

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Penelitian

Data umum dari Proyek Pembangunan Jalan Tol Pandaan-Malang zona 4 STA 19+225-20+725 Kabupaten Malang, Jawa Timur sebagai berikut :

Kontraktor Utama	: PT. PP (Persero) Tbk
Konsultan Pengawas	: PT. Virama Karya (Persero)
Konsultan Perencana	: PT. Wira Nusantara Bumi
Nilai Proyek	: Rp 190.853.781.603,00
Waktu Pelaksanaan	: 414 Hari kerja
Tanggal pekerjaan dimulai	: 1 September 2017

Untuk rincian Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan *Kurva-S* dapat dilihat pada Lampiran I dan Lampiran IV.

4.2 Daftar Kegiatan-Kegiatan Kritis

Daftar kegiatan - kegiatan kritis pada kondisi normal dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan daftar kegiatan kritis yang memiliki *resource* alat berat dapat dilihat pada Tabel 4.2. Pada Tabel 4.2 dijelaskan beberapa pekerjaan yang dipercepat tersebut berdasarkan kegiatan kritis yang memiliki unsur alat berat. Alasan dari pemilihan item kegiatan yang dipercepat dari kegiatan kritis tersebut adalah :

1. Dengan dipercepatnya kegiatan kritis, maka dapat mengurangi durasi proyek secara keseluruhan sehingga berdampak pada durasi proyek yang berjalan lebih cepat.
2. Pada kegiatan kritis yang terpilih, berdasarkan hukum pareto yaitu biaya total yang paling terbesar terhadap item pekerjaan yang lain sebanyak 20 %, dimana akan menghasilkan keuntungan sebesar 80%.
3. Pada kegiatan kritis yang terpilih bila dipercepat maka akan mengurangi biaya tidak langsung pada kegiatan tersebut.

4. Kegiatan kritis yang telah dipilih memiliki unsur alat berat dan tenaga kerja sehingga dapat dipercepat dengan cara mengolah *resource work*.
5. Kegiatan kritis yang terpilih dapat dilakukan percepatan dengan penambahan jam lembur atau dengan penambahan jumlah alat berat.

Tabel 4.1 Daftar kegiatan kritis pada kondisi normal

No	Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)
1	PPLL	Pemeliharaan dan Perlindungan Lalu Lintas	414
2	L	Laboratorium	414
3	MD	Mobilisasi dan Demobilisasi	414
4	TM	<i>Traffic Management</i>	414
5	PPJAB	Pembongkaran Perkerasan Jalan Aspal atau Beton	31
6	GBMPM	Galian Biasa untuk Material Pengisi Median	30
7	GB	Galian Batu (<i>Rock Excavation</i>)	92
8	CBM	<i>Common Borrow Material</i>	122
9	SBM	<i>Selected Borrow Material</i>	91
10	UMB	Urugan Material Berbutir (<i>Granular Backfill</i>)	30
11	PBK	Pasangan Batu Kosong (<i>Blinding Stone</i>)	28
12	GS	<i>Geotextile Separator</i> (Kelas 1)	61
13	PTD	Persiapan Tanah Dasar	92
14	LPA	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	92
15	PBDW	Perkerasan Beton (t=30 cm). <i>Double Wire Mesh</i>	92
16	LC	<i>Lean Concrete</i> (t=15 cm)	92

Tabel 4.2 Daftar kegiatan kritis yang memiliki *resource* alat berat

No.	Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)
1	PPJAB	Pembongkaran Perkerasan Jalan Aspal atau Beton	31
2	GBMPM	Galian Biasa untuk Material Pengisi Median	30
3	GB	Galian Batu (<i>Rock Excavation</i>)	92
4	CBM	<i>Common Borrow Material</i>	122
5	SBM	<i>Selected Borrow Material</i>	91
6	UMB	Urugan Material Berbutir (<i>Granular Backfill</i>)	30
7	PBK	Pasangan Batu Kosong (<i>Blinding Stone</i>)	28
8	GS	<i>Geotextile Separator</i> (Kelas 1)	61
9	PTD	Persiapan Tanah Dasar	92
10	LPA	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	92
11	PBDW	Perkerasan Beton (t=30 cm). <i>Double Wire Mesh</i>	92
12	LC	<i>Lean Concrete</i> (t=15 cm)	92

4.3 Penerapan Metode *Duration Cost Trade Off*

Di dalam analisis *duration cost trade off* dengan berubahnya waktu penyelesaian proyek maka berubah pula biaya yang akan dikeluarkan. Bila waktu pelaksanaan proyek dipercepat maka biaya langsung proyek akan bertambah, sebaliknya biaya tidak langsung proyek akan berkurang. Penerapan metode *duration cost trade off* dalam penelitian ini dilakukan dengan dua cara, yaitu penambahan jam kerja atau waktu lembur selama 1-3 jam dan penambahan alat berat dan tenaga kerja dengan durasi percepatan berdasarkan waktu lembur. Dalam perencanaan penambahan jam kerja lembur memakai 7 jam kerja normal dan 1 jam istirahat (08.00-16.00), sedangkan kerja lembur dilaksanakan setelah waktu kerja normal (18.00-21.00).

Menurut keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, pasal 7, dan pasal 11 standar upah untuk lembur adalah :

- Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (tiga) jam dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu.
- Memberikan makanan dan minuman sekurang-kurangnya 1.400 kalori apabila kerja lembur dilakukan selama 3 jam atau lebih.
- Untuk kerja lembur pertama harus dibayar sebesar 1.5 kali upah sejam.
- Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah sebesar 2 kali lipat upah satu jam.

4.3.1 Analisis Kebutuhan Alat Berat dan Tenaga Kerja

Contoh perhitungan untuk analisis kebutuhan alat berat dan tenaga kerja adalah sebagai berikut :

Nama Pekerjaan : Persiapan Tanah Dasar (*Subgrade*)

Durasi Pekerjaan : 92 Hari

Jam Kerja : 7 jam/hari

Volume Pekerjaan : 259.874,94 m³

Tabel 4.3 Perhitungan kebutuhan alat dan tenaga kerja

Komponen	Koef.	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga Satuan (Rp.)	Jumlah	Jumlah (perhari)	Jumlah (perjam)	Total Harga(Rp.)
1	2	3	4 = 2 x 3	5= 2 x Vol	6 = 5/ Durasi	7 = 6 / 7 jam	8 = 4 x vol
<u>Tenaga</u>							
Pekerja	0,08434	10.000,00	843,37	21.917,16	238,23	34,03	219.171.633,80
Mandor	0,01406	31.250,00	439,26	3.652,86	39,71	5,67	114.151.892,61
Operator	0,05622	20.000,00	1.124,50	14.611,44	158,82	22,69	292.228.845,07
<u>Peralatan</u>							
Vibro Roller Motor	0,01406	115.361,53	1.621,55	3.652,86	39,71	5,67	421.399.588,36
Grader	0,00803	172.606,91	1.386,40	2.087,35	22,69	3,24	360.290.832,39
<u>Total</u>			5.415,08				1.407.242.792,23

Keterangan :

Kolom 1: Item komponen pekerjaan

Kolom 2 : Nilai koefisien yang didapat dari Analisa Harga Satuan Pekerjaan

- Kolom 3 : Harga satuan didapatkan dari Harga Dasar Satuan Upah dan Analisa Biaya Alat
- Kolom 4 : Hasil perkalian kolom 2 dengan kolom 3
- Kolom 5 : Hasil perkalian kolom 2 dengan volume pekerjaan
- Kolom 6 : Hasil pembagian kolom 5 dengan durasi pekerjaan
- Kolom 7 : Hasil pembagian kolom 6 dengan durasi pekerjaan per hari
- Kolom 8 : Hasil perkalian kolom 4 dengan volume pekerjaan

4.3.2 Analisis Biaya Lembur

Analisis biaya lembur berguna untuk mencari besarnya upah biaya lembur dari tenaga kerja maupun alat berat yang bertujuan untuk mengetahui biaya total dari suatu kegiatan yang akan dipercepat atau dilembur. Contoh perhitungan analisis upah lembur tenaga kerja dan alat berat adalah sebagai berikut :

1. Tenaga Kerja

<i>Resource Name</i>	: Pekerja
Biaya normal pekerja per jam (bn)	: Rp 10.000,00
Biaya lembur per jam	:
Lembur 1 jam (L1)	= 1,5 x bn
	= 1,5 x 10.000
L1	= Rp 15.000,00
Lembur 1 jam	= $\left(\frac{15.000}{1 \text{ jam}}\right)$
	= Rp 15.000,00
Lembur 2 jam (L2)	= L1 + 2,0 x bn
	= 15.000 + 2,0 x 10.000
L2	= Rp 35.000,00
Lembur 2 jam	= $\left(\frac{35.000}{2 \text{ jam}}\right)$
	= Rp 17.500,00

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam (L3)} &= \text{L2} + 2,0 \times \text{bn} \\ &= 35.000 + 2,0 \times 10.000 \end{aligned}$$

$$\text{L3} = \text{Rp } 55.000,00$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= \left(\frac{55.000}{3 \text{ jam}} \right) \\ &= \text{Rp } 18.333,33 \end{aligned}$$

Keterangan :

bn = Biaya normal pekerja (Rp / jam)

2. Alat Berat

Resource Name : *Vibro Roller*

Biaya normal alat per jam (bn) : Rp 115.361,53

Biaya lembur per jam :

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam (L1)} &= \text{bn} + 0,5 \times (\text{bo} + \text{bpo}) \\ &= 115.361,53 + 0,5 \times (20.000 + 10.000) \end{aligned}$$

$$\text{L1} = \text{Rp } 133.218,67$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= \left(\frac{133.218,67}{1 \text{ jam}} \right) \\ &= \text{Rp } 133.218,67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam (L2)} &= \text{L1} + \text{bn} + 1,0 \times (\text{bo} + \text{bpo}) \\ &= 133.218,67 + 115.361,53 + 1,0 \times (20.000 + 10.000) \end{aligned}$$

$$\text{L2} = \text{Rp } 284.294,49$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= \left(\frac{284.294,49}{2 \text{ jam}} \right) \\ &= \text{Rp } 142.147,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam (L3)} &= \text{L2} + \text{bn} + 1,0 \times (\text{bo} + \text{bpo}) \\ &= 284.294,49 + 115.361,53 + 1,0 \times (20.000 + 10.000) \end{aligned}$$

$$\text{L3} = \text{Rp } 435.370,31$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= \left(\frac{435.370,31}{3 \text{ jam}} \right) \\ &= \text{Rp } 145.123,44 \end{aligned}$$

Keterangan :

bo : Biaya operator (Rp/jam)

bpo : Biaya pembantu operator (Rp/jam)

bn : Biaya normal alat (Rp/jam)

Biaya normal dan biaya lembur dari tenaga kerja dan alat berat pada item pekerjaan lintasan kritis akan disajikan secara mendetail pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Biaya Normal, Biaya Lembur Tenaga Kerja dan Alat Berat

Pekerja / Alat Berat		Biaya Normal per Jam (Rp)	Overtime Cost		
			Lembur 1 Jam	Lembur 2 Jam	Lembur 3 Jam
			1.00	2.00	3.00
Pekerja	(L01)	10,000.00	15,000.00	17,500.00	18,333.33
Tukang	(L02)	25,000.00	37,500.00	43,750.00	45,833.33
Mandor	(L03)	31,250.00	46,875.00	54,687.00	57,291.67
Kepala Tukang	(L10)	30,000.00	45,000.00	52,500.00	55,000.00
Operator	(L04)	20,000.00	30,000.00	35,000.00	36,666.67
Pembantu Operator	L(05)	10,000.00	15,000.00	17,500.00	18,333.33
Concrete Finisher	(E01)	271,509.20	289,366.34	596,589.83	301,271.11
Batching Plant 90 m3	(E02)	194,110.61	211,967.75	441,792.64	223,872.51
Excavator	(E03)	167,105.06	184,962.21	387,781.56	196,866.97
Truck Mixer	(E04)	56,334.95	74,202.09	166,261.32	86,106.85
Dump Truck	(E05)	249,456.32	267,313.46	552,484.06	279,218.22
Wheel Loader	(E06)	141,249.78	159,106.92	336,070.98	171,011.68
Bulldozer	(E07)	197,758.55	215,615.69	449,088.53	227,520.45
Motor Grader	(E08)	172,606.91	190,464.05	398,785.24	202,368.81
Vibro Roller	(E09)	115,361.53	133,218.67	284,294.49	145,123.44
Sheep Foot	(E10)	115,855.97	133,713.11	285,283.37	145,617.87
Water Tanker	(E12)	130,093.78	147,950.92	313,758.99	159,855.69
HYD Breaker	(E13)	167,550.84	185,407.98	388,673.10	197,312.74
Generator Set 30 kva	(E16)	229,335.66	247,192.81	512,242.76	259,097.57
Air Compressor	(E17)	90,832.83	108,689.97	235,237.09	120,594.74

4.3.3 Analisis Durasi Percepatan

Hal yang harus diperhatikan dalam menganalisis durasi percepatan adalah produktivitas normal alat berat, kebutuhan alat per jam, volume dan durasi normal, dan produktivitas lembur. Produktivitas normal per hari setiap item pekerjaan, yang digunakan dalam perhitungan diambil berdasarkan produktivitas alat berat per jam terbesar, kebutuhan alat tiap jam, serta jam kerja per hari.

Untuk produktivitas kerja lembur dalam 1 jam per hari akan diperhitungkan sebesar 90 %, untuk 2 jam per hari akan dihitung 80 %, sedangkan kerja lembur 3 jam per hari akan dihitung 70 %. Penghambat atau penurunan produktivitas kerja lembur disebabkan oleh beberapa faktor, seperti faktor cuaca, faktor kebugaran dari tenaga kerja maupun alat berat, serta keterbatasan pandangan pada malam hari. Durasi percepatan untuk kegiatan yang kritis dihitung berdasarkan penambahan jam lembur dari durasi normal yang ada.

Berikut adalah salah satu contoh perhitungan analisis percepatan :

Nama Pekerjaan	: Persiapan Tanah Dasar (<i>Subgrade</i>)	
Volume Pekerjaan	: 259.874,94 m ³	
Durasi Normal	: 92 hari (dengan 7 jam kerja/hari)	
Produktivitas Alat	<i>Vibro Roller</i>	: 71,14 m ³ /jam
	<i>Motor Grader</i>	: 124,50 m ³ /jam
Kebutuhan Alat	<i>Vibro Roller</i>	: 5.67 unit/jam
	<i>Motor Grader</i>	: 3.24 unit/jam

Durasi Percepatan (Dp) :

$$Dp = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{(k \times Pa \times jk) + (\sum jl \times pp \times Pa \times k)}$$

dengan :

- k = kebutuhan alat (unit/jam)
- Pa = produktivitas alat (m³/jam)
- Jk = jam kerja (jam/hari)

Durasi Percepatan **lembur 1 jam** :

$$D_p = \frac{259.874,94}{(5,67 \times 71,14 \times 7) + (1 \times 0,9 \times 71,14 \times 5,67)}$$

$$= 81,52 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih } Crashing &= \text{Durasi Normal} - \text{Durasi Percepatan} \\ &= 92 \text{ hari} - 81,52 \text{ hari} \\ &= 10,48 \text{ hari} \end{aligned}$$

Durasi Percepatan **lembur 2 jam** :

$$D_p = \frac{259.874,94}{(5,67 \times 71,14 \times 7) + (1 \times (0,9+0,8) \times 71,14 \times 5,67)}$$

$$= 74,02 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih } Crashing &= 92 \text{ hari} - 74,02 \text{ hari} \\ &= 17,98 \text{ hari} \end{aligned}$$

Durasi Percepatan **lembur 3 jam** :

$$D_p = \frac{259.874,94}{(5,67 \times 71,14 \times 7) + (1 \times (0,9+0,8+0,7) \times 71,14 \times 5,67)}$$

$$= 68,51 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih } Crashing &= 92 \text{ hari} - 68,51 \text{ hari} \\ &= 23,49 \text{ hari} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan durasi *crashing* secara manual diatas sesuai dengan hasil pada *Microsoft Project 2010*. Hasil dari pengolahan data pada *Microsoft Project* dapat dilihat pada Tabel 4.5, sebagai berikut :

Tabel 4.5 Durasi *crashing Microsoft Project 2010*

Kegiatan	Durasi			
	Normal	Lembur 1 Jam	Lembur 2 jam	Lembur 3 jam
Pembongkaran Perkerasan Jalan Aspal atau Beton	31	27,47	24,94	23,09
Galian Biasa untuk Material Pengisi Median	30	26,58	24,14	22,34
Galian Batu (<i>Rock Excavation</i>)	92	81,52	74,02	68,51
<i>Common Borrow Material</i>	122	108,10	98,16	90,85
<i>Selected Borrow Material</i>	91	80,63	73,22	67,77
Urugan Material Berbutir (<i>Granular Backfill</i>)	30	26,58	24,14	22,34
Pasangan Batu Kosong (<i>Blinding Stone</i>)	28	24,81	22,53	20,85
<i>Geotextile Separator</i> (kelas 1)	61	54,05	49,08	45,43
Persiapan Tanah Dasar	92	81,52	74,02	68,51
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	92	81,52	74,02	68,51
Perkerasan Beton (t=30 cm). <i>Double Wire Mesh</i>	92	81,52	74,02	68,51
<i>Lean Concrete</i> (t= 15 cm)	92	81,52	74,02	68,51

4.3.3 Analisis Biaya Percepatan

Biaya percepatan adalah biaya yang harus dikeluarkan untuk menyelesaikan kegiatan dengan waktu yang sudah dipercepat. Kegiatan-kegiatan kritis yang akan dihitung biaya percepatannya berdasarkan penambahan jam lembur dan durasi percepatan, telah dihitung terlebih dahulu menggunakan *Microsoft Project 2010* dan dikontrol menggunakan *Microsoft Excel 2010*. Berikut adalah contoh perhitungannya :

1. Kondisi Normal

Nama Pekerjaan	: Persiapan Tanah Dasar
Volume Pekerjaan	: 259.874,94 m ³
Durasi Pekerjaan	: 92 hari (dengan 7 jam kerja/hari)
Kebutuhan <i>resource</i> (kr)	:
Pekerja	= 34,03 orang/jam
Mandor	= 5,67 orang/jam
Operator	= 22,69 orang/jam
<i>Vibro Roller</i>	= 5,67 unit/jam

<i>Motor Grader</i>	= 3,24 unit/jam
Biaya <i>resource</i> (brj)	:
Pekerja	= Rp 10.000,00 /jam
Mandor	= Rp 31.250,00 /jam
Operator	= Rp 20.000,00 /jam
<i>Vibro Roller</i>	= Rp 115.361,53 /jam
<i>Motor Grader</i>	= Rp 172.606,91 /jam
Biaya <i>resource</i> per hari (brh) :	
brh	= jk x kr x brj
brh Pekerja	= 7 x 34,03 x 10.000
	= Rp 2.382.100,00 /hari
brh Mandor	= 7 x 5,67 x 31.250
	= Rp 1.242.500,00 /hari
brh Operator	= 7 x 22,69 x 20.000
	= Rp 3.178.000,00 /hari
brh <i>Vibro Roller</i>	= 7 x 5,67 x 115.361,53
	= Rp 4.578.699,18 /hari
brh <i>Motor Grader</i>	= 7 x 3,24 x 172.606,91
	= Rp 3.914.724,61 /hari
Biaya total <i>resource</i> harian (btrh) :	
btrh	= \sum brh
	= (Pekerja + Mandor + Operator + <i>Vibro Roller</i> + <i>Motor Grader</i>)
	= 2.382.100,00 + 1.242.500,00 + 3.178.000,00 + 4.578.699,18 + 3.914.724,61
	= Rp 15.296.023,79 /hari
Biaya total <i>resource</i> (btr) :	
btr	= btrh x durasi
	= 15.296.023,79 x 92
	= Rp 1.407.242.792,23

2. Kondisi Lembur 1 Jam

Nama Pekerjaan	: Persiapan Tanah Dasar
Volume Pekerjaan	: 259.874,94 m ³
Durasi Pekerjaan	: 81,52 hari (dengan 7 jam kerja/hari)
Kebutuhan <i>resource</i> (kr)	:
Pekerja	= 34,03 orang/jam
Mandor	= 5,67 orang/jam
Operator	= 22,69 orang/jam
<i>Vibro Roller</i>	= 5,67 unit/jam
<i>Motor Grader</i>	= 3,24 unit/jam
Biaya <i>resource</i> (brj)	:
Pekerja	= Rp 10.000,00 /jam
Mandor	= Rp 31.250,00 /jam
Operator	= Rp 20.000,00 /jam
<i>Vibro Roller</i>	= Rp 115.361,53 /jam
<i>Motor Grader</i>	= Rp 172.606,91 /jam
Biaya lembur perhari (blh)	:
B. lembur alat 1 jam	= biaya normal per jam + (0,5 x (biaya operator + biaya pembantu operator))
B. lembur pekerja 1 jam	= 1,5 x biaya normal per jam
Operator	= 20.000,00 /jam
Pembantu Operator	= 10.000,00 /jam
<i>Vibro Roller</i>	= 115.361,53 + (0,5 x (20.000 + 10.000)) = 133.218,67
<i>Motor Grader</i>	= 172.606,91 + (0,5 x (20.000 + 10.000)) = 190.464,05
Pekerja	= 1,5 x 10.000 = 15.000
Operator	= 1,5 x 20.000 = 30.000

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= 1,5 \times 31.250 \\ &= 46.875\end{aligned}$$

Biaya *resource* lembur per hari (brlh) :

$$\begin{aligned}\text{brlh} &= \text{kr} \times \text{blh} \\ \text{brlh Vibro Roller} &= 5,67 \times 133.218,67 \\ &= \text{Rp } 755.349,86 \text{ /hari} \\ \text{brlh Motor Grader} &= 3,24 \times 190.464,05 \\ &= \text{Rp } 617.103,52 \text{ /hari} \\ \text{brlh Pekerja} &= 34,03 \times 15.000 \\ &= \text{Rp } 510.450,00 \text{ /hari} \\ \text{brlh Operator} &= 22,69 \times 30.000 \\ &= \text{Rp } 681.000,00 \text{ /hari} \\ \text{brlh Mandor} &= 5,67 \times 46.875 \\ &= \text{Rp } 266.250,00 \text{ /hari}\end{aligned}$$

Total biaya *resource* per hari (tbrh) :

$$\begin{aligned}\text{tbrh} &= \text{tbrh normal} + \sum \text{brlh} \\ &= 15.296.023,79 + 755.349,86 + 617.103,52 + \\ &\quad 510.450,00 + 681.000,00 + 266.250,00 \\ &= \text{Rp } 18.126.177,17 \text{ /hari}\end{aligned}$$

Total biaya percepatan (tbp) :

$$\begin{aligned}\text{tbp} &= \text{tbrh} \times \text{durasi percepatan} \\ &= 18.126.177,17 \times 81.52 \\ &= \text{Rp } \mathbf{1.477.627.608,50}\end{aligned}$$

3. Kondisi Lembur 2 Jam

Nama Pekerjaan	: Persiapan Tanah Dasar
Volume Pekerjaan	: 259.874,94 m ³
Durasi Pekerjaan	: 74,02 hari (dengan 7 jam kerja/hari)
Kebutuhan <i>resource</i> (kr)	:
Pekerja	= 34,03 orang/jam
Mandor	= 5,67 orang/jam

Operator = 22,69 orang/jam

Vibro Roller = 5,67 unit/jam

Motor Grader = 3,24 unit/jam

Biaya resource (brj) :

Pekerja = Rp 10.000,00 /jam

Mandor = Rp 31.250,00 /jam

Operator = Rp 20.000,00 /jam

Vibro Roller = Rp 115.361,53 /jam

Motor Grader = Rp 172.606,91 /jam

Biaya lembur perhari (blh) :

B. lembur alat 2 jam = biaya normal per jam + biaya lembur alat 1 jam
+ (1 x (biaya operator + biaya pembantu operator))

B. lembur pekerja 2 jam = biaya lembur 1 jam + 2 x biaya normal
per jam

Operator = 20.000,00 /jam

Pembantu Operator = 10.000,00 /jam

Vibro Roller = 115.361,53 + 133.218,67 + (1 x (20.000 +
10.000))
= 284.294,49

Motor Grader = 172.606,91 + 190.464,05 + (1 x (20.000 +
10.000))
= 398.785,24

Pekerja = 15.000 + 2 x 10.000
= 35.000

Operator = 30.000 + 2 x 20.000
= 70.000

Mandor = 46.875 + 2 x 31.250
= 109.375

Biaya *resource* lembur per hari (brlh) :

brlh	= kr x blh
brlh <i>Vibro Roller</i>	= 5,67 x 284.294,49 = Rp 1.611.949,77 /hari
brlh <i>Motor Grader</i>	= 3,24 x 398.785,24 = Rp 1.292.064,17 /hari
brlh Pekerja	= 34,03 x 35.000 = Rp 1.191.050,00 /hari
brlh Operator	= 22,69 x 70.000 = Rp 1.589.000,00 /hari
brlh Mandor	= 5,67 x 109.375 = Rp 621.250,00 /hari

Total biaya *resource* per hari (tbrh) :

tbrh	= btrh normal + \sum brlh = 15.296.023,79 + 1.611.949,77 + 1.292.064,17 + 1.191.050,00 + 1.589.000,00 + 621.250,00 = Rp 21.601.337,73 /hari
------	--

Total biaya percepatan (tbp) :

tbp	= tbrh x durasi percepatan = 21.601.337,73 x 74,02 = Rp 1.598.995.574,20
-----	---

4. Kondisi Lembur 3 Jam

Nama Pekerjaan	: Persiapan Tanah Dasar
Volume Pekerjaan	: 259.874,94 m ³
Durasi Pekerjaan	: 68,51 hari (dengan 7 jam kerja/hari)
Kebutuhan <i>resource</i> (kr) :	
Pekerja	= 34,03 orang/jam
Mandor	= 5,67 orang/jam
Operator	= 22,69 orang/jam
<i>Vibro Roller</i>	= 5,67 unit/jam

<i>Motor Grader</i>	= 3,24 unit/jam
Biaya resource (brj)	:
Pekerja	= Rp 10.000,00 /jam
Mandor	= Rp 31.250,00 /jam
Operator	= Rp 20.000,00 /jam
<i>Vibro Roller</i>	= Rp 115.361,53 /jam
<i>Motor Grader</i>	= Rp 172.606,91 /jam
Biaya lembur perhari (blh)	:
B. lembur alat 3 jam	= biaya normal per jam + biaya lembur alat 2 jam + (1 x (biaya operator + biaya pembantu operator))
B. lembur pekerja 3 jam	= biaya lembur 2 jam + 2 x biaya normal per jam
Operator	= 20.000,00 /jam
Pembantu Operator	= 10.000,00 /jam
<i>Vibro Roller</i>	= 115.361,53 + 284.294,49 + (1 x (20.000 + 10.000)) = 435.370,31
<i>Motor Grader</i>	= 172.606,91 + 398.785,24 + (1 x (20.000 + 10.000)) = 607.106,43
Pekerja	= 35.000 + 2 x 10.000 = 55.000
Operator	= 70.000 + 2 x 20.000 = 110.000
Mandor	= 109.375 + 2 x 31.250 = 171.875
Biaya resource lembur per hari (brlh)	:
brlh	= kr x blh
brlh <i>Vibro Roller</i>	= 5,67 x 435.370,31

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp } 2.468.549,65 \text{ /hari} \\
 \text{brlh } Motor \text{ Grader} &= 3,24 \times 607.106,43 \\
 &= \text{Rp } 1.967.024,83 \text{ /hari} \\
 \text{brlh Pekerja} &= 34,03 \times 55.000 \\
 &= \text{Rp } 1.871.650,00 \text{ /hari} \\
 \text{brlh Operator} &= 22,69 \times 110.000 \\
 &= \text{Rp } 2.497.000,00 \text{ /hari} \\
 \text{brlh Mandor} &= 5,67 \times 171.875 \\
 &= \text{Rp } 976.250,00 \text{ /hari} \\
 \text{Total biaya } resource \text{ per hari (tbrh) :} \\
 \text{tbrh} &= \text{btrh normal} + \sum \text{brlh} \\
 &= 15.296.023,79 + 2.468.549,65 + 1.967.024,83 \\
 &\quad + 1.871.650,00 + 2.497.000,00 + 976.250,00 \\
 &= \text{Rp } 25.076.498,27 \text{ /hari} \\
 \text{Total biaya percepatan (tbp) :} \\
 \text{tbp} &= \text{tbrh} \times \text{durasi percepatan} \\
 &= 25.076.498,27 \times 68,51 \\
 &= \text{Rp } \mathbf{1.718.006.902,55}
 \end{aligned}$$

Hasil analisis biaya percepatan dari item pekerjaan persiapan tanah dasar atau *subgrade* diata sesuai dengan hasil perhitungan menggunakan program *Microsoft Project 2010*. Pada Tabel 4.6, 4.7, dan 4.8 akan menampilkan biaya percepatan dari semua item pekerjaan yang kritis, sebagai berikut :

Tabel 4.6 Hasil perhitungan analisis biaya percepatan pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 1 jam

No	Uraian Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Biaya Percepatan (Rp)
1	Pembongkaran Perkerasan Jalan Aspal atau Beton	279.969.919,04	287.409.282,49
2	Galian Biasa untuk Material Pengisi Median	48.590.727,87	49.569.055,22
3	Galian Batu (<i>Rock Excavation</i>)	5.935.390.680,73	5.992.375.097,23
4	<i>Common Borrow Material</i>	58.667.691.770,92	58.759.145.266,90
5	<i>Selected Borrow Material</i>	1.162.338.295,33	1.164.197.338,90
6	Urugan Material Berbutir (<i>Granular Backfill</i>)	1.006.974.010,53	1.021.293.663,39
7	Pasangan Batu Kosong (<i>Blinding Stone</i>)	119.015.051,50	120.342.420,08
8	<i>Geotextile Separator</i> (kelas 1)	238.376.250,00	252.376.295,09
9	Persiapan Tanah Dasar	1.407.242.792,23	1.477.627.608,50
10	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	9.566.621.843,05	9.568.933.835,04
11	Perkerasan Beton (t=30 cm). <i>Double Wire Mesh</i>	857.003.423,39	869.045.492,69
12	<i>Lean Concrete</i> (t= 15 cm)	20.648.345.030,82	20.648.653.552,40

Tabel 4.7 Hasil perhitungan analisis biaya percepatan pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 2 jam

No	Uraian Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Biaya Percepatan (Rp)
1	Pembongkaran Perkerasan Jalan Aspal atau Beton	279.969.919,04	300.515.057,27
2	Galian Biasa untuk Material Pengisi Median	48.590.727,87	51.262.323,48
3	Galian Batu (<i>Rock Excavation</i>)	5.935.390.680,73	6.090.617.319,08
4	<i>Common Borrow Material</i>	58.667.691.770,92	58.916.832.872,68
5	<i>Selected Borrow Material</i>	1.162.338.295,33	1.167.397.940,84
6	Urugan Material Berbutir (<i>Granular Backfill</i>)	1.006.974.010,53	1.045.344.835,80

Tabel 4.7 Hasil perhitungan analisis biaya percepatan pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 2 jam (lanjutan)

7	Pasangan Batu Kosong (<i>Blinding Stone</i>)	119.015.051,50	122.634.362,47
8	<i>Geotextile Separator</i> (kelas 1)	238.376.250,00	276.519.454,74
9	Persiapan Tanah Dasar	1.407.242.792,23	1.598.995.574,20
10	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	9.566.621.843,05	9.572.952.413,36
11	Perkerasan Beton (t=30 cm). <i>Double Wire Mesh</i>	857.003.423,39	889.801.565,50
12	<i>Lean Concrete</i> (t= 15 cm)	20.648.345.030,82	21.645.693.934,50

Tabel 4.8 Hasil perhitungan analisis biaya percepatan pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 3 jam

No	Uraian Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Biaya Percepatan 3 Jam (Rp)
1	Pembongkaran Perkerasan Jalan Aspal atau Beton	279.969.919,04	314.228.644,80
2	Galian Biasa untuk Material Pengisi Median	48.590.727,87	53.078.876,50
3	Galian Batu (<i>Rock Excavation</i>)	5.935.390.680,73	6.196.188.562,07
4	<i>Common Borrow Material</i>	58.667.691.770,92	59.081.104.104,00
5	<i>Selected Borrow Material</i>	1.162.338.295,33	1.170.728.077,39
6	Urugan Material Berbutir (<i>Granular Backfill</i>)	1.006.974.010,53	1.068.166.253,37
7	Pasangan Batu Kosong (<i>Blinding Stone</i>)	119.015.051,50	124.785.293,50
8	<i>Geotextile Separator</i> (kelas 1)	238.376.250,00	299.177.210,77
9	Persiapan Tanah Dasar	1.407.242.792,23	1.718.006.902,55
10	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	9.566.621.843,05	9.576.969.756,97
11	Perkerasan Beton (t=30 cm). <i>Double Wire Mesh</i>	857.003.423,39	912.435.255,43
12	<i>Lean Concrete</i> (t= 15 cm)	20.648.345.030,82	26.738.327.779,80

4.3.5 Analisis *Cost Variance*, *Cost Slope*, dan *Duration Variance*

Analisis *cost variance* adalah selisih biaya antara biaya normal dengan biaya percepatan di tiap waktu lembur dengan cara, sebagai berikut :

Nama Pekerjaan : Persiapan Tanah Dasar

Biaya Normal : Rp 1.407.242.792,23

Biaya Percepatan	:
Lembur 1 jam	= Rp 1.477.627.608,50
Lembur 2 jam	= Rp 1.598.995.574,20
Lembur 3 jam	= Rp 1.718.006.902,55
Selisih Biaya	:
Lembur 1 jam	= Biaya Percepatan – Biaya Normal = 1.477.627.608,50 - 1.407.242.792,23 = Rp 70.384.816,27
Lembur 2 jam	= 1.598.995.574,20 - 1.407.242.792,23 = Rp 191.752.782,00
Lembur 3 jam	= 1.718.006.902,55 - 1.407.242.792,23 = Rp 310.764.110,32

Hasil dari analisis *cost variance* untuk semua item pekerjaan akan ditampilkan pada Tabel 4.9, 4.10, dan 4.11, sebagai berikut :

Tabel 4.9 Hasil *cost variance* lembur 1 jam

No	Uraian Pekerjaan	Selisih Biaya (Rp)
1	Pembongkaran Perkerasan Jalan Aspal atau Beton	7.439.363,45
2	Galian Biasa untuk Material Pengisi Median	978.327,35
3	Galian Batu (<i>Rock Excavation</i>)	56.984.416,49
4	<i>Common Borrow Material</i>	91.453.495,99
5	<i>Selected Borrow Material</i>	1.859.043,57
6	Urugan Material Berbutir (<i>Granular Backfill</i>)	14.319.652,87
7	Pasangan Batu Kosong (<i>Blinding Stone</i>)	1.327.368,58
8	<i>Geotextile Separator</i> (kelas 1)	14.000.045,09
9	Persiapan Tanah Dasar	70.384.816,27
10	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	2.311.991,99
11	Perkerasan Beton (t=30 cm). <i>Double Wire Mesh</i>	12.042.069,30
12	<i>Lean Concrete</i> (t= 15 cm)	308.522,04

Tabel 4.10 Hasil *cost variance* lembur 2 jam

No	Uraian Pekerjaan	Selisih Biaya (Rp)
1	Pembongkaran Perkerasan Jalan Aspal atau Beton	20.545.138,23
2	Galian Biasa untuk Material Pengisi Median	2.671.595,61
3	Galian Batu (<i>Rock Excavation</i>)	155.226.638,34
4	<i>Common Borrow Material</i>	249.141.101,76
5	<i>Selected Borrow Material</i>	5.059.645,51
6	Urugan Material Berbutir (<i>Granular Backfill</i>)	38.370.825,27
7	Pasangan Batu Kosong (<i>Blinding Stone</i>)	3.619.310,97
8	<i>Geotextile Separator</i> (kelas 1)	38.143.204,74
9	Persiapan Tanah Dasar	191.752.781,97
10	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	6.330.570,31
11	Perkerasan Beton (t=30 cm). <i>Double Wire Mesh</i>	32.798.142,11
12	<i>Lean Concrete</i> (t= 15 cm)	997.348.903,27

Tabel 4.11 Hasil *cost variance* lembur 3 jam

No	Uraian Pekerjaan	Selisih Biaya (Rp)
1	Pembongkaran Perkerasan Jalan Aspal atau Beton	34.258.725,76
2	Galian Biasa untuk Material Pengisi Median	4.448.148,63
3	Galian Batu (<i>Rock Excavation</i>)	260.797.881,34
4	<i>Common Borrow Material</i>	413.412.333,09
5	<i>Selected Borrow Material</i>	8.389.782,06
6	Urugan Material Berbutir (<i>Granular Backfill</i>)	61.192.242,84
7	Pasangan Batu Kosong (<i>Blinding Stone</i>)	5.770.242,00
8	<i>Geotextile Separator</i> (kelas 1)	60.800.960,77
9	Persiapan Tanah Dasar	310.764.110,32
10	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	10.347.913,92
11	Perkerasan Beton (t=30 cm). <i>Double Wire Mesh</i>	55.431.832,03
12	<i>Lean Concrete</i> (t= 15 cm)	6.089.982.742,07

Analisis *duration variance* merupakan selisih antara durasi normal dengan durasi percepatan akibat adanya lembur dari suatu pekerjaan. Dengan cara, sebagai berikut :

Nama Pekerjaan	: Persiapan Tanah Dasar
Durasi Normal	: 92 hari
Durasi Percepatan	:
Lembur 1 jam	= 81,52 hari
Lembur 2 jam	= 74,02 hari
Lembur 3 jam	= 68,51 hari
Selisih Durasi	:
Lembur 1 jam	= Durasi Normal – Durasi Percepatan = 92 – 81,52 = 10,48 hari
Lembur 2 jam	= 92 – 74,02 = 17,98 hari
Lembur 3 jam	= 92 – 68,51 = 23,49 hari

Untuk hasil analisis *duration variance* untuk semua item pekerjaan akan ditampilkan pada Tabel 4.12, 4.13, dan 4.14, sebagai berikut :

Tabel 4.12 Hasil *duration variance* lembur 1 jam

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)	Durasi Percepatan (hari)	<i>Duration variance</i> (hari)
1	Pembongkaran Perkerasan Jalan Aspal atau Beton	31	27,47	3,53
2	Galian Biasa untuk Material Pengisi Median	30	26,58	3,42
3	Galian Batu (<i>Rock Excavation</i>)	92	81,52	10,48
4	<i>Common Borrow Material</i>	122	108,10	13,90
5	<i>Selected Borrow Material</i>	91	80,63	10,37
6	Urugan Material Berbutir (<i>Granular Backfill</i>)	30	26,58	3,42
7	Pasangan Batu Kosong (<i>Blinding Stone</i>)	28	24,81	3,19
8	<i>Geotextile Separator</i> (kelas 1)	61	54,05	6,95
9	Persiapan Tanah Dasar	92	81,52	10,48

Tabel 4.12 Hasil *duration variance* lembur 1 jam (lanjutan)

10	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	92	81,52	10,48
11	Perkerasan Beton (t=30 cm). <i>Double Wire Mesh</i>	92	81,52	10,48
12	<i>Lean Concrete</i> (t= 15 cm)	92	81,52	10,48

Tabel 4.13 Hasil *duration variance* lembur 2 jam

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)	Durasi Percepatan (hari)	<i>Duration variance</i> (hari)
1	Pembongkaran Perkerasan Jalan Aspal atau Beton	31	24,94	6,06
2	Galian Biasa untuk Material Pengisi Median	30	24,14	5,86
3	Galian Batu (<i>Rock Excavation</i>)	92	74,02	17,98
4	<i>Common Borrow Material</i>	122	98,16	23,84
5	<i>Selected Borrow Material</i>	91	73,22	17,78
6	Urugan Material Berbutir (<i>Granular Backfill</i>)	30	24,14	5,86
7	Pasangan Batu Kosong (<i>Blinding Stone</i>)	28	22,53	5,47
8	<i>Geotextile Separator</i> (kelas 1)	61	49,08	11,92
9	Persiapan Tanah Dasar	92	74,02	17,98
10	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	92	74,02	17,98
11	Perkerasan Beton (t=30 cm). <i>Double Wire Mesh</i>	92	74,02	17,98
12	<i>Lean Concrete</i> (t= 15 cm)	92	74,02	17,98

Tabel 4.14 Hasil *duration variance* lembur 3 jam

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)	Durasi Percepatan (hari)	<i>Duration variance</i> (hari)
1	Pembongkaran Perkerasan Jalan Aspal atau Beton	31	23,09	7,91
2	Galian Biasa untuk Material Pengisi Median	30	22,34	7,66
3	Galian Batu (<i>Rock Excavation</i>)	92	68,51	23,49
4	<i>Common Borrow Material</i>	122	90,85	31,15
5	<i>Selected Borrow Material</i>	91	67,77	23,23
6	Urugan Material Berbutir (<i>Granular Backfill</i>)	30	22,34	7,66
7	Pasangan Batu Kosong (<i>Blinding Stone</i>)	28	20,85	7,15
8	<i>Geotextile Separator</i> (kelas 1)	61	45,43	15,57

Tabel 4.14 Hasil *duration variance* lembur 3 jam (lanjutan)

9	Persiapan Tanah Dasar	92	68,51	23,49
10	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	92	68,51	23,49
11	Perkerasan Beton (t=30 cm). <i>Double Wire Mesh</i>	92	68,51	23,49
12	<i>Lean Concrete</i> (t= 15 cm)	92	68,51	23,49

Analisis *cost slope* merupakan biaya perhari dari selisih biaya normal dengan biaya percepatan dan selisih durasi normal dengan durasi percepatan. Dengan cara sebagai berikut :

Nama Pekerjaan : Persiapan Tanah Dasar

Cost Variance :

Lembur 1 jam = Rp 70.384.816,27

Lembur 2 jam = Rp 191.752.781,97

Lembur 3 jam = Rp 310.764.110,32

Duration Variance :

Lembur 1 jam = 10,48 hari

Lembur 2 jam = 17,98 hari

Lembur 3 jam = 23,49 hari

Cost Slope :

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= \frac{\text{Cost Variance}}{\text{Duration Variance}} \\ &= \frac{70.384.816,27}{10,48} \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 6.715.459,52$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= \frac{191.752.781,97}{17,98} \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 10.666.555,01$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= \frac{310.764.110,32}{23,49} \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 13.229.993,83$$

Untuk hasil analisis perhitungan *cost slope* untuk semua item pekerjaan akan ditampilkan pada Tabel 4.15, 4.16, 4.17. Untuk menguji kemungkinan efisiensi *crashing*, dengan melakukan *crashing* ulang dari *cost slope* terkecil.

Tabel 4.15 Hasil *cost slope* lembur 1 jam

No	Uraian Pekerjaan	Selisih Biaya (Rp)	Selisih Durasi (hari)	Cost Slope (Rp. /hari)
1	<i>Lean Concrete</i> (t= 15 cm)	308.552,04	10,48	29.436,28
2	<i>Selected Borrow Material</i>	1.859.043,57	10,37	179.321,66
3	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	2.311.991,99	10,48	220.588,61
4	Galian Biasa untuk Material Pengisi Median	978.327,35	3,42	286.251,34
5	Pasangan Batu Kosong (<i>Blinding Stone</i>)	1.327.368,58	3,19	416.119,52
6	Perkerasan Beton (t=30 cm). <i>Double Wire Mesh</i>	12.042.069,30	10,48	1.148.941,39
7	<i>Geotextile Separator</i> (kelas 1)	14.000.045,09	6,95	2.014.578,44
8	Pembongkaran Perkerasan Jalan atau Beton	7.439.363,45	3,53	2.106.486,42
9	Urugan Material Berbutir (<i>Granular Backfill</i>)	14.319.652,87	3,42	4.189.824,36
10	Galian Batu (<i>Rock Excavation</i>)	56.984.416,49	10,48	5.436.918,97
11	<i>Common Borrow Material</i>	91.453.495,99	13,90	6.579.987,42
12	Persiapan Tanah Dasar	70.384.816,27	10,48	6.715.459,52

Tabel 4.16 Hasil *cost slope* lembur 2 jam

No	Uraian Pekerjaan	Selisih Biaya (Rp)	Selisih Durasi (hari)	Cost Slope (Rp. /hari)
1	<i>Selected Borrow Material</i>	5.059.645,51	17,78	284.543,74
2	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	6.330.570,31	17,98	352.148,09
3	Galian Biasa untuk Material Pengisi Median	2.671.595,61	5,86	455.742,78
4	Pasangan Batu Kosong (<i>Blinding Stone</i>)	3.619.310,97	5,47	661.512,72
5	Perkerasan Beton (t= 30 cm). <i>Double Wire Mesh</i>	32.798.142,11	17,98	1.824.449,08
6	<i>Geotextile Separator</i> (kelas 1)	38.143.204,74	11,92	3.200.056,71
7	Pembongkaran Perkerasan Jalan atau Beton	20.545.138,23	6,06	3.391.702,14
8	Urugan Material Berbutir (<i>Granular Backfill</i>)	38.370.825,27	5,86	6.545.611,37
9	Galian Batu (<i>Rock Excavation</i>)	155.226.638,34	17,98	8.634.729,88
10	<i>Common Borrow Material</i>	249.141.101,76	23,84	10.450.952,68
11	Persiapan Tanah Dasar	191.752.781,97	17,98	10.666.555,01
12	<i>Lean Concrete</i> (t=15 cm)	997.348.903,27	17,98	55.479.126,97

Tabel 4.17 Hasil *cost slope* lembur 3 jam

No	Uraian Pekerjaan	Selisih Biaya (Rp)	Selisih Durasi (hari)	Cost Slope (Rp. /hari)
1	<i>Selected Borrow Material</i>	8.389.782,06	23,23	361.098,68
2	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	10.347.913,92	23,49	440.536,19
3	Galian Biasa untuk Material Pengisi Median	4.488.148,63	7,66	585.952,74
4	Pasangan Batu Kosong (<i>Blinding Stone</i>)	5.770.242,00	7,15	807.146,95
5	Perkerasan Beton (t= 30 cm). <i>Double Wire Mesh</i>	55.431.832,03	23,49	2.359.869,66
6	<i>Geotextile Separator</i> (kelas 1)	60.800.960,77	15,57	3.903.886,83
7	Pembongkaran Perkerasan Jalan atau Beton	34.258.725,76	7,91	4.328.387,39
8	Urugan Material Berbutir (<i>Granular Backfill</i>)	61.192.242,84	7,66	7.988.987,26
9	Galian Batu (<i>Rock Excavation</i>)	260.797.881,34	23,49	11.102.808,35
10	Persiapan Tanah Dasar	310.764.110,32	23,49	13.229.993,83
11	<i>Common Borrow Material</i>	413.412.333,09	31,15	13.272.117,25
12	<i>Lean Concrete</i> (t=15 cm)	6.089.982.742,07	23,49	259.265.569,64

4.3.6 Analisis Biaya Total Proyek

Ada 3 jenis biaya yang akan dihitung, yaitu biaya tidak langsung, biaya langsung, dan biaya total. Biaya tidak langsung adalah biaya yang berhubungan dengan tugas konsultasi, administrasi, pengawasan, dan lain-lain. Ada beberapa parameter untuk menentukan estimasi biaya tak langsung, antara lain semakin besar nilai proyek maka rasio biaya tidak langsung semakin kecil dan semakin lama durasi waktu pelaksanaan proyek rasio biaya tidak langsung yang dikeluarkan semakin besar. Penentuan biaya tidak langsung berdasarkan hasil dari penelitian oleh Jayadewa (2016). Berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$y = -0,95 - 4,888 (\ln (x1 - 0,21) - \ln (x2)) + \varepsilon$$

dengan :

$x1$	= Nilai total proyek
$x2$	= Durasi proyek
ε	= <i>random error</i>
y	= Presentase biaya tidak langsung

sehingga, biaya tidak langsung dari proyek adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 x1 &= \text{Rp } 190.853.781.603,00 \\
 x2 &= 414 \text{ hari} \\
 \varepsilon &= \text{random error} \\
 y &= -0,95 - 4,888 (\ln (x1 - 0,21) - \ln (x2)) + \varepsilon \\
 &= 2,84 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya tidak langsung} &= y \times x1 \\
 &= 2,84 \% \times \text{Rp } 190.853.781.603,00 \\
 &= \text{Rp } 5.421.096.853,79
 \end{aligned}$$

Untuk menghitung biaya tidak langsung per item pekerjaan adalah dengan cara sebagai berikut :

Nama Pekerjaan : Persiapan Tanah Dasar

$$\begin{aligned}
 \text{Lembur 1 jam} &= (4.285.858.905,05 / 327,30) \times 316,82 \\
 &= \text{Rp } 4.148.615.946,72
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lembur 2 jam} &= (3.709.337.885,55 / 283,28) \times 265,30 \\
 &= \text{Rp } 3.473.939.043,88
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lembur 3 jam} &= (3.592.333.376,13 / 274,34) \times 250,85 \\
 &= \text{Rp } 3.284.753.412,80
 \end{aligned}$$

Tabel 4.18 Hasil perhitungan biaya tidak langsung waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya Tidak Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
				414	5.421.096.853,79
LC	81,52	92	10,48	403,52	5.283.853.895,47
SBM	80,63	91	10,37	393,15	5.148.102.708,43
LPA	81,52	92	10,48	382,67	5.010.859.750,11
GBMPM	26,58	30	3,42	379,25	4.966.106.611,52
PBK	24,81	28	3,19	376,06	4.924.337.015,51
PBDW	81,52	92	10,48	365,58	4.787.094.057,19

Tabel 4.18 Hasil perhitungan biaya tidak langsung waktu lembur 1 jam
(lanjutan)

GS	54,05	61	6,95	358,63	4.696.096.008,86
PPJAB	27,47	31	3,53	355,10	4.649.851.098,86
UMB	26,58	30	3,42	351,68	4.605.097.960,28
GB	81,52	92	10,48	341,20	4.467.855.001,96
CBM	108,10	122	13,90	327,30	4.285.858.905,05
PTD	81,52	81,52	10,48	316,82	4.148.615.946,72

Tabel 4.19 Hasil perhitungan biaya tidak langsung waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya Tidak Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
				414	5.421.096.853,79
SBM	73,22	91	17,78	396,22	5.188.256.695,18
LPA	74,02	92	17,98	378,24	4.952.857.853,51
GBMPM	24,14	30	5,86	372,28	4.876.097.361,66
PBK	22,53	28	5,47	366,91	4.804.454.235,93
PBDW	74,02	92	17,98	348,93	4.569.055.394,26
GS	49,08	61	11,92	337,01	4.412.975.727,50
PPJAB	24,94	31	6,06	330,95	4.333.656.552,59
UMB	24,14	30	5,86	325,09	4.256.896.060,74
GB	74,02	92	17,98	307,11	4.021.497.219,07
CBM	98,16	122	23,84	283,28	3.709.337.885,55
PTD	74,02	92	17,98	265,30	3.473.939.043,88
LC	74,02	92	17,98	247,32	3.238.540.202,21

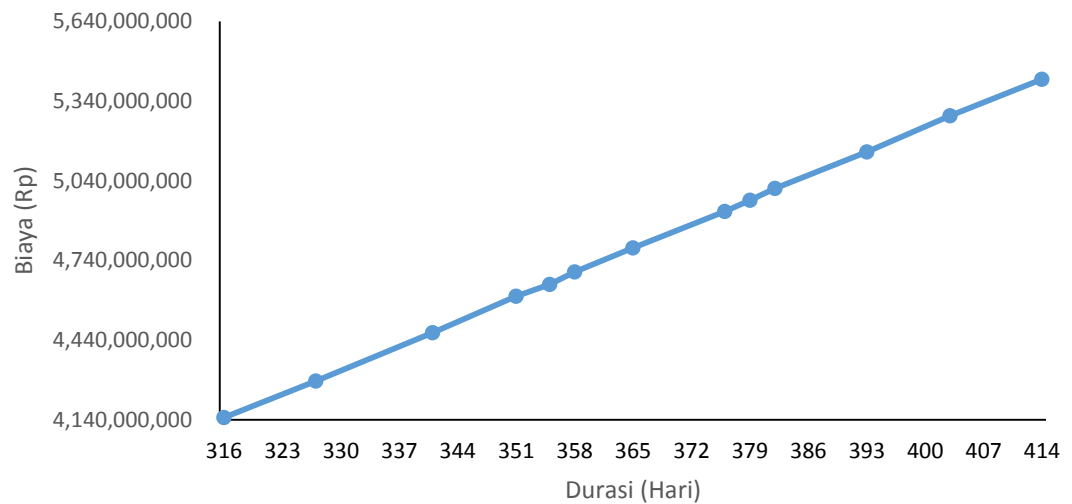
Tabel 4.20 Hasil perhitungan biaya tidak langsung waktu lembur 3 jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya Tidak Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
				414	5.421.096.853,79
SBM	67,77	91	23,23	390,77	5.116.860.150,93
LPA	68,51	92	23,49	367,28	4.809.280.187,59
GBMPM	22,34	30	7,66	359,62	4.708.982.373,46
PBK	20,85	28	7,15	352,47	4.615.371.080,27
PBDW	68,51	92	23,49	328,98	4.307.791.116,93
GS	45,43	61	15,57	313,40	4.103.852.228,20

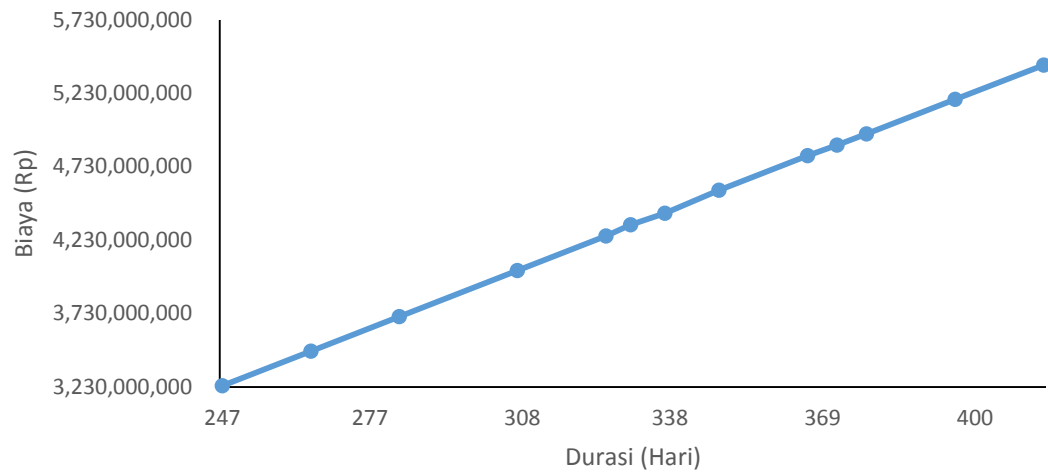
Tabel 4.20 Hasil perhitungan biaya tidak langsung waktu lembur 3 jam
(lanjutan)

PPJAB	23,09	31	7,91	305,49	4.000.211.153,60
UMB	22,34	30	7,66	297,83	3.899.913.339,47
GB	68,51	92	23,49	274,34	3.592.333.376,13
PTD	68,51	92	23,49	250,85	3.284.753.412,80
CBM	90,85	122	31,15	219,70	2.876.875.635,33
LC	68,51	92	23,49	196,21	2.569.295.671,99

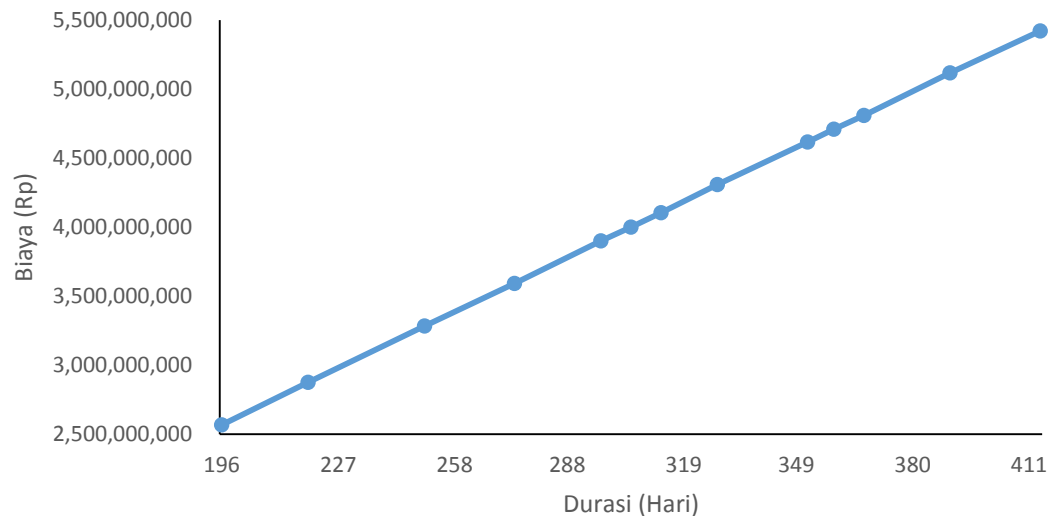
Data hasil analisis biaya tidak langsung terhadap penambahan jam lembur akan disajikan dalam bentuk grafik. Dapat dilihat pada Gambar 4.1 hingga 4.3.



Gambar 4.1 Biaya tidak langsung penambahan jam lembur 1 jam



Gambar 4.2 Biaya tidak langsung penambahan jam lembur 2 jam



Gambar 4.3 Biaya tidak langsung penambahan jam lembur 3 jam

Biaya langsung adalah biaya yang berhubungan dengan upah tenaga kerja, sewa alat, material, dan lain-lain. Dalam menentukan biaya langsung terhadap total durasi proyek dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Langsung} &= \text{nilai total proyek} - \text{biaya tidak langsung} \\
 &= 190.853.781.603,00 - 5.421.096.853,79 \\
 &= \text{Rp } 185.432.684.749,21
 \end{aligned}$$

Untuk mencari biaya langsung akibat percepatan, berikut akan dijelaskan cara perhitungannya :

Nama pekerjaan	= Persiapan Tanah Dasar
Lembur 1 jam	= Biaya langsung + selisih biaya = 185.635.709.045,94 + 70.384.816,27 = Rp 185.706.093.862,21
Lembur 2 jam	= 185.984.590.922,07 + 191.752.781,97 = Rp 186.176.343.704,04
Lembur 3 jam	= 185.934.162.478,56 + 310.764.110,32 = Rp 186.244.926.588,88

Pada Tabel 4.21, 4.22, dan 4.23 akan ditampilkan hasil perhitungan biaya langsung untuk semua item pekerjaan, sebagai berikut :

Tabel 4.21 Hasil perhitungan biaya langsung waktu lembur 1 jam

Kode	Kumulatif Durasi (hari)	Cost variance (Rp)	Biaya Langsung (Rp)
	414	308.522,04	185.432.684.749,21
LC	403,52	1.859.043,57	185.432.993.271,25
SBM	393,15	2.311.991,99	185.434.852.314,82
LPA	382,67	978.327,35	185.437.164.306,81
GBMPPM	379,25	1.327.368,58	185.438.142.634.16
PBK	376,06	12.042.069,30	185.439.470.002,74
PBDW	365,58	14.000.045,09	185.451.512.072,04
GS	358,63	7.439.363,45	185.465.512.117,14
PPJAB	355,10	14.319.652,87	185.471.951.480,59
UMB	351,68	56.984.416,49	185.487.271.133,45
GB	341,20	91.453.495,99	185.544.255.549,95
CBM	327,30	70.384.816,27	185.635.709.045,94
PTD	316,82	308.522,04	185.706.093.862,21

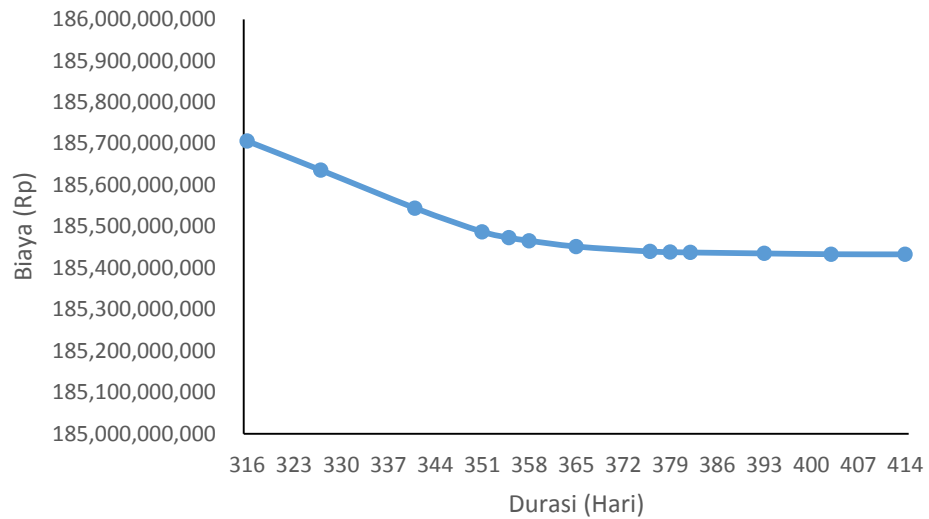
Tabel 4.22 Hasil perhitungan biaya langsung waktu lembur 2 jam

Kode	Kumulatif Durasi (hari)	Cost variance (Rp)	Biaya Langsung (Rp)
	414	5.059.645,51	185.432.684.749,21
SBM	396,22	6.330.570,31	185.437.744.394,72
LPA	378,24	2.671.595,61	185.444.074.965,03
GBMPM	372,38	3.619.310,97	185.446.746.560,64
PBK	366,91	32.798.142,11	185.450.365.871,61
PBDW	348,93	38.143.204,74	185.483.164.013,72
GS	337,01	20.545.138,23	185.521.307.218,46
PPJAB	330,95	38.370.825,27	185.541.852.356,69
UMB	325,09	155.226.638,34	185.580.223.181,96
GB	307,11	249.141.101,76	185.735.449.820,31
CBM	283,28	191.752.781,97	185.984.590.922,07
PTD	265,30	997.348.903,27	186.176.343.704,04
LC	247,32	5.059.645,51	187.173.692.607,30

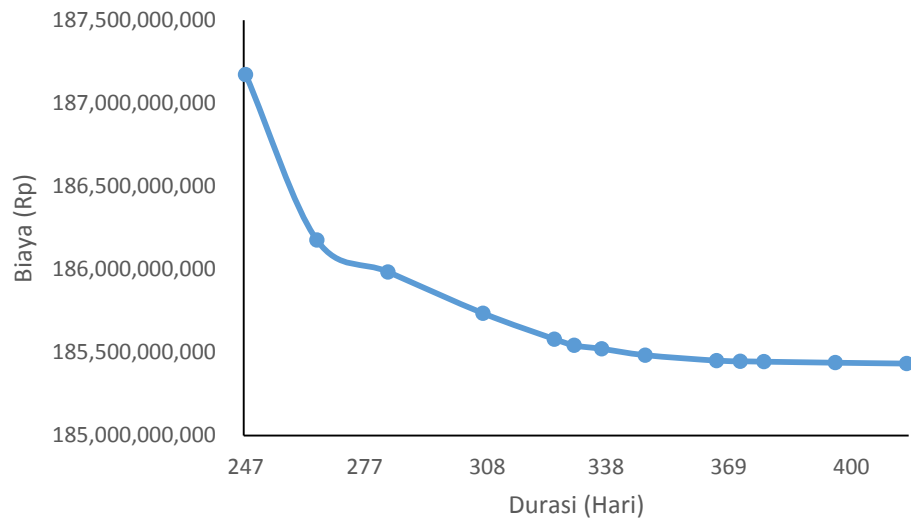
Tabel 4.23 Hasil perhitungan biaya langsung waktu lembur 3 jam

Kode	Kumulatif Durasi (hari)	Cost variance (Rp)	Biaya Langsung (Rp)
	414	8.389.782,06	185.432.684.749,21
SBM	390,77	10.347.913,92	185.441.074.531,27
LPA	367,28	4.488.148,63	185.451.422.445,19
GBMPM	359,62	5.770.242,00	185.455.910.593,82
PBK	352,47	55.431.832,03	185.461.680.835,82
PBDW	328,98	60.800.960,77	185.517.112.667,85
GS	313,40	34.258.725,76	185.577.913.628,62
PPJAB	305,49	61.192.242,84	185.612.172.354,38
UMB	297,83	260.797.881,34	185.673.364.597,22
GB	274,34	310.764.110,32	185.934.162.478,56
PTD	250,85	413.412.333,09	186.244.926.588,88
CBM	219,70	6.089.982.742,07	186.658.338.921,97
LC	196,21	8.389.782,06	192.748.321.664,04

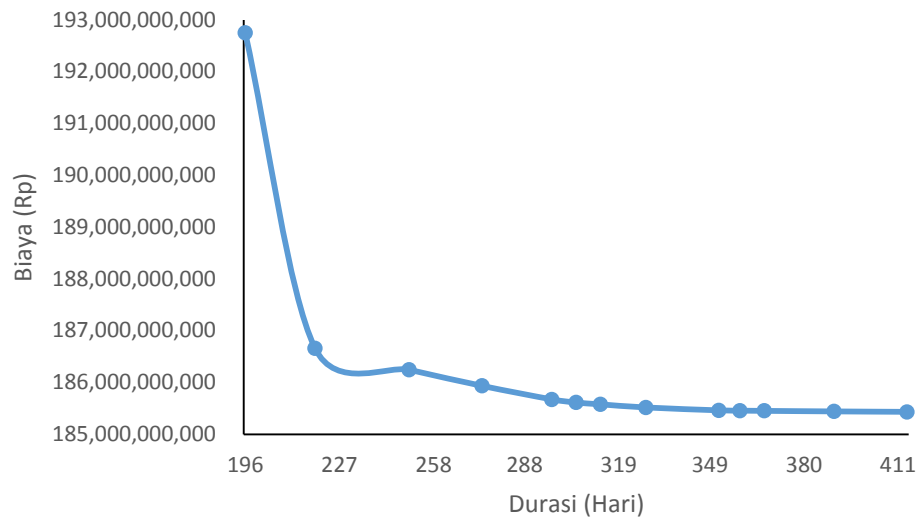
Data hasil analisis biaya langsung terhadap penambahan jam lembur akan disajikan dalam bentuk grafik. Dapat dilihat pada Gambar 4.4 hingga 4.6.



Gambar 4.4 Biaya langsung penambahan jam lembur 1 jam



Gambar 4.5 Biaya langsung penambahan jam lembur 2 jam



Gambar 4.6 Biaya langsung penambahan jam lembur 3 jam

Biaya total adalah biaya keseluruhan yang dikeluarkan untuk pengerjaan proyek ini. Dalam menentukan biaya total durasi proyek dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya total} &= \text{biaya tidak langsung} + \text{biaya langsung} \\
 &= 5.421.096.853,79 + 185.432.684.749,21 \\
 &= \text{Rp } 190.853.781.603,00
 \end{aligned}$$

Tabel 4.24 Hasil perhitungan total biaya untuk waktu lembur selama 1 jam

Kode	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
	5.421.096.853,79	185.432.684.749,21	190.853.781.603,00
LC	5.283.853.895,47	185.432.993.271,25	190.716.847.166,71
SBM	5.148.102.708,43	185.434.852.314,82	190.582.955.023,24
LPA	5.010.859.750,11	185.437.164.306,81	190.448.024.056,92
GBMPM	4.966.106.611,52	185.438.142.634,16	190.404.249.245,68
PBK	4.924.337.015,51	185.439.470.002,74	190.363.807.018,25
PBDW	4.787.094.057,19	185.451.512.072,04	190.238.606.129,23
GS	4.696.096.008,86	185.465.512.117,14	190.161.608.125,87
PPJAB	4.649.851.098,86	185.471.951.480,59	190.122.802.579,45
UMB	4.605.097.960,28	185.487.271.133,45	190.092.369.093,73

Tabel 4.24 Hasil perhitungan total biaya untuk waktu lembur selama 1 jam
(lanjutan)

GB	4.467.855.001,96	185.544.255.549,95	190.012.110.551,90
CBM	4.285.858.905,05	185.635.709.045,94	189.921.567.950,98
PTD	4.148.615.946,72	185.706.093.862,21	189.854.709.808,93

Tabel 4.25 Hasil perhitungan total biaya untuk waktu lembur selama 2 jam

Kode	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
	5.421.096.853,79	185.432.684.749,21	190.853.781.603,00
SBM	5.188.256.695,18	185.437.744.394,72	190.626.001.089,90
LPA	4.952.857.853,51	185.444.074.965,03	190.396.932.818,54
GBMPM	4.876.097.361,66	185.446.746.560,64	190.322.843.922,30
PBK	4.804.454.235,93	185.450.365.871,61	190.254.820.107,54
PBDW	4.569.055.394,26	185.483.164.013,72	190.052.219.407,98
GS	4.412.975.727,50	185.521.307.218,46	189.934.282.945,96
PPJAB	4.333.656.552,59	185.541.852.356,69	189.875.508.909,28
UMB	4.256.896.060,74	185.580.223.181,96	189.837.119.242,70
GB	4.021.497.219,07	185.735.449.820,31	189.756.947.039,37
CBM	3.709.337.885,55	185.984.590.922,07	189.693.928.807,62
PTD	3.473.939.043,88	186.176.343.704,04	189.650.282.747,92
LC	3.238.540.202,21	187.173.692.607,30	190.412.232.809,51

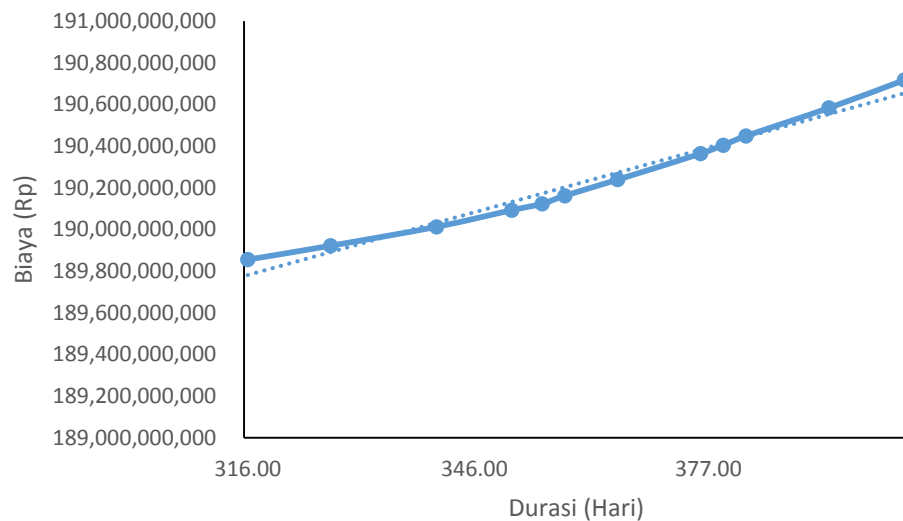
Tabel 4.26 Hasil perhitungan total biaya untuk waktu lembur selama 3 jam

Kode	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
	5.421.096.853,79	185.432.684.749,21	190.853.781.603,00
SBM	5.116.860.150,93	185.441.074.531,27	190.557.934.682,20
LPA	4.809.280.187,59	185.451.422.445,19	190.260.702.632,78
GBMPM	4.708.982.373,46	185.455.910.593,82	190.164.892.967,28
PBK	4.615.371.080,27	185.461.680.835,82	190.077.051.916,09
PBDW	4.307.791.116,93	185.517.112.667,85	189.824.903.784,78
GS	4.103.852.228,20	185.577.913.628,62	189.681.765.856,82
PPJAB	4.000.211.153,60	185.612.172.354,38	189.612.383.507,98

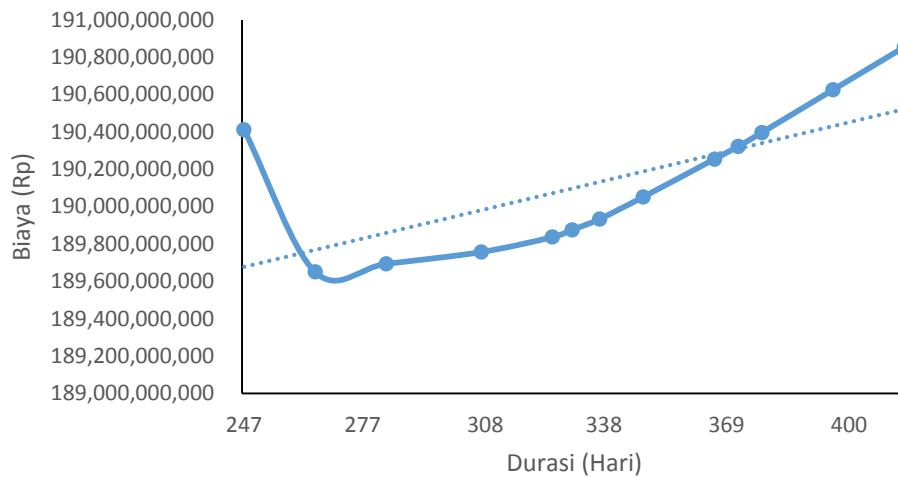
Tabel 4.26 Hasil perhitungan total biaya untuk waktu lembur selama 3 jam
(lanjutan)

UMB	3.899.913.339,47	185.673.364.597,22	189.573.277.936,68
GB	3.592.333.376,13	185.934.162.478,56	189.526.495.854,69
PTD	3.284.753.412,80	186.244.926.588,88	189.529.680.001,67
CBM	2.876.875.635,33	186.658.338.921,97	189.535.214.557,30
LC	2.569.295.671,99	192.748.321.664,04	195.317.617.336,03

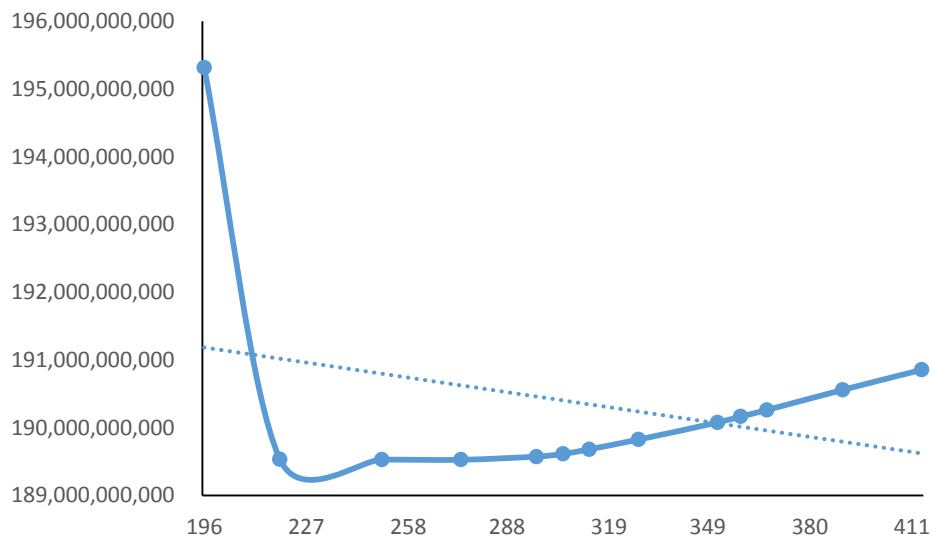
Data hasil analisis biaya total terhadap penambahan jam lembur akan disajikan dalam bentuk grafik. Dapat dilihat pada Gambar 4.7 hingga 4.9.



Gambar 4.7 Biaya total penambahan jam lembur 1 jam



Gambar 4.8 Biaya total penambahan jam lembur 2 jam



Gambar 4.9 Biaya total penambahan jam lembur 3 jam

4.3.7 Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek

Berdasarkan analisis durasi percepatan dan biaya total proyek dapat dihitung efisiensi waktu dan biaya dari proyek tersebut. Berikut dibawah ini salah satu contoh perhitungan analisis efisiensi waktu dan biaya proyek pada masing-masing jam lembur dengan item pekerjaan persiapan tanah dasar (*subgrade*) :

1. Efisiensi waktu dan biaya lembur 1 jam

$$Et = \left(\frac{414 - 316,82}{414} \right) \times 100\%$$

$$Et = 2,532 \%$$

$$Ec = \left(\frac{190.853.781.603,00 - 189.854.709.808,93}{190.853.781.603,00} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 0,523\%$$

2. Efisiensi waktu dan biaya lembur 2 jam

$$Et = \left(\frac{414 - 265,30}{414} \right) \times 100\%$$

$$Et = 35,918 \%$$

$$Ec = \left(\frac{190.853.781.603,00 - 189.650.282.747,92}{190.853.781.603,00} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 0,631\%$$

3. Efisiensi waktu dan biaya lembur 3 jam

$$Et = \left(\frac{414 - 250,85}{414} \right) \times 100\%$$

$$Et = 39,408 \%$$

$$Ec = \left(\frac{190.853.781.603,00 - 189.529.680.001,67}{190.853.781.603,00} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 0,694\%$$

Hasil perhitungan efisiensi waktu dan biaya secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 4.27, 4.28, dan 4.29 sebagai berikut :

Tabel 4.27 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (hari)	Total biaya (Rp)	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi biaya (%)
	414	190.853.781.603,00	0	0
SBM	403,52	190.716.847.166,71	2,531645570	0,07174835
LPA	393,15	190.582.955.023,24	5,035773253	0,14190265
GBMPM	382,67	190.448.024.056,92	7,567418822	0,21260126
PBK	379,25	190.404.249.245,68	8,392955421	0,23553757
PBDW	376,06	190.363.807.018,25	9,163456247	0,25672773
GS	365,58	190.238.606.129,23	11,69510182	0,32232816
PPJAB	358,63	190.161.608.125,87	13,37369290	0,36267213

Tabel 4.27 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 1 jam

(lanjutan)

UMB	355,10	190.122.802.579,45	14,22674739	0,38300474
GB	351,68	190.092.369.093,73	15,05228398	0,39895071
CBM	341,20	190.012.110.551,90	17,58392955	0,44100308
PTD	327,30	189.921.567.950,98	20,94111172	0,48844390
LC	316,82	189.854.709.808,93	23,47275729	0,52347498

Tabel 4.28 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi (hari)	Total biaya (Rp)	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi biaya (%)
	414	190.853.781.603,00	0	0
SBM	396,22	190.626.001.089,90	4,295074685	0,11934818
LPA	378,24	190.396.932.818,54	8,637347993	0,23937109
GBMPM	372,38	190.322.843.922,30	10,05330668	0,27819081
PBK	366,91	190.254.820.107,54	11,37486812	0,31383266
PBDW	348,93	190.052.219.407,98	15,71714143	0,41998759
GS	337,01	189.934.282.945,96	18,59625743	0,48178173
PPJAB	330,95	189.875.508.909,28	20,05941474	0,51257706
UMB	325,09	189.837.119.242,70	21,47537342	0,53269176
GB	307,11	189.756.947.039,37	25,81764673	0,57469889
CBM	283,28	189.693.928.807,62	31,57587873	0,60771801
PTD	265,30	189.650.282.747,92	35,91815204	0,63058685
LC	247,32	190.412.232.809,51	40,26042534	0,23135449

Tabel 4.29 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 3 jam

Kode	Durasi (hari)	Total biaya (Rp)	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi biaya (%)
	414	190.853.781.603,00	0	0
SBM	390,77	190.557.934.682,20	5,612087573	0,15501234
LPA	367,28	190.260.702.632,78	11,28584644	0,31075044
GBMPM	359,62	190.164.892.967,28	13,13598520	0,36095100
PBK	352,47	190.077.051.916,09	14,86278138	0,40697631
PBDW	328,98	189.824.903.784,78	20,53654024	0,53909218
GS	313,40	189.681.765.856,82	24,29848905	0,61409092
PPJAB	305,49	189.612.383.507,98	26,21029911	0,65044459
UMB	297,83	189.573.277.936,68	28,06043787	0,67093440
GB	274,34	189.526.495.854,69	33,73419673	0,69544640
PTD	250,85	189.529.680.001,67	39,40795560	0,69377803
CBM	219,70	189.535.214.557,30	46,93185322	0,69087813
SBM	196,21	195.317.617.336,03	52,60561209	-2,33887728

4.3.8 Analisis Kebutuhan Alat Berat dan Tenaga Kerja

Dalam penambahan jumlah alat berat yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak atau cukup lapang, karena penambahan alat berat pada suatu aktivitas tidak boleh mengganggu pemakaian alat berat untuk aktivitas yang lain yang sedang berjalan pada saat yang sama. Dalam hal ini, penambahan alat berat dilakukan secara matematis bukan secara fisik dari alat tersebut. Dengan adanya penambahan alat berat, penambahan tenaga kerja pun juga akan terjadi. Penambahan tenaga kerja juga sama dengan halnya penambahan alat berat, yaitu dilakukan secara matematis dan durasi yang digunakan berdasarkan durasi percepatan akibat lembur. Salah satu contoh perhitungan untuk analisis kebutuhan alat berat dan tenaga kerja adalah sebagai berikut :

Nama pekerjaan : Persiapan Tanah Dasar
 Durasi pekerjaan : 414 hari
 Jam kerja : 7 jam/hari
 Volume pekerjaan : 259.874,94 m³

Tabel 4.30 Perhitungan kebutuhan alat dan tenaga kerja

Komponen	Koef.	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga Satuan (Rp.)	Jumlah	Jumlah (perhari)	Jumlah (perjam)	Total Harga (Rp.)
1	2	3	4 = 2 x 3	5 = 2 x Vol	6 = 5 / Durasi	7 = 6 / 7 jam	8 = 4 x vol
<u>Tenaga</u>							
Pekerja	0,08434	10.000,00	843,37	21.917,16	238,23	34,03	219.171.633,80
Mandor	0,01406	31.250,00	439,26	3.652,86	39,71	5,67	114.151.892,61
Operator	0,05622	20.000,00	1.124,50	14.611,44	158,82	22,69	292.228.845,07
<u>Peralatan</u>							
Vibro Roller Motor	0,01406	115.361,53	1.621,55	3.652,86	39,71	5,67	421.399.588,36
Grader	0,00803	172.606,91	1.386,40	2.087,35	22,69	3,24	360.290.832,39
<u>Total</u>			5.415,08				1.407.242.792,23

Keterangan :

Kolom 1: Item komponen pekerjaan

Kolom 2 : Nilai koefisien yang didapat dari Analisa Harga Satuan Pekerjaan

- Kolom 3 : Harga satuan didapatkan dari Harga Dasar Satuan Upah dan Analisa Biaya Alat
- Kolom 4 : Hasil perkalian kolom 2 dengan kolom 3
- Kolom 5 : Hasil perkalian kolom 2 dengan volume pekerjaan
- Kolom 6 : Hasil pembagian kolom 5 dengan durasi pekerjaan
- Kolom 7 : Hasil pembagian kolom 6 dengan durasi pekerjaan per hari
- Kolom 8 : Hasil perkalian kolom 4 dengan volume pekerjaan

4.3.9 Durasi Percepatan Akibat Waktu Lembur

Durasi percepatan akibat waktu lembur ini digunakan untuk perhitungan penambahan alat berat dan tenaga kerja. Durasi percepatan ini menjadi hal penting dalam penambahan alat berat dan tenaga kerja, artinya dengan durasi percepatan tersebut berapa jumlah alat berat dan tenaga kerja setiap hari yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap jenis pekerjaan tersebut. Salah satu contoh durasi percepatan yang akan digunakan untuk perhitungan penambahan alat berat dan tenaga kerja adalah sebagai berikut :

Nama pekerjaan : Persiapan Tanah Dasar

1. Durasi akibat lembur 1 jam, yaitu 81,52 hari
2. Durasi akibat lembur 2 jam, yaitu 74,02 hari
3. Durasi akibat lembur 3 jam, yaitu 68,51 hari

4.3.10 Analisis Penambahan Alat Berat dan Tenaga Kerja

Untuk perhitungan analisis penambahan alat berat dan tenaga kerja diambil salah satu contoh jenis pekerjaan yaitu sebagai berikut :

Nama pekerjaan : Persiapan Tanah Dasar

Volume pekerjaan : 259.874,94 m³

Durasi Percepatan :

Lembur 1 jam = 81,52 hari

Lembur 2 jam = 74,02 hari

Lembur 3 jam = 68,51 hari

Kebutuhan Alat	:	
Pekerja	=	34,03 unit/jam
Mandor	=	5,67 unit/jam
Operator	=	22,69 unit/jam
<i>Vibro Roller</i>	=	5,67 unit/jam
<i>Motor Grader</i>	=	3,24 unit/jam

Penambahan alat dan tenaga kerja :

Lembur 1 jam

Pekerja	=	(durasi normal x keb. alat) / durasi percepatan
	=	(414 x 34,03) / 81,52
	=	38,406 unit/jam \approx 268,842 unit/hari
Mandor	=	(durasi normal x keb. alat) / durasi percepatan
	=	(414 x 5,67) / 81,52
	=	6,411 unit/jam \approx 44,877 unit/hari
Operator	=	(durasi normal x keb. alat) / durasi percepatan
	=	(414 x 22,69) / 81,52
	=	25,619 unit/jam \approx 179,333 unit/hari
<i>Vibro Roller</i>	=	(durasi normal x keb. alat) / durasi percepatan
	=	(414 x 5,67) / 81,52
	=	6,399 unit/jam \approx 44,793 unit/hari
<i>Motor Grader</i>	=	(durasi normal x keb. alat) / durasi percepatan
	=	(414 x 3,24) / 81,52
	=	3,657 unit/jam \approx 25,599 unit/hari

Lembur 2 jam

Pekerja	=	(durasi normal x keb. alat) / durasi percepatan
	=	(414 x 34,03) / 74,02
	=	42,295 unit/jam \approx 296,065 unit/hari
Mandor	=	(durasi normal x keb. alat) / durasi percepatan
	=	(414 x 5,67) / 74,02
	=	7,060 unit/jam \approx 49,420 unit/hari

$$\begin{aligned} \text{Operator} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan} \\ &= (414 \times 22,69) / 74,02 \\ &= 28,213 \text{ unit/jam} \approx 197,491 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vibro Roller} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan} \\ &= (414 \times 5,67) / 74,02 \\ &= 7,047 \text{ unit/jam} \approx 43,329 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Motor Grader} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan} \\ &= (414 \times 3,24) / 74,02 \\ &= 4,027 \text{ unit/jam} \approx 28,189 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

Lembur 3 jam

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan} \\ &= (414 \times 34,03) / 68,51 \\ &= 45,698 \text{ unit/jam} \approx 319,886 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan} \\ &= (414 \times 5,67) / 68,51 \\ &= 7,628 \text{ unit/jam} \approx 53,396 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Operator} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan} \\ &= (414 \times 22,69) / 68,51 \\ &= 30,483 \text{ unit/jam} \approx 213,381 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vibro Roller} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan} \\ &= (414 \times 5,67) / 68,51 \\ &= 7,614 \text{ unit/jam} \approx 53,298 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Motor Grader} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan} \\ &= (414 \times 3,24) / 68,51 \\ &= 4,351 \text{ unit/jam} \approx 30,457 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

Untuk hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja dari semua jenis pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.31 sampai dengan Tabel 4.42 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.31 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan
Pembongkaran Perkerasan Jalan Aspal atau Beton

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 jam	2 jam	3 jam
Pekerja	1,53	1,592	1,753	1,894
Mandor	0,38	0,474	0,522	0,564
<i>HYD Breaker</i>	6,31	7,122	7,843	8,474
<i>Excavator</i>	0,38	0,429	0,473	0,511
<i>Vibro Roller</i>	0,57	0,644	0,709	0,766

Tabel 4.32 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan
Galian Biasa untuk Material Pengisi Median

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 jam	2 jam	3 jam
Pekerja	1,02	1,253	1,380	1,491
Mandor	0,25	0,283	0,311	0,336
<i>Bulldozer</i>	0,04	0,046	0,050	0,054
<i>Excavator</i>	0,25	0,283	0,311	0,336
<i>Dump Truck</i>	0,38	0,429	0,473	0,511

Tabel 4.33 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan
Galian Batu (*Rock Excavation*)

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 jam	2 jam	3 jam
Pekerja	19,42	21,838	24,050	25,985
Mandor	4,86	5,508	6,066	6,554
<i>Bulldozer</i>	0,76	0,858	0,945	1,021
<i>Excavator</i>	4,86	5,485	6,041	6,527
<i>Dump Truck</i>	7,25	8,183	9,011	9,736

Tabel 4.34 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan*Common Borrow Material*

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 jam	2 jam	3 jam
Pekerja	13,60	15,247	16,791	18,142
Mandor	3,40	3,871	4,263	4,606
<i>Bulldozer</i>	3,40	3,838	4,226	4,566
<i>Sheep Foot</i>	3,13	3,544	3,903	4,217
<i>Vibro Roller</i>	11,74	13,250	14,592	15,766
<i>Water Tank</i>	4,38	4,944	5,444	5,882

Tabel 4.35 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan*Selected Borrow Material*

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 jam	2 jam	3 jam
Pekerja	0,37	0,362	0,398	0,430
Mandor	0,09	0,136	0,150	0,162
<i>Bulldozer</i>	0,09	0,102	0,112	0,121
<i>Sheep Foot</i>	0,08	0,091	0,100	0,108
<i>Vibro Roller</i>	0,32	0,362	0,398	0,430
<i>Water Tank</i>	0,12	0,136	0,150	0,162

Tabel 4.36 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaanUrugan Material Berbutir (*Granular Backfill*)

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 jam	2 jam	3 jam
Pekerja	38,57	43,405	47,801	51,467
Mandor	1,93	2,224	2,449	2,646
Kepala Tukang	1,54	1,784	1,964	2,122
Tukang	15,43	17,414	19,178	20,721

Tabel 4.37 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan
Pasangan Batu Kosong (*Blinding Stone*)

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 jam	2 jam	3 jam
Pekerja	3,92	4,402	4,848	5,238
Mandor	0,20	0,226	0,249	0,269
Kepala Tukang	0,16	0,181	0,199	0,215
Tukang	1,57	1,772	1,952	2,109

Tabel 4.38 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan
Geotextile Separator (kelas 1)

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 jam	2 jam	3 jam
Pekerja	18,97	21,184	23,329	25,206
Mandor	0,95	1,118	1,231	1,330
Kepala Tukang	0,76	0,881	0,970	1,048
Tukang	7,59	8,566	9,434	10,193

Tabel 4.39 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan
Persiapan Tanah Dasar

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 jam	2 jam	3 jam
Pekerja	34,03	38,406	42,295	45,698
Mandor	5,67	6,411	7,060	7,628
Operator	22,69	25,619	28,213	30,483
<i>Vibro Roller</i>	5,67	6,399	7,047	7,614
<i>Motor Grader</i>	3,24	3,657	4,027	4,351

Tabel 4.40 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan
Lapis Pondasi Agregat Kelas A

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 jam	2 jam	3 jam
Pekerja	0,96	1,106	1,218	1,316
Mandor	0,16	0,181	0,199	0,215
Operator	0,48	0,542	0,597	0,645
<i>Vibro Roller</i>	0,16	0,181	0,199	0,215
<i>Motor Grader</i>	0,07	0,079	0,087	0,094
<i>Water Tank</i>	0,22	0,249	0,274	0,296

Tabel 4.41 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan
Perkerasan Beton (t = 30 cm). *Double Wire Mesh*

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 jam	2 jam	3 jam
Pekerja	0,13	2,246	2,474	2,673
Mandor	0,01	0,125	0,137	0,148
Operator	0,03	1,174	1,293	1,397
Generator set 30 kVa	0,56	0,429	0,473	0,511
<i>Wheel Loader</i>	0,03	0,034	0,038	0,041
<i>Batching Plan</i>	1,55	1,750	1,927	2,082
<i>Truck Mixer</i>	0,20	0,226	0,249	0,269
<i>Concrete Finisher</i>	0,09	0,102	0,112	0,121
<i>Dump Truck</i>	0,94	1,061	1,169	1,263

Tabel 4.42 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan
Lean Concrete

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 jam	2 jam	3 jam
Pekerja	49,85	12,257	13,498	14,584
Mandor	4,98	5,621	6,190	6,688
Operator	12,46	14,062	15,486	16,732
<i>Truck Mixer</i>	297,86	326	359,012	387,898

4.3.11 Analisis Biaya Penambahan Alat

1. Kondisi Normal

Nama Pekerjaan : Persiapan Tanah Dasar
 Volume Pekerjaan : 259.874,94 m³
 Durasi Pekerjaan : 92 hari (dengan 7 jam kerja/hari)

Kebutuhan *resource* (kr) :

Pekerja = 34,03 orang/jam

Mandor = 5,67 orang/jam

Operator = 22,69 orang/jam

Vibro Roller = 5,67 unit/jam

Motor Grader = 3,24 unit/jam

Biaya *resource* (brj) :

Pekerja = Rp 10.000,00 /jam

Mandor = Rp 31.250,00 /jam

Operator = Rp 20.000,00 /jam

Vibro Roller = Rp 115.361,53 /jam

Motor Grader = Rp 172.606,91 /jam

Biaya *resource* per hari (brh) :

brh = jk x kr x brj

brh Pekerja = 7 x 34,03 x 10.000

= Rp 2.382.100,00 /hari

brh Mandor = 7 x 5,67 x 31.250

= Rp 1.242.500,00 /hari

brh Operator = 7 x 22,69 x 20.000

= Rp 3.178.000,00 /hari

brh *Vibro Roller* = 7 x 5,67 x 115.361,53

= Rp 4.578.699,18 /hari

brh *Motor Grader* = 7 x 3,24 x 172.606,91

= Rp 3.914.724,61 /hari

Biaya total *resource* harian (btrh) :

$$\begin{aligned}
 \text{btrh} &= \sum \text{brh} \\
 &= (\text{Pekerja} + \text{Mandor} + \text{Operator} + \text{Vibro Roller} + \\
 &\quad \text{Motor Grader}) \\
 &= 2.382.100,00 + 1.242.500,00 + 3.178.000,00 + \\
 &\quad 4.578.699,18 + 3.914.724,61 \\
 &= \text{Rp } 15.296.023,79 \text{ /hari}
 \end{aligned}$$

Biaya total *resource* (btr) :

$$\begin{aligned}
 \text{btr} &= \text{btrh} \times \text{durasi} \\
 &= 15.296.023,79 \times 92 \\
 &= \text{Rp } 1.407.242.792,23
 \end{aligned}$$

2. Kondisi terhadap durasi percepatan dari waktu lembur 1 jam

Nama Pekerjaan : Persiapan Tanah Dasar

Volume Pekerjaan : 259.874,94 m³

Durasi Pekerjaan : 81,52 hari (dengan 7 jam kerja/hari)

Kebutuhan *resource* (kr) :

Pekerja = 38,406 orang/jam

Mandor = 6,411 orang/jam

Operator = 25,619 orang/jam

Vibro Roller = 6,399 unit/jam

Motor Grader = 3,657 unit/jam

Biaya *resource* (brj) :

Pekerja = Rp 10.000,00 /jam

Mandor = Rp 31.250,00 /jam

Operator = Rp 20.000,00 /jam

Vibro Roller = Rp 115.361,53 /jam

Motor Grader = Rp 172.606,91 /jam

Biaya *resource* per hari (brh) :

$$\begin{aligned}
 \text{brh} &= \text{jk} \times \text{kr} \times \text{brj} \\
 \text{brh Pekerja} &= 7 \times 38,406 \times 10.000 \\
 &= \text{Rp } 2.688.420,00 \text{ /hari} \\
 \text{brh Mandor} &= 7 \times 6,411 \times 31.250 \\
 &= \text{Rp } 1.402.406,25 \text{ /hari} \\
 \text{brh Operator} &= 7 \times 25,619 \times 20.000 \\
 &= \text{Rp } 3.586.660,00 \text{ /hari} \\
 \text{brh } \textit{Vibro Roller} &= 7 \times 6,399 \times 115.361,53 \\
 &= \text{Rp } 5.167.389,07 \text{ /hari} \\
 \text{brh } \textit{Motor Grader} &= 7 \times 3,657 \times 172.606,91 \\
 &= \text{Rp } 4.418.564,16 \text{ /hari}
 \end{aligned}$$

Biaya total *resource* harian (btrh) :

$$\begin{aligned}
 \text{btrh} &= \sum \text{brh} \\
 &= (\text{Pekerja} + \text{Mandor} + \text{Operator} + \textit{Vibro Roller} + \\
 &\quad \textit{Motor Grader}) \\
 &= 2.688.420,00 + 1.402.406,25 + 3.586.660,00 + \\
 &\quad 5.167.389,07 + 4.418.564,16 \\
 &= \text{Rp } 17.263.439,49 \text{ /hari}
 \end{aligned}$$

Biaya total *resource* (btr) :

$$\begin{aligned}
 \text{btr} &= \text{btrh} \times \text{durasi} \\
 &= 17.263.439,49 \times 81,52 \\
 &= \text{Rp } \mathbf{1.407.298.105,05}
 \end{aligned}$$

3. Kondisi terhadap durasi percepatan dari waktu lembur 2 jam

$$\begin{aligned}
 \text{Nama Pekerjaan} &: \text{Persiapan Tanah Dasar} \\
 \text{Volume Pekerjaan} &: 259.874,94 \text{ m}^3 \\
 \text{Durasi Pekerjaan} &: 74,02 \text{ hari (dengan 7 jam kerja/hari)} \\
 \text{Kebutuhan } \textit{resource} \text{ (kr)} &: \\
 \text{Pekerja} &= 42,295 \text{ orang/jam} \\
 \text{Mandor} &= 7,060 \text{ orang/jam}
 \end{aligned}$$

Operator	= 28,213 orang/jam
<i>Vibro Roller</i>	= 7,047 unit/jam
<i>Motor Grader</i>	= 4,027 unit/jam
Biaya <i>resource</i> (brj)	:
Pekerja	= Rp 10.000,00 /jam
Mandor	= Rp 31.250,00 /jam
Operator	= Rp 20.000,00 /jam
<i>Vibro Roller</i>	= Rp 115.361,53 /jam
<i>Motor Grader</i>	= Rp 172.606,91 /jam

Biaya *resource* per hari (brh) :

brh	= jk x kr x brj
brh Pekerja	= 7 x 42,295 x 10.000
	= Rp 2.960.650,00 /hari
brh Mandor	= 7 x 7,060 x 31.250
	= Rp 1.544.375,00 /hari
brh Operator	= 7 x 28,213 x 20.000
	= Rp 3.949.820,00 /hari
brh <i>Vibro Roller</i>	= 7 x 7,407 x 115.361,53
	= Rp 5.690.668,98 /hari
brh <i>Motor Grader</i>	= 7 x 3,657 x 172.606,91
	= Rp 4.865.616,05 /hari

Biaya total *resource* harian (btrh) :

btrh	= \sum brh
	= (Pekerja + Mandor + Operator + <i>Vibro Roller</i> + <i>Motor Grader</i>)
	= 2.960.650,00 + 1.544.375,00 + 3.949.820,00 + 5.690.668,98 + 4.865.616,05
	= Rp 19.011.130,03 /hari

Biaya total *resource* (btr) :

$$\begin{aligned} \text{btr} &= \text{btrh} \times \text{durasi} \\ &= 19.011.130,03 \times 74,02 \\ &= \mathbf{Rp\ 1.407.260.659,53} \end{aligned}$$

4. Kondisi terhadap durasi percepatan dari waktu lembur 3 jam

Nama Pekerjaan : Persiapan Tanah Dasar

Volume Pekerjaan : 259.874,94 m³

Durasi Pekerjaan : 68,51 hari (dengan 7 jam kerja/hari)

Kebutuhan *resource* (kr) :

Pekerja = 45,698 orang/jam

Mandor = 7,628 orang/jam

Operator = 30,483 orang/jam

Vibro Roller = 7,614 unit/jam

Motor Grader = 4,351 unit/jam

Biaya *resource* (brj) :

Pekerja = Rp 10.000,00 /jam

Mandor = Rp 31.250,00 /jam

Operator = Rp 20.000,00 /jam

Vibro Roller = Rp 115.361,53 /jam

Motor Grader = Rp 172.606,91 /jam

Biaya *resource* per hari (brh) :

brh = jk x kr x brj

brh Pekerja = 7 x 45,698 x 10.000
= Rp 3.198.860,00 /hari

brh Mandor = 7 x 7,628 x 31.250
= Rp 1.668.625,00 /hari

brh Operator = 7 x 30,483 x 20.000
= Rp 4.267.620,00 /hari

brh *Vibro Roller* = 7 x 7,614 x 115.361,53
= Rp 6.148.538,90 /hari

$$\begin{aligned} \text{brh Motor Grader} &= 7 \times 4,351 \times 172.606,91 \\ &= \text{Rp } 5.257.088,51 \text{ /hari} \end{aligned}$$

Biaya total *resource* harian (btrh) :

$$\begin{aligned} \text{btrh} &= \sum \text{brh} \\ &= (\text{Pekerja} + \text{Mandor} + \text{Operator} + \text{Vibro Roller} + \\ &\quad \text{Motor Grader}) \\ &= 3.198.860,00 + 1.668.625,00 + 4.267.620,00 + \\ &\quad 6.148.538,90 + 5.257.088,51 \\ &= \text{Rp } 20.540.732,41 \text{ /hari} \end{aligned}$$

Biaya total *resource* (btr) :

$$\begin{aligned} \text{btr} &= \text{btrh} \times \text{durasi} \\ &= 19.011.130,03 \times 68,51 \\ &= \text{Rp } 1.407.258.688,27 \end{aligned}$$

Untuk hasil analisis biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja dari semua jenis pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.43 sampai dengan Tabel 4.54 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.43 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan Pembongkaran Perkerasan Jalan Aspal atau Beton

Normal		Penambahan	
Durasi	Total Biaya Harian	Durasi	Total Biaya Harian
31	279.969.919,04	27,47	280.028.130,73
31	279.969.919,04	24,94	280.028.337,37
31	279.969.919,04	23,09	280.023.612,92

Tabel 4.44 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan Galian Biasa untuk Material Pengisi Median

Normal		Penambahan	
Durasi	Total Biaya Harian	Durasi	Total Biaya Harian
30	48.590.727,87	26,58	48.657.300,00
30	48.590.727,87	24,14	48.636.913,29
30	48.590.727,87	22,34	48.633.193,33

Tabel 4.45 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan Galian Batu (*Rock Excavation*)

Normal		Penambahan	
Durasi	Total Biaya Harian	Durasi	Total Biaya Harian
92	5.935.390.680,73	81,52	5.935.573.490,56
92	5.935.390.680,73	74,02	5.935.554.884,13
92	5.935.390.680,73	68,51	5.935.542.948,72

Tabel 4.46 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan *Common Borrow Material*

Normal		Penambahan	
Durasi	Total Biaya Harian	Durasi	Total Biaya Harian
122	58.667.691.770,92	108,10	58.667.974.034,33
122	58.667.691.770,92	98,16	58.667.852.881,68
122	58.667.691.770,92	90,85	58.667.840.488,24

Tabel 4.47 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan *Selected Borrow Material*

Normal		Penambahan	
Durasi	Total Biaya Harian	Durasi	Total Biaya Harian
91	1.162.338.295,33	80,63	1.162.548.224,40
91	1.162.338.295,33	73,22	1.162.478.638,02
91	1.162.338.295,33	67,77	1.162.468.387,62

Tabel 4.48 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan Urugan Material Berbutir (*Granular Backfill*)

Normal		Penambahan	
Durasi	Total Biaya Harian	Durasi	Total Biaya Harian
30	1.006.974.010,53	26,58	1.007.279.054,22
30	1.006.974.010,53	24,14	1.007.277.875,20
30	1.006.974.010,53	22,34	1.007.277.228,10

Tabel 4.49 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan Pasangan Batu Kosong (*Blinding Stone*)

Normal		Penambahan	
Durasi	Total Biaya Harian	Durasi	Total Biaya Harian
28	119.015.051,50	24,81	119.018.489,70
28	119.015.051,50	22,53	119.020.049,25
28	119.015.051,50	20,85	119.019.531,27

Tabel 4.50 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan *Geotextile Separator* (kelas 1)

Normal		Penambahan	
Durasi	Total Biaya Harian	Durasi	Total Biaya Harian
61	238.376.250,00	54,05	238.393.869,30
61	238.376.250,00	49,08	238.393.385,49
61	238.376.250,00	45,43	238.391.886,97

Tabel 4.51 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan Persiapan Tanah Dasar

Normal		Penambahan	
Durasi	Total Biaya Harian	Durasi	Total Biaya Harian
92	1.407.242.792,23	81,52	1.407.298.105,05
92	1.407.242.792,23	74,02	1.407.260.659,53
92	1.407.242.792,23	68,51	1.407.258.688,27

Tabel 4.52 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A

Normal		Penambahan	
Durasi	Total Biaya Harian	Durasi	Total Biaya Harian
92	9.566.621.843,05	81,52	9.566.695.200,82
92	9.566.621.843,05	74,02	9.566.656.873,35
92	9.566.621.843,05	68,51	9.566.652.865,94

Tabel 4.53 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan Perkerasan Beton (t = 30 cm). *Double Wire Mesh*

Normal		Penambahan	
Durasi	Total Biaya Harian	Durasi	Total Biaya Harian
92	857.003.423,39	81,52	857.231.580,73
92	857.003.423,39	74,02	857.339.311,13
92	857.003.423,39	68,51	857.314.562,35

Tabel 4.54 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan *Lean Concrete* (t = 15 cm)

Normal		Penambahan	
Durasi	Total Biaya Harian	Durasi	Total Biaya Harian
92	20.648.345.037,73	81,52	20.070.414.511,04
92	20.648.345.037,73	74,02	20.070.390.694,09
92	20.648.345.037,73	68,51	20.070.389.163,36

4.3.12 Analisis *Cost Variance*, *Cost Slope*, dan *Duration Variance* Penambahan Alat

Cost Variance merupakan selisih biaya antara biaya normal dengan biaya percepatan akibat adanya lembur dari suatu pekerjaan.

$$\text{Cost Variance} = \text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}$$

Duration variance merupakan selisih durasi antara durasi normal dengan durasi percepatan akibat adanya lembur dari suatu pekerjaan.

$$\text{Duration variance} = \text{Crash Duration} - \text{Normal Duration}$$

Cost Slope merupakan biaya perhari dari selisih biaya normal dengan biaya percepatan dan selisih durasi normal dengan durasi percepatan.

$$\text{Cost Slope} = \text{Cost variance} / \text{Duration variance}$$

Untuk hasil analisis *cost variance*, *duration variance*, *cost slope* dari semua item pekerjaan yang kritis. Untuk menguji kemungkinan efisiensi *crashing*, dengan melakukan *crashing* ulang dari *cost slope* terkecil. dengan menggunakan *Microsoft Project 2010* dapat dilihat pada Tabel 4.55, 4.56, dan 4.57 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.55 Hasil perhitungan *duration variance*, *cost variance*, *cost slope* terhadap durasi dari waktu lembur 1 jam

Kode	<i>Duration Variance (Hari)</i>	<i>Cost Variance</i>	<i>Cost Slope</i>
LC	81,52	-577.930.519,78	-55.140.713,84
PBK	24,81	3.438,20	1.077,85
GS	54,05	17.619,30	2.535,38
PTD	81,52	55.312,82	5.277,43
LPA	81,52	73.357,77	6.999,11
PPJAB	27,47	58.211,68	16.482,88
GB	81,52	182.809,83	17.442,00
GBMPM	26,58	66.572,13	19.478,51
SBM	80,63	209.929,07	20.249,57
CBM	108,10	282.263,41	20.308,57
PBDW	81,52	228.157,34	21.768,64
UMB	26,58	305.043,69	89.253,52

Tabel 4.56 Hasil perhitungan *duration variance*, *cost variance*, *cost slope* terhadap durasi dari waktu lembur 2 jam

Kode	<i>Duration Variance (Hari)</i>	<i>Cost Variance</i>	<i>Cost Slope</i>
LC	74,02	-577.954.336,73	-32.149.633,82
PBK	22,53	4.997,75	913,45
PTD	74,02	17.867,30	993,90
GS	49,08	17.135,49	1.437,60
LPA	74,02	35.030,30	1.948,62
CB	98,16	161.110,76	6.758,26
GBMPM	24,14	46.185,42	7.878,69
SBM	73,22	140.342,69	7.892,58
GB	74,02	164.203,40	9.134,08
PPJAB	24,94	58.418,33	9.644,01
PBDW	74,02	335.887,73	18.684,29
UMB	24,14	303.864,68	51.835,74

Tabel 4.57 Hasil perhitungan *duration variance*, *cost variance*, *cost slope* terhadap durasi dari waktu lembur 3 jam

Kode	<i>Duration Variance (Hari)</i>	<i>Cost Variance</i>	<i>Cost Slope</i>
LC	68,51	-577.930.519,78	-24.603.926,11
PBK	20,85	3.438,20	480,94
GS	45,43	17.619,30	1.131,29
PTD	68,51	55.312,82	2.354,80
LPA	68,51	73.357,77	3.123,02
PPJAB	23,09	58.211,68	7.354,70
GB	68,51	182.809,83	7.782,66
GBMPM	22,34	66.572,13	8.691,36
SBM	67,77	209.929,07	9.035,41
CBM	90,85	282.263,41	9.061,74
PBDW	68,51	228.157,34	9.713,22
UMB	22,34	305.043,69	39.825,15

Data diatas merupakan data hasil *crashing* seluruh kegiatan kritis yang memiliki *resource* alat berat untuk pelaksanaan durasi total proyek dengan penambahan alat berat berdasarkan durasi 1 jam lembur, 2 jam lembur, dan 3 jam lembur.

4.3.13 Analisis Biaya Total Proyek Penambahan Alat

Penentuan biaya tidak langsung berdasarkan hasil dari Studi Praktek Estimasi Biaya Tidak Langsung pada Proyek Konstruksi oleh Jayadewa (2016). Berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$y = -0,95 - 4,888(\ln(x1 - 0,21) - \ln(x2)) + \varepsilon$$

dengan :

$x1$ = Nilai total proyek

$x2$ = Durasi proyek

ε = *random error*

y = Presentase biaya tak langsung

sehingga, biaya tidak langsung dari proyek adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 x_1 &= \text{Rp } 190.853.781.603,00 \\
 x_2 &= 414 \text{ hari} \\
 \varepsilon &= \text{random error} \\
 y &= -0,95 - 4,888 (\ln(x_1 - 0,21) - \ln(x_2)) + \varepsilon \\
 &= 2,84 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya tidak langsung} &= y \times x_1 \\
 &= 2,84 \% \times \text{Rp } 190.853.781.603,00 \\
 &= \text{Rp } 5.421.096.853,79
 \end{aligned}$$

Untuk menghitung biaya tidak langsung per item pekerjaan adalah dengan cara sebagai berikut :

Nama Pekerjaan : Persiapan Tanah Dasar

$$\begin{aligned}
 \text{Lembur 1 jam} &= (5.151.086.251,00 / 382,90) \times 393,38 \\
 &= \text{Rp } 5.013.843.292,68
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lembur 2 jam} &= (5.114.054.886,39 / 372,57) \times 390,55 \\
 &= \text{Rp } 4.878.656.044,72
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lembur 3 jam} &= (4.815.966.708,53 / 344,30) \times 367,79 \\
 &= \text{Rp } 4.508.386.745,20
 \end{aligned}$$

Tabel 4.58 Hasil perhitungan biaya tidak langsung waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (Hari)				Biaya tidak langsung (Rp)
	normal	crash	selisih	kumulatif	
				414	5.421.096.853,79
LC	92	81,52	10,48	403,52	5.283.853.895,47
PBK	28	24,81	3,19	400,33	5.242.084.299,46
GS	61	54,05	6,95	393,38	5.151.086.251,00
PTD	92	81,52	10,48	382,90	5.013.843.292,68
LPA	92	81,52	10,48	372,42	4.876.600.334,35
PPJAB	31	27,47	3,53	368,89	4.830.355.424,48
GB	92	81,52	10,48	358,41	4.693.112.466,16
GBMPM	30	26,58	3,42	354,99	4.648.359.327,58
SBM	91	80,63	10,37	344,62	4.512.608.140,54
CBM	122	108,1	13,90	330,72	4.330.612.043,63

Tabel 4.58 Hasil perhitungan biaya tidak langsung waktu lembur 1 jam
(lanjutan)

PBDW	92	81,52	10,48	320,24	4.193.369.085,31
UMB	30	26,58	3,42	316,82	4.148.615.946,72

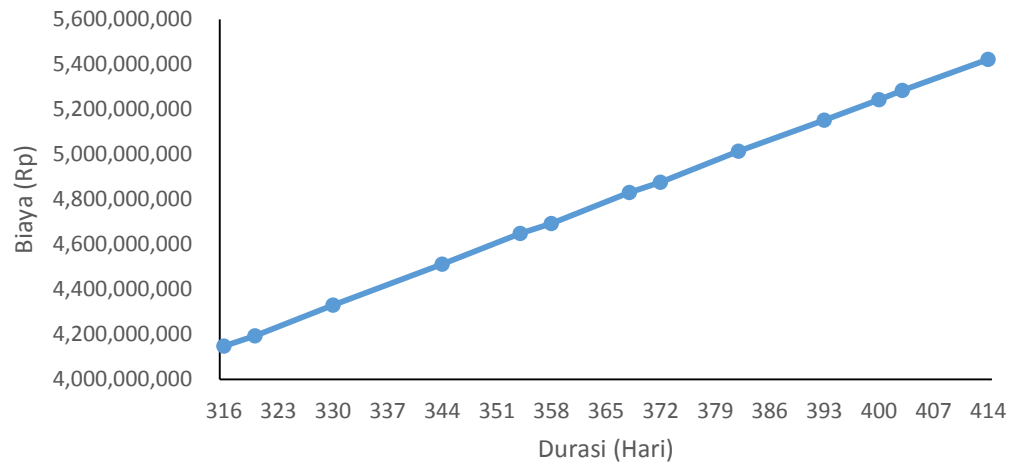
Tabel 4.59 Hasil perhitungan biaya tidak langsung waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi (Hari)				Biaya tidak langsung (Rp)
	normal	crash	selisih	kumulatif	
				414	5.421.096.853,79
LC	92	74,02	17,98	396,02	5.185.698.012,12
PBK	28	22,53	5,47	390,55	5.114.054.886,39
PTD	92	74,02	17,98	372,57	4.878.656.044,72
GS	61	49,08	11,92	360,66	4.722.576.377,96
LPA	92	74,02	17,98	342,68	4.487.177.536,29
CBM	122	98,16	23,84	318,84	4.175.018.202,77
GBMPM	30	24,14	5,86	312,98	4.098.257.710,92
SBM	91	73,22	17,78	295,20	3.865.417.552,31
GB	92	74,02	17,98	277,22	3.630.018.710,64
PPJAB	31	24,94	6,06	271,16	3.550.699.535,73
PBDW	92	74,02	17,98	253,18	3.315.300.694,05
UMB	30	24,14	5,86	247,32	3.238.540.202,21

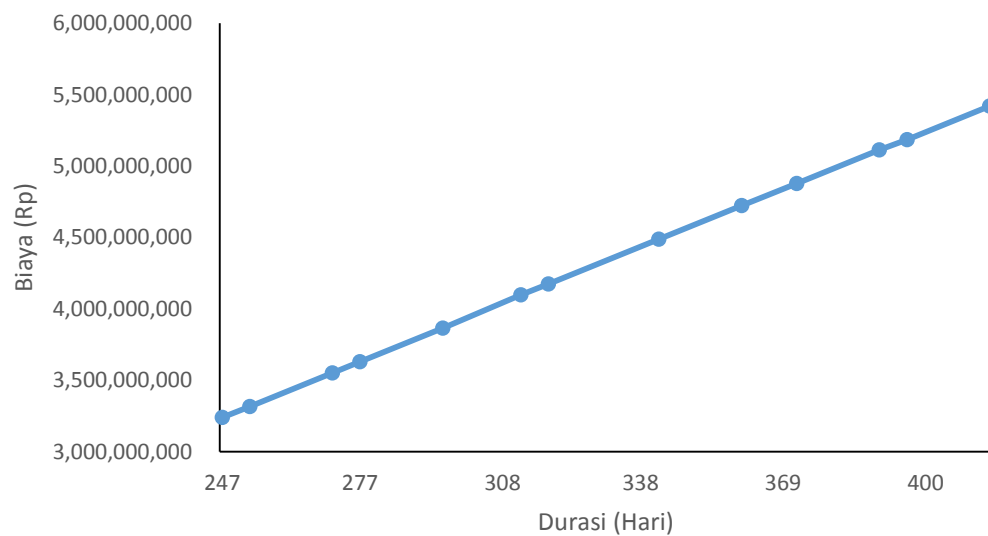
Tabel 4.60 Hasil perhitungan biaya tidak langsung waktu lembur 3 jam

Kode	Durasi (Hari)				Biaya tidak langsung (Rp)
	normal	crash	selisih	kumulatif	
				414	5.421.096.853,79
LC	92	68,51	23,49	390,51	5.113.516.890,46
PBK	28	20,85	7,15	383,36	5.019.905.597,27
GS	92	45,43	15,57	367,79	4.815.966.708,53
PTD	61	68,51	23,49	344,30	4.508.386.745,20
LPA	92	68,51	23,49	320,81	4.200.806.781,86
PPJAB	122	23,09	7,91	312,89	4.097.165.707,26
GB	30	68,51	23,49	289,40	3.789.585.743,92
GBMPM	91	22,34	7,66	281,74	3.689.287.929,79
SBM	92	67,77	23,23	258,51	3.385.051.226,93
CBM	31	90,85	31,15	227,36	2.977.173.449,46
PBDW	92	68,51	23,49	203,87	2.669.593.486,13
UMB	30	22,34	7,66	196,21	2.569.295.671,99

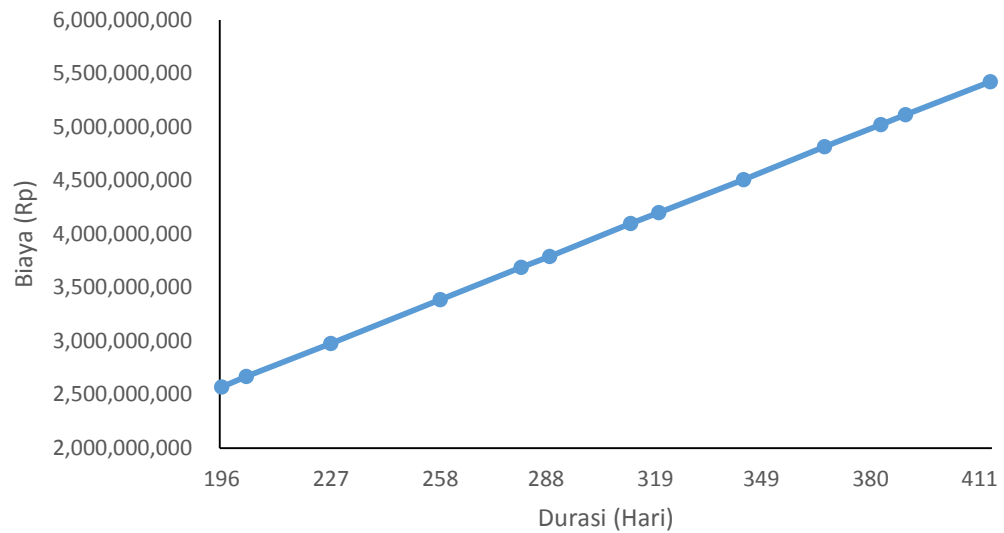
Data hasil analisis biaya tidak langsung terhadap penambahan jam lembur akan disajikan dalam bentuk grafik. Dapat dilihat pada Gambar 4.10 hingga 4.12.



Gambar 4.10 Biaya tidak langsung penambahan jam lembur 1 jam



Gambar 4.11 Biaya tidak langsung penambahan jam lembur 2 jam



Gambar 4.12 Biaya tidak langsung penambahan jam lembur 3 jam

Dalam menentukan biaya langsung terhadap total durasi proyek dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Langsung} &= \text{nilai total proyek} - \text{biaya tidak langsung} \\
 &= 190.853.781.603,00 - 5.421.096.853,79 \\
 &= \text{Rp } 185.432.684.749,21
 \end{aligned}$$

Untuk mencari biaya langsung akibat percepatan, berikut akan dijelaskan cara perhitungannya :

Nama pekerjaan	= Persiapan Tanah Dasar
Lembur 1 jam	= Biaya langsung + selisih biaya
	= 185.432.888.616,55 + 55.312,82
	= Rp 185.432.943.929,36
Lembur 2 jam	= 185.854.735.410,23 + 17.867,30
	= Rp 184.854.753.277,53
Lembur 3 jam	= 185.854.775.286,94 + 15.896,04
	= Rp 184.854.749.257,57

Pada Tabel 4.61, 4.62, dan 4.63 akan ditampilkan hasil perhitungan biaya langsung untuk semua item pekerjaan, sebagai berikut :

Tabel 4.61 Hasil perhitungan biaya langsung waktu lembur 1 jam

Kode	Kumulatif Durasi (hari)	Cost variance (Rp)	Biaya Langsung (Rp)
	414		185.432.684.749,21
LC	403,52	-577.930.519,78	184.854.754.229,43
PBK	400,33	3.438,20	184.854.757.667,64
GS	393,38	17.619,30	184.854.775.286,94
PTD	382,90	55.312,82	184.854.830.599,76
LPA	372,42	73.357,77	184.854.903.957,52
PPJAB	368,89	58.211,68	184.854.962.169,21
GB	358,41	182.809,83	184.855.144.979,04
GBMPM	354,99	66.572,13	184.855.211.551,17
SBM	344,62	209.929,07	184.855.421.480,24
CBM	330,72	282.157,34	184.855.703.743,66
PBDW	320,24	228.157,34	184.855.931.901,00
UMB	316,82	305.043,69	184.856.236.944,69

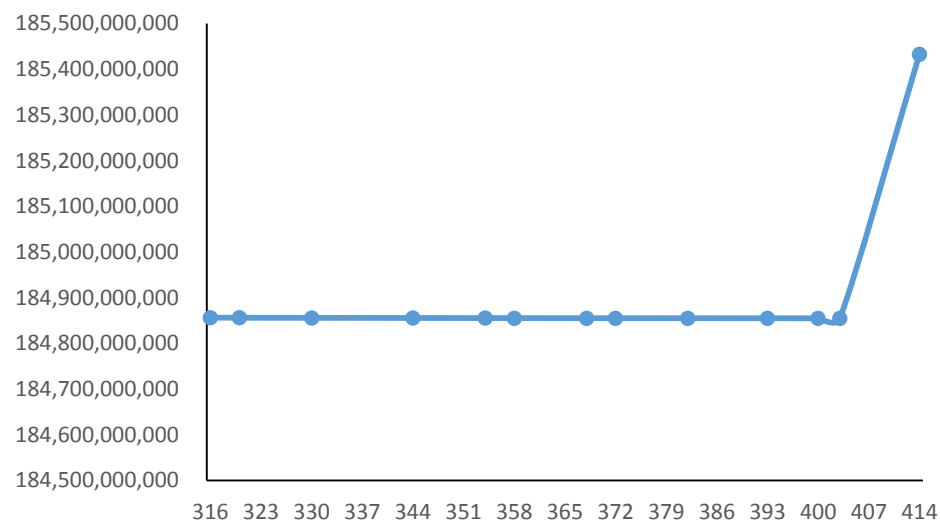
Tabel 4.62 Hasil perhitungan biaya langsung waktu lembur 2 jam

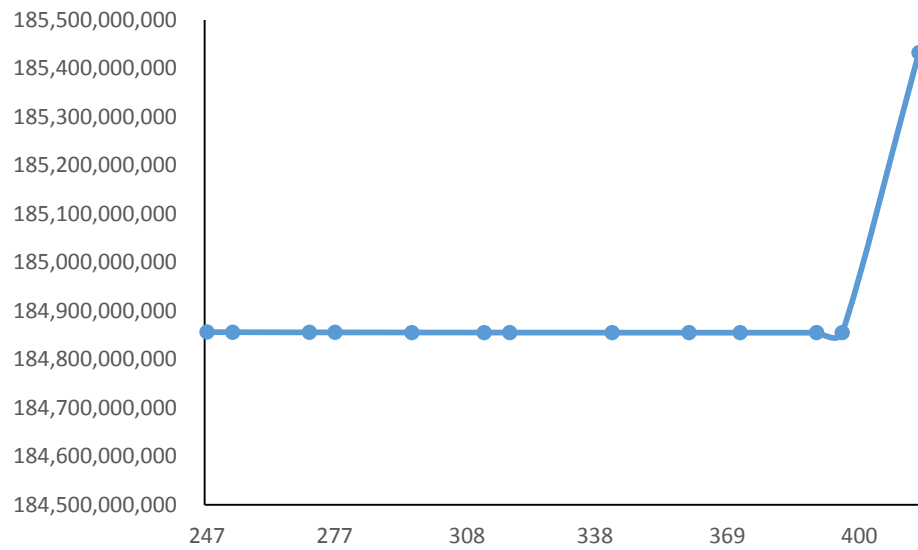
Kode	Kumulatif Durasi (hari)	Cost variance (Rp)	Biaya Langsung (Rp)
	414		185.432.684.749,21
LC	396,02	-577.954.336,73	184.854.730.412,48
PBK	390,55	4.997,75	184.854.735.410,23
PTD	372,57	17.867,30	184.854.753.277,53
GS	360,66	17.135,49	184.854.770.413,01
LPA	342,68	35.030,30	184.854.805.443,31
CBM	318,84	161.110,76	184.854.966.554,07
GBMPM	312,98	46.185,42	184.855.012.739,49
SBM	295,20	140.342,69	184.855.153.082,18
GB	277,22	164.203,40	184.855.317.285,58
PPJAB	271,16	58.418,33	184.855.375.703,91
PBDW	253,18	335.887,73	184.855.711.591,64
UMB	247,32	303.864,68	184.856.015.456,32

Tabel 4.63 Hasil perhitungan biaya langsung waktu lembur 3 jam

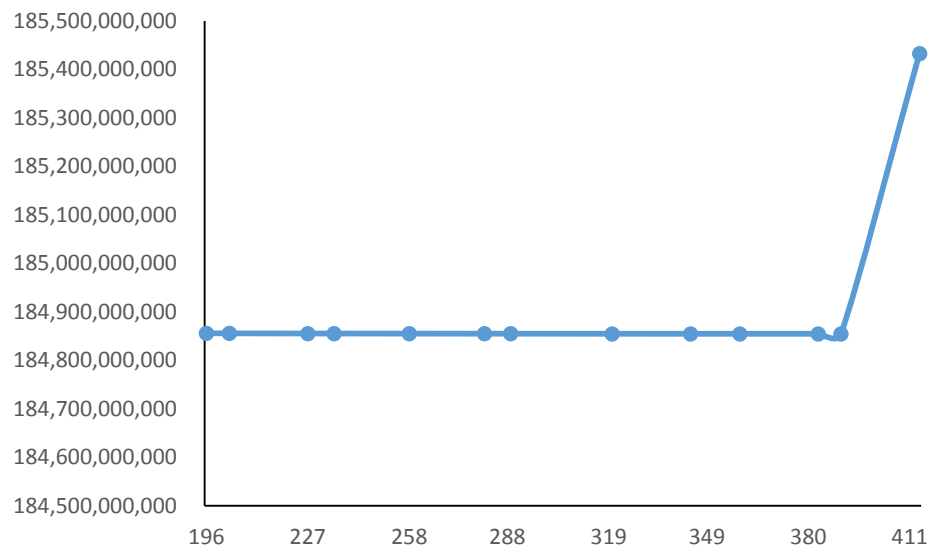
Kode	Kumulatif Durasi (hari)	Cost variance (Rp)	Biaya Langsung (Rp)
	414		185.432.684.749,21
LC	390,51	-577.955.867,45	184.854.728.881,76
PBK	383,36	4,479.77	184.854.733.361,52
PTD	359,87	15,896.04	184.854.749.257,57
GS	344,30	15,636.97	184.854.764.894,53
LPA	320,81	31,022.89	184.854.795.917,42
CBM	289,66	148,717.33	184.854.944.634,75
GBMPM	282,00	42,465.46	184.854.987.100,22
SBM	258,77	130,092.29	184.855.117.192,50
GB	235,28	152,267.99	184.855.269.460,49
PPJAB	227,36	53,693.87	184.855.323.154,36
PBDW	203,87	311,138.96	184.855.634.293,32
UMB	196,21	303,217.57	184.855.937.510,90

Data hasil analisis biaya langsung terhadap penambahan jam lembur akan disajikan dalam bentuk grafik. Dapat dilihat pada Gambar 4.12 hingga 4.13.

**Gambar 4.13** Biaya langsung penambahan jam lembur 1 jam



Gambar 4.14 Biaya langsung penambahan jam lembur 2 jam



Gambar 4.15 Biaya langsung penambahan jam lembur 3 jam

Dalam menentukan biaya total durasi proyek dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya total} &= \text{biaya tidak langsung} + \text{biaya langsung} \\
 &= 5.421.096.853,79 + 185.432.684.749,21 \\
 &= \text{Rp } 190.853.781.603,00
 \end{aligned}$$

Tabel 4.64 Hasil perhitungan total biaya untuk waktu lembur selama 1 jam

Kode	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
	5.421.096.853,79	185.432.684.749,21	190.853.781.603,00
LC	5.283.853.895,47	184.854.754.229,43	190.138.608.124,90
PBK	5.242.084.299,46	184.854.757.667,64	190.096.841.967,09
GS	5.151.086.251,00	184.854.775.286,94	190.005.861.537,94
PTD	5.013.843.292,68	184.854.830.599,76	189.868.673.892,44
LPA	4.876.600.334,35	184.854.903.957,52	189.731.504.291,88
PPJAB	4.830.355.424,48	184.854.962.169,21	189.685.317.593,69
GB	4.693.112.466,16	184.855.144.979,04	189.548.257.445,20
GBMPPM	4.648.359.327,58	184.855.211.551,17	189.503.570.878,75
SBM	4.512.608.140,54	184.855.421.480,24	189.368.029.620,78
CBM	4.330.612.043,63	184.855.703.743,66	189.186.315.787,29
PBDW	4.193.369.085,31	184.855.931.901,00	189.049.300.986,31
UMB	4.148.615.946,72	184.856.236.944,69	189.004.852.891,41

Tabel 4.65 Hasil perhitungan total biaya untuk waktu lembur selama 2 jam

Kode	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
	5.421.096.853,79	185.432.684.749,21	190.853.781.603,00
LC	5.185.698.012,12	184.854.730.412,48	190.040.428.426,60
PBK	5.114.054.886,39	184.854.735.410,23	189.968.790.296,62
PTD	4.878.656.044,72	184.854.753.277,53	189.733.409.322,25
GS	4.722.576.377,96	184.854.770.413,01	189.577.346.790,98
LPA	4.487.177.536,29	184.854.805.443,31	189.341.982.979,60

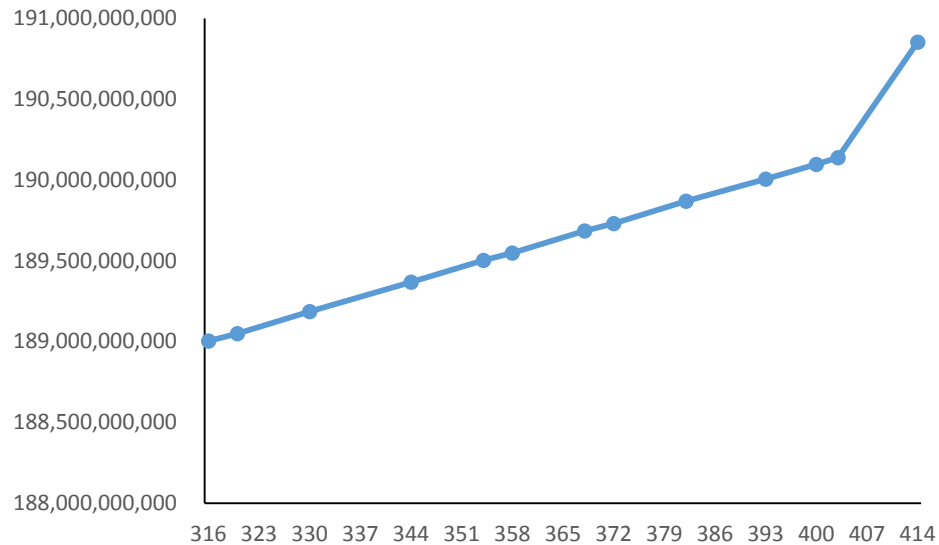
Tabel 4.65 Hasil perhitungan total biaya untuk waktu lembur selama 2 jam
(lanjutan)

CBM	4.175.018.202,77	184.854.966.554,07	189.029.984.756,84
GBMPM	4.098.257.710,92	184.855.012.739,49	188.953.270.450,41
SBM	3.865.417.552,31	184.855.153.082,18	188.720.570.634,48
GB	3.630.018.710,64	184.855.317.285,58	188.485.335.996,22
PPJAB	3.550.699.535,73	184.855.375.703,91	188.406.075.239,63
PBDW	3.315.300.694,05	184.855.711.591,64	188.171.012.285,70
UMB	3.238.540.202,21	184.856.015.456,32	188.094.555.658,52

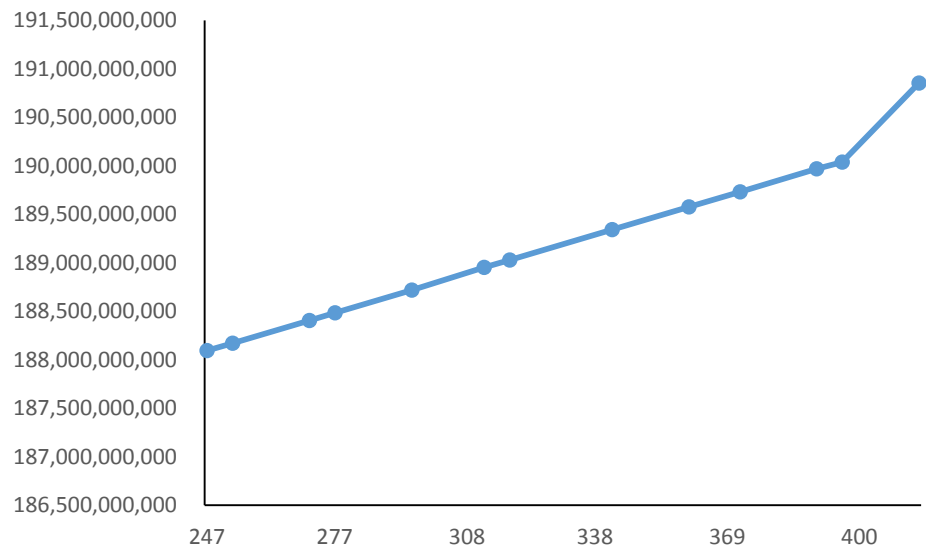
Tabel 4.66 Hasil perhitungan total biaya untuk waktu lembur selama 3 jam

Kode	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
	5.421.096.853,79	185.432.684.749,21	190.853.781.603,00
LC	5.116.860.150,93	184.854.728.881,76	189.968.245.772,21
PBK	4.809.280.187,59	184.854.733.361,52	189.874.638.958,79
PTD	4.708.982.373,46	184.854.749.257,57	189.670.715.966,10
GS	4.615.371.080,27	184.854.764.894,53	189.363.151.639,73
LPA	4.307.791.116,93	184.854.795.917,42	189.055.602.699,29
CBM	4.103.852.228,20	184.854.944.634,75	188.952.110.342,01
GBMPM	4.000.211.153,60	184.854.987.100,22	188.644.572.844,14
SBM	3.899.913.339,47	184.855.117.192,50	188.544.405.122,29
GB	3.592.333.376,13	184.855.269.460,49	188.240.320.687,42
PPJAB	3.284.753.412,80	184.855.323.154,36	187.832.496.603,82
PBDW	2.876.875.635,33	184.855.634.293,32	187.525.227.779,45
UMB	2.569.295.671,99	184.855.937.510,90	187.425.233.182,89

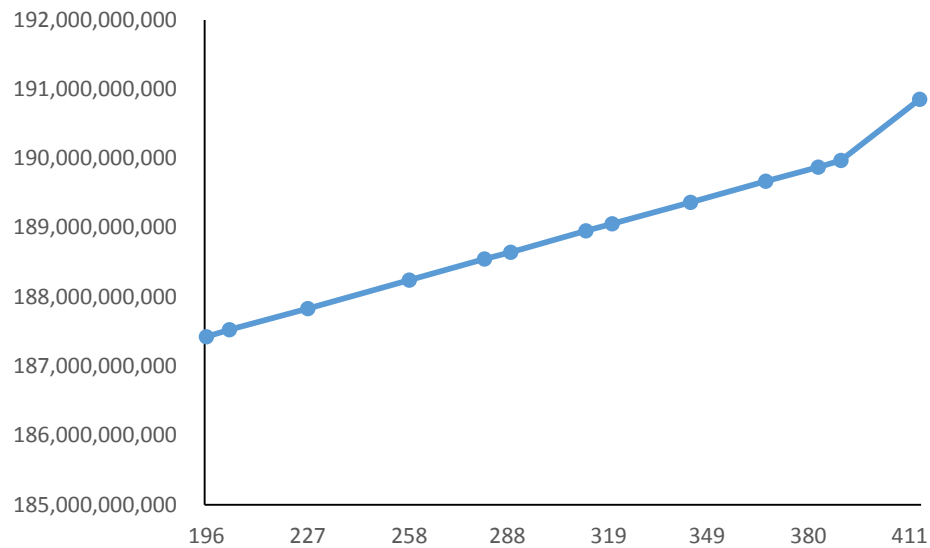
Data hasil analisis biaya total terhadap penambahan jam lembur akan disajikan dalam bentuk grafik. Dapat dilihat pada Gambar 4.15 hingga 4.16.



Gambar 4.16 Biaya total penambahan jam lembur 1 jam



Gambar 4.17 Biaya total penambahan jam lembur 2 jam



Gambar 4.18 Biaya total penambahan jam lembur 3 jam

4.3.14 Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek Penambahan Alat

Berdasarkan analisis durasi percepatan dan biaya total proyek dapat dihitung efisiensi waktu dan biaya dari proyek tersebut. Berikut dibawah ini salah satu contoh perhitungan analisis efisiensi waktu dan biaya proyek pada masing-masing jam lembur dengan item pekerjaan kode PTD:

1) Lembur 1 jam

Efisiensi waktu :

$$Et = \left(\frac{414 - 382,90}{414} \right) \times 100\%$$

$$Et = 7,512 \%$$

Efisiensi biaya :

$$Ec = \left(\frac{190.853.781.603,00 - 189.868.673.892,44}{190.853.781.603,00} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 0,516 \%$$

2) Lembur 2 jam

Efisiensi waktu :

$$Et = \left(\frac{414 - 372,57}{414} \right) \times 100\%$$

$$Et = 10,006 \%$$

Efisiensi biaya :

$$Ec = \left(\frac{190.853.781.603,00 - 189.733.409.322,25}{190.853.781.603,00} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 0,587 \%$$

3) Lembur 3 jam

Efisiensi waktu :

$$Et = \left(\frac{414 - 344,30}{414} \right) \times 100\%$$

$$Et = 16,836 \%$$

Efisiensi biaya :

$$Ec = \left(\frac{190.853.781.603,00 - 189.363.151.639,73}{190.853.781.603,00} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 0,781 \%$$

Hasil perhitungan efisiensi waktu dan biaya secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 4.67, 4.68, dan 4.69 sebagai berikut :

Tabel 4.67 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (hari)	Total biaya (Rp)	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi biaya (%)
	414	190.853.781.603,00	0	0
LC	403,52	190.138.608.124,90	2,53164557	0,374723242
PBK	400,33	190.096.841.967,09	3,302146395	0,396607093
GS	393,38	190.005.861.537,94	4,980737479	0,444277319
PTD	382,90	189.868.673.892,44	7,512383049	0,51615834
LPA	372,42	189.731.504.291,88	10,04402862	0,588029905
PPJAB	368,89	189.685.317.593,69	10,8970831	0,612229949
GB	358,41	189.548.257.445,20	13,42872867	0,684044166
GBMPM	354,99	189.503.570.878,75	14,25426527	0,707458198
SBM	344,62	189.368.029.620,78	16,75839296	0,778476575
CBM	330,72	189.186.315.787,29	20,11557512	0,873687596
PBDW	320,24	189.049.300.986,31	22,64722069	0,945478052
UMB	316,82	189.004.852.891,41	23,47275729	0,968767135

Tabel 4.68 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi (hari)	Total biaya (Rp)	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi biaya (%)
	414	190.853.781.603,00	0	0
LC	396,02	190.040.428.424,60	4,342273308	0,426165608
PBK	390,55	189.968.790.296,62	5,663834749	0,463701216
PTD	372,57	189.733.409.322,25	10,00610806	0,587031743
GS	360,66	189.577.346.790,98	12,88522405	0,668802473
LPA	342,68	189.341.982.979,60	17,22749736	0,792124008
CBM	318,84	189.029.984.756,84	22,98572936	0,955599009
GBMPM	312,98	188.953.270.450,41	24,40168804	0,995794339
SBM	295,20	188.720.570.634,48	28,69676273	1,117720042
GB	277,22	188.485.335.996,22	33,03903604	1,240973895
PPJAB	271,16	188.406.075.239,63	34,50219335	1,282503466
PBDW	253,18	188.171.012.285,70	38,84446666	1,405667362
UMB	247,32	188.094.555.658,52	40,26042534	1,445727678

Tabel 4.69 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 3 jam

Kode	Durasi (hari)	Total biaya (Rp)	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi biaya (%)
	414	190.853.781.603,00	0	0
LC	390,51	190.853.781.603,00	5,673758865	0,463986526
PBK	383,36	189.968.245.772,21	7,400555042	0,513032876
PTD	367,79	189.874.638.958,79	11,16250385	0,619880637
GS	344,30	189.670.715.966,10	16,83626272	0,781032448
LPA	320,81	189.363.151.639,73	22,51002158	0,942176198
CBM	312,89	189.055.602.699,29	24,42183164	0,996402191
GBMPM	289,40	188.952.110.342,01	30,0955905	1,157539945
SBM	281,74	188.644.572.844,14	31,94572926	1,210023957
GB	258,51	188.544.405.122,29	37,55781684	1,36935244
PPJAB	227,36	188.240.320.687,42	45,08171446	1,583036487
PBDW	203,87	187.832.496.603,82	50,75547333	1,744033467
UMB	196,21	187.525.227.779,45	52,60561209	1,796426768

4.3.15 Perhitungan Biaya Denda Akibat Keterlambatan

Untuk biaya denda akibat keterlambatan proyek dapat dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$\text{Total denda} = \text{total hari keterlambatan} \times \text{denda perhari}$$

dengan :

Denda perhari sebesar 1 ‰ (satu permil) dari nilai kontrak

Berikut dibawah ini salah satu contoh perhitungan biaya denda untuk pekerjaan kode PTD :

$$\begin{aligned} \text{Total hari keterlambatan} &= 10,48 \text{ hari} \\ \text{Biaya total proyek} &= \text{Rp } 190.853.781.603,00 \\ \text{Total denda} &= 1 \times \frac{1}{1000} \times 190.853.781.603,00 \\ &= \text{Rp } 2.000.340.900,85 \end{aligned}$$

4.3.16 Perbandingan Antara Penambahan Jam Kerja Dengan Alat Berat

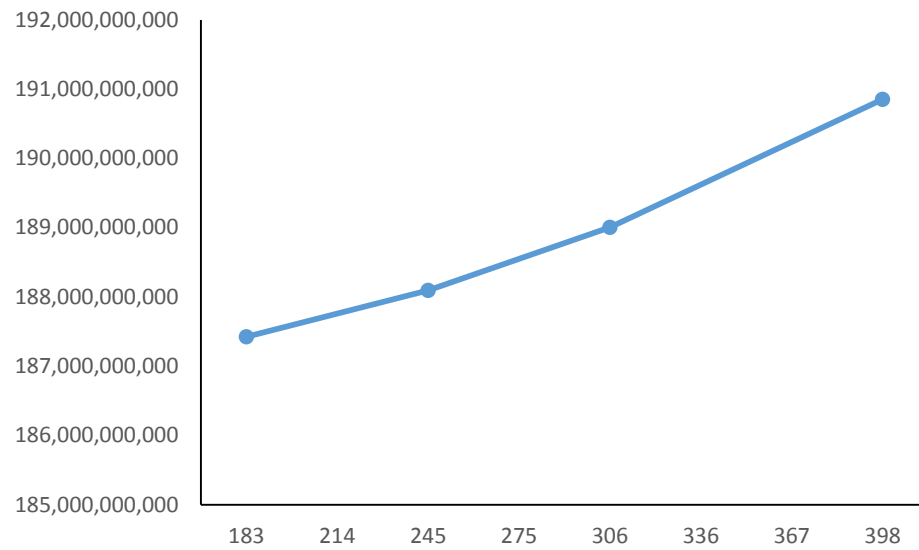
Berdasarkan penerapan metode *Duration cost trade off* antara penambahan jam kerja atau waktu lembur selama 1 – 3 jam dengan penambahan alat berat dan tenaga kerja didapatkan perbedaan-perbedaan dari keduanya yaitu sebagai berikut.

Tabel 4.70 Perbandingan biaya normal dengan biaya penambahan alat

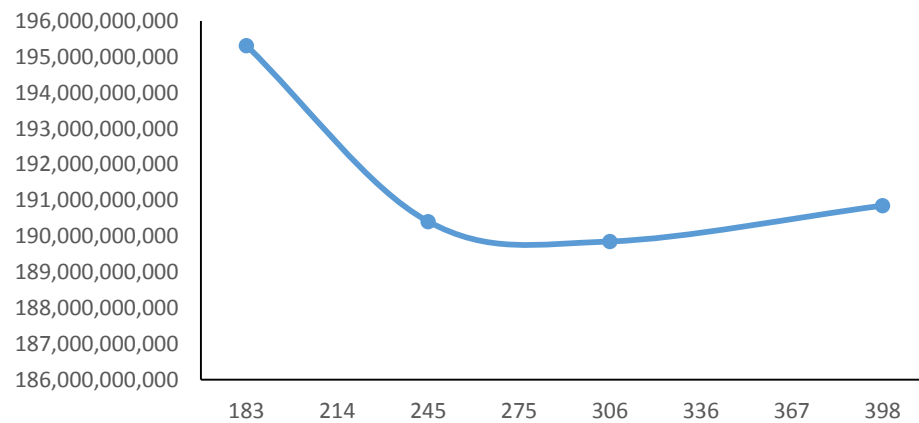
No	Penambahan alat	Durasi	Biaya
1	Normal	414	190.853.781.603,00
2	1	316,82	189.854.709.808,93
3	2	247,32	190.412.232.809,51
4	3	196,21	195.317.617.336,03

Tabel 4.71 Perbandingan biaya normal dengan biaya penambahan jam kerja (lembur)

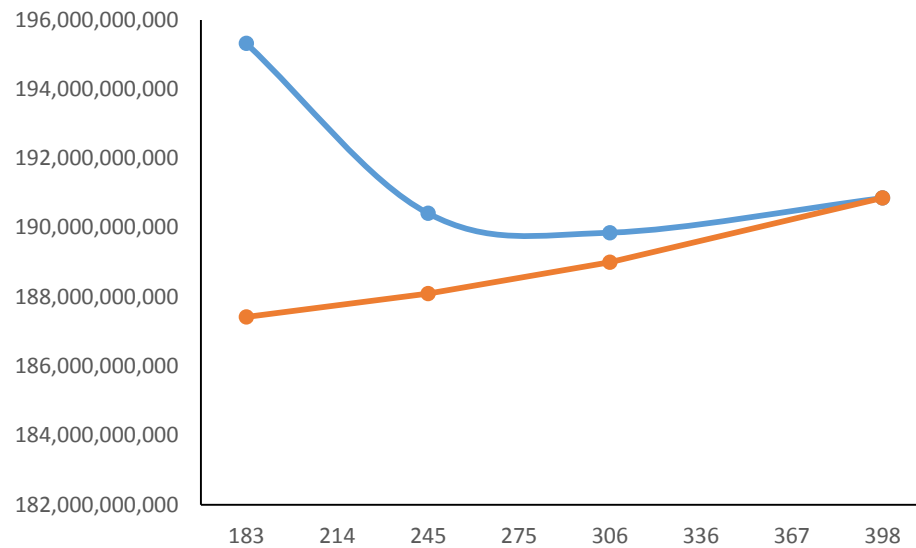
No	Penambahan alat	Durasi	Biaya
1	Normal	414	190.853.781.603,00
2	1	316,82	189.004.852.891,41
3	2	247,32	188.094.555.658,52
4	3	196,21	187.425.233.182,89



Gambar 4.19 Perbandingan biaya normal dengan biaya penambahan alat



Gambar 4.20 Perbandingan biaya normal dengan biaya penambahan jam kerja



Gambar 4.21 Perbandingan antara titik biaya normal dengan biaya penambahan alat dan tenaga kerja dan penambahan jam lembur

Untuk perbedaan biaya total antara penambahan waktu jam lembur dengan penambahan alat berat dan tenaga kerja dapat dilihat dalam Tabel 4.72, 4.73 dan 4.74 sebagai berikut :

Tabel 4.72 Biaya total akibat lembur 1 jam

Kode	Durasi (Hari)		Total Biaya (Rp.)	
	normal	crash	Penambahan alat	Penambahan jam kerja
PPJAB	31	27,47	190.005.861.537,94	190.122.802.579,45
GBMPM	30	26,58	189.868.673.892,44	190.404.249.245,68
GB	92	81,52	189.049.300.986,31	190.012.110.551,90
CBM	122	108,10	189.503.570.878,75	189.921.567.950,98
SBM	91	80,63	189.368.029.620,78	190.582.955.023,24
UMB	30	26,58	189.004.852.891,41	190.092.369.093,73
PBK	28	24,81	189.685.317.593,69	190.363.807.018,25
GS	61	54,05	189.548.257.445,20	190.161.608.125,87
PTD	92	81,52	189.731.504.291,88	189.854.709.808,93
LPA	92	81,52	190.096.841.967,09	190.448.024.056,92
PBDW	92	81,52	189.186.315.787,29	190.238.606.129,23
LC	92	81,52	190.138.608.124,90	190.716.847.166,71

Tabel 4.73 Biaya total akibat lembur 2 jam

Kode	Durasi (Hari)		Total Biaya (Rp.)	
	normal	crash	Penambahan alat	Penambahan jam kerja
PPJAB	31	24,94	189.875.508.909,28	189.733.409.322,25
GBMPM	30	24,14	190.322.843.922,30	189.577.346.790,98
GB	92	74,02	189.756.947.039,37	188.171.012.285,70
CBM	122	98,16	189.693.928.807,62	188.720.570.634,48
SBM	91	73,22	190.626.001.089,90	188.485.335.996,22
UMB	30	24,14	189.837.119.242,70	188.094.555.658,52
PBK	28	22,53	190.254.820.107,54	189.029.984.756,84
GS	61	49,08	189.934.282.945,96	188.953.270.450,41
PTD	92	74,02	189.650.282.747,92	189.341.982.979,60
LPA	92	74,02	190.396.932.818,54	189.968.790.296,62
PBDW	92	74,02	190.052.219.407,98	188.406.075.239,63
LC	92	74,02	190.412.232.809,51	190.040.428.424,60

Tabel 4.74 Biaya total akibat lembur 3 jam

Kode	Durasi (Hari)		Total Biaya (Rp.)	
	normal	Crash	Penambahan alat	Penambahan jam kerja
PPJAB	31	23,09	189.612.383.507,98	189.670.715.966,10
GBMPM	30	22,34	190.164.892.967,28	189.363.151.639,73
GB	92	68,51	189.526.495.854,69	187.525.227.779,45
CBM	122	90,85	189.535.214.557,30	188.544.405.122,29
SBM	91	67,77	190.557.934.682,20	188.240.320.687,42
UMB	30	22,34	189.573.277.936,68	187.425.233.182,89
PBK	28	20,85	190.077.051.916,09	188.952.110.342,01
GS	61	45,43	189.681.765.856,82	188.644.572.844,14
PTD	92	68,51	189.529.680.001,67	189.055.602.699,29
LPA	92	68,51	190.260.702.632,78	189.874.638.958,79
PBDW	92	68,51	189.824.903.784,78	187.832.496.603,82
LC	92	68,51	195.317.617.336,03	189.968.245.772,21

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan antara penambahan jam kerja atau waktu lembur selama 1 – 3 jam dengan penambahan alat berat dan tenaga kerja, biaya diatas adalah biaya yang langsung dibebankan kepada proyek sesuai urutan dari item pekerjaan berdasarkan *cost slope*.

Pada penambahan lembur 1 jam jika dibandingkan dengan penambahan lembur 1 jam yang lebih efektif adalah dengan penambahan lembur alat berat 1. Untuk selanjutnya pada penambahan jam lembur 2 jam jika di bandingkan dengan penambahan jam lembur yang lebih efektif adalah dengan menambah alat berat karena dari segi durasi dan biaya lebih cepat dan murah. Pada penambahan jam lembur 3 jam jika di bandingkan dengan penambahan alat berat 3 yang lebih efektif dengan menambah alat berat di bandingkan dengan menambah jam lembur jika di lihat dari durasi dan biayanya.

Tabel 4.75 Perbandingan Penambahan biaya akibat penambahan jam kerja 1 jam ,
penambahan alat berat ,dan biaya denda.

Kode	Durasi	Biaya (Rp)		
		Lembur	Penambahan alat	Denda
PPJAB	3,53	7.439.363,45	58.211,68	674.027.912,24
GBMPM	3,42	978.327,35	66.572,13	652.285.076,36
GB	10,48	56.984.416,49	182.809,83	2.000.340.900,85
CBM	13,90	91.453.495,99	282.263,41	2.652.625.977,22
SBM	10,37	1.859.043,57	209.929,07	1.978.598.064,97
UMB	3,42	14.319.652,87	305.043,69	652.285.076,36
PBK	3,19	1.327.368,58	3.438,20	608.799.404,61
GS	6,95	14.000.045,09	17.619,30	1.326.312.988,61
PTD	10,48	70.384.816,27	55.312,82	2.000.340.900,85
LPA	10,48	2.311.991,99	73.357,77	2.000.340.900,85
PBDW	10,48	12.042.069,30	228.157,34	2.000.340.900,85
LC	10,48	308.522,04	(577.930.519,78)	2.000.340.900,85

Tabel 4.76 Perbandingan Penambahan biaya akibat penambahan jam kerja 2 jam ,
penambahan alat berat ,dan biaya denda.

Kode	Durasi	Biaya (Rp)		
		Lembur	Penambahan alat	Denda
PPJAB	6,06	20.545.138,23	(5.024,34)	1.156.091.297,76
GBMPM	5,86	2.671.595,61	(3.768,24)	1.118.798.030,09
GB	17,98	155.226.638,34	3.927,82	3.430.980.625,60
CBM	23,84	249.141.101,76	(5.315,36)	4.549.778.655,69

Tabel 4.76 Perbandingan Penambahan biaya akibat penambahan jam kerja 2 jam ,
penambahan alat berat ,dan biaya denda (lanjutan)

SBM	17,78	5.059.645,51	2.694,44	3.393.687.357,93
UMB	5,86	38.370.825,27	295.175,02	1.118.798.030,09
PBK	5,47	3.619.310,97	(1.958,00)	1.044.211.494,75
GS	11,92	38.143.204,74	(2.987,50)	2.274.889.327,84
PTD	17,98	191.752.781,97	(8.603,83)	3.430.980.625,60
LPA	17,98	6.330.570,31	(18.783,43)	3.430.980.625,60
PBDW	17,98	32.798.142,11	3.547,07	3.430.980.625,60
LC	17,98	997.348.903,27	(577.974.892,17)	3.430.980.625,60

Tabel 4.77 Perbandingan Penambahan biaya akibat penambahan jam kerja 3 jam ,
penambahan alat berat ,dan biaya denda.

Kode	Durasi	Biaya (Rp)		
		Lembur	Penambahan alat	Denda
PPJAB	7,91	34.258.725,76	(5.024,34)	1.510.587.377,79
GBMP M	7,66	4.488.148,63	(3.768,24)	1.461.858.752,70
GB	23,49	260.797.881,34	3.927,82	4.483.033.508,29
CBM	31,15	413.412.333,09	(5.315,36)	5.944.892.261,00
SBM	23,23	8.389.782,06	2.694,44	4.434.304.883,20
UMB	7,66	61.192.242,84	295.175,02	1.461.858.752,70
PBK	7,15	5.770.242,00	(1.958,00)	1.364.401.502,52
GS	15,57	60.800.960,77	(2.987,50)	2.972.446.130,50
PTD	23,49	310.764.110,32	(8.603,83)	4.483.033.508,29
LPA	23,49	10.347.913,92	(18.783,43)	4.483.033.508,29
PBDW	23,49	55.431.832,03	3.547,07	4.483.033.508,29
LC	23,49	6.089.982.742,07	(577.974.892,17)	4.483.033.508,29

Pada Tabel 4.75 hingga 4.77 di atas merupakan hasil penambahan biaya dari penambahan alat dan waktu lembur yang kemudian dapat dibandingkan antara durasi percepatan dan biaya totalnya serta dengan denda apabila proyek mengalami keterlambatan dari jadwal perencanaan.