

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Dalam pelaksanaan perencanaan sumber daya manusia (tenaga kerja) proyek, digunakan data-data dari proyek gedung Dirjen Pajak DIY yang berupa jenis-jenis pekerjaan, durasi dan waktu pelaksanaan masing-masing pekerjaan dengan menganalisa *time schedule* dan jadwal kerja, serta RAB (rencana anggaran biaya) proyek. Dalam proses analisa data, dilakukan beberapa penyesuaian yang masih bisa dipertanggungjawabkan secara logis untuk mendapatkan perencanaan yang relevan.

Diawali dengan penyusunan ulang kegiatan-kegiatan proyek pada jaringan kerja, sesuai dengan kaidah dasar yang berlaku dan logika ketergantungan. Mengidentifikasi jalur kritis dan *float*. Kemudian direncanakan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada setiap kegiatan, berdasarkan produktifitasnya. Selanjutnya dilakukan usaha-usaha untuk meningkat daya guna pemakaian sumber tenaga kerja, dengan meminimalkan fluktuasi menggunakan metode perataan sumber daya (*resource leveling*), dengan metode optimalisasi (*optimalization methode*)

5.2 Tinjauan umum proyek

Berikut ini diberikan data-data yang akan dipergunakan, berupa data umum proyek, daftar pekerjaan proyek dan daftar tenaga kerjanya.

1. Data proyek

- a. Nama proyek : Pelaksanaan Pembangunan Gedung Direktorat Jendral Pajak Yogyakarta.
- b. Deskripsi proyek : gedung kantor lantai 1-8
- c. Lokasi proyek : Jalan Ring Road Utara, Depan Casa Grande Real Estate, Sleman, Yogyakarta.
- d. Kontraktor proyek : PT. Waskita Karya
- e. Konsultan perencanaan/penagawas : PT. Titimatra Tujutama
- f. Tanggal mulai : 29 November 2005

g. Hari kerja per minggu : Senin – Sabtu

2. Daftar Pekerjaan Proyek

Pekerjaan yang ada dalam proyek ini tidak seluruhnya dianalisa melainkan hanya sebagian saja. Yaitu setelah dikurangi beberapa pekerjaan elektrikal. Hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam menganalisa produktifitasnya, dikarenakan kebanyakan dari pekerjaan ini biasanya dikerjakan secara borongan atau sub kontraktor. Adapun pekerjaan-pekerjaan tersebut adalah :

Tabel 5.1 Daftar Tenaga Kerja Proyek

NO	URAIAN PEKERJAAN	DURASI MINGGU
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	17
II	PEKERJAAN STRUKTUR	
A	PEKERJAAN PENGAMAN PONDASI BANGUNAN	
a	PEK.DINDING PENAHAN TANAH	13
b	PEK.HALAMAN /SALURAN KELILING BANGUNAN	
B	STRUKTUR GEDUNG KANTOR	
a	LANTAI 1 (SATU)	4
b	LANTAI 2 (DUA)	4
c	LANTAI 3 (TIGA)	4
d	LANTAI 4 (EMPAT)	4
e	LANTAI 5 (LIMA)	4
f	LANTAI 6 (ENAM)	3
g	LANTAI 7 (TUJUH)	4
h	LANTAI 8 (DELAPAN)	4
i	PEKERJAAN ATAP	
III	PEKERJAAN ARSITEKTUR	
A	PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR	
a	PEKERJAAN LANTAI 1	12
b	PEKERJAAN LANTAI 2 (DUA)	11
c	PEKERJAAN LANTAI 3 (TIGA)	11
d	PEKERJAAN LANTAI 4 (EMPAT)	10
e	PEKERJAAN LANTAI 5 (LIMA)	9
f	PEKERJAAN LANTAI 6 (ENAM)	
g	PEKERJAAN LANTAI 7 (TUJUH)	
h	PEKERJAAN LANTAI 8 (DELAPAN)	
B	PEKERJAAN POS JAGA	3
IV	PEKERJAAN MEKANIKAL	13
V	PEKERJAAN PLUMBING	13
VI	PEKERJAAN FIRE PROTECTION	12
VII	PEKERJAAN ELEKTRIKAL	12

Table 5.2 Daftar Tenaga Kerja Proyek

No	PEKERJAAN
1	Tenaga/pembantu
2	Tukang Gali
3	Tukang Batu
4	Tukang Kayu
5	Tukang Besi
6	Tukang Cat
7	Tukang Pipa

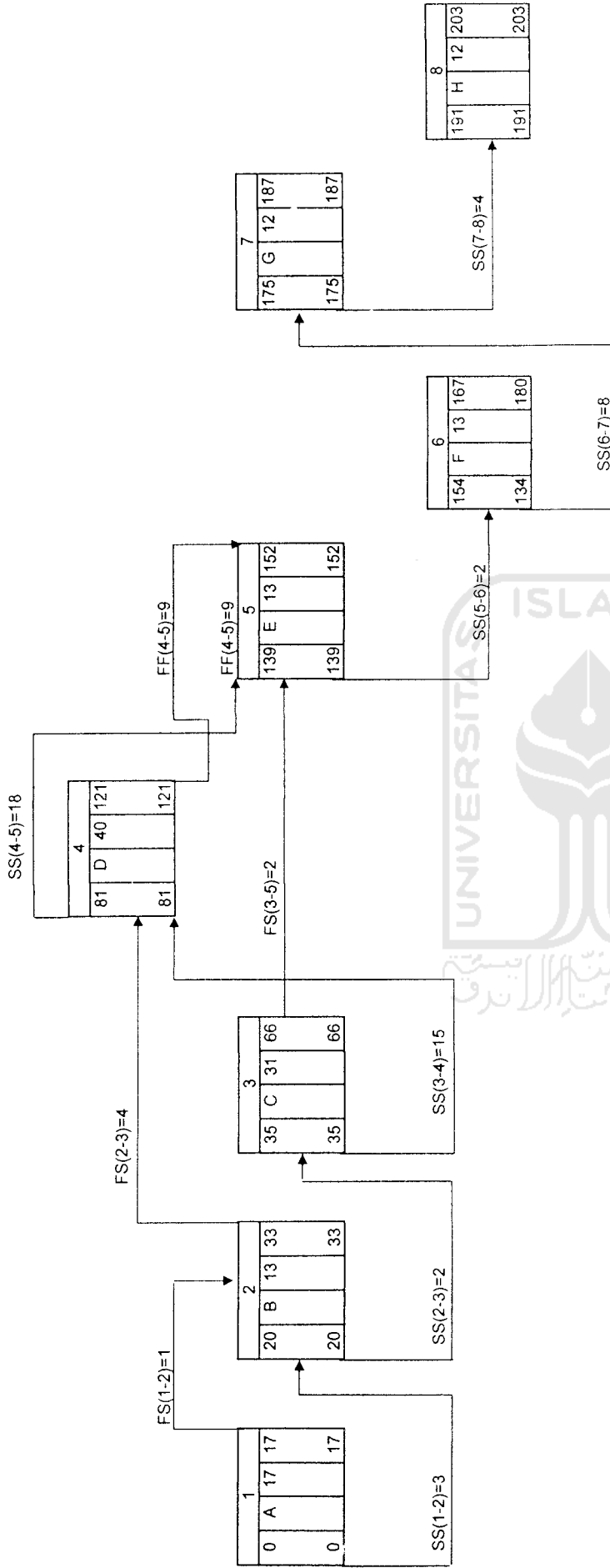
5.3 Identifikasi Jalur Krisis dan Float

Pada proses identifikasi jalur krisis dan *float* digunakan perhitungan dengan cara hitungan maju dan hitungan mundur. Dengan hitungan maju akan didapatkan nilai ES dan LS, dan dengan hitungan mundur akan didapatkan nilai EF dan LF. Adapun rumus perhitungan yang dipakai adalah

1. $ES(J) = EF(i) + FS(i-j)$, atau $ES(i) + SS(i-j)$
2. $EF(j) = ES(j) + D(j)$
3. $LF(i) = LS(j) - FS(i-j)$, atau $LS(j) - SS(i-j) + D(j)$
4. $LS(i) = LF(i) - D(i)$

Konstrain yang dipergunakan adalah FS (*Finish to Start*), *Finish to Finish* (FF), *Start to Finish* (SF) dan SS (*Start to Start*) sesuai dengan hubungan dari masing-masing kegiatan proyek. Nilai FS/ES positif berarti terjadi *lag time* yaitu adanya waktu senggang antara kegiatan, dan bila negatif berarti terjadi *lead time* yaitu ada tubrukan (*overlap*) antar kegiatan.

Sedang *float* (*total float*) didapatkan dari pengurangan antara EF - ES atau LF - LS. Jika hasil pengurangannya nol, berarti kegiatan-kegiatan itu berada pada jalur kritis dan disebut kegiatan-kegiatan kritis. Hasil perhitungan dari proyek menghasilkan jalur kritis dan *float* seperti pada gambar jaringan kerja PDM (berikut dengan perhitungannya) serta dalam bentuk tabel 5.3a berikut ini.



GAMBAR 5.1 JARINGAN KERJA PDM



Tabel 5.3a PDM dari Kurva S

No	Nama Kegiatan	Durasi	Konstrain
1.	Pekerjaan Persiapan (A)	17	-
2.	Pekerjaan DPT (B)	13	SS (1-2) = 3
			FF (1-2) = 1
3.	Pekerjaan Struktur Gedung (C)	31	SS (2-3) = 2
			FS (2-4) = 4
4.	Pekerjaan Arsitektur (D)	40	SS (3-4) = 15
			FS (3-5) = 2
5.	Pekerjaan Mekanikal (E)	13	FF (4-5) = 9
			SS (4-5) = 18
			FF (4-6) = 6
6.	Pekerjaan Plumbing (F)	13	SS (5-6) = 2
7.	Pekerjaan Fire Protection (G)	12	SS (6-7) = 8
8.	Pekerjaan Elektrical (H)	12	SS (7-8) = 4

Hitungan Maju

- Kegiatan A

Dianggap mulai awal = 0

$$ES (1) = 0$$

$$EF (1) = ES (1) + D (A) = 0 + 17 = 17$$

- Kegiatan B

$$ES (2) = EF (1) + SS (1-2) = 17 + 3 = 20$$

$$= EF (1) + FF (1-2) - D (B) = 17 + 1 - 13 = 5$$

angka terbesar = 20

$$EF(2) = ES(2) + D(B) = 20 + 13 = 33$$

- Kegiatan C

$$ES(3) = EF(2) + SS(2-3) = 33 + 2 = 35$$

$$EF(3) = ES(3) + D(C) = 35 + 31 = 66$$

- Kegiatan D

$$ES(4) = EF(3) + SS(3-4) = 66 + 15 = 81$$

$$= EF(2) + FS(2-4) = 33 + 4 = 37$$

$$\text{Angka terbesar} = 81$$

$$EF(4) = ES(4) + D(D) = 81 + 40 = 121$$

- Kegiatan E

$$ES(5) = EF(4) + SS(4-5) = 121 + 18 = 139$$

$$= EF(4) + FF(4-5) - D(E) = 121 + 9 - 13 = 117$$

$$= EF(8) + FS(3-5) = 66 + 2 = 68$$

$$\text{Angka terbesar} = 139$$

$$EF(5) = FS(4) + D(E) = 139 + 13 = 152$$

- Kegiatan F

$$ES(6) = EF(5) + SS(5-6) = 152 + 2 = 154$$

$$= EF(4) + FF(4-6) - D(F) = 121 + 6 - 13 = 114$$

$$\text{Angka terbesar} = 154$$

$$EF(6) = ES(6) + D(F) = 154 + 13 = 167$$

- Kegiatan G

$$ES(7) = EF(6) + SS(6-7) = 167 + 8 = 175$$

$$EF(7) = ES(7) + D(G) = 175 + 12 = 187$$

- Kegiatan H

$$ES(8) = EF(7) + SS(7-8) = 187 + 4 = 191$$

$$EF(8) = ES(8) + D(H) = 191 + 112 = 203$$

Hitungan Mundur

- Dimulai dari kegiatan akhir H $\rightarrow EF(8) = LF(8) = 203$
- Kegiatan G
 - $LF(7) = LS(8) - SS(7-8) + D(G) = 191 - 4 + 12 = 199$
 - $LS(7) = LF(7) - D(G) = 199 - 12 = 187$
- Kegiatan F
 - $LF(6) = LS(7) - SS(6-7) + D(F) = 175 - 8 + 13 = 180$
 - $LS(6) = LF(6) - D(F) = 180 - 13 = 167$
- Kegiatan E
 - $LF(5) = LS(6) - SS(5-6) + D(E) = 167 - 2 - 3 = 152$
 - $LS(5) = LF(5) - D(E) = 152 - 13 = 139$
- Kegiatan D
 - $LF(4) = LS(5) - SS(4-5) - D(D) = 139 - 18 = 121$
 - $LF(4) = LF(5) - FF(4-5) = 152 - 9 = 143$
 - $LF(4) = LF(6) - FF(4-6) = 180 - 6 = 174$
 - $LF(4) = LF(4) - D(D) = 121 - 40 = 81$
 - Angka terkecil = 81
- Kegiatan C
 - $LF(3) = LS(4) - SS(3-4) = 81 - 15 = 66$
 - $LF(3) = LS(5) - FS(3-5) = 139 - 2 = 137$
 - $LS(3) = LF(5) - D(C) = 66 - 31$
 - Angka terkecil = 66
- Kegiatan B

$$LF (2) = LS (3) - SS (2-3) = 35 - 2 = 33$$

$$LF (2) = LF (4) - FS (2-4) = 41 - 4 = 37$$

$$\text{Angka terkecil} = 33$$

- Kegiatan A

$$LF (1) = LS (2) - SS (1-2) = 20 - 3 = 17$$

$$LF (1) = LF (2) - FF (-2) = 33 - 1 = 32$$

$$\text{Angka terkecil} = 33$$

$$LS (1) = LF (1) - D (A) = 17 - 17 = 0$$

5.4 Menentukan Jumlah Tenaga Kerja Lapangan

Dalam menentukan jumlah tenaga kerja lapangan diperlukan angka produktivitas tenaga kerja, yang berguna untuk menunjukkan besarnya volume atau luas pekerjaan yang dapat diselesaikan sejumlah tenaga kerja terhadap waktu. Produktivitas tenaga kerja yang digunakan disini diperoleh dari pengalaman engineer berdasarkan wawancara. Jumlah tenaga kerja yang didapatkan merupakan jumlah tenaga kerja total setiap pekerjaan per waktu atau durasinya. Jumlah tenaga kerja total setiap pekerjaan yang dibutuhkan ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$= \left[\frac{\text{vol. pekerjaan}}{\text{produktivitas minimum}} \right] \times \text{jumlah tenaga kerja tiap produktivitas}$$

Angka produktivitas dan hasil perhitungan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan secara lengkap diberikan pada lampiran 4. selanjutnya ringkasan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan setiap pekerjaan terdapat pada tabel 5.3b berikut.

Tabel 5.3b Jumlah Tenaga Lapangan

NO	URAIAN PEKERJAAN	TENAGA KERJA PER MINGGU	DIBULATKAN
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	7.251176471	7
II	PEKERJAAN STRUKTUR	2.008653846	2
A	PEKERJAAN PENGAMAN PONDASI BANGUNAN		
a	PEK.DINDING PENAHAN TANAH		
b	PEK.HALAMAN /SALURAN KELILING BANGUNAN		
B	STRUKTUR GEDUNG KANTOR		
a	LANTAI 1 (SATU)	44.80115079	45
b	LANTAI 2 (DUA)	7.176111111	7
c	LANTAI 3 (TIGA)	8.092666667	8
d	LANTAI 4 (EMPAT)	8.092666667	8
e	LANTAI 5 (LIMA)	8.092666667	8
f	LANTAI 6 (ENAM)	10.7902222	11
g	LANTAI 7 (TUJUH)	8.092666667	8
h	LANTAI 8 (DELAPAN)	5.368666667	6
i	PEKERJAAN ATAP		
III	PEKERJAAN ARSITEKTUR		
A	PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR		
a	PEKERJAAN LANTAI 1	24.69952358	25
b	PEKERJAAN LANTAI 2 (DUA)	22.75631381	23
c	PEKERJAAN LANTAI 3 (TIGA)	22.98805263	23
d	PEKERJAAN LANTAI 4 (EMPAT)	23.03082614	23
e	PEKERJAAN LANTAI 5 (LIMA)	29.4728976	30
f	PEKERJAAN LANTAI 6 (ENAM)		
g	PEKERJAAN LANTAI 7 (TUJUH)		
h	PEKERJAAN LANTAI 8 (DELAPAN)		
B	PEKERJAAN POS JAGA	1.561111111	2
IV	PEKERJAAN MEKANIKAL	0.094017094	1
V	PEKERJAAN PLUMBING	5.602222222	6
VI	PEKERJAAN FIRE PROTECTION	1.278846154	2
VII	PEKERJAAN ELEKTRIKAL	0.125694444	1

5.5 Perataan Sumber Daya Manusia

Perataan sumber daya dilakukan dengan mengatur komponen- komponen kegiatan proyek yang berupa tenaga kerja dan waktu, dari suatu jaringan kerja yang sudah diketahui jalur kritis dan *floatnya* komponen kegiatan diatur dengan cara menggeser-geser komponen pada kegiatan non-kritis sebatas *float* yang tersedia dan mengusahakan agar tidak terjadi *fluctuation* yang tajam dan harus

memenuhi persyaratan. Pemerataan dari perhitungan telah diketahui kegiatan kegiatan kritis dan non kritis seperti berikut:

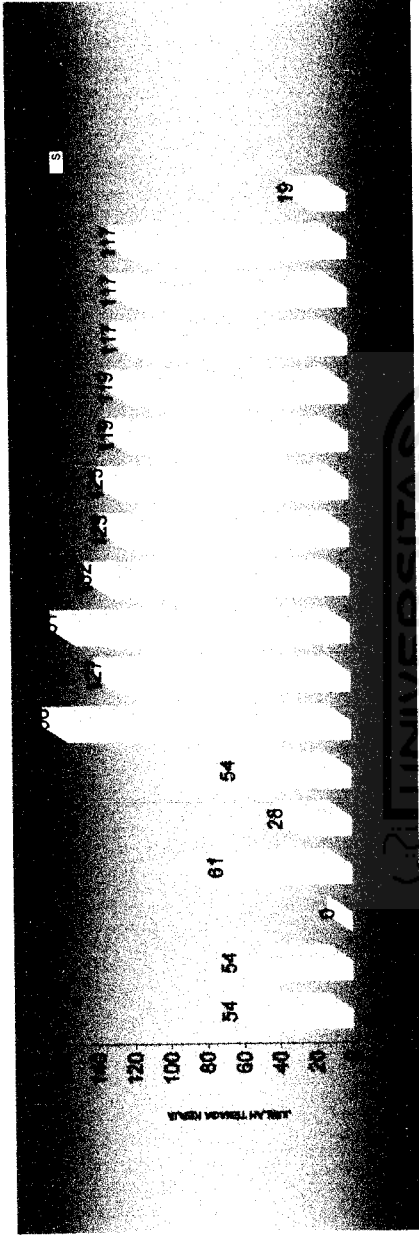
Tabel 5.4 Kegiatan Kritis

URAIAN PEKERJAAN	KEGIATAN KRITIS		
	KEGIATAN	DURASI	TENAGA KERJA
		D	R
PEKERJAAN PERSIAPAN	A	17	7
PEK.DINDING PENAHAN TANAH	B	13	2
PEK. STRUKTUR GEDUNG	C	31	2
PEK ARSITEK	D	40	45
PEK MEKANIKAL	E	13	7
PEK FIRE PROTECTION	G	12	6
PEKERJAAN ELEKTRIKAL	H	12	2



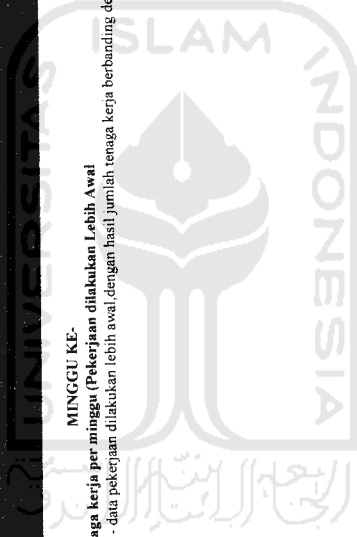
Tabel 5.5 Pekerjaan yang Dilakukan pada perencanaan awal

NO	Uraian Pekerjaan	DURASI	TENAGA KERJA	TAHUN 2005																	
				MINGGU KE:-																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
I	pekerjaan persiapan	17	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7			
II	pekerjaan struktur																				
A	pekerjaan penganaman pondasi bangunan	13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
a	pek. halaman / saluram keliling bangunan																				
B	struktur gedung kantor																				
a	lantai 1	4	45	45																	
b	lantai 2	4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7			
c	lantai 3	4	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8			
d	lantai 4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6			
e	lantai 5	4	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8			
f	lantai 6	3	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11			
g	lantai 7	4	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9			
h	lantai 8	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6			
i	atap																				
III	Pekerjaan arsitektur																				
A	Pembangunan Gedung Kantor																				
a	lantai 1	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11			
b	lantai 2	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11			
c	lantai 3	11	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23			
d	lantai 4	10	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23			
e	lantai 5	9	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30			
f	lantai 6																				
g	lantai 7																				
h	lantai 8																				
B	Pembuatan pos jaga 1 unit	3	2	2																	
IV	Pekerjaan Mekanikal	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
V	Pekerjaan plumbing	13	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6			
VI	Pekerjaan fire protection	12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
VII	Rekayasa elektrikal	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
jumlah tenaga kerja			34	55	61	63	68	73	77	81	85	89	93	97	101	105	109	113			
jumlah tenaga kerja dikuadratkan			2916	2916	0	3721	784	2916	24336	16129	22801	17424	15129	15625	14161	14161	13689	13689			
			D															361			
			M*															M			
			TENAGA KERJA RATA-RA															M*			



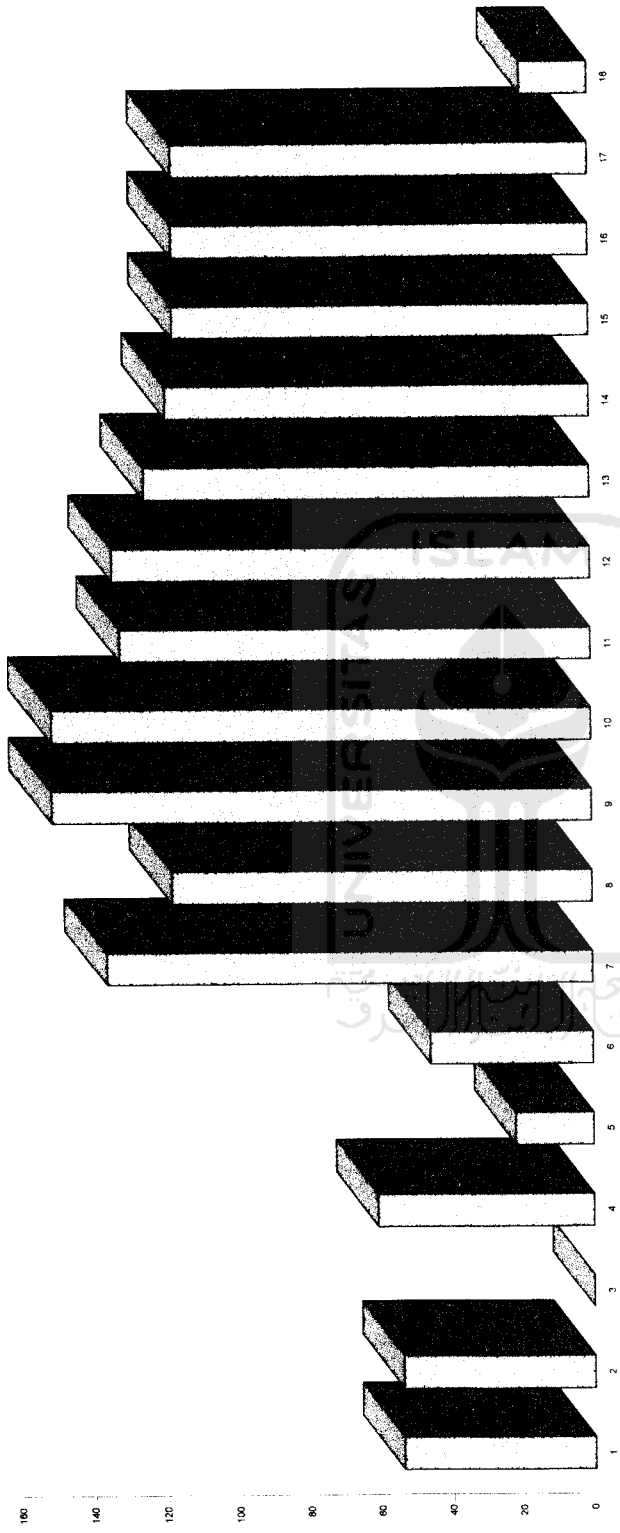
MINGGU KE-

Grafik 5.2 Man Power hubungan tenaga kerja per minggu (Pekerjaan dilakukan Lebih Awal keterangan : Grafik ini didapatkan dari data - data pekerjaan dilakukan lebih awal, dengan hasil jumlah tenaga kerja dibandingkan dengan durasi pekerjaan tidak teratur



Tabel 5.6 Pekerjaan Dilakukan Rerata
Coba-coba 1

NO	Uraian Pekerjaan	DURASI	TAHUN 2005																	
			MINGGU KE-																	
			TENAGA KERJA																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I	pekerjaan persiapan	17	7	7																
II	pekerjaan struktur																			
A	pekerjaan pengamanan pondasi bangunan																			
a	pekerjaan dinding pemahan tanah	13	2	2																
b	pek. halaman / saluran keliling bangunan																			
B	struktur gedung kantor																			
a	lantai 1	4	45	45					45											
b	lantai 2	4	7						7											
c	lantai 3	4	8						8											
d	lantai 4	4	6						6											
e	lantai 5	4	8						8											
f	lantai 6	3	11						11											
g	lantai 7	4	9						9											
h	lantai 8	4	6						6											
i	atap																			
III	Pekerjaan arsitektur																			
A	Pembangunan Gedung Kantor																			
a	lantai 1	12	11						11											
b	lantai 2	11	11						11											
c	lantai 3	11	23						23											
d	lantai 4	10	23						23											
e	lantai 5	9	30						30											
f	lantai 6																			
g	lantai 7																			
h	lantai 8																			
B	Pembuatan pos jaga 1 unit	3	2																	
IV	Pekerjaan Mekanical	13	1																	
V	Pekerjaan plumbing	13	6																	
VI	Pekerjaan fire protection	12	2																	
VII	Rekayasa elektrikal	12	1																	
jumlah tenaga kerja			54	54	0	61	22	46	136	118	151	151	132	134	125	119	117	117	117	19
tenaga kerja dikuadratkan			2916	2916	0	3721	484	2116	18496	13924	22801	22801	17424	17956	15625	14161	13689	13689	13689	361
			M																	
			M*																	
			TENAGA KERJA RATA - R																	
			93																	

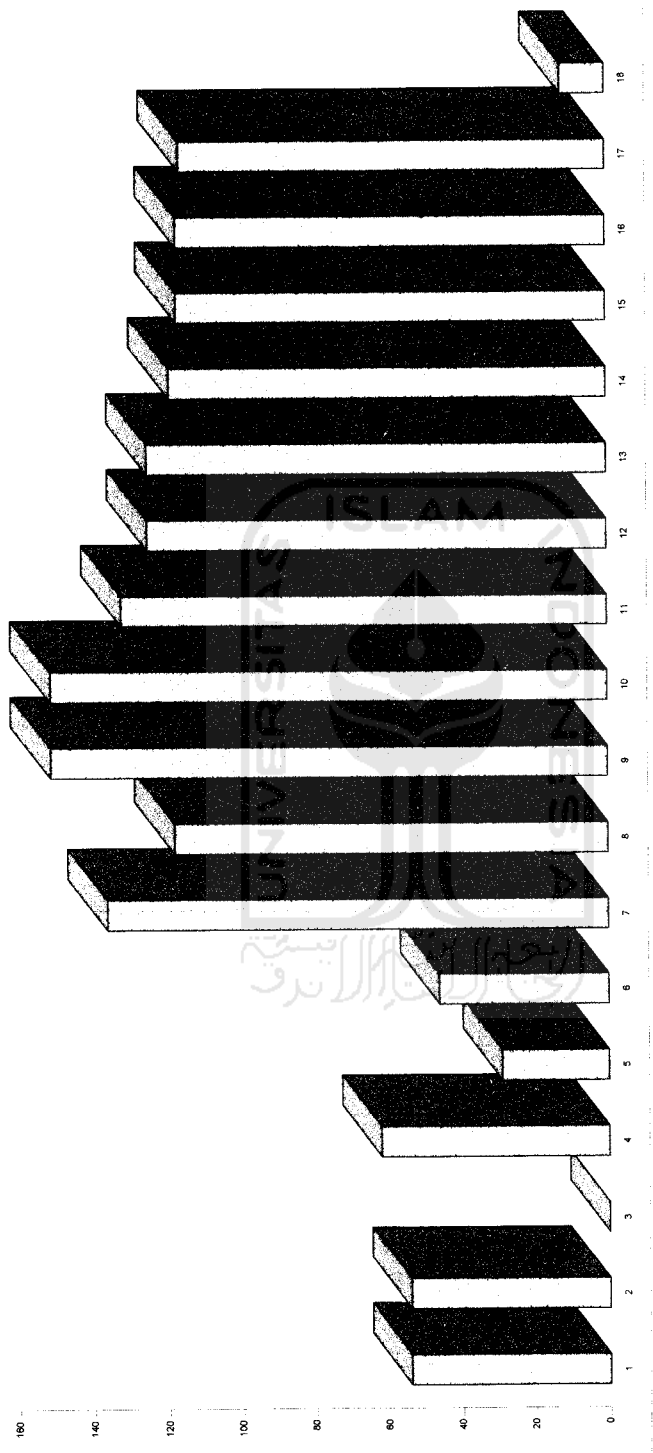


GRAFIK 5.4 Man Power Hubungan Tenaga Kerja per Minggu

Pekerjaan dilakukan Rerata (Coba-coba 1)
 keterangan pada grafik ini didapatkan dari data-data pada pekerjaan dilakukan rerata, setelah dilakukan pemerataan hubungan antara man power berbanding dengan durasi belum bisa diatur

Tabel 5.7 Pekerjaan Dilakukan Rerata
Coba-coba 2

NO	Uraian Pekerjaan	DURASI	TENAGA KERJA	TAHUN 2005																	
				MINGGU KE-																	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I	pekerjaan persiapan	17	7																		
II	pekerjaan struktur																				
A	pekerjaan pengaman pondasi bangunan	13	2	2	2																
a	pekerjaan dinding penahan tanah																				
b	pek. halaman / saluran keliling bangunan																				
B	struktur gedung kantor																				
a	lantai 1	4	45	45	45																
b	lantai 2	4	7																		
c	lantai 3	4	8																		
d	lantai 4	4	6																		
e	lantai 5	4	8																		
f	lantai 6	3	11																		
g	lantai 7	4	9																		
h	lantai 8	4	6																		
i	atap																				
IIII	Pekerjaan arsitektur																				
A	Pembangunan Gedung Kantor																				
a	lantai 1	12	11																		
b	lantai 2	11	11																		
c	lantai 3	11	23																		
d	lantai 4	10	23																		
e	lantai 5	9	30																		
f	lantai 6																				
g	lantai 7																				
h	lantai 8																				
B	Pembuatan pos jaga I unit	3	2																		
IV	Pekerjaan Mekanikal	13	1																		
V	Pekerjaan plumbing	13	6																		
VI	Pekerjaan fire protection	12	2																		
VII	Rekayasa elektrikal	12	1																		
	jumlah tenaga kerja			54	54	0	62	29	46	136	118	151	151	132	125	125	119	117	116	112	1673
	jumlah tenaga kerja		2916	2916	0	3844	841	2116	18496	13924	22801	22801	17424	15625	15625	14161	13689	13456	144	194468	
	jumlah tenaga kerja dikuadratkan																				
TENAGA KERJA RATA - R																					
M*																					
77748																					
93																					



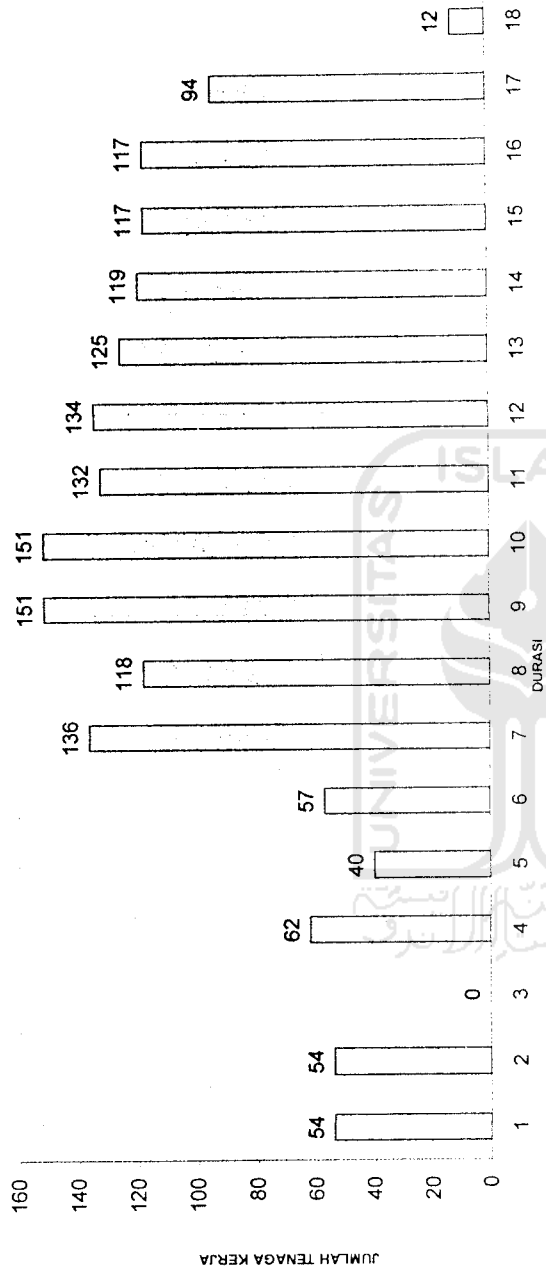
Grafik 5.5 Man Power Hubungan Tenaga Kerja per Minggu Pekerjaan dilakukan Rerata (Coba-coba 2)

keterangan: pada grafik ini didapatkan dari data-data setelah terjadi rerata pada coba-coba 1, setelah terjadi pemerataan, jadi hubungan antara man power berbanding dengan durasi belum bisa diatur

Tabel 5.8 Pekerjaan dilakukan Rerata
Coba-coba 3

NO	Uraian Pekerjaan	DURASI	TENAGA KERJA	TAHUN 2005																	
				MINGGU KE-																	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I	pekerjaan persiapan	17	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
II	pekerjaan struktur																				
A	pekerjaan pengaman pondasi bangunan	13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
a	pekerjaan dinding penahan tanah																				
b	pek halaman / saluran keliling bangunan																				
B	struktur gedung kantor			45	45					45											
a	lantai 1	4	45							7	7	7									
b	lantai 2	4	7							8	8	8									
c	lantai 3	4	8							6	6	6	6								
d	lantai 4	4	6							8	8	8	8								
e	lantai 5	4	8							11	11	11	11								
f	lantai 6	3	11							9	9	9	9								
g	lantai 7	4	9							6	6	6	6								
h	lantai 8	4	6																		
i	atap																				
IIII	Pekerjaan arsitektur																				
A	Pembangunan Gedung Kantor																				
a	lantai 1	12	11					11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
b	lantai 2	11	11					11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
c	lantai 3	11	23					23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
d	lantai 4	10	23					23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
e	lantai 5	9	30					30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
f	lantai 6																				
g	lantai 7																				
h	lantai 8																				
B	Pembuatan pos jaga 1 unit	3	2												2	2	2				
IV	Pekerjaan Mekanical	13	1												1	1	1	1	1	1	1
V	Pekerjaan plumbing	13	6												6	6	6	6	6	6	6
VI	Pekerjaan fire protection	12	2												2	2	2	2	2	2	2
VII	Rekayasa elektrik	12	1												1	1	1	1	1	1	1
	jumlah tenaga kerja			54	54	0	62	40	57	136	118	151	151	132	134	125	119	117	117	94	12
	jumlah tenaga kerja		2916	2916	0	3844	1600	3249	18496	13924	13924	22801	22801	17424	17956	15625	14161	13689	13689	8836	144
	jumlah tenaga kerja dikuadratkan																				

TENAGA KERJA RATA - R 93



Grafik 5.6 Man Power hubungan Tenaga Kerja Per minggu Pekerjaan dilakukan Rerata (Coba-coba 3)

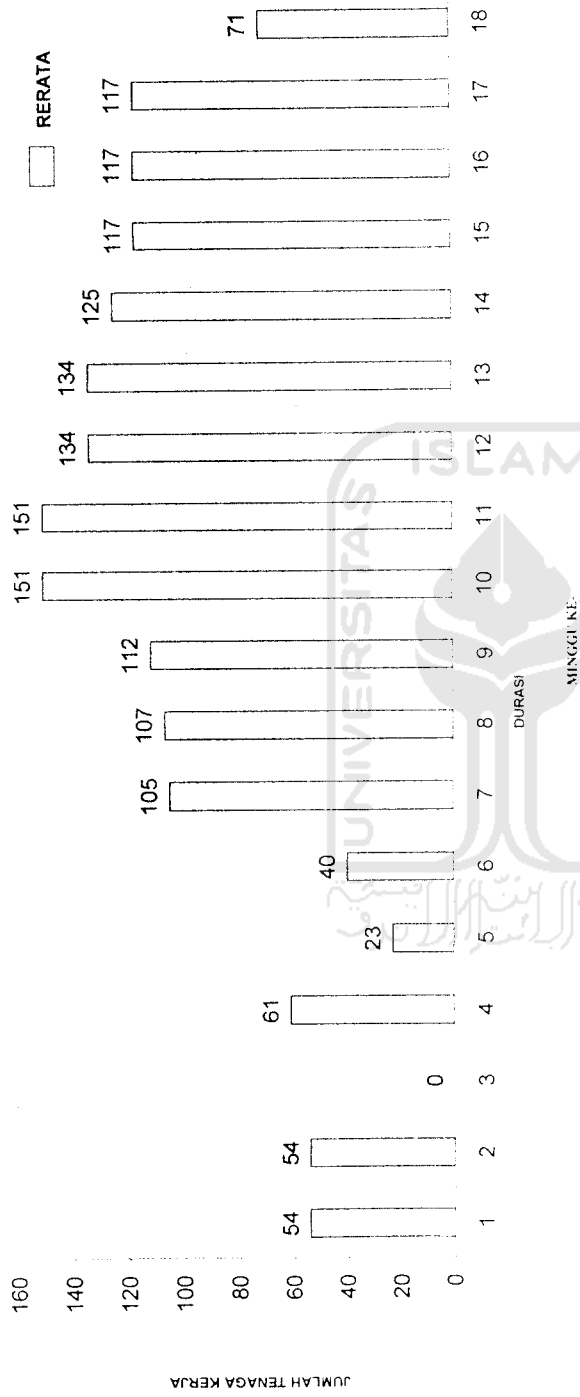
keterangan: pada grafik ini didapatkan dan data-data setelah terjadi rerata pada coba-coba 2, setelah terjadi pemerataan, jadi hubungan antara man power berbanding dengan durasi belum bisa diatur

Tabel 5.9 Pekerjaan dilakkan Rerata
Coba-coba 4

NO	URAIAN PEKERJAAN	DURASI	TENAGA KERJA	TAHUN 2005																		
				MINGGU KE-																		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
I	pekerjaan persiapan	17	7																			
II	pekerjaan struktur																					
A	pekerjaan penganan pondasi bangunan	13	2																			
a	pekerjaan dinding penahan tanah																					
b	pek halaman / saluran keliling bangunan																					
B	struktur gedung kantor																					
a	lantai 1	4	45	45	45																	
b	lantai 2	4	7							45												
c	lantai 3	4	8							7												
d	lantai 4	4	6							8												
e	lantai 5	4	8							8												
f	lantai 6	3	11							6												
g	lantai 7	4	9							8												
h	lantai 8	4	6							11												
i	l atap									9												
IV	Pekerjaan arsitektur																					
A	Pembangunan Gedung Kantor																					
a	lantai 1	12	11							11												
b	lantai 2	11	11							11												
c	lantai 3	11	23							23												
d	lantai 4	10	23							23												
e	lantai 5	9	30							23												
f	lantai 6									30												
g	lantai 7																					
h	lantai 8																					
B	Pembuatan pos jaga 1 unit	3	2																			
IV	Pekerjaan Mekanikal	13	1																			
V	Pekerjaan plumbing	13	6																			
VI	Pekerjaan fire protection	12	2																			
VII	Rekayasa elektrik	12	1																			
	jumlah tenaga kerja			54	54	0	61	23	40	105	107	112	151	151	134	134	125	117	117	117	71	1673
	jumlah tenaga kerja dikuadratkan			2916	2916	0	3721	529	1600	11025	11449	12544	22801	22801	17956	17956	15625	13689	13689	13689	5041	189947

M 94974
M* 77748
TENAGA KERJA RATA - R 93



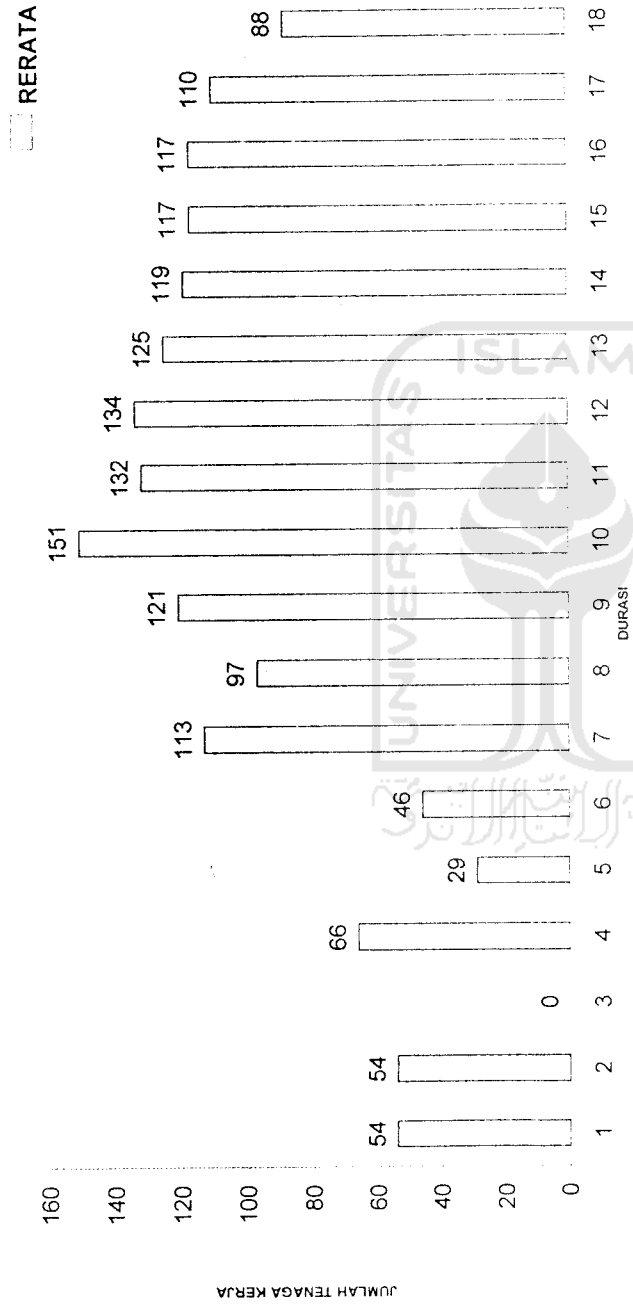


Grafik 5.7 Man Power Hubungan Tenaga Kerja per minggu Pekerjaan dilakukan Rerata (coba-coba 4)

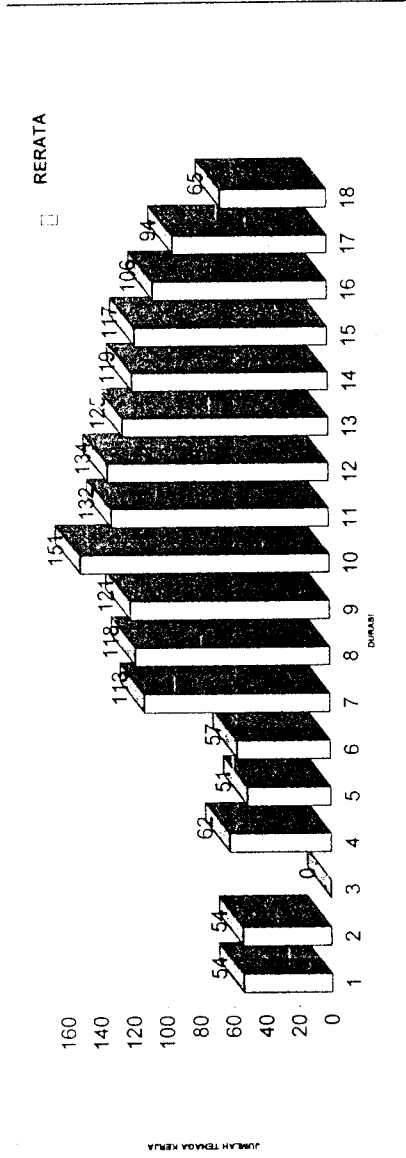
keterangan: pada grafik ini didapatkan dari data-data setelah terjadi rerata pada coba-coba 3, setelah terjadi pemerataan, jadi hubungan antara man power berbanding dengan durasi belum bisa diatur

Tabel 5.10 Coba-coba 5

NO	Uraian Pekerjaan	DURASI	TENAGA KERJA	TAHUN 2005																		
				MINGGU KE-																		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
I	pekerjaan persiapan	17	7																			
II	pekerjaan struktur																					
A	pekerjaan pengaman pondasi bangunan	13	2	2	2																	
a	pekerjaan dinding penahan tanah																					
b	pek. halaman / saluran keliling bangunan																					
B	struktur gedung kantor			45	45																	
a	lantai 1	4	45				45															
b	lantai 2	4	7				7															
c	lantai 3	4	8				8															
d	lantai 4	4	6				6															
e	lantai 5	4	8				8															
f	lantai 6	3	11				11															
g	lantai 7	4	9				9															
h	lantai 8	4	6				6															
i	atap																					
IIII	Pekerjaan arsitektur																					
A	Pembangunan Gedung Kantor																					
a	lantai 1	12	11				11															
b	lantai 2	11	11				11															
c	lantai 3	11	23				23															
d	lantai 4	10	23				23															
e	lantai 5	9	30				30															
f	lantai 6																					
g	lantai 7																					
h	lantai 8																					
B	Pembuatan pos jaga 1 unit	3	2																			
IV	Pekerjaan Mekanikal	13	1																			
V	Pekerjaan plumbing	13	6																			
VI	Pekerjaan fire protection	12	2																			
VII	Rekayasa elektrikal	12	1																			
	Jumlah tenaga kerja			54	54	0	66	29	46	113	97	121	151	132	134	125	119	117	110	88	1673	
	Jumlah tenaga kerja dikuadratkan		2916	2916	0	4356	841	2116	12769	9409	14641	22801	17424	17956	15625	14161	13689	13689	12100	7744	185153	
																					M	92577
																					M*	77748
																						TENAGA KERJA RA 93



MINGGI KE.
 Grafik 5.8 Coba-coba 5.
 Keterangan: pada grafik ini didapatkan dari data-data setelah terjadi rerata pada coba-coba 4, setelah terjadi pemerataan, jadi hubungan antara man power berbanding dengan durasi belum bisa diatur.



Grafik 5.8 Coba-coba 6 (paling optimal)
 Keterangan: pada grafik ini didapatkan dan data - data setelah terjadi rerata pada coba - coba 5, setelah terjadi pemerataan, jadi hubungan antara manpower berbanding dengan durasi sudah bisa rerata dengan angka kapasitas pekerjaan kecil



5.6 Penyusunan Man Power

Dari data awal yang di dapat yaitu kurva s kemudian dibuatlah jumlah tenaga kerja, kemudian dibuatlah PDM dengan didapatnya PDM maka dapat diketahui lintasan kritis dan non kritisnya dimana analisa pekerjaan yang sangat penting tidak boleh di lakukan perubahan perubahan karena dari lintasan kritis dan non kritis tersebut sangat mempengaruhi lama waktu pekerjaan tersebut, dari pekerjaan tersebut dibuat Bar Chat setelah menyelesaikan Bar Chart maka dibuatlah tabel coba coba pada awal pekerjaan dengan PDM, kita melihat durasi dan jumlah tenaga kerja untuk membuat tabel coba coba yang pertama.

Metode Minimum Moment Algorithm (MMA)

Adalah suatu proses sistematis perataan sumber daya dengan menggunakan derajat pengukuran pengembangan perataan sumber daya. Tujuan Minimum Moment Algorithm adalah untuk mendapatkan perencanaan/alokasi sumber daya yang relative seragam untuk setiap waktu proyek atau berfluktuasi minimum. Momen minimum diperoleh dari momen histogram tenaga kerja adalah minimum. Minimum moment dijelaskan dengan perbandingan antara moment histogram dengan kebutuhan tenaga kerja berfluktuasi dan moment histogram dengan kebutuhan tenaga kerja seragam.

Rumus yang digunakan:

Element y_i adalah jumlah kebutuhan tenaga kerja setiap interval waktu (hari ke- i), maka total kebutuhan tenaga kerja dari semua interval waktu adalah:

$$\sum_{i=1}^n y_i = y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + \dots + y_n$$

Moment dari element adalah $\frac{1}{2} y_i^2$ pada axis x jadi total moment keseluruhan adalah:

$$M = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i^2$$

$$M = \frac{1}{2}(y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + \dots + y_n^2)$$

Dari hasil perataan tenaga kerja, kebutuhan tenaga kerja pada setiap interval waktu (y_i^*) adalah seragam:

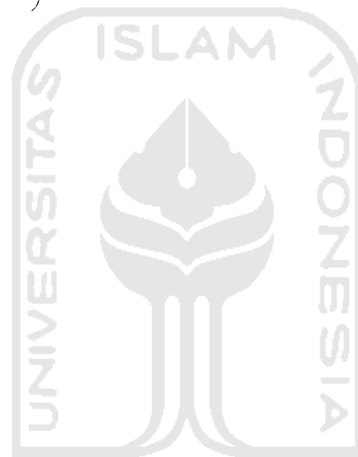
$$y_i^* = \frac{\sum y_i}{n}$$

Moment histogram dengan kebutuhan tenaga kerja seragam pada setiap interval waktu adalah sebagai berikut:

$$M^* = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i^{*2} = \frac{1}{2} \left(\frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \right)^2 n$$

$$M^* = \frac{1}{2} \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2}{n^2} n$$

$$M^* = \frac{1}{2} \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2}{n}$$



Moment histogram dengan kebutuhan tenaga kerja seragam pada setiap interval waktu disebut sebagai minimum moment. Moment histogram dengan kebutuhan tenaga kerja seragam memiliki nilai terkecil (minimum) dari nilai moment histogram dengan kebutuhan tenaga kerja berfluktuasi. Kondisi ideal minimum moment merupakan tujuan dari proses perataan tenaga kerja. Namun demikian hasil perataan tenaga kerja dengan kondisi ideal sulit dicapai, paling tidak mendekati kondisi ideal tersebut. Nilai moment histogram hasil perataan tenaga kerja diharapkan diantara nilai moment histogram ideal dan moment histogram sebelum perataan.

$$M^* (ideal) \leq M_{(hasilperataan)} < M_{(sebelumperataan)}$$

Berdasarkan tabel pekerjaan dilakukan awal (sebelum perataan). Maka diperoleh nilai sebagai berikut:

- $y_i = 54 + 54 + 0 + 61 + 28 + 54 + 156 + 127 + 151 + 132 + 123 + 125 + 119 + 119 + 117 + 117 + 117 + 19 = 1673$
- $M = \frac{1}{2}(54^2 + 54^2 + 0^2 + 61^2 + 28^2 + 54^2 + 156^2 + 127^2 + 151^2 + 132^2 + 123^2 + 125^2 + 119^2 + 119^2 + 117^2 + 117^2 + 117^2 + 19^2) = 97224$
- $y_i^* = \frac{1673}{18} = 93$
- $M^* = \frac{1}{2}(1673)^2 / 18 = 77748$
- $M^* = 77748 < M = 97224$

Berdasarkan tabel pekerjaan dilakukan rerata ke 1. Maka diperoleh nilai sebagai berikut:

- $y_i = 54 + 54 + 0 + 61 + 22 + 46 + 136 + 127 + 118 + 151 + 151 + 132 + 134 + 125 + 119 + 117 + 117 + 19 = 1673$
- $M = \frac{1}{2}(54^2 + 54^2 + 0^2 + 61^2 + 22^2 + 46^2 + 136^2 + 127^2 + 118^2 + 151^2 + 151^2 + 132^2 + 134^2 + 125^2 + 119^2 + 117^2 + 117^2 + 19^2) = 98385$
- $y_i^* = \frac{1673}{18} = 93$
- $M^* = \frac{1}{2}(1673)^2 / 18 = 77748$
- $M^* = 77748 \leq M = 98385 < M = 97224$

Berdasarkan tabel pekerjaan dilakukan rerata ke 2. Maka diperoleh nilai sebagai berikut:

- $y_i = 54 + 54 + 0 + 62 + 29 + 46 + 136 + 118 + 151 + 142 + 123 + 125 + 125 + 119 + 117 + 117 + 116 + 12 = 1646$

- $M = \frac{1}{2}(54^2 + 54^2 + 0^2 + 62^2 + 29^2 + 46^2 + 136^2 + 118^2 + 151^2 + 142^2 + 123^2 + 125^2 + 125^2 + 119^2 + 117^2 + 117^2 + 116^2 + 12^2) = 94768$
- $y_i^* = \frac{1646}{18} = 91$
- $M^* = \frac{1}{2}(1646)^2 / 18 = 75259$
- $M^* = 75259 \leq M = 94768 < M = 97224$

Berdasarkan tabel pekerjaan dilakukan rerata ke 3. Maka diperoleh nilai sebagai berikut:

- $y_i = 54 + 54 + 0 + 62 + 40 + 57 + 136 + 118 + 151 + 151 + 132 + 134 + 125 + 119 + 117 + 117 + 94 + 12 = 1673$
- $M = \frac{1}{2}(54^2 + 54^2 + 0^2 + 62^2 + 40^2 + 57^2 + 136^2 + 118^2 + 151^2 + 151^2 + 132^2 + 134^2 + 125^2 + 119^2 + 117^2 + 117^2 + 94^2 + 12^2) = 97036$
- $y_i^* = \frac{1673}{18} = 93$
- $M^* = \frac{1}{2}(1673)^2 / 18 = 77748$
- $M^* = 77748 \leq M = 97036 < M = 97224$

Berdasarkan tabel pekerjaan dilakukan rerata sampai dengan percobaan ke 6. Maka diperoleh nilai sebagai berikut:

- $y_i = 54 + 54 + 0 + 62 + 51 + 57 + 113 + 118 + 121 + 151 + 132 + 134 + 125 + 119 + 117 + 106 + 94 + 65 = 1673$
- $M = \frac{1}{2}(54^2 + 54^2 + 0^2 + 62^2 + 51^2 + 57^2 + 113^2 + 118^2 + 121^2 + 151^2 + 132^2 + 134^2 + 125^2 + 119^2 + 117^2 + 106^2 + 94^2 + 65^2) = 91407$
- $y_i^* = \frac{1673}{18} = 93$
- $M^* = \frac{1}{2}(1673)^2 / 18 = 77748$
- $M^* = 77748 \leq M = 91407 < M = 97224$

Dari hasil coba coba pertama maka didapat nilai total momentnya (M) sebesar = 98385 dengan moment histogramnya (M^*) sebesar = 77748 kemudian dibuatlah grafik man powernya, dengan grafik man power kita juga dapat melihat pekerjaan tersebut masih terjadi *fluctuation* yang tajam atau tidak. Ternyata dari pekerjaan coba coba pertama hasil yang di peroleh masih besar dan harus dilakukan coba coba yang ke 2 dan percobaan berikutnya, dengan rumus yang sama dan menggeser geser *float* nya lagi untuk mendapatkan total moment yang lebih kecil lagi, akan tetapi tetap memiliki total moment yaitu $M^* = 77748 \leq M_{\text{hasilperataan}} = 94768 < M_{\text{sebelumperataan}} = 97224$ Yang kemudian dilakukan suatu coba coba lagi sampai akhirnya didapat coba coba yang paling optimal, dari hasil coba coba yang paling optimal didapatkan total moment sebesar $M = 91407$. Jika dilakukan percobaan lagi akan terjadi *fluctuation* yang tajam lagi

