

Critical Path Method sampai sekarang telah mengalami kemajuan yang sangat pesat. Akan tetapi bagan balok dan analisis jaringan kerja dianggap mempunyai kelemahan jika digunakan pada proyek yang memiliki kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan secara berulang-ulang pada lokasi yang berbeda. Proyek semacam ini lazim disebut sebagai proyek linier. Beberapa contoh proyek linier adalah proyek pembangunan jalan raya, pemasangan pipa, perumahan dan pembangunan gedung bertingkat.

Kelemahan dari metoda bagan balok adalah ketidakmampuannya untuk menunjukkan hubungan ketergantungan di antara kegiatan-kegiatan yang ada. Sementara analisis jaringan kerja dianggap mempunyai tingkat kesulitan yang cukup tinggi. Selain itu, kedua metoda tersebut tidak mampu menyajikan informasi mengenai lokasi kegiatan yang direncanakan.

Linear Scheduling Method adalah salah satu metoda penjadwalan linier. Metoda penjadwalan linier telah lama ada, bahkan sebelum metoda analisis jaringan kerja pertama kali diperkenalkan pada akhir tahun '50-an. Akan tetapi metoda penjadwalan linier tidak mendapat perhatian yang cukup baik dalam hal pemakaian dan pengembangannya jika dibandingkan dengan metoda analisis jaringan kerja ataupun metoda bagan balok.

Linear Scheduling Method diyakini mampu mengatasi kelemahan-kelemahan yang ada pada metoda analisis jaringan kerja dan metoda bagan balok jika diterapkan pada proyek linier. *Linear Scheduling Method* lebih mudah dalam pembuatan dan pemakaiannya dibandingkan dengan metoda analisis jaringan

a. *Continuous full-span linear*

Continuous full-span linear atau CFL digunakan untuk menggambarkan kegiatan-kegiatan dalam proyek yang dilakukan dengan berurutan secara teratur dari lokasi awal sampai lokasi akhir proyek yang direncanakan. CFL digambarkan dengan garis yang menerus dan tidak putus-putus.

b. *Intermittent full-span linear*

Intermittent full-span linear atau IFL digunakan untuk mewakili kegiatan-kegiatan dalam proyek yang dilakukan dari lokasi awal sampai dengan lokasi akhir proyek yang direncanakan, dalam urutan yang tidak teratur sebagaimana CFL. IFL digambarkan dengan garis yang terputus-putus.

c. *Continuous partial-span linear*

Continuous partial-span linear (CPL) digunakan untuk mewakili kegiatan yang tidak dilakukan dari lokasi awal proyek rencana. Akan tetapi kegiatan tersebut dilakukan secara teratur dari lokasi yang telah ditentukan hingga lokasi akhir proyek. Sebagaimana dengan CFL, *Continuous partial-span linear* digambarkan dengan garis tebal yang tidak terputus-putus.

d. *Intermittent partial-span linear*

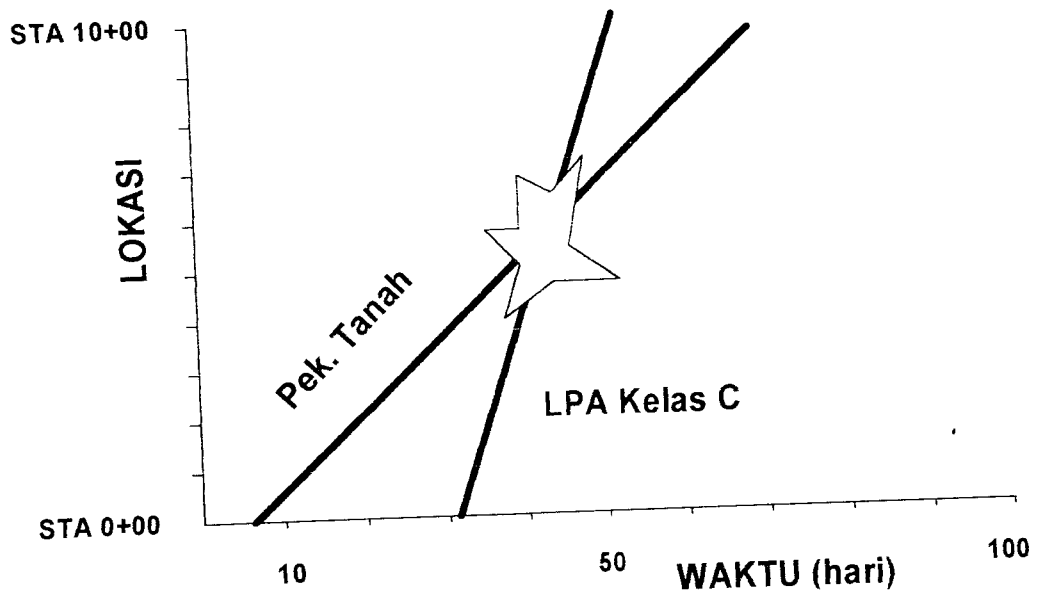
Intermittent partial-span linear (IPL) digunakan pada kegiatan-kegiatan yang tidak dilakukan dari lokasi awal proyek rencana. Lain halnya dengan CPL, kegiatan yang digambarkan dengan IPL tidak dilakukan secara teratur dari lokasi yang telah ditentukan hingga lokasi akhir proyek. IPL digambarkan dengan garis putus-putus.

3.4.4. Buffer

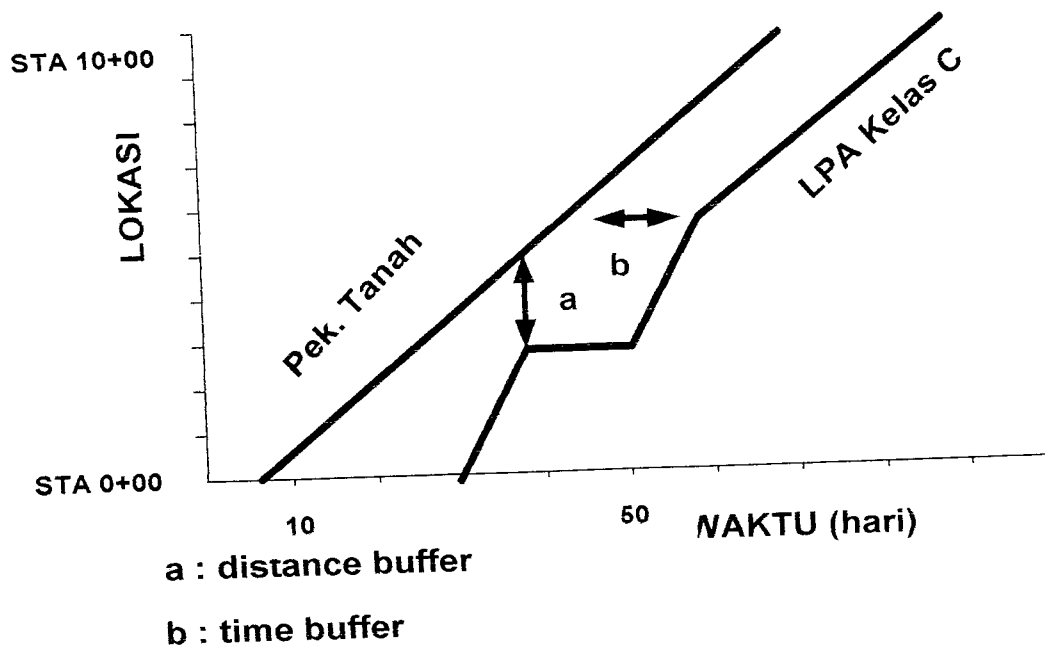
Pada umumnya suatu proyek memiliki kegiatan-kegiatan yang harus dilaksanakan secara menerus dan berurutan menjadi suatu rangkaian penyelesaian. Akan tetapi tidak semua kegiatan dapat dilakukan menerus tanpa terhenti dalam proses penyelesaiannya. Terkadang dalam penyelesaiannya dibutuhkan adanya selang, baik waktu ataupun lokasi.

Selang waktu ataupun lokasi yang dibutuhkan dalam penyelesaian kegiatan-kegiatan tersebut disebut buffer (Callahan, 1992). Buffer berfungsi untuk mencegah terjadinya ‘pertentangan’ antara satu kegiatan dengan kegiatan lain yang diakibatkan adanya perbedaan tingkat produktivitas. Gambar 3.7a memperlihatkan dua kegiatan yang saling bertentangan.

Pekerjaan tanah membutuhkan waktu yang lebih lama dibanding pekerjaan instalasi dan pemadatan material pada kegiatan Lapis Pondasi Agregat Klas C. Saat pekerjaan tanah mendahului pekerjaan LPA Klas C, untuk mencegah pekerjaan tanah menghentikan pekerjaan instalasi pada pekerjaan LPA Klas C, pekerjaan LPA Klas C dapat ditunda sampai pekerjaan tanah mencapai waktu penyelesaian yang cukup sampai pekerjaan LPA Klas C dapat dilanjutkan kembali. Penggunaan buffer yang diakibatkan adanya dua kegiatan yang saling bertentangan dapat dilihat pada gambar 3.7b.



Gambar 3.7a. Kegiatan yang saling bertentangan



Gambar 3.7b. Penggunaan Buffer

$$i = 1,2,3,4,\dots,n \dots\dots\dots (3.1)$$

$$j = 1,2,3,4,\dots,m \dots\dots\dots (3.2)$$

dengan : i = jenis kegiatan

j = lokasi kegiatan

Sebagai contoh, $(i,1)$, $(i,2)$, $(i,3)$,, (i,n) , hal ini menggambarkan sebuah kegiatan i pada lokasi 1, kegiatan i pada lokasi 2, kegiatan i pada lokasi 3, ... dan seterusnya.

Kebutuhan jam kerja atau hari kerja persatuan sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan pada tiap-tiap lokasi $W(i,j)$ dapat dirumuskan sebagai :

$$W(i,j) = \frac{V(i,j)}{P(i,j)} \dots\dots\dots (3.3)$$

keterangan :

$W(i,j)$ = Kebutuhan jam kerja atau hari kerja kegiatan i pada lokasi j

$V(i,j)$ = Volume pekerjaan

$P(i,j)$ = Produktifitas sumber daya

Sumber daya yang digunakan berupa tenaga manusia atau mesin/alat berat dengan jumlah yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan. Apabila r_i adalah banyaknya sumber daya yang digunakan pada suatu kegiatan, maka waktu penyelesaian kegiatan (i,j) adalah :

$$d(i, j) = k \frac{W(i, j)}{r_i} \dots\dots\dots (3.4)$$

keterangan :

$d(i, j)$ = waktu untuk menyelesaikan kegiatan i pada lokasi j

k = faktor konversi dari jam kerja menjadi hari kerja

i = jenis kegiatan = 1,2,3,4,...,n

j = lokasi kegiatan = 1,2,3,4,...,m

r_i = sumber daya yang digunakan

Jika waktu mulai kegiatan (i, j) dinyatakan sebagai $S_{(i,j)}$, sedangkan waktu selesai kegiatan (i, j) dinyatakan sebagai $f_{(i,j)}$, maka dari persamaan (3.4) dapat dirumuskan sebagai berikut ini :

$$f_{(i,j)} = S_{(i,j)} + d_{(i,j)} \dots\dots\dots (3.5)$$

keterangan :

$f_{(i,j)}$ = waktu selesai untuk kegiatan i pada lokasi j

$S_{(i,j)}$ = waktu mulai kegiatan i pada lokasi j

$d_{(i,j)}$ = waktu untuk menyelesaikan kegiatan i pada lokasi j

Karena kegiatan dilaksanakan secara menerus, hubungan antara waktu mulai sebuah kegiatan dengan selesainya kegiatan dinyatakan dengan :

$$f_{(i,j)} = S_{(i,j-1)} \dots\dots\dots (3.6)$$

keterangan :

$f_{(i,j)}$ = waktu selesai untuk kegiatan i pada lokasi j

$S_{(i,j-1)}$ = waktu mulai untuk kegiatan i pada lokasi sebelum j

Hubungan antara kegiatan satu dengan kegiatan berikutnya dalam suatu lokasi adalah paling cepat dimulainya suatu kegiatan (i) setelah selesainya kegiatan sebelumnya (i-1), yang ditunjukkan dalam rumus :

$$S_{(i,j)} \geq f_{(i-1,j)} \dots \dots \dots (3.7)$$

Apabila waktu mulai sebuah proyek sama dengan waktu mulai kegiatan (1,1), maka pada perhitungan dapat ditulis sebagai $S_{(1,1)} = 0$.

Sebuah vektor $S_{(i)}^{(a)}$ ditunjukkan sebagai :

$$S_{(i)}^{(a)} = S_{(i,1)}^{(a)}, S_{(i,2)}^{(a)}, S_{(i,3)}^{(a)}, \dots, S_{(i,m)}^{(a)} \dots \dots \dots (3.8)$$

keterangan :

$S_{(i)}^{(a)}$ = waktu mulai kegiatan i menggunakan sumber daya a

$S_{(i,1)}^{(a)}$ = waktu mulai kegiatan i lokasi 1 dengan menggunakan sumber daya a

$S_{(i,2)}^{(a)}$ = waktu mulai kegiatan i lokasi 2 dengan menggunakan sumber daya a

$S_{(i,3)}^{(a)}$ = waktu mulai kegiatan i lokasi 3 dengan menggunakan sumber daya a

$S_{(i,m)}^{(a)}$ = waktu mulai kegiatan i lokasi m dengan menggunakan sumber daya a

dimana elemen-elemen dari vektor tersebut memenuhi kendala $r_i = r_i^{(a)}$, yang berarti elemen $S_i^{(a)}$ merupakan waktu mulainya kegiatan-kegiatan pada lintasan i, dengan menggunakan sejumlah tenaga kerja $r_i^{(a)}$.

Sementara $S_i^{(a)*}$ yang elemen-elemennya merupakan waktu mulai paling cepat diantara semua alternatif vektor $S_i^{(a)}$ yang menggunakan sumber daya $r_i = r_i^{(a)}$ yang dirumuskan :

$$S_{(i)}^{(a)*} = S_{(i,1)}^{(a)*}, S_{(i,2)}^{(a)*}, S_{(i,3)}^{(a)*}, \dots, S_{(i,m)}^{(a)*} \dots \dots \dots (3.9)$$

$$S_i^{(a)*} = S_j^{(a)} - L_i^{(a)} \dots \dots \dots (3.10)$$

keterangan :

$S_{(i)}^{(a)*}$ = waktu mulai kegiatan i menggunakan sumber daya a

$S_{(i,1)}^{(a)*}$ = waktu mulai kegiatan i lokasi 1 paling cepat dengan menggunakan sumber daya a

$S_{(i,2)}^{(a)*}$ = waktu mulai kegiatan i lokasi 2 paling cepat dengan menggunakan sumber daya a

$S_{(i,3)}^{(a)*}$ = waktu mulai kegiatan i lokasi 3 paling cepat dengan menggunakan sumber daya a

$S_{(i,m)}^{(a)*}$ = waktu mulai kegiatan i lokasi m paling cepat dengan menggunakan sumber daya a

Untuk $S_i^{(a)}$ yang dilaksanakan pada waktu yang paling dini = $S_i^{(a)*}$, maka $S_i^{(a)}$ digeser sejauh mungkin kekiri, yaitu sebesar

$$L_i^{(a)} = \max [L_i^{(a/b*)}] \dots \dots \dots (3.11)$$

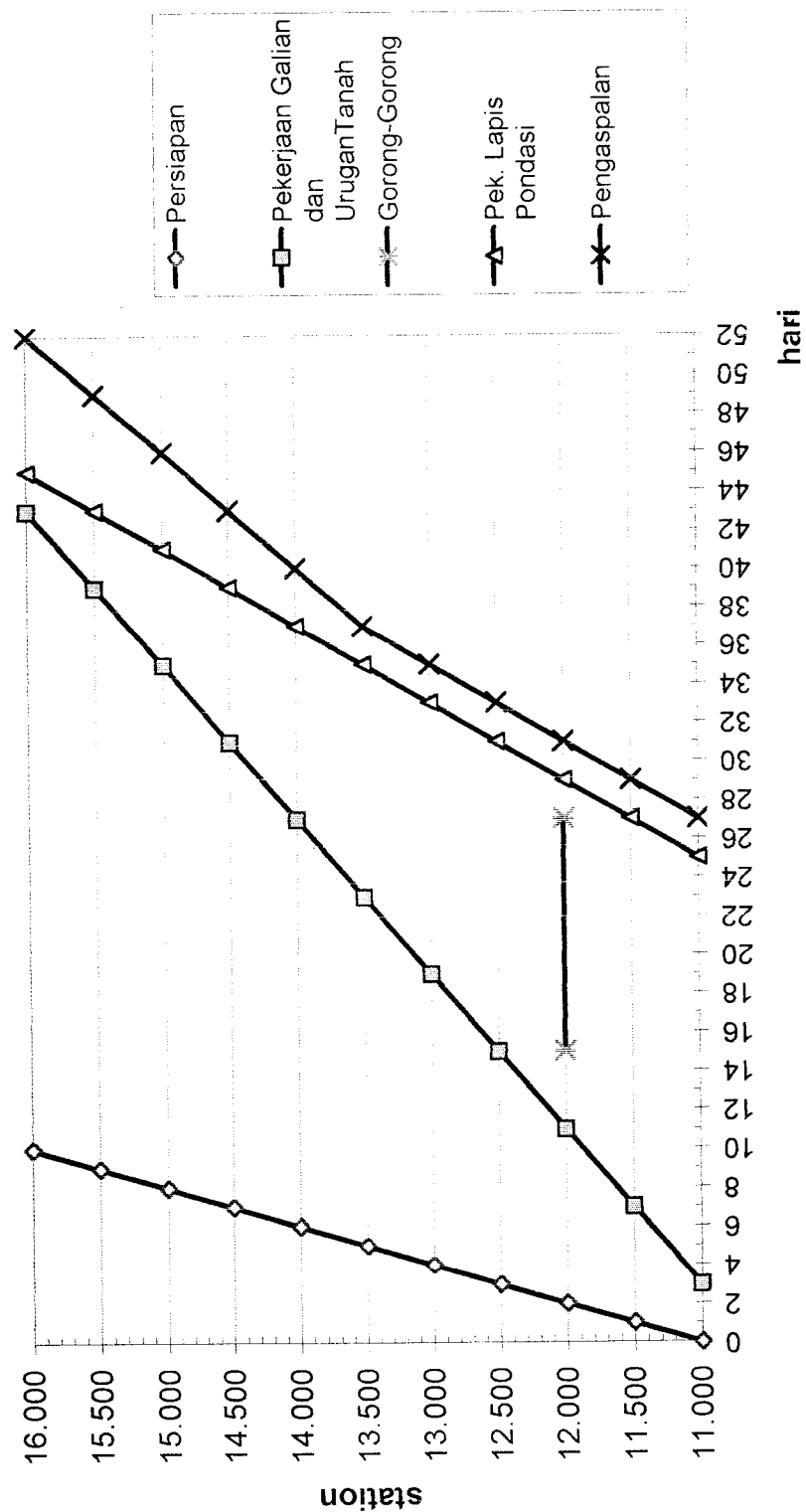
keterangan :

b^* = 1,2,3,...,r

$L_i^{(a)}$ = selisih waktu mulai kegiatan i dengan sumber daya a

$L_i^{(a/b*)}$ = selisih waktu mulai kegiatan i dengan sumber daya a terhadap waktu mulai paling cepat dengan kegiatan i-1 dengan sumber daya b

$L_i^{(a/b*)}$ adalah harga yang paling kecil dari selisih waktu mulai kegiatan i pada lokasi j dengan waktu mulai kegiatan sebelumnya i pada lokasi j + 1 serta alternatif jumlah tenaga kerja atau sumber daya.

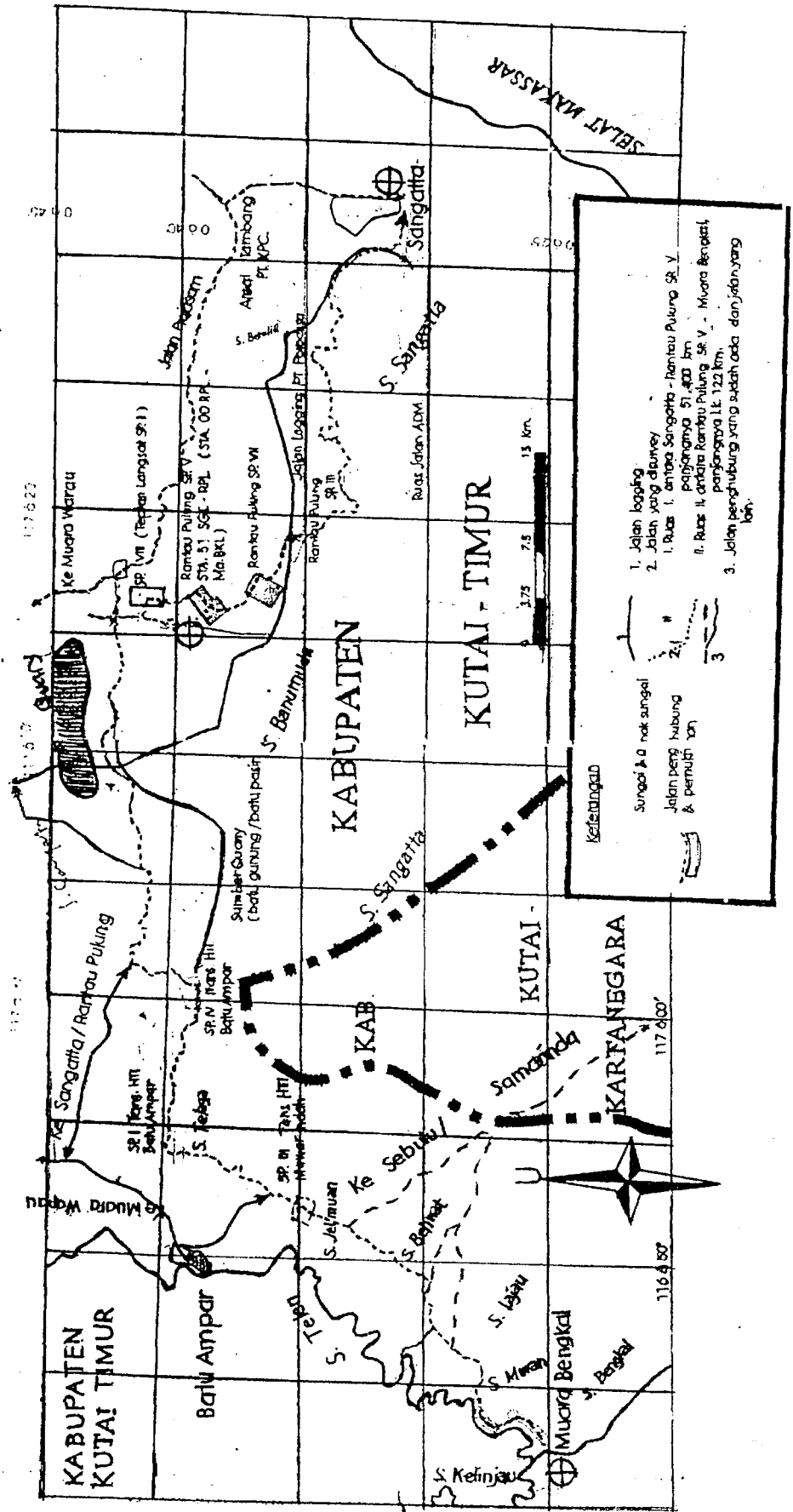


Gambar 3.8. Penjadwalan proyek jalan raya

laporan kemajuan dilakukan dengan memplotkan pelaksanaan suatu kegiatan yang telah diselesaikan dari satu lokasi ke lokasi berikutnya.

Selanjutnya prosentase bobot pekerjaan yang telah diselesaikan pada masing-masing lokasi tersebut dihitung dan langsung dituliskan besarnya pada gambar. Demikian juga halnya untuk kegiatan yang lain, sehingga akan dapat diketahui besarnya prosentase kumulatif penyelesaian kegiatan proyek.

PETA LOKASI RENCANA TEKNIS JALAN PROYEK RANTAU PULUNG - MUARA BENGKAL



Gambar 4.1

Pada tabel 4.13 dan 4.14, alternatif produktivitas ke-2 merupakan kelipatan dua dari alternatif produktivitas ke-1.

4.4.5. Kebutuhan Hari Kerja

Kebutuhan hari kerja merupakan perbandingan antara volume kegiatan tiap lokasi dengan produktivitas masing-masing kegiatan. Hasil perhitungan kebutuhan hari kerja setiap lokasi untuk pembagian lokasi proyek sebanyak 10 dan 20 lokasi dapat dilihat pada tabel 4.15 – tabel 4.24.

Tabel 4.5. Volume Kegiatan Galian Tanah 10 lokasi

LOKASI	STATION	VOLUME (m3)						SUB TOTAL
		Galian Tanah Biasa		Galian Selokan				
		KANAN	KIRI	KANAN	KIRI			
1	16+300 - 17+300	1,924.13	2,423.32	171.50	386.42		4,905.37	
2	17+300 - 18+300	3,001.58	3,144.51	208.56	175.98		6,530.64	
3	18+300 - 19+300	1,788.57	1,349.34	161.00	125.51		3,424.42	
4	19+300 - 20+300	1,431.70	3,044.75	162.50	313.39		4,952.34	
5	20+300 - 21+300	1,596.98	2,566.70	32.74	121.53		4,317.95	
6	21+300 - 22+300	7,317.15	7,738.59	82.44	142.54		15,280.72	
7	22+300 - 23+300	4,687.10	5,173.06	50.25	87.75		9,998.16	
8	23+300 - 24+300	4,856.74	2,961.77	204.83	95.50		8,118.83	
9	24+300 - 25+300	11,604.35	12,049.17	166.25	84.65		23,904.42	
10	25+300 - 26+300	3,861.51	1,827.69	70.00	150.13		5,909.33	
TOTAL							87,350.00	

Tabel 4.6. Volume Kegiatan Penyiapan
Badan Jalan 10 lokasi

LOKASI	STATION	VOLUME (m2)
1	16+300 - 17+300	6,000.00
2	17+300 - 18+300	6,000.00
3	18+300 - 19+300	6,000.00
4	19+300 - 20+300	6,000.00
5	20+300 - 21+300	6,000.00
6	21+300 - 22+300	6,000.00
7	22+300 - 23+300	6,000.00
8	23+300 - 24+300	6,000.00
9	24+300 - 25+300	6,000.00
10	25+300 - 26+300	6,000.00
TOTAL		60,000.00

Tabel 4.7. Volume Kegiatan LPA Kelas C
10 lokasi

LOKASI	STATION	VOLUME (m3)
1	16+300 - 17+300	1,200.00
2	17+300 - 18+300	1,200.00
3	18+300 - 19+300	1,200.00
4	19+300 - 20+300	1,200.00
5	20+300 - 21+300	1,200.00
6	21+300 - 22+300	1,200.00
7	22+300 - 23+300	1,200.00
8	23+300 - 24+300	1,200.00
9	24+300 - 25+300	1,200.00
10	25+300 - 26+300	1,200.00
TOTAL		12,000.00

Tabel 4.10. Volume Kegiatan Galian Tanah 20 lokasi

LOKASI	STATION	VOLUME (m3)						SUB TOTAL
		Galian Tanah Biasa		Galian Selokan				
		KANAN	KIRI	KANAN	KIRI			
1	16+300 - 16+800	967.02	1,107.68	52.50	207.70		2,334.91	
2	16+800 - 17+300	957.11	1,315.64	119.00	178.72		2,570.46	
3	17+300 - 17+800	2,032.21	2,240.70	138.56	147.11		4,558.58	
4	17+800 - 18+300	969.37	903.81	70.00	28.88		1,972.06	
5	18+300 - 18+800	1,139.58	605.91	131.25	43.75		1,920.49	
6	18+800 - 19+300	648.99	743.43	29.75	81.76		1,503.93	
7	19+300 - 19+800	789.33	2,341.94	20.00	215.05		3,366.33	
8	19+800 - 20+300	642.37	702.80	142.50	98.34		1,586.01	
9	20+300 - 20+800	670.49	1,888.14	12.74	29.75		2,601.12	
10	20+800 - 21+300	926.49	678.56	20.00	91.78		1,716.83	
11	21+300 - 21+800	3,182.71	2,399.29	66.50	22.15		5,670.65	
12	21+800 - 22+300	4,134.44	5,339.30	15.94	120.39		9,610.07	
13	22+300 - 22+800	1,740.26	941.48	24.75	43.75		2,750.24	
14	22+800 - 23+300	2,946.84	4,231.58	25.50	44.00		7,247.93	
15	23+300 - 23+800	1,446.57	1,789.61	32.25	51.75		3,320.18	
16	23+800 - 24+300	3,410.17	1,172.16	172.58	43.75		4,798.65	
17	24+300 - 24+800	8,189.09	7,052.48	140.00	23.40		15,404.96	
18	24+800 - 25+300	3,415.27	4,996.69	26.25	61.25		8,499.46	
19	25+300 - 25+800	2,032.38	1,088.91	21.00	118.13		3,260.41	
20	25+800 - 26+300	1,829.13	738.78	49.00	32.00		2,648.92	
TOTAL							87,350.00	

Tabel 4.11. Volume Kegiatan Penyiapan Badan Jalan 20 lokasi

LOKASI	STATION	VOLUME (m2)
1	16+300 - 16+800	3.000,00
2	16+800 - 17+300	3.000,00
3	17+300 - 17+800	3.000,00
4	17+800 - 18+300	3.000,00
5	18+300 - 18+800	3.000,00
6	18+800 - 19+300	3.000,00
7	19+300 - 19+800	3.000,00
8	19+800 - 20+300	3.000,00
9	20+300 - 20+800	3.000,00
10	20+800 - 21+300	3.000,00
11	21+300 - 21+800	3.000,00
12	21+800 - 22+300	3.000,00
13	22+300 - 22+800	3.000,00
14	22+800 - 23+300	3.000,00
15	23+300 - 23+800	3.000,00
16	23+800 - 24+300	3.000,00
17	24+300 - 24+800	3.000,00
18	24+800 - 25+300	3.000,00
19	25+300 - 25+800	3.000,00
20	25+800 - 26+300	3.000,00
TOTAL		60.000,00

Tabel 4.12. Volume Kegiatan LPA Kelas C 20 lokasi

LOKASI	STATION	VOLUME (m3)
1	16+300 - 16+800	600,00
2	16+800 - 17+300	600,00
3	17+300 - 17+800	600,00
4	17+800 - 18+300	600,00
5	18+300 - 18+800	600,00
6	18+800 - 19+300	600,00
7	19+300 - 19+800	600,00
8	19+800 - 20+300	600,00
9	20+300 - 20+800	600,00
10	20+800 - 21+300	600,00
11	21+300 - 21+800	600,00
12	21+800 - 22+300	600,00
13	22+300 - 22+800	600,00
14	22+800 - 23+300	600,00
15	23+300 - 23+800	600,00
16	23+800 - 24+300	600,00
17	24+300 - 24+800	600,00
18	24+800 - 25+300	600,00
19	25+300 - 25+800	600,00
20	25+800 - 26+300	600,00
TOTAL		12.000,00

Tabel 4.20. Kebutuhan Hari Kerja Keg. Pembersihan Lahan 20 lokasi

LOKASI	STATION	VOLUME (m2)	Kebutuhan Hari Kerja	
			Alt 1	Alt 2
1	16+300 - 16+800	10.625,00	7,10	3,55
2	16+800 - 17+300	10.875,00	7,27	3,63
3	17+300 - 17+800	10.087,50	6,74	3,37
4	17+800 - 18+300	10.437,50	6,97	3,49
5	18+300 - 18+800	10.550,00	7,05	3,52
6	18+800 - 19+300	10.665,00	7,13	3,56
7	19+300 - 19+800	10.937,50	7,31	3,65
8	19+800 - 20+300	11.711,25	7,82	3,91
9	20+300 - 20+800	10.937,50	7,31	3,65
10	20+800 - 21+300	12.612,50	8,43	4,21
11	21+300 - 21+800	11.500,00	7,68	3,84
12	21+800 - 22+300	11.523,08	7,70	3,85
13	22+300 - 22+800	12.700,76	8,49	4,24
14	22+800 - 23+300	11.387,50	7,61	3,80
15	23+300 - 23+800	12.050,00	8,05	4,03
16	23+800 - 24+300	12.687,50	8,48	4,24
17	24+300 - 24+800	18.626,10	12,44	6,22
18	24+800 - 25+300	18.893,75	12,62	6,31
19	25+300 - 25+800	16.036,50	10,71	5,36
20	25+800 - 26+300	15.000,00	10,02	5,01
TOTAL			166,93	83,46

Tabel 4.19. Kebutuhan Hari Kerja Keg. LPA Kelas C 10 lokasi

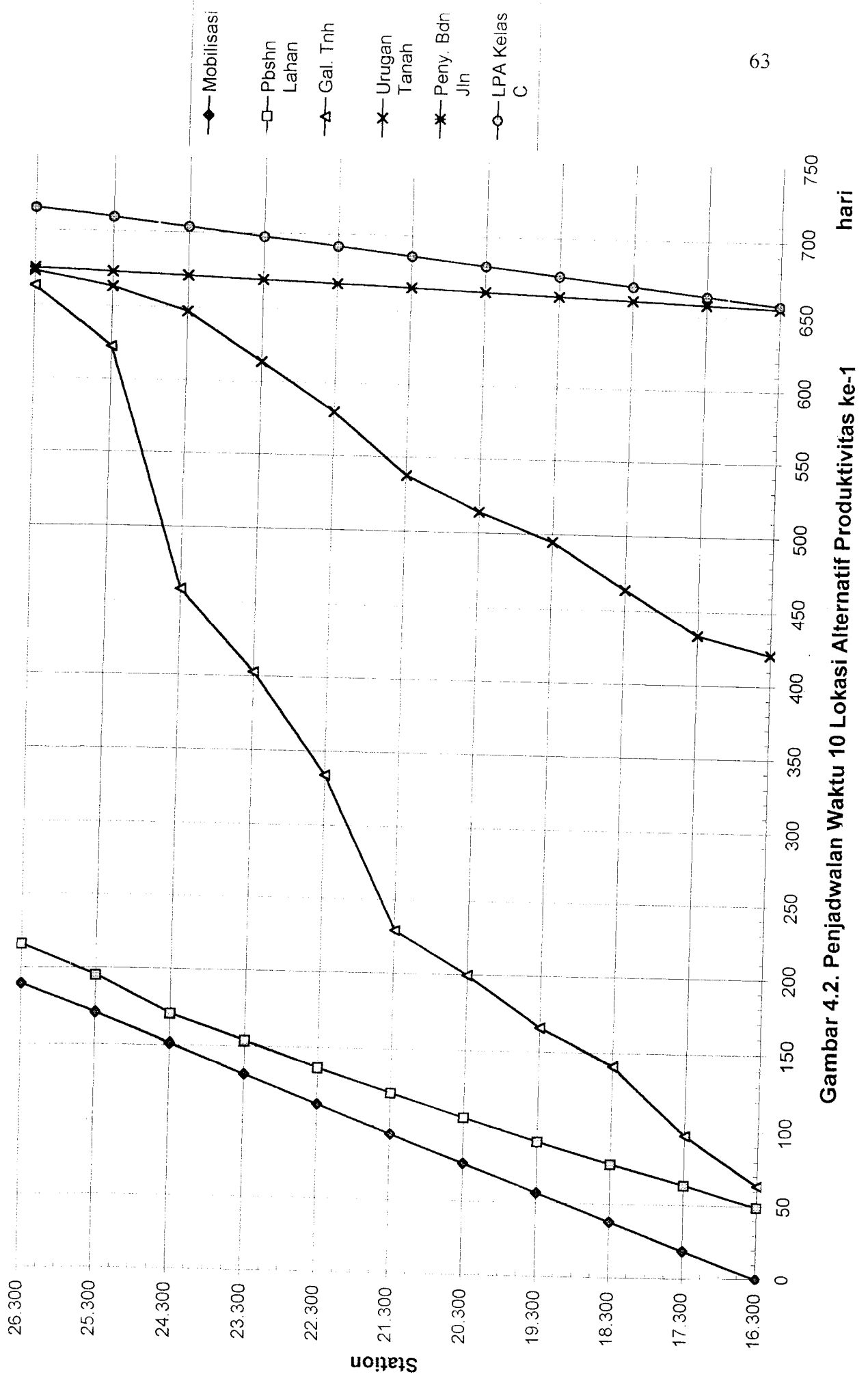
LOKASI	STATION	VOLUME (m3)	Kebutuhan Hari Kerja	
			Alt 1	Alt 2
1	16+300 - 17+300	1.200,00	5,71	2,86
2	17+300 - 18+300	1.200,00	5,71	2,86
3	18+300 - 19+300	1.200,00	5,71	2,86
4	19+300 - 20+300	1.200,00	5,71	2,86
5	20+300 - 21+300	1.200,00	5,71	2,86
6	21+300 - 22+300	1.200,00	5,71	2,86
7	22+300 - 23+300	1.200,00	5,71	2,86
8	23+300 - 24+300	1.200,00	5,71	2,86
9	24+300 - 25+300	1.200,00	5,71	2,86
10	25+300 - 26+300	1.200,00	5,71	2,86
TOTAL			57,14	28,57

Tabel 4.23. Kebutuhan Hari Kerja Keg. Penyiapan Badan Jalan 20 Lokasi

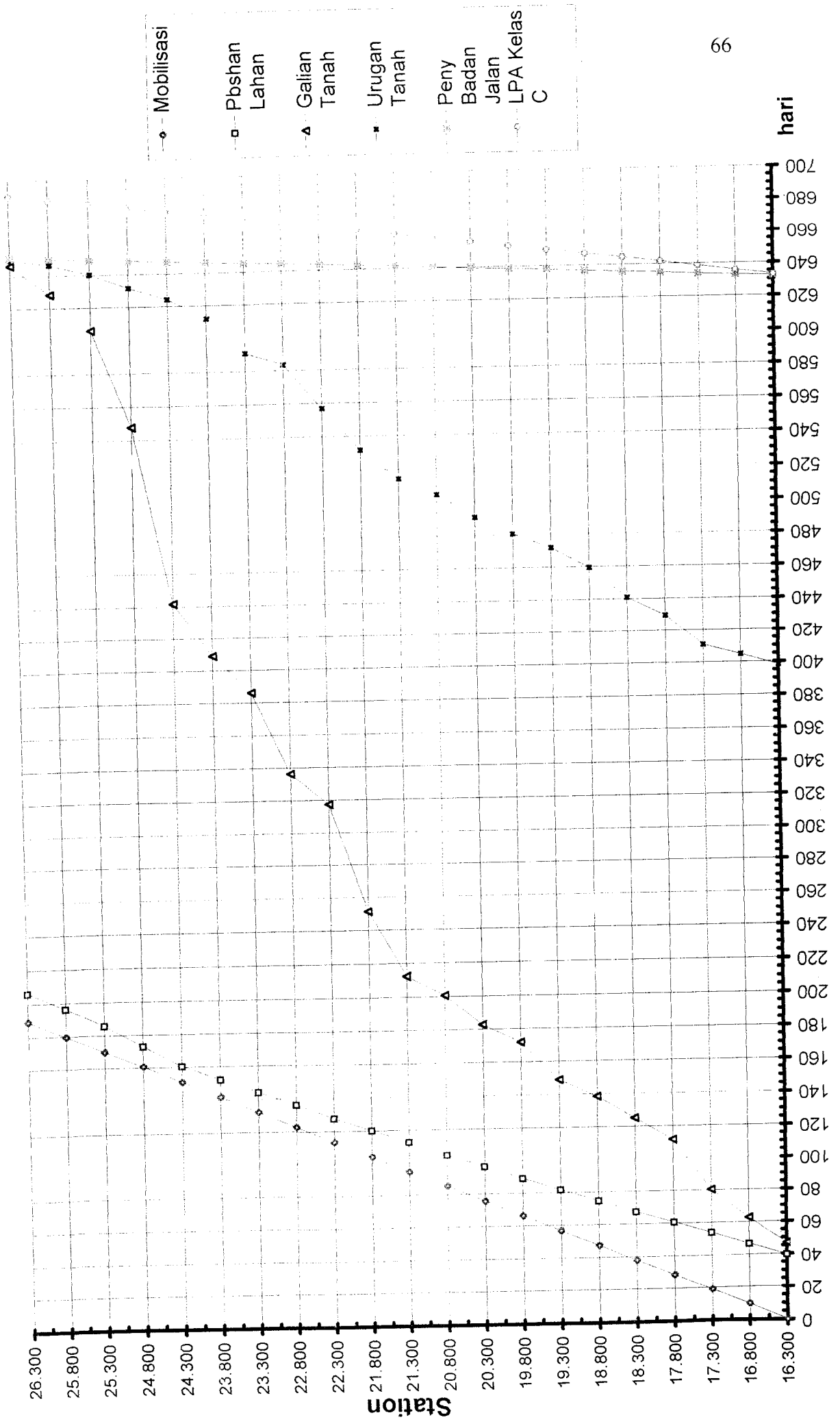
LOKASI	STATION	VOLUME (m2)	Kebutuhan Hari Kerja	
			Ait 1	Ait 2
1	16+300 - 16+800	3.000,00	0,95	0,48
2	16+800 - 17+300	3.000,00	0,95	0,48
3	17+300 - 17+800	3.000,00	0,95	0,48
4	17+800 - 18+300	3.000,00	0,95	0,48
5	18+300 - 18+800	3.000,00	0,95	0,48
6	18+800 - 19+300	3.000,00	0,95	0,48
7	19+300 - 19+800	3.000,00	0,95	0,48
8	19+800 - 20+300	3.000,00	0,95	0,48
9	20+300 - 20+800	3.000,00	0,95	0,48
10	20+800 - 21+300	3.000,00	0,95	0,48
11	21+300 - 21+800	3.000,00	0,95	0,48
12	21+800 - 22+300	3.000,00	0,95	0,48
13	22+300 - 22+800	3.000,00	0,95	0,48
14	22+800 - 23+300	3.000,00	0,95	0,48
15	23+300 - 23+800	3.000,00	0,95	0,48
16	23+800 - 24+300	3.000,00	0,95	0,48
17	24+300 - 24+800	3.000,00	0,95	0,48
18	24+800 - 25+300	3.000,00	0,95	0,48
19	25+300 - 25+800	3.000,00	0,95	0,48
20	25+800 - 26+300	3.000,00	0,95	0,48
TOTAL		60.000,00	19,05	9,52

Tabel 4.24. Kebutuhan Hari Kerja Kegiatan LPA 20 lokasi

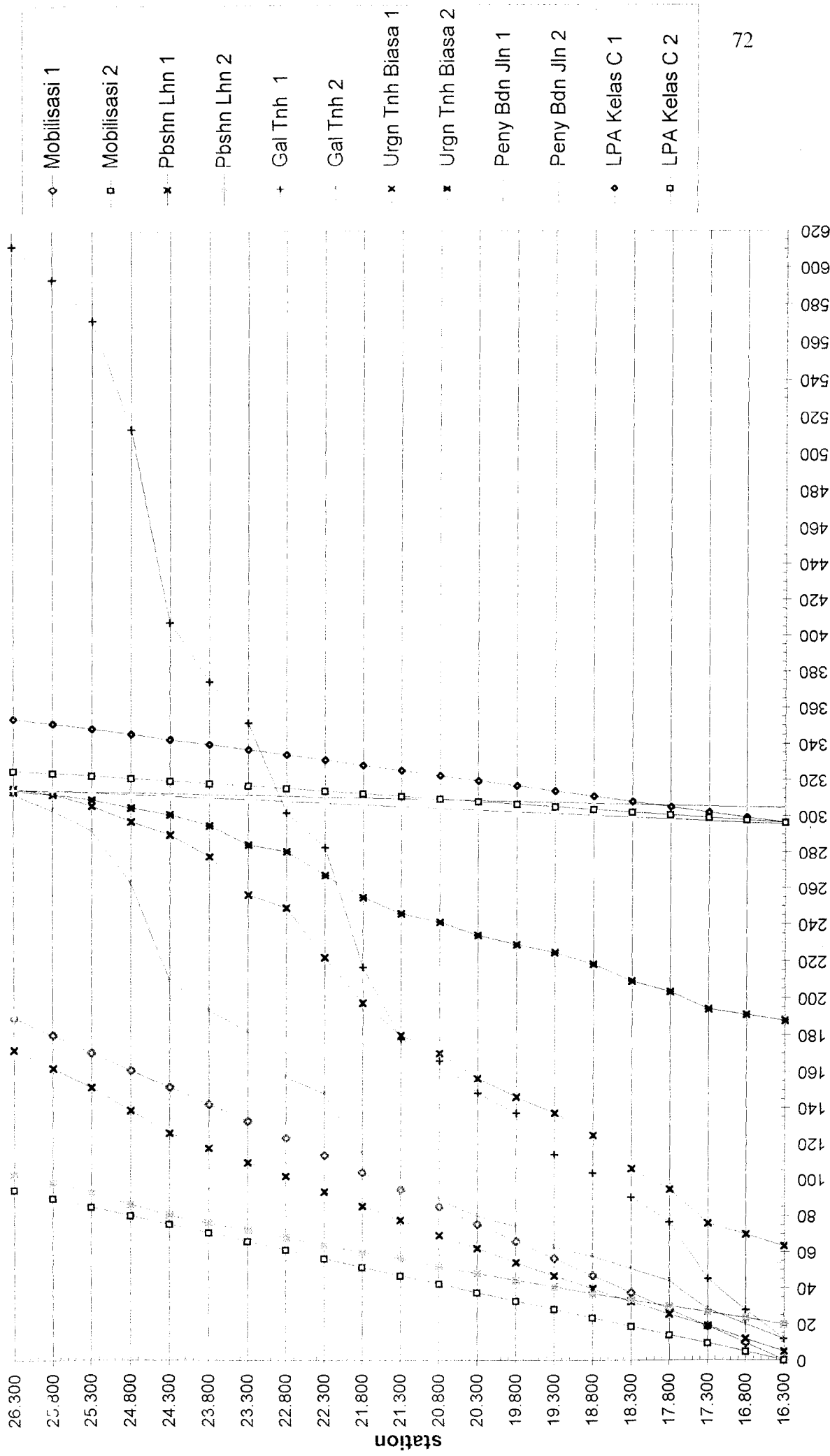
LOKASI	STATION	VOLUME (m3)	Kebutuhan Hari Kerja	
			Ait 1	Ait 2
1	16+300 - 16+800	600,00	2,86	1,43
2	16+800 - 17+300	600,00	2,86	1,43
3	17+300 - 17+800	600,00	2,86	1,43
4	17+800 - 18+300	600,00	2,86	1,43
5	18+300 - 18+800	600,00	2,86	1,43
6	18+800 - 19+300	600,00	2,86	1,43
7	19+300 - 19+800	600,00	2,86	1,43
8	19+800 - 20+300	600,00	2,86	1,43
9	20+300 - 20+800	600,00	2,86	1,43
10	20+800 - 21+300	600,00	2,86	1,43
11	21+300 - 21+800	600,00	2,86	1,43
12	21+800 - 22+300	600,00	2,86	1,43
13	22+300 - 22+800	600,00	2,86	1,43
14	22+800 - 23+300	600,00	2,86	1,43
15	23+300 - 23+800	600,00	2,86	1,43
16	23+800 - 24+300	600,00	2,86	1,43
17	24+300 - 24+800	600,00	2,86	1,43
18	24+800 - 25+300	600,00	2,86	1,43
19	25+300 - 25+800	600,00	2,86	1,43
20	25+800 - 26+300	600,00	2,86	1,43
TOTAL		12.000,00	57,14	28,57



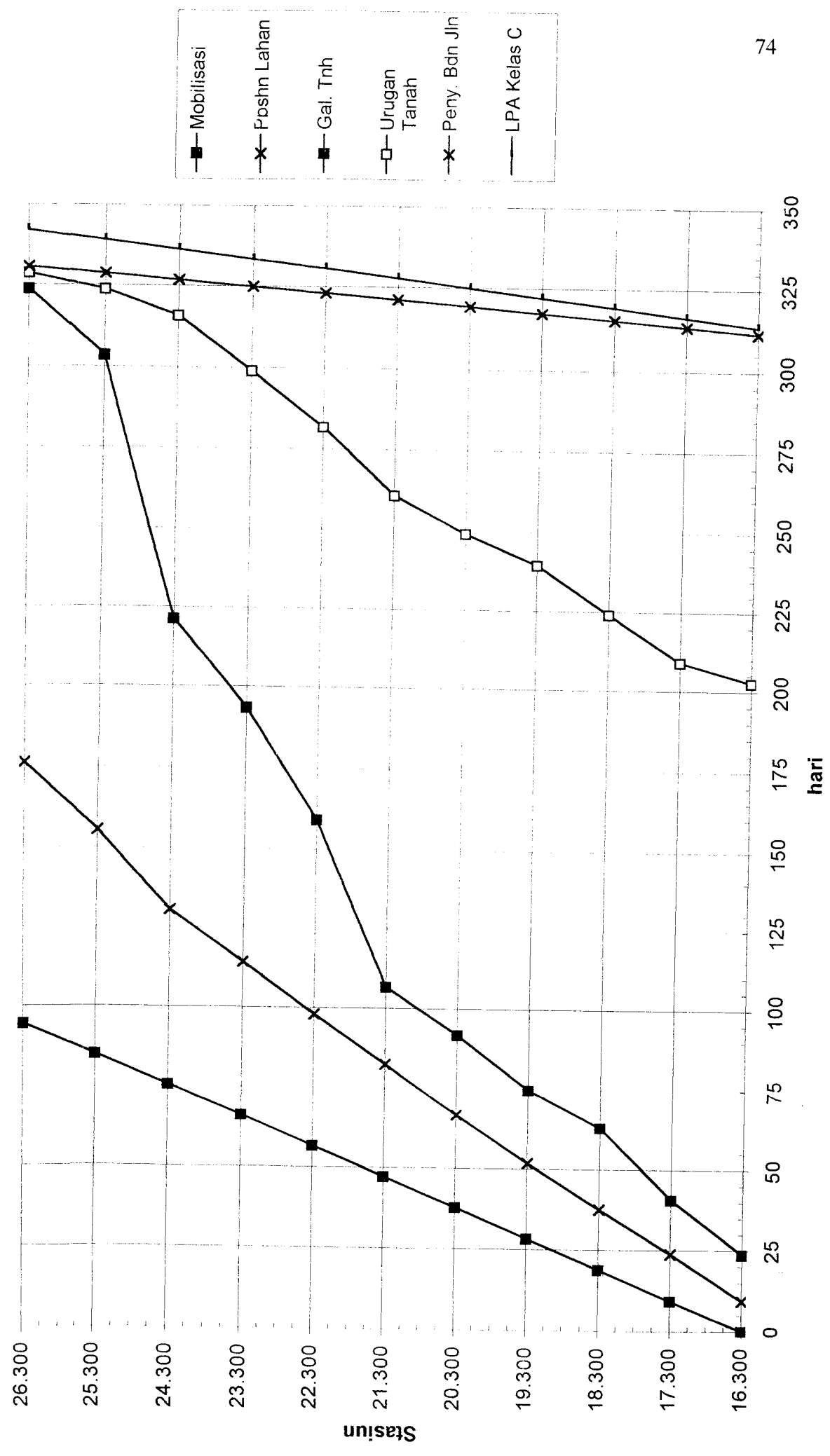
Gambar 4.2. Penjadwalan Waktu 10 Lokasi Alternatif Produktivitas ke-1



Gambar 4.4. Penjadwalan 20 Lokasi Alternatif Produktivitas ke-1



Gambar 4.7. Penjadwalan Waktu 20 Lokasi Alt. Ke-3 dengan 12 Lintasan Kegiatan hari



Gambar 4.8. Penjadwalan Waktu 10 Lokasi Alt ke-3 dengan Lintasan Terpilih

kegiatan galian tanah pada sta. 24+300 hingga sta. 25+300 dapat dilihat pada gambar 4.16 dan gambar 4.17.

Waktu Mulai Paling Cepat setelah dilakukan peningkatan Sb Daya mulai Sta 21+300 - Sta 26+300

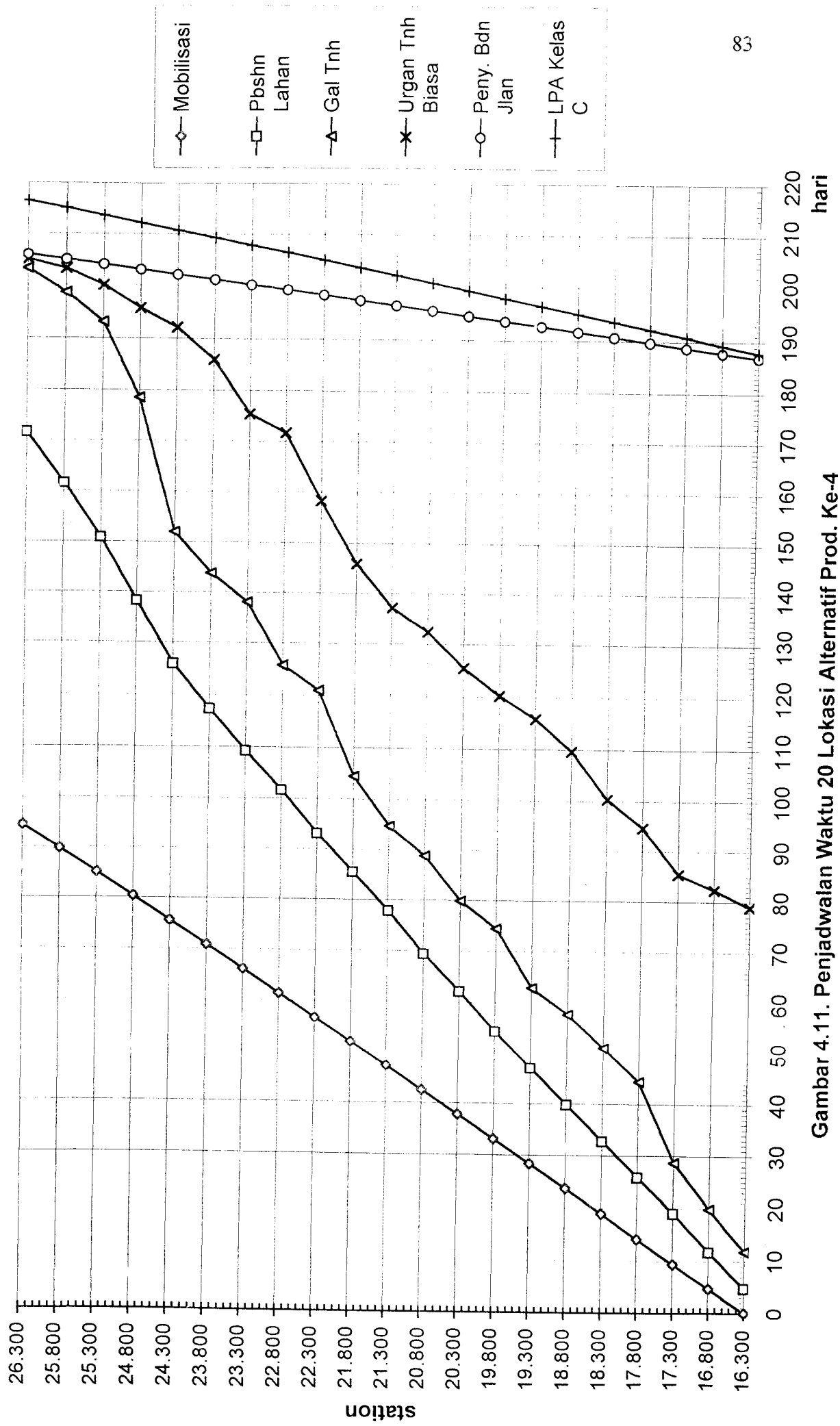
Tabel 4.34. Waktu Mulai Paling Cepat untuk 10 Lokasi Alternatif Produktivitas ke-4

Lintasan	Kegiatan	Alt. Prod	Waktu Mulai Paling Cepat Tiap Lokasi										Waktu Selesai
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
			Hari ke-										
1	Mobilisasi	2	0.0	9.5	18.9	28.4	37.8	47.3	56.7	66.2	75.6	85.1	94.5
2	Pembersihan Lahan	1	9.5	23.8	37.5	51.7	66.8	82.6	98.0	114.0	130.6	155.6	176.4
3	Galian Tanah	2	23.8	40.7	63.1	74.8	91.9	106.7	132.9	150.1	164.0	205.1	215.2
4	Urugan Tanah Biasa	2	94.1	100.6	115.5	131.0	140.5	152.3	173.4	190.5	207.2	215.2	220.2
5	Penyiapan Badan Jalan	1	203.0	204.9	206.8	208.7	210.6	212.6	214.5	216.4	218.3	220.2	222.1
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas C	2	204.9	207.8	210.6	213.5	216.4	219.2	222.1	224.9	227.8	230.6	233.5

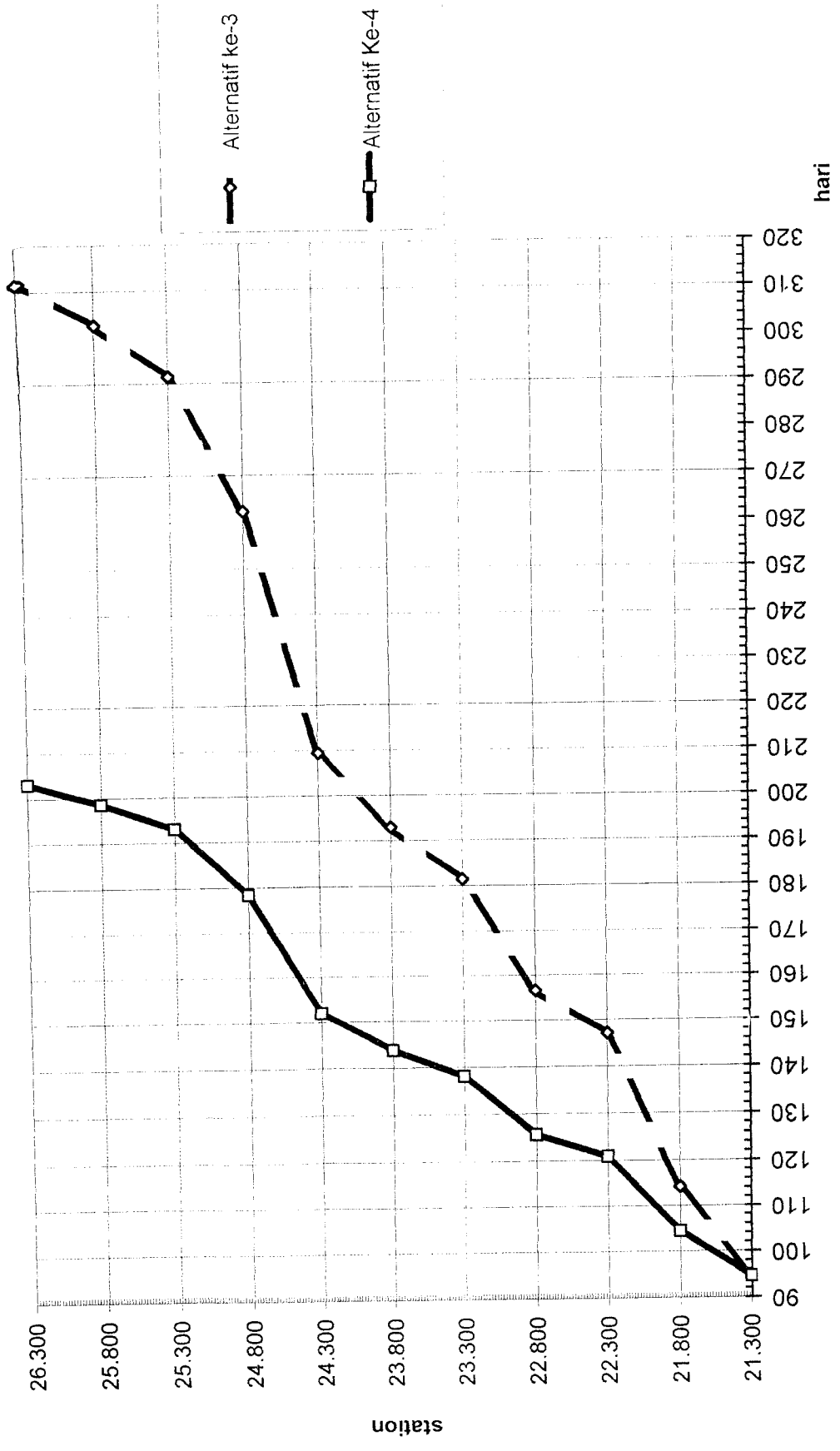
Tabel 4.35. Waktu Mulai Paling Cepat untuk 20 Lokasi Alternatif produktivitas ke-4

Lintasan	Kegiatan	Waktu Mulai Paling Cepat Tiap Lokasi										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Hari ke-										
1	Mobilisasi	0.0	4.7	9.5	14.2	18.9	23.6	28.4	33.1	37.8	42.5	47.3
2	Pembersihan Lahan	4.7	11.8	19.1	25.8	32.8	39.9	47.0	54.3	62.1	69.4	77.8
3	Galian Tanah	11.8	19.8	28.7	44.3	51.1	57.7	62.9	74.4	79.9	88.8	94.7
4	Urugan Tanah Biasa	78.9	82.3	85.4	94.7	100.4	109.6	115.8	120.2	125.4	132.3	137.2
5	Penyiapan Badan Jalan	186.9	187.9	188.8	189.8	190.7	191.7	192.6	193.6	194.5	195.5	196.4
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas C	187.9	189.3	190.7	192.1	193.6	195.0	196.4	197.9	199.3	200.7	202.1

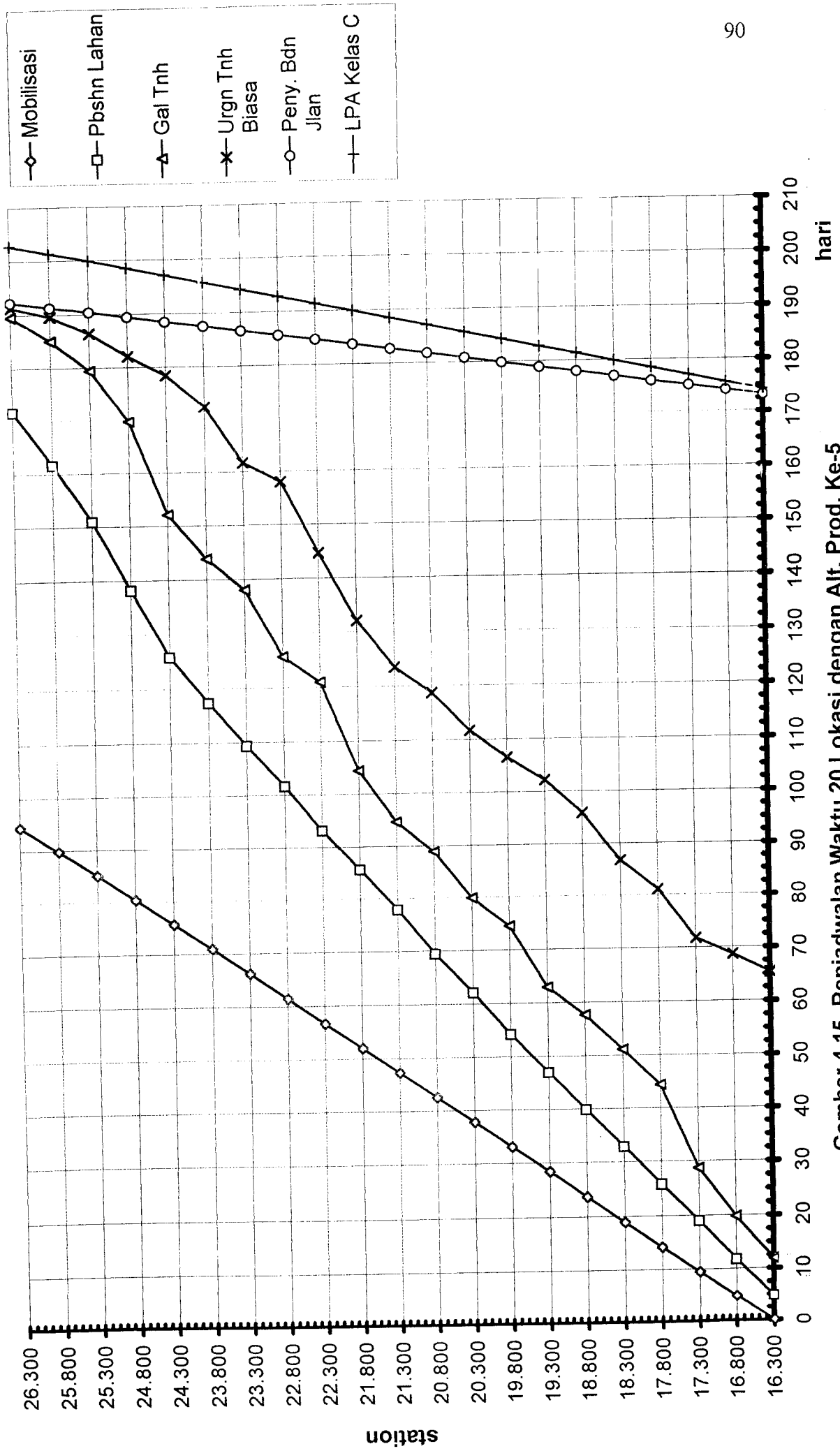
Lintasan	Kegiatan	Waktu Mulai Paling Cepat Tiap Lokasi									
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	Waktu Selesai
		Hari ke-									
1	Mobilisasi	52.0	56.7	61.4	66.2	70.9	75.6	80.3	85.1	89.8	94.5
2	Pembersihan Lahan	85.5	93.2	101.7	109.3	117.4	125.8	138.3	150.9	161.6	171.7
3	Galian Tanah	104.4	120.9	125.6	138.1	143.8	152.0	178.5	193.1	198.7	203.2
4	Urugan Tanah Biasa	145.9	158.3	171.7	175.3	186.0	192.1	195.7	200.0	203.2	205.0
5	Penyiapan Badan Jalan	197.4	198.3	199.3	200.2	201.2	202.1	203.1	204.0	205.0	206.0
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas C	203.6	205.0	206.4	207.9	209.3	210.7	212.1	213.6	215.0	216.4



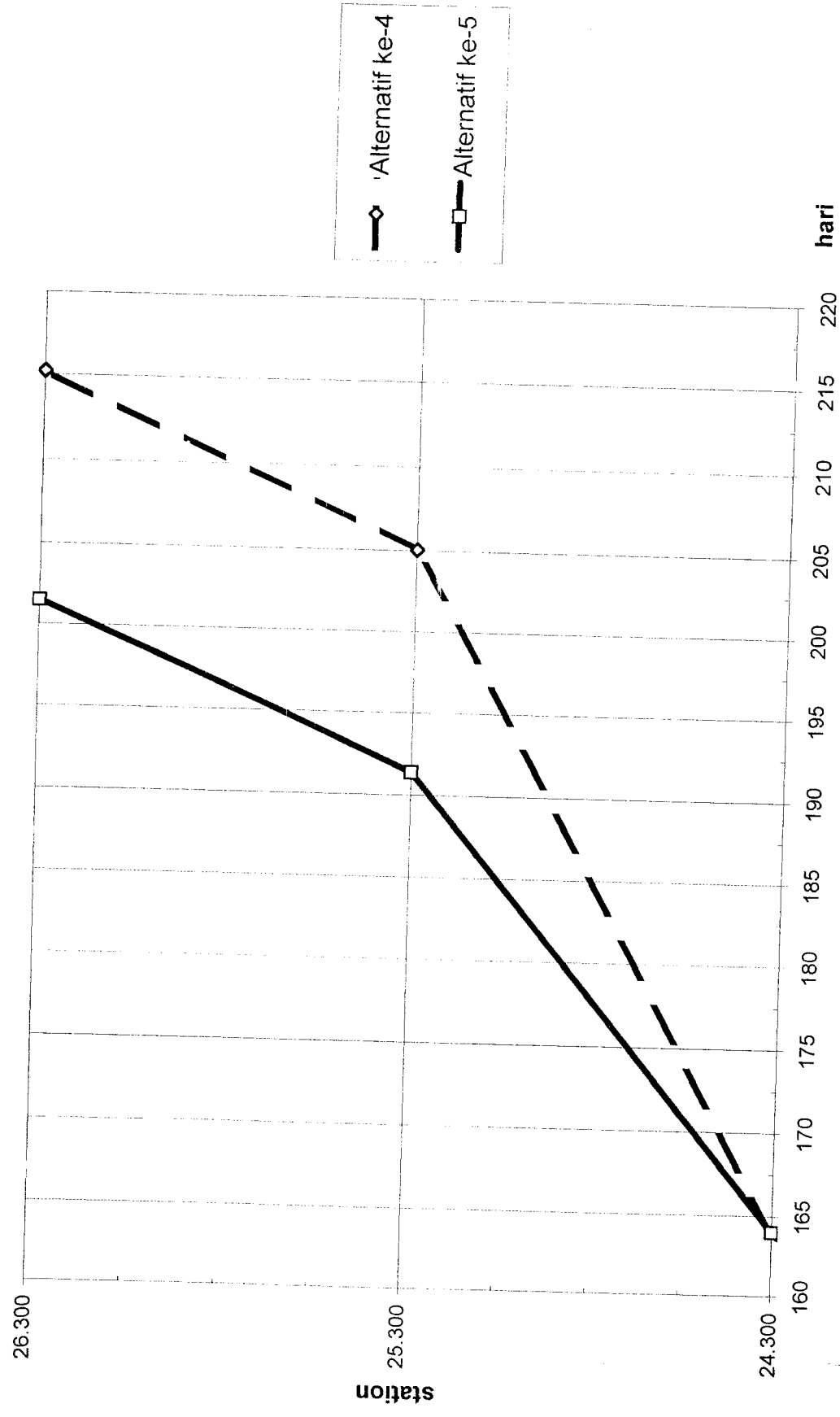
Gambar 4.11. Penjadwalan Waktu 20 Lokasi Alternatif Prod. Ke-4



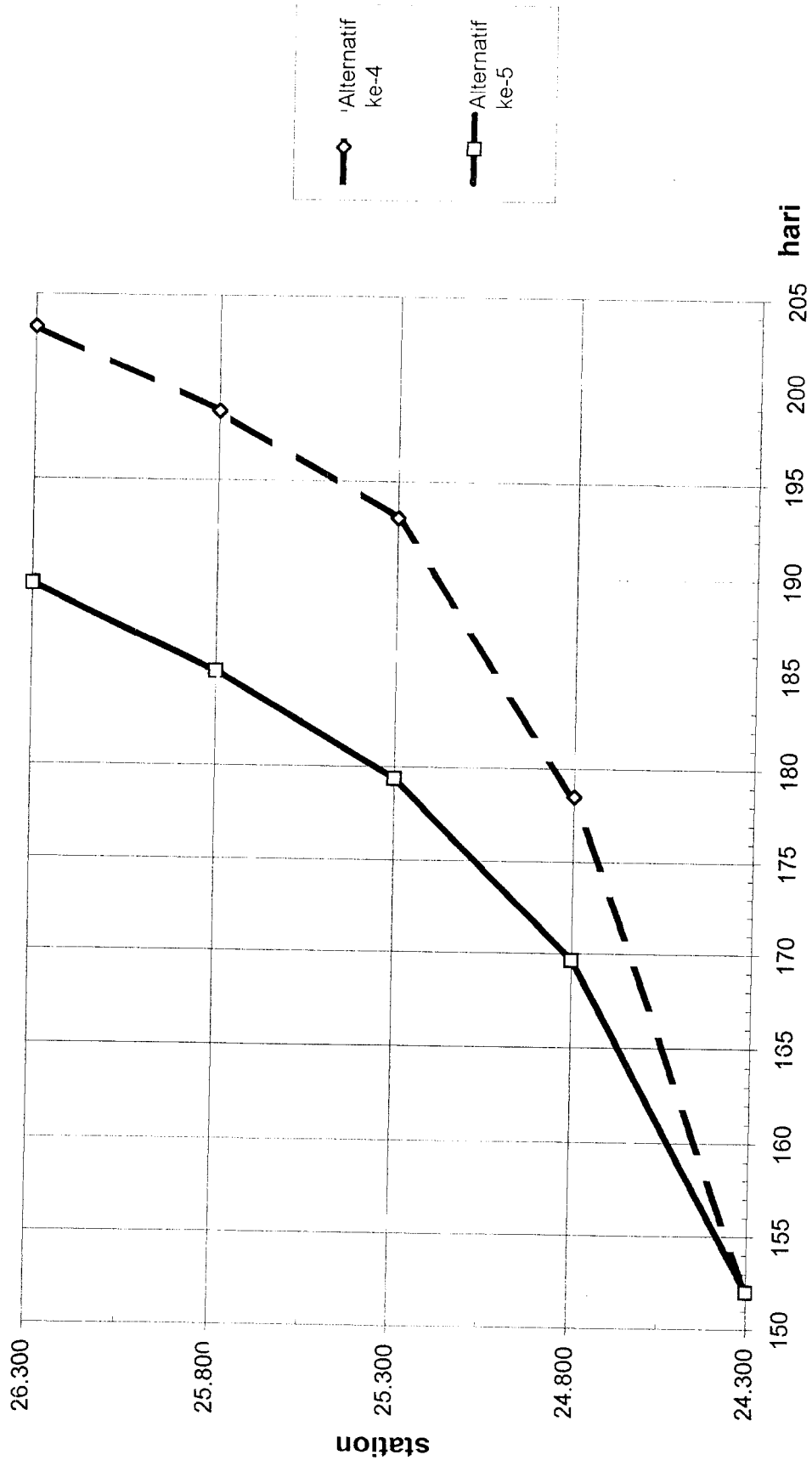
Gambar 4.13. Perubahan Waktu Mulai Gal. Tnh 20 Lokasi dari Alt ke-3 menjadi Alt. Ke-4



Gambar 4.15. Penjadwalan Waktu 20 Lokasi dengan Alt. Prod. Ke-5



Gambar 4.16. Perubahan Waktu Mulai Gal. Tnh 10 Lokasi dari Alt ke-4 menjadi Alt. Ke-5



Gambar 4.17. Perubahan Waktu Mulai Gal. Tnh 20 Lokasi dari Alt. ke-4 menjadi Alt. Ke-5

4.4.7.4. Visualisasi Pekerjaan Gorong-gorong

Pekerjaan gorong-gorong pipa baja bergelombang merupakan *discrete activity* atau kegiatan khusus. Dalam proses penjadwalannya kegiatan ini tidak dapat diterapkan dalam proses perhitungan metoda linier. Untuk penjadwalan kegiatan ini, digunakan metoda yang lain. Walaupun demikian, kegiatan ini dapat divisualisasikan dalam penjadwalan skedul linier setelah proses perhitungan penjadwalan kegiatan yang bersifat linier selesai dilakukan.

Visualisasi kegiatan gorong-gorong diterapkan pada hasil penjadwalan waktu alternatif produktivitas ke-5. Berdasarkan data yang diperoleh, kegiatan pemasangan gorong-gorong hanya terdapat pada station-station tertentu, seperti yang tercantum dalam tabel 4.39.

Tabel 4.39. Lokasi kegiatan pemasangan gorong-gorong

No	Kegiatan	Station
1	Gorong-gorong Pipa Baja Bergelombang 1	16 + 550
2	Gorong-gorong Pipa Baja Bergelombang 2	17 + 179
3	Gorong-gorong Pipa Baja Bergelombang 3	17 + 875
4	Gorong-gorong Pipa Baja Bergelombang 4	18 + 548
5	Gorong-gorong Pipa Baja Bergelombang 5	22 + 051
6	Gorong-gorong Pipa Baja Bergelombang 6	23 + 309
7	Gorong-gorong Pipa Baja Bergelombang 7	23 + 600
8	Gorong-gorong Pipa Baja Bergelombang 8	26 + 198

Waktu Mulai Paling Cepat untuk 10 lokasi setelah dilakukan Visualisasi Kegiatan Gorong-gorong

Tabel 4.42. Waktu Mulai Paling Cepat untuk 10 Lokasi alternatif produktivitas ke-5 setelah dilakukan visualisasi gorong-gorong

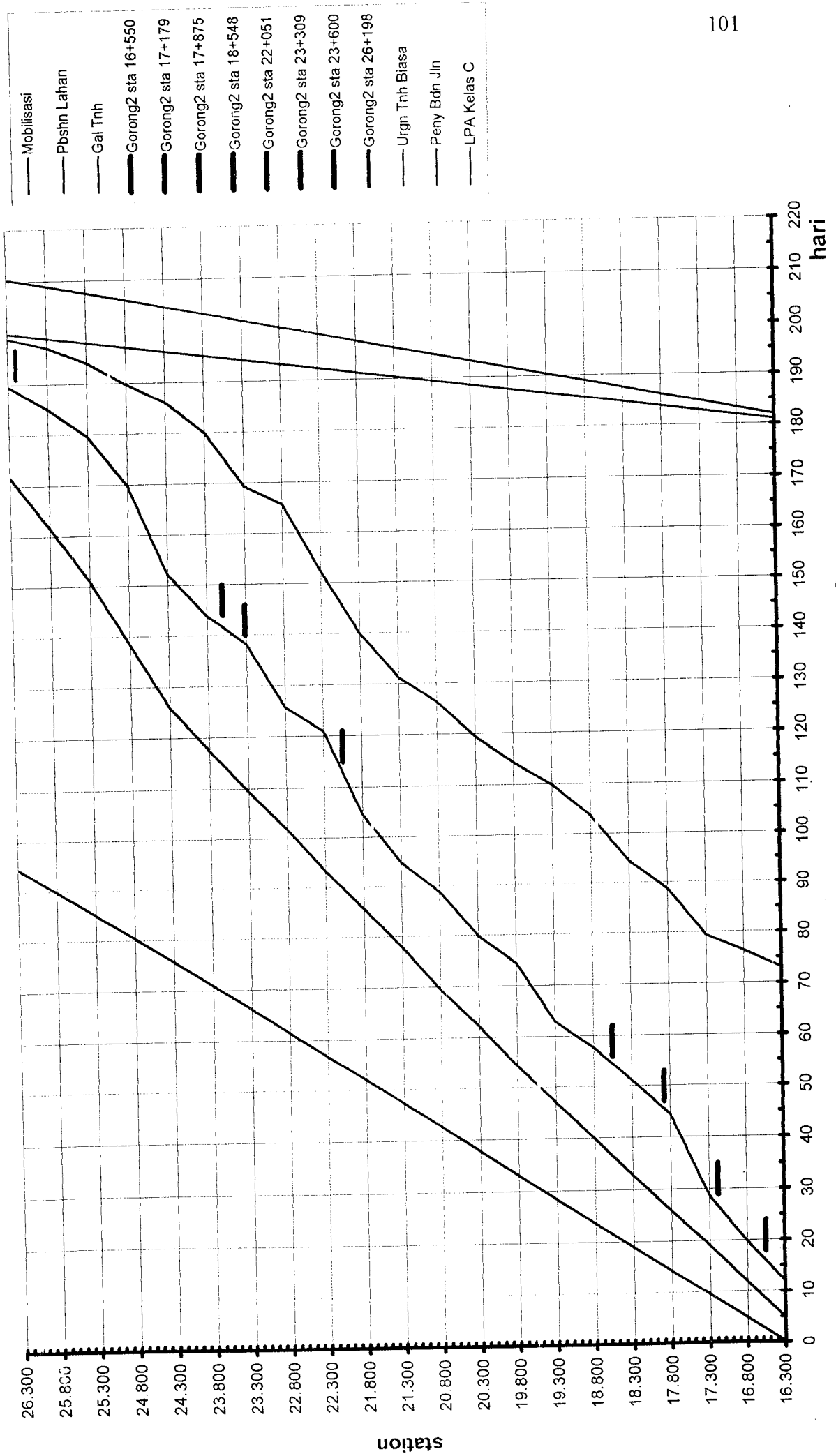
Lintasan	Kegiatan	Alt.	Waktu Mulai Paling Cepat Tiap Lokasi										Waktu Selesai
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
			Hari ke-										
1	Mobilisasi	2	0.0	9.5	18.9	28.4	37.8	47.3	56.7	66.2	75.6	85.1	94.5
2	Pembersihan Lahan	1	9.5	23.8	37.5	51.7	66.8	82.6	98.0	114.0	130.6	155.6	176.4
3	Galian Tanah	2	23.8	40.7	63.1	74.8	91.9	106.7	132.9	150.1	164.0	191.4	201.5
4	Urugan Tanah Biasa	2	84.9	91.4	106.3	121.8	131.3	143.1	164.2	181.3	198.0	206.0	211.0
5	Penyiapan Badan Jalan	1	193.8	195.7	197.6	199.5	201.4	203.3	205.3	207.2	209.1	211.0	212.9
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas C	2	195.7	198.6	201.4	204.3	207.2	210.0	212.9	215.7	218.6	221.4	224.3

Waktu Mulai Paling Cepat setelah Dilakukan Visualisasi Kegiatan Gorong-gorong

Tabel 4.43. Waktu Mulai Paling Cepat untuk 20 lokasi Alternatif Produktivitas ke- 5 setelah dilakukan Visualisasi Keg. Gorong-gorong

Lintasan	Kegiatan	Waktu Mulai Paling Cepat Tiap Lokasi										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Hari ke-										
1	Mobilisasi	0.0	4.7	9.5	14.2	18.9	23.6	28.4	33.1	37.8	42.5	47.3
2	Pembersihan Lahan	4.7	11.8	19.1	25.8	32.8	39.9	47.0	54.3	62.1	69.4	77.8
3	Galian Tanah	11.8	19.8	28.7	44.3	51.1	57.7	62.9	74.4	79.9	88.8	94.7
4	Urugan Tanah Biasa	72.9	76.3	79.4	88.7	94.3	103.6	109.8	114.2	119.3	126.3	131.1
5	Penyiapan Badan Jalan	180.9	181.8	182.8	183.7	184.7	185.6	186.6	187.5	188.5	189.4	190.4
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas C	181.8	183.3	184.7	186.1	187.5	189.0	190.4	191.8	193.3	194.7	196.1

Lintasan	Kegiatan	Waktu Mulai Paling Cepat Tiap Lokasi										Waktu Selesai
		12	13	14	15	16	17	18	19	20		
		Hari ke-										
1	Mobilisasi	52.0	56.7	61.4	66.2	70.9	75.6	80.3	85.1	89.8	94.5	
2	Pembersihan Lahan	85.5	93.2	101.7	109.3	117.4	125.8	138.3	150.9	161.6	171.7	
3	Galian Tanah	104.4	120.9	125.6	138.1	143.8	152.0	169.7	179.4	185.0	189.5	
4	Urugan Tanah Biasa	139.8	152.2	165.6	169.3	180.0	186.0	189.7	194.0	197.2	199.0	
5	Penyiapan Badan Jalan	191.3	192.3	193.3	194.2	195.2	196.1	197.1	198.0	199.0	199.9	
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas C	197.5	199.0	200.4	201.8	203.3	204.7	206.1	207.5	209.0	210.4	



Gambar 4.19. Penjadwalan Waktu 20 lokasi Alt. Ke-5 + Gorong-gorong

Tabel 5.3. Selisih durasi proyek berdasarkan alternatif produktivitas

Pembagian Lokasi	Durasi (hari)		Selisih dengan Alt. Produktivitas 1 (hari)
	alt 1	alt 5	
10 lokasi	alt 1	715	
	alt 2	357	358
	alt 3	342	373
	alt 4	234	482
	alt 5	220	495
20 lokasi	alt 1	690	
	alt 2	345	345
	alt 3	325	365
	alt 4	216	474
	alt 5	203	487

Dari tabel di atas, pada pembagian 10 dan 20 lokasi, waktu penyelesaian proyek tercepat dihasilkan oleh alternatif produktivitas ke-5. Selisih waktu penyelesaian alternatif produktivitas ke-5 dengan alternatif produktivitas ke-1 masing-masing sebesar 495 dan 487 hari.

5.2. Pengaruh Peningkatan Produktivitas pada Station Tertentu

Kegiatan galian tanah pada station-station tertentu mempunyai volume pekerjaan yang sangat besar. Hal ini menyebabkan selang waktu mulai yang cukup lama pada lokasi awal proyek dengan kegiatan berikutnya, yaitu urugan tanah. Untuk itu perlu dilakukan peningkatan produktivitas pada station-station tersebut, dengan tujuan mempercepat waktu mulai kegiatan urugan tanah, sehingga durasi total proyek dapat diperpendek.

Pada penelitian ini, peningkatan produktivitas pada station-station tertentu dilakukan sebanyak dua kali, yaitu :

1. alternatif produktivitas ke-4

merupakan peningkatan alternatif ke-3 pada kegiatan galian tanah di sta.21+300 hingga sta. 26+300. Perubahan waktu mulai paling cepat kegiatan galian tanah pada sta.21+300 hingga sta. 26+300 dapat dilihat pada tabel 5.4.

Tabel 5.4. Perubahan waktu mulai kegiatan galian tanah dari sta.21+300 – sta.26+300

Station	waktu mulai		selisih hari
	Alt. 3 hari ke	Alt 4 hari ke	
10 lokasi			
21+300	106.7	106.7	0.0
22+300	159.2	132.9	26.2
23+300	193.5	150.1	43.4
24+300	221.4	164.0	57.3
25+300	303.5	205.1	98.4
26+300	323.8	215.2	108.5
20 lokasi			
21+300	94.7	94.7	0.0
21+800	114.2	104.4	9.7
22+300	147.2	120.9	26.2
22+800	156.6	125.6	31.0
23+300	181.5	138.1	43.4
23+800	192.9	143.8	49.1
24+300	209.4	152.0	57.3
24+800	262.3	178.5	83.8
25+300	291.5	193.1	98.4
25+800	302.7	198.7	104.0
26+300	311.8	203.2	108.5

Dari tabel 5.4 di atas, peningkatan produktivitas pada Sta.21+300 – Sta.26+300 menyebabkan waktu penyelesaian kegiatan galian tanah bertambah cepat sebesar 108.5 hari.

2. alternatif produktivitas ke-5

merupakan peningkatan alternatif ke-4 pada kegiatan galian tanah di sta. 24+300 hingga sta.25+300. Perubahan waktu mulai paling cepat kegiatan galian tanah pada sta.24+300 hingga sta. 25+300 dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5.5. Perubahan waktu mulai kegiatan galian tanah dari sta.24+300 – sta.25+300

Station	waktu mulai		selisih hari
	Alt. 4 hari ke	Alt 5 hari ke	
10 lokasi			
24+300	164.0	164.0	0.0
25+300	205.1	191.4	13.7
26+300	215.2	201.5	13.7
20 lokasi			
24+300	152.0	152.0	0.0
24+800	178.5	169.7	8.8
25+300	193.1	179.4	13.7
25+800	198.7	185.0	13.7
26+300	203.2	189.5	13.7

Dari tabel 5.5. dapat dilihat bahwa peningkatan produktivitas pada Sta.24+300 – Sta.25+300 menyebabkan waktu penyelesaian kegiatan galian tanah bertambah cepat sebesar 13.7 hari.

Dengan dilakukan peningkatan produktivitas pada station-station tertentu tersebut di atas, maka kegiatan urugan tanah dapat dimulai lebih cepat pada lokasi awal proyek. Besar percepatan waktu mulai kegiatan urugan tanah dapat dilihat pada tabel 5.6.

Perubahan durasi proyek akibat visualisasi kegiatan gorong-gorong dapat dilihat pada tabel 5.7.

Tabel 5.7. Perubahan durasi proyek akibat visualisasi gorong-gorong

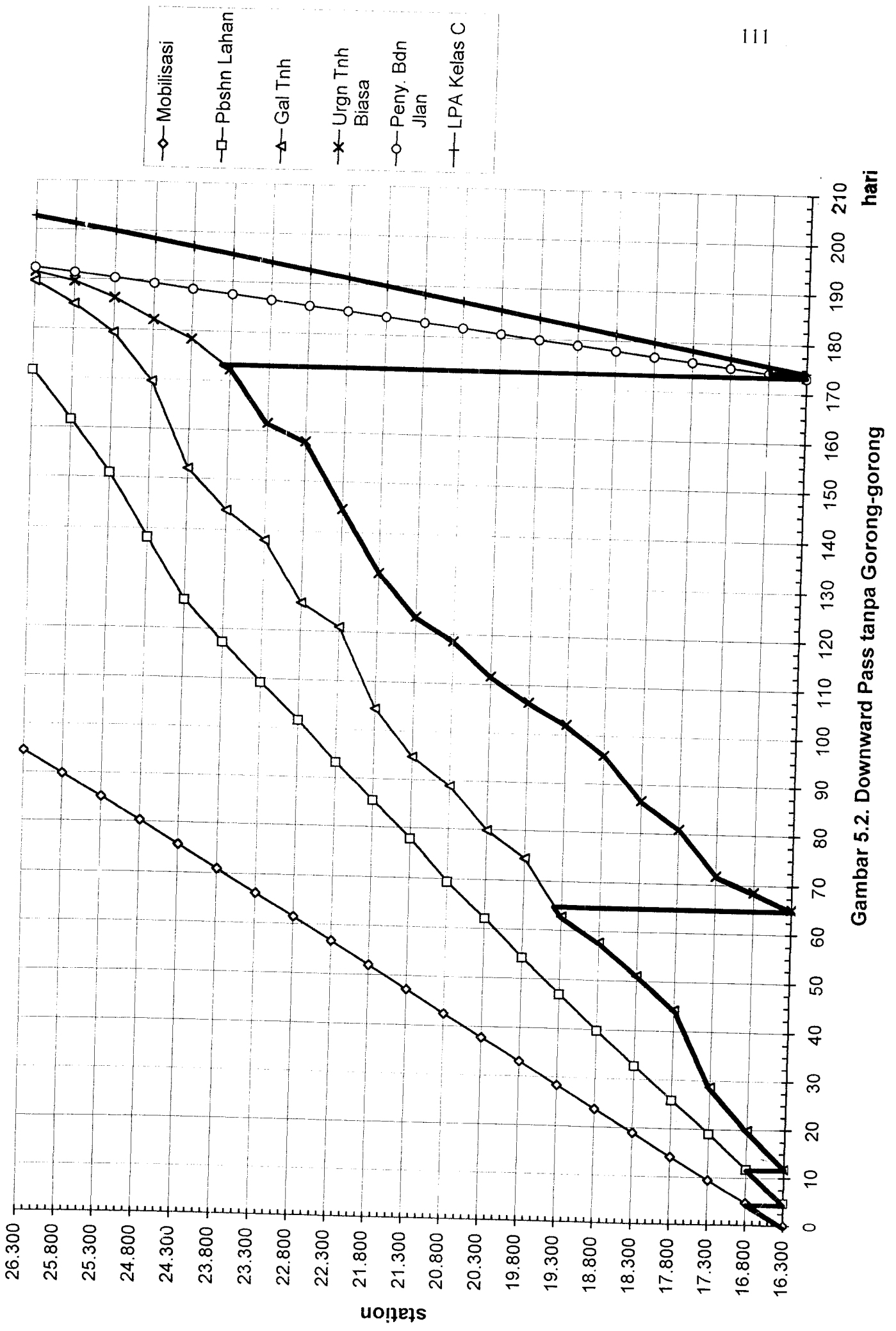
Pembagian Lokasi	Durasi Total Alt Produktivitas ke-5 (hari)	Durasi Total Alt Produktivitas ke-5 dan Keg. Gorong-gorong (hari)	Besar Pergeseran waktu
10 Lokasi	219.8	224.3	4.5
20 Lokasi	202.7	210.4	7.7

5.4. Jalur Kegiatan Pengendalian

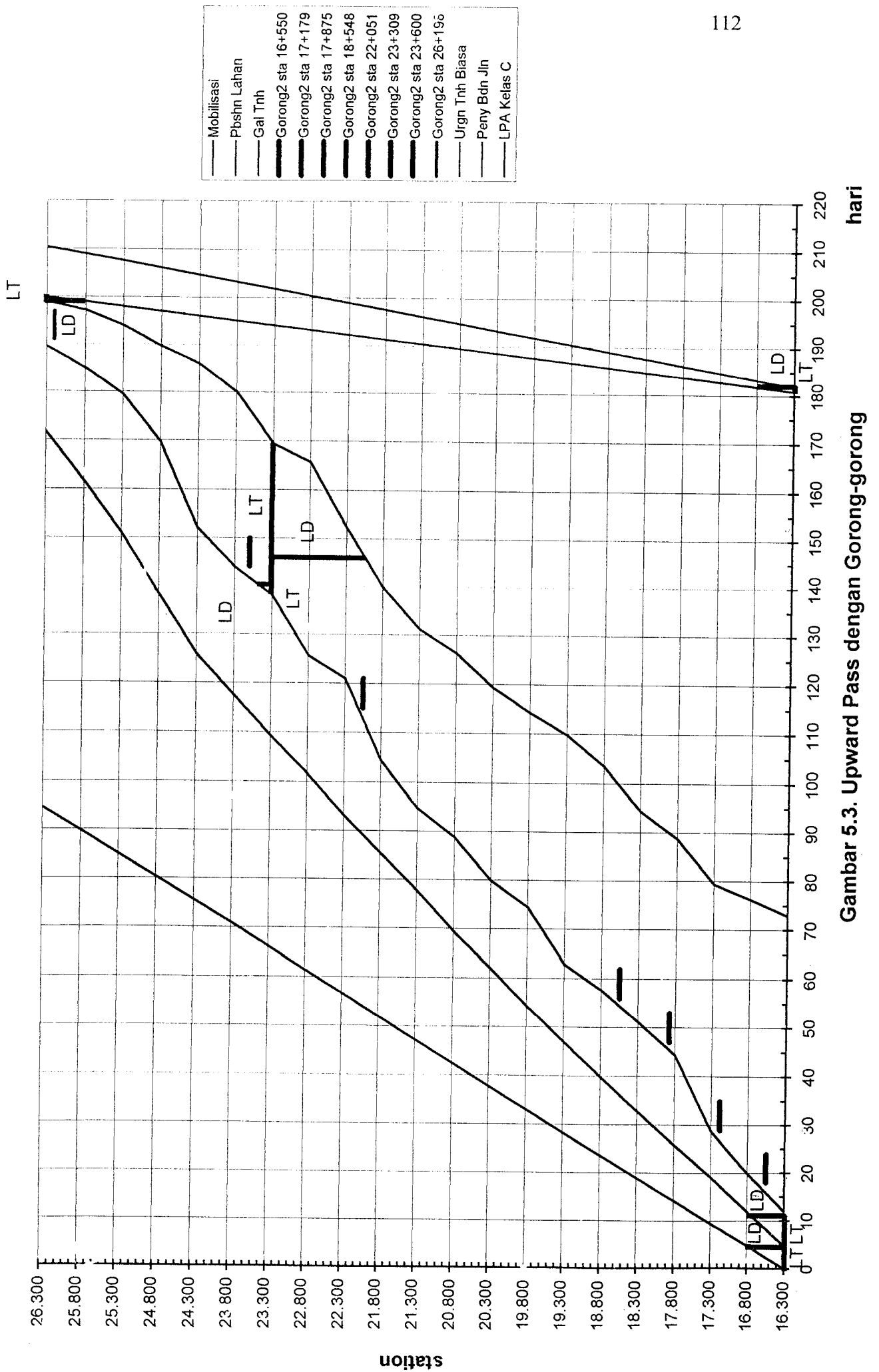
Pada penelitian ini digunakan metoda jalur kegiatan pengendalian yang dikembangkan oleh Harmelink dan Rowing (1998). Jalur kegiatan pengendalian diterapkan pada hasil penjadwalan yang mempunyai durasi total penyelesaian proyek paling cepat, yaitu alternatif produktivitas ke-5 dengan pembagian 20 lokasi.

Dari hasil downward pass yang dilakukan, dapat ditentukan kegiatan-kegiatan yang harus dikendalikan. Kegiatan-kegiatan tersebut selama waktu tertentu dan sepanjang jarak tertentu harus dipantau dan dikendalikan agar dalam pelaksanaannya sesuai rencana, sehingga proyek dapat diselesaikan tepat pada waktunya sesuai rencana.

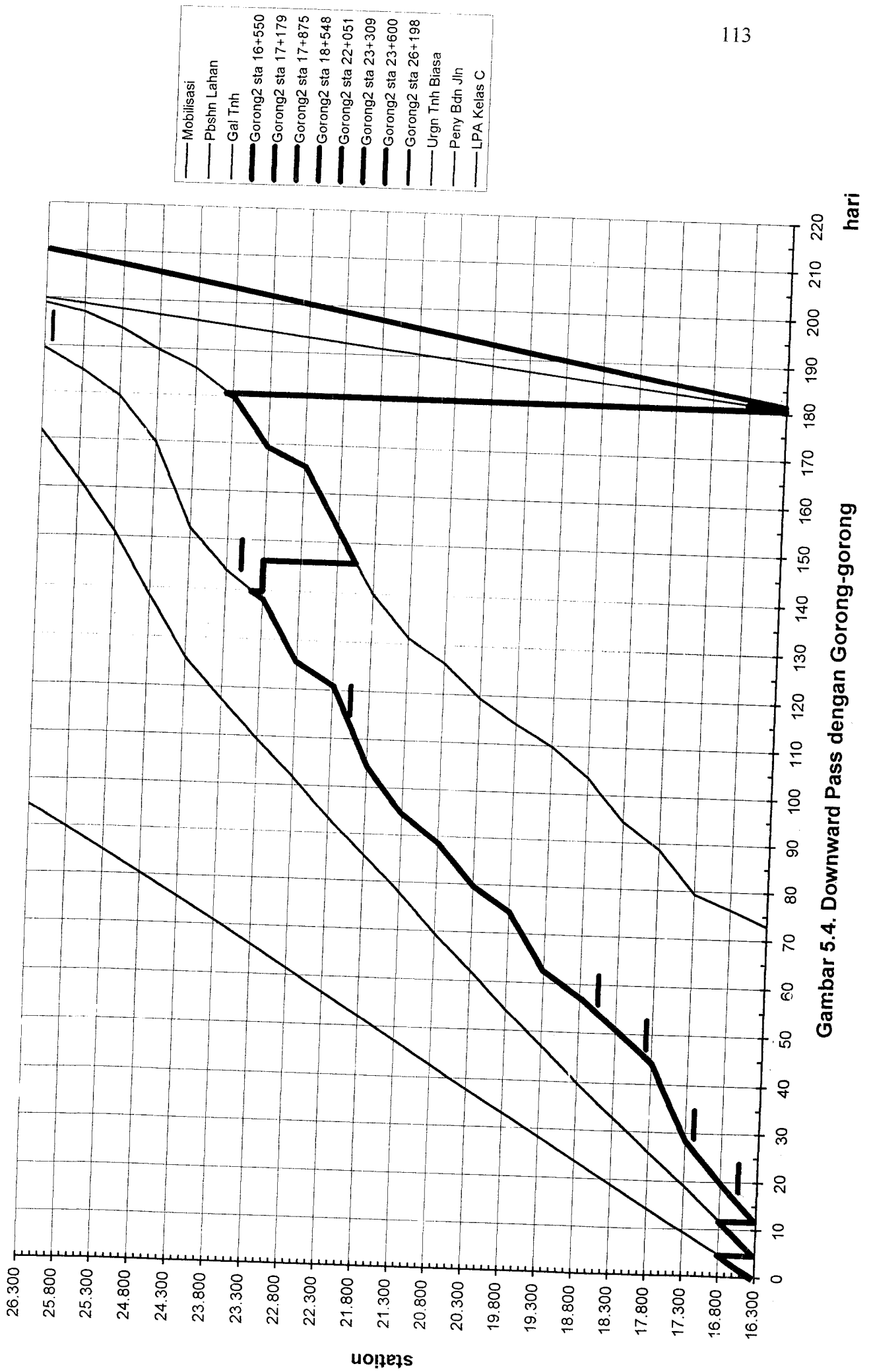
Hasil *upward pass* dapat dilihat pada gambar 5.1 dan 5.3. *Downward pass* ditampilkan pada gambar 5.2 dan 5.4. Hasil *upward pass* dan *downward pass* dapat dilihat pada tabel 5.8 dan 5.9.



Gambar 5.2. Downward Pass tanpa Gorong-gorong



Gambar 5.3. Upward Pass dengan Gorong-gorong hari



Gambar 5.4. Downward Pass dengan Gorong-gorong hari

Tabel.5.9 Hasil downward pass

No	Kegiatan	Durasi (hari)	Waktu		Jarak (meter)	Lokasi	
			Awal hari ke	Akhir hari ke		Sta Awal	Sta Akhir
	tanpa visualisasi gorong-gorong						
1	Mobilisasi	4.70	0.00	4.70	500.00	16+300	16+800
2	Pembersihan lahan	7.10	4.70	11.80	500.00	16+300	16+800
3	Galian tanah	53.50	11.80	65.30	3104.00	16+300	19+404
4	Urugan tanah	107.90	65.30	173.20	7574.00	16+300	23+874
5	Penyiapan badan jalan	1.00	173.20	174.20	500.00	16+300	16+800
6	LPA Kelas C	28.50	174.20	202.70	10000.00	16+300	26+300
	dengan visualisasi gorong-gorong						
1	Mobilisasi	4.70	0.00	4.70	500.00	16+300	16+800
2	Pembersihan lahan	7.10	4.70	11.80	500.00	16+300	16+800
3	Galian tanah	128.40	11.80	140.20	7184.00	16+300	23+484
4	Gorong-gorong	6.00	140.20	146.20	0.00	23+309	23+309
5	Urugan tanah	34.70	146.20	180.90	1815.00	22+060	23+875
6	Penyiapan badan jalan	0.90	180.90	181.80	500.00	16+300	16+800
7	LPA Kelas C	28.60	181.80	210.40	500.00	16+300	16+800

cepat 108.6 dan 122.3 hari jika dibandingkan dengan penggunaan alternatif produktivitas ke-3 yang mempunyai durasi total sebesar 325 hari.

4. Visualisasi kegiatan pemasangan gorong-gorong membuat durasi total proyek akan bertambah sebesar waktu yang dibutuhkan untuk penyelesaian kegiatan tersebut.

Pada penelitian ini, visualisasi kegiatan pemasangan gorong-gorong hanya dilakukan pada alternatif produktivitas ke-5 yang mempunyai durasi total tercepat. Pada pembagian 10 lokasi, visualisasi kegiatan pemasangan gorong-gorong membuat durasi total proyek bertambah 4.5 hari menjadi sebesar 224.3 hari. Sementara pada pembagian 20 lokasi durasi total bertambah 7.7 hari menjadi sebesar 210.4 hari.

7. Dengan adanya metoda jalur kegiatan pengendalian yang dikembangkan oleh Harmelink dan Rowing (1998), proses pengendalian kegiatan pada *Linear Scheduling Method* dapat dilakukan dengan mudah.

Seperti halnya metoda jalur kritis pada analisis jaringan kerja, jalur kegiatan pengendalian akan mengindikasikan kegiatan-kegiatan yang perlu dikendalikan, sehingga dalam pelaksanaannya, kegiatan-kegiatan tersebut dapat dikontrol untuk menghindari keterlambatan waktu penyelesaian proyek.

6.2. Saran

1. Penggunaan program atau perangkat lunak komputer untuk mempermudah pengguna dalam mengaplikasikan *Linear Scheduling Method*.

Perangkat lunak tersebut harus mampu melakukan pengolahan data sekaligus mampu memvisualisasikan grafik penjadwalan secara bagus, terperinci dan mudah dimengerti oleh penggunanya.

2. Diperlukan sebuah metoda yang mampu melakukan optimasi penggunaan sumber daya atau *resource levelling* dengan mudah pada *Linear Scheduling Method*.
3. Dilakukan penelitian lanjutan mengenai batas optimal pembagian lokasi untuk mendapatkan durasi yang tercepat.