

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Penelitian

Data umum Proyek Pengadaan Rangka Baja Jembatan Pabelan di Ruas Jalan Tlatar Talun, dengan rincian sebagai berikut :

Kontraktor Utama	: PT. X
Konsultan Pelaksana	: PT. Y
Nilai Proyek	: Rp 4.594.661.732.00
Waktu pelaksanaan	: 210 Hari kerja
Tanggal pekerjaan dimulai	: 9 April 2018

4.2. Daftar Kegiatan Kritis

Daftar kegiatan – kegiatan kritis pada kondisi normal dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Daftar kegiatan kritis pada kondisi normal

No	Kode	Uraian Pekerja	Durasi (Hari)
1	PBM	Pasangan Batu dengan Mortar (Permukaan diplester + aci)	14
2	GB	Galian Biasa (Kedalaman 0 – 2 m)	14
3	TPSG	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	14
4	LPAKB	Lapis Pondasi Agregat kelas B	7
5	LPAE	Lapis perekat – Aspal Emulsi	7
6	LLAAW	Laston Lapis Aus (AC – WC)	7
7	BMS30	Beton Mutu Sedang fc'30 Mpa Lantai Jembatan	14
8	BTU32	Baja Tulangan U 32 Ulir	21
9	PBT	Pasangan Batu	14
10	PNJ	Papan Nama Jembatan	7
11	PB	Pembongkaran Beton	7
12	MJT	Marka Jalan Termoplastik	7
13	PP	Patok Pengarah	7
14	PJ	Paku jalan	7
15	KPJ1	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	7

Tabel 4. 2 Daftar kegiatan kritis yang memiliki *resource* alat berat

No	Kode	Uraian Pekerja	Durasi (Hari)
1	PBM	Pasangan Batu dengan Mortar (Permukaan diplester + aci)	14
2	GB	Galian Biasa (Kedalaman 0 – 2 m)	14
3	LPAKB	Lapis Pondasi Agregat kelas B	7
4	LP AE	Lapis perekat – Aspal Emulsi	7
5	LLAAW	Laston Lapis Aus (AC – WC)	7
6	BMS30	Beton Mutu Sedang fc'30 Mpa Lantai Jembatan	14
7	PBT	Pasangan Batu	14
8	PB	Pembongkaran Beton	7
9	MJT	Marka Jalan Termoplastik	7
10	PP	Patok Pengarah	7
11	KPJ1	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	7

Tabel 4.1 menjelaskan beberapa kegiatan pekerjaan yang akan dipercepat berdasarkan lintasan kritis, yang memiliki unsur tenaga kerja dan alat berat. Adapun alasan dari pemilihan pekerjaan yang akan dipercepat dari kegiatan kritis tersebut adalah sebagai berikut :

- 1 Kegiatan kritis yang dipilih memiliki unsur tenaga kerja dan alat berat sehingga dapat dipercepat dengan cara mengolah *resource work*.
- 2 Pada kegiatan kritis dapat dilakukan percepatan dengan penambahan jumlah jam lembur atau dengan penambahan jumlah alat berat.
- 3 Pada kegiatan kritis yang dipilih, jika dipercepat akan mengurangi biaya tidak langsung.
- 4 Apabila mempercepat kegiatan kritis dapat mempercepat durasi proyek secara keseluruhan sehingga proyek bisa berjalan lebih cepat.

4.3. Penerapan Metode *Duration Cost Trade Off*

Analisis *duration cost trade off* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan biaya yang ekonomis dan kualitas tetap sama dengan cara menambah jam lembur, tenaga

kerja, maupun jumlah alat berat. Penerapan metode *duration cost trade off* dalam penelitian ini dilakukan dengan dua cara yaitu :

1. Penambahan jam kerja atau waktu lemur selama 1 – 3 Jam.
2. Penambahan tenaga kerja dan alat berat dengan durasi percepatan berdasarkan waktu lembur.

Apabila waktu pelaksanaan dipercepat maka biaya langsung proyek akan bertambah dan biaya tidak langsung proyek akan bekurang. Biaya langsung (*direct cost*) adalah seluruh biaya yang berkaitan langsung dengan fisik proyek, untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek. Sedangkan untuk mengetahui biaya tidak langsung yaitu dengan cara Pemodelan Biaya dengan Model Regresi Non Linier menggunakan Algoritma Genematika sesuai persamaan berikut:

$$y = -0,95 - 4,888(\ln(x_1 - 0,21) - \ln(x_2)) + \varepsilon \dots\dots\dots(4.1)$$

Dengan;

X1 = Nilai Total Proyek

X2 = durasi proyek

ε = random eror

Maka, perhitungan biaya tidak langsung adalah sebagai berikut:

$$y = -0,95 - 4,888(\ln(x_1 - 0,21) - \ln(x_2))$$

$$y = -0,95 - 4,888\left(\ln\left(\frac{4.594.661.732,00}{1000000000} - 0,21\right) - \ln(210)\right)$$

$$y = 17.9616 = 0,17962\%$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Tidak Langsung} &= 0,17962 \% \times \text{Rp } 4.594.661.732,00 \\ &= \text{Rp } 825.276.958,09 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Tidak Langsung / hari} &= \frac{\text{biaya tidak langsung}}{\text{durasi normal proyek}} \\ &= \frac{825.276.958,09}{210} \\ &= \text{Rp } 3.929.890,28 / \text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Langsung} &= \text{Biaya Total Rencana} - \text{Biaya Tidak Langsung} \\ &= \text{Rp } 4.594.661.732,00 - \text{Rp } 825.276.958,09 \\ &= \text{Rp } 3.769.384.773,91 \end{aligned}$$

1.3.1. Penambahan Jam Kerja (Waktu Lembur)

Dalam perencanaan penambahan jam kerja lembur memakai 7 jam efektif dan 1 jam istirahat (08.00-16.00), sedangkan kerja lembur dilakukan 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 :

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

1.3.2. Analisis Kebutuhan Alat Berat dan Tenaga Kerja

Dibawah ini merupakan salah satu contoh perhitungan untuk analisis kebutuhan alat berat dan tenaga kerja, yaitu sebagai berikut :

Nama Pekerjaan	: Lapis Pondasi Agregat Kelas B
Durasi Pekerjaan	: 7 Hari
Jam Kerja	: 7 jam/hari
Volume Pekerjaan	: 17,00 m ³

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	0.06	8,571.43	509.71	1.01	0.14	0.02	8,665.12
Mandor	0.01	10,357.14	87.99	0.14	0.02	0.00	1,495.77
<u>BAHAN</u>							
Agregat B	1.26	160,000.00	201,377.48	21.40	3.06	0.44	3,423,417.22
<u>PERALATAN</u>							
Wheel Loader	0.01	315,000.00	2,675.99	0.14	0.02	0.00	45,491.90
Dump Truck	0.52	250,000.00	130,094.27	8.85	1.26	0.18	2,211,602.56
Motor Grader	0.00	400,000.00	1,703.78	0.07	0.01	0.00	28,964.34
Tandem Roller	0.01	450,000.00	2,409.64	0.09	0.01	0.00	40,963.86
Water Tanker	0.01	225,000.00	3,162.65	0.24	0.03	0.00	53,765.06
Alat Bantu	1.00	1,000.00	1,000.00	17.00	2.43	0.35	17,000.00
<u>TOTAL</u>			343,021.52				5,831,365.83

Keterangan:

Kolom 2 : Nilai koefisien didapat dari perhitungan analisis harga satuan pekerjaan.

Kolom 3 : Harga satuan didapat dari daftar harga satuan pekerjaan (tenaga kerja dan analisa biaya alat)

Kolom 4 : Hasil perkalian koefisien dan harga satuan.

Kolom 5 : Hasil Perkalian koefisien dengan volume pekerjaan.

Kolom 6 : Kolom 5 dibagi dengan durasi.

Kolom 7 : Kolom 6 dibagi dengan durasi jam pekerjaan perhari.

Kolom 8 : Jumlah harga satuan dikali volume pekerjaan.

4.3.3. Analisis Biaya Lembur

Analisis biaya lembur dihitung untuk mencari besarnya upah biaya lembur dari tenaga kerja dan alat berat yang berguna untuk mengetahui biaya total dari suatu kegiatan yang akan dilembur. Salah satu contoh analisis perhitungan lembur dari tenaga kerja dan alat berat sebagai berikut :

a. Alat Berat

Untuk Resource Name	: Wheel Loader
Biaya normal alat per jam	: Rp 315.000,00
Biaya Operator	: Rp 9.500,00
Biaya Pemb. Operator	: Rp 9.142,86

Keterangan :

bo	= Biaya operator (Rp / jam)
bpo	= Biaya pembantu operator (Rp / jam)
bn	= Biaya normal alat (Rp / jam)

Biaya lembur per jam :

$$\begin{aligned}
 \text{Lembur 1 Jam (L1)} &= bn + 0,5 \times (bo + bpo) \\
 &= 315.000 + 0,5 \times (9.500,00 + 9.142,86) \\
 &= 315.000 + 9.321,4286 \\
 &= \text{Rp } 324.321,43
 \end{aligned}$$

$$\text{Biaya Per jam} = \left(\frac{324.321,43}{1 \text{ Jam}} \right)$$

$$= \text{Rp. } 324.321,43$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 Jam (L2)} &= \mathbf{L1} + \text{bn} + 1,0 \times (\text{bo} + \text{bpo}) \\ &= 324.321,43 + 315.000 + 1 \times (9.500,00 + 9.142,86) \\ &= \text{Rp } 657.964,29 \end{aligned}$$

$$\text{Biaya Per jam} = \left(\frac{657.964,29}{2 \text{ Jam}} \right)$$

$$= \text{Rp. } 328.982,14$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 Jam (L3)} &= \mathbf{L2} + \text{bn} + 1,0 \times (\text{bo} + \text{bpo}) \\ &= 657.964,29 + 315.000 + 1 \times (9.500,00 + 9.142,86) \\ &= \text{Rp } 991.607,14 \end{aligned}$$

$$\text{Biaya Per Jam} = \left(\frac{991.607,14}{3} \right)$$

$$= \text{Rp. } 330.535,71$$

b. Tenaga Kerja

Untuk *Resource Name* : Pekerja

Biaya normal pekerja per jam (bn) : Rp 8.571,43

Biaya lembur per jam

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 Jam (L1)} &= 1,0 \times \text{bn} \\ &= 1,5 \times 8.571,43 \\ &= \text{Rp } 12.857,14 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Per Jam} &= \left(\frac{12.857,14}{1 \text{ Jam}} \right) \\ &= \text{Rp. } 12.857,14 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 Jam (L2)} &= \mathbf{L1} + 2,0 \times \text{bn} \\ &= (1,5 \times 8.571,43) + (2 \times 1 \times 8.571,43) \\ &= \text{Rp } 30.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Per Jam} &= \left(\frac{30.000,00}{2} \right) \\ &= \text{Rp. } 15.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 Jam (L3)} &= \mathbf{L1} + 2,0 \times \text{bn} \\ &= (1,5 \times 8.571,43) + (2 \times 2 \times 8.571,43) \\ &= \text{Rp } 47.142,86 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Per Jam} &= \left(\frac{47.142,86}{3} \right) \\ &= \text{Rp. } 15.714,29 \end{aligned}$$

Detailnya biaya normal dan lembur dari tenaga kerja dan alat berat pada lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Biaya Normal, Biaya Lembur Alat Berat dan Tenaga Kerja

Pekerja / Alat Berat	Biaya normal Per Jam (Rp)	<i>Overtime Cost</i>		
		Lembur 1 Jam 1.00	Lembur 2 Jam 2.00	Lembur 3 Jam 3.00
Pekerja	8,571.43	12,857.14	30,000.00	47,142.86
Tukang	9,500.00	14,250.00	33,250.00	52,250.00
Mandor	10,357.14	15,535.71	36,250.00	56,964.29
Concrete Mixer	72,000.00	81,321.43	171,964.29	262,607.14
Alat Bantu 1	1,000.00	10,321.43	29,964.29	49,607.14
Alat Bantu 2	500.00	9,821.43	28,964.29	48,107.14
Alat Bantu 3	100.00	9,421.43	28,164.29	46,907.14
Excavator	450,000.00	459,321.43	927,964.29	1,396,607.14
Dump Truck	250,000.00	259,321.43	527,964.29	796,607.14
Wheel Loader	315,000.00	324,321.43	657,964.29	991,607.14
Motor Grader	400,000.00	409,321.43	827,964.29	1,246,607.14
Tandem Roller	450,000.00	459,321.43	927,964.29	1,396,607.14
Water Tanker	225,000.00	234,321.43	477,964.29	721,607.14
Asphalt Distributor	350,000.00	359,321.43	727,964.29	1,096,607.14
Compressor	15,000.00	24,321.43	57,964.29	91,607.14
Asphalt Liquid Mixer	32,000.00	41,321.43	91,964.29	142,607.14
AMP	6,500,000.00	6,509,321.43	13,027,964.29	19,546,607.14
Genset	380,000.00	389,321.43	787,964.29	1,186,607.14
Asphalt Finisher	880,000.00	889,321.43	1,787,964.29	2,686,607.14
P. Tyre Roller	400,000.00	409,321.43	827,964.29	1,246,607.14
Pan. Mixer	600,000.00	609,321.43	1,227,964.29	1,846,607.14
Truk Mixer	600,000.00	609,321.43	1,227,964.29	1,846,607.14
Crane on track	415,000.00	424,321.43	857,964.29	1,291,607.14
Jack Hammer	30,000.00	39,321.43	87,964.29	136,607.14
Flat Bed Truck	450,000.00	459,321.43	927,964.29	1,396,607.14

4.3.4. Analisis Durasi Percepatan

Dalam menganalisis durasi percepatan dari suatu item pekerjaan, hal yang harus diperhatikan adalah produktivitas normal alat berat, produktivitas lembur, kebutuhan alat per jam, serta volume dan durasi normal.

Produktivitas kerja lembur untuk 1 jam per hari diperhitungkan sebesar 90%, 2 jam per hari diperhitungkan sebesar 80%, dan 3 jam per hari diperhitungkan sebesar 70% dari produktivitas normal. Penurunan produktivitas untuk kerja

lembur ini disebabkan oleh kelelahan pekerja, keterbatasan pandangan pada malam hari bekerja, serta keadaan cuaca yang dingin dan cuaca yang tidak memungkinkan untuk melakukan pekerjaan.

Salah satu contoh perhitungannya adalah sebagai berikut :

Nama pekerjaan : Lapis Pondasi Agregat Kelas B

Volume pekerjaan : 17 m³

Durasi normal : 7 Hari (dengan jam kerja 7 jam/hari)

Produktivitas alat :

Wheel Loader = 117,71 m³/jam

Dump Truck = 1,92 m³/jam

Motor Grader = 234,77 m³/jam

Tandem Roller = 186,75 m³/jam

Water Tanker = 71,14 m³/jam

Kebutuhan Alat :

Wheel Loader = 0,003 unit/jam

Dump Truck = 0,18 unit/jam

Motor Grader = 0,0015 unit/jam

Tandem Roller = 0,0019 unit/jam

Water Tanker = 0,0049 unit/jam

Durasi Percepatan (Dp) :

$$Dp = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{(k \times Pa \times jk) + (\sum jl \times pp \times Pa \times k)} \dots\dots\dots(4.2)$$

dengan :

k = kebutuhan alat (unit/jam)

Pa = produktivitas alat (m³/jam)

jk = jam kerja (jam/hari)

jl = jam lembur (jam/hari)

pp = penurunan produktivitas

Durasi Percepatan (Dp) **lembur 1 jam** :

$$Dp \text{ 1 jam} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{(k \times Pa \times jk) + (\sum jl \times pp \times Pa \times k)}$$

$$= \frac{17 \text{ m}^3}{(0,003 \times 117,71 \times 7) + (1 \times 0,9 \times 117,71 \times 0,003)}$$

$$= \mathbf{6,20 \text{ hari}}$$

Maksimal *Crashing* = Durasi normal – Durasi percepatan
 = 7 Hari – 6,20 Hari
 = **0,80 Hari**

Durasi Percepatan (Dp) **lembur 2 jam** :

$$\text{Dp 2 jam} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{(k \times Pa \times jk) + (\sum jl \times pp \times Pa \times k)}$$

$$\text{Dp 2 jam} = \frac{17 \text{ m}^3}{(0.003 \times 117,71 \times 7) + (1 \times (0.9+0.8) \times 117,71 \times 0,003)}$$

$$= \mathbf{5,57 \text{ hari}}$$

Maksimal *Crashing* = Durasi normal – Durasi percepatan
 = 7 Hari – 5,57 Hari
 = **1,43 Hari**

Durasi Percepatan (Dp) **lembur 3 jam** :

$$\text{Dp 3 jam} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{(k \times Pa \times jk) + (\sum jl \times pp \times Pa \times k)}$$

$$\text{Dp 3 jam} = \frac{17 \text{ m}^3}{(0.003 \times 117,71 \times 7) + (1 \times (0.9+0.8+0.7) \times 117,71 \times 0,003)}$$

$$\text{Dp 3 jam} = \mathbf{5,05 \text{ hari}}$$

Maksimal *Crashing* = Durasi normal – Durasi percepatan
 = 7 Hari – 5,05 Hari
 = **1,95 Hari**

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

4.2 Hasil Perhitungan durasi *crashing Microsoft Project 2010*

Kegiatan	Durasi			
	Normal	Lembur 1 jam	Lembur 2 jam	Lembur 3 jam
Pasangan Batu dengan Mortar (permukaan diplester + :	14	12.41	11.14	10.10
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	14	12.41	11.14	10.10
Timbunan Pilihan dari sumber galian	14	12.41	11.14	10.10
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	7	6.20	5.57	5.05
Lapis Perekat - Aspal Emulsi	7	6.20	5.57	5.05
Laston Lapis Aus (AC-WC)	7	6.20	5.57	5.05
Beton mutu sedang f_c '30 MPa lantai jembatan	14	12.41	11.14	10.10
Baja Tulangan U 32 Ulir	21	18.61	16.70	15.15
Pasangan Batu	14	12.41	11.14	10.10
Papan Nama Jembatan	7	6.20	5.57	5.05
Pembongkaran Beton	7	6.20	5.57	5.05
Marka Jalan Termoplastik	7	6.20	5.57	5.05
Patok Pengarah	7	6.20	5.57	5.05
Paku Jalan	7	6.20	5.57	5.05
Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	7	6.20	5.57	5.05

1.3.5. Analisis Biaya Percepatan

Biaya percepatan merupakan biaya yang dihasilkan akibat durasi percepatan oleh lembur 1 - 3 jam dalam sehari. Untuk kegiatan-kegiatan kritis yang akan dihitung biaya percepatannya berdasarkan penambahan jam lembur dan durasi percepatan, menggunakan *Microsoft Project 2010* dan dikontrol dengan *Microsoft Excel 2010*. Salah satu contoh perhitungannya adalah sebagai berikut :

1) **Kondisi Normal**

Nama pekerjaan : Lapis Pondasi Agregat Kelas B

Volume pekerjaan: 17 m³

Durasi pekerjaan : 7 Hari (dengan jam kerja (jk) 7 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr) :

Pekerja = 0,021 orang/jam

Mandor = 0,003 orang/jam

Agregat B = 21,40 m³

Wheel Loader = 0,003 unit/jam

Dump Truk = 0,181 unit/jam

Motor Grader = 0,001 unit/jam

Tandem Roller = 0,002 unit/jam

Water Tanker = 0,005 unit/jam

Alat Bantu 1 = 17 Ls

Biaya *resource* (Brj) :

Pekerja = Rp 8.571,43 /jam

Mandor = Rp 10.357,00 /jam

Agregat B = Rp 160.000,00 /Kg

Wheel Loader = Rp 315.000,00 /jam

Dump Truk = Rp 250.000,00 /jam

Motor Grader = Rp 400.000,00 /jam

Tandem Roller = Rp 450.000,00 /jam

Water Tanker = Rp 225.000,00 /jam

Alat Bantu 1 = Rp 1.000,00 /Ls

Biaya *resource* perhari (Brh) :

$$\text{Brh} = \text{jk} \times \text{kr} \times \text{Brj}$$

Sehingga,

Brh Pekerja = $7 \times 0,021 \times 8.571,43$ = Rp. 1.237,87 / hari

Brh Mandor = $7 \times 0,003 \times 10,357,00$ = Rp. 213,68 / hari

Brh *Wheel Loader* = $7 \times 0,003 \times 315.000,00$ = Rp. 6.498,84 / hari

Brh *Dump Truk* = $7 \times 0,181 \times 250.000,00$ = Rp. 315.943,22 / hari

Brh *Motor Grader* = $7 \times 0,001 \times 400.000,00$ = Rp. 4.137,76 / hari

Brh *Tandem Roller* = $7 \times 0,002 \times 450.000,00$ = Rp. 5.851,98 / hari

Brh *Water Tanker* = $7 \times 0,005 \times 225.000,00$ = Rp. 7.680,72 / hari

Biaya normal total *resource* harian (Btrh) :

$$\text{Btrh} = \sum \text{Brh}$$

$$= (\text{Pekerja} + \text{Mandor} + \text{Mandor} + \text{Wheel Loader} + \text{Dump Truk} + \text{Motor Grader} + \text{Tandem Roller} + \text{Water Tanker})$$

$$= 1.237,87 + 213,68 + 6.498,84 + 315.943,22 + 4.137,76 + 5.851,98 + 7.680,72$$

$$= \text{Rp. } 341.564,087 \text{ / hari}$$

Analisa perhitungan biaya material atau bahan sebagai berikut :

Biaya total resource = Harga satuan \times volume

$$\begin{aligned} \text{Agregat B} &= \text{Rp } 201.377,48 \times 17 \text{ m}^3 \\ &= \text{Rp } 3.423.417,22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alat Bantu 1} &= \text{Rp } 1.000,00 \times 17 \text{ m}^3 \\ &= \text{Rp } 17.000,00 \end{aligned}$$

Biaya total *resource* (Btr) :

$$\begin{aligned} \text{Btr} &= (\text{Btrh} \times \text{durasi}) + \text{Agregat B} + \text{Alat bantu 1} \\ &= (\text{Rp. } 341.564,087 / \text{hari} \times 7 \text{ hari}) + \text{Rp. } 3.423.417,22 + \text{Rp} \\ &\quad 17.000,00 \\ &= \text{Rp. } 5.831.365,83 \end{aligned}$$

2) Kondisi Lembur 1 Jam

Nama pekerjaan : Lapis Pondasi Agregat Kelas B

Volume pekerjaan: 17 m³

Durasi pekerjaan : 7 Hari (dengan jam kerja (jk) 7 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr) :

Pekerja	= 0,021	orang/jam
Mandor	= 0,003	orang/jam
Agregat B	= 21,40	m ³
<i>Wheel Loader</i>	= 0,003	unit/jam
<i>Dump Truk</i>	= 0,181	unit/jam
<i>Motor Grader</i>	= 0,001	unit/jam
<i>Tandem Roller</i>	= 0,002	unit/jam
<i>Water Tanker</i>	= 0,005	unit/jam
Alat Bantu 1	= 17	Ls

Biaya *resource* (Brj) :

Pekerja	= Rp 8.571,43	/jam
Mandor	= Rp 10.357,00	/jam
Agregat B	= Rp 160.000,00	/Kg
<i>Wheel Loader</i>	= Rp 315.000,00	/jam

<i>Dump Truk</i>	= Rp 250.000,00	/jam
<i>Motor Grader</i>	= Rp 400.000,00	/jam
<i>Tandem Roller</i>	= Rp 450.000,00	/jam
<i>Water Tanker</i>	= Rp 225.000,00	/jam
Alat Bantu 1	= Rp 1.000,00	/Ls

Biaya lembur perhari (Blh) :

B. lembur alat 1 jam = biaya normal perjam + (0.5 × (b.operator atau supir) + b.pembantu operator atau pembantu supir

B. lembur pekerja 1 jam = 1.5 × biaya normal per jam

Operator = Rp 9.500,00 /jam

Pembantu Operator = Rp 9.142,86 /jam

Sopir = Rp 9.500,00 /jam

Pembantu Supir = Rp 9.142,86 /jam

Wheel Loader = 315.000 + (0.5 × (9.500,00 + 9.142,86))
= 324.321,43

Dump Truk = 250.000 + (0.5 × (9.500,00 + 9.142,86))
= 259.321,43

Motor Grader = 400.000 + (0.5 × (9.500,00 + 9.142,86))
= 409.321,43

Tandem Roller = 450.000 + (0.5 × (9.500,00 + 9.142,86))
= 459.321,43

Water Tanker = 225.000 + (0.5 × (9.500,00 + 9.142,86))
= 234.321,43

Pekerja = 1.5 × 8.571,43
= 12.857,14

Mandor = 1.5 × 10.357,14
= 15.535,71

Biaya *resource* lembur perhari (Brlh)

Brlh = kr × Blh

Sehingga,

Brlh <i>Wheel Loader</i>	= 0,003 × 324.321,43 = Rp. 955,88 / hari
Brlh <i>Dump Truk</i>	= 0,181 × 259.321,43 = Rp. 46.817,63 / hari
Brlh <i>Motor Grader</i>	= 0,001 × 409.321,43 = Rp. 604,88 / hari
Brlh <i>Tandem Roller</i>	= 0,002 × 459.321,43 = Rp. 853,31 / hari
Brlh <i>Water Tanker</i>	= 0,005 × 234.321,43 = Rp. 1.142,70 / hari
Brlh Pekerja	= 0,021 × 12.857,14 = Rp. 265,26 / hari
Brlh Mandor	= 0,003 × 10.357,14 = Rp. 45,79 / hari

Total biaya *resource* perhari (Tbrh) :

$$\begin{aligned}
 \text{Tbrh} &= \text{Btrh normal} + \sum \text{Brlh} \\
 &= 341.564,087 + 955,88 + 46.817,63 + 604,88 + 853,31 + 1.142,70 \\
 &\quad + 265,26 + 45,79 \\
 &= \text{Rp. } 392.249,54 / \text{hari}
 \end{aligned}$$

Total biaya percepatan (Tbp) :

$$\begin{aligned}
 \text{Tbp} &= (\text{Tbrh} \times \text{durasi percepatan}) + \text{Bahan} \\
 &= (\text{Rp. } 392.249,54 / \text{hari} \times 6.20 \text{ hari}) + 3.440.417,22 \\
 &= \text{Rp. } 5.873.357,42
 \end{aligned}$$

3) Kondisi Lembur 2 Jam

Nama pekerjaan	: Lapis Pondasi Agregat Kelas B
Volume pekerjaan	: 17 m ³
Durasi pekerjaan	: 7 Hari (dengan jam kerja (jk) 7 jam/hari)
Kebutuhan <i>resource</i> (kr)	:

Pekerja	= 0,021	orang/jam
Mandor	= 0,003	orang/jam
Agregat B	= 21,40	m ³
<i>Wheel Loader</i>	= 0,003	unit/jam
<i>Dump Truk</i>	= 0,181	unit/jam
<i>Motor Grader</i>	= 0,001	unit/jam
<i>Tandem Roller</i>	= 0,002	unit/jam
<i>Water Tanker</i>	= 0,005	unit/jam
Alat Bantu 1	= 17	Ls

Biaya *resource* (Brj) :

Pekerja	= Rp 8.571,43	/jam
Mandor	= Rp 10.357,00	/jam
Agregat B	= Rp 160.000,00	/Kg
<i>Wheel Loader</i>	= Rp 315.000,00	/jam
<i>Dump Truk</i>	= Rp 250.000,00	/jam
<i>Motor Grader</i>	= Rp 400.000,00	/jam
<i>Tandem Roller</i>	= Rp 450.000,00	/jam
<i>Water Tanker</i>	= Rp 225.000,00	/jam
Alat Bantu 1	= Rp 1.000,00	/Ls

Biaya lembur perhari (Blh) :

B. lembur alat 2 jam = biaya normal perjam + biaya lembur alat 1 jam + (1 × (b.operator atau supir + b.pembantu operator atau pembantu supir))

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

Operator	= Rp 9.500,00	/jam
Pembantu Operator	= Rp 9.142,86	/jam
Sopir	= Rp 9.500,00	/jam
Pembantu Supir	= Rp 9.142,86	/jam

Wheel Loader = 315.000 + 324.321,43 + (1 × (9.500,00 + 9.142,86))

	= 657.964,29
<i>Dump Truck</i>	= 250.000 + 259.321,43 + (1 × (9.500,00 + 9.142,86))
	= 527.964,29
<i>Motor Grader</i>	= 400.000 + 409.321,43 + (1 × (9.500,00 + 9.142,86))
	= 827.964,29
<i>Tandem Roller</i>	= 450.000 + 459.321,43 + (1 × (9.500,00 + 9.142,86))
	= 927.964,29
<i>Water Tanker</i>	= 225.000 + 234.321,43 + (1 × (9.500,00 + 9.142,86))
	= 477.964,29
Pekerja	= 12.857,14 + 2 × 8.571,43
	= 30.000,00
Mandor	= 15.535,71 + 2 × 10.357,14
	= 36.250,00

Biaya *resource* lembur perhari (Brlh)

$$\text{Brlh} = \text{kr} \times \text{Blh}$$

Sehingga,

<i>Brlh Wheel Loader</i>	= 0,003 × 657.964,29
	= Rp. 1.939,23 / hari
<i>Brlh Dump Truk</i>	= 0,181 × 527.964,29
	= Rp. 95.318,14 / hari
<i>Brlh Motor Grader</i>	= 0,001 × 827.964,29
	= Rp. 1.223,54 / hari
<i>Brlh Tandem Roller</i>	= 0,002 × 927.964,29
	= Rp. 1.723,95 / hari
<i>Brlh Water Tanker</i>	= 0,005 × 477.964,29
	= Rp. 1.142,70 / hari

$$\text{Brlh Pekerja} = 0,021 \times 30.000,00$$

$$= \text{Rp. } 618,94 / \text{hari}$$

$$\text{Brlh Mandor} = 0,003 \times 36.250,00$$

$$= \text{Rp. } 106,84 / \text{hari}$$

Total biaya *resource* perhari (Tbrh) :

$$\text{Tbrh} = \text{Btrh normal} + \Sigma \text{Brlh}$$

$$= 341.564,087 + 1.939,23 + 95.318,14 + 1.223,54 + 1.723,95 + 1.142,70 + 618,94 + 106,84$$

$$= \text{Rp. } 443.637,42 / \text{hari}$$

Total biaya percepatan (Tbp) :

$$\text{Tbp} = (\text{Tbrh} \times \text{durasi percepatan}) + \text{Bahan}$$

$$= (\text{Rp. } 443.637,42 / \text{hari} \times 5,57 \text{ hari}) + 3.440.417,22$$

$$= \text{Rp. } 5.910.671,06$$

4) Kondisi Lembur 3 Jam

Nama pekerjaan : Lapis Pondasi Agregat Kelas B

Volume pekerjaan: 17 m³

Durasi pekerjaan : 7 Hari (dengan jam kerja (jk) 7 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr) :

$$\text{Pekerja} = 0,021 \quad \text{orang/jam}$$

$$\text{Mandor} = 0,003 \quad \text{orang/jam}$$

$$\text{Agregat B} = 21,40 \quad \text{m}^3$$

$$\text{Wheel Loader} = 0,003 \quad \text{unit/jam}$$

$$\text{Dump Truk} = 0,181 \quad \text{unit/jam}$$

$$\text{Motor Grader} = 0,001 \quad \text{unit/jam}$$

$$\text{Tandem Roller} = 0,002 \quad \text{unit/jam}$$

$$\text{Water Tanker} = 0,005 \quad \text{unit/jam}$$

$$\text{Alat Bantu 1} = 17 \quad \text{Ls}$$

Biaya *resource* (Brj) :

$$\text{Pekerja} = \text{Rp } 8.571,43 \quad /\text{jam}$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp } 10.357,00 \quad /\text{jam}$$

$$\text{Agregat B} = \text{Rp } 160.000,00 \quad /\text{Kg}$$

<i>Wheel Loader</i>	= Rp 315.000,00	/jam
<i>Dump Truk</i>	= Rp 250.000,00	/jam
<i>Motor Grader</i>	= Rp 400.000,00	/jam
<i>Tandem Roller</i>	= Rp 450.000,00	/jam
<i>Water Tanker</i>	= Rp 225.000,00	/jam
Alat Bantu 1	= Rp 1.000,00	/Ls

Biaya lembur perhari (Blh) :

B. lembur alat 3 jam = biaya normal perjam + biaya lembur alat 2 jam + (1 x (b.operator atau supir+ b.pembantu operator atau pembantu supir))

B. lembur pekerja 3 jam = biaya lembur 2 jam + 2 x biaya normal per jam

Operator = Rp 9.500,00 /jam

Pembantu Operator = Rp 9.142,86 /jam

Sopir = Rp 9.500,00 /jam

Pembantu Supir = Rp 9.142,86 /jam

Wheel Loader = 315.000 + 657.964,29 + (1 × (9.500,00 + 9.142,86))
= 991.607,14

Dump Truck = 250.000 + 527.964,29 + (1 × (9.500,00 + 9.142,86))
= 796.607,14

Motor Grader = 400.000 + 827.964,29 + (1 × (9.500,00 + 9.142,86))
= 1.246.607,14

Tandem Roller = 450.000 + 927.964,29 + (1 × (9.500,00 + 9.142,86))
= 1.396.607,14

Water Tanker = 225.000 + 477.964,29 + (1 × (9.500,00 + 9.142,86))
= 721.607,14

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja} &= 30.000,00 + 2 \times 8.571,43 \\
 &= 47.142,86 \\
 \text{Mandor} &= 36.250,00 + 2 \times 10.357,14 \\
 &= 56.964,29
 \end{aligned}$$

Biaya *resource* lembur perhari (Brlh)

$$\text{Brlh} = \text{kr} \times \text{Blh}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned}
 \text{Brlh Wheel Loader} &= 0,003 \times 991.607,14 \\
 &= \text{Rp. } 2.922,58 / \text{hari} \\
 \text{Brlh Dump Truk} &= 0,181 \times 796.607,14 \\
 &= \text{Rp. } 143.818,64 / \text{hari} \\
 \text{Brlh Motor Grader} &= 0,001 \times 1.246.607,14 \\
 &= \text{Rp. } 1.842,20 / \text{hari} \\
 \text{Brlh Tandem Roller} &= 0,002 \times 1.396.607,14 \\
 &= \text{Rp. } 2.594,58 / \text{hari} \\
 \text{Brlh Water Tanker} &= 0,005 \times 721.607,14 \\
 &= \text{Rp. } 3.519,03 / \text{hari} \\
 \text{Brlh Pekerja} &= 0,021 \times 30.000,00 \\
 &= \text{Rp. } 972,62 / \text{hari} \\
 \text{Brlh Mandor} &= 0,003 \times 36.250,00 \\
 &= \text{Rp. } 167,89 / \text{hari}
 \end{aligned}$$

Total biaya *resource* perhari (Tbrh) :

$$\begin{aligned}
 \text{Tbrh} &= \text{Btrh normal} + \sum \text{Brlh} \\
 &= 341.564,087 + 2.922,58 + 143.818,64 + 1.842,20 + 2.594,58 + \\
 &\quad 3.519,03 + 972,62 + 167,89 \\
 &= \text{Rp. } 497.401,63 / \text{hari}
 \end{aligned}$$

Total biaya percepatan (Tbp) :

$$\begin{aligned}
 \text{Tbp} &= (\text{Tbrh} \times \text{durasi percepatan}) + \text{Bahan} \\
 &= (\text{Rp. } 497.401,63 / \text{hari} \times 5,05 \text{ hari}) + 3.440.417,22 \\
 &= \text{Rp. } 5.953.064,61
 \end{aligned}$$

Diatas adalah contoh hasil analisis biaya percepatan dari salah satu item pekerjaan sesuai dengan hasil perhitungan pada *Microsoft Project 2010*. Untuk hasil analisis biaya percepatan dari semua item dengan menggunakan *Microsoft Project 2010* dapat dilihat pada Tabel 4.6 hingga 4.8 adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Hasil perhitungan analisis biaya percepatan pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 1 jam

Uraian Pekerjaan	Biaya	
	Normal (Rp)	Lembur 1 Jam (Rp)
Pasangan Batu dengan Mortar (permukaan diplester + aci)	3,713,831.40	3,741,237.23
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	793,005.26	806,686.28
Timbunan Pilihan dari sumber galian	3,338,727.70	3,388,150.06
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	5,831,365.83	5,873,357.42
Lapis Perekat - Aspal Emulsi	265,967.97	267,507.44
Laston Lapis Aus (AC-WC)	52,486,902.20	52,766,570.65
Beton mutu sedang fc'30 MPa lantai jembatan	175,537,163.56	176,369,226.79
Baja Tulangan U 32 Ulir	239,814,900.00	242,060,821.52
Pasangan Batu	2,436,888.95	2,453,311.04
Papan Nama Jembatan	467,666.67	482,286.92
Pembongkaran Beton	444,050.54	460,730.53
Marka Jalan Termoplastik	11,716,174.29	11,730,914.43
Patok Pengarah	11,818,743.61	12,007,740.89
Paku Jalan	4,680,758.21	4,711,472.13
Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	16,524,784.78	16,680,692.28

Tabel 4. 5 Hasil perhitungan analisis biaya percepatan pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 2 jam

Uraian Pekerjaan	Biaya	
	Normal (Rp)	Lembur 2 Jam (Rp)
Pasangan Batu dengan Mortar (permukaan diplester + aci)	3,713,831.40	3,795,017.51
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	793,005.26	821,077.95
Timbunan Pilihan dari sumber galian	3,338,727.70	3,464,436.46
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	5,831,365.83	5,910,671.06
Lapis Perekat - Aspal Emulsi	265,967.97	269,746.59
Laston Lapis Aus (AC-WC)	52,486,902.20	52,995,969.10
Beton mutu sedang fc'30 MPa lantai jembatan	175,537,163.56	177,224,917.65
Baja Tulangan U 32 Ulir	239,814,900.00	245,527,537.50
Pasangan Batu	2,436,888.95	2,477,777.99
Papan Nama Jembatan	467,666.67	504,854.17
Pembongkaran Beton	444,050.54	483,972.21
Marka Jalan Termoplastik	11,716,174.29	11,828,351.40
Patok Pengarah	11,818,743.61	12,268,160.27
Paku Jalan	4,680,758.21	4,758,880.94
Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	16,524,784.78	16,884,011.99

Tabel 4. 6 Hasil perhitungan analisis biaya percepatan pada *Microsoft Project* 2010 dengan waktu lembur 3 jam

Uraian Pekerjaan	Biaya	
	Normal (Rp)	Lembur 3 Jam (Rp)
Pasangan Batu dengan Mortar (permukaan diplester + aci)	3,713,831.40	3,834,688.02
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	793,005.26	832,799.01
Timbunan Pilihan dari sumber galian	3,338,727.70	3,526,566.63
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	5,831,365.83	5,953,064.61
Lapis Perekat - Aspal Emulsi	265,967.97	271,570.22
Laston Lapis Aus (AC-WC)	52,486,902.20	53,219,448.26
Beton mutu sedang f'c 30 MPa lantai jembatan	175,537,163.56	177,921,820.52
Baja Tulangan U 32 Ulir	239,814,900.00	248,350,945.36
Pasangan Batu	2,436,888.95	2,497,704.69
Papan Nama Jembatan	467,666.67	523,233.68
Pembongkaran Beton	444,050.54	502,901.00
Marka Jalan Termoplastik	11,716,174.29	11,907,707.28
Patok Pengarah	11,818,743.61	12,480,254.40
Paku Jalan	4,680,758.21	4,797,492.23
Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	16,524,784.78	17,049,602.27

1.3.6. Analisis Cost Variance, Cost Slope, dan Duration Variance

Pada analisis *cost variance* dan *duration variance* dihitung dengan menggunakan *Microsoft Project* 2010 yang akan digunakan pada saat perhitungan biaya langsung, biaya tidak langsung, dan biaya total.

Pada tabel 4.9, tabel 4.10 dan tabel 4.11 dapat diketahui selisih biaya (*cost variance*) antara biaya normal dengan biaya percepatan tiap lemburnya yaitu sebagai berikut :

Selisih Biaya = Biaya Percepatan – Biaya Normal

Sebagai contoh diambil salah satu contoh item pekerjaan untuk perhitungan analisis *cost variance* :

Nama pekerjaan : Lapis Pondasi Agregat Kelas B

Biaya Normal : Rp 5.831.475,00

Biaya Percepatan :

Lembur 1 jam = Rp 5.873.356,00

Lembur 2 jam = Rp 5.910.676,00

Lembur 3 jam = Rp 5.953.023,00

Selisih Biaya :

Lembur 1 jam = Rp 5.873.356,00 - Rp 5.831.475,00

= Rp 41.901,00

Lembur 2 jam	= Rp 5.910.676,00 - Rp 5.831.475,00
	= Rp 79.201,00
Lembur 3 jam	= Rp 5.953.023,00 - Rp 5.831.475,00
	= Rp 121.548,00

Untuk hasil dari analisis *cost variance* dari seluruh item pekerjaan dengan menggunakan *Microsoft Project* 2010 dapat dilihat pada Tabel 4.9, 4.10, dan 4.11 adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 7 Hasil perhitungan selisih biaya normal dan biaya percepatan pada *Microsoft Project* 2010 dengan waktu lembur 1 jam

Uraian Pekerjaan	Selisih Biaya (Rp)
Pasangan Batu dengan Mortar (permukaan diplester + aci)	27,419.00
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	13,662.00
Timbunan Pilihan dari sumber galian	49,443.00
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	41,901.00
Lapis Perekat - Aspal Emulsi	2,771.00
Laston Lapis Aus (AC-WC)	279,645.00
Beton mutu sedang fc'30 MPa lantai jembatan	831,854.00
Baja Tulangan U 32 Ulir	2,243,119.00
Pasangan Batu	16,809.00
Papan Nama Jembatan	14,650.00
Pembongkaran Beton	16,676.00
Marka Jalan Termoplastik	14,749.00
Patok Pengarah	189,077.00
Paku Jalan	30,744.00
Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	155,888.00

Tabel 4. 8 Hasil perhitungan selisih biaya normal dan biaya percepatan pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 2 jam

Uraian Pekerjaan	Selisih Biaya (Rp)
Pasangan Batu dengan Mortar (permukaan diplester + aci)	81,266.00
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	28,024.00
Timbunan Pilihan dari sumber galian	125,644.00
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	79,201.00
Lapis Perekat - Aspal Emulsi	4,663.00
Laston Lapis Aus (AC-WC)	509,069.00
Beton mutu sedang fc'30 MPa lantai jembatan	1,687,766.00
Baja Tulangan U 32 Ulir	5,712,066.00
Pasangan Batu	40,687.00
Papan Nama Jembatan	37,236.00
Pembongkaran Beton	39,920.00
Marka Jalan Termoplastik	112,178.00
Patok Pengarah	449,416.00
Paku Jalan	78,094.00
Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	359,353.00

Tabel 4. 9 Hasil perhitungan selisih biaya normal dan biaya percepatan pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 3 jam

Uraian Pekerjaan	Selisih Biaya (Rp)
Pasangan Batu dengan Mortar (permukaan diplester + aci)	120,930.00
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	39,787.00
Timbunan Pilihan dari sumber galian	187,786.00
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	121,548.00
Lapis Perekat - Aspal Emulsi	6,918.00
Laston Lapis Aus (AC-WC)	732,581.00
Beton mutu sedang fc'30 MPa lantai jembatan	2,384,707.00
Baja Tulangan U 32 Ulir	8,535,860.00
Pasangan Batu	60,775.00
Papan Nama Jembatan	55,621.00
Pembongkaran Beton	58,877.00
Marka Jalan Termoplastik	191,569.00
Patok Pengarah	661,540.00
Paku Jalan	116,733.00
Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	524,842.00

Duration variance adalah selisih durasi antara durasi normal dengan durasi percepatan akibat adanya lembur dari suatu item pekerjaan. Untuk semua hasil analisis *duration variance* dari semua item pekerjaan yaitu dengan menggunakan *Microsoft Project 2010* dapat dilihat pada Tabel 4.12, 4.13 dan 4.14, sebagai berikut :

Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan *duration variance* pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 1 jam

Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)	Percepatan (Hari)	Durasi Variance (Hari)
Pasangan Batu dengan Mortar (permukaan diplester + aci)	14	12.41	1.59
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	14	12.41	1.59
Timbunan Pilihan dari sumber galian	14	12.41	1.59
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	7	6.20	0.80
Lapis Perekat - Aspal Emulsi	7	6.20	0.80
Laston Lapis Aus (AC-WC)	7	6.20	0.80
Beton mutu sedang $f_c'30$ MPa lantai jembatan	14	12.41	1.59
Baja Tulangan U 32 Ulir	21	18.61	2.39
Pasangan Batu	14	12.41	1.59
Papan Nama Jembatan	7	6.20	0.80
Pembongkaran Beton	7	6.20	0.80
Marka Jalan Termoplastik	7	6.20	0.80
Patok Pengarah	7	6.20	0.80
Paku Jalan	7	6.20	0.80
Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	7	6.20	0.80

Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan *duration variance* pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 2 jam

Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)	Percepatan (Hari)	Durasi Variance (Hari)
Pasangan Batu dengan Mortar (permukaan diplester + aci)	14	11.14	2.86
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	14	11.14	2.86
Timbunan Pilihan dari sumber galian	14	11.14	2.86
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	7	5.57	1.43
Lapis Perekat - Aspal Emulsi	7	5.57	1.43
Laston Lapis Aus (AC-WC)	7	5.57	1.43
Beton mutu sedang $f_c'30$ MPa lantai jembatan	14	11.14	2.86
Baja Tulangan U 32 Ulir	21	16.70	4.30
Pasangan Batu	14	11.14	2.86
Papan Nama Jembatan	7	5.57	1.43
Pembongkaran Beton	7	5.57	1.43
Marka Jalan Termoplastik	7	5.57	1.43
Patok Pengarah	7	5.57	1.43
Paku Jalan	7	5.57	1.43
Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	7	5.57	1.43

Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan *duration variance* pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 3 jam

Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)	Percepatan (Hari)	Durasi Variance (Hari)
Pasangan Batu dengan Mortar (permukaan diplester + aci)	14.00	10.10	3.90
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	14.00	10.10	3.90
Timbunan Pilihan dari sumber galian	14.00	10.10	3.90
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	7.00	5.05	1.95
Lapis Perekat - Aspal Emulsi	7.00	5.05	1.95
Laston Lapis Aus (AC-WC)	7.00	5.05	1.95
Beton mutu sedang f_c '30 MPa lantai jembatan	14.00	10.10	3.90
Baja Tulangan U 32 Ulir	21.00	15.15	5.85
Pasangan Batu	14.00	10.10	3.90
Papan Nama Jembatan	7.00	5.05	1.95
Pembongkaran Beton	7.00	5.05	1.95
Marka Jalan Termoplastik	7.00	5.05	1.95
Patok Pengarah	7.00	5.05	1.95
Paku Jalan	7.00	5.05	1.95
Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	7.00	5.05	1.95

Cost Slope adalah biaya perhari dari selisih biaya normal dengan biaya percepatan dan selisih durasi normal dengan durasi percepatan. Salah satu contoh perhitungan pada item pekerjaan *cost slope* yang kritis adalah sebagai berikut :

Nama pekerjaan : Lapis Pondasi Agregat Kelas B

Cost variance :

Lembur 1 jam = Rp 41.901,00

Lembur 2 jam = Rp 79.201,00

Lembur 3 jam = Rp 121.548,00

Duration variance :

Lembur 1 jam = 0,80 hari

Lembur 2 jam = 1,43 hari

Lembur 3 jam = 1,95 hari

Cost slope :

Lembur 1 jam = $Cost\ variance / Duration\ variance$
= Rp 41.901,00 / 0,80 hari

= Rp 52.542,52

Lembur 2 jam = $Cost\ variance / Duration\ variance$

= Rp 79.201,00 / 1,43 hari

$$\begin{aligned}
 &= 55.314,98 \\
 \text{Lembur 3 jam} &= \text{Cost variance} / \text{Duration variance} \\
 &= \text{Rp } 121.548,00 / 1,95 \text{ Hari} \\
 &= \text{Rp } 62.381,78
 \end{aligned}$$

Untuk hasil analisis *cost slope* dari semua item pekerjaan dengan menggunakan *Microsoft Project 2010* dapat dilihat pada Tabel 4.15, 4.16 dan 4.17 adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan *cost slope* pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 1 Jam

Uraian Pekerjaan	Selisih Biaya (Rp)	Selisih Durasi (Hari)	Cost Slope (Rp/Hari)
Pasangan Batu dengan Mortar (permukaan diplester + aci)	27,419.00	1.59	17,191.28
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	13,662.00	1.59	8,565.86
Timbunan Pilihan dari sumber galian	49,443.00	1.59	30,999.98
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	41,901.00	0.80	52,542.52
Lapis Perekat - Aspal Emulsi	2,771.00	0.80	3,474.75
Laston Lapis Aus (AC-WC)	279,645.00	0.80	350,665.95
Beton mutu sedang f'c'30 MPa lantai jembatan	831,854.00	1.59	521,559.25
Baja Tulangan U 32 Ulir	2,243,119.00	2.39	937,600.01
Pasangan Batu	16,809.00	1.59	10,538.98
Papan Nama Jembatan	14,650.00	0.80	18,370.63
Pembongkaran Beton	16,676.00	0.80	20,911.17
Marka Jalan Termoplastik	14,749.00	0.80	18,494.78
Patok Pengarah	189,077.00	0.80	237,096.56
Paku Jalan	30,744.00	0.80	38,552.00
Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	155,888.00	0.80	195,478.60

Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan *cost slope* pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 2 Jam

Uraian Pekerjaan	Selisih Biaya (Rp)	Selisih Durasi (Hari)	Cost Slope (Rp/Hari)
Pasangan Batu dengan Mortar (permukaan diplester + aci)	81,266.00	2.86	28,378.60
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	28,024.00	2.86	9,786.16
Timbunan Pilihan dari sumber galian	125,644.00	2.86	43,875.68
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	79,201.00	1.43	55,314.98
Lapis Perekat - Aspal Emulsi	4,663.00	1.43	3,256.70
Laston Lapis Aus (AC-WC)	509,069.00	1.43	355,540.25
Beton mutu sedang fc'30 MPa lantai jembatan	1,687,766.00	2.86	589,378.60
Baja Tulangan U 32 Ulir	5,712,066.00	4.30	1,329,793.14
Pasangan Batu	40,687.00	2.86	14,208.16
Papan Nama Jembatan	37,236.00	1.43	26,006.10
Pembongkaran Beton	39,920.00	1.43	27,880.63
Marka Jalan Termoplastik	112,178.00	1.43	78,346.54
Patok Pengarah	449,416.00	1.43	313,877.84
Paku Jalan	78,094.00	1.43	54,541.84
Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	359,353.00	1.43	250,976.70

Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan *cost slope* pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 3 Jam

Uraian Pekerjaan	Selisih Biaya (Rp)	Selisih Durasi (Hari)	Cost Slope (Rp/Hari)
Pasangan Batu dengan Mortar (permukaan diplester + aci)	120,930.00	3.90	31,032.30
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	39,787.00	3.90	10,209.89
Timbunan Pilihan dari sumber galian	187,786.00	3.90	48,188.47
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	121,548.00	1.95	62,381.78
Lapis Perekat - Aspal Emulsi	6,918.00	1.95	3,550.51
Laston Lapis Aus (AC-WC)	732,581.00	1.95	375,980.72
Beton mutu sedang fc'30 MPa lantai jembatan	2,384,707.00	3.90	611,948.62
Baja Tulangan U 32 Ulir	8,535,860.00	5.85	1,460,279.40
Pasangan Batu	60,775.00	3.90	15,595.70
Papan Nama Jembatan	55,621.00	1.95	28,546.23
Pembongkaran Beton	58,877.00	1.95	30,217.30
Marka Jalan Termoplastik	191,569.00	1.95	98,318.48
Patok Pengarah	661,540.00	1.95	339,520.53
Paku Jalan	116,733.00	1.95	59,910.59
Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	524,842.00	1.95	269,363.35

Data diatas merupakan hasil *crashing* dari seluruh item pekerjaan yang kritis yang memiliki *resource* alat berat dan tenaga kerja untuk pelaksanaan durasi total proyek dengan menambahkan 1 jam lembur, 2 jam lembur, dan 3 jam lembur. Untuk menguji kemungkinan efisiensi *crashing*, dapat melakukan *crashing* ulang dari *cost slope* terkecil Pada Tabel 4.18, 4.19 dan Tabel 4.20 merupakan urutan kegiatan – kegiatan kritis hasil *crashing* diurutkan dari *cost slope* terkecil sampai terbesar, sebagai berikut :

Tabel 4. 16 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai *Cost Slope* terkecil hingga terbesar untuk waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		<i>Slope</i>
	Normal	<i>Crash</i>	Selisih	Normal	<i>Crash</i>	
LP AE	7	6.20	0.80	265,047.00	267,818.00	3,474.75
GB	14	12.41	1.59	793,000.00	806,662.00	8,565.86
PBT	14	12.41	1.59	2,436,979.00	2,453,788.00	10,538.98
PBM	14	12.41	1.59	3,713,820.00	3,741,239.00	17,191.28
PNJ	7	6.20	0.80	467,652.00	482,302.00	18,370.63
MJT	7	6.20	0.80	11,716,170.00	11,730,919.00	18,494.78
PB	7	6.20	0.80	444,045.00	460,721.00	20,911.17
TPSG	14	12.41	1.59	3,338,750.00	3,388,193.00	30,999.98
PJ	7	6.20	0.80	4,680,755.00	4,711,499.00	38,552.00
LPAKB	7	6.20	0.80	5,831,475.00	5,873,376.00	52,542.52
KPJ1	7	6.20	0.80	16,524,783.00	16,680,671.00	195,478.60
PP	7	6.20	0.80	11,818,744.00	12,007,821.00	237,096.56
LLAAW	7	6.20	0.80	52,486,891.00	52,766,536.00	350,665.95
BMS30	14	12.41	1.59	175,537,163.00	176,369,017.00	521,559.25
BTU32	21	18.61	2.39	239,814,907.00	242,058,026.00	937,600.01

Tabel 4. 17 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai *Cost Slope* terkecil hingga terbesar untuk waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		<i>Slope</i>
	Normal	<i>Crash</i>	Selisih	Normal	<i>Crash</i>	
LP AE	7	5.57	1.43	265,047.00	269,710.00	3,256.70
GB	14	11.14	2.86	793,000.00	821,024.00	9,786.16
PBT	14	11.14	2.86	2,436,979.00	2,477,666.00	14,208.16
PNJ	7	5.57	1.43	467,652.00	504,888.00	26,006.10
PB	7	5.57	1.43	444,045.00	483,965.00	27,880.63
PBM	14	11.14	2.86	3,713,820.00	3,795,086.00	28,378.60
TPSG	14	11.14	2.86	3,338,750.00	3,464,394.00	43,875.68
PJ	7	5.57	1.43	4,680,755.00	4,758,849.00	54,541.84
LPAKB	7	5.57	1.43	5,831,475.00	5,910,676.00	55,314.98
MJT	7	5.57	1.43	11,716,170.00	11,828,348.00	78,346.54
KPJ1	7	5.57	1.43	16,524,783.00	16,884,136.00	250,976.70
PP	7	5.57	1.43	11,818,744.00	12,268,160.00	313,877.84
LLAAW	7	5.57	1.43	52,486,891.00	52,995,960.00	355,540.25
BMS30	14	11.14	2.86	175,537,163.00	177,224,929.00	589,378.60
BTU32	21	16.70	4.30	239,814,907.00	245,526,973.00	1,329,793.14

Tabel 4. 18 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai *Cost Slope* terkecil hingga terbesar untuk waktu lembur 3 jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		<i>Slope</i>
	Normal	<i>Crash</i>	Selisih	Normal	<i>Crash</i>	
LP AE	7	5.05	1.95	265,047.00	271,965.00	3,550.51
GB	14	10.10	3.90	793,000.00	832,787.00	10,209.89
PBT	14	10.10	3.90	2,436,979.00	2,497,754.00	15,595.70
PNJ	7	5.05	1.95	467,652.00	523,273.00	28,546.23
PB	7	5.05	1.95	444,045.00	502,922.00	30,217.30
PBM	14	10.10	3.90	3,713,820.00	3,834,750.00	31,032.30
TPSG	14	10.10	3.90	3,338,750.00	3,526,536.00	48,188.47
PJ	7	5.05	1.95	4,680,755.00	4,797,488.00	59,910.59
LPAKB	7	5.05	1.95	5,831,475.00	5,953,023.00	62,381.78
MJT	7	5.05	1.95	11,716,170.00	11,907,739.00	98,318.48
KPJ1	7	5.05	1.95	16,524,783.00	17,049,625.00	269,363.35
PP	7	5.05	1.95	11,818,744.00	12,480,284.00	339,520.53
LLAAW	7	5.05	1.95	52,486,891.00	53,219,472.00	375,980.72
BMS30	14	10.10	3.90	175,537,163.00	177,921,870.00	611,948.62
BTU32	21	15.15	5.85	239,814,907.00	248,350,767.00	1,460,279.40

Berdasarkan nilai *cost slope* terkecil sampai terbesar, didapatkan juga selisih biaya terkecil sampai terbesar antara biaya normal dengan biaya percepatan. Selisih biaya terkecil sampai terbesar terdapat dalam Tabel 4.21, Tabel 4.22, dan Tabel 4.23 sebagai berikut :

Tabel 4. 19 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai *cost variance* terkecil untuk nilai selisih biaya terhadap waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		<i>Cost Variance</i>
	Normal	<i>Crash</i>	Selisih	Normal	<i>Crash</i>	
LP AE	7	6.20	0.80	265,047.00	267,818.00	2,771.00
GB	14	12.41	1.59	793,000.00	806,662.00	13,662.00
PNJ	7	6.20	0.80	467,652.00	482,302.00	14,650.00
MJT	7	6.20	0.80	11,716,170.00	11,730,919.00	14,749.00
PB	7	6.20	0.80	444,045.00	460,721.00	16,676.00
PBT	14	12.41	1.59	2,436,979.00	2,453,788.00	16,809.00
PBM	14	12.41	1.59	3,713,820.00	3,741,239.00	27,419.00
PJ	7	6.20	0.80	4,680,755.00	4,711,499.00	30,744.00
LPAKB	7	6.20	0.80	5,831,475.00	5,873,376.00	41,901.00
TPSG	14	12.41	1.59	3,338,750.00	3,388,193.00	49,443.00
KPJ1	7	6.20	0.80	16,524,783.00	16,680,671.00	155,888.00
PP	7	6.20	0.80	11,818,744.00	12,007,821.00	189,077.00
LLAAW	7	6.20	0.80	52,486,891.00	52,766,536.00	279,645.00
BMS30	14	12.41	1.59	175,537,163.00	176,369,017.00	831,854.00
BTU32	21	18.61	2.39	239,814,907.00	242,058,026.00	2,243,119.00

Tabel 4. 20 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai *cost variance* terkecil untuk nilai selisih biaya terhadap waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		<i>Cost Variance</i>
	Normal	<i>Crash</i>	Selisih	Normal	<i>Crash</i>	
LP AE	7	5.57	1.43	265,047.00	269,710.00	4,663.00
GB	14	11.14	2.86	793,000.00	821,024.00	28,024.00
PBT	14	11.14	2.86	2,436,979.00	2,477,666.00	40,687.00
PNJ	7	5.57	1.43	467,652.00	504,888.00	37,236.00
PB	7	5.57	1.43	444,045.00	483,965.00	39,920.00
PBM	14	11.14	2.86	3,713,820.00	3,795,086.00	81,266.00
TPSG	14	11.14	2.86	3,338,750.00	3,464,394.00	125,644.00
PJ	7	5.57	1.43	4,680,755.00	4,758,849.00	78,094.00
LPAKB	7	5.57	1.43	5,831,475.00	5,910,676.00	79,201.00
MJT	7	5.57	1.43	11,716,170.00	11,828,348.00	112,178.00
KPJ1	7	5.57	1.43	16,524,783.00	16,884,136.00	359,353.00
PP	7	5.57	1.43	11,818,744.00	12,268,160.00	449,416.00
LLAAW	7	5.57	1.43	52,486,891.00	52,995,960.00	509,069.00
BMS30	14	11.14	2.86	175,537,163.00	177,224,929.00	1,687,766.00
BTU32	21	16.70	4.30	239,814,907.00	245,526,973.00	5,712,066.00

Tabel 4. 21 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai *cost variance* terkecil untuk nilai selisih biaya terhadap waktu lembur 3 jam

Kode	Durasi (Hari)				Biaya (Rp)	Cost Variance
	Normal	Crash	Baseline	Selisih		
LP AE	7	5.05	7.00	1.95	265,047.00	6,918.00
GB	14	10.10	14.00	3.90	793,000.00	39,787.00
PNJ	7	5.05	7	1.95	467,652.00	55,621.00
PB	7	5.05	7	1.95	444,045.00	58,877.00
PBT	14	10.10	14	3.90	2,436,979.00	60,775.00
PJ	7	5.05	7	1.95	4,680,755.00	116,733.00
PBM	14	10.10	14.00	3.90	3,713,820.00	120,930.00
LPAKB	7	5.05	7.00	1.95	5,831,475.00	121,548.00
TPSG	14	10.10	14.00	3.90	3,338,750.00	187,786.00
MJT	7	5.05	7.00	1.95	11,716,170.00	191,569.00
KPJI	7	5.05	7.00	1.95	16,524,783.00	524,842.00
PP	7	5.05	7.00	1.95	11,818,744.00	661,540.00
LLAAW	7	5.05	7.00	1.95	52,486,891.00	732,581.00
BMS30	14	10.10	14.00	3.90	175,537,163.00	2,384,707.00
BTU32	21	15.15	21.00	5.85	239,814,907.00	8,535,860.00

1.3.7. Analisis Biaya Total Proyek

Yang dimaksud dari analisis biaya adalah analisis biaya tidak langsung, analisis biaya langsung, dan total biaya. Dalam menentukan analisis biaya-biaya tersebut, hal yang harus dilakukan ialah :

1) Menentukan biaya tidak langsung

Parameter yang digunakan untuk estimasi menentukan biaya tak langsung berdasarkan persamaan diatas adalah sebagai berikut :

- Semakin besar nilai proyek maka rasio biaya tak langsung semakin kecil
- Semakin lama durasi waktu pelaksanaan proyek rasio biaya tak 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 = *random error*

y = Prosentase biaya tak langsung

sehingga biaya tidak langsung dari proyek adalah sebagai berikut :

$$x1 = \text{Rp. } 4.594.661.732,00$$

$$x_2 = 210 \text{ hari}$$

$$\varepsilon = \text{random error}$$

$$y = -0,95 - 4.888(\ln(x_1 - 0,21) - \ln(x_2)) + \varepsilon$$

$$y = -0,95 - 4.888(\ln(4.594.661.732,00 - 0.21) - \ln(112)) + \varepsilon$$

$$y = 17,96 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya tidak langsung} &= y \times x_1 \\ &= 17,96 \% \times \text{Rp. } 4.594.661.732,00 \\ &= \text{Rp. } 825.276.958,09 \end{aligned}$$

Tabel 4. 22 Hasil perhitungan biaya tidak langsung untuk waktu lembur selama 1 jam

Kode	Durasi (hari)			Kumulatif	Biaya Tidak Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih		
				210	825,276,958.09
LP AE	6.20	7	0.80	209.20	822,142,994.96
GB	12.41	14	1.59	207.61	815,875,068.70
PBT	12.41	14	1.59	206.01	809,607,142.43
PBM	12.41	14	1.59	204.42	803,339,216.17
PNJ	6.20	7	0.80	203.62	800,205,253.04
MJT	6.20	7	0.80	202.82	797,071,289.90
PB	6.20	7	0.80	202.03	793,937,326.77
TPSG	12.41	14	1.59	200.43	787,669,400.51
PJ	6.20	7	0.80	199.63	784,535,437.38
LPAKB	6.20	7	0.80	198.84	781,401,474.24
KPJ1	6.20	7	0.80	198.04	778,267,511.11
PP	6.20	7	0.80	197.24	775,133,547.98
LLAAW	6.20	7	0.80	196.44	771,999,584.85
BMS30	12.41	14	1.59	194.85	765,731,658.58
BTU32	18.61	21	2.39	192.46	756,329,769.19

Tabel 4. 23 Hasil perhitungan biaya tidak langsung untuk waktu lembur selama 2 jam

Kode	Durasi (hari)			Kumulatif	Biaya Tidak
	Percepatan	Normal	Selisih		Langsung (Rp)
				210	825,276,958.09
LPAE	5.57	7	1.43	208.57	819,650,069.74
GB	11.14	14	2.86	205.70	808,396,293.04
PBT	11.14	14	2.86	202.84	797,142,516.34
PNJ	5.57	7	1.43	201.41	791,515,627.99
PB	5.57	7	1.43	199.98	785,888,739.64
PBM	11.14	14	2.86	197.11	774,634,962.94
TPSG	11.14	14	2.86	194.25	763,381,186.24
PJ	5.57	7	1.43	192.82	757,754,297.89
LPAKB	5.57	7	1.43	191.39	752,127,409.53
MJT	5.57	7	1.43	189.95	746,500,521.18
KPJ1	5.57	7	1.43	188.52	740,873,632.83
PP	5.57	7	1.43	187.09	735,246,744.48
LLAAW	5.57	7	1.43	185.66	729,619,856.13
BMS30	11.14	14	2.86	182.80	718,366,079.43
BTU32	16.70	21	4.30	178.50	701,485,414.38

Tabel 4. 24 Hasil perhitungan biaya tidak langsung untuk waktu lembur selama 3 jam

Kode	Durasi (hari)			Kumulatif	Biaya Tidak
	Percepatan	Normal	Selisih		Langsung (Rp)
				210	825,276,958.09
LPAE	5.05	7	1.9484536	208.05	817,619,749.20
GB	10.10	14	3.8969072	204.15	802,305,331.42
PBT	10.10	14	3.8969072	200.26	786,990,913.65
PNJ	5.05	7	1.9484536	198.31	779,333,704.76
PB	5.05	7	1.9484536	196.36	771,676,495.87
PBM	10.10	14	3.8969072	192.46	756,362,078.09
TPSG	10.10	14	3.8969072	188.57	741,047,660.31
PJ	5.05	7	1.9484536	186.62	733,390,451.42
LPAKB	5.05	7	1.9484536	184.67	725,733,242.53
MJT	5.05	7	1.9484536	182.72	718,076,033.64
KPJ1	5.05	7	1.9484536	180.77	710,418,824.75
PP	5.05	7	1.9484536	178.82	702,761,615.86
LLAAW	5.05	7	1.9484536	176.88	695,104,406.97
BMS30	10.10	14	3.8969072	172.98	679,789,989.19
BTU32	15.15	21	5.8453608	167.13	656,818,362.52

Berdasarkan tabel diatas, untuk mencari biaya tidak langsung selanjutnya adalah dengan cara sebagai berikut :

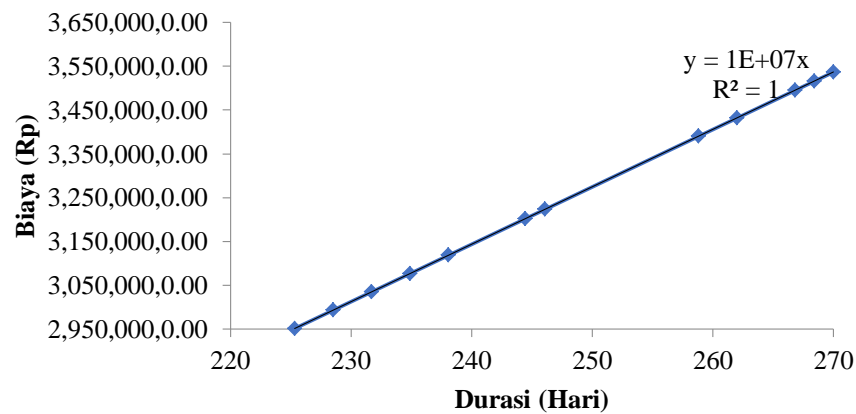
Biaya tidak langsung akibat percepatan (Kode LPAKB) :

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= (\text{Rp. } 784.535.437,38 / 199,63) \times 198,84 \\ &= \text{Rp } 781.401.474,24 \end{aligned}$$

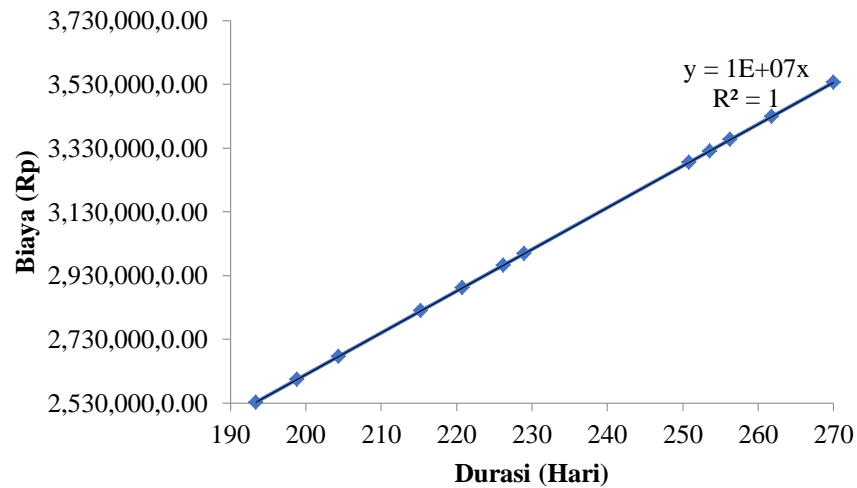
$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= (\text{Rp. } 757.754.297,89 / 192,82) \times 191,39 \\ &= \text{Rp } 752.127.409,53 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= (\text{Rp. } 733.390.451,42 / 186,62) \times 184,67 \\ &= \text{Rp } 725.733.242,53 \end{aligned}$$

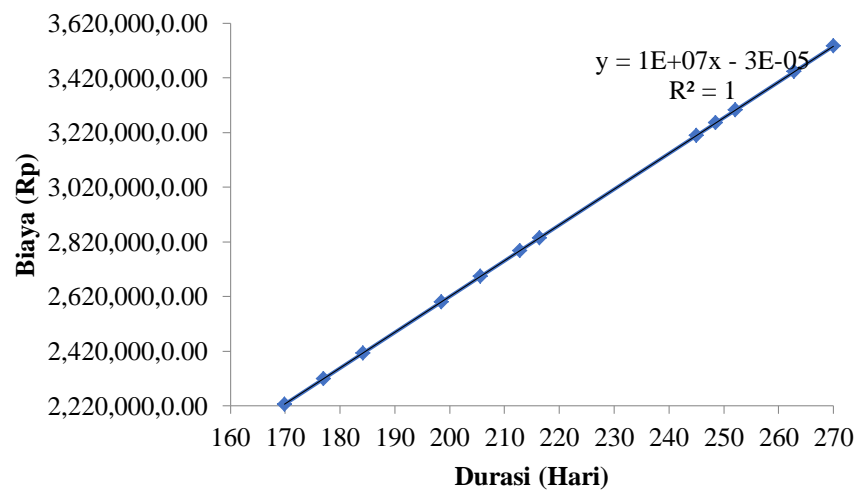
Data hasil analisis biaya tidak langsung proyek terhadap penambahan jam lembur diatas dapat disajikan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada *Gambar 4.1 - 4.3*.



Gambar 4. 1 Biaya tidak langsung akibat penambahan jam lembur 1 jam



Gambar 4. 2 Biaya tidak langsung akibat penambahan jam lembur 2 jam



Gambar 4. 3 Biaya tidak langsung akibat penambahan jam lembur 3 jam

2) Menentukan biaya langsung

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

Biaya langsung = Nilai total proyek – biaya tidak langsung
 sehingga nilai dari biaya langsung pada proyek adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya langsung} &= \text{Rp. 4.594.661.732,00} - \text{Rp. 825.276.958,09} \\ &= \text{Rp. 3.769.384.773,91} \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel 4.27, tabel 4.28, dan tabel 4.29 untuk mencari biaya langsung akibat percepatan (Kode LPAKB) selanjutnya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= \text{Biaya langsung} + \text{selisih biaya} \\ &= \text{Rp. 3.769.571.696,91} + \text{Rp. 41.901,00} \\ &= \text{Rp. 3.769.613.597,91} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= \text{Biaya langsung} + \text{selisih biaya} \\ &= \text{Rp. 3.769.820.307,91} + \text{Rp 79.201,00} \\ &= \text{Rp. 3.769.899.508,91} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= \text{Biaya langsung} + \text{selisih biaya} \\ &= \text{Rp. 3.770.032.200,91} + \text{Rp 121.548,00} \\ &= \text{Rp. 3.770.153.748,91} \end{aligned}$$

Tabel 4. 25 Hasil perhitungan biaya langsung untuk waktu lembur selama 1 jam

Kode	Kumulatif Durasi (Hari)	Cost Variance (Rp)	Biaya Langsung (Rp)
	210		3,769,384,773.91
LPAE	209.20	6,918.00	3,769,387,544.91
GB	207.61	39,787.00	3,769,401,206.91
PBT	206.01	60,775.00	3,769,418,015.91
PBM	204.42	55,621.00	3,769,445,434.91
PNJ	203.62	58,877.00	3,769,460,084.91
MJT	202.82	120,930.00	3,769,474,833.91
PB	202.03	187,786.00	3,769,491,509.91
TPSG	200.43	116,733.00	3,769,540,952.91
PJ	199.63	121,548.00	3,769,571,696.91
LPAKB	198.84	191,569.00	3,769,613,597.91
KPJ1	198.04	524,842.00	3,769,769,485.91
PP	197.24	661,540.00	3,769,958,562.91
LLAAW	196.44	732,581.00	3,770,238,207.91
BMS30	194.85	2,384,707.00	3,771,070,061.91
BTU32	192.46	8,535,860.00	3,773,313,180.91

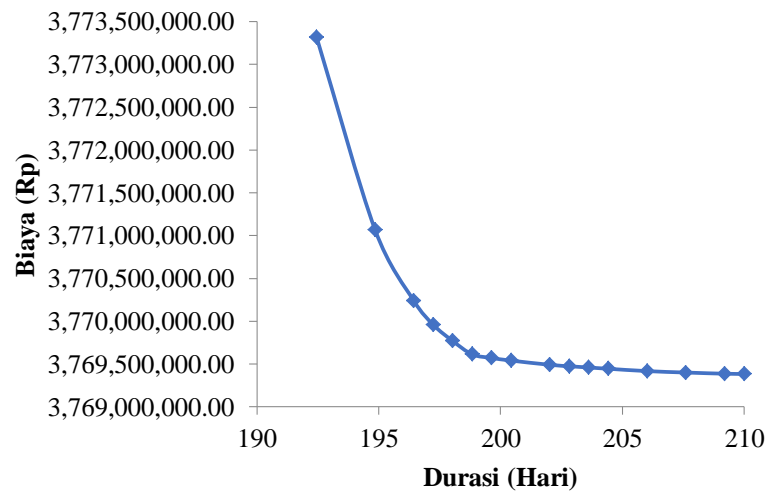
Tabel 4. 26 Hasil perhitungan biaya langsung untuk waktu lembur selama 2 jam

Kode	Kumulatif Durasi (Hari)	Cost Variance (Rp)	Biaya Langsung (Rp)
	210		3,769,384,773.91
LP AE	208.57	4,663.00	3,769,389,436.91
GB	205.70	28,024.00	3,769,417,460.91
PBT	202.84	37,236.00	3,769,458,147.91
PNJ	201.41	39,920.00	3,769,495,383.91
PB	199.98	40,687.00	3,769,535,303.91
PBM	197.11	78,094.00	3,769,616,569.91
TPSG	194.25	79,201.00	3,769,742,213.91
PJ	192.82	81,266.00	3,769,820,307.91
LPAKB	191.39	112,178.00	3,769,899,508.91
MJT	189.95	125,644.00	3,770,011,686.91
KPJ1	188.52	359,353.00	3,770,371,039.91
PP	187.09	449,416.00	3,770,820,455.91
LLAAW	185.66	509,069.00	3,771,329,524.91
BMS30	182.80	1,687,766.00	3,773,017,290.91
BTU32	178.50	5,712,066.00	3,778,729,356.91

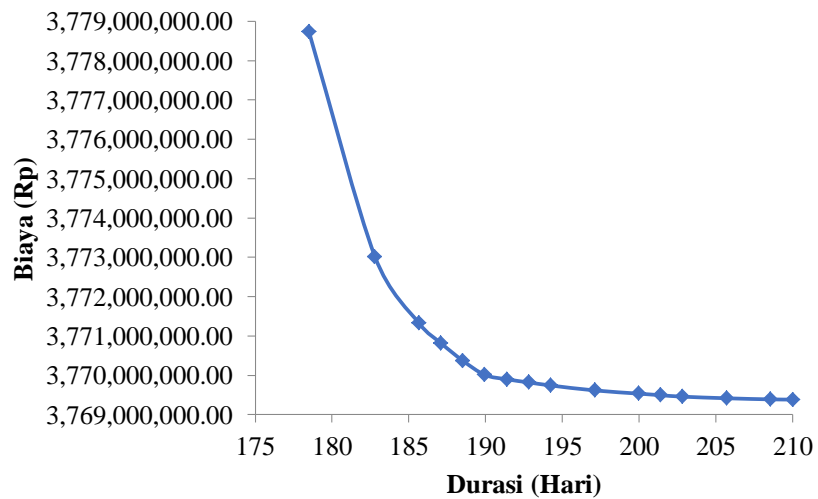
Tabel 4. 27 Hasil perhitungan biaya langsung untuk waktu lembur selama 3 jam

Kode	Kumulatif Durasi (Hari)	Cost Variance (Rp)	Biaya Langsung (Rp)
	210		3,769,384,773.91
LP AE	208.05	6918.00	3,769,391,691.91
GB	204.15	39787.00	3,769,431,478.91
PBT	200.26	60775.00	3,769,492,253.91
PNJ	198.31	55621.00	3,769,547,874.91
PB	196.36	58877.00	3,769,606,751.91
PBM	192.46	120930.00	3,769,727,681.91
TPSG	188.57	187786.00	3,769,915,467.91
PJ	186.62	116733.00	3,770,032,200.91
LPAKB	184.67	121548.00	3,770,153,748.91
MJT	182.72	191569.00	3,770,345,317.91
KPJ1	180.77	524842.00	3,770,870,159.91
PP	178.82	661540.00	3,771,531,699.91
LLAAW	176.88	732581.00	3,772,264,280.91
BMS30	172.98	2384707.00	3,774,648,987.91
BTU32	167.13	8535860.00	3,783,184,847.91

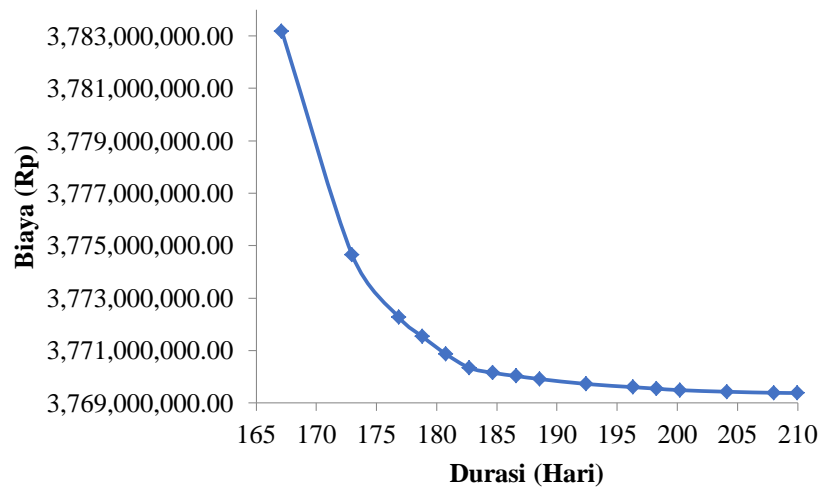
Data hasil analisis biaya langsung proyek terhadap penambahan jam lembur diatas dapat disajikan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada *Gambar 4.4 - 4.6*.



Gambar 4. 4 Biaya langsung akibat penambahan jam lembur 1 jam



Gambar 4. 5 Biaya langsung akibat penambahan jam lembur 2 jam



Gambar 4. 6 Biaya langsung akibat penambahan jam lembur 3 jam

3) Menentukan total biaya

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

Total biaya = biaya langsung + biaya tidak langsung

sehingga nilai dari total biaya pada proyek adalah

Total biaya = Rp 3.769.384.773,91 + Rp 825.276.958,09
= **Rp. 4.594.661.732,00**

Tabel 4. 28 Hasil perhitungan total biaya untuk waktu lembur selama 1 jam

Kode	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
	825,276,958.09	3,769,384,773.91	4,594,661,732.00
LP AE	822,142,994.96	3,769,387,544.91	4,591,530,539.87
GB	815,875,068.70	3,769,401,206.91	4,585,276,275.60
PBT	809,607,142.43	3,769,418,015.91	4,579,025,158.34
PBM	803,339,216.17	3,769,445,434.91	4,572,784,651.08
PNJ	800,205,253.04	3,769,460,084.91	4,569,665,337.94
MJT	797,071,289.90	3,769,474,833.91	4,566,546,123.81
PB	793,937,326.77	3,769,491,509.91	4,563,428,836.68
TPSG	787,669,400.51	3,769,540,952.91	4,557,210,353.42
PJ	784,535,437.38	3,769,571,696.91	4,554,107,134.28
LPAKB	781,401,474.24	3,769,613,597.91	4,551,015,072.15
KPJ1	778,267,511.11	3,769,769,485.91	4,548,036,997.02
PP	775,133,547.98	3,769,958,562.91	4,545,092,110.89
LLAAW	771,999,584.85	3,770,238,207.91	4,542,237,792.76
BMS30	765,731,658.58	3,771,070,061.91	4,536,801,720.49
BTU32	756,329,769.19	3,773,313,180.91	4,529,642,950.10

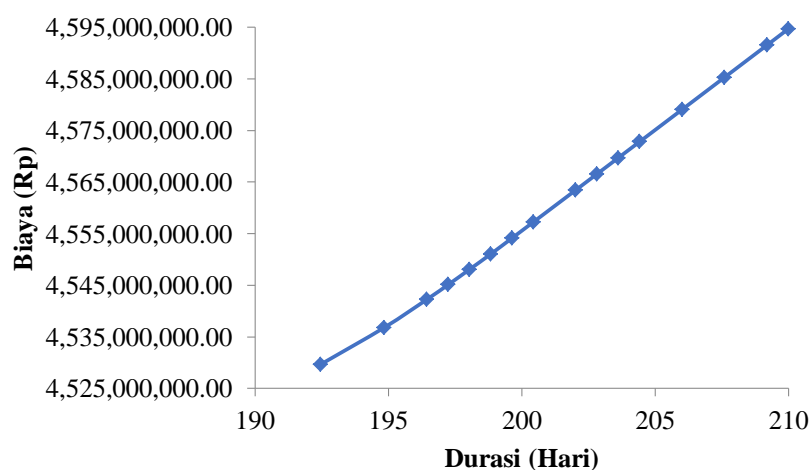
Tabel 4. 29 Hasil perhitungan total biaya untuk waktu lembur selama 2 jam

Kode	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
	825,276,958.09	3,769,384,773.91	4,594,661,732.00
LP AE	819,650,069.74	3,769,387,544.91	4,589,037,614.65
GB	808,396,293.04	3,769,401,206.91	4,577,797,499.95
PBT	797,142,516.34	3,769,418,015.91	4,566,560,532.25
PNJ	791,515,627.99	3,769,445,434.91	4,560,961,062.90
PB	785,888,739.64	3,769,460,084.91	4,555,348,824.55
PBM	774,634,962.94	3,769,474,833.91	4,544,109,796.84
TPSG	763,381,186.24	3,769,491,509.91	4,532,872,696.14
PJ	757,754,297.89	3,769,540,952.91	4,527,295,250.79
LPAKB	752,127,409.53	3,769,571,696.91	4,521,699,106.44
MJT	746,500,521.18	3,769,613,597.91	4,516,114,119.09
KPJ1	740,873,632.83	3,769,769,485.91	4,510,643,118.74
PP	735,246,744.48	3,769,958,562.91	4,505,205,307.39
LLAAW	729,619,856.13	3,770,238,207.91	4,499,858,064.04
BMS30	718,366,079.43	3,771,070,061.91	4,489,436,141.34
BTU32	701,485,414.38	3,773,313,180.91	4,474,798,595.29

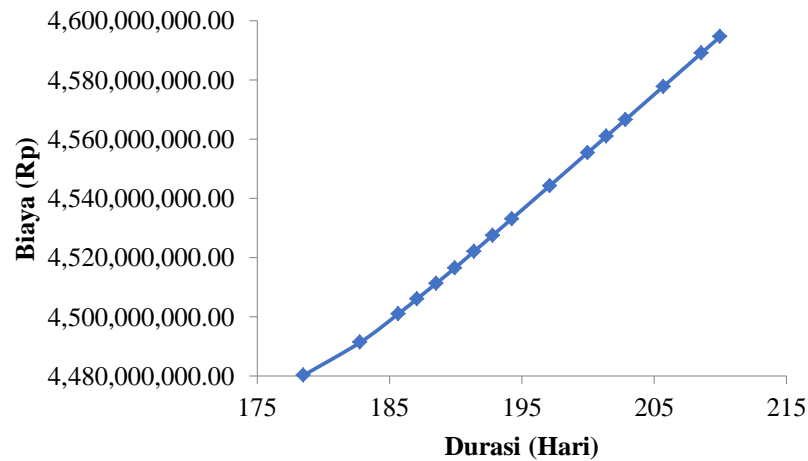
Tabel 4. 30 Hasil perhitungan total biaya untuk waktu lembur selama 3 jam

Kode	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
	825,276,958.09	3,769,384,773.91	4,594,661,732.00
LPAE	817,619,749.20	3,769,387,544.91	4,587,007,294.11
GB	802,305,331.42	3,769,401,206.91	4,571,706,538.33
PBT	786,990,913.65	3,769,418,015.91	4,556,408,929.55
PNJ	779,333,704.76	3,769,445,434.91	4,548,779,139.66
PB	771,676,495.87	3,769,460,084.91	4,541,136,580.77
PBM	756,362,078.09	3,769,474,833.91	4,525,836,911.99
TPSG	741,047,660.31	3,769,491,509.91	4,510,539,170.22
PJ	733,390,451.42	3,769,540,952.91	4,502,931,404.33
LPAKB	725,733,242.53	3,769,571,696.91	4,495,304,939.44
MJT	718,076,033.64	3,769,613,597.91	4,487,689,631.55
KPJ1	710,418,824.75	3,769,769,485.91	4,480,188,310.66
PP	702,761,615.86	3,769,958,562.91	4,472,720,178.77
LLAAW	695,104,406.97	3,770,238,207.91	4,465,342,614.88
BMS30	679,789,989.19	3,771,070,061.91	4,450,860,051.10
BTU32	656,818,362.52	3,773,313,180.91	4,430,131,543.43

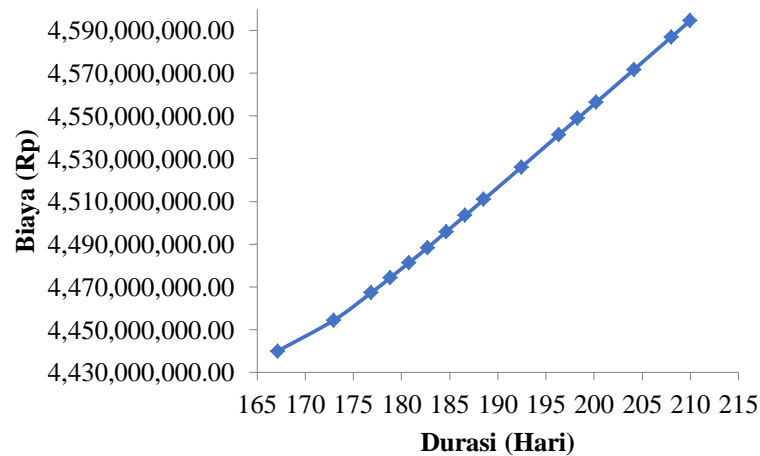
Data hasil analisis total biaya proyek terhadap penambahan jam lembur diatas dapat disajikan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada *Gambar 4.7 - 4.9*.



Gambar 4. 7 Total biaya akibat penambahan jam lembur 1 jam



Gambar 4. 8 Total biaya akibat penambahan jam lembur 2 jam



Gambar 4. 9 Total biaya akibat penambahan jam lembur 3 jam

1.3.8. Efisiensi waktu dan biaya proyek

Berdasarkan analisis durasi percepatan dan biaya total proyek dapat dihitung efisiensi waktu dan biaya dari proyek tersebut.

1. Perhitungan analisis efisiensi waktu dan biaya proyek pada masing-masing jam lembur dengan item Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas B (LPAKB), sebagai berikut :

1) Lembur 1 jam

Efisiensi waktu :

$$Et = \left(\frac{210 - 198,84}{210} \right) \times 100\%$$

$$Et = 5,32 \%$$

Efisiensi biaya :

$$Ec = \left(\frac{\text{Rp } 4.594.661.732,00 - \text{Rp } 4.551.015.072,15}{\text{Rp } 4.594.661.732,00} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 0,95 \%$$

2) Lembur 2 jam

Efisiensi waktu :

$$Et = \left(\frac{210 - 191,39}{210} \right) \times 100\%$$

$$Et = 8,86 \%$$

Efisiensi biaya :

$$Ec = \left(\frac{\text{Rp } 4.594.661.732,00 - \text{Rp } 4.522.026.918,44}{\text{Rp } 4.594.661.732,00} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 1,58 \%$$

3) Lembur 3 jam

Efisiensi waktu :

$$Et = \left(\frac{210 - 184,67}{210} \right) \times 100\%$$

$$Et = 12,06 \%$$

Efisiensi biaya :

$$Ec = \left(\frac{\text{Rp } 4.594.661.732,00 - \text{Rp } 4.495.886.991,44}{\text{Rp } 4.594.661.732,00} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 2,15 \%$$

Hasil perhitungan efisiensi waktu dan biaya secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 4.33, tabel 4.34, dan tabel 4.35 sebagai berikut :

Tabel 4. 31 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (hari) Kumulatif	Biaya Total (Rp)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
	210	4,594,661,732.00		
LP AE	209.20	4,591,530,539.87	0.38	0.07
GB	207.61	4,585,276,275.60	1.14	0.20
PBT	206.01	4,579,025,158.34	1.90	0.34
PBM	204.42	4,572,784,651.08	2.66	0.48
PNJ	203.62	4,569,665,337.94	3.04	0.54
MJT	202.82	4,566,546,123.81	3.42	0.61
PB	202.03	4,563,428,836.68	3.80	0.68
TPSG	200.43	4,557,210,353.42	4.56	0.82
PJ	199.63	4,554,107,134.28	4.94	0.88
LPAKB	198.84	4,551,015,072.15	5.32	0.95
KPJ1	198.04	4,548,036,997.02	5.70	1.01
PP	197.24	4,545,092,110.89	6.08	1.08
LLAAW	196.44	4,542,237,792.76	6.46	1.14
BMS30	194.85	4,536,801,720.49	7.22	1.26
BTU32	192.46	4,529,642,950.10	8.35	1.42

Tabel 4. 32 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi (hari) Kumulatif	Biaya Total (Rp)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
	210	4,594,661,732.00		
LP AE	208.57	4,589,039,506.65	0.68	0.12
GB	205.70	4,577,813,753.95	2.05	0.37
PBT	202.84	4,566,600,664.25	3.41	0.61
PNJ	201.41	4,561,011,011.90	4.09	0.73
PB	199.98	4,555,424,043.55	4.77	0.85
PBM	197.11	4,544,251,532.84	6.14	1.10
TPSG	194.25	4,533,123,400.14	7.50	1.34
PJ	192.82	4,527,574,605.79	8.18	1.46
LPAKB	191.39	4,522,026,918.44	8.86	1.58
MJT	189.95	4,516,512,208.09	9.55	1.70
KPJ1	188.52	4,511,244,672.74	10.23	1.82
PP	187.09	4,506,067,200.39	10.91	1.93
LLAAW	185.66	4,500,949,381.04	11.59	2.04
BMS30	182.80	4,491,383,370.34	12.95	2.25
BTU32	178.50	4,480,214,771.29	15.00	2.49

Tabel 4. 33 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 3 jam

Kode	Durasi (hari) Kumulatif	Biaya Total (Rp)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
	210	4,594,661,732.00	0.00	0.00
LPAE	208.05	4,587,011,441.11	0.93	0.17
GB	204.15	4,571,736,810.33	2.78	0.50
PBT	200.26	4,556,483,167.55	4.64	0.83
PNJ	198.31	4,548,881,579.66	5.57	1.00
PB	196.36	4,541,283,247.77	6.49	1.16
PBM	192.46	4,526,089,759.99	8.35	1.49
TPSG	188.57	4,510,963,128.22	10.21	1.82
PJ	186.62	4,503,422,652.33	11.13	1.99
LPAKB	184.67	4,495,886,991.44	12.06	2.15
MJT	182.72	4,488,421,351.55	12.99	2.31
KPJ1	180.77	4,481,288,984.66	13.92	2.47
PP	178.82	4,474,293,315.77	14.85	2.62
LLAAW	176.88	4,467,368,687.88	15.77	2.77
BMS30	172.98	4,454,438,977.10	17.63	3.05
BTU32	167.13	4,440,003,210.43	20.41	3.37

2. Penambahan Alat Berat

Dalam penambahan jumlah alat berat yang perlu kita diperhatikan adalah pada saat ada ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak atau cukup lapang, karena penambahan alat berat pada suatu aktivitas dipekerjaan tidak boleh mengganggu pemakaian alat berat untuk aktivitas pekerjaan yang lainnya yang sedang berjalan pada saat waktu yang sama. Dalam hal ini, penambahan alat berat dilakukan secara matematis bukan secara fisik dari suatu 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.

a. Analisis kebutuhan alat berat dan tenaga kerja

Salah satu contoh perhitungan untuk analisis kebutuhan alat berat dan tenaga kerja adalah sebagai berikut :

Nama pekerjaan : Lapis Pondasi Agregat Kelas B

Durasi pekerjaan : 7 Hari \approx 168 jam
 Jam kerja : 7 jam/hari
 Volume Pekerjaan: 17,00 m³

Tabel 4. 34 Perhitungan kebutuhan alat dan tenaga kerja

KOMPONEN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH	JUMLAH (perhari)	JUMLAH (perjam)	TOTAL HARGA (Rp.)
1	2	3	5 = 3 x 4	5 = 2 x Vol	6 = 5 / Durasi	7 = 6 / 7 jam	8 = 4 x vol
<u>TENAGA</u>							
Pekerja	0.05947	8,571.43	509.71	1.01	0.14	0.021	8,665.12
Mandor	0.00850	10,357.14	87.99	0.14	0.02	0.003	1,495.77
<u>BAHAN</u>							
Aggregat B	1.25861	160,000.00	201,377.48	21.40	3.06	0.437	3,423,417.22
<u>PERALATAN</u>							
Wheel Loader	0.00850	315,000.00	2,675.99	0.14	0.02	0.003	45,491.90
Dump Truck	0.52038	250,000.00	130,094.27	8.85	1.26	0.181	2,211,602.56
Motor Grader	0.00426	400,000.00	1,703.78	0.07	0.01	0.001	28,964.34
Tandem Roller	0.00535	450,000.00	2,409.64	0.09	0.01	0.002	40,963.86
Water Tanker	0.01406	225,000.00	3,162.65	0.24	0.03	0.005	53,765.06
Alat Bantu	1.00000	1,000.00	1,000.00	17.00	2.43	0.347	17,000.00
TOTAL			343,021.52				5,831,365.826

Keterangan:

Kolom 2 : Nilai koefisien didapat dari perhitungan analisis harga satuan pekerjaan.

Kolom 3 : Harga satuan didapat dari daftar harga satuan pekerjaan (tenaga kerja dan analisa biaya alat)

Kolom 4 : Hasil perkalian koefisien dan harga satuan.

Kolom 5 : Hasil Perkalian koefisien dengan volume pekerjaan.

Kolom 6 : Kolom 5 dibagi dengan durasi.

Kolom 7 : Kolom 6 dibagi dengan durasi jam pekerjaan perhari.

Kolom 8 : Jumlah harga satuan dikali volume pekerjaan.

b. Durasi Percepatan Akibat Waktu Lembur

Untuk durasi percepatan akibat waktu lembur ini dapat digunakan untuk perhitungan penambahan alat berat dan tenaga kerja. Durasi percepatan menjadi hal yang penting dalam penambahan alat berat dan tenaga kerja, artinya dengan durasi percepatan tersebut ada berapa jumlah alat berat dan tenaga kerja setiap hari yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap jenis

pekerjaan tersebut. Contoh durasi percepatan yang akan digunakan untuk perhitungan penambahan alat berat dan tenaga kerja adalah sebagai berikut :

Nama pekerjaan : Lapis Pondasi Agregat Kelas B

1. Durasi akibat lembur 1 jam, yaitu 6,20 hari
2. Durasi akibat lembur 2 jam, yaitu 5,57 hari
3. Durasi akibat lembur 3 jam, yaitu 5,05 hari

c. 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 : Lapis Pondasi Agregat Kelas B

Volume pekerjaan : 17,00 m³

Durasi Percepatan :

Lembur 1 jam, yaitu 6,20 hari

Lembur 2 jam, yaitu 5,57 hari

Lembur 3 jam, yaitu 5,05 hari

Kebutuhan alat :

Kebutuhan *resource* (kr) :

Pekerja	= 0,021	orang/jam
Mandor	= 0,003	orang/jam
Agregat B	= 21,40	m ³
<i>Wheel Loader</i>	= 0,003	unit/jam
<i>Dump Truk</i>	= 0,181	unit/jam
<i>Motor Grader</i>	= 0,001	unit/jam
<i>Tandem Roller</i>	= 0,002	unit/jam
<i>Water Tanker</i>	= 0,005	unit/jam
Alat Bantu 1	= 17	Ls

Penambahan alat dan tenaga kerja :

Lembur 1 jam

$$\begin{aligned}
 \text{Wheel Loader} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan} \\
 &= (7 \times 0,003) / 6,20 \\
 &= 0,003 \text{ unit/jam} \approx 0,024 \text{ unit/hari}
 \end{aligned}$$

<i>Dump Truk</i>	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (7 \times 0,181) / 6,20$ $= 0,204 \text{ unit/jam} \approx 1,427 \text{ unit/hari}$
<i>Motor Grader</i>	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (7 \times 0,001) / 6,20$ $= 0,002 \text{ unit/jam} \approx 0,012 \text{ unit/hari}$
<i>Tandem Roller</i>	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (7 \times 0,002) / 6,20$ $= 0,002 \text{ unit/jam} \approx 0,015 \text{ unit/hari}$
<i>Water Tanker</i>	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (7 \times 0,005) / 6,20$ $= 0,006 \text{ unit/jam} \approx 0,039 \text{ unit/hari}$
Pekerja	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (7 \times 0,021) / 6,20$ $= 0,023 \text{ unit/jam} \approx 0,163 \text{ unit/hari}$
Mandor	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (7 \times 0,003) / 6,20$ $= 0,003 \text{ unit/jam} \approx 0,024 \text{ unit/hari}$
Lembur 2 jam	
<i>Wheel Loader</i>	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (7 \times 0,003) / 5,57$ $= 0,004 \text{ unit/jam} \approx 0,027 \text{ unit/hari}$
<i>Dump Truk</i>	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (7 \times 0,181) / 5,57$ $= 0,227 \text{ unit/jam} \approx 1,589 \text{ unit/hari}$
<i>Motor Grader</i>	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (7 \times 0,001) / 5,57$ $= 0,002 \text{ unit/jam} \approx 0,013 \text{ unit/hari}$
<i>Tandem Roller</i>	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (7 \times 0,002) / 5,57$

	$= 0,002 \text{ unit/jam} \approx 0,017 \text{ unit/hari}$
<i>Water Tanker</i>	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (7 \times 0,005) / 5,57$ $= 0,006 \text{ unit/jam} \approx 0,043 \text{ unit/hari}$
Pekerja	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (7 \times 0,021) / 5,57$ $= 0,026 \text{ unit/jam} \approx 0,182 \text{ unit/hari}$
Mandor	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (7 \times 0,003) / 5,57$ $= 0,004 \text{ unit/jam} \approx 0,027 \text{ unit/hari}$
Lembur 3 jam	
<i>Wheel Loader</i>	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (7 \times 0,003) / 5,05$ $= 0,004 \text{ unit/jam} \approx 0,029 \text{ unit/hari}$
<i>Dump Truk</i>	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (7 \times 0,181) / 5,05$ $= 0,250 \text{ unit/jam} \approx 1,751 \text{ unit/hari}$
<i>Motor Grader</i>	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (7 \times 0,001) / 5,05$ $= 0,002 \text{ unit/jam} \approx 0,015 \text{ unit/hari}$
<i>Tandem Roller</i>	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (7 \times 0,002) / 5,05$ $= 0,003 \text{ unit/jam} \approx 0,018 \text{ unit/hari}$
<i>Water Tanker</i>	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (7 \times 0,005) / 5,05$ $= 0,007 \text{ unit/jam} \approx 0,048 \text{ unit/hari}$
Pekerja	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (7 \times 0,021) / 5,05$ $= 0,029 \text{ unit/jam} \approx 0,200 \text{ unit/hari}$
Mandor	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$

$$= (7 \times 0,003) / 5,05$$

$$= 0,004 \text{ unit/jam} \approx 0,029 \text{ unit/hari}$$

Untuk hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja dari semua jenis pekerjaan dapat dilihat pada *Tabel 4.37* sampai dengan *Tabel 4.48* adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 35 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada pekerjaan pasangan batu dengan mortar (permukaan diplester + aci)

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Conc. Mixer	0.03	0.032	0.036	0.040
Pekerja	0.29	0.324	0.361	0.398
Tukang	0.09	0.097	0.108	0.119
Mandor	0.03	0.032	0.036	0.040

Tabel 4. 36 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada pekerjaan galian biasa (kedalaman 0 – 2 m)

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Excavator	0.00162	0.0019	0.0021	0.0023
Dump Truck	0.02831	0.032	0.0356	0.0393
Pekerja	0.00648	0.0074	0.0082	0.009
Mandor	0.00162	0.0019	0.0021	0.0023

Tabel 4. 37 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada pekerjaan timbunan pilihan dari sumber galian

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	0.59	0.672	0.748	0.825
Mandor	0.15	0.168	0.187	0.206

Tabel 4. 38 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada pekerjaan lapis pondasi agregat kelas B

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Wheel Loader	0.003	0.003	0.003	0.004
Dump Truck	0.159	0.180	0.200	0.221
Motor Grader	0.001	0.002	0.002	0.002
Tandem Roller	0.004	0.005	0.005	0.006
Water Tanker	0.004	0.005	0.006	0.006
Pekerja	0.018	0.021	0.023	0.025
Mandor	0.003	0.003	0.003	0.004

Tabel 4. 39 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada pekerjaan lapis perekat aspal emulsi

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Asphalt Distributor	0.0002	0.0002	0.000	0.000
Compressor	0.0002	0.0002	0.000	0.000
Asphalt Liquid Mixer	0.0184	0.0208	0.023	0.026
Pekerja	0.0015	0.0018	0.002	0.002
Mandor	0.0003	0.0004	0.000	0.001

Tabel 4. 40 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada pekerjaan laston lapis aus (AC – WC)

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Wheel Loader	0.009	0.010	0.011	0.012
AMP	0.018	0.021	0.023	0.026
Genset	0.018	0.021	0.023	0.026
Dump Truck	0.830	0.936	1.043	1.150
Asp. Finisher	0.013	0.014	0.016	0.018
Tandem Roller	0.012	0.014	0.016	0.017
P. Tyre Roller	0.005	0.006	0.007	0.007
Pekerja	0.184	0.208	0.232	0.256
Mandor	0.018	0.021	0.023	0.026

Tabel 4. 41 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada pekerjaan beton mutu sedang $f_c'30$ MPa lantai jembatan

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pan. Mixer	0.15	0.172	0.192	0.212
Truk Mixer	0.62	0.701	0.781	0.861
Water Tanker	0.06	0.066	0.073	0.080
Pekerja	1.22	1.378	1.535	1.692
Tukang	0.76	0.861	0.960	1.058
Mandor	0.15	0.172	0.192	0.212

Tabel 4. 42 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada pekerjaan baja tulangan U 32 ulir

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	13.243	14.946	16.648	18.351
Tukang	4.414	4.982	5.549	6.117
Mandor	4.414	4.982	5.549	6.117

Tabel 4. 43 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada pekerjaan pasangan batu

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Conc. Mixer	0.0176	0.0199	0.0221	0.0244
Water Tanker	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Pekerja	0.1405	0.1586	0.1766	0.1947
Tukang	0.0351	0.0397	0.0442	0.0487
Mandor	0.0176	0.0199	0.0221	0.0244

Tabel 4. 44 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada pekerjaan papan nama jembatan

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	0.2857	0.3225	0.3592	0.3960
Mandor	0.1429	0.1613	0.1796	0.1980

Tabel 4. 45 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada pekerjaan pembongkaran beton

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Compressor	0.0080	0.0091	0.0101	0.0111
Jack Hammer	0.0080	0.0091	0.0101	0.0111
Wheel Loader	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003
Dump Truck	0.0053	0.0060	0.0067	0.0074
Pekerja	0.0480	0.0542	0.0604	0.0666
Mandor	0.0080	0.0091	0.0101	0.0111

Tabel 4. 46 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada pekerjaan marka jalan termoplastik

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Compressor	0.11	0.12	0.14	0.15
Dump Truck	0.11	0.12	0.14	0.15
Pekerja	0.88	1.00	1.11	1.22
Tukang	0.33	0.37	0.42	0.46
Mandor	0.11	0.12	0.14	0.15

Tabel 4. 47 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada pekerjaan patok pengarah

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Dump Truck	0.29	0.329	0.367	0.404
Pekerja	2.33	2.633	2.933	3.233
Tukang	1.17	1.317	1.467	1.617
Mandor	0.29	0.329	0.367	0.404

Tabel 4. 48 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada pekerjaan paku jalan

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	0.571	0.645	0.718	0.792
Tukang	0.229	0.258	0.287	0.317
Mandor	0.114	0.129	0.144	0.158

Tabel 4. 49 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada pekerjaan kerb pracetak jenis 1 (peninggi/mountable)

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Flat Bed Truck	0.19	0.211	0.235	0.259
Pekerja	1.87	2.105	2.345	2.585
Tukang	0.75	0.842	0.938	1.034
Mandor	0.19	0.211	0.235	0.259

d. Analisis Biaya Penambahan Alat

1) Kondisi Normal

Nama pekerjaan : Lapis Pondasi Agregat Kelas B
 Volume pekerjaan : 17,00 m³
 Durasi pekerjaan : 7 Hari (dengan jam kerja (jk) 7 jam/hari)
 Kebutuhan *resource* (kr) :

Pekerja = 0,021 orang/jam
 Mandor = 0,003 orang/jam
 Agregat B = 21,40 m³
Wheel Loader = 0,003 unit/jam
Dump Truk = 0,181 unit/jam
Motor Grader = 0,001 unit/jam
Tandem Roller = 0,002 unit/jam
Water Tanker = 0,005 unit/jam
 Alat Bantu 1 = 17 Ls

Biaya *resource* (Brj) :

Pekerja = Rp 8.571,43 /jam
 Mandor = Rp 10.357,00 /jam
 Agregat B = Rp 160.000,00 /Kg
Wheel Loader = Rp 315.000,00 /jam
Dump Truk = Rp 250.000,00 /jam
Motor Grader = Rp 400.000,00 /jam
Tandem Roller = Rp 450.000,00 /jam
Water Tanker = Rp 225.000,00 /jam

Alat Bantu 1 = Rp 1.000,00 /Ls

Biaya *resource* perhari (Brh) :

$$\text{Brh} = \text{jk} \times \text{kr} \times \text{Brj}$$

Sehingga,

$$\text{Brh Pekerja} = 7 \times 0,021 \times 8.571,43 = \text{Rp. } 1.237,87 / \text{hari}$$

$$\text{Brh Mandor} = 7 \times 0,003 \times 10.357,00 = \text{Rp. } 213,68 / \text{hari}$$

$$\text{Brh Wheel Loader} = 7 \times 0,003 \times 315.000,00 = \text{Rp. } 6.498,84 / \text{hari}$$

$$\text{Brh Dump Truk} = 7 \times 0,181 \times 250.000,00 = \text{Rp. } 315.943,22 / \text{hari}$$

$$\text{Brh Motor Grader} = 7 \times 0,001 \times 400.000,00 = \text{Rp. } 4.137,76 / \text{hari}$$

$$\text{Brh Tandem Roller} = 7 \times 0,002 \times 450.000,00 = \text{Rp. } 5.851,98 / \text{hari}$$

$$\text{Brh Water Tanker} = 7 \times 0,005 \times 225.000,00 = \text{Rp. } 7.680,72 / \text{hari}$$

Biaya normal total *resource* harian (Btrh) :

$$\text{Btrh} = \sum \text{Brh}$$

$$= (\text{Pekerja} + \text{Mandor} + \text{Mandor} + \text{Wheel Loader} + \text{Dump Truk} + \\ \text{Motor Grader} + \text{Tandem Roller} + \text{Water Tanker})$$

$$= 1.237,87 + 213,68 + 6.498,84 + 315.943,22 + 4.137,76 + \\ 5.851,98 + 7.680,72$$

$$= \text{Rp. } 341.564,087 / \text{hari}$$

Analisa perhitungan biaya material atau bahan sebagai berikut :

Biaya total resource = Harga satuan \times volume

$$\text{Agregat B} = \text{Rp } 201.377,48 \times 17 \text{ m}^3$$

$$= \text{Rp } 3.423.417,22$$

$$\text{Alat Bantu 1} = \text{Rp } 1.000,00 \times 17 \text{ m}^3$$

$$= \text{Rp } 17.000,00$$

Biaya total *resource* (Btr) :

$$\text{Btr} = (\text{Btrh} \times \text{durasi}) + \text{Agregat B} + \text{Alat bantu 1}$$

$$= (\text{Rp. } 341.564,087 / \text{hari} \times 7 \text{ hari}) + \text{Rp. } 3.423.417,22 + \text{Rp } \\ 17.000,00$$

$$= \text{Rp. } 5.831.365,83$$

2) Kondisi Lembur 1 Jam

Nama pekerjaan : Lapis Pondasi Agregat Kelas B
 Volume pekerjaan : 17,00 m³
 Durasi pekerjaan : 7 Hari (dengan jam kerja (jk) 7 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr) :

Pekerja	= 0,023	orang/jam
Mandor	= 0,003	orang/jam
Agregat B	= 21,40	m ³
<i>Wheel Loader</i>	= 0,003	unit/jam
<i>Dump Truk</i>	= 0,204	unit/jam
<i>Motor Grader</i>	= 0,002	unit/jam
<i>Tandem Roller</i>	= 0,002	unit/jam
<i>Water Tanker</i>	= 0,006	unit/jam
Alat Bantu 1	= 17	Ls

Biaya *resource* (Brj) :

Pekerja	= Rp 8.571,43	/jam
Mandor	= Rp 10.357,00	/jam
Agregat B	= Rp 160.000,00	/Kg
<i>Wheel Loader</i>	= Rp 315.000,00	/jam
<i>Dump Truk</i>	= Rp 250.000,00	/jam
<i>Motor Grader</i>	= Rp 400.000,00	/jam
<i>Tandem Roller</i>	= Rp 450.000,00	/jam
<i>Water Tanker</i>	= Rp 225.000,00	/jam
Alat Bantu 1	= Rp 1.000,00	/Ls

Biaya *resource* perhari (Brh) :

$$\text{Brh} = \text{jk} \times \text{kr} \times \text{Brj}$$

Sehingga,

Brh Pekerja	= 7 × 0,023 × 8.571,43	= Rp. 1.398,00 / hari
Brh Mandor	= 7 × 0,003 × 10,357,00	= Rp. 246,50 / hari
Brh <i>Wheel Loader</i>	= 7 × 0,003 × 315.000,00	= Rp. 7.497,00 / hari
Brh <i>Dump Truk</i>	= 7 × 0,204 × 250.000,00	= Rp. 356.650,00 / hari

$$\text{Brh Motor Grader} = 7 \times 0,002 \times 400.000,00 = \text{Rp. } 4.760,00 / \text{hari}$$

$$\text{Brh Tandem Roller} = 7 \times 0,002 \times 450.000,00 = \text{Rp. } 6.615,00 / \text{hari}$$

$$\text{Brh Water Tanker} = 7 \times 0,006 \times 225.000,00 = \text{Rp. } 8.820,00 / \text{hari}$$

Biaya normal total *resource* harian (Btrh) :

$$\begin{aligned} \text{Btrh} &= \Sigma \text{Brh} \\ &= (\text{Pekerja} + \text{Mandor} + \text{Wheel Loader} + \text{Dump Truk} + \text{Motor} \\ &\quad \text{Grader} + \text{Tandem Roller} + \text{Water Tanker}) \\ &= 1.398,00 + 246,50 + 7.497,00 + 356.650,00 + 4.760,00 + \\ &\quad 6.615,00 + 8.820,00 \\ &= \text{Rp. } 385.986,50 / \text{hari} \end{aligned}$$

Analisa perhitungan biaya material atau bahan sebagai berikut :

$$\text{Biaya total resource} = \text{Harga satuan} \times \text{volume}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregat B} &= \text{Rp } 201.377,48 \times 17 \text{ m}^3 \\ &= \text{Rp } 3.423.417,22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alat Bantu 1} &= \text{Rp } 1.000,00 \times 17 \text{ m}^3 \\ &= \text{Rp } 17.000,00 \end{aligned}$$

Biaya total *resource* (Btr) :

$$\begin{aligned} \text{Btr} &= (\text{Btrh} \times \text{durasi}) + \text{Agregat B} + \text{Alat bantu 1} \\ &= (\text{Rp. } 385.986,50 / \text{hari} \times 7 \text{ hari}) + \text{Rp. } 3.423.417,22 + \text{Rp} \\ &\quad 17.000,00 \\ &= \text{Rp. } 5.834.510,70 \end{aligned}$$

3) Kondisi Lembur 2 Jam

Nama pekerjaan : Lapis Pondasi Agregat Kelas B

Volume pekerjaan : 17,00 m³

Durasi pekerjaan : 7 Hari (dengan jam kerja (jk) 7 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr) :

Pekerja	= 0,026	orang/jam
Mandor	= 0,004	orang/jam
Agregat B	= 21,40	m ³
Wheel Loader	= 0,004	unit/jam

<i>Dump Truk</i>	= 0,227	unit/jam
<i>Motor Grader</i>	= 0,002	unit/jam
<i>Tandem Roller</i>	= 0,002	unit/jam
<i>Water Tanker</i>	= 0,006	unit/jam
Alat Bantu 1	= 17	Ls

Biaya *resource* (Brj) :

Pekerja	= Rp 8.571,43	/jam
Mandor	= Rp 10.357,00	/jam
Agregat B	= Rp 160.000,00	/Kg
<i>Wheel Loader</i>	= Rp 315.000,00	/jam
<i>Dump Truk</i>	= Rp 250.000,00	/jam
<i>Motor Grader</i>	= Rp 400.000,00	/jam
<i>Tandem Roller</i>	= Rp 450.000,00	/jam
<i>Water Tanker</i>	= Rp 225.000,00	/jam
Alat Bantu 1	= Rp 1.000,00	/Ls

Biaya *resource* perhari (Brh) :

$$\text{Brh} = \text{jk} \times \text{kr} \times \text{Brj}$$

Sehingga,

Brh Pekerja	= $7 \times 0,026 \times 8.571,43$	= Rp. 1.560,00 / hari
Brh Mandor	= $7 \times 0,004 \times 10,357,00$	= Rp. 275,50 / hari
Brh <i>Wheel Loader</i>	= $7 \times 0,004 \times 315.000,00$	= Rp. 8.379,00 / hari
Brh <i>Dump Truk</i>	= $7 \times 0,227 \times 250.000,00$	= Rp. 397.250,00 / hari
Brh <i>Motor Grader</i>	= $7 \times 0,002 \times 400.000,00$	= Rp. 5.320,00 / hari
Brh <i>Tandem Roller</i>	= $7 \times 0,002 \times 450.000,00$	= Rp. 7.560,00 / hari
Brh <i>Water Tanker</i>	= $7 \times 0,006 \times 225.000,00$	= Rp. 9.765,00 / hari

Biaya normal total *resource* harian (Btrh) :

$$\text{Btrh} = \sum \text{Brh}$$

$$= (\text{Pekerja} + \text{Mandor} + \text{Wheel Loader} + \text{Dump Truk} + \text{Motor Grader} + \text{Tandem Roller} + \text{Water Tanker})$$

$$\begin{aligned}
 &= 1.560,00 + 275,50 + 8.379,00 + 397.250,00 + 5.320,00 + \\
 &\quad 7.560,00 + 9.765,00 \\
 &= \text{Rp.}430.109,50 / \text{hari}
 \end{aligned}$$

Analisa perhitungan biaya material atau bahan sebagai berikut :

Biaya total resource = Harga satuan \times volume

$$\begin{aligned}
 \text{Agregat B} &= \text{Rp } 201.377,48 \times 17 \text{ m}^3 \\
 &= \text{Rp } 3.423.417,22
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Alat Bantu 1} &= \text{Rp } 1.000,00 \times 17 \text{ m}^3 \\
 &= \text{Rp } 17.000,00
 \end{aligned}$$

Biaya total *resource* (Btr) :

$$\begin{aligned}
 \text{Btr} &= (\text{Btrh} \times \text{durasi}) + \text{Agregat B} + \text{Alat bantu 1} \\
 &= (\text{Rp. } 430.109,50 / \text{hari} \times 7 \text{ hari}) + \text{Rp. } 3.423.417,22 + \text{Rp} \\
 &\quad 17.000,00 \\
 &= \text{Rp. } 5.835.345,12
 \end{aligned}$$

4) Kondisi Lembur 3 Jam

Nama pekerjaan : Lapis Pondasi Agregat Kelas B

Volume pekerjaan : 17,00 m³

Durasi pekerjaan : 7 Hari (dengan jam kerja (jk) 7 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr) :

Pekerja	= 0,029	orang/jam
Mandor	= 0,004	orang/jam
Agregat B	= 21,40	m ³
<i>Wheel Loader</i>	= 0,004	unit/jam
<i>Dump Truk</i>	= 0,250	unit/jam
<i>Motor Grader</i>	= 0,002	unit/jam
<i>Tandem Roller</i>	= 0,003	unit/jam
<i>Water Tanker</i>	= 0,007	unit/jam
Alat Bantu 1	= 17	Ls

Biaya <i>resource</i> (Brj)	:	
Pekerja	= Rp 8.571,43	/jam
Mandor	= Rp 10.357,00	/jam
Agregat B	= Rp 160.000,00	/Kg
<i>Wheel Loader</i>	= Rp 315.000,00	/jam
<i>Dump Truk</i>	= Rp 250.000,00	/jam
<i>Motor Grader</i>	= Rp 400.000,00	/jam
<i>Tandem Roller</i>	= Rp 450.000,00	/jam
<i>Water Tanker</i>	= Rp 225.000,00	/jam
Alat Bantu 1	= Rp 1.000,00	/Ls

Biaya *resource* perhari (Brh) :

$$\text{Brh} = \text{jk} \times \text{kr} \times \text{Brj}$$

Sehingga,

Brh Pekerja	= $7 \times 0,029 \times 8.571,43$	= Rp. 1.716,00 / hari
Brh Mandor	= $7 \times 0,004 \times 10,357,00$	= Rp. 297,25 / hari
Brh <i>Wheel Loader</i>	= $7 \times 0,004 \times 315.000,00$	= Rp. 9.040,50 / hari
Brh <i>Dump Truk</i>	= $7 \times 0,250 \times 250.000,00$	= Rp. 437.850,00 / hari
Brh <i>Motor Grader</i>	= $7 \times 0,002 \times 400.000,00$	= Rp. 5.880,00 / hari
Brh <i>Tandem Roller</i>	= $7 \times 0,003 \times 450.000,00$	= Rp. 8.190,00 / hari
Brh <i>Water Tanker</i>	= $7 \times 0,007 \times 225.000,00$	= Rp. 10.710,00 / hari

Biaya normal total *resource* harian (Btrh) :

$$\begin{aligned} \text{Btrh} &= \sum \text{Brh} \\ &= (\text{Pekerja} + \text{Mandor} + \text{Wheel Loader} + \text{Dump Truk} + \text{Motor} \\ &\quad \text{Grader} + \text{Tandem Roller} + \text{Water Tanker}) \\ &= 1.716,00 + 297,25 + 9.040,50 + 437.850,00 + 5.880,00 + \\ &\quad 8.190,00 + 10.710,00 \\ &= \text{Rp. 473.683,75 / hari} \end{aligned}$$

Analisa perhitungan biaya material atau bahan sebagai berikut :

Biaya total resource = Harga satuan \times volume

Agregat B = Rp 201.377,48 \times 17 m³
= Rp 3.423.417,22

Alat Bantu 1 = Rp 1.000,00 \times 17 m³
= Rp 17.000,00

Biaya total *resource* (Btr) :

Btr = (Btrh \times durasi) + Agregat B + Alat bantu 1
= (Rp. 473.683,75 / hari \times 7 hari) + Rp. 3.423.417,22 + Rp
17.000,00
= **Rp. 5.833.252,66**

Untuk hasil analisis biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja dari semua jenis pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.48 sampai dengan Tabel 4.61 adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 50 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan pemasangan batu dengan mortar

Normal		Crash	
Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)	Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)
14.00	3,713,831.400	12.41	3,714,119.59
14.00	3,713,831.400	11.14	3,714,129.72
14.00	3,713,831.400	10.10	3,714,205.15

Tabel 4. 51 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan galian biasa (kedalaman 0 – 2 m)

Normal		Crash	
Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)	Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)
14.00	793,005.258	12.41	797,144.49
14.00	793,005.258	11.14	795,637.10
14.00	793,005.258	10.10	796,177.47

Tabel 4. 52 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan timbunan pilihan dari sumber galian

Normal		Crash	
Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)	Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)
14.00	3,338,727.703	12.41	3,338,803.73
14.00	3,338,727.703	11.14	3,338,781.25
14.00	3,338,727.703	10.10	3,338,836.19

Tabel 4. 53 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A

Normal		Crash	
Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)	Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)
7.00	5,482,726.741	6.20	5,486,268.20
7.00	5,482,726.741	5.57	5,486,081.75
7.00	5,482,726.741	5.05	5,486,315.09

Tabel 4. 54 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan lapis perekat aspal emulsi

Normal		Crash	
Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)	Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)
7.00	265,967.974	6.20	266,550.34
7.00	265,967.974	5.57	266,119.26
7.00	265,967.974	5.05	267,208.63

Tabel 4. 55 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan laston lapis aus (AC – WC)

Normal		Crash	
Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)	Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)
7.00	52,486,902.198	6.20	52,519,845.24
7.00	52,486,902.198	5.57	52,495,441.70
7.00	52,486,902.198	5.05	52,501,345.95

Tabel 4. 56 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan beton mutu sedang f_c 30 MPa lantai jembatan

Normal		Crash	
Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)	Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)
14.00	175,537,163.558	12.41	175,542,165.39
14.00	175,537,163.558	11.14	175,547,008.27
14.00	175,537,163.558	10.10	175,540,734.21

Tabel 4. 57 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan baja tulangan U 32 Ulir

Normal		Crash	
Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)	Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)
21.00	239,814,900.000	18.61	239,815,163.89
21.00	239,814,900.000	16.70	239,814,965.25
21.00	239,814,900.000	15.15	239,815,105.05

Tabel 4. 58 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan pasangan batu

Normal		Crash	
Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)	Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)
14.00	2,436,888.953	12.41	2,438,156.36
14.00	2,436,888.953	11.14	2,437,463.27
14.00	2,436,888.953	10.10	2,437,541.86

Tabel 4. 59 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan papan nama jembatan

Normal		Crash	
Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)	Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)
7.00	467,666.667	6.20	467,719.61
7.00	467,666.667	5.57	467,675.42
7.00	467,666.667	5.05	467,706.36

Tabel 4. 60 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan pembongkaran beton

Normal		Crash	
Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)	Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)
7.00	444,050.544	6.20	115,271.87
7.00	444,050.544	5.57	114,941.85
7.00	444,050.544	5.05	114,673.07

Tabel 4. 61 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan marka jalan termoplastik

Normal		Crash	
Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)	Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)
7.00	11,716,174.286	6.20	11,716,533.57
7.00	11,716,174.286	5.57	11,716,841.59
7.00	11,716,174.286	5.05	11,717,062.13

Tabel 4. 62 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan patok pengarah

Normal		Crash	
Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)	Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)
7.00	11,818,743.612	6.20	11,819,374.86
7.00	11,818,743.612	5.57	11,819,344.21
7.00	11,818,743.612	5.05	11,819,319.25

Tabel 4. 63 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan paku jalan

Normal		Crash	
Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)	Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)
7.00	4,680,758.210	6.20	4,680,784.98
7.00	4,680,758.210	5.57	4,680,799.48
7.00	4,680,758.210	5.05	4,680,811.28

Tabel 4. 64 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan kerb pracetak jenis 1 (peninggi/mountable)

Normal		Crash	
Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)	Durasi (Hari)	Total Biaya Harian (Rp)
7.00	16,524,784.781	6.20	16,526,860.28
7.00	16,524,784.781	5.57	16,525,181.90
7.00	16,524,784.781	5.05	16,525,442.84

Tabel 4. 65 Hasil analisa biaya total terhadap durasi dari waktu lembur 1 jam

Uraian Pekerjaan	Normal Cost (Rp)	Crash Cost (Rp)
Pasangan Batu dengan Mortar (permukaan diplester + aci)	3,713,820.00	3,714,119.59
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	793,000.00	797,144.49
Timbunan Pilihan dari sumber galian	3,338,750.00	3,338,803.73
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	5,831,475.00	5,486,268.20
Lapis Perekat - Aspal Emulsi	265,047.00	266,550.34
Laston Lapis Aus (AC-WC)	52,486,891.00	52,519,845.24
Beton mutu sedang fc'30 MPa lantai jembatan	175,537,163.00	175,542,165.39
Baja Tulangan U 32 Ulir	239,814,907.00	239,815,163.89
Pasangan Batu	2,436,979.00	2,438,156.36
Papan Nama Jembatan	467,652.00	467,719.61
Pembongkaran Beton	444,045.00	115,271.87
Marka Jalan Termoplastik	11,716,170.00	11,716,533.57
Patok Pengarah	11,818,744.00	11,819,374.86
Paku Jalan	4,680,755.00	4,680,784.98
Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	16,524,783.00	16,526,860.28

Tabel 4. 66 Hasil analisa biaya total terhadap durasi dari waktu lembur 2 jam

Uraian Pekerjaan	Normal Cost (Rp)	Crash Cost (Rp)
Pasangan Batu dengan Mortar (permukaan diplester + aci)	3,713,820.00	3,714,129.72
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	793,000.00	795,637.10
Timbunan Pilihan dari sumber galian	3,338,750.00	3,338,781.25
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	5,831,475.00	5,486,081.75
Lapis Perekat - Aspal Emulsi	265,047.00	266,119.26
Laston Lapis Aus (AC-WC)	52,486,891.00	52,495,441.70
Beton mutu sedang fc'30 MPa lantai jembatan	175,537,163.00	175,547,008.27
Baja Tulangan U 32 Ulir	239,814,907.00	239,814,965.25
Pasangan Batu	2,436,979.00	2,437,463.27
Papan Nama Jembatan	467,652.00	467,675.42
Pembongkaran Beton	444,045.00	114,941.85
Marka Jalan Termoplastik	11,716,170.00	11,716,841.59
Patok Pengarah	11,818,744.00	11,819,344.21
Paku Jalan	4,680,755.00	4,680,799.48
Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	16,524,783.00	16,525,181.90

Tabel 4. 67 Hasil analisa biaya total terhadap durasi dari waktu lembur 3 jam

Uraian Pekerjaan	Normal Cost (Rp)	Crash Cost (Rp)
Pasangan Batu dengan Mortar (permukaan diplester + aci)	3,713,820.00	3,714,205.15
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	793,000.00	796,177.47
Timbunan Pilihan dari sumber galian	3,338,750.00	3,338,836.19
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	5,831,475.00	5,486,315.09
Lapis Perekat - Aspal Emulsi	265,047.00	267,208.63
Laston Lapis Aus (AC-WC)	52,486,891.00	52,501,345.95
Beton mutu sedang fc'30 MPa lantai jembatan	175,537,163.00	175,540,734.21
Baja Tulangan U 32 Ulir	239,814,907.00	239,815,105.05
Pasangan Batu	2,436,979.00	2,437,541.86
Papan Nama Jembatan	467,652.00	467,706.36
Pembongkaran Beton	444,045.00	114,673.07
Marka Jalan Termoplastik	11,716,170.00	11,717,062.13
Patok Pengarah	11,818,744.00	11,819,319.25
Paku Jalan	4,680,755.00	4,680,811.28
Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	16,524,783.00	16,525,442.84

e. Analisis Cost Variance, Cost Slope, dan Duration Variance

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

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

Duration variance merupakan selisih durasi antara durasi normal dengan durasi durasi percepatan akibat adanya jam kerja lembur dari suatu item 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 dengan menggunakan *Microsoft Project 2010* dapat dilihat pada Tabel 4.62, 4.63, dan 4.64 adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 68 Hasil perhitungan *duration variance*, *cost variance*, *cost slope* terhadap durasi dari waktu lembur 1 jam

Kode	<i>Duration Variance</i> (Hari)	<i>Cost Variance</i> (Rp)	<i>Cost Slope</i> (Rp)
PBM	1.59	299.59	187.84
GB	1.59	4,144.49	2,598.53
TPSG	1.59	53.73	33.69
LPAKB	0.80	(345,206.80)	(432,878.37)
LPAE	0.80	1,503.34	1,885.14
LLAAW	0.80	32,954.24	41,323.58
BMS30	1.59	5,002.39	3,136.42
BTU32	2.39	256.89	107.38
PBT	1.59	1,177.36	738.18
PNJ	0.80	67.61	84.78
PB	0.80	(328,773.13)	(412,271.07)
MJT	0.80	363.57	455.90
PP	0.80	630.86	791.08
PJ	0.80	29.98	37.60
KPJ1	0.80	2,077.28	2,604.85

Tabel 4. 69 Hasil perhitungan *duration variance*, *cost variance*, *cost slope* terhadap durasi dari waktu lembur 2 jam

Kode	<i>Duration</i> (Hari)	<i>Cost Variance</i> (Rp)	<i>Cost Slope</i> (Rp)
PBM	2.86	309.72	108.16
GB	2.86	2,637.10	920.89
TPSG	2.86	31.25	10.91
LPAKB	1.43	(345,393.25)	(241,227.03)
LPAE	1.43	1,072.26	748.88
LLAAW	1.43	8,550.70	5,971.92
BMS30	2.86	9,845.27	3,438.03
BTU32	4.30	58.25	13.56
PBT	2.86	484.27	169.11
PNJ	1.43	23.42	16.35
PB	1.43	(329,103.15)	(229,849.82)
MJT	1.43	671.59	469.04
PP	1.43	600.21	419.19
PJ	1.43	44.48	31.06
KPJ1	1.43	398.90	278.60

Tabel 4. 70 Hasil perhitungan *duration variance*, *cost variance*, *cost slope* terhadap durasi dari waktu lembur 3 jam

Kode	<i>Duration Variance</i> (Hari)	<i>Cost Variance</i> (Rp)	<i>Cost Slope</i> (Rp)
PBM	3.90	385.15	98.84
GB	3.90	3,177.47	815.38
TPSG	3.90	86.19	22.12
LPAKB	1.95	(345,159.91)	(177,145.56)
LPAE	1.95	2,161.63	1,109.41
LLAAW	1.95	14,454.95	7,418.68
BMS30	3.90	3,571.21	916.42
BTU32	5.85	198.05	33.88
PBT	3.90	562.86	144.44
PNJ	1.95	54.36	27.90
PB	1.95	(329,371.93)	(169,042.74)
MJT	1.95	892.13	457.87
PP	1.95	575.25	295.23
PJ	1.95	56.28	28.89
KPJ1	1.95	659.84	338.65

Data diatas merupakan data hasil *crashing* 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. Untuk menguji kemungkinan efisiensi *crashing*, dengan melakukan *crashing* ulang dari *cost slope* terkecil. Pada Tabel 4.65, 5.66, dan 4.67 merupakan urutan kegiatan – kegiatan kritis hasil *crashing* diurutkan dari *cost slope* terkecil sampai terbesar.

Tabel 4. 71 Urutan pekerjaan berdasarkan nilai *Cost Slope* terkecil hingga terbesar untuk waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		<i>Slope</i>
	Normal	<i>Crash</i>	Selisih	Normal	<i>Crash</i>	
LPAKB	7	6.20	0.80	5,831,475.00	5,486,268.20	(432,878.37)
PB	7	6.20	0.80	444,045.00	115,271.87	(412,271.07)
TPSG	14	12.4	1.59	3,338,750.00	3,338,803.73	33.69
PJ	7	6.2	0.80	4,680,755.00	4,680,784.98	37.60
PNJ	7	6.2	0.80	467,652.00	467,719.61	84.78
BTU32	21	18.6	2.39	239,814,907.00	239,815,163.89	107.38
PBM	14	12.4	1.59	3,713,820.00	3,714,119.59	187.84
MJT	7	6.2	0.80	11,716,170.00	11,716,533.57	455.90
PBT	14	12.4	1.59	2,436,979.00	2,438,156.36	738.18
PP	7	6.2	0.80	11,818,744.00	11,819,374.86	791.08
LPAE	7	6.2	0.80	265,047.00	266,550.34	1,885.14
GB	14	12.41	1.59	793,000.00	797,144.49	2,598.53
KPJ1	7	6.20	0.80	16,524,783.00	16,526,860.28	2,604.85
BMS30	14	12.41	1.59	175,537,163.00	175,542,165.39	3,136.42
LLAAW	7	6.20	0.80	52,486,891.00	52,519,845.24	41,323.58

Tabel 4. 72 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai *Cost Slope* terkecil hingga terbesar untuk waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi (Hari)		Biaya (Rp)		<i>Slope</i>
	Normal	<i>Crash</i>	Normal	<i>Crash</i>	
LPAKB	7	5.57	5,831,475.00	5,486,081.75	(241,227.03)
PB	7	5.57	444,045.00	114,941.85	(229,849.82)
TPSG	14	11.14	3,338,750.00	3,338,781.25	10.91
BTU32	21	16.70	239,814,907.00	239,814,965.25	13.56
PNJ	7	5.57	467,652.00	467,675.42	16.35
PJ	7	5.57	4,680,755.00	4,680,799.48	31.06
PBM	14	11.14	3,713,820.00	3,714,129.72	108.16
PBT	14	11.14	2,436,979.00	2,437,463.27	169.11
KPJ1	7	5.57	16,524,783.00	16,525,181.90	278.60
PP	7	5.57	11,818,744.00	11,819,344.21	419.19
MJT	7	5.57	11,716,170.00	11,716,841.59	469.04
LPAE	7	5.57	265,047.00	266,119.26	748.88
GB	14	11.14	793,000.00	795,637.10	920.89
BMS30	14	11.14	175,537,163.00	175,547,008.27	3,438.03
LLAAW	7	5.57	52,486,891.00	52,495,441.70	5,971.92

Tabel 4. 73 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai *Cost Slope* terkecil hingga terbesar untuk waktu lembur 3 jam

Kode	Durasi (Hari)		Biaya (Rp)		Slope
	Normal	Crash	Normal	Crash	
LPAKB	7	5.05	5,831,475.00	5,486,315.09	(177,145.56)
PB	7	5.05	444,045.00	114,673.07	(169,042.74)
TPSG	14	10.10	3,338,750.00	3,338,836.19	22.12
PNJ	7	5.05	467,652.00	467,706.36	27.90
PJ	7	5.05	4,680,755.00	4,680,811.28	28.89
BTU32	21	15.15	239,814,907.00	239,815,105.05	33.88
PBM	14	10.10	3,713,820.00	3,714,205.15	98.84
PBT	14	10.10	2,436,979.00	2,437,541.86	144.44
PP	7	5.05	11,818,744.00	11,819,319.25	295.23
KPJ1	7	5.05	16,524,783.00	16,525,442.84	338.65
MJT	7	5.05	11,716,170.00	11,717,062.13	457.87
GB	14	10.10	793,000.00	796,177.47	815.38
BMS30	14	10.10	175,537,163.00	175,540,734.21	916.42
LPAE	7	5.05	265,047.00	267,208.63	1,109.41
LLAAW	7	5.05	52,486,891.00	52,501,345.95	7,418.68

Berdasarkan dari *cost slope* terkecil sampai terbesar, didapatkan juga selisih biaya terkecil sampai terbesar antara biaya normal dengan biaya percepatan. Selisih biaya terkecil sampai terbesar terdapat dalam tabel 4.68, tabel 4.69, dan tabel 4.70 sebagai berikut :

Tabel 4. 74 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai *cost variance* terkecil untuk nilai selisih biaya terhadap waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		Cost Variance
	Normal	Crash	Selisih	Normal	Crash	
LPAKB	7	6.20	0.80	5,831,475.00	5,486,268.20	(345,206.80)
PB	7	6.20	0.80	444,045.00	115,271.87	(328,773.13)
PJ	7	6.20	0.80	4,680,755.00	4,680,784.98	29.98
TPSG	14	12.41	1.59	3,338,750.00	3,338,803.73	53.73
PNJ	7	6.20	0.80	467,652.00	467,719.61	67.61
BTU32	21	18.61	2.39	239,814,907.00	239,815,163.89	256.89
PBM	14	12.41	1.59	3,713,820.00	3,714,119.59	299.59
MJT	7	6.20	0.80	11,716,170.00	11,716,533.57	363.57
PP	7	6.20	0.80	11,818,744.00	11,819,374.86	630.86
PBT	14	12.41	1.59	2,436,979.00	2,438,156.36	1,177.36
LPAE	7	6.20	0.80	265,047.00	266,550.34	1,503.34
KPJ1	7	6.20	0.80	16,524,783.00	16,526,860.28	2,077.28
GB	14	12.41	1.59	793,000.00	797,144.49	4,144.49
BMS30	14	12.41	1.59	175,537,163.00	175,542,165.39	5,002.39
LLAAW	7	6.20	0.80	52,486,891.00	52,519,845.24	32,954.24

Tabel 4. 75 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai *cost variance* terkecil untuk nilai selisih biaya terhadap waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		Cost Variance
	Normal	Crash	Selisih	Normal	Crash	
LPAKB	7	5.57	1.43	5,831,475.00	5,486,081.75	(345,393.25)
PB	7	5.57	1.43	444,045.00	114,941.85	(329,103.15)
TPSG	14	11.14	2.86	3,338,750.00	3,338,781.25	31.25
BTU32	21	16.70	4.30	239,814,907.00	239,814,965.25	58.25
PNJ	7	5.57	1.43	467,652.00	467,675.42	23.42
PJ	7	5.57	1.43	4,680,755.00	4,680,799.48	44.48
PBM	14	11.14	2.86	3,713,820.00	3,714,129.72	309.72
PBT	14	11.14	2.86	2,436,979.00	2,437,463.27	484.27
KPJ1	7	5.57	1.43	16,524,783.00	16,525,181.90	398.90
PP	7	5.57	1.43	11,818,744.00	11,819,344.21	600.21
MJT	7	5.57	1.43	11,716,170.00	11,716,841.59	671.59
LP AE	7	5.57	1.43	265,047.00	266,119.26	1,072.26
GB	14	11.14	2.86	793,000.00	795,637.10	2,637.10
BMS30	14	11.14	2.86	175,537,163.00	175,547,008.27	9,845.27
LLAAW	7	5.57	1.43	52,486,891.00	52,495,441.70	8,550.70

Tabel 4. 76 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai *cost variance* terkecil untuk nilai selisih biaya terhadap waktu lembur 3 jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		Cost Variance
	Normal	Crash	Selisih	Normal	Crash	
LPAKB	7	5.05	1.95	5,831,475.00	5,486,315.09	(345,159.91)
PB	7	5.05	1.95	444,045.00	114,673.07	(329,371.93)
TPSG	14	10.10	3.90	3,338,750.00	3,338,836.19	86.19
PNJ	7	5.05	1.95	467,652.00	467,706.36	54.36
PJ	7	5.05	1.95	4,680,755.00	4,680,811.28	56.28
BTU32	21	15.15	5.85	239,814,907.00	239,815,105.05	198.05
PBM	14	10.10	3.90	3,713,820.00	3,714,205.15	385.15
PBT	14	10.10	3.90	2,436,979.00	2,437,541.86	562.86
PP	7	5.05	1.95	11,818,744.00	11,819,319.25	575.25
KPJ1	7	5.05	1.95	16,524,783.00	16,525,442.84	659.84
MJT	7	5.05	1.95	11,716,170.00	11,717,062.13	892.13
GB	14	10.10	3.90	793,000.00	796,177.47	3,177.47
BMS30	14	10.10	3.90	175,537,163.00	175,540,734.21	3,571.21
LP AE	7	5.05	1.95	265,047.00	267,208.63	2,161.63
LLAAW	7	5.05	1.95	52,486,891.00	52,501,345.95	14,454.95

f. Analisis Biaya Total Proyek

Analisis biaya adalah analisis biaya tidak langsung, analisis biaya langsung, dan total biaya. Dalam menentukan analisis biaya-biaya tersebut, hal yang harus dilakukan adalah :

1) Menentukan biaya tidak langsung

Penentuan biaya tidak langsung berdasarkan hasil dari Studi Praktek Estimasi Biaya Tidak Langsung pada Proyek Konstruksi oleh Soemardi dan Kusumawardani (2010). 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 = Prosentase biaya tak langsung

sehingga biaya tidak langsung dari proyek adalah sebagai berikut :

$x1$ = Rp. 4.594.661.732,00

$x2$ = 270 hari

ε = *random error*

$$y = -0,95 - 4.888(\ln(x1 - 0,21) - \ln(x2)) + \varepsilon$$

$$y = -0,95 - 4.888(\ln(4.594.661.732,00 - 0.21) - \ln(270)) + \varepsilon$$

$$y = 17,9616 = 17,962 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya tidak langsung} &= y \times x1 \\ &= 17,962 \% \times \text{Rp. 4.594.661.732,00} \\ &= \mathbf{\text{Rp. 825.276.958,09}} \end{aligned}$$

Tabel 4. 77 Hasil perhitungan biaya tidak langsung terhadap durasi dari waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya Tidak Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
				210	825,276,958.09
LPAKB	6.20	7.00	0.80	209.20	822,142,994.96
PB	6.20	7.00	0.80	208.41	819,009,031.83
TPSG	12.41	14.00	1.59	206.81	812,741,105.56
PJ	6.20	7.00	0.80	206.01	809,607,142.43
PNJ	6.20	7.00	0.80	205.22	806,473,179.30
BTU32	18.61	21.00	2.39	202.82	797,071,289.90
PBM	12.41	14.00	1.59	201.23	790,803,363.64
MJT	6.20	7.00	0.80	200.43	787,669,400.51
PBT	12.41	14.00	1.59	198.84	781,401,474.24
PP	6.20	7.00	0.80	198.04	778,267,511.11
LPAE	6.20	7.00	0.80	197.24	775,133,547.98
GB	12.41	14.00	1.59	195.65	768,865,621.72
KPJ1	6.20	7.00	0.80	194.85	765,731,658.58
BMS30	12.41	14.00	1.59	193.25	759,463,732.32
LLAAW	6.20	7.00	0.80	192.46	756,329,769.19

Tabel 4.3 Hasil perhitungan biaya tidak langsung terhadap durasi dari waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya Tidak Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
				210	825,276,958.09
LPAKB	5.57	7.00	1.43	208.57	819,650,069.74
PB	5.57	7.00	1.43	207.14	814,023,181.39
TPSG	11.14	14.00	2.86	204.27	802,769,404.69
BTU32	16.70	21.00	4.30	199.98	785,888,739.64
PNJ	5.57	7.00	1.43	198.55	780,261,851.29
PJ	5.57	7.00	1.43	197.11	774,634,962.94
PBM	11.14	14.00	2.86	194.25	763,381,186.24
PBT	11.14	14.00	2.86	191.39	752,127,409.53
KPJ1	5.57	7.00	1.43	189.95	746,500,521.18
PP	5.57	7.00	1.43	188.52	740,873,632.83
MJT	5.57	7.00	1.43	187.09	735,246,744.48
LPAE	5.57	7.00	1.43	185.66	729,619,856.13
GB	11.14	14.00	2.86	182.80	718,366,079.43
BMS30	11.14	14.00	2.86	179.93	707,112,302.73
LLAAW	5.57	7.00	1.43	178.50	701,485,414.38

Tabel 4. 78 Hasil perhitungan biaya tidak langsung terhadap durasi dari waktu lembur selama 3 jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya Tidak Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
				210	825,276,958.09
LPAKB	5.05	7.00	1.95	208.05	817,619,749.20
PB	5.05	7.00	1.95	206.10	809,962,540.31
TPSG	10.10	14.00	3.90	202.21	794,648,122.53
PNJ	5.05	7.00	1.95	200.26	786,990,913.65
PJ	5.05	7.00	1.95	198.31	779,333,704.76
BTU32	15.15	21.00	5.85	192.46	756,362,078.09
PBM	10.10	14.00	3.90	188.57	741,047,660.31
PBT	10.10	14.00	3.90	184.67	725,733,242.53
PP	5.05	7.00	1.95	182.72	718,076,033.64
KPJ1	5.05	7.00	1.95	180.77	710,418,824.75
MJT	5.05	7.00	1.95	178.82	702,761,615.86
GB	10.10	14.00	3.90	174.93	687,447,198.08
BMS30	10.10	14.00	3.90	171.03	672,132,780.30
LPAE	5.05	7.00	1.95	169.08	664,475,571.41
LLAAW	5.05	7.00	1.95	167.13	656,818,362.52

Berdasarkan tabel diatas, untuk mencari biaya tidak langsung selanjutnya adalah dengan cara sebagai berikut :

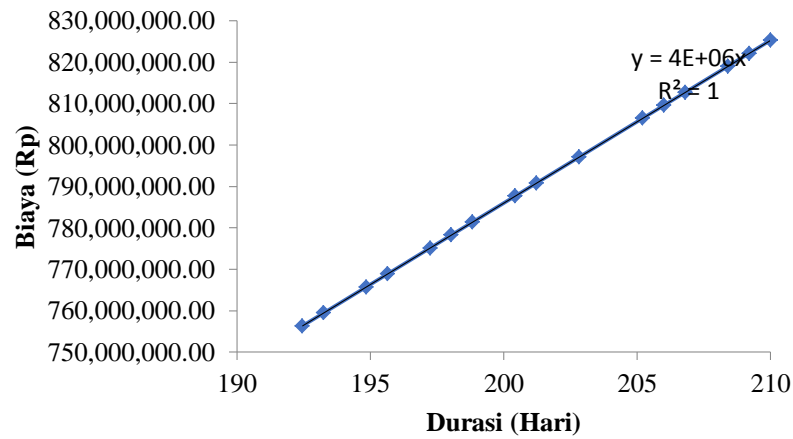
Biaya tidak langsung akibat percepatan (Kode LPAKB) :

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= (\text{Rp. } 825.276.958,09 / 210) \times 209,20 \\ &= \text{Rp } 822.142.994,96 \end{aligned}$$

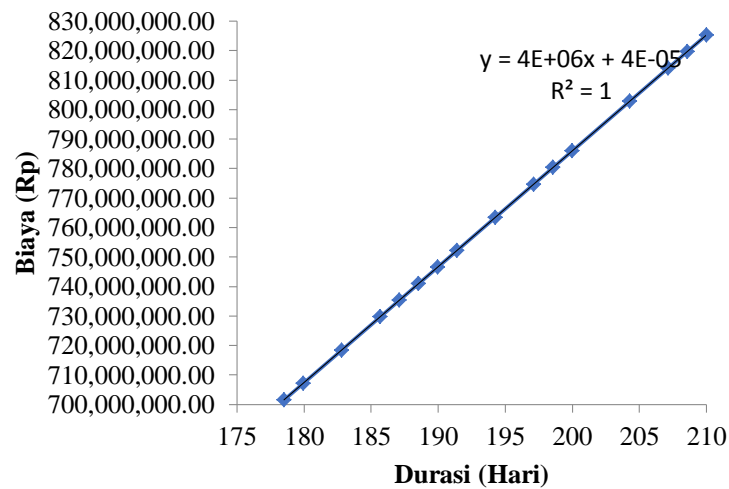
$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= (\text{Rp. } 825.276.958,09 / 210) \times 208,57 \\ &= \text{Rp } 819.650.069,74 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= (\text{Rp. } 825.276.958,09 / 210) \times 208,05 \\ &= \text{Rp } 817.619.749,20 \end{aligned}$$

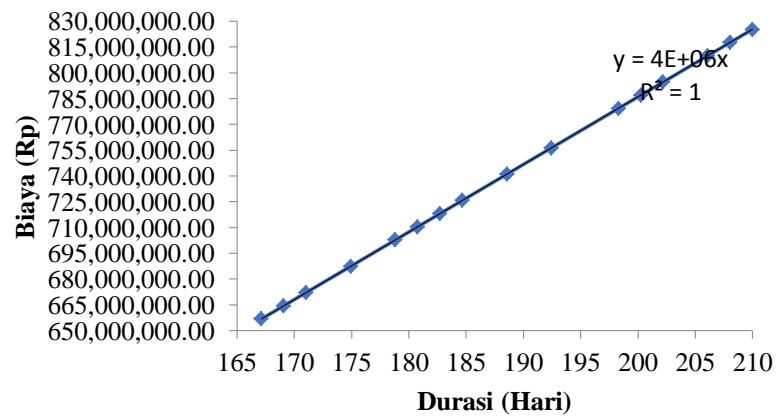
Data hasil analisis biaya tidak langsung proyek terhadap penambahan jam lembur diatas dapat disajikan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 4.10 - 4.12.



Gambar 4. 10 Biaya tidak langsung terhadap durasi dari waktu lembur 1 jam



Gambar 4. 11 Biaya tidak langsung terhadap durasi dari waktu lembur 2 jam



Gambar 4. 12 Biaya tidak langsung terhadap durasi dari waktu lembur 3 jam

2) Menentukan biaya langsung

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

Biaya langsung = Nilai total proyek – biaya tidak langsung

sehingga nilai dari biaya langsung pada proyek adalah

Biaya langsung = Rp. 4.594.661.732,00 – Rp. 825.276.958,09
= **Rp. 3.769.384.773,91**

Untuk mencari biaya langsung akibat percepatan (Kode LPAKB) selanjutnya adalah sebagai berikut :

Lembur 1 jam = Biaya langsung + selisih biaya
= Rp. 3.769.071.607,87 + Rp. 3.035,70
= Rp. 3.769.074.643,57

Lembur 2 jam = Biaya langsung + selisih biaya
= Rp. 3.769.065.872,32 + Rp 3.870,12
= Rp. 3.769.075.717,59

Lembur 3 jam = Biaya langsung + selisih biaya
= Rp. 3.769.062.049,56 + Rp 1.777,66
= Rp 3.769.063.827,22

Tabel 4. 79 Hasil perhitungan biaya langsung terhadap durasi dari waktu lembur 1 jam

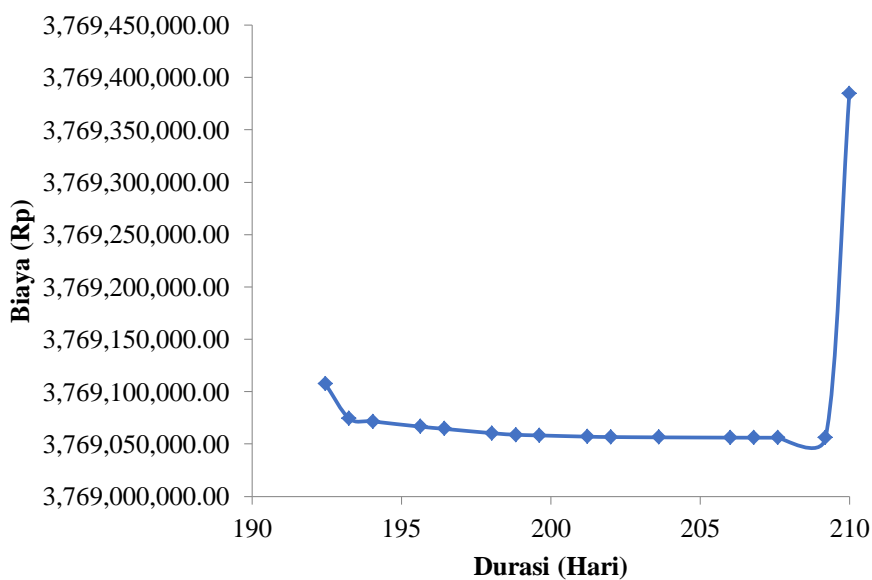
Kode	Kumulatif Durasi (Hari)	<i>Cost Variance</i> (Rp)	Biaya Langsung (Rp)
	210		3,769,384,773.91
PB	209.20	(328,773.13)	3,769,056,000.77
TPSG	207.61	53.73	3,769,056,054.51
PJ	206.81	29.98	3,769,056,084.49
PNJ	206.01	67.61	3,769,056,152.10
BTU32	203.62	256.89	3,769,056,408.99
PBM	202.03	299.59	3,769,056,708.58
MJT	201.23	363.57	3,769,057,072.15
PBT	199.63	1,177.36	3,769,058,249.50
PP	198.84	630.86	3,769,058,880.36
LPAE	198.04	1,503.34	3,769,060,383.70
GB	196.44	4,144.49	3,769,064,528.19
KPJ1	195.65	2,077.28	3,769,066,605.48
BMS30	194.05	5,002.39	3,769,071,607.87
LPAKB	193.25	3,035.70	3,769,074,643.57
LLAAW	192.46	32,954.24	3,769,107,597.81

Tabel 4. 80 Hasil perhitungan biaya tidak langsung terhadap durasi dari waktu lembur 2 jam

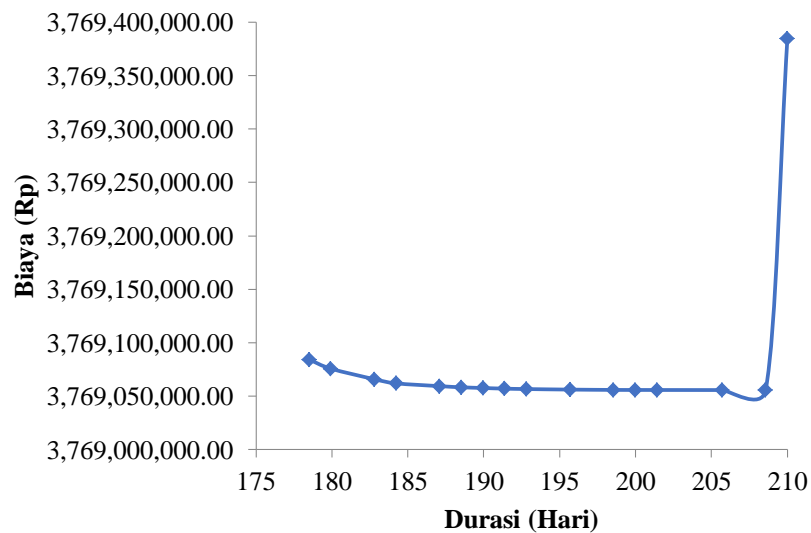
Kode	Kumulatif Durasi (Hari)	<i>Cost Variance</i> (Rp)	Biaya Langsung (Rp)
	210		3,769,384,773.91
PB	208.57	(329,103.15)	3,769,055,670.75
TPSG	205.70	31.25	3,769,055,702.00
BTU32	201.41	58.25	3,769,055,760.25
PNJ	199.98	23.42	3,769,055,783.67
PJ	198.55	44.48	3,769,055,828.15
PBM	195.68	309.72	3,769,056,137.87
PBT	192.82	484.27	3,769,056,622.14
KPJ1	191.39	398.90	3,769,057,021.04
PP	189.95	600.21	3,769,057,621.25
MJT	188.52	671.59	3,769,058,292.84
LPAE	187.09	1,072.26	3,769,059,365.10
GB	184.23	2,637.10	3,769,062,002.20
LPAKB	182.80	3,870.12	3,769,065,872.32
BMS30	179.93	9,845.27	3,769,075,717.59
LLAAW	178.50	8,550.70	3,769,084,268.29

Tabel 4. 81 Hasil perhitungan biaya tidak langsung terhadap durasi dari waktu lembur selama 3 jam

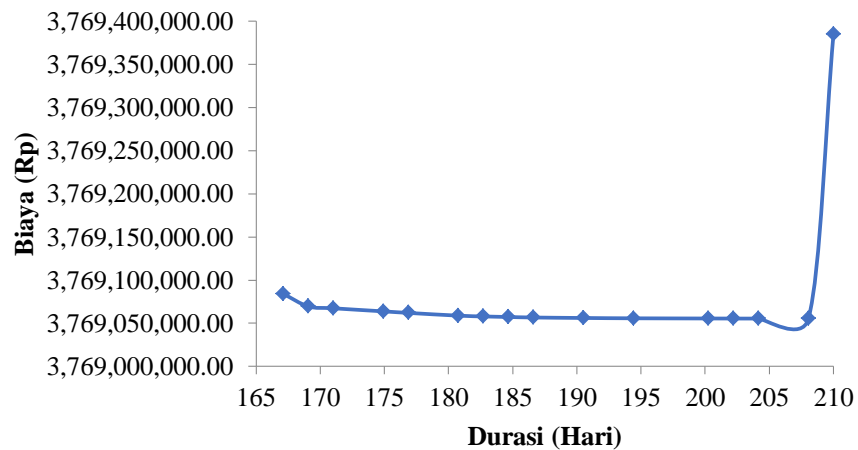
Kode	Kumulatif Durasi (Hari)	Cost Variance (Rp)	Biaya Langsung (Rp)
	210		3,769,384,773.91
PB	208.05	(329,371.93)	3,769,055,401.97
TPSG	204.15	86.19	3,769,055,488.16
PNJ	202.21	54.36	3,769,055,542.52
PJ	200.26	56.28	3,769,055,598.80
BTU32	194.41	198.05	3,769,055,796.85
PBM	190.52	385.15	3,769,056,182.00
PBT	186.62	562.86	3,769,056,744.87
PP	184.67	575.25	3,769,057,320.12
KPJ1	182.72	659.84	3,769,057,979.95
MJT	180.77	892.13	3,769,058,872.09
GB	176.88	3,177.47	3,769,062,049.56
LPAKB	174.93	1,777.66	3,769,063,827.22
BMS30	171.03	3,571.21	3,769,067,398.42
LPAE	169.08	2,161.63	3,769,069,560.05
LLAAW	167.13	14,454.95	3,769,084,015.00



Gambar 4. 13 Biaya langsung terhadap durasi waktu lembur 1 jam



Gambar 4. 14 Biaya tidak langsung terhadap durasi waktu lembur 2 jam



Gambar 4. 15 Biaya tidak langsung terhadap durasi waktu lembur 3 jam

3) Menentukan total biaya

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

Total biaya = biaya langsung + biaya tidak langsung

sehingga nilai dari total biaya pada proyek adalah

Total biaya = Rp 3.769.384.773,91 + Rp 825.276.958,09
 = **Rp. 4.594.661.732,00**

Tabel 4.4 Hasil perhitungan total biaya terhadap durasi dari waktu lembur selama 1 jam

Kode	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
PB	822142994.96	3,769,056,000.77	4,591,198,995.74
TPSG	815875068.70	3,769,056,054.51	4,584,931,123.21
PJ	812741105.56	3,769,056,084.49	4,581,797,190.06
PNJ	809607142.43	3,769,056,152.10	4,578,663,294.53
BTU32	800205253.04	3,769,056,408.99	4,569,261,662.02
PBM	793937326.77	3,769,056,708.58	4,562,994,035.35
MJT	790803363.64	3,769,057,072.15	4,559,860,435.79
PBT	784535437.38	3,769,058,249.50	4,553,593,686.88
PP	781401474.24	3,769,058,880.36	4,550,460,354.61
LPAE	778267511.11	3,769,060,383.70	4,547,327,894.81
GB	771999584.85	3,769,064,528.19	4,541,064,113.04
KPJ1	768865621.72	3,769,066,605.48	4,537,932,227.19
BMS30	762597695.45	3,769,071,607.87	4,531,669,303.32
LPAKB	759463732.32	3,769,074,643.57	4,528,538,375.89
LLAAW	756329769.19	3,769,107,597.81	4,525,437,367.00

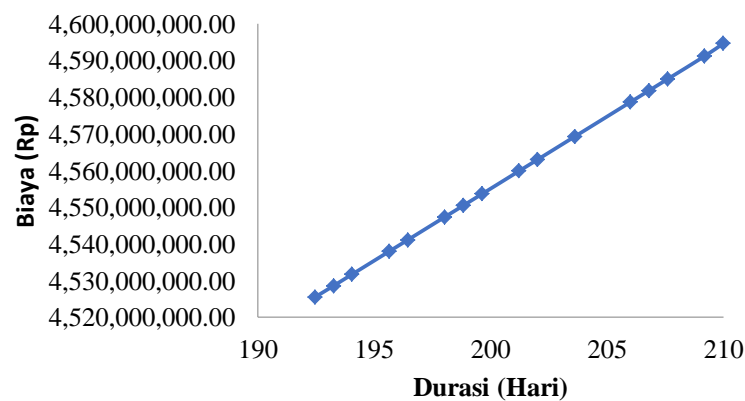
Tabel 4. 82 Hasil perhitungan total biaya terhadap durasi dari waktu lembur selama 2 jam

Kode	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
PB	819,650,069.74	3,769,055,670.75	4,588,705,740.50
TPSG	808,396,293.04	3,769,055,702.00	4,577,451,995.04
BTU32	791,515,627.99	3,769,055,760.25	4,560,571,388.24
PNJ	785,888,739.64	3,769,055,783.67	4,554,944,523.31
PJ	780,261,851.29	3,769,055,828.15	4,549,317,679.44
PBM	769,008,074.59	3,769,056,137.87	4,538,064,212.45
PBT	757,754,297.89	3,769,056,622.14	4,526,810,920.03
KPJ1	752,127,409.53	3,769,057,021.04	4,521,184,430.58
PP	746,500,521.18	3,769,057,621.25	4,515,558,142.44
MJT	740,873,632.83	3,769,058,292.84	4,509,931,925.67
LPAE	735,246,744.48	3,769,059,365.10	4,504,306,109.58
GB	723,992,967.78	3,769,062,002.20	4,493,054,969.98
LPAKB	718,366,079.43	3,769,065,872.32	4,487,431,951.75
BMS30	707,112,302.73	3,769,075,717.59	4,476,188,020.32
LLAAW	701,485,414.38	3,769,084,268.29	4,470,569,682.67

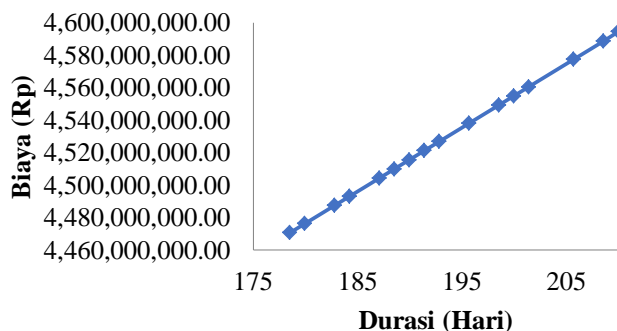
Tabel 4. 83 Hasil perhitungan total biaya terhadap durasi dari waktu lembur selama 3 jam

Kode	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
PB	817,619,749.20	3,769,055,401.97	4,586,675,151.18
TPSG	802,305,331.42	3,769,055,488.16	4,571,360,819.58
PNJ	794,648,122.53	3,769,055,542.52	4,563,703,665.05
PJ	786,990,913.65	3,769,055,598.80	4,556,046,512.44
BTU32	764,019,286.98	3,769,055,796.85	4,533,075,083.83
PBM	748,704,869.20	3,769,056,182.00	4,517,761,051.20
PBT	733,390,451.42	3,769,056,744.87	4,502,447,196.29
PP	725,733,242.53	3,769,057,320.12	4,494,790,562.65
KPJ1	718,076,033.64	3,769,057,979.95	4,487,134,013.59
MJT	710,418,824.75	3,769,058,872.09	4,479,477,696.84
GB	695,104,406.97	3,769,062,049.56	4,464,166,456.53
LPAKB	687,447,198.08	3,769,063,827.22	4,456,511,025.30
BMS30	672,132,780.30	3,769,067,398.42	4,441,200,178.73
LP AE	664,475,571.41	3,769,069,560.05	4,433,545,131.46
LLAAW	656,818,362.52	3,769,084,015.00	4,425,902,377.53

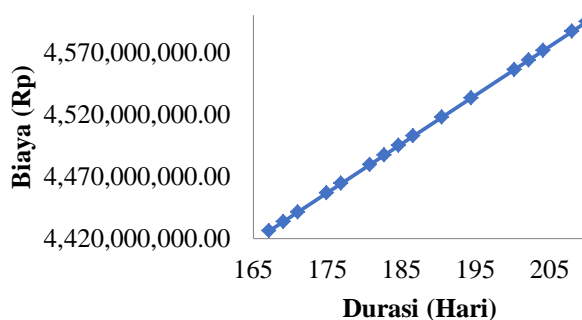
Data hasil analisis total biaya proyek terhadap penambahan jam lembur di atas dapat disajikan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 4.16 - 4.18.



Gambar 4. 16 Total biaya terhadap durasi dari waktu lembur 1 jam



Gambar 4. 17 Total biaya terhadap durasi dari waktu lembur 2 jam



Gambar 4. 18 Total biaya terhadap durasi dari waktu lembur 3 jam

g. 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 kode LPAKB :

1) Lembur 1 jam

Efisiensi waktu :

$$Et = \left(\frac{210 - 193,25}{210} \right) \times 100\%$$

$$Et = 7,97 \%$$

Efisiensi biaya :

$$Ec = \left(\frac{\text{Rp } 4.594.661.732,00 - \text{Rp } 4.528.538.375,89}{\text{Rp } 4.594.661.732,00} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 1,44 \%$$

2) Lembur 2 jam

Efisiensi waktu :

$$Et = \left(\frac{210 - 182,80}{210} \right) \times 100\%$$

$$Et = 12,95 \%$$

Efisiensi biaya :

$$Ec = \left(\frac{\text{Rp } 4.594.661.732,00 - \text{Rp } 4.487.431.951,75}{\text{Rp } 4.594.661.732,00} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 2,33 \%$$

3) Lembur 3 jam

Efisiensi waktu :

$$Et = \left(\frac{210 - 174,93}{210} \right) \times 100\%$$

$$Et = 16,70 \%$$

Efisiensi biaya :

$$Ec = \left(\frac{\text{Rp } 4.594.661.732,00 - \text{Rp } 4.456.511.025,30}{\text{Rp } 4.594.661.732,00} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 3,01 \%$$

Hasil perhitungan efisiensi waktu dan biaya secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 4.80, tabel 4.81, dan tabel 4.82, sebagai berikut :

Tabel 4. 84 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap durasi dari waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (hari) Kumulatif	Biaya Total (Rp)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
	210	4,594,661,732.00		
PB	209.20	4,591,198,995.74	0.38	0.08
TPSG	207.61	4,584,931,123.21	1.14	0.21
PJ	206.81	4,581,797,190.06	1.52	0.28
PNJ	206.01	4,578,663,294.53	1.90	0.35
BTU32	203.62	4,569,261,662.02	3.04	0.55
PBM	202.03	4,562,994,035.35	3.80	0.69
MJT	201.23	4,559,860,435.79	4.18	0.76
PBT	199.63	4,553,593,686.88	4.94	0.89
PP	198.84	4,550,460,354.61	5.32	0.96
LPAE	198.04	4,547,327,894.81	5.70	1.03
GB	196.44	4,541,064,113.04	6.46	1.17
KPJ1	195.65	4,537,932,227.19	6.84	1.23
BMS30	194.05	4,531,669,303.32	7.59	1.37
LPAKB	193.25	4,528,538,375.89	7.97	1.44
LLAAW	192.46	4,525,437,367.00	8.35	1.51

Tabel 4. 85 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap durasi dari waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi (hari) Kumulatif	Biaya Total (Rp)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
	210	4,594,661,732.00		
PB	208.57	4,588,705,740.50	0.68	0.13
TPSG	205.70	4,577,451,995.04	2.05	0.37
BTU32	201.41	4,560,571,388.24	4.09	0.74
PNJ	199.98	4,554,944,523.31	4.77	0.86
PJ	198.55	4,549,317,679.44	5.45	0.99
PBM	195.68	4,538,064,212.45	6.82	1.23
PBT	192.82	4,526,810,920.03	8.18	1.48
KPJ1	191.39	4,521,184,430.58	8.86	1.60
PP	189.95	4,515,558,142.44	9.55	1.72
MJT	188.52	4,509,931,925.67	10.23	1.84
LPAE	187.09	4,504,306,109.58	10.91	1.97
GB	184.23	4,493,054,969.98	12.27	2.21
LPAKB	182.80	4,487,431,951.75	12.95	2.33
BMS30	179.93	4,476,188,020.32	14.32	2.58
LLAAW	178.50	4,470,569,682.67	15.00	2.70

Tabel 4. 86 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap durasi dari waktu lembur 3 jam

Kode	Durasi (hari) Kumulatif	Biaya Total (Rp)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
	210	4,594,661,732.00	0.00	0.00
PB	208.05	4,586,675,151.18	0.93	0.17
TPSG	204.15	4,571,360,819.58	2.78	0.51
PNJ	202.21	4,563,703,665.05	3.71	0.67
PJ	200.26	4,556,046,512.44	4.64	0.84
BTU32	194.41	4,533,075,083.83	7.42	1.34
PBM	190.52	4,517,761,051.20	9.28	1.67
PBT	186.62	4,502,447,196.29	11.13	2.01
PP	184.67	4,494,790,562.65	12.06	2.17
KPJ1	182.72	4,487,134,013.59	12.99	2.34
MJT	180.77	4,479,477,696.84	13.92	2.51
GB	176.88	4,464,166,456.53	15.77	2.84
LPAKB	174.93	4,456,511,025.30	16.70	3.01
BMS30	171.03	4,441,200,178.73	18.56	3.34
LPAE	169.08	4,433,545,131.46	19.48	3.51
LLAAW	167.13	4,425,902,377.53	20.41	3.67

1.3.9. Perhitungan biaya denda akibat keterlambatan

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

Total denda = total hari keterlambatan × denda perhari

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

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

$$\begin{aligned}
 \text{Total hari keterlambatan} &= 0,80 \text{ hari} \\
 \text{Biaya total proyek} &= \text{Rp } 4.594.661.732,00 \\
 \text{Total denda} &= 0,80 \times \frac{1}{1000} \times 4.594.661.732,00 \\
 &= \text{Rp } 3.664.097,33
 \end{aligned}$$

1.3.10. Perbandingan antara penambahan jam kerja dengan alat berat

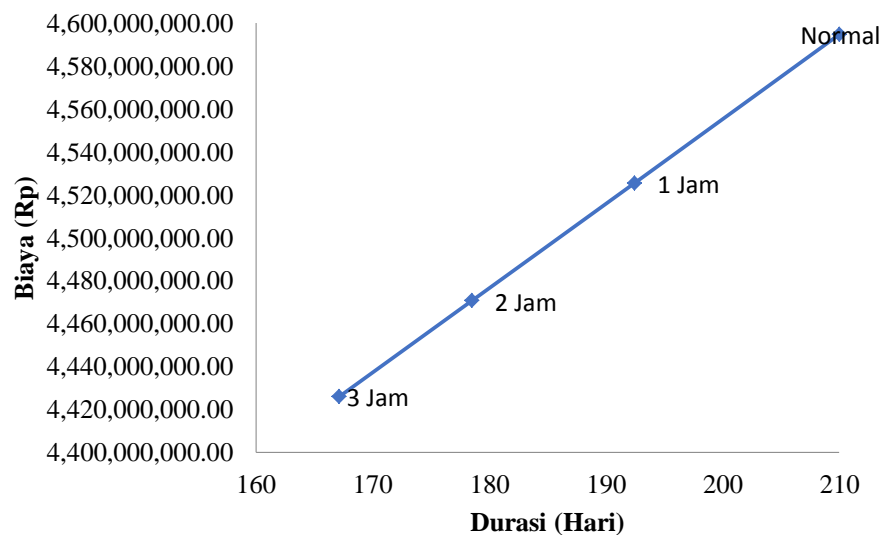
Berdasarkan penerapan metode *Duration cost trade off* antara penambahan jam kerja atau waktu lembur selama 1 – 3 jam dengan penambahan alat berat dan tenaga kerja didapatkan perbedaan-perbedaan dari keduanya yaitu sebagai berikut.

Tabel 4. 87 Perbandingan biaya normal dengan biaya penambahan jam kerja (lembur)

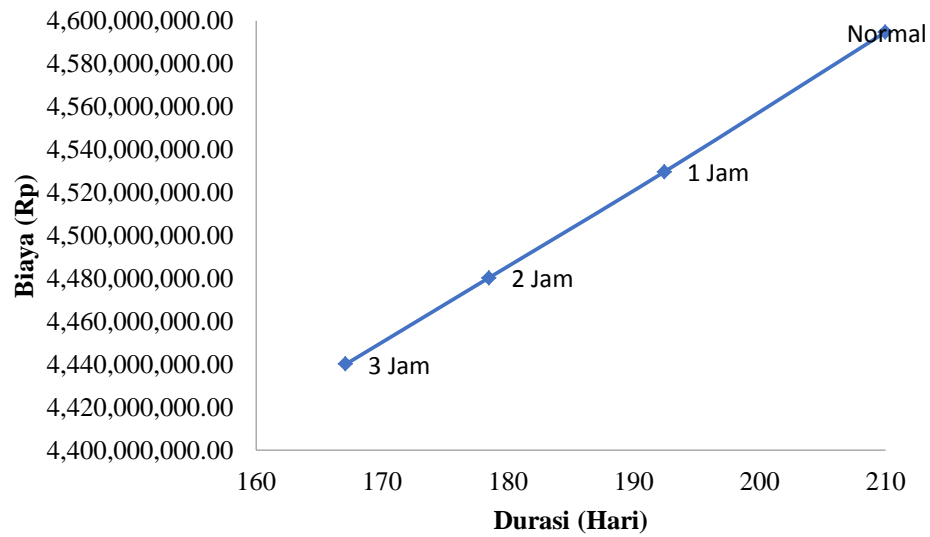
No	Penambahan Jam Lembur	Durasi	Biaya (Rp)
1	Normal	210	4,594,661,732.00
2	1	192.46	4,529,642,950.10
3	2	178.5	4,480,214,771.29
4	3	167.13	4,440,003,210.43

Tabel 4. 88 Perbandingan biaya normal dengan biaya penambahan alat

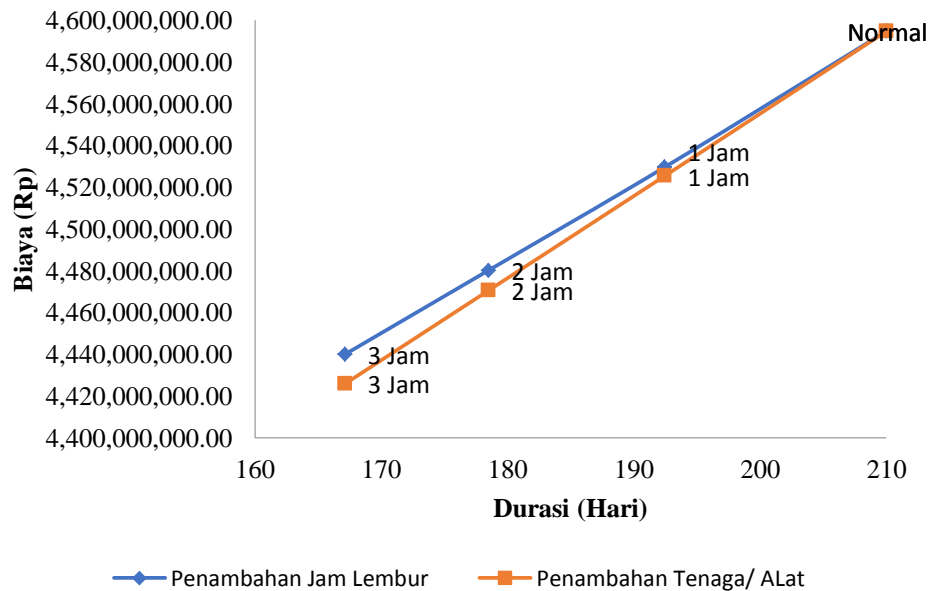
No	Penambahan Jam Lembur	Durasi	Biaya (Rp)
1	Normal	210	4,594,661,732.00
2	1	192.46	4,525,437,367.00
3	2	178.5	4,470,569,682.67
4	3	167.13	4,425,902,377.53



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 4.89, Tabel 4.90 dan Tabel 4.91 sebagai berikut :

Tabel 4. 89 Biaya total akibat lembur 1 jam

Kode	Durasi (Hari)		Total Biaya (Rp)	
	Normal	<i>Crash</i>	Penambahan Jam Kerja	Penambahan Alat
PBM	14	12.41	4,572,784,651.08	4,562,994,035.35
GB	14	12.41	4,585,276,275.60	4,541,064,113.04
TPSG	14	12.41	4,557,210,353.42	4,584,931,123.21
LPAKB	7	6.20	4,551,015,072.15	4,528,538,375.89
LPAE	7	6.20	4,591,530,539.87	4,547,327,894.81
LLAAW	7	6.20	4,542,237,792.76	4,525,437,367.00
BMS30	14	12.41	4,536,801,720.49	4,531,669,303.32
BTU32	21	18.61	4,529,642,950.10	4,569,261,662.02
PBT	14	12.41	4,579,025,158.34	4,553,593,686.88
PNJ	7	6.20	4,569,665,337.94	4,578,663,294.53
PB	7	6.20	4,563,428,836.68	4,591,198,995.74
MJT	7	6.20	4,566,546,123.81	4,559,860,435.79
PP	7	6.20	4,545,092,110.89	4,550,460,354.61
PJ	7	6.20	4,554,107,134.28	4,581,797,190.06
KPJ1	7	6.20	4,548,036,997.02	4,537,932,227.19

Tabel 4. 90 Biaya total akibat lembur 2 jam

Kode	Durasi (Hari)		Total Biaya (Rp)	
	Normal	<i>Crash</i>	Penambahan Jam Kerja	Penambahan Alat
PBM	14	6.20	4,544,251,532.84	4,538,064,212.45
GB	14	12.41	4,577,813,753.95	4,493,054,969.98
TPSG	14	6.20	4,533,123,400.14	4,577,451,995.04
LPAKB	7	6.20	4,522,026,918.44	4,487,431,951.75
LPAE	7	18.61	4,589,039,506.65	4,504,306,109.58
LLAAW	7	12.41	4,500,949,381.04	4,470,569,682.67
BMS30	14	6.20	4,491,383,370.34	4,476,188,020.32
BTU32	21	12.41	4,480,214,771.29	4,560,571,388.24
PBT	14	6.20	4,566,600,664.25	4,526,810,920.03
PNJ	7	6.20	4,561,011,011.90	4,554,944,523.31
PB	7	12.41	4,555,424,043.55	4,588,705,740.50
MJT	7	6.20	4,516,512,208.09	4,509,931,925.67
PP	7	12.41	4,506,067,200.39	4,515,558,142.44
PJ	7	6.20	4,527,574,605.79	4,549,317,679.44
KPJ1	7	6.20	4,511,244,672.74	4,521,184,430.58

Tabel 4. 91 Biaya total akibat lembur 3 jam

PB	Durasi (Hari)		Total Biaya (Rp)	
	Normal	<i>Crash</i>	Penambahan Jam Kerja	Penambahan Alat
PBM	14	6.20	4,526,089,759.99	4,517,761,051.20
GB	14	12.41	4,571,736,810.33	4,464,166,456.53
TPSG	14	6.20	4,510,963,128.22	4,571,360,819.58
LPAKB	21	18.61	4,495,886,991.44	4,456,511,025.30
LP AE	7	12.41	4,587,011,441.11	4,433,545,131.46
LLAAW	7	6.20	4,467,368,687.88	4,425,902,377.53
BMS30	14	6.20	4,454,438,977.10	4,441,200,178.73
BTU32	21	12.41	4,440,003,210.43	4,533,075,083.83
PBT	14	6.20	4,556,483,167.55	4,502,447,196.29
PNJ	7	6.20	4,548,881,579.66	4,563,703,665.05
PB	7	6.20	4,541,283,247.77	4,586,675,151.18
MJT	7	12.41	4,488,421,351.55	4,479,477,696.84
PP	7	12.41	4,474,293,315.77	4,494,790,562.65
PJ	7	6.20	4,503,422,652.33	4,556,046,512.44
KPJ1	7	0.00	4,481,288,984.66	4,487,134,013.59

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*.

Tabel 4. 92 Perbandingan Penambahan biaya akibat penambahan jam kerja 1 jam , penambahan alat berat ,dan biaya denda.

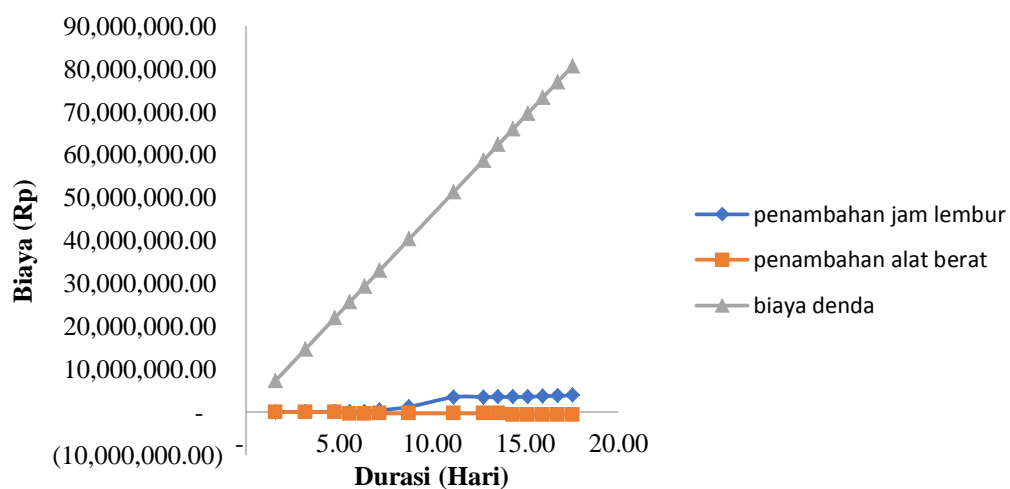
Kode	Durasi	Selisih Biaya (Rp)		
		Lembur	Penambahan Alat Berat	Denda (Komulatif)
PBM	12.41	27,419.00	299.59	7,328,194.66
GB	12.41	13,662.00	4,144.49	14,656,389.32
TPSG	12.41	49,443.00	53.73	21,984,583.98
LPAKB	6.20	41,901.00	(345,206.80)	25,648,681.31
LPAE	6.20	2,771.00	1,503.34	29,312,778.64
LLAAW	6.20	279,645.00	32,954.24	32,976,875.98
BMS30	12.41	831,854.00	5,002.39	40,305,070.64
BTU32	18.61	2,243,119.00	256.89	51,297,362.63
PBT	12.41	16,809.00	1,177.36	58,625,557.29
PNJ	6.20	14,650.00	67.61	62,289,654.62
PB	6.20	16,676.00	(328,773.13)	65,953,751.95
MJT	6.20	14,749.00	363.57	69,617,849.28
PP	6.20	189,077.00	630.86	73,281,946.61
PJ	6.20	30,744.00	29.98	76,946,043.94
KPJ1	6.20	155,888.00	2,077.28	80,610,141.27

Tabel 4. 93 Perbandingan Penambahan biaya akibat penambahan jam kerja 2 jam , penambahan alat,dan biaya denda

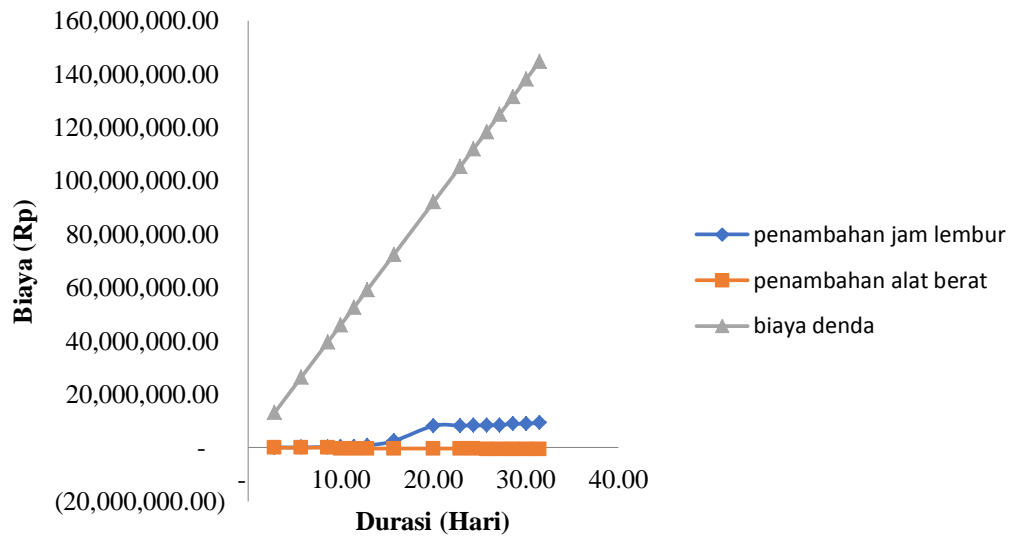
Kode	Durasi	Selisih Biaya (Rp)		
		Lembur	Penambahan Alat Berat	Denda (Komulatif)
PBM	11.14	81,266.00	309.72	13,157,440.41
GB	11.14	28,024.00	2,637.10	26,314,880.83
TPSG	11.14	125,644.00	31.25	39,472,321.24
LPAKB	5.57	79,201.00	(345,393.25)	46,051,041.45
LPAE	5.57	4,663.00	1,072.26	52,629,761.66
LLAAW	5.57	509,069.00	8,550.70	59,208,481.86
BMS30	11.14	1,687,766.00	9,845.27	72,365,922.28
BTU32	16.70	5,712,066.00	58.25	92,102,082.90
PBT	11.14	40,687.00	484.27	105,259,523.31
PNJ	5.57	37,236.00	23.42	111,838,243.52
PB	5.57	39,920.00	(329,103.15)	118,416,963.73
MJT	5.57	112,178.00	671.59	124,995,683.94
PP	5.57	449,416.00	600.21	131,574,404.14
PJ	5.57	78,094.00	44.48	138,153,124.35
KPJ1	5.57	359,353.00	398.90	144,731,844.56

Tabel 4. 94 Perbandingan Penambahan biaya akibat penambahan jam kerja 3 jam ,
penambahan alat,dan biaya denda

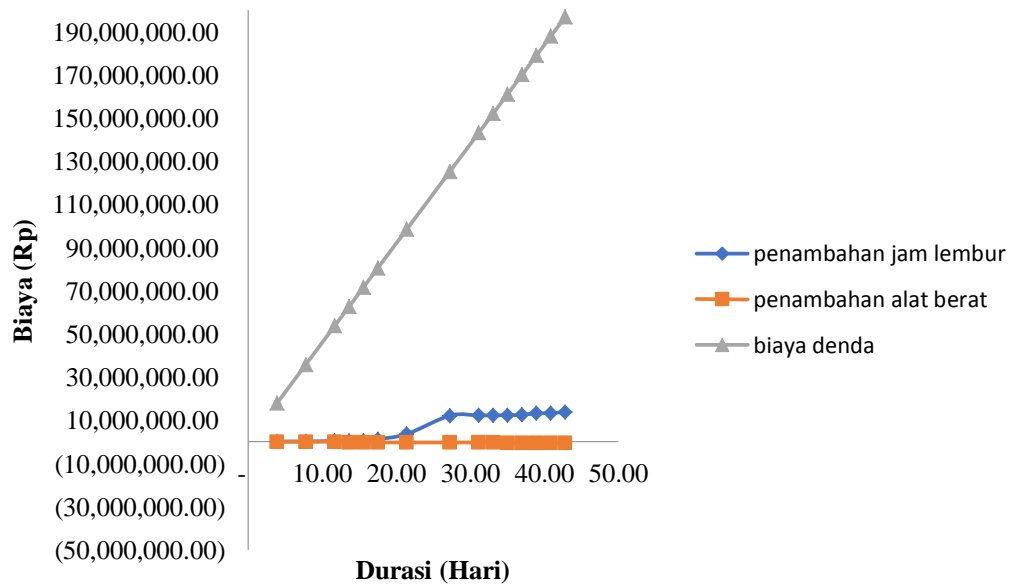
Kode	Durasi	Selisih Biaya (Rp)		
		Lembur	Penambahan Alat Berat	Denda (Komulatif)
PBM	10.10	120,930.00	385.15	17,904,970.46
GB	10.10	39,787.00	3,177.47	35,809,940.92
TPSG	10.10	187,786.00	86.19	53,714,911.38
LPAKB	5.05	121,548.00	(345,159.91)	62,667,396.61
LP AE	5.05	6,918.00	2,161.63	71,619,881.84
LLAAW	5.05	732,581.00	14,454.95	80,572,367.07
BMS30	10.10	2,384,707.00	3,571.21	98,477,337.53
BTU32	15.15	8,535,860.00	198.05	125,334,793.23
PBT	10.10	60,775.00	562.86	143,239,763.69
PNJ	5.05	55,621.00	54.36	152,192,248.92
PB	5.05	58,877.00	(329,371.93)	161,144,734.15
MJT	5.05	191,569.00	892.13	170,097,219.38
PP	5.05	661,540.00	575.25	179,049,704.61
PJ	5.05	116,733.00	56.28	188,002,189.84
KPJ1	5.05	524,842.00	659.84	196,954,675.07



Gambar 4. 22 Perbandingan Biaya Penambahan Jam Lembur, Alat Berat/ Tenaga Kerja, dan Denda Pada Lembur 1 Jam



Gambar 4. 23 Perbandingan Biaya Penambahan Jam Lembur, Alat Berat/ Tenaga Kerja, dan Denda Pada Lembur 2 Jam



Gambar 4. 24 Perbandingan Biaya Penambahan Jam Lembur, Alat Berat/ Tenaga Kerja, dan Denda Pada Lembur 3 Jam

Pada tabel 4.88 – 4.89 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.