

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. PENGUMPULAN DATA

Perusahaan kayu Ladunni yang berlokasi di Jln. Arteri Ring Road Utara No.36 Maguwoharjo, Yogyakarta, didirikan pada tahun 1996, merupakan perusahaan yang dirintis oleh beberapa orang bermodal kemudian secara bersama mendirikan perusahaan ini.

Mula – mula usaha pertukangan ini tersebut hanya memakai peralatan yang sangat sederhana dan manual dan kemudian mulai berkembang menggunakan peralatan yang canggih. Kemudian perusahaan ini berkembang semakin pesat dan mempunyai pasar yang luas bahkan sekarang telah menembus pasar Eropa dan Amerika.

Pada tahun 1997 perusahaan ini mengembangkan usahanya dalam bidang pembuatan meubel dengan membuat meubel – meubel yang dipesan oleh konsumen dari luar negeri yang datang ke Indonesia. Dikarenakan oleh krisis moneter pada tahun 1997 pertengahan yang mengakibatkan rupiah anjlok, sehingga membuat konsumen luar negeri berbondong – bondong mencari meubel di Indonesia dengan harga yang relatif murah. Dengan kesempatan itu maka pemilik perusahaan tidak menyia – nyiakan kesempatan dengan mencari buyer dari luar negeri untuk mengembangkan usahanya dibidang pertukangan. Perusahaan ini sekarang mempunyai 4 tempat workshop yaitu, didaerah Maguwoharjo, Prambanan, dan Jepara. Di Maguwoharjo sendiri workshopnya terdiri dari 2 tempat yang berbeda.

Sedangkan kawasan pemasaran meliputi dalam negeri dan luar negeri, khusus untuk produk folding chair sebagian besar (hampir keseluruhan) diminati konsumen luar negeri, antara lain meliputi : Hongkong, Korea, Filipina, Jepang, Amerika dan Cina.

Produk meubel yang dihasilkan oleh perusahaan ini bermacam – macam jenisnya antara lain : Almari, Meja, Kursi, Tempat Tidur, Sekat Ruangan, Pintu, Kusen, *Kitchen Set* dengan *style* yang bermacam – macam untuk masing – masing jenis tersebut ataupun terserah konsumen untuk memilih / merancang sendiri jenis dan *style* yang diinginkan. Sedangkan produk lain (sampingan) yang diproduksi oleh PT. LADUNNI, yaitu : kayu reng (untuk kerangka atap) dan rak. Usaha itu masih berjalan sampai saat ini dan memiliki pelanggan tersendiri yang berasal dari luar negeri.

4.1.1. Maksud dan Tujuan Perusahaan

Perusahaan berkeyakinan untuk maju, dengan maksud dan tujuan :

- a. Melestarikan dan meningkatkan mutu sumber daya hutan dan mutu lingkungan hidup.
- b. Menyelenggarakan usaha di bidang kayu (kehutanan) yang berupa barang dan jasa guna memupuk keuntungan perusahaan dan memenuhi hajat hidup orang banyak.
- c. Mengolah kayu menjadi bahan baku meubel sejalan dengan kebijaksanaan pemerintah dalam menghentikan ekspor kayu kasar secara bertahap.

- d. Mengenalkan kepada dunia luar bahwa kualitas kayu dan meubel dari Indonesia tidak kalah bersaing dengan meubel negara lain.
- e. Menambah devisa negara.
- f. Memperluas lapangan pekerjaan.
- g. Melaksanakan program pemerintah dalam pembangunan disektor industri.

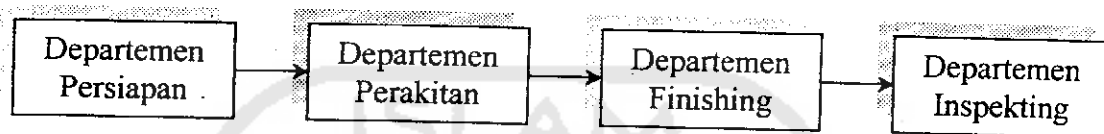
4.1.2. Sistem Produksi Perusahaan

Sistem produksi perusahaan ini berdasar job order. Prosedur dalam pemesanan dengan para pelanggan (*buyer*) adalah dengan sistem kontrak yang selalu dievaluasi dan diperbarui setiap bulannya atau mungkin lebih pendek untuk mengantisipasi harga – harga bahan baku meubel atau bahan – bahan pendukung serta biaya produksi yang fluktuatif tingkat harganya. Seperti saat ini banyak terjadi kenaikan harga pokok produksi. Hal ini disebabkan karena perekonomian Indonesia yang belum stabil yang menyebabkan naik turunnya harga – harga bahan baku dan bahan pendukung meubel tersebut.

Sedangkan prosedur pembayaran adalah cash atau tunai apabila meubel telah melewati pengujian dan masuk container dengan *buyer* melakukan pemberian uang muka terlebih dahulu setelah melakukan pemesanan barang. Hal ini dimaksudkan agar menjadikan keterikatan yang kuat antara perusahaan dan *buyer*.

4.1.3. Proses Produksi

Pada prinsipnya proses pengolahan kayu di PT. LADUNNI GLOBALINDO dibagi dalam 4 (empat) bagian besar.



Gambar 4.1 Proses Pengolahan Kayu

Bahan baku didatangkan dari Jawa Timur (Magetan dan Kediri), Jawa Tengah (Rembang, Jepara, dan Pati), Jawa Barat (Sukabumi), Kalimantan, Sumatera.

Proses produksi di perusahaan mebel PT. LADUNNI GLOBALINDO dibagi menjadi 4 stasiun (Departemen) yaitu :

1. Departemen Persiapan.

Dalam departemen ini terdiri dari beberapa kelompok kerja yaitu :

a. Pembahanan

Pada departemen ini kayu dalam wujud lempengan atau gelondongan yang sudah dibelah menjadi bahan baku (*cutting size*) harus memenuhi syarat. Ukuran bahan baku tidak boleh dibawah ukuran *netto* komponen produk karena komponen produk jati dikarenakan bahan baku akan mengalami perubahan setelah di *oven* dan di *mall*.

b. Oven

Kriteria / kondisi bahan baku setelah di oven harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- Bahan baku komponen harus benar – benar kering dengan kadar air dibawah atau sama dengan 12 mC.
- Bahan baku komponen setelah di oven tidak boleh :
 - Pecah
 - Menyusut melebihi ukuran netto komponen
 - Melengkung

c. Pertukangan

Departemen ini terdiri dari mesin – mesin pertukangan. Seperti Mesin Bubut, Mesin Frais, Mesin Potong, Mesin Pengamplas / Penghalus Kayu. Pada bagian inilah nantinya yang menjadi perhatian penulis, yaitu : Mesin Bubut. Sedangkan kriteria mutu di stasiun tersebut adalah :

- Ukuran komponen harus benar – benar dengan gambar (*sample*) atau standar ukuran dari *buyer*.
- Komponen harus presisi (siku)
- Dalam menghaluskan kayu dengan menggunakan kayu tidak boleh melawan serat agar hasilnya bagus (tidak cacat)

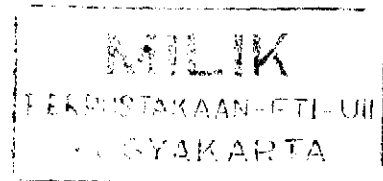
2. Departemen Perakitan

Pada sesi ini kayu mulai dirakit untuk menjadi produk yang sesuai.

3. Departemen Finishing

Kriteria hasil produk pada departemen ini adalah :

- a. Dalam pengamplasan tidak boleh melawan serat dan memotong serat.
- b. Hasil pengamplasan harus benar – benar halus.
- c. Pengecatan akhir harus rapi dan bagus.



4.1.4. Data Kuantitatif Untuk Penjadualan

Berikut ini adalah data – data yang akan digunakan dalam penjadualan produksi kayu :

Tabel 4.1 Data order kayu

Tanggal	Nomor Pekerjaan	Jenis Order	Jumlah (unit)
02/01/2004	J01	Almari	525
	J02	Almari	290
	J03	Reng	1560
	J04	Almari	360
	J05	Reng	1680
03/01/2004	J06	Kursi	265
	J07	Reng	960
	J08	Sekat Ruangan	235
04/01/2004	J09	Kitchen Set	890
05/01/2004	J10	Meja	60
	J11	Pintu	115
08/01/2004	J12	Reng	12464
	J13	Rak	760
	J14	Kusen	415
09/01/2004	J15	Rak	984
	J16	Meja	195
	J17	Almari	60
	J18	Rak	1944
10/01/2004	J19	Reng	8040
	J20	Kursi	1970
	J21	Meja	655
11/01/2004	J22	Rak	1200
	J23	Pintu	2595
	J24	Sekat Ruangan	860
	J25	Kusen	1545
	J26	Kusen	360
	J27	Tempat Tidur	385
	J28	Almari	800
	J29	Sekat Ruangan	485
	J30	Meja	575
	12/01/2004	J31	Reng
J32		Kursi	125

Sumber : PT. LADUNNI GLOBALINDO

Lanjutan Tabel 4.1 Data order kayu

Tanggal	Nomor Pekerjaan	Jenis Order	Jumlah (unit)
15/01/2004	J33	Kitchen Set	420
	J34	Kusen	1085
	J35	Reng	11136
	J36	Rak	6864
	J37	Tempat Tidur	55
16/01/2004	J38	Almari	705
	J39	Sekat Ruangan	300
	J40	Sekat Ruangan	150
	J41	Kitchen Set	70
	J42	Kursi	150
17/01/2004	J43	Kursi	190
19/01/2004	J44	Rak	100
	J45	Pintu	95
20/01/2004	J46	Almari	280
	J47	Reng	360
22/01/2004	J48	Kusen	2620
	J49	Reng	10200
24/01/2004	J50	Meja	2520
	J51	Pintu	840
	J52	Pintu	185
	J53	Tempat Tidur	195
	J54	Kitchen Set	430
	J55	Reng	4280
	J56	Tempat Tidur	180
25/01/2004	J57	Almari	1855
	J58	Pintu	90
	J59	Tempat Tidur	80
	J60	Kursi	200
	J61	Meja	65
	J62	Kitchen Set	390
26/01/2004	J63	Almari	595
	J64	Sekat Ruangan	370
27/01/2004	J65	Kursi	140
	J66	Kusen	1145
	J67	Kitchen Set	1885

Sumber : PT. LADUNNI GLOBALINDO

Kebutuhan kayu untuk 1 (satu) buah produk kayu adalah 2 SFT (1 *Shaft* = 7 m x 30 cm = 1 batang kayu). Sedangkan untuk produk Rak dan Reng masing – masing adalah 1/2 SFT. Dengan jumlah mesin yang identik sebanyak 4 (empat) buah dan kecepatan mesin BUBUT 100 btg/jam = 0,01 jam/btg.

Untuk menentukan waktu proses pada mesin BUBUT akan digunakan perhitungan – perhitungan sebagai berikut :

$$1. \text{ Jumlah kayu total} = \text{Jumlah order} \times \text{Kebutuhan kayu/unit} \dots \dots \dots (4.1)$$

dimana :

$$\text{Jumlah kayu total} = \text{jumlah kebutuhan kayu per } job \text{ (SFT)}$$

$$\text{Kebutuhan kayu/unit} = \text{jumlah kebutuhan kayu untuk 1 buah produk (SFT)}$$

$$2. \text{ Waktu proses} = \text{Jumlah kayu total} \times \text{Kecepatan mesin} \dots \dots \dots (4.2)$$

dimana :

$$\text{Waktu proses} = \text{lama pengerjaan per } job \text{ (jam)}$$

$$\text{Kecepatan mesin} = \text{kecepatan kerja mesin (jam / SFT)}$$

Contoh perhitungan :

1. Untuk *job* 1 (J01)

$$- \text{ Jumlah kayu total} = 525 \text{ unit} \times 2 \text{ SFT} = 1050 \text{ SFT}$$

$$- \text{ Waktu proses} = 1050 \times 0,01 = 10,5 \text{ jam}$$

2. Untuk *job* 3 (J03)

$$- \text{ Jumlah kayu total} = 1560 \text{ unit} \times 1/2 \text{ SFT} = 780 \text{ SFT}$$

$$- \text{ Waktu proses} = 780 \times 0,01 = 7,8 \text{ jam}$$

Lanjutan Tabel 4.2 Data waktu proses

Nomor Pekerjaan	Jumlah Kebutuhan Kayu (SFT)	Waktu Proses (jam)
J39	600	6
J40	300	3
J41	140	1.4
J42	300	3
J43	380	3.8
J44	50	0.5
J45	190	1.9
J46	560	5.6
J47	180	1.8
J48	5240	52.4
J49	5100	51
J50	5040	50.4
J51	1680	16.8
J52	370	3.7
J53	390	3.9
J54	860	8.6
J55	2140	21.4
J56	360	3.6
J57	3710	37.1
J58	180	1.8
J59	160	1.6
J60	400	4
J61	130	1.3
J62	780	7.8
J63	1190	11.9
J64	740	7.4
J65	280	2.8
J66	2290	22.9
J67	3770	37.7

* SF T= Shaft =7 m x 30 cm

Di PT. LADUNNI GLOBALINDO, mempunyai waktu kerja dalam satu minggu, di bagi menjadi 3 shift :

Shift	I	: 06.00 – 14.00 BBWI
Shift	II	: 14.00 – 22.00 BBWI
Shift	III	: 22.00 – 06.00 BBWI

Dengan waktu istirahat setengah jam untuk tiap shift. Dengan demikian terdapat 22,5 jam kerja per hari.

4.1.5. Penjadualan N Job M Mesin Paralel Stage Tunggal

Dalam penjadualan produksi ini, akan digunakan contoh order – order bulan Januari 2004, karena kedatangan order yang tidak sekaligus, maka penjadualan akan dibagi ke dalam empat periode, yaitu :

Periode I	Order yang masuk dari tanggal 2 – 6 Januari 2004, dikerjakan dari tanggal 8 – 13 Januari 2004
Periode II	Order yang masuk dari tanggal 8 – 13 Januari 2004, dikerjakan dari tanggal 15 – 20 Januari 2004
Periode III	Order yang masuk dari tanggal 15 – 20 Januari 2004, dikerjakan dari tanggal 22 – 27 Januari 2004
Periode IV	Order yang masuk dari tanggal 22 – 27 Januari 2004, dikerjakan dari tanggal 29 Januari – 3 Februari 2004

Order yang masuk pada masing – masing perioda, akan dikerjakan pada minggu berikutnya. Karena dalam satu minggu tersedia 6 hari kerja dan tidak terdapat hari libur selama pengerjaan order, maka jumlah jam kerja yang tersedia

adalah 135 jam/minggu. *Due date* yang digunakan adalah 90 jam atau 4 hari kerja. Penetapan *due date* ini fleksibel, asalkan tidak terdapat pekerjaan yang dimulai sebelum $t = 0$. Oleh karena itu, dalam pengolahan data ini juga, akan dihitung berapa *due date* minimum yang diperbolehkan untuk setiap periode.

Pada setiap periode, *job - job* (order) tersebut dikelompokkan pada setiap mesin paralel, menggunakan algoritma 1 dan algoritma 2. Dengan Teorema III Rachamadugu, masing - masing kelompok *job* pada setiap mesin paralel, diurutkan secara LPT. Setelah itu, *start time* optimal pada setiap mesin ditentukan menggunakan prosedur yang diberikan Rachamadugu dengan input α (konstanta ke-proporsional-an untuk bobot penalti *earliness*) dan β (konstanta ke-proporsional-an untuk bobot penalti *tardiness*), kemudian dilakukan penghitungan nilai fungsi tujuan totalnya. Untuk setiap penjadualan ini, akan digunakan beberapa kombinasi α dan β untuk pembuktian teori Rachamadugu, yaitu :

$$\alpha = \beta = 1; \quad \alpha = 1 \ \& \ \beta = 2; \quad \alpha = 2 \ \& \ \beta = 1$$

Dari kedua algoritma pengelompokan *job*, dipilih jadual setiap periode pada 3 kombinasi α dan β diatas, yang nilai fungsi tujuannya lebih kecil (minimum). Setelah itu digunakan kombinasi α dan β yang ditetapkan oleh perusahaan sebesar 4 dan 3.

A.1. Penjadualan Menggunakan $\alpha = 1$ & $\beta = 1$

Setelah diurutkan secara LPT, maka perlu ditentukan *start time* optimal (S^*) pada setiap mesin.

$$\frac{\alpha}{(\alpha + \beta)} \times P_A = 11.3 \text{ jam} \qquad \frac{\alpha}{(\alpha + \beta)} \times P_B = 8.5 \text{ jam}$$

$$\frac{\alpha}{(\alpha + \beta)} \times P_C = 8.45 \text{ jam} \qquad \frac{\alpha}{(\alpha + \beta)} \times P_D = 8.65 \text{ jam}$$

Tabel 4.5 Penentuan S^* pada setiap mesin

M	k	J_i	p_i	Kumulatif	Posisi
A	2	J7	4.8	4.8	Tardy
	1	J9	17.8	22.6	Tardy, j^*
$S^* = 90 - 17.8 = 72.2 \text{ jam}$					
B	3	J10	1.2	1.2	Tardy
	2	J6	5.3	6.5	Tardy
	1	J1	10.5	17	Tardy, j^*
$S^* = 90 - 10.5 = 79.5 \text{ jam}$					
C	3	J8	4.7	4.7	Tardy
	2	J2	5.8	10.5	Tardy, j^*
	1	J5	8.4	18.9	Early
$S^* = 90 - 5.8 - 8.4 = 75.8 \text{ jam}$					
D	3	J11	2.3	2.3	Tardy
	2	J4	7.2	9.5	Tardy, j^*
	1	J3	7.8	17.3	Early
$S^* = 90 - 7.2 - 7.8 = 75 \text{ jam}$					

Peta Gantt untuk penjadualan perioda I dengan $\alpha = \beta = 1$ ini, dapat dilihat pada gambar 4.2.

Nilai fungsi tujuan : $Min : Z_m = \sum_{i=1}^n \alpha \cdot (d - C_i)^+ + \beta \cdot (C_i - d)^+$

Tabel 4.6 Penghitungan nilai fungsi tujuan

M	J _i	p _i	C _i	(d - C _i) ⁺	α(d - C _i) ⁺	(C _i - d) ⁺	β(C _i - d) ⁺
A	J7	4.8	94.8	0	0	4.8	4.8
	J9	17.8	90	0	0	0	0
				Σ	0	Σ	4.8
B	J10	1.2	96.5	0	0	6.5	6.5
	J6	5.3	95.3	0	0	5.3	5.3
	J1	10.5	90	0	0	0	0
				Σ	0	Σ	11.8
C	J8	4.7	94.7	0	0	4.7	4.7
	J2	5.8	90	0	0	0	0
	J5	8.4	84.2	5.8	5.8	0	0
				Σ	5.8	Σ	4.7
D	J11	2.3	92.3	0	0	2.3	2.3
	J4	7.2	90	0	0	0	0
	J3	7.8	82.8	7.2	7.2	0	0
				Σ	7.2	Σ	2.3
Σ α(d - C _i) ⁺ = 13 Rp.jam					Σ β(C _i - d) ⁺ = 23.6 Rp.jam		
Nilai Fungsi Tujuan : z = 36.6 Rp.jam							

Due date Minimum

Due date minimum ini didapatkan dengan cara menggeser *start time* optimal (S^*) yang minimum dari seluruh mesin, pada $t = 0$.

$$S^*_{\min} = S^* A = 72.2 \text{ jam}$$

Due date minimum :

$$d_{\min} = 90 - 72.2 = 17.8 \text{ jam}$$

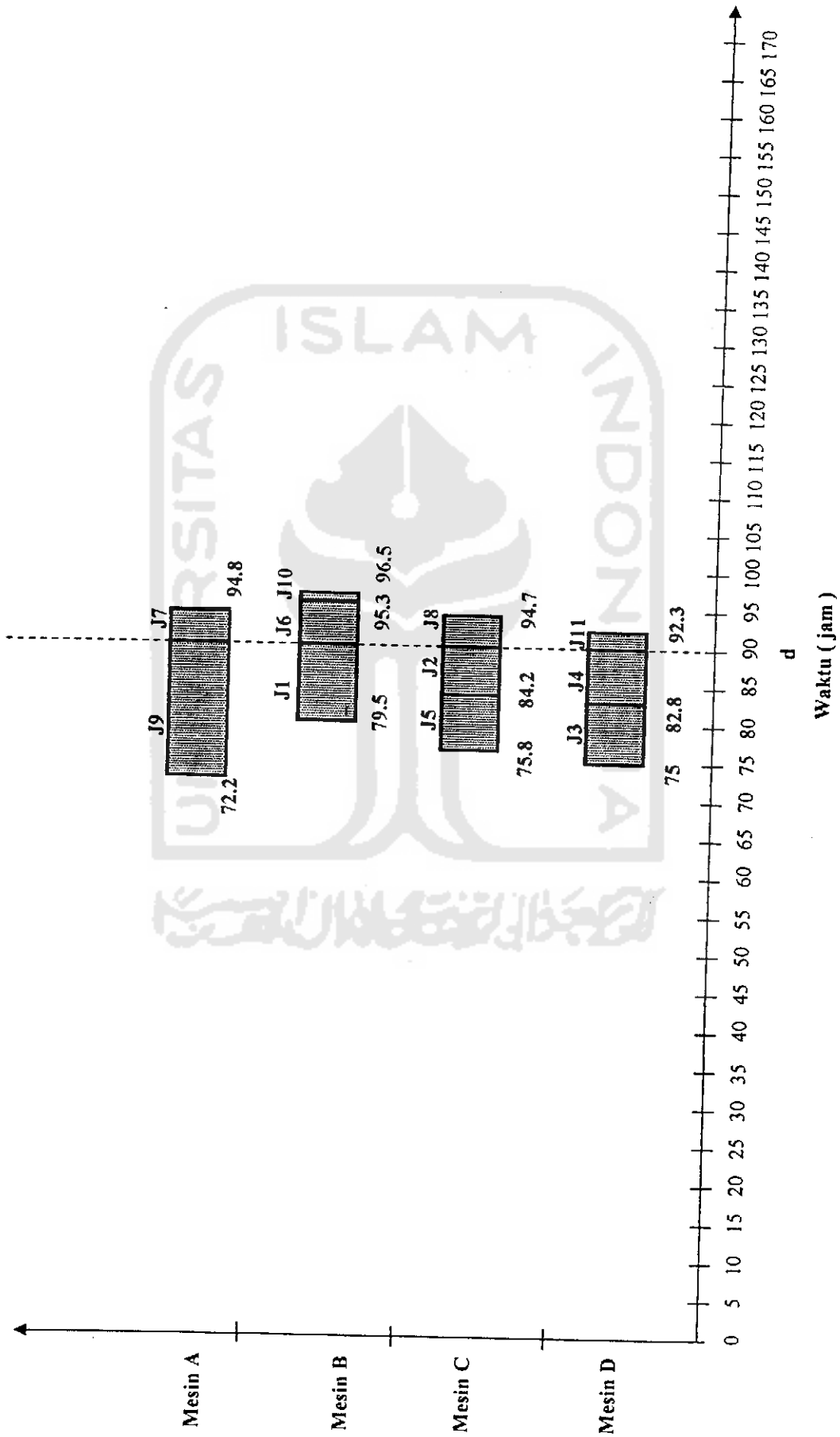
Start time yang meminimumkan *due date* :

$$S^* A = 0 \text{ jam}$$

$$S^* B = 79.5 - 72.2 = 7.3 \text{ jam}$$

$$S^* C = 75.8 - 72.2 = 3.6 \text{ jam}$$

$$S^* D = 75.0 - 72.2 = 2.8 \text{ jam}$$



Gambar 4.2 Jadwal Periode I Menggunakan Algoritma 1 dengan $\alpha = \beta = 1$

A.2. Penjadualan Menggunakan $\alpha = 1$ & $\beta = 2$

Setelah diurutkan secara LPT, maka perlu ditentukan *start time* optimal (S^*) pada setiap mesin.

$$\begin{aligned} \frac{\alpha}{(\alpha+\beta)} \times P_A &= 7.53 \text{ jam} & \frac{\alpha}{(\alpha+\beta)} \times P_B &= 5.67 \text{ jam} \\ \frac{\alpha}{(\alpha+\beta)} \times P_C &= 6.30 \text{ jam} & \frac{\alpha}{(\alpha+\beta)} \times P_D &= 5.77 \text{ jam} \end{aligned}$$

Tabel 4.7 Penentuan S^* pada setiap mesin

M	k	J_i	p_i	Kumulatif	Posisi
A	2	J7	4.8	4.8	Tardy
	1	J9	17.8	22.6	Tardy, j^*
$S^* = 90 - 17.8 = 72.2 \text{ jam}$					
B	3	J10	1.2	1.2	Tardy
	2	J6	5.3	6.5	Tardy, j^*
	1	J1	10.5	17	Early
$S^* = 90 - 5.3 - 10.5 = 74.2 \text{ jam}$					
C	3	J8	4.7	4.7	Tardy
	2	J2	5.8	10.5	Tardy, j^*
	1	J5	8.4	18.9	Early
$S^* = 90 - 5.8 - 8.4 = 75.8 \text{ jam}$					
D	3	J11	2.3	2.3	Tardy
	2	J4	7.2	9.5	Tardy, j^*
	1	J3	7.8	17.3	Early
$S^* = 90 - 7.2 - 7.8 = 75 \text{ jam}$					

Peta Gantt untuk penjadualan perioda I dengan $\alpha = 1$ & $\beta = 2$ ini, dapat dilihat pada gambar 4.3.

Nilai fungsi tujuan : $Min: Z_m = \sum_{i=1}^n \alpha \cdot (d - C_i)^+ + \beta \cdot (C_i - d)^+$

Tabel 4.8 Penghitungan nilai fungsi tujuan

M	J _i	p _i	C _i	(d - C _i) ⁺	α(d - C _i) ⁺	(C _i - d) ⁺	β(C _i - d) ⁺
A	J7	4.8	94.8	0	0	4.8	9.6
	J9	17.8	90	0	0	0	0
				Σ	0	Σ	9.6
B	J10	1.2	91.2	0	0	1.2	2.4
	J6	5.3	90	0	0	0	0
	J1	10.5	84.7	5.3	5.3	0	0
				Σ	5.3	Σ	2.4
C	J8	4.7	94.7	0	0	4.7	9.4
	J2	5.8	90	0	0	0	0
	J5	8.4	84.2	5.8	5.8	0	0
				Σ	5.8	Σ	9.4
D	J11	2.3	92.3	0	0	2.3	4.6
	J4	7.2	90	0	0	0	0
	J3	7.8	82.8	7.2	7.2	0	0
				Σ	7.2	Σ	4.6
Σ α(d - C _i) ⁺ = 18.3 Rp.jam					Σ β(C _i - d) ⁺ = 26 Rp.jam		
Nilai Fungsi Tujuan : z = 44.3 Rp.jam							

Due date Minimum

Due date minimum ini didapatkan dengan cara menggeser *start time* optimal (S^*) yang minimum dari seluruh mesin, pada $t = 0$.

$$S^*_{\min} = S^* A = 72.2 \text{ jam}$$

Due date minimum :

$$d_{\min} = 90 - 72.2 = 17.8 \text{ jam}$$

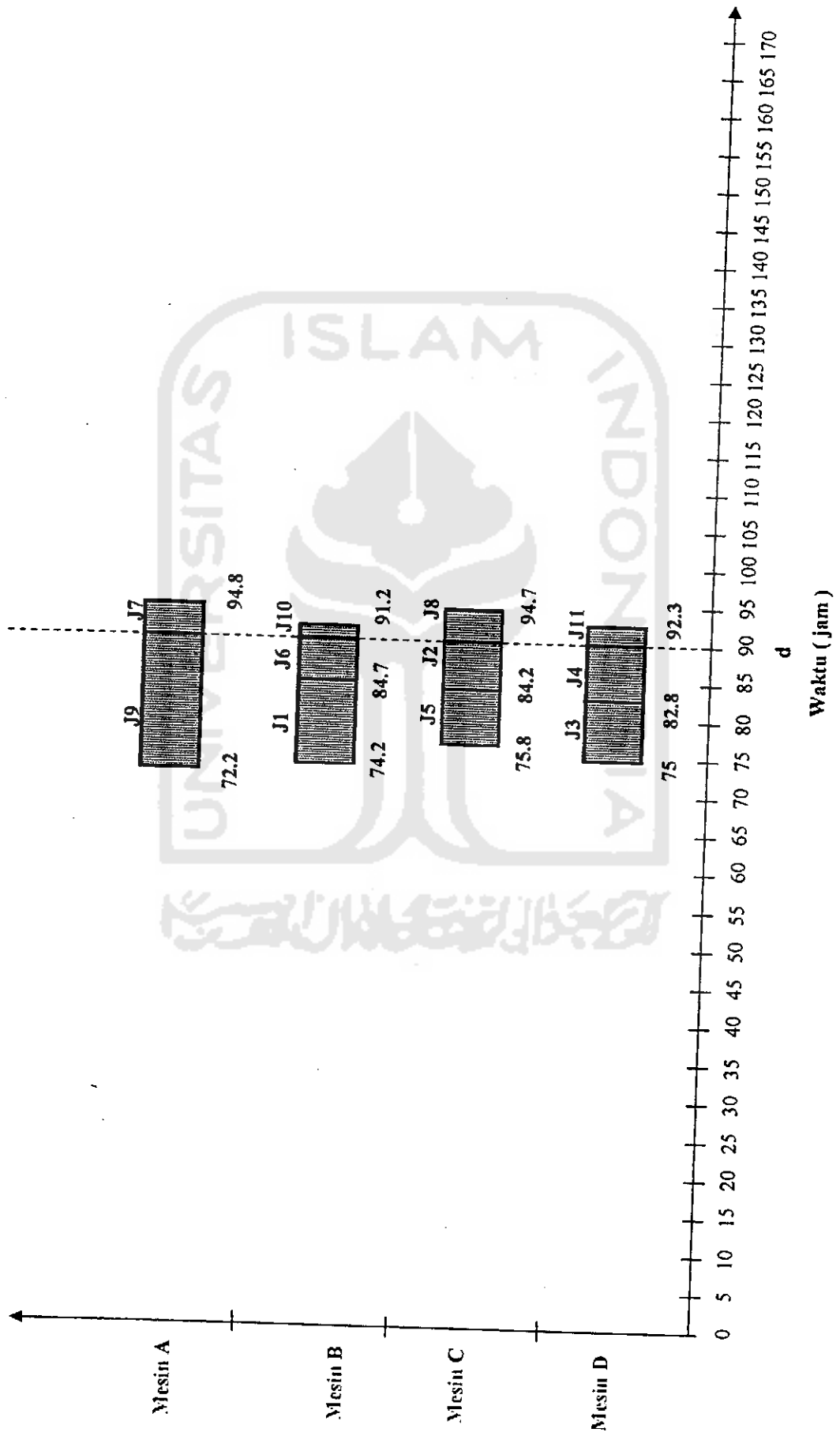
Start time yang meminimumkan *due date* :

$$S^* A = 0 \text{ jam}$$

$$S^* B = 74.2 - 72.2 = 2.0 \text{ jam}$$

$$S^* C = 75.8 - 72.2 = 3.6 \text{ jam}$$

$$S^* D = 75.0 - 72.2 = 2.8 \text{ jam}$$



Gambar 4.3 Jadwal Periode I Menggunakan Algoritma 1 dengan $\alpha = 1$ & $\beta = 2$

A.3. Penjadualan Menggunakan $\alpha = 2$ & $\beta = 1$

Setelah diurutkan secara LPT, maka perlu ditentukan *start time* optimal (S^*) pada setiap mesin.

$$\frac{\alpha}{(\alpha+\beta)} \times P_A = 15.07 \text{ jam} \qquad \frac{\alpha}{(\alpha+\beta)} \times P_B = 11.33 \text{ jam}$$

$$\frac{\alpha}{(\alpha+\beta)} \times P_C = 12.60 \text{ jam} \qquad \frac{\alpha}{(\alpha+\beta)} \times P_D = 11.53 \text{ jam}$$

Tabel 4.9 Penentuan S^* pada setiap mesin

M	k	J_i	P_i	Kumulatif	Posisi
A	2	J7	4.8	4.8	<i>Tardy</i>
	1	J9	17.8	22.6	<i>Tardy, j*</i>
$S^* = 90 - 17.8 = 72.2 \text{ jam}$					
B	3	J10	1.2	1.2	<i>Tardy</i>
	2	J6	5.3	6.5	<i>Tardy</i>
	1	J1	10.5	17	<i>Tardy, j*</i>
$S^* = 90 - 10.5 = 79.5 \text{ jam}$					
C	3	J8	4.7	4.7	<i>Tardy</i>
	2	J2	5.8	10.5	<i>Tardy</i>
	1	J5	8.4	18.9	<i>Tardy, j*</i>
$S^* = 90 - 8.4 = 81.6 \text{ jam}$					
D	3	J11	2.3	2.3	<i>Tardy</i>
	2	J4	7.2	9.5	<i>Tardy</i>
	1	J3	7.8	17.3	<i>Tardy, j*</i>
$S^* = 90 - 7.8 = 82.2 \text{ jam}$					

Peta Gantt untuk penjadualan perioda I dengan $\alpha = 2$ & $\beta = 1$ ini, dapat dilihat pada gambar 4.4.

Nilai fungsi tujuan : $Min: Z_m = \sum_{i=1}^n \alpha \cdot (d - C_i)^+ + \beta \cdot (C_i - d)^+$

Tabel 4.10 Penghitungan nilai fungsi tujuan

M	J _i	p _i	C _i	(d - C _i) ⁺	α(d - C _i) ⁺	(C _i - d) ⁺	β(C _i - d) ⁺
A	J7	4.8	94.8	0	0	4.8	4.8
	J9	17.8	90	0	0	0	0
				Σ	0	Σ	4.8
B	J10	1.2	96.5	0	0	6.5	6.5
	J6	5.3	95.3	0	0	5.3	5.3
	J1	10.5	90	0	0	0	0
				Σ	0	Σ	11.8
C	J8	4.7	100.5	0	0	10.5	10.5
	J2	5.8	95.8	0	0	5.8	5.8
	J5	8.4	90	0	0	0	0
				Σ	0	Σ	16.3
D	J11	2.3	99.5	0	0	9.5	9.5
	J4	7.2	97.2	0	0	7.2	7.2
	J3	7.8	90	0	0	0	0
				Σ	0	Σ	16.7
Σ α(d - C _i) ⁺ = 0 Rp.jam					Σ β(C _i - d) ⁺ = 49.6 Rp.jam		
Nilai Fungsi Tujuan : z = 49.6 Rp.jam							

Due date Minimum

Due date minimum ini didapatkan dengan cara menggeser *start time* optimal (S^*) yang minimum dari seluruh mesin, pada $t = 0$.

$$S^*_{\min} = S^* A = 72.2 \text{ jam}$$

Due date minimum :

$$d_{\min} = 90 - 72.2 = 17.8 \text{ jam}$$

Start time yang meminimumkan *due date* :

$$S^* A = 0 \text{ jam}$$

$$S^* B = 79.5 - 72.2 = 7.3 \text{ jam}$$

$$S^* C = 81.6 - 72.2 = 9.4 \text{ jam}$$

$$S^* D = 82.2 - 72.2 = 10.0 \text{ jam}$$

B. Pengelompokan Pekerjaan Menggunakan Algoritma 2

Langkah pengelompokannya adalah sebagai berikut :

1. Urutkan seluruh tugas dengan aturan SPT (*Shortest Processing Time*).
2. Ambil *job* satu per satu dari urutan SPT dan jadwalkan pada mesin, dengan beban kerja tersingkat. Bila terdapat mesin dengan beban yang sama, pilih salah satu sembarang.
3. Lakukan langkah 2 hingga semua *job* telah dikelompokkan.

Tabel 4.11 Pengelompokan pekerjaan menggunakan algoritma 2

J_i	p_i (jam)	Beban pada mesin			
		A	B	C	D
J10	1.2	1.2	-	-	-
J11	2.3	-	2.3	-	-
J8	4.7	-	-	4.7	-
J7	4.8	-	-	-	4.8
J6	5.3	6.4	-	-	-
J2	5.8	-	8.1	-	-
J4	7.2	-	-	11.9	-
J3	7.8	-	-	-	12.6
J5	8.4	14.9	-	-	-
J1	10.5	-	18.6	-	-
J9	17.8	-	-	29.7	-

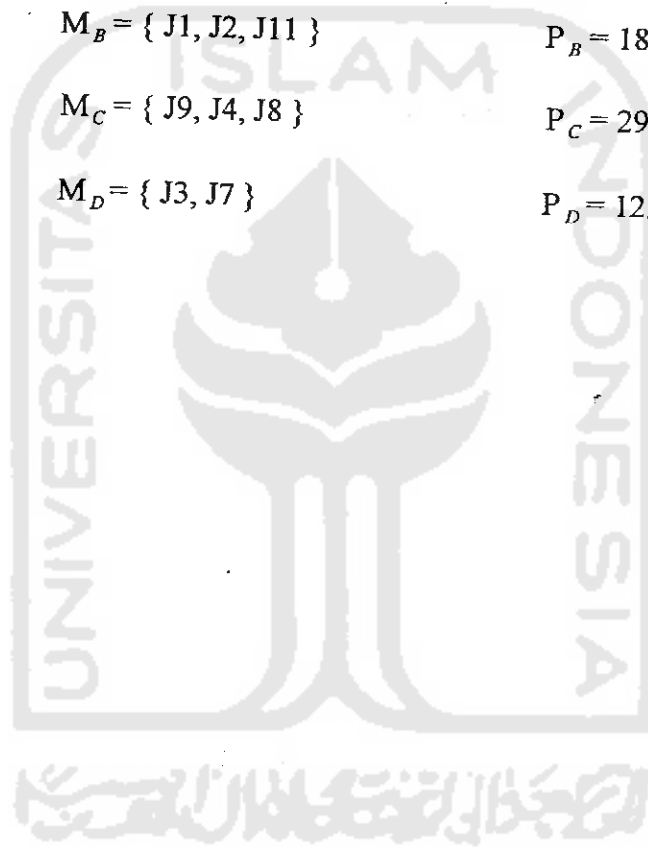
Dari algoritma 2, didapatkan pengelompokan pekerjaan pada setiap mesin yang telah diurutkan secara LPT (Teorema III Rachamadugu) sebagai berikut :

$$M_A = \{ J5, J6, J10 \} \quad P_A = 14.9 \text{ jam}$$

$$M_B = \{ J1, J2, J11 \} \quad P_B = 18.6 \text{ jam}$$

$$M_C = \{ J9, J4, J8 \} \quad P_C = 29.7 \text{ jam}$$

$$M_D = \{ J3, J7 \} \quad P_D = 12.6 \text{ jam}$$



B.1. Penjadualan Menggunakan $\alpha = 1$ & $\beta = 1$

Setelah diurutkan secara LPT, maka perlu ditentukan *start time* optimal (S^*) pada setiap mesin.

$$\begin{aligned} \frac{\alpha}{(\alpha+\beta)} \times P_A &= 7.45 \text{ jam} & \frac{\alpha}{(\alpha+\beta)} \times P_B &= 9.30 \text{ jam} \\ \frac{\alpha}{(\alpha+\beta)} \times P_C &= 14.85 \text{ jam} & \frac{\alpha}{(\alpha+\beta)} \times P_D &= 6.30 \text{ jam} \end{aligned}$$

Tabel 4.12 Penentuan S^* pada setiap mesin

M	k	J_i	p_i	Kumulatif	Posisi
A	3	J10	1.2	1.2	<i>Tardy</i>
	2	J6	5.3	6.5	<i>Tardy</i>
	1	J5	8.4	14.9	<i>Tardy, j*</i>
$S^* = 90 - 8.4 = 81.6 \text{ jam}$					
B	3	J11	2.3	2.3	<i>Tardy</i>
	2	J2	5.8	8.1	<i>Tardy</i>
	1	J1	10.5	18.6	<i>Tardy, j*</i>
$S^* = 90 - 10.5 = 79.5 \text{ jam}$					
C	3	J8	4.7	4.7	<i>Tardy</i>
	2	J4	7.2	11.9	<i>Tardy</i>
	1	J9	17.8	29.7	<i>Tardy, j*</i>
$S^* = 90 - 17.8 = 72.2 \text{ jam}$					
D	2	J7	4.8	4.8	<i>Tardy</i>
	1	J3	7.8	12.6	<i>Tardy, j*</i>
$S^* = 90 - 7.8 = 82.2 \text{ jam}$					

Peta Gantt untuk penjadualan perioda I dengan $\alpha = \beta = 1$ ini, dapat dilihat pada gambar 4.5.

$$\text{Nilai fungsi tujuan : } \text{Min} : Z_m = \sum_{i=1}^n \alpha \cdot (d - C_i)^+ + \beta \cdot (C_i - d)^+$$

Tabel 4.13 Penghitungan nilai fungsi tujuan

M	J _i	p _i	C _i	(d - C _i) ⁺	α(d - C _i) ⁺	(C _i - d) ⁺	β(C _i - d) ⁺
A	J10	1.2	96.5	0	0	6.5	6.5
	J6	5.3	95.3	0	0	5.3	5.3
	J5	8.4	90	0	0	0	0
				Σ	0	Σ	11.8
B	J11	2.3	98.1	0	0	8.1	8.1
	J2	5.8	95.8	0	0	5.8	5.8
	1	10.5	90	0	0	0	0
				Σ	0	Σ	13.9
C	J8	4.7	101.9	0	0	11.9	11.9
	J4	7.2	97.2	0	0	7.2	7.2
	J9	17.8	90	0	0	0	0
				Σ	0	Σ	19.1
D	J7	4.8	94.8	0	0	4.8	4.8
	J3	7.8	90	0	0	0	0
				Σ	0	Σ	4.8
Σ α(d - C _i) ⁺ = 0 Rp.jam					Σ β(C _i - d) ⁺ = 49.6 Rp.jam		
Nilai Fungsi Tujuan : z = 49.6 Rp.jam							

Due date Minimum

Due date minimum ini didapatkan dengan cara menggeser *start time* optimal (S^*) yang minimum dari seluruh mesin, pada $t = 0$.

$$S^*_{\min} = S^* C = 72.2 \text{ jam}$$

Due date minimum :

$$d_{\min} = 90 - 72.2 = 17.8 \text{ jam}$$

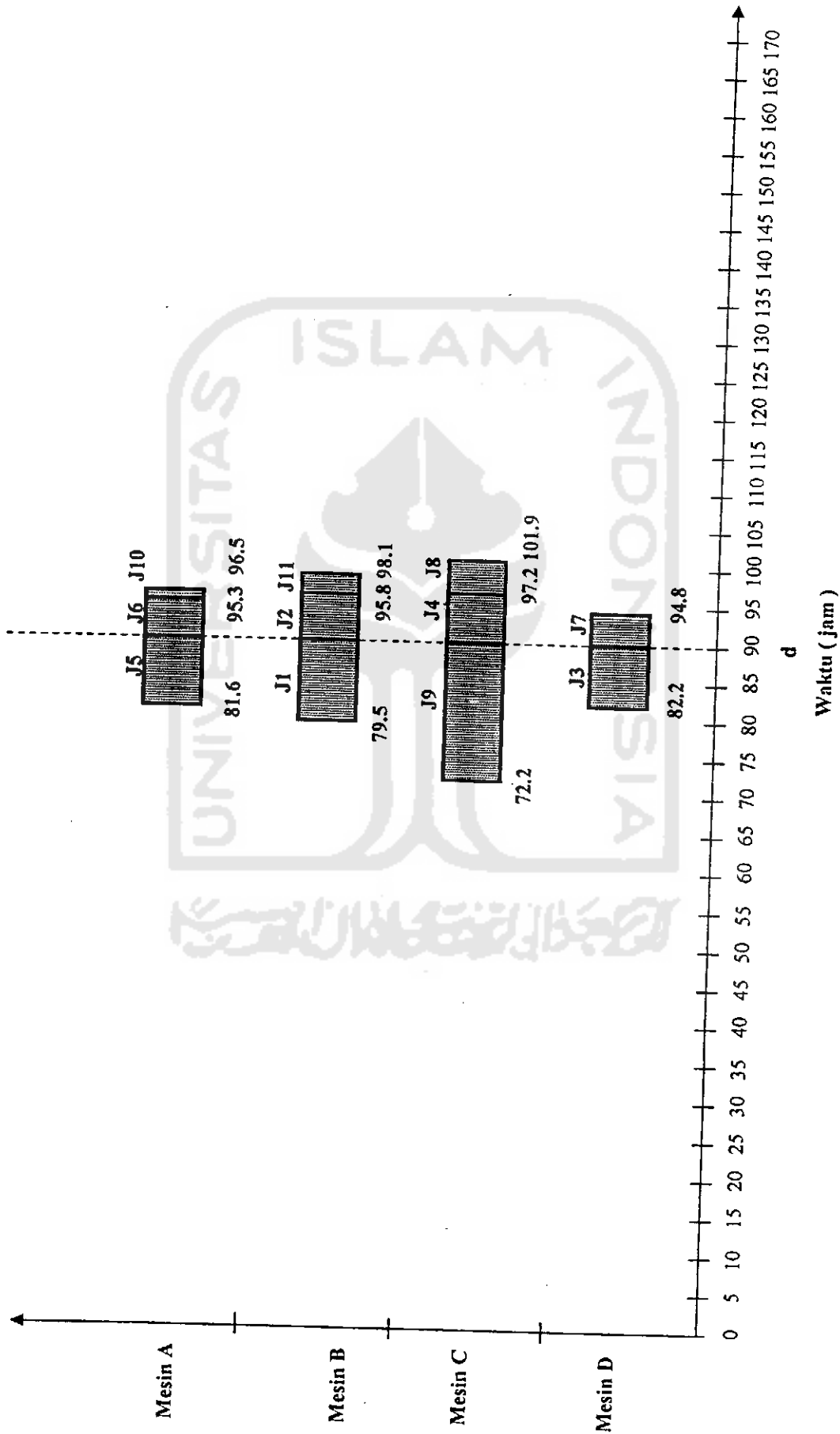
Start time yang meminimumkan *due date* :

$$S^* A = 81.6 - 72.2 = 9.4 \text{ jam}$$

$$S^* B = 79.5 - 72.2 = 7.3 \text{ jam}$$

$$S^* C = 0 \text{ jam}$$

$$S^* D = 82.2 - 72.2 = 10 \text{ jam}$$



Gambar 4.5 Jadwal Periode I Menggunakan Algoritma 2 dengan $\alpha = \beta = 1$

B.2. Penjadualan Menggunakan $\alpha = 1$ & $\beta = 2$

Setelah diurutkan secara LPT, maka perlu ditentukan *start time* optimal (S^*) pada setiap mesin.

$$\frac{\alpha}{(\alpha + \beta)} \times P_A = 4.97 \text{ jam} \qquad \frac{\alpha}{(\alpha + \beta)} \times P_B = 6.20 \text{ jam}$$

$$\frac{\alpha}{(\alpha + \beta)} \times P_C = 9.90 \text{ jam} \qquad \frac{\alpha}{(\alpha + \beta)} \times P_D = 4.20 \text{ jam}$$

Tabel 4.14 Penentuan S^* pada setiap mesin

M	k	J_i	p_i	Kumulatif	Posisi
A	3	J10	1.2	1.2	Tardy
	2	J6	5.3	6.5	Tardy, j^*
	1	J5	8.4	14.9	Early
$S^* = 90 - 5.3 - 8.4 = 76.3 \text{ jam}$					
B	3	J11	2.3	2.3	Tardy
	2	J2	5.8	8.1	Tardy, j^*
	1	J1	10.5	18.6	Early
$S^* = 90 - 5.8 - 10.5 = 73.7 \text{ jam}$					
C	3	J8	4.7	4.7	Tardy
	2	J4	7.2	11.9	Tardy, j^*
	1	J9	17.8	29.7	Early
$S^* = 90 - 7.2 - 17.8 = 65 \text{ jam}$					
D	2	J7	4.8	4.8	Tardy, j^*
	1	J3	7.8	12.6	Early
$S^* = 90 - 4.8 - 7.8 = 77.4 \text{ jam}$					

Peta Gantt untuk penjadualan perioda I dengan $\alpha = 1$ & $\beta = 2$ ini, dapat dilihat pada gambar 4.6.

Nilai fungsi tujuan : $Min : Z_m = \sum_{i=1}^n \alpha \cdot (d - C_i)^+ + \beta \cdot (C_i - d)^+$

Tabel 4.15 Penghitungan nilai fungsi tujuan

M	J _i	p _i	C _i	(d - C _i) ⁺	α(d - C _i) ⁺	(C _i - d) ⁺	β(C _i - d) ⁺
A	J10	1.2	91.2	0	0	1.2	2.4
	J6	5.3	90	0	0	0	0
	J5	8.4	84.7	5.3	5.3	0	0
				Σ	5.3	Σ	2.4
B	J11	2.3	92.3	0	0	2.3	4.6
	J2	5.8	90	0	0	0	0
	1	10.5	84.2	5.8	5.8	0	0
				Σ	5.8	Σ	4.6
C	J8	4.7	94.7	0	0	4.7	9.4
	J4	7.2	90	0	0	0	0
	J9	17.8	82.8	7.2	7.2	0	0
				Σ	7.2	Σ	9.4
D	J7	4.8	90	0	0	0	0
	J3	7.8	85.2	4.8	4.8	0	0
				Σ	4.8	Σ	0
Σ α(d - C _i) ⁺ = 23.1 Rp.jam					Σ β(C _i - d) ⁺ = 16.4 Rp.jam		
Nilai Fungsi Tujuan : z = 39.5 Rp.jam							

Due date Minimum

Due date minimum ini didapatkan dengan cara menggeser *start time* optimal (S^*) yang minimum dari seluruh mesin, pada $t = 0$.

$$S^*_{\min} = S^* C = 65.0 \text{ jam}$$

Due date minimum :

$$d_{\min} = 90 - 65.0 = 25.0 \text{ jam}$$

Start time yang meminimumkan *due date* :

$$S^* A = 76.3 - 65.0 = 11.3 \text{ jam}$$

$$S^* B = 73.7 - 65.0 = 8.7 \text{ jam}$$

$$S^* C = 0 \text{ jam}$$

$$S^* D = 77.4 - 65.0 = 12.4 \text{ jam}$$

B.3. Penjadualan Menggunakan $\alpha = 2$ & $\beta = 1$

Setelah diurutkan secara LPT, maka perlu ditentukan *start time* optimal (S^*) pada setiap mesin.

$$\begin{aligned} \frac{\alpha}{(\alpha + \beta)} \times P_A &= 9.93 \text{ jam} & \frac{\alpha}{(\alpha + \beta)} \times P_B &= 12.4 \text{ jam} \\ \frac{\alpha}{(\alpha + \beta)} \times P_C &= 19.8 \text{ jam} & \frac{\alpha}{(\alpha + \beta)} \times P_D &= 8.40 \text{ jam} \end{aligned}$$

Tabel 4.16 Penentuan S^* pada setiap mesin

M	k	J_i	p_i	Kumulatif	Posisi
A	3	J10	1.2	1.2	<i>Tardy</i>
	2	J6	5.3	6.5	<i>Tardy</i>
	1	J5	8.4	14.9	<i>Tardy, j*</i>
$S^* = 90 - 8.4 = 81.6 \text{ jam}$					
B	3	J11	2.3	2.3	<i>Tardy</i>
	2	J2	5.8	8.1	<i>Tardy</i>
	1	J1	10.5	18.6	<i>Tardy, j*</i>
$S^* = 90 - 10.5 = 79.5 \text{ jam}$					
C	3	J8	4.7	4.7	<i>Tardy</i>
	2	J4	7.2	11.9	<i>Tardy</i>
	1	J9	17.8	29.7	<i>Tardy, j*</i>
$S^* = 90 - 17.8 = 72.2 \text{ jam}$					
D	2	J7	4.8	4.8	<i>Tardy</i>
	1	J3	7.8	12.6	<i>Tardy, j*</i>
$S^* = 90 - 7.8 = 82.2 \text{ jam}$					

Peta Gantt untuk penjadualan perioda I dengan $\alpha = 2$ & $\beta = 1$ ini, dapat dilihat pada gambar 4.7.

Nilai fungsi tujuan : $Min : Z_m = \sum_{i=1}^n \alpha \cdot (d - C_i)^+ + \beta \cdot (C_i - d)^+$

Tabel 4.17 Penghitungan nilai fungsi tujuan

M	J _i	p _i	C _i	(d - C _i) ⁺	α(d - C _i) ⁺	(C _i - d) ⁺	β(C _i - d) ⁺
A	J10	1.2	96.5	0	0	6.5	6.5
	J6	5.3	95.3	0	0	5.3	5.3
	J5	8.4	90	0	0	0	0
Σ				0		Σ	11.8
B	J11	2.3	98.1	0	0	8.1	8.1
	J2	5.8	95.8	0	0	5.8	5.8
	1	10.5	90	0	0	0	0
Σ				0		Σ	13.9
C	J8	4.7	101.9	0	0	11.9	11.9
	J4	7.2	97.2	0	0	7.2	7.2
	J9	17.8	90	0	0	0	0
Σ				0		Σ	19.1
D	J7	4.8	94.8	0	0	4.8	4.8
	J3	7.8	90	0	0	0	0
Σ				0		Σ	4.8
Σ α(d - C _i) ⁺ = 0 Rp.jam					Σ β(C _i - d) ⁺ = 49.6 Rp.jam		
Nilai Fungsi Tujuan : z = 49.6 Rp.jam							

Due date Minimum

Due date minimum ini didapatkan dengan cara menggeser *start time* optimal (S^*) yang minimum dari seluruh mesin, pada $t = 0$.

$$S^*_{\min} = S^* C = 72.2 \text{ jam}$$

Due date minimum :

$$d_{\min} = 90 - 72.2 = 17.8 \text{ jam}$$

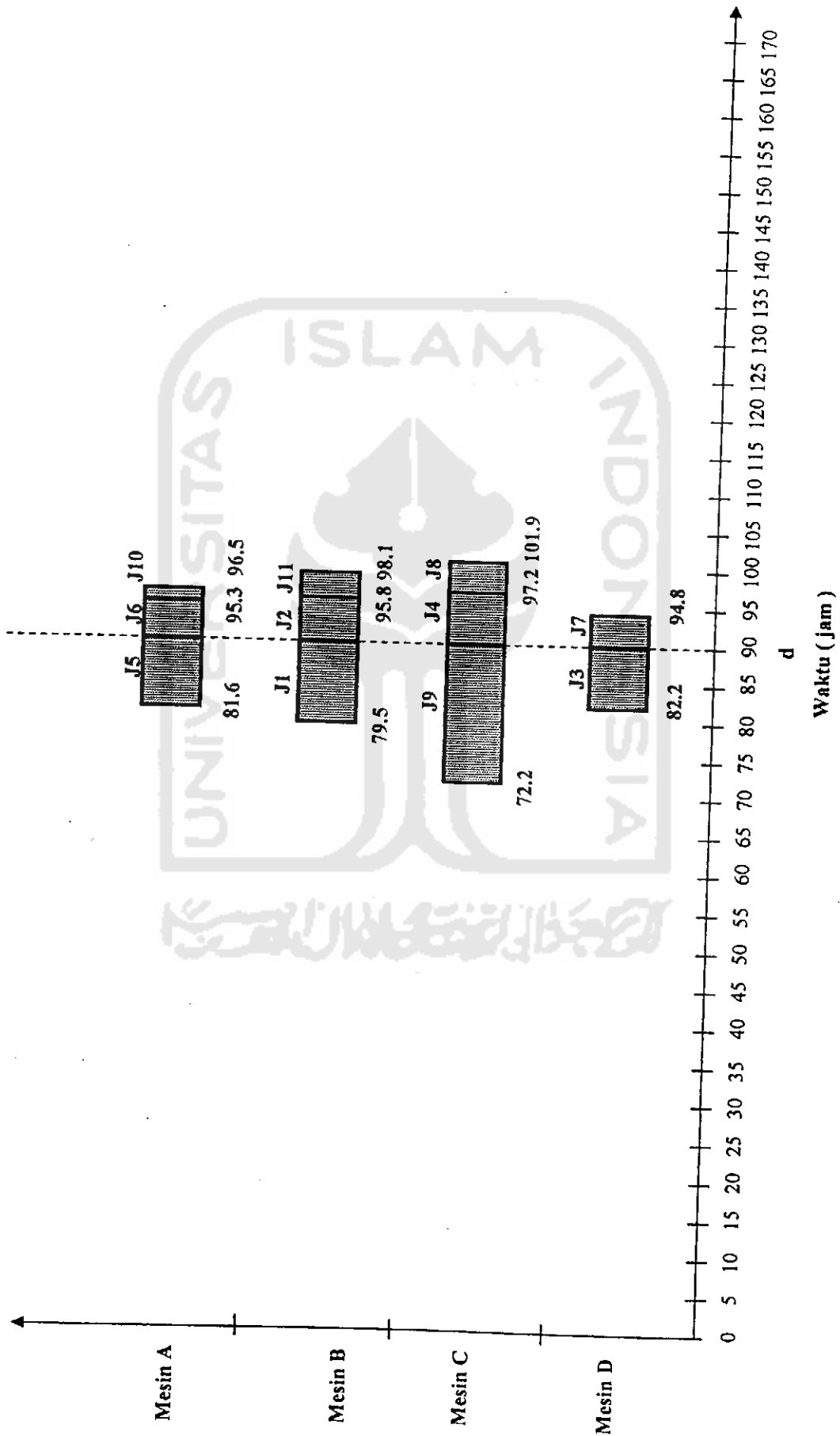
Start time yang meminimumkan *due date* :

$$S^* A = 81.6 - 72.2 = 9.4 \text{ jam}$$

$$S^* B = 79.5 - 72.2 = 7.3 \text{ jam}$$

$$S^* C = 0 \text{ jam}$$

$$S^* D = 82.2 - 72.2 = 10 \text{ jam}$$



Gambar 4.7 Jadwal Periode I Menggunakan Algoritma 2 dengan $\alpha = 2$ & $\beta = 1$

4.2.1. Daftar rekapitulasi nilai fungsi tujuan periode I :

1. Algoritma 1

a. $\alpha = 1$ & $\beta = 1$: $Z = 36.6$ Rp.jam

b. $\alpha = 1$ & $\beta = 2$: $Z = 44.3$ Rp.jam

c. $\alpha = 2$ & $\beta = 1$: $Z = 49.6$ Rp.jam

2. Algoritma 2

a. $\alpha = 1$ & $\beta = 1$: $Z = 49.6$ Rp.jam

b. $\alpha = 1$ & $\beta = 2$: $Z = 39.5$ Rp.jam

c. $\alpha = 2$ & $\beta = 1$: $Z = 49.6$ Rp.jam

