1</u> Project Management (PERT/CPM) Result yang menunjukkan waktu penyelesaian proyek

🐻 Proje	ct Manageme	nt (PERT	/CPM) Resi	ults								
	A Project Solution											
	Start node	End node	Activity time	Activity Cost	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack	1		
а	1	2	16	2000	0.1	16	0	16	0	1		
b	1	3	14	1000	0	14	3	17	3			
с	2	4	8	500	16	24	18	26	2			
d	2	5	5	600	16	21	16	21	0			
e	3	5	4	1500	14	18	17	21	3	1		
f	3	6	6	800	14	20	30	36	16			
g	4	6	10	3000	24	34	26	36	2			
h	5	6	15	5000	21	36	21	36	0	-		

2 Early Start Budget yang menunjukkan biaya proyek dari mulai awal

🔶 Early Start Budget						
	Period 1	Period 2	Perriod 34	Period 35	Period 36	
a	125	125				
b	71,43	71,43	7			
с						
d						
е						
f						
g			300			
h			333,33	333,33	333,33	
Total in Period	196,43	196,43	19633,33	333,33	333,33	
Cumulative from start	196,43	392,86	58733,33	14066,66	14400	

3 Late Start Budget yang menunjukkan biaya proyek dari mulai akhir

🔷 Late Start Budg	et									
A Project										
	Period 1	Period 2	Period 3eriod 34	Period 35	Period 36					
a	125	125	125							
b										
с										
d			1		i.					
е					1					
f			133,33	133,33	133,33					
g			300	300	300					
h			333,33	333,33	333,33					
Total in Period	125	125	125 766,67	766,67	766,67					
Cumulative from start	125	250	3752866,67	13633,33	14400					
•										

4 Chart terdiri dari Gantt chart, Precedence chart, dan Budget vs Time

Simpulan: Waktu penyelesaian proyek selama 36 periode/satuan waktu dengan biaya proyek sebesar 14400 satuan mata uang.

k. Penyelesaian dengan crashing

Kembali ke menu Edit, kemudian pilih metode Crashing

🙀 РОМ -	QM for V	Vindow	5						
<u>Eile E</u> di	it <u>V</u> iew <u>(</u>	<u>M</u> odule F	ormat <u>T</u> ool	s <u>W</u> indow	Help				
🗅 🕞	80	B B	翻翻	II Titu	甘井 10	0% • [I 🔚 🔺	× N? C	🛛 📕 Edit Data
Arial			- 9	• B	IU	EEZ	.00	Fix J	Ø # A . 3
Network Prece Start/	type edence list end node i	numbers	(DERT/CI	DM) Resu	lte	Cost Budg	leting	-	
	Her maile	gemen	UPER ITAG	A Pro	oject Solution				
	Start node	End node	Activity time	Activity Cost	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
Project			36						
a	1	2	16	2000	0	16	0	16	0
b	1	3	14	1000	0	14	3	17	3
c	2	4	8	500	16	24	18	26	2
d	2	5	5	600	16	21	16	21	0
e	3	5	4	1500	14	18	17	21	3
f	3	6	6	800	14	20	30	36	16
g	4	6	10	3000	24	34	26	36	2
	1000	10.21				00			

🙀 РОМ-О	QM for V	Vindows -	[Data Ta	ble]			
Eile Edit	: <u>⊻</u> iew <u>(</u>	<u>1</u> odule Forr	nat <u>T</u> ools	Window H	<u>H</u> elp		
0 🕞	8	e 🛍 🔻	翻	" Title 🛗	100%	•	🌆 🔺 🗞 💦 🕐 🕨 <u>S</u> olve
Arial			→ 9	• B .	<i>t</i> <u>u</u> ≣	E = 10	00 🔹 🛱 ۽ 🔘 🎁 📥 ବ
Network to Preced Start/e	ype dence list end node i	numbers			ſ	Method Crashing	
	Start node	End node	Activity time	Crash time	Activity Cost	Crash Cost	
a	1	2	16	8	2000	4400	
b	1	3	14	9	1000	1800	
c	2	4	8	6	500	700	
d	2	5	5	4	600	1300	
e	3	5	4	2	1500	3000	
f	3	6	6	4	800	1600	
g	4	6	10	7	3000	3900	
h	5	6	15	10	5000	8000	

Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Lalu, isikan data crash time dan crash cost. Setelah selesai klik **Solve**

1. Solusi model Management Project (dalam hal ini adalah solusi optimal) akan langsung ditampilkan seperti berikut:

Ada 2 (dua) tampilan solusi optimal yaitu

1 Project Managemen (PERT/CPM) Result

🙀 Project Ma	Project Management (PERT/CPM) Results										
A Project Solution											
	Start node	End node	Normal time	Crash time	Normal Cost	Crash Cost	Crash cost/pd	Crash by	Crashing cost		
Project		1	36	22	1			_			
a	1	2	16	8	2000	4400	300	8	2400		
b	1	3	14	9	1000	1800	160	5	800		
с	2	4	8	6	500	700	100	2	200		
d	2	5	5	4	600	1300	700	1	700		
е	3	5	4	2	1500	3000	750	1	750		
f	3	6	6	4	800	1600	400	0	0		
g	4	6	10	7	3000	3900	300	2	600		
h	5	6	15	10	5000	8000	600	5	3000		
TOTALS		i.			14400				8450		

$\underline{2}$ Crash schedule

🔶 Crash sch	edule									
			AF	roject Solu	tion					
Project time	Period cost	Cumulative cost	а	b	С	d	е	Ť	g	h
36	0	0								
35	300	300	1							
34	300	600	2			16	2			
33	300	900	3							1
32	460	1360	4	1						
31	460	1820	5	2						
30	460	2280	6	3						
29	460	2740	7	4						
28	460	3200	8	5			1			
27	600	3800	8	5						1
26	600	4400	8	5		26				2
25	700	5100	8	5	1					3
24	700	5800	8	5	2					4
23	900	6700	8	5	2				1	5
22	1750	8450	8	5	2	1	1		2	5

Simpulan: Proyek dapat dipercepat menjadi 28 periode/satuan waktu dengan mempercepat aktivitas a (8) dan aktivitas b (5), sehingga biaya keseluruhan adalah $14400 + (8 \times 300) + (5 \times 160) = 17600$ satuan mata uang.

Supported by:

