

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Penelitian

Data umum Proyek Pengadaan Rangka Baja Jembatan Pabelan di Ruas Jalan Mendut-Tanjungjapuan, dengan rincian sebagai berikut:

Pemilik Proyek	: A
Kontraktor Utama	: PT. A
Nilai Proyek	: Rp 5.863.526.834,00
Waktu pelaksanaan	: 150 hari
Tanggal pekerjaan dimulai	: 27 Juli 2017

4.2. Daftar Kegiatan Kritis

Daftar kegiatan – kegiatan kritis pekerjaan pada kondisi sebelum dilakukan percepatan durasi pekerjaan (normal) dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Daftar Kegiatan Kritis Pekerjaan pada Kondisi Normal

No	Kode	Item Pekerjaan	Durasi (Hari)
1	GB02	Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	35
2	GB2-4	Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	21
3	GS2-4	Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	28
4	TPSG	Timbunan Pilihan dari sumber galian	28
5	LPAA	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	14
6	LPAB	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	14
7	LRPAE	Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	7
8	ACBC	Laston Lapis Antara (AC-BC)	7
9	PA	Pondasi abutment	28
10	BA	Badan Abutmen	28
11	KA	Kepala Abutmen	21

Tabel 4. 2 Daftar Kegiatan Kritis Pekerjaan yang Menggunakan Alat Berat

No	Kode	Item Pekerja	Durasi (Hari)
1	GB02	Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	35
2	GB2-4	Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	21

No	Kode	Item Pekerja	Durasi (Hari)
3	GS2-4	Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	28
4	TPSG	Timbunan Pilihan dari sumber galian	28
5	LPAA	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	14
6	LPAB	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	14
7	LRPAE	Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	7
8	ACBC	Laston Lapis Antara (AC-BC)	7
9	PA	Pondasi abutment	28
10	BA	Badan Abutmen	28
11	KA	Kepala Abutmen	21

Tabel 4.1 menunjukkan kegiatan pekerjaan yang masuk kedalam lintasan kritis dan memiliki unsur tenaga kerja dan alat berat. Pemilihan pekerjaan yang akan dipercepat dari kegiatan kritis dengan kriteria sebagai berikut:

- 1 Kegiatan kritis yang dipilih memiliki unsur tenaga kerja dan alat berat sehingga dapat dilakukan percepatan dengan cara mengolah *resource work*.
- 2 Percepatan pekerjaan yang masuk kedalam kegiatan kritis dilakukan dengan menambahkan jumlah jam lembur atau menambahkan jumlah alat berat.
- 3 Kegiatan kritis yang dipercepat akan mempengaruhi biaya tidak langsung keseluruhan proyek.

4.3. Penerapan Metode *Time Cost Trade Off*

Penerapan metode *time cost trade off* dalam penelitian ini dilakukan dengan cara yaitu:

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

Apabila waktu pelaksanaan dipercepat maka biaya tidak langsung proyek akan berkurang dan biaya langsung proyek akan bertambah. Untuk mengetahui biaya tidak langsung proyek dapat dilakukan 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;

x_1 = Nilai Total Proyek

x_2 = durasi proyek

ε = random error

Maka, perhitungan biaya tidak langsung pada proyek tersebut adalah:

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

$$y = -0,95 - 4,888(\ln(\frac{5.863.526.834}{1000000000} - 0,21) - \ln(150))$$

$$y = 15,0746 = 0,15075\%$$

$$\text{Biaya Tidak Langsung} = 0,15075\% \times \text{Rp } 5.863.526.834$$

$$= \text{Rp } 883.903.379,43$$

$$\text{Biaya Tidak Langsung / hari} = \frac{\text{biaya tidak langsung}}{\text{durasi normal proyek}}$$

$$= \frac{883.903.379,43}{150}$$

$$= \text{Rp } 5.829.689,20 / \text{hari}$$

$$\text{Biaya Langsung} = \text{Biaya Total Rencana} - \text{Biaya Tidak Langsung}$$

$$= \text{Rp } 5.863.526.834 - \text{Rp } 883.903.379,43$$

$$= \text{Rp } 4.979.623.454,57$$

4.3.1. Penambahan Jam Kerja (Waktu Lembur)

Dalam proyek tersebut jam kerja normal adalah 7 jam (08.00-16.00) dan 1 jam istirahat (12:00 – 13:00), sedangkan kerja lembur dilakukan selama 3 jam (18.00-21.00) sesuai 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.

4.3.2. Analisis Kebutuhan Alat Berat dan Tenaga Kerja

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

Jenis Pekerjaan	: Galian Biasa (Kedalaman 0 – 2 m)
Durasi Pekerjaan	: 35 hari
Jam Kerja	: 7 jam/hari
Volume Pekerjaan	: 1211,95 m ³

Tabel 4. 3 Perhitungan Kebutuhan Alat dan Tenaga Kerja

KOMPONEN	SATUAN	KOEFSIEN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA SATUAN (Rp.)		JUMLAH	JUMLAH (perhari)	JUMLAH (perjam)	TOTAL HARGA (Rp.)
				5 = 3 x 4	7 = 3 x Vol				
1	2	3	4	5 = 3 x 4	7 = 3 x Vol	8 = 7/ Durasi	9 = 8 / 7 jam	10 = 5 x vol	
<u>TENAGA</u>									
Pekerja	jam	0,03023	Rp 8.500,00	Rp 256,94	36,64	1,05	0,15	Rp 311.400,55	
Mandor	jam	0,00756	Rp 10.214,29	Rp 77,19	9,16	0,26	0,04	Rp 93.551,01	
<u>BAHAN</u>									
<u>PERALATAN</u>									
Excavator	Jam	0,00755711	Rp 202.137,29	Rp 1.527,57	9,16	0,26	0,04	Rp 1.851.342,99	
Dump Truck	Jam	0,09574522	Rp 156.564,29	Rp 14.990,28	116,04	3,32	0,47	Rp 18.167.472,15	
Alat Bantu	Ls	1	Rp 1.000,00	Rp 1.000,00	1.211,95	34,63	4,95	Rp 1.211.950,00	
<u>TOTAL</u>				Rp 17.851,99				Rp 21.635.716,70	

Keterangan:

Kolom 3: Nilai koefisien didapat dari analisa harga satuan pekerjaan.

Kolom 4: Harga satuan didapat dari daftar harga satuan pekerjaan.

Kolom 5: Jumlah harga satuan

Kolom 7: Jumlah kebutuhan alat dan tenaga kerja.

Kolom 8: Jumlah kebutuhan alat dan tenaga kerja per hari.

Kolom 9: Jumlah kebutuhan alat dan tenaga kerja per jam.

Kolom 10: Total Harga.

4.3.3. Analisis Biaya Lembur

Besarnya upah biaya lembur dari tenaga kerja dan alat berat dianalisa untuk mengetahui biaya total dari kegiatan yang akan dilembur. Contoh analisis perhitungan lembur dari alat berat dan tenaga kerja sebagai berikut:

a. Alat Berat

Untuk Resource Name : *Excavator* 80 -140 HP

Biaya normal alat per jam : Rp 202.137

Biaya Operator : Rp 9.428,57

Biaya Pembantu Operator : Rp 9.035,71

Keterangan:

bo = Biaya operator (Rp / jam)

bpo = Biaya pembantu operator (Rp / jam)

bn = Biaya normal alat (Rp / jam)

Biaya lembur per jam :

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 Jam (L1)} &= bn + 0,5 \times (bo + bpo) \\ &= 202.137 + 0,5 \times (9.428,57 + 9.035,71) \\ &= \text{Rp } 211.369,14 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Per jam} &= \left(\frac{211.369,14}{1 \text{ Jam}} \right) \\ &= \text{Rp. } 211.369,14 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 Jam (L2)} &= \text{L1} + bn + 1,0 \times (bo + bpo) \\ = 211.369,14 + 202.137 + 1 \times (9.428,57 + 9.035,71) \\ &= \text{Rp } 431.971,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Per jam} &= \left(\frac{431.971,00}{2 \text{ Jam}} \right) \\ &= \text{Rp. } 215.985,50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 Jam (L3)} &= \text{L2} + bn + 1,0 \times (bo + bpo) \\ &= 431.971,00 + 202.137 + 1 \times (9.428,57 + 9.035,71) \\ &= \text{Rp } 652.572,57 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Per Jam} &= \left(\frac{652.572,57}{3} \right) \\ &= \text{Rp. } 217.524,19 \end{aligned}$$

b. Tenaga Kerja

Untuk *Resource Name* : Pekerja

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

Biaya lembur per jam :

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

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

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

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

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

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

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

Tabel 4. 4 Biaya Normal, Biaya Lembur Alat Berat dan Tenaga Kerja

Pekerja / Alat Berat	Biaya normal Per Jam (Rp)	Overtime Cost					
		Lembur 1 Jam		2 Jam		3 Jam	
		1,00	biaya per jam	2,00	biaya per jam	3,00	biaya per jam
Pekerja	Rp 8.571	12.857,14	12.857,14	30.000,00	15.000,00	47.142,86	15.714,29
Tukang	Rp 9.500	14.250,00	14.250,00	33.250,00	16.625,00	52.250,00	17.416,67
Mandor	Rp 10.357	15.535,71	15.535,71	36.250,00	18.125,00	56.964,29	18.988,10
Asphalt mixing plant	Rp 3.899.066	3.908.297,86	3.908.297,86	7.825.827,86	3.912.913,93	11.743.357,86	3.914.452,62
Asphalt Finisher	Rp 141.182	150.414,43	150.414,43	310.061,00	155.030,50	469.707,57	156.569,19
Asphalt sprayer	Rp 29.343	38.575,43	38.575,43	86.383,00	43.191,50	134.190,57	44.730,19
Bulldozer 100-150 HP	Rp 232.519	241.751,43	241.751,43	492.735,00	246.367,50	743.718,57	247.906,19
Compressor 4000-6500 L/M	Rp 101.324	110.556,43	110.556,43	230.345,00	115.172,50	350.133,57	116.711,19
Concrete Mixer 0,3-0,6 m ³	Rp 52.364	61.596,43	61.596,43	132.425,00	66.212,50	203.253,57	67.751,19
Crane 10-15 Ton	Rp 209.042	218.274,43	218.274,43	445.781,00	222.890,50	673.287,57	224.429,19
Dump Truck 5 Ton	Rp 156.564	165.796,43	165.796,43	340.825,00	170.412,50	515.853,57	171.951,19
Dump Truck 10 Ton	Rp 280.854	290.086,43	290.086,43	589.405,00	294.702,50	888.723,57	296.241,19
Excavator 80-140 HP	Rp 202.137	211.369,43	211.369,43	431.971,00	215.985,50	652.572,57	217.524,19
Flat bed Truck 3-4 m ³	Rp 280.854	290.086,43	290.086,43	589.405,00	294.702,50	888.723,57	296.241,19
Generator set	Rp 267.044	276.276,43	276.276,43	561.785,00	280.892,50	847.293,57	282.431,19
Motor Grader > 100 HP	Rp 204.899	214.131,43	214.131,43	437.495,00	218.747,50	660.858,57	220.286,19
Wheel Loader 1.0-1,6 m ³	Rp 151.040	160.272,43	160.272,43	329.777,00	164.888,50	499.281,57	166.427,19
Tandem Roller 6-8 Ton	Rp 131.706	140.938,43	140.938,43	291.109,00	145.554,50	441.279,57	147.093,19
Tire Roller 8-10 T	Rp 157.255	166.486,93	166.486,93	342.206,00	171.103,00	517.925,07	172.641,69
Vibratory Roller 5-8 T	Rp 131.706	140.938,43	140.938,43	291.109,00	145.554,50	441.279,57	147.093,19
Concrete Vibrator	Rp 27.787	37.018,93	37.018,93	83.270,00	41.635,00	129.521,07	43.173,69
Water Tanker 3000-4500 L	Rp 156.564	165.796,43	165.796,43	340.825,00	170.412,50	515.853,57	171.951,19
Tamper	Rp 26.431	35.662,93	35.662,93	80.558,00	40.279,00	125.453,07	41.817,69
Crane On Track 35 Ton	Rp 191.089	200.321,43	200.321,43	409.875,00	204.937,50	619.428,57	206.476,19
Asphalt Liquid Mixer	Rp 25.369	34.601,43	34.601,43	78.435,00	39.217,50	122.268,57	40.756,19
Tronton	Rp 290.786	300.017,86	300.017,86	609.267,86	304.633,93	918.517,86	306.172,62
ASPHALT DISTRIBUTOR	Rp 195.351	204.582,86	204.582,86	418.397,86	209.198,93	632.212,86	210.737,62
Concret Pan Mixer	Rp 263.666	272.897,86	272.897,86	555.027,86	277.513,93	837.157,86	279.052,62
Truck Mixer (Agitator)	Rp 322.284	331.516,43	331.516,43	672.265,00	336.132,50	1.013.013,57	337.671,19
Bar Bender	Rp 23.549	32.781,43	32.781,43	74.795,00	37.397,50	116.808,57	38.936,19
Bar Cutter	Rp 23.549	32.781,43	32.781,43	74.795,00	37.397,50	116.808,57	38.936,19
Trailer 20 ton	Rp 260.139	269.371,43	269.371,43	547.975,00	273.987,50	826.578,57	275.526,19
Alat Bantu 1	Rp 1.000	10.232,14	10.232,14	29.696,43	14.848,21	49.160,71	16.386,90
Alat Bantu 2	Rp 500	9.732,14	9.732,14	28.696,43	14.348,21	47.660,71	15.886,90
Alat Bantu 3	Rp 400	9.632,14	9.632,14	28.496,43	14.248,21	47.360,71	15.786,90
Alat Bantu 4	Rp 100	9.332,14	9.332,14	27.896,43	13.948,21	46.460,71	15.486,90

4.3.4. Analisis Durasi Percepatan

Hal yang harus di perhatikan dalam mencari durasi percepatan item pekerjaan adalah produktivitas normal alat berat, produktivitas lembur, kebutuhan alat per jam, serta volume dan durasi normal.

Contoh perhitungan adalah sebagai berikut:

Nama pekerjaan : Galian Biasa (Kedalaman 0 -2 m)

Volume pekerjaan : 1211,95m³

Durasi normal : 35 Hari (dengan jam kerja 7 jam/hari)

Produktivitas alat:

Excavator = 39,14 m³/jam

Dump Truck = 1,92 m³/jam

Kebutuhan Alat :

Excavator = 0,04 unit/jam

Dump Truck = 0,48 unit/jam

Durasi Percepatan (Dp):

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

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:**

$$\begin{aligned} D_p \text{ 1 jam} &= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{(k \times Pa \times jk) + (\sum jl \times pp \times Pa \times k)} \\ &= \frac{17 \text{ m}^3}{(0,04 \times 39,14 \times 7) + (1 \times 0,9 \times 39,14 \times 0,04)} \\ &= \mathbf{31,01 \text{ hari}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maksimal Crashing} &= \text{Durasi normal} - \text{Durasi percepatan} \\ &= 35 \text{ hari} - 31,01 \text{ hari} \\ &= \mathbf{3,99 \text{ hari}} \end{aligned}$$

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

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

$$D_p \text{ 2 jam} = \frac{17 \text{ m}^3}{(0,04 \times 39,14 \times 7) + (1 \times (0,9+0,8) \times 39,14 \times 0,04)}$$

$$D_p \text{ 2 jam} = \mathbf{5,57 \text{ hari}}$$

$$\begin{aligned} \text{Maksimal Crashing} &= \text{Durasi normal} - \text{Durasi percepatan} \\ &= 35 \text{ hari} - 27,84 \text{ hari} \\ &= \mathbf{7,16 \text{ Hari}} \end{aligned}$$

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

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

$$D_p \text{ 3 jam} = \frac{17 \text{ m}^3}{(0,04 \times 39,14 \times 7) + (1 \times (0,9+0,8+0,7) \times 39,14 \times 0,04)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Dp 3 jam} &= \mathbf{25,26 \text{ hari}} \\
 \text{Maksimal Crashing} &= \text{Durasi normal} - \text{Durasi percepatan} \\
 &= 35 \text{ Hari} - 25,26 \text{ Hari} \\
 &= \mathbf{9,74 \text{ Hari}}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan durasi *crashing* manual diatas sesuai dengan hasil perhitungan pada *Microsoft Project* 2019. Hasil dari pengolahan *Microsoft Project* 2019 dapat dilihat pada Tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Durasi *Crashing Microsoft Project* 2019

Kegiatan	Durasi			
	Normal	Lembur 1 Jam	Lembur 2 jam	Lembur 3 jam
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	35,00	31,01	27,84	25,26
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	21,00	18,61	16,70	15,15
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	28,00	24,81	22,27	20,21
Timbunan Pilihan dari sumber galian	28,00	24,81	22,27	20,21
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	14,00	12,41	11,14	10,10
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	14,00	12,41	11,14	10,10
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	7,00	6,20	5,57	5,05
Laston Lapis Antara (AC-BC)	7,00	6,20	5,57	5,05
Pondasi abutment	28,00	24,81	22,27	20,21
Badan Abutmen	28,00	24,81	22,27	20,21
Kepala Abutmen	21,00	18,61	16,70	15,15

4.3.5. Analisis Biaya Percepatan

Analisa biaya percepatan digunakan untuk mencari biaya percepatan setelah dilakukan lembur 1 - 3 jam dalam sehari. Analisa tersebut menggunakan *Microsoft Project* 2019 dan dikontrol dengan *Microsoft Excel* 2019. Contoh perhitungannya sebagai berikut:

1) Kondisi Normal

Nama pekerjaan	: Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)
Volume pekerjaan	: 1211,95 m ³
Durasi pekerjaan	: 35 hari (dengan jam kerja (jk) 7 jam/hari)
Kebutuhan <i>resource</i> (kr)	

Pekerja	= 0,15	orang/jam
Mandor	= 0,04	orang/jam
<i>Excavator</i>	= 0,04	unit/jam
<i>Dump Truk</i>	= 0,47	unit/jam
Alat Bantu 1	= 4,95	Ls

Biaya *resource* (Brj)

Pekerja	= Rp 8.500,00	/jam
Mandor	= Rp10.214,29	/jam
<i>Excavaor</i>	= Rp202.137,29	/jam
<i>Dump Truk</i>	= Rp156.564,29	/jam
Alat Bantu 1	= Rp 1.000,00	/Ls

Biaya *resource* perhari (Brh)

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

$$\text{Brh Pekerja} = 7 \times 0,15 \times 8.500,00 = \text{Rp. } 8.897,16 \text{ / hari}$$

$$\text{Brh Mandor} = 7 \times 0,04 \times 10.214,29 = \text{Rp. } 2.672,89 \text{ / hari}$$

$$\text{Brh } \textit{Excavator} = 7 \times 0,04 \times 202.137,29 = \text{Rp. } 52.895,51 \text{ / hari}$$

$$\text{Brh } \textit{Dump Truk} = 7 \times 0,47 \times 156.564,29 = \text{Rp. } 519.070,63 \text{ / hari}$$

$$\text{Brh Alat bantu} = 7 \times 4,95 \times 1.000,00 = \text{Rp. } 34.627,14 \text{ / hari}$$

Biaya normal total *resource* harian (Btrh)

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

$$= (\text{Pekerja} + \text{Mandor} + \text{Mandor} + \textit{Excavator} + \textit{Dump Truk} + \textit{Alat bantu})$$

$$= 8.897,16 + 2.672,89 + 52.895,51 + 519.070,63 + 34.627,14$$

$$= \text{Rp. } 618.163,33 \text{ / hari}$$

Biaya total *resource* (Btr) :

$$\text{Btr} = (\text{Btrh} \times \text{durasi})$$

$$= (\text{Rp. } 618.163,33 \text{ / hari} \times 35 \text{ hari})$$

$$= \text{Rp. } \mathbf{Rp21.635.716,70}$$

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	= 0,15	orang/jam
Mandor	= 0,04	orang/jam
<i>Excavator</i>	= 0,04	unit/jam
<i>Dump Truk</i>	= 0,47	unit/jam
Alat Bantu 1	= 4,95	Ls

Biaya *resource* (Brj)

Pekerja	= Rp 8.500,00	/jam
Mandor	= Rp 10.214,29	/jam
<i>Excavaor</i>	= Rp 202.137,29	/jam
<i>Dump Truk</i>	= Rp156.564,29	/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)
 +b.pembantu operator)

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

Operator	= Rp 9.428,57	/jam
Pembantu Operator	= Rp 9.035,71	/jam
<i>Excavator</i>	= 202.137,29 + (0.5 × (9.428,57 + 9.035,71))	
	= Rp 211.369,43	
<i>Dump Truk</i>	= 156.564,29 + (0.5 × (9.428,57 + 9.035,71))	
	= Rp 165.796,43	
Pekerja	= 1.5 × 8.500,00	
	= Rp 12.857,14	
Mandor	= 1.5 × 10.214,29	
	= Rp 15.535,71	

Biaya *resource* lembur perhari (Brlh)

Brlh = kr × Blh

Sehingga,

$$\begin{aligned}
 \text{Brlh Excavator} &= 0,04 \times 211.369,43 \\
 &= \text{Rp } 7.901,63 / \text{hari} \\
 \text{Brlh Dump Truk} &= 0,47 \times 165.796,43 \\
 &= \text{Rp } 78.525,53 / \text{hari} \\
 \text{Brlh Pekerja} &= 0,15 \times 12.857,14 \\
 &= \text{Rp } 1.922,56 / \text{hari} \\
 \text{Brlh Mandor} &= 0,04 \times 15.535,71 \\
 &= \text{Rp } 580,77 / \text{hari}
 \end{aligned}$$

Total biaya *resource* perhari (Tbrh)

$$\begin{aligned}
 \text{Tbrh} &= \text{Btrh normal} + \sum \text{Brlh} \\
 &= 618.163,33 + 7.901,63 + 78.525,53 + 1.922,56 + 580,77 \\
 &= \text{Rp } 672.466,68 / \text{hari}
 \end{aligned}$$

Total biaya percepatan (Tbp)

$$\begin{aligned}
 \text{Tbp} &= (\text{Tbrh} \times \text{durasi percepatan}) + \text{Bahan} + \text{Alat bantu} \\
 &= (\text{Rp } 672.466,68 / \text{hari} \times 31,1 \text{ hari}) + 0 + \text{Rp } 1.211.950,00 \\
 &= \text{Rp } 22.066.929,26
 \end{aligned}$$

3) Kondisi Lembur 2 Jam

Nama pekerjaan : Lapis Pondasi Agregat Kelas B
 Volume pekerjaan : 17 m³
 Durasi pekerjaan : 27,84 Hari (dengan jam kerja (jk) 7 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr)

Pekerja	= 0,15	orang/jam
Mandor	= 0,04	orang/jam
Excavator	= 0,04	unit/jam
Dump Truk	= 0,47	unit/jam
Alat Bantu 1	= 4,95	Ls

Biaya *resource* (Brj)

Pekerja	= Rp 8.500,00	/jam
Mandor	= Rp 10.214,29	/jam

Excavaor = Rp 202.137,29 /jam

Dump Truk = Rp156.564,29 /jam

Alat Bantu 1 = Rp 1.000,00 /Ls

Biaya lembur perhari (Blh)

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

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

Operator = Rp 9.428,57 /jam

Pembantu Operator = Rp 9.035,71 /jam

Excavator = 202.137,29 + 211.369,43+ (1 × (9.428,57 + 9.035,71))
= Rp 431.971,00

Dump Truck = 156.564,29 + 165.796,43 + (1 × (9.428,57 + 9.035,71))
= Rp 340.825,00

Pekerja = 12.857,14 + 2 × 8.500,00
= Rp 30.000,00

Mandor = 15.535,71 + 2 × 10.214,29
= Rp 36.250,00

Biaya *resource* lembur perhari (Brlh)

Brlh = kr × Blh

Brlh *Excavator* = 0,04 × 431.971,00
= Rp16.148,38 / hari

Brlh *Dump Truck* = 0,47 × 340.825,00
= Rp 161.423,65 / hari

Brlh Pekerja = 0,15 × 30.000,00
= Rp 4.485,96 / hari

Brlh Mandor = 0,04 × 36.250,00
= Rp 1.355,13 / hari

Total biaya *resource* perhari (Tbrh)

$$\begin{aligned} \text{Tbrh} &= \text{Btrh normal} + \Sigma \text{Brlh} \\ &= 618.163,33 + 16.148,38 + 161.423,65 + 4.485,96 + 1.355,13 \\ &= \text{Rp } 766.949,32 / \text{hari} \end{aligned}$$

Total biaya percepatan (Tbp)

$$\begin{aligned} \text{Tbp} &= (\text{Tbrh} \times \text{durasi percepatan}) + \text{bahan} + \text{alat bantu} \\ &= (\text{Rp } 766.949,32 / \text{hari} \times 27,84 \text{ hari}) + 0 + \text{Rp } 1.211.950,00 \\ &= \text{Rp } 22.564.516,22 \end{aligned}$$

4) Kondisi Lembur 3 Jam

Nama pekerjaan : Lapis Pondasi Agregat Kelas B

Volume pekerjaan : 17 m³

Durasi pekerjaan : 25,26 Hari (dengan jam kerja (jk) 7 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr)

Pekerja	= 0,15	orang/jam
Mandor	= 0,04	orang/jam
<i>Excavator</i>	= 0,04	unit/jam
<i>Dump Truk</i>	= 0,47	unit/jam
Alat Bantu 1	= 4,95	Ls

Biaya *resource* (Brj)

Pekerja	= Rp 8.500,00	/jam
Mandor	= Rp 10.214,29	/jam
<i>Excavaor</i>	= Rp 202.137,29	/jam
<i>Dump Truk</i>	= Rp 156.564,29	/jam
Alat Bantu 1	= Rp 1.000,00	/Ls

Biaya lembur perhari (Blh)

$$\begin{aligned} \text{B. lembur alat 3 jam} &= \text{biaya normal perjam} + \text{biaya lembur alat 2} \\ &\quad \text{jam} + (1 \times (\text{b.operator} + \text{b.p.operator})) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{B. lembur pekerja 3 jam} &= \text{biaya lembur 2 jam} + 2 \times \text{biaya normal} \\ &\quad \text{perjam} \end{aligned}$$

Operator	= Rp 9.428,57	/jam
Pembantu Operator	= Rp 9.035,71	/jam

$$\begin{aligned} \text{Excavator} &= 202.137,29 + 431.971,00 + (1 \times (9.428,57 + \\ & \quad 9.035,71)) \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 652.572,57$$

$$\begin{aligned} \text{Dump Truck} &= 156.564,29 + 340.825,00 + (1 \times (9.428,57 + \\ & \quad 9.035,71)) \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 515.853,57$$

$$\text{Pekerja} = 30.000,00 + 2 \times 8.500,00$$

$$= \text{Rp } 47.142,86$$

$$\text{Mandor} = 36.250,00 + 2 \times 10.214,29$$

$$= \text{Rp } 56.964,29$$

Biaya *resource* lembur perhari (Brlh)

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

Sehingga,

$$\text{Brlh Excavator} = 0,04 \times 652.572,57$$

$$= \text{Rp } 24.395,13 \text{ / hari}$$

$$\text{Brlh Dump Truk} = 0,47 \times 515.853,57$$

$$= \text{Rp } 244.321,77 \text{ / hari}$$

$$\text{Brlh Pekerja} = 0,15 \times 47.142,86$$

$$= \text{Rp } 7.049,37 \text{ / hari}$$

$$\text{Brlh Mandor} = 0,04 \times 56.964,29$$

$$= \text{Rp } 2.129,50 \text{ / hari}$$

Total biaya *resource* perhari (Tbrh)

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

$$= 618.163,33 + 24.395,13 + 244.321,77 + 7.049,37 + 2.129,50$$

$$= \text{Rp } 861.431,96 \text{ / hari}$$

Total biaya percepatan (Tbp)

$$\text{Tbp} = (\text{Tbrh} \times \text{durasi percepatan}) + \text{bahan} + \text{alat bantu}$$

$$= (\text{Rp } 861.431,96 \text{ / hari} \times 25,26 \text{ hari}) + 0 + \text{Rp } 1.211.950,00$$

$$= \text{Rp } 22.969.767,46$$

Hasil analisis biaya percepatan dari semua item dapat dilihat pada Tabel 4.4 hingga 4.6 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Hasil Analisis Biaya Percepatan dengan Waktu Lembur 1 Jam

Item Pekerjaan	Biaya	
	Normal (Rp)	Lembur 1 jam (Rp)
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	21.635.191,00	22.066.750,00
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	35.771.953,00	36.504.122,00
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	416.317.132,00	416.994.121,00
Timbunan Pilihan dari sumber galian	139.611.612,00	142.355.858,00
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	82.503.446,00	83.040.370,00
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	136.293.752,00	137.173.174,00
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	11.675.330,00	11.657.447,00
Laston Lapis Antara (AC-BC)	139.668.687,00	140.267.735,00
Pondasi abutment	396.085.449,00	397.577.215,00
Badan Abutmen	231.115.226,00	231.985.983,00
Kepala Abutmen	204.943.591,00	205.715.643,00

Tabel 4. 7 Hasil Analisis Biaya Percepatan dengan Waktu Lembur 2 Jam

Item Pekerjaan	Biaya	
	Normal (Rp)	Lembur 2 jam (Rp)
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	21.635.191,00	22.564.761,00
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	35.771.953,00	37.349.179,00
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	416.317.132,00	417.820.812,00
Timbunan Pilihan dari sumber galian	139.611.612,00	146.563.285,00
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	82.503.446,00	83.652.512,00
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	136.293.752,00	138.174.507,00
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	11.675.330,00	11.660.990,00
Laston Lapis Antara (AC-BC)	139.668.687,00	140.896.710,00
Pondasi abutment	396.085.449,00	399.340.431,00
Badan Abutmen	231.115.226,00	233.014.338,00
Kepala Abutmen	204.943.591,00	206.628.180,00

Tabel 4. 8 Hasil Analisis Biaya Percepatan dengan Waktu Lembur 3 Jam

Item Pekerjaan	Biaya	
	Normal (Rp)	Lembur 3 jam (Rp)
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	21.635.191,00	22.969.405,00
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	35.771.953,00	38.037.842,00
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	416.317.132,00	418.493.998,00
Timbunan Pilihan dari sumber galian	139.611.612,00	149.989.911,00
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	82.503.446,00	84.150.616,00
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	136.293.752,00	138.990.339,00
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	11.675.330,00	11.663.046,00
Laston Lapis Antara (AC-BC)	139.668.687,00	139.363.396,00
Pondasi abutment	396.085.449,00	400.776.230,00
Badan Abutmen	231.115.226,00	233.852.227,00
Kepala Abutmen	204.943.591,00	207.370.950,00

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

Selisih antara biaya setelah percepatan dan biaya normal suatu kegiatan proyek adalah *cost variance*, sedangkan selisih antara durasi normal dan durasi percepatan adalah *duration variance* dan perbandingan antara selisih biaya percepatan dengan biaya normal dan selisih durasi normal dengan durasi percepatan adalah *cost slope*.

Contoh perhitungan analisis *cost variance*:

Selisih biaya = biaya percepatan – biaya normal

Nama pekerjaan : Galian biasa (kedalaman 0-2 m)

Biaya normal : Rp 21.635.716,695

Biaya percepatan :

Lembur 1 jam = Rp 22.066.929,26

Lembur 2 jam = Rp 22.564.516,22

Lembur 3 jam = Rp 22.969.767,46

Selisih Biaya :

Lembur 1 jam = Rp 22.066.929,26 - Rp 21.635.716,695

= Rp 431.559,00

Lembur 2 jam = Rp 22.564.516,22 - Rp 21.635.716,695

= Rp 929.570,00
 Lembur 3 jam = Rp 22.066.929,26 - Rp 21.635.716,695
 = Rp 1.334.214,00

Contoh perhitungan *duration variance*:

Selisih durasi = durasi normal – durasi percepatan
 Nama pekerjaan : Galian biasa (kedalaman 0-2 m)
 Durasi normal : 35 hari
 Durasi percepatan :
 Lembur 1 jam = 31,01 hari
 Lembur 2 jam = 27,84 hari
 Lembur 3 jam = 25,26 hari
 Selisih durasi :
 Lembur 1 jam = 35 hari – 31,01 hari
 = 3,99 hari
 Lembur 2 jam = 35 hari – 27,84 hari
 = 7,14 hari
 Lembur 3 jam = 35 hari – 25,26 hari
 = 9,74 hari

Contoh perhitungan *cost slope*

Nama pekerjaan : Galian biasa (kedalaman 0-2)
Cost variance :
 Lembur 1 jam = Rp 431.559,00
 Lembur 2 jam = Rp 929.570,00
 Lembur 3 jam = Rp 22.969.767,46
Duration variance :
 Lembur 1 jam = 3,99 hari
 Lembur 2 jam = 7,14 hari
 Lembur 3 jam = 9,74 hari
Cost slope :
 Lembur 1 jam = *Cost variance / Duration variance*
 = Rp 431.559,00 / 3,99 hari

$$= \text{Rp } 108.232,26$$

Lembur 2 jam = *Cost variance / Duration variance*

$$= \text{Rp } 929.570,00 / 7,14 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp } 129.844,70$$

Lembur 3 jam = *Cost variance / Duration variance*

$$= \text{Rp } 1.334.214,00 / 9,74 \text{ Hari}$$

$$= \text{Rp } 136.951,07$$

Hasil dari analisis *cost variance* dari seluruh item pekerjaan dengan menggunakan *Microsoft Project 2019* dapat dilihat pada Tabel 4.9, 4.10, dan 4.11 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Selisih Biaya Normal dan Biaya Percepatan pada *Microsoft Project 2019* dengan Waktu Lembur 1 Jam

Pekerjaan	Selisih Biaya	
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	Rp	431.559
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	Rp	732.169
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	Rp	676.989
Timbunan Pilihan dari sumber galian	Rp	2.744.246
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	Rp	536.924
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	Rp	879.422
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	-Rp	17.883
Laston Lapis Antara (AC-BC)	Rp	599.048
Pondasi abutment	Rp	1.491.766
Badan Abutmen	Rp	870.757
Kepala Abutmen	Rp	772.052

Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Selisih Biaya Normal dan Biaya Percepatan pada *Microsoft Project 2019* dengan Waktu Lembur 2 Jam

Pekerjaan	Selisih Biaya	
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	Rp	929.570
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	Rp	1.577.226
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	Rp	1.503.680
Timbunan Pilihan dari sumber galian	Rp	6.951.673
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	Rp	1.149.066

Pekerjaan	Selisih Biaya	
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	Rp	1.880.755
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	-Rp	14.340
Laston Lapis Antara (AC-BC)	Rp	1.228.023
Pondasi abutment	Rp	3.254.982
Badan Abutmen	Rp	1.899.112
Kepala Abutmen	Rp	1.684.589

Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Selisih Biaya Normal dan Biaya Percepatan pada *Microsoft Project 2019* dengan Waktu Lembur 3 Jam

Pekerjaan	Selisih Biaya	
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	Rp	1.334.214
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	Rp	2.265.889
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	Rp	2.176.866
Timbunan Pilihan dari sumber galian	Rp	10.378.299
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	Rp	1.647.170
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	Rp	2.696.587
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	Rp	12.284
Laston Lapis Antara (AC-BC)	-Rp	305.291
Pondasi abutment	Rp	4.690.781
Badan Abutmen	Rp	2.737.001
Kepala Abutmen	Rp	2.427.359

Hasil analisis *duration variance* dari semua item pekerjaan yaitu dengan menggunakan *Microsoft Project 2019* dapat dilihat pada Tabel 4.12, 4.13 dan 4.14, sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan *Duration Variance* pada *Microsoft Project 2019* dengan Waktu Lembur 1 Jam

Pekerjaan	Durasi percepatan (hari)	Durasi normal (hari)	<i>Duration Variance</i> (hari)
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	31,01	35	3,99
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	18,61	21	2,39
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	24,81	28	3,19
Timbunan Pilihan dari sumber galian	24,81	28	3,19
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	12,41J	14	1,59
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	12,41	14	1,59
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	6,20	7	0,80

Pekerjaan	Durasi percepatan (hari)	Durasi normal (hari)	<i>Duration Variance</i> (hari)
Laston Lapis Antara (AC-BC)	6,20	7	0,80
Pondasi abutment	24,81	28	3,19
Badan Abutmen	24,81	28	3,19
Kepala Abutmen	18,61	21	2,39

Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan *Duration Variance* pada *Microsoft Project* 2019 dengan Waktu Lembur 2 Jam

Pekerjaan	Durasi percepatan (hari)	Durasi normal (hari)	<i>Duration Variance</i> (hari)
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	27,84	35	7,16
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	16,70	21	4,30
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	22,27	28	5,73
Timbunan Pilihan dari sumber galian	22,27	28	5,73
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	11,14	14	2,86
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	11,14	14	2,86
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	5,57	7	1,43
Laston Lapis Antara (AC-BC)	5,57	7	1,43
Pondasi abutment	22,27	28	5,73
Badan Abutmen	22,27	28	5,73
Kepala Abutmen	16,70	21	4,30

Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan *Duration Variance* pada *Microsoft Project* 2019 dengan Waktu Lembur 3 Jam

Pekerjaan	Durasi percepatan (hari)	Durasi normal (hari)	<i>Duration Variance</i> (hari)
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	25,26	35	9,74
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	15,15	21	5,85
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	20,21	28	7,79
Timbunan Pilihan dari sumber galian	20,21	28	7,79
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	10,10	14	3,90
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	10,10	14	3,90
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	5,05	7	1,95
Laston Lapis Antara (AC-BC)	5,05	7	1,95
Pondasi abutment	20,21	28	7,79
Badan Abutmen	20,21	28	7,79
Kepala Abutmen	15,15	21	5,85

Hasil analisis *cost slope* dari semua item pekerjaan dengan menggunakan *Microsoft Project 2019* dapat dilihat pada Tabel 4.13, 4.14 dan 4.15 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan *Cost Slope* pada *Microsoft Project 2019* dengan Waktu Lembur 1 Jam

Pekerjaan	Selisih Biaya	Selisih Durasi (hari)	Cost Slope (Rp/hari)
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	Rp 431.559	3,99	Rp 108.232,26
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	Rp 732.169	2,39	Rp 306.038,89
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	Rp 676.989	3,19	Rp 212.230,68
Timbunan Pilihan dari sumber galian	Rp 2.744.246	3,19	Rp 860.299,34
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	Rp 536.924	1,59	Rp 336.642,83
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	Rp 879.422	1,59	Rp 551.383,63
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	-Rp 17.883	0,80	-Rp 22.424,71
Laston Lapis Antara (AC-BC)	Rp 599.048	0,80	Rp 751.187,17
Pondasi abutment	Rp 1.491.766	3,19	Rp 467.656,80
Badan Abutmen	Rp 870.757	3,19	Rp 272.975,41
Kepala Abutmen	Rp 772.052	2,39	Rp 322.709,57

Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan *Cost Slope* pada *Microsoft Project 2019* dengan Waktu Lembur 1 Jam

Pekerjaan	Selisih Biaya	Selisih Durasi (hari)	Cost Slope (Rp/hari)
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	Rp 431.559	7,16	Rp 129.844,70
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	Rp 732.169	4,30	Rp 367.184,89
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	Rp 676.989	5,73	Rp 262.547,30
Timbunan Pilihan dari sumber galian	Rp 2.744.246	5,73	Rp 1.213.784,17
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	Rp 536.924	2,86	Rp 401.261,14
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	Rp 879.422	2,86	Rp 656.771,59
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	-Rp 17.883	1,43	Rp (10.015,24)
Laston Lapis Antara (AC-BC)	Rp 599.048	1,43	Rp 857.666,86
Pondasi abutment	Rp 1.491.766	5,73	Rp 568.330,19
Badan Abutmen	Rp 870.757	5,73	Rp 331.590,98
Kepala Abutmen	Rp 772.052	4,30	Rp 392.179,45

Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan *Cost Slope* pada *Microsoft Project* 2019 dengan Waktu Lembur 1 Jam

Pekerjaan	Selisih Biaya	Selisih Durasi (hari)	Cost Slope (Rp/hari)
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	Rp 431.559	9,74	Rp 136.951,07
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	Rp 732.169	5,85	Rp 387.638,86
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	Rp 676.989	7,79	Rp 279.306,88
Timbunan Pilihan dari sumber galian	Rp 2.744.246	7,79	Rp 1.331.607,15
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	Rp 536.924	3,90	Rp 422.686,48
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	Rp 879.422	3,90	Rp 691.981,32
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	-Rp 17.883	1,95	Rp (6.304,49)
Laston Lapis Antara (AC-BC)	Rp 599.048	1,95	Rp (156.683,74)
Pondasi abutment	Rp 1.491.766	7,79	Rp 601.859,47
Badan Abutmen	Rp 870.757	7,79	Rp 351.176,05
Kepala Abutmen	Rp 772.052	5,85	Rp 415.262,47

4.3.7. Analisis Biaya Total Proyek

Analisis biaya total adalah penjumlahan antara analisis biaya tidak langsung, analisis biaya langsung.

1) Biaya Tidak Langsung

Cara menentukan biaya tidak langsung yaitu menggunakan hasil dari pemodelan biaya dengan model regresi non linier menggunakan algoritma genetika, persamaannya adalah 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 5.863.528.465,00

$x2$ = 150 hari

ε = random error

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

$$y = -0,95 - 4.888(\ln(5.863.528.465,00 - 0,21) - \ln(112)) + \varepsilon$$

$$y = 15,075 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya tidak langsung} &= y \times x1 \\ &= 15,075 \% \times \text{Rp } 5.863.528.465,00 \\ &= \text{Rp } 883.903.542,61 \end{aligned}$$

Tabel 4. 18 Hasil Perhitungan Biaya Tidak Langsung untuk Waktu Lembur 1 Jam

Item Pekerjaan	Durasi (hari)				Biaya Tidak Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
				150	883.903.542,61
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	6,20	7	0,797	149,20	879.204.308,58
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	31,01	35	3,987	145,22	855.708.138,46
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	24,81	28	3,190	142,03	836.911.202,37
Badan Abutmen	24,81	28	3,190	138,84	818.114.266,27
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	18,61	21	2,392	136,44	804.016.564,20
Kepala Abutmen	18,61	21	2,392	134,05	789.918.862,13
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	12,41	14	1,595	132,46	780.520.394,08
Pondasi abutment	24,81	28	3,190	129,27	761.723.457,98
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	12,41	14	1,595	127,67	752.324.989,94
Laston Lapis Antara (AC-BC)	6,20	7	0,797	126,87	747.625.755,91
Timbunan Pilihan dari sumber galian	24,81	28	3,190	123,68	728.828.819,82

Tabel 4. 19 Hasil Perhitungan Biaya Tidak Langsung untuk Waktu Lembur 2 Jam

Item Pekerjaan	Durasi (hari)				Biaya Tidak Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
				150	883.903.542,61
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	5,57	7	1,43	148,57	875.466.281,52
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	27,84	35	7,16	141,41	833.279.976,08
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	22,27	28	5,73	135,68	799.530.931,72
Badan Abutmen	22,27	28	5,73	129,95	765.781.887,37
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	16,70	21	4,30	125,66	740.470.104,10
Kepala Abutmen	16,70	21	4,30	121,36	715.158.320,84
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	11,14	14	2,86	118,50	698.283.798,66
Pondasi abutment	22,27	28	5,73	112,77	664.534.754,31
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	11,14	14	2,86	109,91	647.660.232,13

Item Pekerjaan	Durasi (hari)				Biaya Tidak Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
Laston Lapis Antara (AC-BC)	5,57	7	1,43	108,48	639.222.971,04
Timbunan Pilihan dari sumber galian	22,27	28	5,73	102,75	605.473.926,69

Tabel 4. 20 Hasil Perhitungan Biaya Tidak Langsung untuk Waktu Lembur 3 Jam

Item Pekerjaan	Durasi (hari)				Biaya Tidak Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
				150	883.903.542,61
Laston Lapis Antara (AC-BC)	5,05	7	1,95	148,05	872.421.908,96
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	5,05	7	1,95	146,10	860.940.275,32
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	25,26	35	9,74	136,36	803.532.107,08
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	20,21	28	7,79	128,57	757.605.572,50
Badan Abutmen	20,21	28	7,79	120,77	711.679.037,91
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	15,15	21	5,85	114,93	677.234.136,98
Kepala Abutmen	15,15	21	5,85	109,08	642.789.236,04
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	10,10	14	3,90	105,19	619.825.968,74
Pondasi abutment	20,21	28	7,79	97,39	573.899.434,16
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	10,10	14	3,90	93,49	550.936.166,87
Timbunan Pilihan dari sumber galian	20,21	28	7,79	85,70	505.009.632,28

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

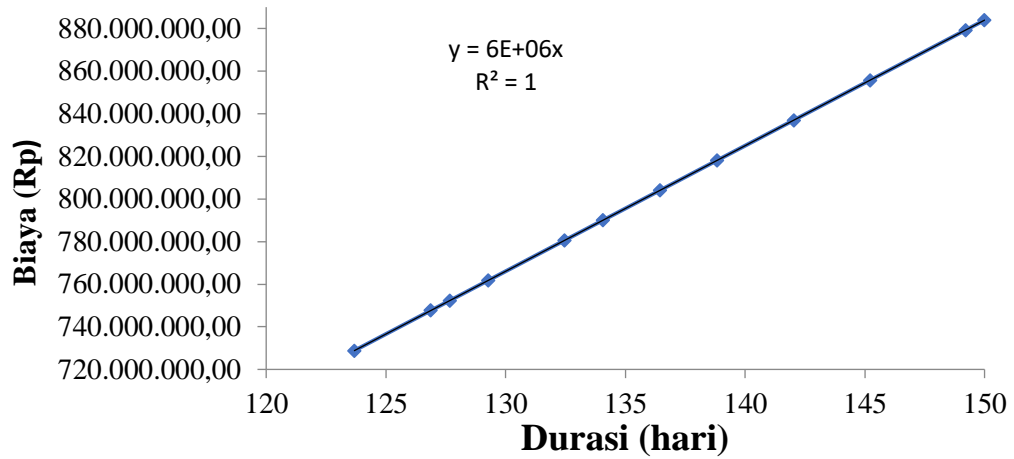
Biaya tidak langsung akibat percepatan (Galian biasa (kedalaman 0-2 m)) :

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= (\text{Rp. } 879.204.308,58 \times 149,20) / 145,22 \\ &= \text{Rp } 855.708.138,46 \end{aligned}$$

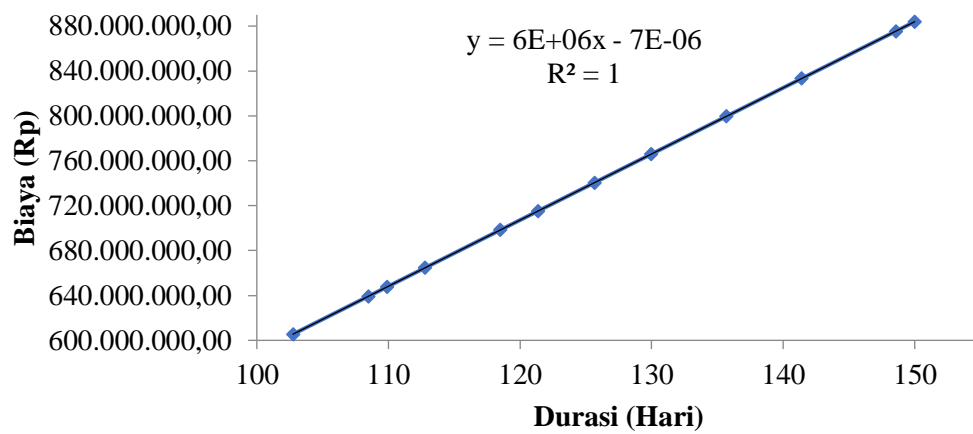
$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= (\text{Rp. } 875.466.281,52 \times 148,57) / 141,41 \\ &= \text{Rp } 833.279.976,08 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= (\text{Rp. } 860.940.275,32 \times 146,10) / 136,36 \\ &= \text{Rp } 803.532.107,08 \end{aligned}$$

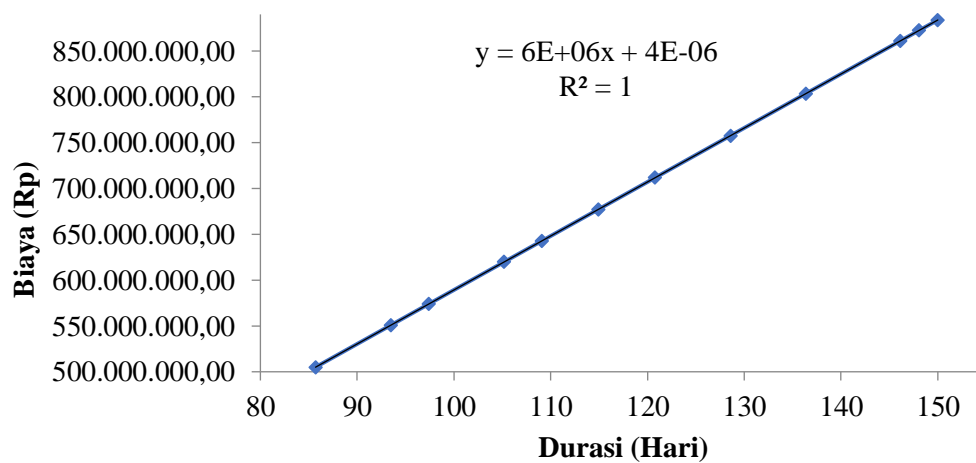
Data hasil analisis biaya tidak langsung proyek terhadap penambahan jam lembur dalam bentuk grafik dapat dilihat pada *Gambar 4.1 - 4.3*.



Gambar 4. 1 Biaya Tidak Langsung Akibat Penambahan Lembur 1 Jam



Gambar 4. 2 Biaya Tidak Langsung Akibat Penambahan Lembur 2 Jam



Gambar 4. 3 Biaya Tidak Langsung Akibat Penambahan Lembur 3 Jam

2) Biaya Langsung

Biaya langsung dapat di hitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Biaya langsung} &= \text{Nilai total proyek} - \text{biaya tidak langsung} \\ \text{Biaya langsung} &= \text{Rp } 5.863.528.465,00 - \text{Rp } 883.903.542,61 \\ &= \mathbf{\text{Rp } 4.979.624.922,39} \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel 4.21, tabel 4.22, dan tabel 4.23 untuk mencari biaya langsung akibat percepatan (Galian biasa (kedalaman 0-2 m) selanjutnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mathbf{\text{Lembur 1 jam}} &= \text{Biaya langsung} + \text{selisih biaya} \\ &= \text{Rp. } 4.979.624.922,39 + \text{Rp } 431.559,00 \\ &= \text{Rp. } 4.980.038.598,39 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{\text{Lembur 2 jam}} &= \text{Biaya langsung} + \text{selisih biaya} \\ &= \text{Rp. } 4.979.624.922,39 + \text{Rp } 929.570,00 \\ &= \text{Rp. } 4.980.540.152,39 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{\text{Lembur 3 jam}} &= \text{Biaya langsung} + \text{selisih biaya} \\ &= \text{Rp. } 4.979.624.922,39 + \text{Rp } 1.334.214,00 \\ &= \text{Rp. } 4.980.641.561,39 \end{aligned}$$

Tabel 4. 21 Hasil Perhitungan Biaya Langsung untuk Waktu Lembur 1 Jam

Item Pekerjaan	Durasi (hari)				Biaya Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
				150	4.979.624.922,39
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	6,20	7	0,80	149,20	4.979.607.039,39
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	31,01	35	3,99	145,22	4.980.038.598,39
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	24,81	28	3,19	142,03	4.980.715.587,39
Badan Abutmen	24,81	28	3,19	138,84	4.981.586.344,39
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	18,61	21	2,39	136,44	4.982.318.513,39
Kepala Abutmen	18,61	21	2,39	134,05	4.983.090.565,39
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	12,41	14	1,59	132,46	4.983.627.489,39
Pondasi abutment	24,81	28	3,19	129,27	4.985.119.255,39
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	12,41	14	1,59	127,67	4.985.998.677,39
Laston Lapis Antara (AC-BC)	6,20	7	0,80	126,87	4.986.597.725,39
Timbunan Pilihan dari sumber galian	24,81	28	3,19	123,68	4.989.341.971,39

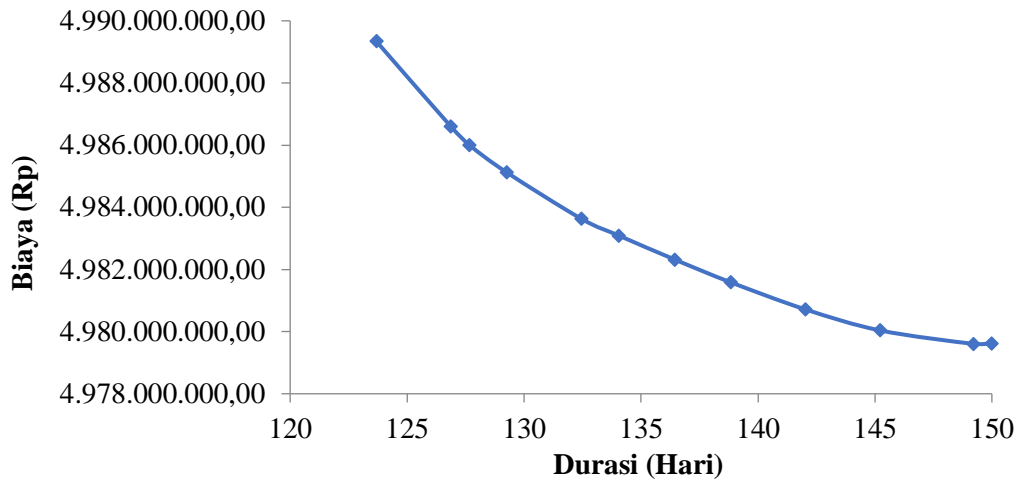
Tabel 4. 22 Hasil Perhitungan Biaya Langsung untuk Waktu Lembur 2 Jam

Item Pekerjaan	Durasi (hari)			Biaya Langsung (Rp)	
	Percepatan	Normal	Selisih		
				150	4.979.624.922,39
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	5,57	7	1,43	148,57	4.979.610.582,39
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	27,84	35	7,16	141,41	4.980.540.152,39
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	22,27	28	5,73	135,68	4.982.043.832,39
Badan Abutmen	22,27	28	5,73	129,95	4.983.942.944,39
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	16,70	21	4,30	125,66	4.985.520.170,39
Kepala Abutmen	16,70	21	4,30	121,36	4.987.204.759,39
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	11,14	14	2,86	118,50	4.988.353.825,39
Pondasi abutment	22,27	28	5,73	112,77	4.991.608.807,39
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	11,14	14	2,86	109,91	4.993.489.562,39
Laston Lapis Antara (AC-BC)	5,57	7	1,43	108,48	4.994.717.585,39
Timbunan Pilihan dari sumber galian	22,27	28	5,73	102,75	5.001.669.258,39

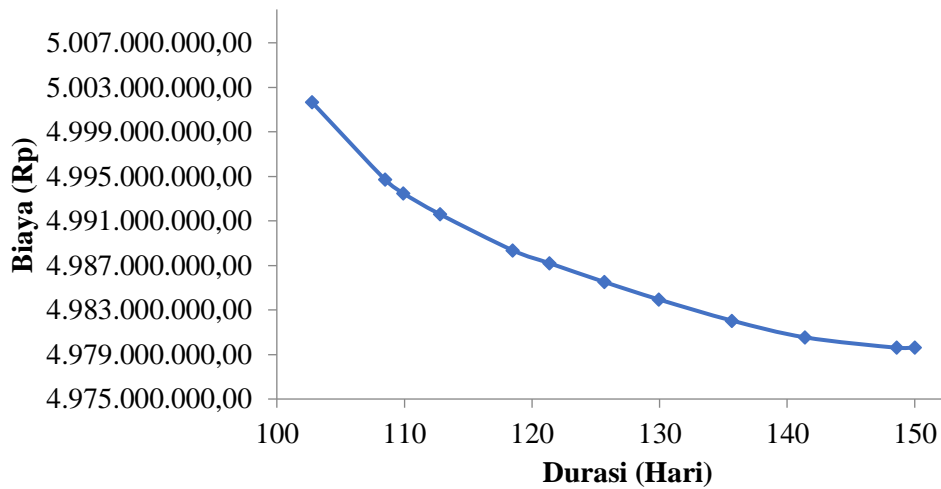
Tabel 4. 23 Hasil Perhitungan Biaya Langsung untuk Waktu Lembur 3 Jam

Item Pekerjaan	Durasi (hari)			Biaya Langsung (Rp)	
	Percepatan	Normal	Selisih		
				150	4.979.624.922,39
Laston Lapis Antara (AC-BC)	5,05	7	1,95	148,05	4.979.319.631,39
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	5,05	7	1,95	146,10	4.979.307.347,39
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	25,26	35	9,74	136,36	4.980.641.561,39
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	20,21	28	7,79	128,57	4.982.818.427,39
Badan Abutmen	20,21	28	7,79	120,77	4.985.555.428,39
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	15,15	21	5,85	114,93	4.987.821.317,39
Kepala Abutmen	15,15	21	5,85	109,08	4.990.248.676,39
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	10,10	14	3,90	105,19	4.991.895.846,39
Pondasi abutment	20,21	28	7,79	97,39	4.996.586.627,39
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	10,10	14	3,90	93,49	4.999.283.214,39
Timbunan Pilihan dari sumber galian	20,21	28	7,79	85,70	5.009.661.513,39

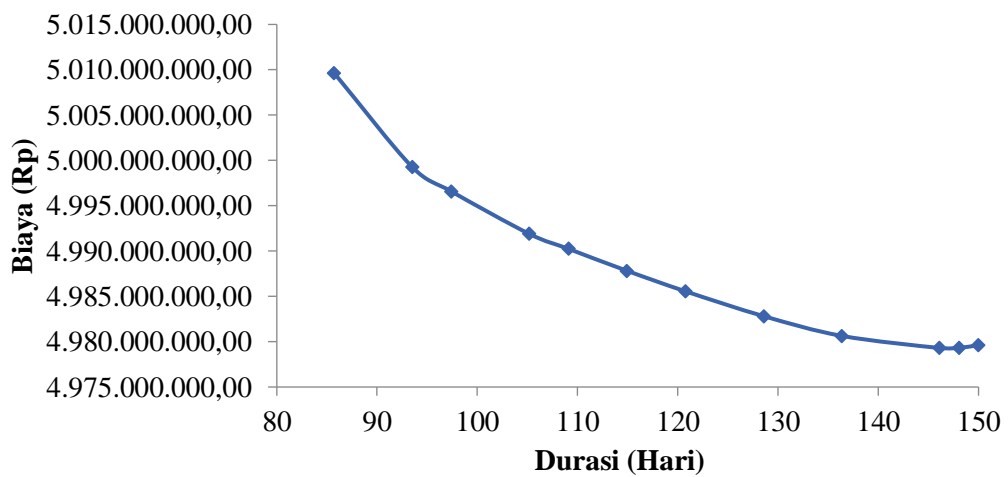
Hasil analisis biaya langsung proyek terhadap penambahan jam lembur dalam bentuk grafik dapat dilihat pada *Gambar 4.4 - 4.6*.



Gambar 4. 4 Biaya Langsung Akibat Penambahan Lembur 1 Jam



Gambar 4. 5 Biaya Langsung Akibat Penambahan Lemmur 2 Jam



Gambar 4. 6 Biaya Langsung Akibat Penambahan Lemmur 3 Jam

3) Biaya Total

Biaya total durasi proyek dapat dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{biaya langsung} + \text{biaya tidak langsung} \\ \text{Total biaya} &= \text{Rp } 4.979.624.922,39 + \text{Rp } 883.903.542,61 \\ &= \text{Rp } \mathbf{5.863.528.465,00} \end{aligned}$$

Tabel 4. 24 Hasil Perhitungan Total Biaya untuk Waktu lembur 1 Jam

Item Pekerjaan	Durasi (hari)				Biaya Total (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
				150	5.863.528.465,00
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	6,20	7	0,80	149,20	5.858.811.347,98
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	31,01	35	3,99	145,22	5.835.746.736,86
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	24,81	28	3,19	142,03	5.817.626.789,76
Badan Abutmen	24,81	28	3,19	138,84	5.799.700.610,66
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	18,61	21	2,39	136,44	5.786.335.077,59
Kepala Abutmen	18,61	21	2,39	134,05	5.773.009.427,52
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	12,41	14	1,59	132,46	5.764.147.883,47
Pondasi abutment	24,81	28	3,19	129,27	5.746.842.713,38
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	12,41	14	1,59	127,67	5.738.323.667,33
Laston Lapis Antara (AC-BC)	6,20	7	0,80	126,87	5.734.223.481,30
Timbunan Pilihan dari sumber galian	24,81	28	3,19	123,68	5.718.170.791,21

Tabel 4. 25 Hasil Perhitungan Total Biaya untuk Waktu lembur 2 Jam

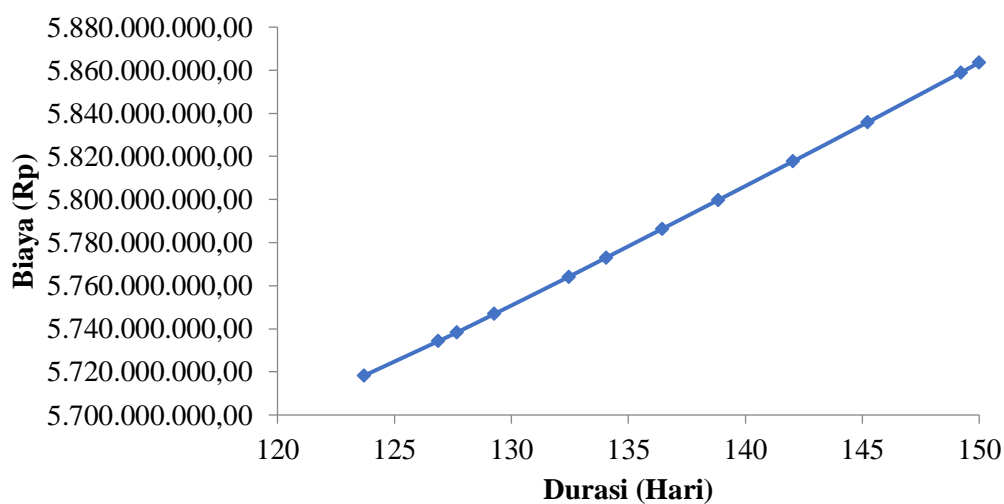
Item Pekerjaan	Durasi (hari)				Biaya Total (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
				150	5.863.528.465,00
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	5,57	7	1,43	148,57	5.855.076.863,91
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	27,84	35	7,16	141,41	5.813.820.128,47
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	22,27	28	5,73	135,68	5.781.574.764,11
Badan Abutmen	22,27	28	5,73	129,95	5.749.724.831,76
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	16,70	21	4,30	125,66	5.725.990.274,50
Kepala Abutmen	16,70	21	4,30	121,36	5.702.363.080,23
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	11,14	14	2,86	118,50	5.686.637.624,05
Pondasi abutment	22,27	28	5,73	112,77	5.656.143.561,70
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	11,14	14	2,86	109,91	5.641.149.794,52

Item Pekerjaan	Durasi (hari)				Biaya Total (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
Laston Lapis Antara (AC-BC)	5,57	7	1,43	108,48	5.633.940.556,43
Timbunan Pilihan dari sumber galian	22,27	28	5,73	102,75	5.607.143.185,08

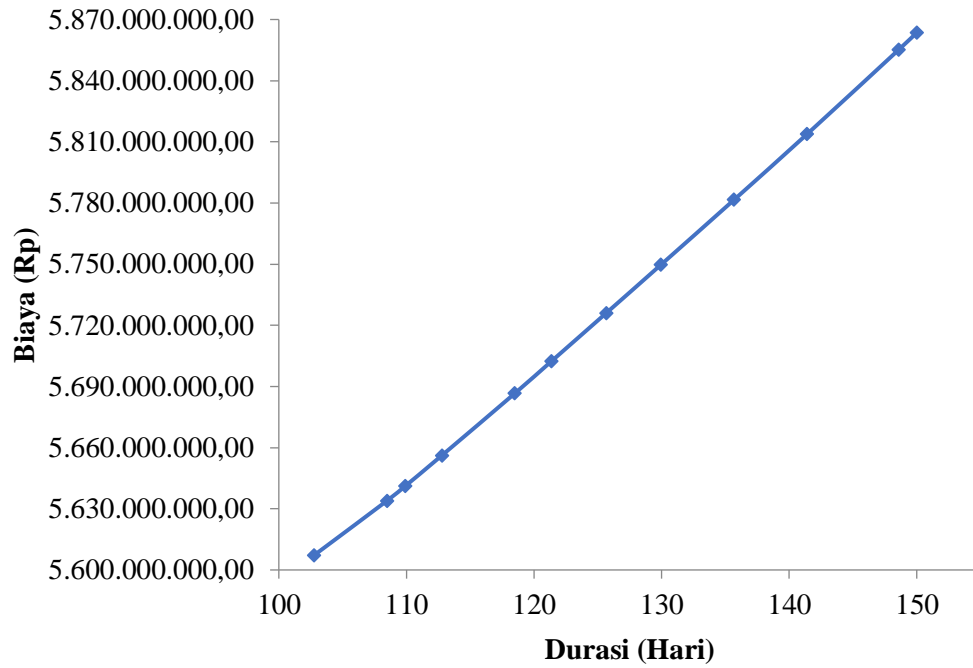
Tabel 4. 26 Hasil Perhitungan Total Biaya untuk Waktu lembur 3 Jam

Item Pekerjaan	Durasi (hari)				Biaya Total (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
				150	5.863.528.465,00
Laston Lapis Antara (AC-BC)	5,05	7	1,95	148,05	5.851.741.540,35
Lapis Resap Pengikat - Aspal Emulsi	5,05	7	1,95	146,10	5.840.247.622,71
Galian Biasa (Kedalaman 0 - 2 m)	25,26	35	9,74	136,36	5.784.173.668,48
Galian Struktur dengan kedalaman > 2 meter	20,21	28	7,79	128,57	5.740.423.999,89
Badan Abutmen	20,21	28	7,79	120,77	5.697.234.466,31
Galian Biasa (Kedalaman > 2 m)	15,15	21	5,85	114,93	5.665.055.454,37
Kepala Abutmen	15,15	21	5,85	109,08	5.633.037.912,43
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	10,10	14	3,90	105,19	5.611.721.815,14
Pondasi abutment	20,21	28	7,79	97,39	5.570.486.061,55
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	10,10	14	3,90	93,49	5.550.219.381,26
Timbunan Pilihan dari sumber galian	20,21	28	7,79	85,70	5.514.671.145,67

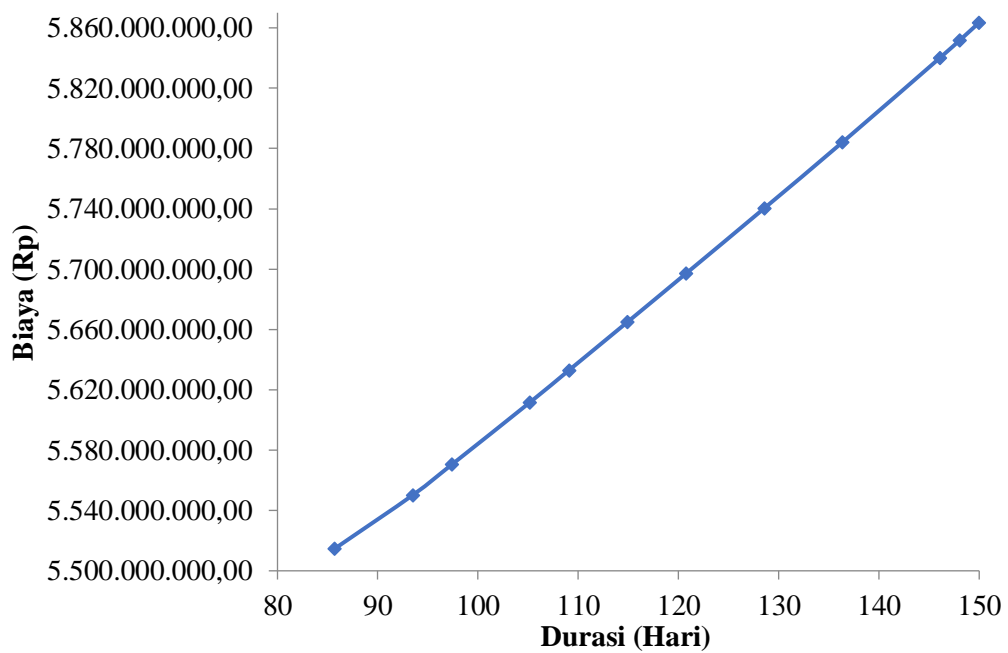
Hasil analisis total biaya proyek terhadap penambahan jam lembur dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 4.7 - 4.9.



Gambar 4. 7 Grafik Total Biaya Akibat Penambahan Lembur 1 Jam



Gambar 4. 8 Grafik Total Biaya Akibat Penambahan Lembur 2 Jam



Gambar 4. 9 Grafik Total Biaya Akibat Penambahan Lembur 3 Jam

4.3.8. Efisiensi waktu dan biaya proyek

Efisiensi waktu dan biaya dapat di hitung berdasarkan analisis durasi percepatan dan biaya total. Contoh perhitungan analisis efisiensi waktu dan biaya proyek pada pekerjaan Galian Biasa (kedalaman 0-2 m):

1) Lembur 1 jam

Efisiensi waktu:

$$E_t = \left(\frac{150 - 145,22}{150} \right) \times 100\%$$

$$E_t = 3,19 \%$$

Efisiensi biaya:

$$E_c = \left(\frac{\text{Rp } 5.863.528.465,00 - \text{Rp } 5.835.746.736,86}{\text{Rp } 5.863.528.465,00} \right) \times 100\%$$

$$E_c = 0,47 \%$$

2) Lembur 2 jam

$$E_t = \left(\frac{150 - 141,41}{150} \right) \times 100\%$$

$$E_t = 5,73 \%$$

Efisiensi biaya:

$$E_c = \left(\frac{\text{Rp } 5.863.528.465,00 - \text{Rp } 5.813.820.128,47}{\text{Rp } 5.863.528.465,00} \right) \times 100\%$$

$$E_c = 0,85 \%$$

3) Lembur 3 jam

$$E_t = \left(\frac{150 - 136,36}{150} \right) \times 100\%$$

$$E_t = 9,09 \%$$

Efisiensi biaya:

$$E_c = \left(\frac{\text{Rp } 5.863.528.465,00 - \text{Rp } 5.784.173.668,48}{\text{Rp } 5.863.528.465,00} \right) \times 100\%$$

$$E_c = 1,35 \%$$

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

Tabel 4. 27 Efisiensi Waktu dan Biaya Terhadap Waktu Llembur 1 Jam

Kode	Duras Komulatif (hari)	Biaya Total (Rp)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
	150.00	5,863,528,465.00	0.00	0.00
LRPAE	149.20	5,858,811,347.98	0.53	0.08
GB02	145.22	5,835,746,736.86	3.19	0.47
GS2-4	142.03	5,817,626,789.76	5.32	0.78
BA	138.84	5,799,700,610.66	7.44	1.09
GB2-4	136.44	5,786,335,077.59	9.04	1.32
KA	134.05	5,773,009,427.52	10.63	1.54
LPAA	132.46	5,764,147,883.47	11.70	1.69
PA	129.27	5,746,842,713.38	13.82	1.99
LPAB	127.67	5,738,323,667.33	14.89	2.14
ACBC	126.87	5,734,223,481.30	15.42	2.21
TPSG	123.68	5,718,170,791.21	17.54	2.48

Tabel 4. 28 Efisiensi Waktu dan Biaya Terhadap Waktu Llembur 1 Jam

Kode	Duras Komulatif (hari)	Biaya Total (Rp)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
	150.00	5,863,528,465.00	0.00	0.00
LRPAE	148.57	5,855,076,863.91	0.95	0.14
GB02	141.41	5,813,820,128.47	5.73	0.85
GS2-4	135.68	5,781,574,764.11	9.55	1.40
BA	129.95	5,749,724,831.76	13.36	1.94
GB2-4	125.66	5,725,990,274.50	16.23	2.35
KA	121.36	5,702,363,080.23	19.09	2.75
LPAA	118.50	5,686,637,624.05	21.00	3.02
PA	112.77	5,656,143,561.70	24.82	3.54
LPAB	109.91	5,641,149,794.52	26.73	3.79
ACBC	108.48	5,633,940,556.43	27.68	3.92
TPSG	102.75	5,607,143,185.08	31.50	4.37

Tabel 4. 29 Efisiensi Waktu dan Biaya Terhadap Waktu Llembur 1 Jam

Kode	Duras Komulatif (hari)	Biaya Total (Rp)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
	150.00	5,863,528,465.00	0.00	0.00
LRPAE	148.05	5,851,741,540.35	1.30	0.20
GB02	146.10	5,840,247,622.71	2.60	0.40
GS2-4	136.36	5,784,173,668.48	9.09	1.35
BA	128.57	5,740,423,999.89	14.29	2.10
GB2-4	120.77	5,697,234,466.31	19.48	2.84
KA	114.93	5,665,055,454.37	23.38	3.38
LPAA	109.08	5,633,037,912.43	27.28	3.93
PA	105.19	5,611,721,815.14	29.88	4.29
LPAB	97.39	5,570,486,061.55	35.07	5.00
ACBC	93.49	5,550,219,381.26	37.67	5.34
TPSG	85.70	5,514,671,145.67	42.87	5.95

4.3.9 Penambahan Alat Berat

Dalam penambahan unit alat berat yang perlu diperhatikan adalah pada saat ada ruang kerja yang tersedia masih lapang atau telah sesak, karena penambahan alat berat pada suatu pekerjaan proyek tidak boleh mengganggu alat berat untuk aktivitas pekerjaan yang lainnya yang sedang dikerjakan dalam waktu yang sama. Pada hal ini, penambahan alat berat diperhitungkan secara matematis bukan secara fisik dari suatu alat berat tersebut. Dengan adanya penambahan alat berat, penambahan tenaga uga akan terjadi. Penambahan tenaga juga sama dengan halnya penambahan alat berat, yaitu diperhitungkan secara matematis dan durasi yang digunakan berdasarkan durasi percepatan akibat penambhan jam kerja.

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 : Galian biasa (kedalaman > 2m)

Durasi pekerjaan : 21 hari

Jam kerja : 7 jam/hari

Volume Pekerjaan: 1.102,5 m³

Tabel 4. 30 Perhitungan Kebutuhan Alat dan Tenaga Kerja

KOMPONEN	SATU-AN	KOEFI-SIEN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH	JUMLAH (perhari)	JUMLAH (perjam)	TOTAL HARGA (Rp.)
1	2	3	4	$5 = 3 \times 4$	$7 = 3 \times \text{Vol}$	$8 = 7 / \text{Durasi}$	$9 = 8 / 7 \text{ jam}$	$10 = 5 \times \text{vol}$
<u>TENAGA</u>								
Pekerja	jam	0.05110	Rp8,500.00	Rp434.35	56.34	2.68	0.38	Rp478,875.18
Mandor	jam	0.02555	Rp10,214.29	Rp260.98	28.17	1.34	0.19	Rp287,727.52
<u>BAHAN</u>								
<u>PERALATAN</u>								
Excavator	Jam	0.02555023	Rp202,137.29	Rp5,164.65	28.17	1.34	0.19	Rp5,694,031.10
Dump Truck	Jam	0.163421908	Rp156,564.29	Rp25,586.03	180.17	8.58	1.23	Rp28,208,602.82
Alat Bantu	Ls	1	Rp1,000.00	Rp1,000.00	1,102.50	52.50	7.50	Rp1,102,500.00
<u>TOTAL</u>				Rp32,446.02				Rp35,771,736.62

Keterangan:

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

Kolom 3 : Harga satuan diperoleh 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 dalam perhari.

Kolom 8 : Jumlah harga satuan dikali volume pekerjaan.

b. Durasi Percepatan Akibat Waktu Lembur

Untuk durasi percepatan akibat waktu lembur yang didapatkan kemudian digunakan untuk perhitungan penambahan alat berat dan tenaga kerja. Durasi percepatan menjadi hal yang cukup penting dalam penambahan alat berat dan jumlah tenaga kerja, artinya dengan durasi percepatan yang diperoleh tersebut ada berapa jumlah alat berat dan tenaga kerja setiap hari yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Berikut contoh perhitungan percepatan suatu pekerjaan:

Nama pekerjaan : Galian biasa (kedalaman > 2m)

1. Durasi dampak lembur 1 jam, yaitu 18,61 hari
2. Durasi akibat dampak 2 jam, yaitu 16,70 hari
3. Durasi akibat dampak 3 jam, yaitu 15,15 hari

c. Analisis Penambahan Alat Berat dan Tenaga Kerja

Untuk contoh perhitungan analisis penambahan alat berat dan tenaga kerja yaitu sebagai berikut:

Nama pekerjaan : Galian biasa (kedalaman > 2m)

Volume pekerjaan : 1,102.5 m³

Durasi Percepatan :

Lembur 1 jam, yaitu 18,61 hari

Lembur 2 jam, yaitu 16,70 hari

Lembur 3 jam, yaitu 15,15 hari

Kebutuhan alat :

Kebutuhan *resource* (kr):

Pekerja = 0,38 orang/jam

Mandor = 0,19 orang/jam

Excavator = 0,19 unit/jam

Dump Truk = 1,23 unit/jam

Alat Bantu 1 = 7,5 Ls

Penambahan alat dan tenaga kerja:

Lembur 1 jam

Excavator = (durasi normal × keb. alat) / durasi percepatan
 = (21 × 0,19) / 18,61
 = 0,216 unit/jam ≈ 1,514 unit/hari

Dump Truk = (durasi normal × keb. alat) / durasi percepatan
 = (21 × 0,1,23) / 18,61
 = 1,383 unit/jam ≈ 9,683 unit/hari

Pekerja = (durasi normal × keb. alat) / durasi percepatan
 = (21 × 0,038) / 18,61
 = 0,433 unit/jam ≈ 3.028 unit/hari

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan} \\
 &= (21 \times 0,19) / 18,61 \\
 &= 0,216 \text{ unit/jam} \approx 1,514 \text{ unit/hari}
 \end{aligned}$$

Lembur 2 jam

$$\begin{aligned}
 \text{Excavator} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan} \\
 &= (21 \times 0,19) / 16,70 \\
 &= 0,241 \text{ unit/jam} \approx 1,687 \text{ unit/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Dump Truk} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan} \\
 &= (21 \times 0,1,23) / 16,70 \\
 &= 1,541 \text{ unit/jam} \approx 10,786 \text{ unit/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan} \\
 &= (21 \times 0,038) / 16,70 \\
 &= 0,482 \text{ unit/jam} \approx 3.373 \text{ unit/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan} \\
 &= (21 \times 0,19) / 16,70 \\
 &= 0,241 \text{ unit/jam} \approx 1,687 \text{ unit/hari}
 \end{aligned}$$

Lembur 3 jam

$$\begin{aligned}
 \text{Excavator} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan} \\
 &= (21 \times 0,19) / 15,15 \\
 &= 0,266 \text{ unit/jam} \approx 1,859 \text{ unit/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Dump Truk} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan} \\
 &= (21 \times 0,1,23) / 15,15 \\
 &= 1,699 \text{ unit/jam} \approx 11,890 \text{ unit/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan} \\
 &= (21 \times 0,038) / 15,15 \\
 &= 0,531 \text{ unit/jam} \approx 3.718 \text{ unit/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan} \\
 &= (21 \times 0,19) / 15,15 \\
 &= 0,266 \text{ unit/jam} \approx 1,859 \text{ unit/hari}
 \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan penambahan alat berat dan tenaga kerja semua pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.31 hingga Tabel 4.41 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 31 Analisis Penambahan Alat Berat dan Tenaga Kerja pada Pekerjaan Galian Biasa Kedalaman 0 – 2 meter

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	0,15	0,169	0,188	0,207
Mandor	0,04	0,042	0,047	0,052
<i>Excavator</i>	0,04	0,042	0,047	0,052
<i>Dump Truck</i>	0,47	0,535	0,596	0,656

Tabel 4. 32 Analisis Penambahan Alat Berat dan Tenaga Kerja pada Pekerjaan Galian Biasa Kedalaman > 2 meter

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	0,38	0,433	0,482	0,531
Mandor	0,19	0,216	0,241	0,266
<i>Excavator</i>	0,19	0,216	0,241	0,266
<i>Dump Truck</i>	1,23	1,383	1,541	1,699

Tabel 4. 33 Analisis Penambahan Alat Berat dan Tenaga Kerja pada Pekerjaan Galian Struktur Kedalaman 2 – 4 meter

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	1,61	1.814	2.021	2.228
Mandor	0,16	0,182	0,202	0,223
<i>Excavator</i>	0,16	0,812	0,202	0,223
<i>Bulldozer</i>	0,40	0,457	0,509	0,561

Tabel 4. 34 Analisis Penambahan Alat Berat dan Tenaga Kerja pada Pekerjaan Timbunan Galian

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	16,29	18,380	20,474	22,568
Mandor	4,07	4,595	5,119	5,642

Tabel 4. 35 Analisis Penambahan Alat Berat dan Tenaga Kerja pada Pekerjaan

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	0,18	0,203	0,227	0,250
Mandor	0,03	0,029	0,032	0,36
<i>Wheel Loader</i>	0,03	0,029	0,032	0,36
<i>Dump Truck</i>	1,58	1,779	1,981	2,184
<i>Motor Grader</i>	0,01	0,15	0,016	0,018
<i>Tandem Rolle</i>	0,04	0,46	0,51	0,56
<i>Water Tank</i>	0,04	0,48	0,54	0,59

Tabel 4. 36 Analisis Penambahan Alat Berat dan Tenaga Kerja pada Pekerjaan

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	0,299	0,337	0,376	0,414
Mandor	0,043	0,048	0,054	0,059
<i>Wheel Loader</i>	0,043	0,048	0,054	0,059
<i>Dump Truck</i>	2,613	2,950	3,286	3,622
<i>Motor Grader</i>	0,021	0,24	0,027	0,030
<i>Tandem Rolle</i>	0,027	0,030	0,034	0,037
<i>Water Tank</i>	0,071	0,080	0,089	0,098

Tabel 4. 37 Analisis Penambahan Alat Berat dan Tenaga Kerja pada Pekerjaan

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	0,04	0,047	0,052	0,057
Mandor	0,01	0,009	0,010	0,012
<i>Asp. Distributor</i>	0,0041	0,005	0,005	0,006
<i>Compressor</i>	0,0041	0,005	0,005	0,006

Tabel 4. 38 Analisis Penambahan Alat Berat dan Tenaga Kerja pada Pekerjaan Lapisan AC-BC

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	0,73	0,821	0,915	1,008
Mandor	0,07	0,082	0,092	0,101
<i>Wheel Loader</i>	0,03	0,039	0,044	0,048
<i>AMP</i>	0,07	0,082	0,092	0,101
<i>Genset</i>	0,07	0,082	0,093	0,101
<i>Dump Truck</i>	2,31	2,611	2,909	3,206
<i>Asphalt Finisher</i>	0,04	0,045	0,050	0,055
<i>Tandem Roller</i>	0,04	0,044	0,049	0,054
<i>P. Tyre Roller</i>	0,02	0,019	0,021	0,023

Tabel 4. 39 Analisis Penambahan Alat Berat dan Tenaga Kerja pada Pekerjaan Pondasi Abutmen

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	1,51	1.700	1.894	2.088
Tukan	1,88	2.125	2.367	2.610
Mandor	0,19	0,213	0,237	0,261
<i>Canon Pan Mixer</i>	0,19	0,213	0,237	0,261
<i>Truck Mixer</i>	0,77	0,865	0,964	1,062
<i>Water Tanker</i>	0,07	0,081	0,090	0,099

Tabel 4. 40 Analisis Penambahan Alat Berat dan Tenaga Kerja pada Pekerjaan Badan Abutmen

Komponen	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	0,88	0,922	1,105	1,218
Tukan	1,10	1,240	1,381	1,523
Mandor	0,11	0,124	0,138	0,152
<i>Canon Pan Mixer</i>	0,11	0,124	0,138	0,152
<i>Truck Mixer</i>	0,45	0,505	0,562	0,620
<i>Water Tanker</i>	0,04	0,047	0,053	0,058

Tabel 4. 41 Analisis Penambahan Alat Berat dan Tenaga Kerja pada Pekerjaan

Komponen	Kepala Abutmen			
	Jumlah Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	1,04	1,173	1,307	1,440
Tukan	1,30	1,466	1,633	1,800
Mandor	0,13	0,147	0,163	0,18
<i>Canon Pan Mixer</i>	0,13	0,147	0,163	0,18
<i>Truck Mixer</i>	0,53	0,597	0,544	0,733
<i>Water Tanker</i>	0,05	0,056	0,62	0,69

d. Analisis Biaya Penambahan Alat

1) Kondisi Lembur 1 Jam

Nama pekerjaan : Galian biasa kedalaman > 2 meter

Volume pekerjaan : 1,102.5 m³

Durasi pekerjaan : 18.61 Hari (dengan jam kerja (jk) 7 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr)

Pekerja = 0,433 orang/jam

Mandor = 0,216 orang/jam

Excavator = 0,216 unit/jam

Dump Truk = 1,383 unit/jam

Alat Bantu 1 = 7,5 Ls

Biaya *resource* (Brj)

Pekerja = Rp 8,500.00 orang/jam

Mandor = Rp 10,214.29 orang/jam

Excavator = RP 202,137.29 unit/jam

Dump Truk = Rp 156,564.29 unit/jam

Alat Bantu 1 = Rp 1.000,00 /Ls

Biaya *resource* perhari (Brh) :

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

Sehingga,

$$\text{Brh Pekerja} = 7 \times 0,38 \times 8.500.00 = \text{Rp. } 25,739.70 / \text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Brh Mandor} &= 7 \times 0,216 \times 10,214.29 = \text{Rp. } 15,465.45 / \text{hari} \\ \text{Brh Excavator} &= 7 \times 0,216 \times 202,137.29 = \text{Rp. } 306,056.06 / \text{hari} \\ \text{Brh Dump Truk} &= 7 \times 1,383 \times 156,564.29 = \text{Rp. } 1,516,027.64 / \text{hari} \end{aligned}$$

Biaya normal total *resource* harian (Btrh)

$$\begin{aligned} \text{Btrh} &= \Sigma \text{Brh} \\ &= (\text{Pekerja} + \text{Mandor} + \text{Excavator} + \text{Dump Truk}) \\ &= \text{Rp. } 25,739.70 + \text{Rp. } 15,465.45 + \text{Rp. } 306,056.06 + 1,516,027.64 \\ &= \text{Rp. } 1,863,288.85 / \text{hari} \end{aligned}$$

Analisa perhitungan biaya material atau bahan sebagai berikut:

Biaya total *resource* = Harga satuan \times volume

$$\begin{aligned} \text{Alat Bantu 1} &= \text{Rp } 1.000,00 \times 1,102.5 \text{ m}^3 \\ &= \text{Rp } 1,102,500.00 \end{aligned}$$

Biaya total *resource* (Btr) :

$$\begin{aligned} \text{Btr} &= (\text{Btrh} \times \text{durasi}) + \text{Agregat B} + \text{Alat bantu 1} \\ &= (\text{Rp. } 1,863,288.85 / \text{hari} \times 18.61 \text{ hari}) + \text{Rp } 1,102,500.00 \\ &= \text{Rp. } 35,773,824.16 \end{aligned}$$

2) Kondisi Lembur 2 Jam

Nama pekerjaan : Galian biasa kedalaman $>$ 2 meter

Volume pekerjaan : 1,102.5 m³

Durasi pekerjaan : 16.70 Hari (dengan jam kerja (jk) 7 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 0,482 && \text{orang/jam} \\ \text{Mandor} &= 0,241 && \text{orang/jam} \\ \text{Excavator} &= 0,241 && \text{unit/jam} \\ \text{Dump Truk} &= 1,514 && \text{unit/jam} \\ \text{Alat Bantu 1} &= 7,5 && \text{Ls} \end{aligned}$$

Biaya *resource* (Brj)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{Rp } 8,500.00 && \text{orang/jam} \\ \text{Mandor} &= \text{Rp } 10,214.29 && \text{orang/jam} \end{aligned}$$

<i>Excavator</i>	= RP 202,137.29	unit/jam
<i>Dump Truk</i>	= Rp 156,564.29	unit/jam
Alat Bantu 1	= Rp 1.000,00	/Ls

Biaya *resource* perhari (Brh) :

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

Sehingga,

$$\text{Brh Pekerja} = 7 \times 0,482 \times 8.500,00 = \text{Rp. } 28,673,05 / \text{hari}$$

$$\text{Brh Mandor} = 7 \times 0,241 \times 10,214,29 = \text{Rp. } 17,231,50 / \text{hari}$$

$$\text{Brh Excavator} = 7 \times 0,241 \times 202,137,29 = \text{Rp. } 341,005,60 / \text{hari}$$

$$\text{Brh Dump Truk} = 7 \times 1,514 \times 156,564,29 = \text{Rp. } 1,688,749,36 / \text{hari}$$

Biaya normal total *resource* harian (Btrh)

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

$$= (\text{Pekerja} + \text{Mandor} + \text{Excavator} + \text{Dump Truk})$$

$$= \text{Rp. } 28,673,05 + \text{Rp. } 17,231,50 + \text{Rp. } 341,005,60 + 1,688,749,36$$

$$= \text{Rp. } 2,075,659,51 / \text{hari}$$

Analisa perhitungan biaya material atau bahan sebagai berikut:

Biaya total *resource* = Harga satuan \times volume

$$\text{Alat Bantu 1} = \text{Rp } 1.000,00 \times 1,102,5 \text{ m}^3$$

$$= \text{Rp } 1,102,500,00$$

Biaya total *resource* (Btr) :

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

$$= (\text{Rp. } 2,075,659,51 / \text{hari} \times 16,70 \text{ hari}) + \text{Rp. } 1,102,500,00$$

$$= \text{Rp. } 35,775,448,57$$

3) Kondisi Lembur 3 Jam

Nama pekerjaan : Galian biasa kedalaman > 2 meter

Volume pekerjaan : 1,102.5 m³

Durasi pekerjaan : 15.15 Hari (dengan jam kerja (jk) 7 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr)

$$\text{Pekerja} = 0,531 \quad \text{orang/jam}$$

Mandor	= 0,266	orang/jam
<i>Excavator</i>	= 0,266	unit/jam
<i>Dump Truk</i>	= 1,699	unit/jam
Alat Bantu 1	= 7,5	Ls

Biaya *resource* (Brj)

Pekerja	= Rp 8,500.00	orang/jam
Mandor	= Rp 10,214.29	orang/jam
<i>Excavator</i>	= RP 202,137.29	unit/jam
<i>Dump Truk</i>	= Rp 156,564.29	unit/jam
Alat Bantu 1	= Rp 1.000,00	/Ls

Biaya *resource* perhari (Brh) :

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

Sehingga,

$$\text{Brh Pekerja} = 7 \times 0,4531 \times 8.500.00 = \text{Rp. } 31,600.45 / \text{hari}$$

$$\text{Brh Mandor} = 7 \times 0,266 \times 10,214.29 = \text{Rp. } 18,900.40 / \text{hari}$$

$$\text{Brh } \textit{Excavator} = 7 \times 0,266 \times 202,137.29 = \text{Rp. } 375,813,64 / \text{hari}$$

$$\text{Brh } \textit{Dump Truk} = 7 \times 1,699 \times 156,564.29 = \text{Rp. } 1,861,471.08 / \text{hari}$$

Biaya normal total *resource* harian (Btrh)

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

$$= (\text{Pekerja} + \text{Mandor} + \textit{Excavator} + \textit{Dump Truk})$$

$$= \text{Rp. } 31,600.45 + \text{Rp. } 18,900.40 + \text{Rp. } 375,813,64 + 1,861,471.08$$

$$= \text{Rp. } 2,287,875.57 / \text{hari}$$

Analisa perhitungan biaya material atau bahan sebagai berikut:

Biaya total *resource* = Harga satuan \times volume

$$\text{Alat Bantu 1} = \text{Rp } 1.000,00 \times 1,102.5 \text{ m}^3$$

$$= \text{Rp } 1,102,500.00$$

Biaya total *resource* (Btr) :

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

$$= (\text{Rp. } 2,287,875.57 / \text{hari} \times 15.15 \text{ hari}) + \text{Rp. } 1,102,500.00$$

$$= \text{Rp. } 35,774,428.69$$

Untuk perkiraan hasil analisis biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja dari seluruh pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.42 sebagai berikut:

Tabel 4. 42 Hasil Perkiraan Analisa biaya Penambahan Alat Berat dan Tenaga Kerja Seluruh Pekerjaan

Kode	Normal		Crash	
	Durasi (hr)	Biaya (Rp)	Durasi (hr)	Biaya (Rp)
GB02	31	21,635,716.70	31.01	21,638,968.41
	31	21,635,716.70	27.84	21,638,487.90
	31	21,635,716.70	25.26	21,642,001.31
GB2-4	21	35,771,736.62	18.61	35,773,824.16
	21	35,771,736.62	16.70	35,775,448.57
	21	35,771,736.62	15.15	35,774,428.69
GS2-4	28	416,317,474.42	24.81	416,323,865.83
	28	416,317,474.42	22.27	416,319,055.26
	28	416,317,474.42	20.21	416,321,429.78
TPSG	28	139,611,226.52	24.81	139,611,488.30
	28	139,611,226.52	22.27	139,611,516.86
	28	139,611,226.52	20.21	139,611,275.42
LPAA	14	82,503,221.56	12.41	82,507,139.02
	14	82,503,221.56	11.14	82,507,177.64
	14	82,503,221.56	10.10	82,504,592.64
LPAB	14	136,293,467.80	12.41	136,296,494.39
	14	136,293,467.80	11.14	136,296,085.76
	14	136,293,467.80	10.10	136,297,377.84
LRPAE	7	11,675,564.79	6.20	11,676,284.53
	7	11,675,564.79	5.57	11,675,843.52
	7	11,675,564.79	5.05	11,676,539.48
(AC-BC)	7	139,668,723.85	6.20	139,685,826.61
	7	139,668,723.85	5.57	139,674,227.59

Kode	Normal		Crash	
	Durasi (hr)	Biaya (Rp)	Durasi (hr)	Biaya (Rp)
PA	7	139,668,723.85	5.05	139,681,072.17
	28	396,085,006.16	24.81	396,094,600.29
	28	396,085,006.16	22.27	396,091,360.64
BA	28	396,085,006.16	20.21	396,088,722.16
	28	231,115,132.40	24.81	231,123,023.81
	28	231,115,132.40	22.27	231,119,646.30
KA	28	231,115,132.40	20.21	231,118,976.68
	21	204,943,633.26	18.61	204,952,336.31
	21	204,943,633.26	16.70	204,947,539.66
	21	204,943,633.26	15.15	204,948,612.83

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

Cost Variance ialah selisih biaya antara biaya normal dengan biaya percepatan akibat adanya penambahan jam kerja lembur dari suatu item pekerjaan pada proyek. *Duration variance* ialah selisih durasi antara durasi normal dengan durasi durasi percepatan akibat adanya penambahan jam kerja lembur dari suatu item pekerjaan pada proyek. *Cost Slope* ialah biaya perhari dari selisih biaya normal dengan biaya percepatan dan selisih durasi normal dengan durasi percepatan pada proyek tertentu.

$$\text{Cost Variance (CV)} = \text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}$$

$$\text{Duration Variance (DV)} = \text{Crash Duration} - \text{Normal Duration}$$

$$\text{Cost Slope (CS)} = \text{Cost variance} / \text{Duration variance}$$

Untuk perkiraan hasil analisis *cost variance*, *duration variance* dan *cost slope* dari seluruh item pekerjaan pada aplikasi *Microsoft Project 2010* dapat dilihat pada Tabel 4.43, Tabel 4.44, dan Tabel 4.45 sebagai berikut:

Tabel 4. 43 Hasil Perkiraan *Cost Variance* (CV), *Duration Variance* (DV) dan *Cost Slope* (CS) terhadap Durasi Lembur 1 jam

Kode	CV (Rp)	DV (hari)	CS (Rp/hari)
GB02	431,559.00	3.99	108,232.26
GB2-4	732,169.00	2.39	306,038.89
GS2-4	676,989.00	3.19	212,230.68
TPSG	2,744,246.00	3.19	860,299.34
LPAA	536,924.00	1.59	336,642.83
LPAB	879,422.00	1.59	551,383.63
LRPAE	-17,883.00	0.80	(22,424.71)
ACBC	599,048.00	0.80	751,187.17
PA	1,491,766.00	3.19	467,656.80
BA	870,757.00	3.19	272,975.41
KA	772,052.00	2.39	322,709.57

Tabel 4. 44 Hasil Perkiraan *Cost Variance* (CV), *Duration Variance* (DV) dan *Cost Slope* (CS) terhadap Durasi Lembur 2 jam

Kode	CV (Rp)	DV (hari)	CS (Rp/hari)
GB02	929,570.00	7.16	129,844.70
GB2-4	1,577,226.00	4.30	367,184.89
GS2-4	1,503,680.00	5.73	262,547.30
TPSG	6,951,673.00	5.73	1,213,784.17
LPAA	1,149,066.00	2.86	401,261.14
LPAB	1,880,755.00	2.86	656,771.59
LRPAE	(14,340.00)	1.43	(10,015.24)
ACBC	1,228,023.00	1.43	857,666.86
PA	3,254,982.00	5.73	568,330.19
BA	1,899,112.00	5.73	331,590.98
KA	1,684,589.00	4.30	392,179.45

Tabel 4. 45 Hasil Perkiraan *Cost Variance* (CV), *Duration Variance* (DV) dan *Cost Slope* (CS) terhadap Durasi Lembur 2 jam

Kode	CV (Rp)	DV (hari)	CS (Rp/hari)
GB02	1,334,214.00	9.74	136,951.07
GB2-4	2,265,889.00	5.85	387,638.86
GS2-4	2,176,866.00	7.79	279,306.88
TPSG	10,378,299.00	7.79	1,331,607.15
LPAA	1,647,170.00	3.90	422,686.48
LPAB	2,696,587.00	3.90	691,981.32
LRPAE	(12,284.00)	1.95	(6,304.49)
ACBC	(305,291.00)	1.95	(156,683.74)
PA	4,690,781.00	7.79	601,859.47
BA	2,737,001.00	7.79	351,176.05
KA	2,427,359.00	5.85	415,262.47

Tabel diatas merupakan data perkiraan hasil *crashing* kegiatan kritis yang memiliki nilai *resource* alat berat untuk pelaksanaan durasi total proyek dengan penambahan alat berat berdasarkan penambahan durasi 1 jam, 2 jam, dan 3 jam lembur. Untuk memperkirakan kemungkinan efisiensi *crashing*, dengan melakukan *crashing* ulang dari *cost slope* terkecil. Pada Tabel 4.46, Tabel 4.47, dan Tabel 4.48 merupakan urutan kegiatan kritis perkiraan hasil *crashing* diurutkan dari *cost slope* terkecil hingga terbesar.

Tabel 4. 46 Urutan Pekerjaan Menurut Nilai *Cost Slope* Terkecil Hingga Terbesar Lembur 1 Jam

Kode	CS (Rp/hari)
LRPAE	(22,424.71)
GB02	108,232.26
GS2-4	212,230.68
BA	272,975.41
GB2-4	306,038.89
KA	322,709.57
LPAA	336,642.83

Kode	CS (Rp/hari)
PA	467,656.80
LPAB	551,383.63
ACBC	751,187.17
TPSG	860,299.34

Tabel 4. 47 Urutan Pekerjaan Menurut Nilai *Cost Slope* Terkecil Hingga Terbesar Lembur 2 Jam

Kode	CS (Rp/hari)
LRPAE	(10,015.24)
GB02	129,844.70
GS2-4	262,547.30
BA	331,590.98
GB2-4	367,184.89
KA	392,179.45
LPAA	401,261.14
PA	568,330.19
LPAB	656,771.59
ACBC	857,666.86
TPSG	1,213,784.17

Tabel 4. 48 Urutan Pekerjaan Menurut Nilai *Cost Slope* Terkecil Hingga Terbesar Lembur 3 Jam

Kode	CS (Rp/hari)
ACBC	(156,683.74)
LRPAE	(6,304.49)
GB02	136,951.07
LPAA	422,686.48
GS2-4	279,306.88
GB2-4	387,638.86
KA	415,262.47
LPAB	691,981.32
BA	351,176.05
PA	601,859.47
TPSG	1,331,607.15

Berdasarkan dari perkiraan *cost slope* terkecil hingga terbesar, didapatkan juga *cost variance* dari terkecil hingga terbesar seperti yang terdapat pada Tabel 4.49, Tabel 4.50 dan Tabel 4.51 berikut:

Tabel 4. 49 Urutan Pekerjaan Menurut Nilai *Cost Variance* terkecil hingga terbesar Lembur 1 Jam

Kode	CV (Rp)
LRPAE	(17,883.00)
GB02	431,559.00
LPAA	536,924.00
ACBC	599,048.00
GS2-4	676,989.00
GB2-4	732,169.00
KA	772,052.00
BA	870,757.00
LPAB	879,422.00
PA	1,491,766.00
TPSG	2,744,246.00

Tabel 4. 50 Urutan Pekerjaan Menurut Nilai *Cost Variance* terkecil hingga terbesar Lembur 2 Jam

Kode	CV (Rp)
LRPAE	(14,340.00)
GB02	929,570.00
LPAA	1,149,066.00
ACBC	1,228,023.00
GS2-4	1,503,680.00
GB2-4	1,577,226.00
KA	1,684,589.00
LPAB	1,880,755.00
BA	1,899,112.00
PA	3,254,982.00
TPSG	6,951,673.00

Tabel 4. 51 Urutan Pekerjaan Menurut Nilai *Cost Variance* terkecil hingga terbesar Lembur 3 Jam

Kode	CV (Rp)
ACBC	(305,291.00)
LRPAE	(12,284.00)
GB02	1,334,214.00
LPAA	1,647,170.00
GS2-4	2,176,866.00
GB2-4	2,265,889.00
KA	2,427,359.00
LPAB	2,696,587.00
BA	2,737,001.00
PA	4,690,781.00
TPSG	10,378,299.00

f. Analisis Biaya Total Proyek

Analisis biaya terbagi menjadi 3 yaitu analisis biaya tidak langsung, analisis biaya langsung, dan total biaya. Dalam menentukan analisis biaya tersebut, hal yang perlu dilakukan adalah:

1) Menentukan biaya tidak langsung

Menurut Soemardi dan Kusumawardani (2010), penentuan biaya tidak langsung mengacu pada hasil dari Studi Praktek Estimasi Biaya Tidak Langsung pada Proyek Konstruksi oleh Berdasarkan persamaan sebagai berikut:

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

keterangan:

x_1 = Nilai total proyek

x_2 = Durasi proyek

ε = *random error*

y = Prosentase biaya tak langsung

Dari hasil persamaan diatas dapat dilihat hasil biaya tidak langsung dari proyek pada Tabel 4.52, Tabel 4.53 dan Tabel 4.54 sebagai berikut:

Tabel 4. 52 Hasil Perkiraan Biaya Tidak Langsung Lembur 1 Jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya Tidak Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
				150	883,903,542.61
LRPAE	6.20	7	0.797	149.20	879,204,308.58
GB02	31.01	35	3.987	145.22	855,708,138.46
GS2-4	24.81	28	3.190	142.03	836,911,202.37
BA	24.81	28	3.190	138.84	818,114,266.27
GB2-4	18.61	21	2.392	136.44	804,016,564.20
KA	18.61	21	2.392	134.05	789,918,862.13
LPAA	12.41	14	1.595	132.46	780,520,394.08
PA	24.81	28	3.190	129.27	761,723,457.98
LPAB	12.41	14	1.595	127.67	752,324,989.94
ACBC	6.20	7	0.797	126.87	747,625,755.91
TPSG	24.81	28	3.190	123.68	728,828,819.82

Tabel 4. 53 Hasil Perkiraan Biaya Tidak Langsung Lembur 2 Jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya Tidak Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
				150	883,903,542.61
LRPAE	5.57	7	1.43	148.57	875,466,281.52
GB02	27.84	35	7.16	141.41	833,279,976.08
GS2-4	22.27	28	5.73	135.68	799,530,931.72
BA	22.27	28	5.73	129.95	765,781,887.37
GB2-4	16.70	21	4.30	125.66	740,470,104.10
KA	16.70	21	4.30	121.36	715,158,320.84
LPAA	11.14	14	2.86	118.50	698,283,798.66
PA	22.27	28	5.73	112.77	664,534,754.31
LPAB	11.14	14	2.86	109.91	647,660,232.13
ACBC	5.57	7	1.43	108.48	639,222,971.04
TPSG	22.27	28	5.73	102.75	605,473,926.69

Tabel 4. 54 Hasil Perkiraan Biaya Tidak Langsung Lembur 3 Jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya Tidak Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
				150	883,903,542.61
LRPAE	5.05	7	1.95	148.05	872,421,908.96

Kode	Durasi (hari)			Kumulatif	Biaya Tidak Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih		
GB02	5.05	7	1.95	146.10	860,940,275.32
GS2-4	25.26	35	9.74	136.36	803,532,107.08
BA	20.21	28	7.79	128.57	757,605,572.50
GB2-4	20.21	28	7.79	120.77	711,679,037.91
KA	15.15	21	5.85	114.93	677,234,136.98
LPAA	15.15	21	5.85	109.08	642,789,236.04
PA	10.10	14	3.90	105.19	619,825,968.74
LPAB	20.21	28	7.79	97.39	573,899,434.16
ACBC	10.10	14	3.90	93.49	550,936,166.87
TPSG	20.21	28	7.79	85.70	505,009,632.28

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

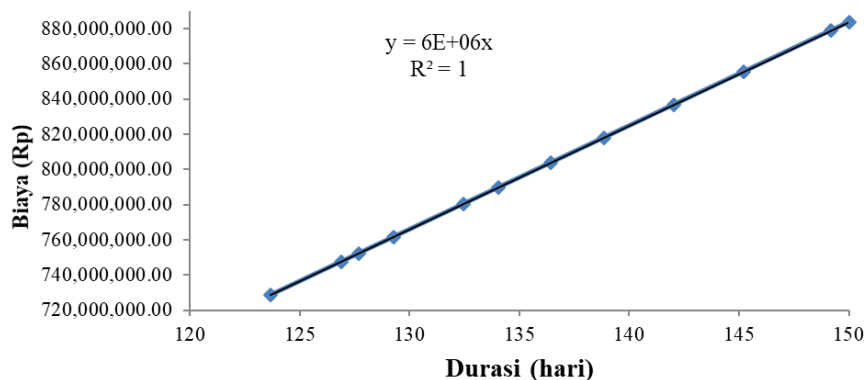
Biaya tidak langsung akibat percepatan (Kode LRPAE):

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= (\text{Rp. } 883,903,542.61 / 150) \times 149,20 \\ &= \text{Rp } 879,204,308.58 \end{aligned}$$

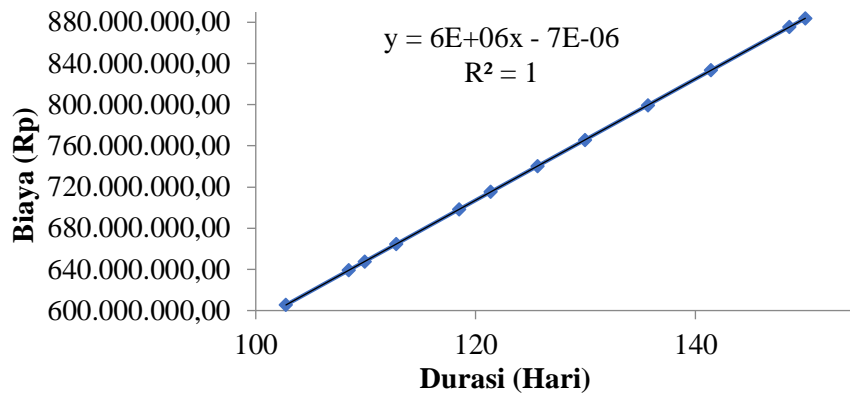
$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= (\text{Rp. } 883,903,542.61 / 150) \times 148,57 \\ &= \text{Rp } 875,466,281.52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= (\text{Rp. } 883,903,542.61 / 150) \times 148.05 \\ &= \text{Rp } 872,421,908.96 \end{aligned}$$

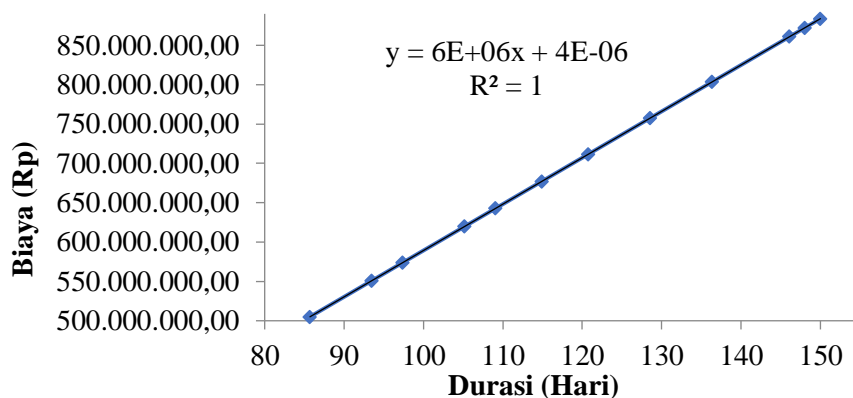
Data perkiraan analisis biaya tidak langsung terhadap penambahan jam kerja diatas akan disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.10 – 4.12.



Gambar 4. 10 Grafik Biaya Tidak Langsung Durasi Lembur 1 Jam



Gambar 4. 11 Grafik Biaya Tidak Langsung Durasi Lembur 2 Jam



Gambar 4. 12 Grafik Biaya Tidak Langsung Durasi Lembur 3 Jam

2) Menentukan biaya langsung

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

$$\begin{aligned} \text{Biaya langsung} &= \text{Nilai total proyek} - \text{biaya tidak langsung} \\ \text{Biaya langsung} &= \text{Rp. } 5.863.526.834,00 - \text{Rp. } 860,940,275.32 \\ &= \mathbf{\text{Rp. } 4,979,623,291.39} \end{aligned}$$

Dari hasil rumus diatas dapat dilihat hasil biaya langsung dari proyek pada Tabel 4.55, Tabel 4.56 dan Tabel 4.57 sebagai berikut:

Tabel 4. 55 Hasil Perkiraan Biaya Langsung Lembur 1 Jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
				150	4,979,624,922.39
LRPAE	6.20	7	0.80	149.20	4,979,607,039.39

Kode	Durasi (hari)				Biaya Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
GB02	31.01	35	3.99	145.22	4,980,038,598.39
GS2-4	24.81	28	3.19	142.03	4,980,715,587.39
BA	24.81	28	3.19	138.84	4,981,586,344.39
GB2-4	18.61	21	2.39	136.44	4,982,318,513.39
KA	18.61	21	2.39	134.05	4,983,090,565.39
LPAA	12.41	14	1.59	132.46	4,983,627,489.39
PA	24.81	28	3.19	129.27	4,985,119,255.39
LPAB	12.41	14	1.59	127.67	4,985,998,677.39
ACBC	6.20	7	0.80	126.87	4,986,597,725.39
TPSG	24.81	28	3.19	123.68	4,989,341,971.39

Tabel 4. 56 Hasil Perkiraan Biaya Langsung Lembur 2 Jam

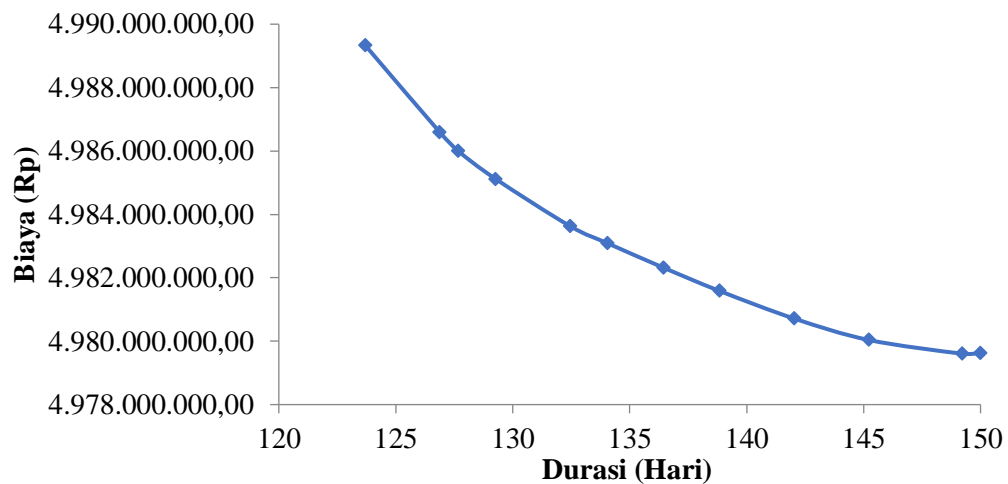
Kode	Durasi (hari)				Biaya Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
				150	4,979,624,922.39
LRPAE	5.57	7	1.43	148.57	4,979,610,582.39
GB02	27.84	35	7.16	141.41	4,980,540,152.39
GS2-4	22.27	28	5.73	135.68	4,982,043,832.39
BA	22.27	28	5.73	129.95	4,983,942,944.39
GB2-4	16.70	21	4.30	125.66	4,985,520,170.39
KA	16.70	21	4.30	121.36	4,987,204,759.39
LPAA	11.14	14	2.86	118.50	4,988,353,825.39
PA	22.27	28	5.73	112.77	4,991,608,807.39
LPAB	11.14	14	2.86	109.91	4,993,489,562.39
ACBC	5.57	7	1.43	108.48	4,994,717,585.39
TPSG	22.27	28	5.73	102.75	5,001,669,258.39

Tabel 4. 57 Hasil Perkiraan Biaya Langsung Lembur 3 Jam

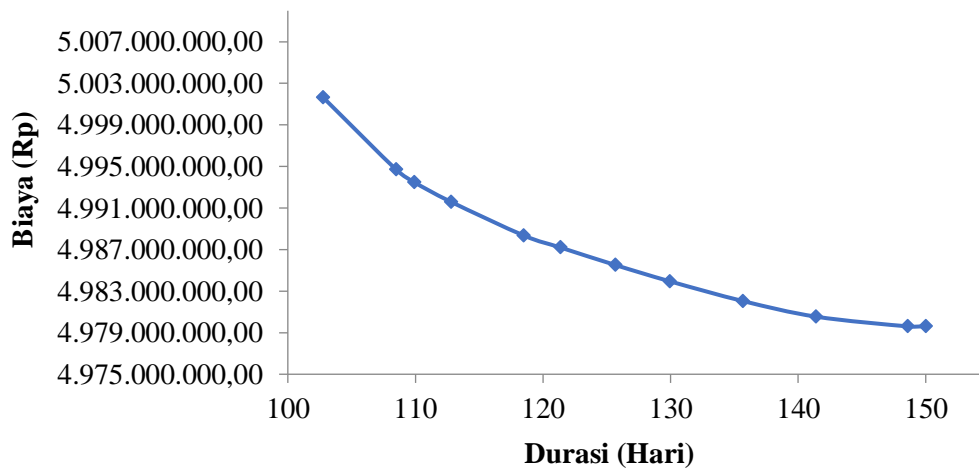
Kode	Durasi (hari)				Biaya Langsung (Rp)
	Percepatan	Normal	Selisih	Kumulatif	
				150	4,979,624,922.39
LRPAE	5.05	7	1.95	148.05	4,979,319,631.39
GB02	5.05	7	1.95	146.10	4,979,307,347.39
GS2-4	25.26	35	9.74	136.36	4,980,641,561.39
BA	20.21	28	7.79	128.57	4,982,818,427.39

Kode	Durasi (hari)			Biaya Langsung (Rp)	
	Percepatan	Normal	Selisih Kumulatif		
GB2-4	20.21	28	7.79	120.77	4,985,555,428.39
KA	15.15	21	5.85	114.93	4,987,821,317.39
LPAA	15.15	21	5.85	109.08	4,990,248,676.39
PA	10.10	14	3.90	105.19	4,991,895,846.39
LPAB	20.21	28	7.79	97.39	4,996,586,627.39
ACBC	10.10	14	3.90	93.49	4,999,283,214.39
TPSG	20.21	28	7.79	85.70	5,009,661,513.39

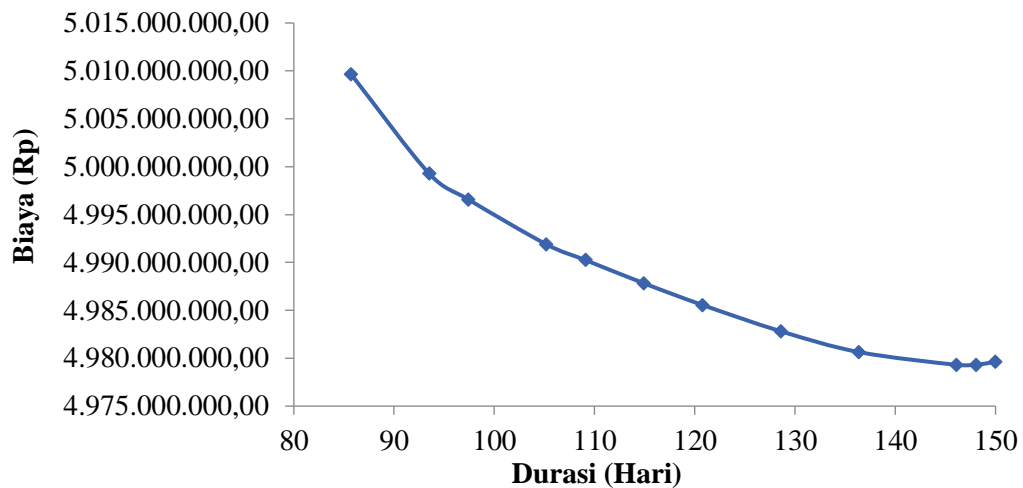
Data perkiraan analisis biaya tidak langsung terhadap penambahan jam kerja diatas akan disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.13 – 4.15.



Gambar 4. 13 Biaya Langsung Durasi Waktu Lembur 1 Jam



Gambar 4. 14 Biaya Langsung Durasi Waktu Lembur 2 Jam



Gambar 4. 15 Biaya Langsung Durasi Waktu Lembur 3 Jam

3) Menentukan total biaya

Untuk menentukan total biaya suatu proyek dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Total biaya} = \text{biaya tidak langsung} + \text{biaya langsung}$$

Dari hasil rumus diatas dapat dilihat hasil total dari biaya pada Tabel 4.58, Tabel 4.59 dan Tabel 4.60 sebagai berikut:

Tabel 4. 58 Hasil Perhitungan Biaya Total Lembur 1 Jam

Kode	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
	883,903,542.61	4,979,624,922.39	5,863,528,465.00
LRPAE	879,204,308.58	4,979,607,039.39	5,858,811,347.98
GB02	855,708,138.46	4,980,038,598.39	5,835,746,736.86
GS2-4	836,911,202.37	4,980,715,587.39	5,817,626,789.76
BA	818,114,266.27	4,981,586,344.39	5,799,700,610.66
GB2-4	804,016,564.20	4,982,318,513.39	5,786,335,077.59
KA	789,918,862.13	4,983,090,565.39	5,773,009,427.52
LPAA	780,520,394.08	4,983,627,489.39	5,764,147,883.47
PA	761,723,457.98	4,985,119,255.39	5,746,842,713.38
LPAB	752,324,989.94	4,985,998,677.39	5,738,323,667.33
ACBC	747,625,755.91	4,986,597,725.39	5,734,223,481.30
TPSG	728,828,819.82	4,989,341,971.39	5,718,170,791.21

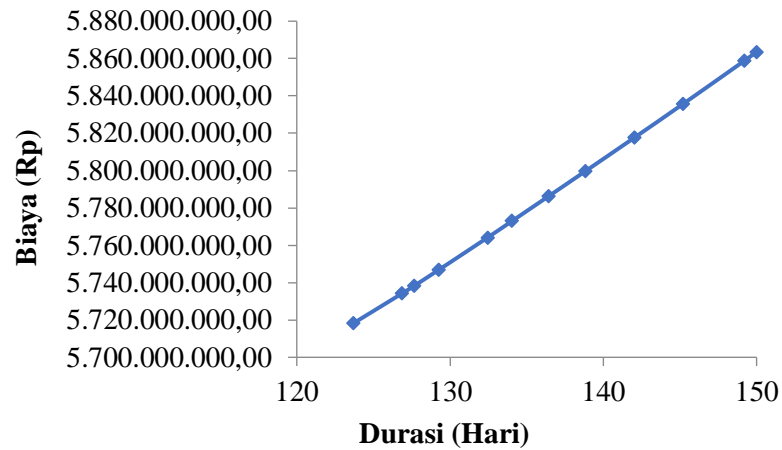
Tabel 4. 59 Hasil Perhitungan Biaya Total Lembur 3 Jam

Kode	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
	883,903,542.61	4,979,624,922.39	5,863,528,465.00
LRPAE	875,466,281.52	4,979,610,582.39	5,855,076,863.91
GB02	833,279,976.08	4,980,540,152.39	5,813,820,128.47
GS2-4	799,530,931.72	4,982,043,832.39	5,781,574,764.11
BA	765,781,887.37	4,983,942,944.39	5,749,724,831.76
GB2-4	740,470,104.10	4,985,520,170.39	5,725,990,274.50
KA	715,158,320.84	4,987,204,759.39	5,702,363,080.23
LPAA	698,283,798.66	4,988,353,825.39	5,686,637,624.05
PA	664,534,754.31	4,991,608,807.39	5,656,143,561.70
LPAB	647,660,232.13	4,993,489,562.39	5,641,149,794.52
ACBC	639,222,971.04	4,994,717,585.39	5,633,940,556.43
TPSG	605,473,926.69	5,001,669,258.39	5,607,143,185.08

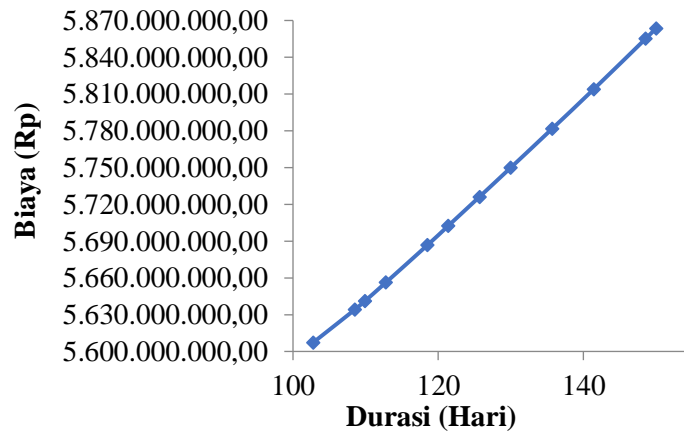
Tabel 4. 60 Hasil Perhitungan Biaya Total Lembur 3 Jam

Kode	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
	883,903,542.61	4,979,624,922.39	5,863,528,465.00
LRPAE	872,421,908.96	4,979,319,631.39	5,851,741,540.35
GB02	860,940,275.32	4,979,307,347.39	5,840,247,622.71
GS2-4	803,532,107.08	4,980,641,561.39	5,784,173,668.48
BA	757,605,572.50	4,982,818,427.39	5,740,423,999.89
GB2-4	711,679,037.91	4,985,555,428.39	5,697,234,466.31
KA	677,234,136.98	4,987,821,317.39	5,665,055,454.37
LPAA	642,789,236.04	4,990,248,676.39	5,633,037,912.43
PA	619,825,968.74	4,991,895,846.39	5,611,721,815.14
LPAB	573,899,434.16	4,996,586,627.39	5,570,486,061.55
ACBC	550,936,166.87	4,999,283,214.39	5,550,219,381.26
TPSG	505,009,632.28	5,009,661,513.39	5,514,671,145.67

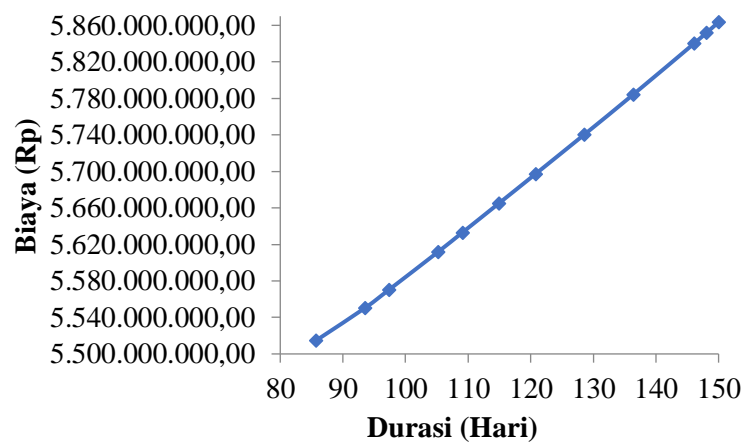
Data hasil perkiraan total biaya proyek terhadap penambahan jam lembur dari data di atas akan disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.16, Gambar 4.17 dan Gambar 4.18.



Gambar 4. 16 Grafik Total Biaya Lembur 1 Jam



Gambar 4. 17 Grafik Total Biaya Lembur 2 Jam



Gambar 4. 18 Grafik Total Biaya Lembur 3 Jam

g. Efisiensi waktu dan biaya proyek

Berdasarkan perkiraan percepatan durasi dan perkiraan biaya total dapat dihitung efisiensi waktu dan biaya proyek tersebut dengan menggunakan contoh perhitungan analisis efisiensi waktu dan biaya proyek pada masing-masing jam lembur dengan item pekerjaan kode LRP AE:

1) Lembur 1 jam

Efisiensi waktu:

$$Et = \left(\frac{150 - 149,20}{150} \right) \times 100\%$$

$$Et = 0.53 \%$$

Efisiensi biaya:

$$Ec = \left(\frac{\text{Rp } 5.863.526.834,00 - \text{Rp } 5,858,811,347.98}{\text{Rp } 5.863.526.834,00} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 0.08 \%$$

2) Lembur 2 jam

Efisiensi waktu:

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

$$Et = 0.95 \%$$

Efisiensi biaya:

$$Ec = \left(\frac{\text{Rp } 5.863.526.834,00 - \text{Rp } 5,855,076,863.91}{\text{Rp } 5.863.526.834,00} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 0.14 \%$$

3) Lembur 3 jam

Efisiensi waktu:

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

$$Et = 0.13 \%$$

Efisiensi biaya:

$$Ec = \left(\frac{\text{Rp } 5.863.526.834,00 - \text{Rp } 5,851,741,540.35}{\text{Rp } 5.863.526.834,00} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 0.2 \%$$

Hasil perkiraan efisiensi antara waktu dan biaya secara menyeluruh dapat dilihat pada Tabel 4.61, Tabel 4.61 dan Tabel 4.63, sebagai berikut:

Tabel 4. 61 Perkiraan Efisiensi Waktu dan Durasi Lembur 1 Jam

Kode	Durasi Komulatif (hari)	Biaya Total (Rp)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
	150	5,863,528,465.00	0.00	0.00
LRPAE	149.20	5,858,811,347.98	0.53	0.08
GB02	145.22	5,835,746,736.86	3.19	0.47
GS2-4	142.03	5,817,626,789.76	5.32	0.78
BA	138.84	5,799,700,610.66	7.44	1.09
GB2-4	136.44	5,786,335,077.59	9.04	1.32
KA	134.05	5,773,009,427.52	10.63	1.54
LPAA	132.46	5,764,147,883.47	11.70	1.69
PA	129.27	5,746,842,713.38	13.82	1.99
LPAB	127.67	5,738,323,667.33	14.89	2.14
ACBC	126.87	5,734,223,481.30	15.42	2.21
TPSG	123.68	5,718,170,791.21	17.54	2.48

Tabel 4. 62 Perkiraan Efisiensi Waktu dan Durasi Lembur 2 Jam

Kode	Durasi Komulatif (hari)	Biaya Total (Rp)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
	150	5,863,528,465.00	0.00	0.00
LRPAE	148.57	5,855,076,863.91	0.95	0.14
GB02	141.41	5,813,820,128.47	5.73	0.85
GS2-4	135.68	5,781,574,764.11	9.55	1.40
BA	129.95	5,749,724,831.76	13.36	1.94
GB2-4	125.66	5,725,990,274.50	16.23	2.35
KA	121.36	5,702,363,080.23	19.09	2.75
LPAA	118.50	5,686,637,624.05	21.00	3.02
PA	112.77	5,656,143,561.70	24.82	3.54
LPAB	109.91	5,641,149,794.52	26.73	3.79
ACBC	108.48	5,633,940,556.43	27.68	3.92
TPSG	102.75	5,607,143,185.08	31.50	4.37

Tabel 4. 63 Perkiraan Efisiensi Waktu dan Durasi Lembur 3 Jam

Kode	Durasi Komulatif (hari)	Biaya Total (Rp)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
	150	5,863,528,465.00	0.00	0.00
LRPAE	148.05	5,851,741,540.35	1.30	0.20
GB02	146.10	5,840,247,622.71	2.60	0.40
GS2-4	136.36	5,784,173,668.48	9.09	1.35
BA	128.57	5,740,423,999.89	14.29	2.10
GB2-4	120.77	5,697,234,466.31	19.48	2.84
KA	114.93	5,665,055,454.37	23.38	3.38
LPAA	109.08	5,633,037,912.43	27.28	3.93
PA	105.19	5,611,721,815.14	29.88	4.29
LPAB	97.39	5,570,486,061.55	35.07	5.00
ACBC	93.49	5,550,219,381.26	37.67	5.34
TPSG	85.70	5,514,671,145.67	42.87	5.95

4.3.10 Perhitungan biaya denda akibat keterlambatan

Untuk biaya denda akibat terlambatnya suatu proyek dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini:

Total biaya denda = total keterlambatan (hari) × denda perhari

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

Berikut merupakan contoh perhitungan biaya denda untuk suatu pekerjaan kode LPAKB :

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

4.3.11 Perbandingan antara penambahan jam kerja dengan alat berat

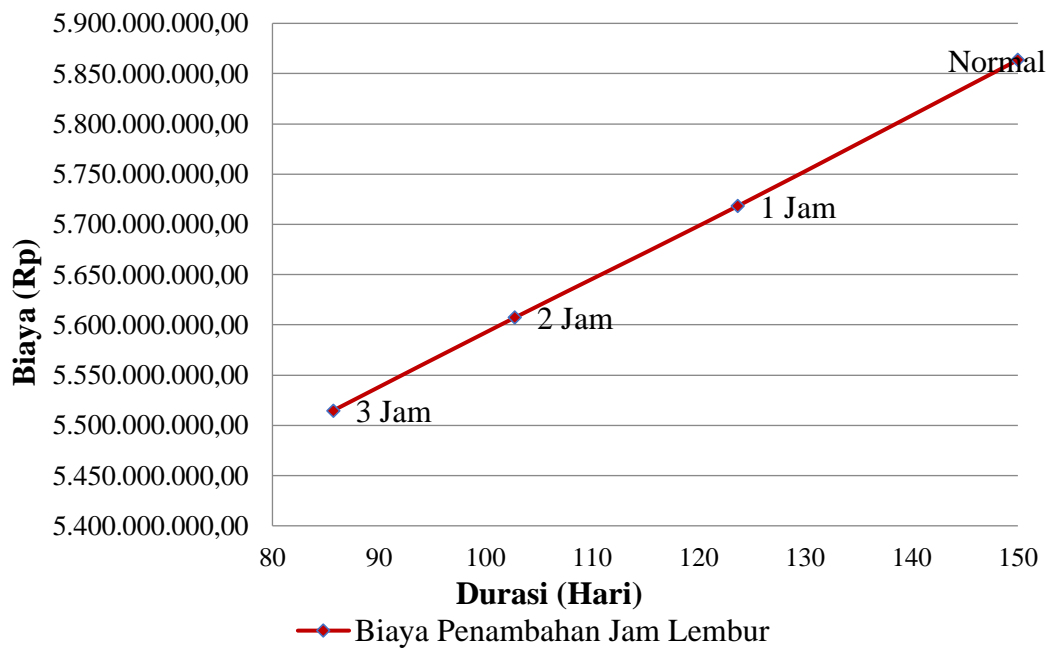
Berdasarkan analisis metode *Duration cost trade off* antara penambahan waktu lembur atau jam kerja selama 1 hingga 3 jam dengan menambahkan alat berat dan tenaga kerja didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4. 64 Perbandingan antara Biaya Normal dengan Penambahan Jam Kerja

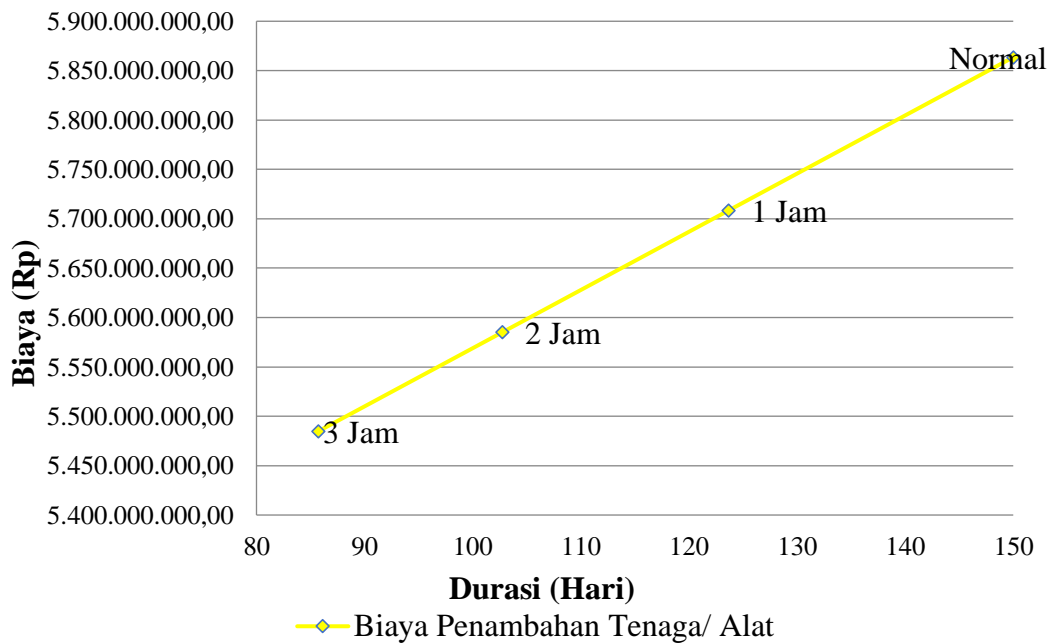
No	Penambahan Alat	Durasi	Biaya
1	Normal	150	5,863,528,465.00
2	1	123.68	5,718,170,791.21
3	2	102.75	5,607,143,185.08
4	3	85.70	5,514,671,145.67

Tabel 4. 65 Perbandingan Biaya Normal dengan Biaya Penambahan Alat

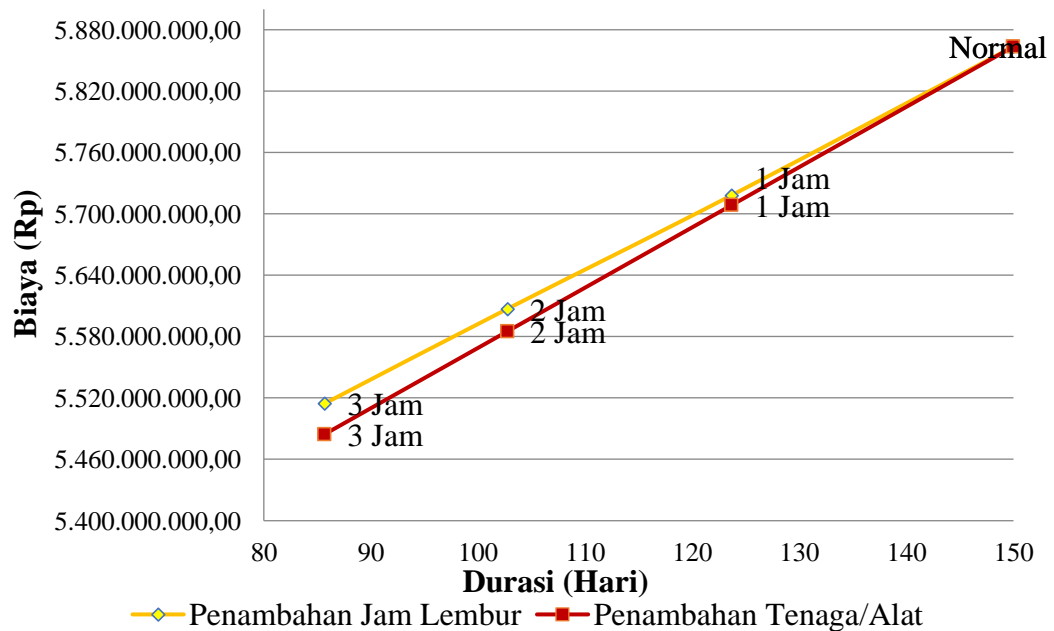
No	Penambahan Alat	Durasi	Biaya
1	Normal	150	5,863,528,465.00
2	1	123.68	5,708,516,224.87
3	2	102.75	5,585,133,869.77
4	3	85.70	5,484,678,214.67



Gambar 4. 19 Perbandingan antara Biaya Normal dengan Biaya Tambahan Jam Kerja.



Gambar 4. 20 Perbandingan Biaya Normal dan Biaya Penambahan Tenaga/Alat.



Gambar 4. 21 Perbandingan Biaya Normal, Biaya Penambahan Alat/Tenaga dan Penambahan Jam Lembur

Untuk perbedaan nilai biaya total antara penambahan jam lembur dengan penambahan alat berat dan tenaga kerja dapat dilihat pada Tabel 4.66, Tabel 4.67 dan Tabel 4.68 sebagai berikut :

Tabel 4. 66 Biaya Total dengan Lembur 1 Jam

Kode	Durasi (hari)		Total Biaya (Rp)	
	Normal	<i>Crash</i>	Penambahan Jam Kerja	Penambahan Alat
LRPAE	7	6.20	5,858,811,347.98	5,802,444,902.08
GB02	35	31.01	5,835,746,736.86	5,807,143,181.58
GS2-4	28	24.81	5,817,626,789.76	5,774,258,974.16
BA	28	24.81	5,799,700,610.66	5,746,075,060.85
GB2-4	21	18.61	5,786,335,077.59	5,830,635,574.29
KA	21	18.61	5,773,009,427.52	5,713,198,319.28
LPAA	14	12.41	5,764,147,883.47	5,764,864,199.14
PA	28	24.81	5,746,842,713.38	5,727,287,276.05
LPAB	14	12.41	5,738,323,667.33	5,793,049,176.43
ACBC	7	6.20	5,734,223,481.30	5,708,516,224.87
TPSG	28	24.81	5,718,170,791.21	5,844,731,405.21

Tabel 4. 67 Biaya Total dengan Lembur 2 Jam

Kode	Durasi (hari)		Total Biaya (Rp)	
	Normal	<i>Crash</i>	Penambahan Jam Kerja	Penambahan Alat
LRPAE	7	1.43	5,855,076,863.91	5,787,595,456.85
GB02	35	7.16	5,813,820,128.47	5,745,412,448.31
GS2-4	28	5.73	5,781,574,764.11	5,796,032,204.42
BA	28	5.73	5,749,724,831.76	5,711,667,824.25
GB2-4	21	4.30	5,725,990,274.50	5,686,359,536.55
KA	21	4.30	5,702,363,080.23	5,644,179,513.52
LPAA	14	2.86	5,686,637,624.05	5,593,565,590.27
PA	28	5.73	5,656,143,561.70	5,610,436,380.81
LPAB	14	2.86	5,641,149,794.52	5,669,487,348.13
ACBC	7	1.43	5,633,940,556.43	5,585,133,869.77
TPSG	28	5.73	5,607,143,185.08	5,829,779,325.51

Tabel 4. 68 Biaya Total dengan Lembur 3 Jam

Kode	Durasi (hari)		Total Biaya (Rp)	
	Normal	<i>Crash</i>	Penambahan Jam Kerja	Penambahan Alat
LRPAE	7	1.95	5,851,741,540.35	5,484,678,214.67
GB02	35	1.95	5,840,247,622.71	5,610,948,341.63

Kode	Durasi (hari)		Total Biaya (Rp)	
	Normal	Crash	Penambahan Jam Kerja	Penambahan Alat
GS2-4	28	9.74	5,784,173,668.48	5,553,546,983.71
BA	28	7.79	5,740,423,999.89	5,622,428,765.79
GB2-4	21	7.79	5,697,234,466.31	5,668,351,002.60
KA	21	5.85	5,665,055,454.37	5,714,273,786.51
LPAA	14	5.85	5,633,037,912.43	5,519,107,104.60
PA	28	3.90	5,611,721,815.14	5,794,639,473.19
LPAB	14	7.79	5,570,486,061.55	5,748,716,211.76
ACBC	7	3.90	5,550,219,381.26	5,496,147,463.14
TPSG	28	7.79	5,514,671,145.67	5,817,601,593.84

Dari tabel diatas terlihat bahwa adanya perbedaan antara penambahan lama jam kerja atau waktu lembur selama 1 hingga 3 jam dengan penambahan alat berat dan tenaga kerja, biaya diatas merupakan biaya yang langsung dijatuhkan kepada proyek sesuai dengan urutan item pekerjaan berdasarkan *cost slope*.

Tabel 4. 69 Perbandingan Penambahan Biaya Akibat Penambahan Jam Kerja 1 Jam, Penambahan Alat dan Biaya Denda

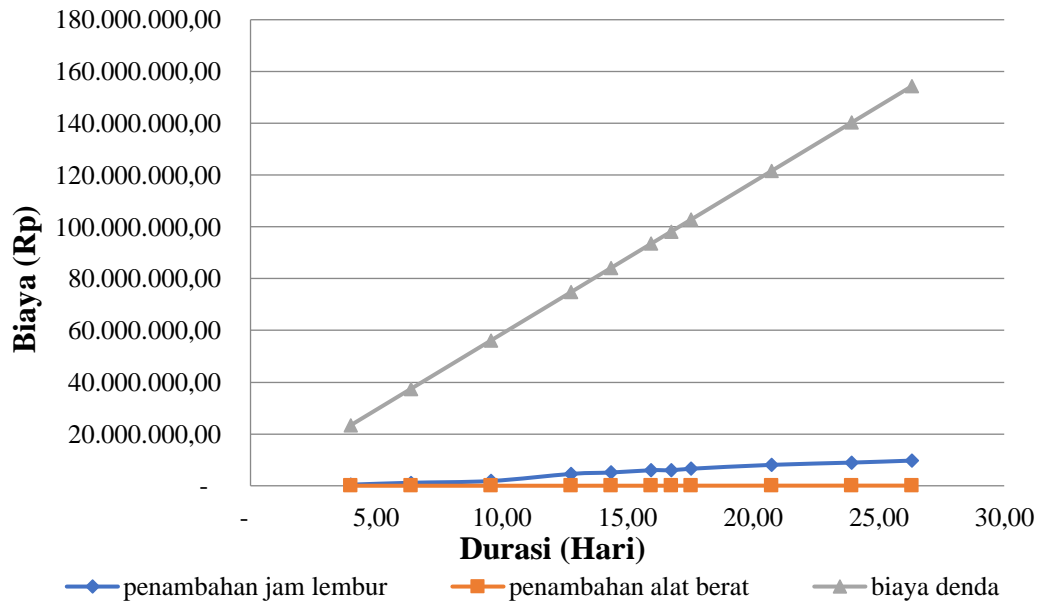
Kode	Durasi	Selisih Biaya (Rp)		
		Lembur	Penambahan Alat Berat	Denda Komulatif
GB02	31.01	431,559.00	3,777.41	23,379,891.98
GB2-4	18.61	732,169.00	1,871.16	37,407,827.17
GS2-4	24.81	676,989.00	6,733.83	56,111,740.75
TPSG	24.81	2,744,246.00	-123.70	74,815,654.34
LPAA	12.41	536,924.00	3,693.02	84,167,611.13
LPAB	12.41	879,422.00	2,742.39	93,519,567.92
LRPAE	6.20	-17,883.00	954.53	98,195,546.32
ACBC	6.20	599,048.00	17,139.61	102,871,524.72
PA	24.81	1,491,766.00	9,151.29	121,575,438.30
BA	24.81	870,757.00	7,797.81	140,279,351.88
KA	18.61	772,052.00	8,745.31	154,307,287.07

Tabel 4. 70 Perbandingan Penambahan Biaya Akibat Penambahan Jam Kerja 2 Jam, Penambahan Alat dan Biaya Denda

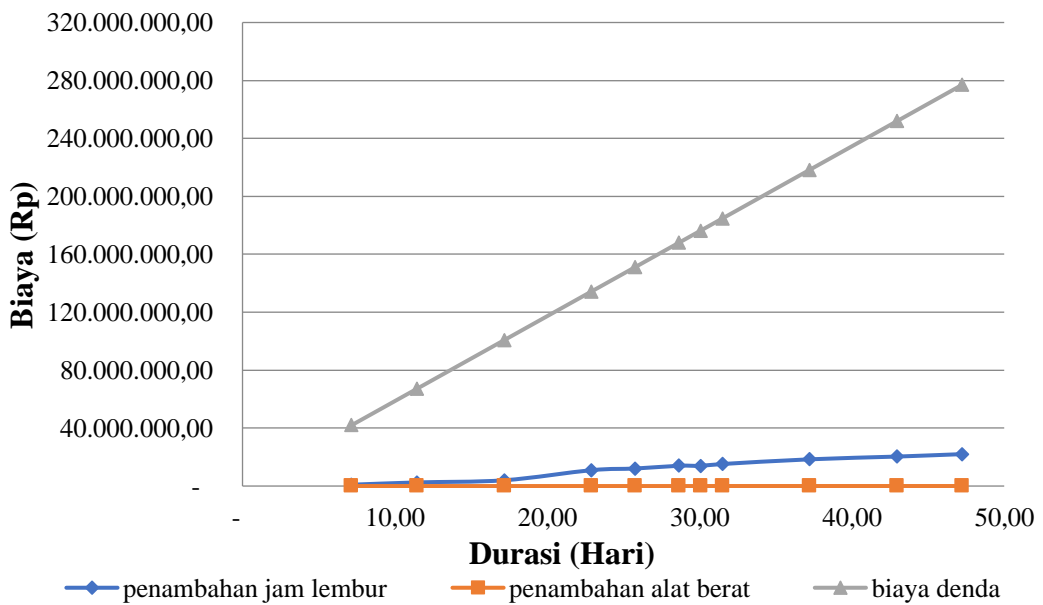
Kode	Durasi	Selisih Biaya (Rp)		
		Lembur	Penambahan Alat Berat	Denda Komulatif
GB02	7.16	929,570.00	3,296.90	41,977,533.33
GB2-4	4.30	1,577,226.00	3,495.57	67,164,053.33
GS2-4	5.73	1,503,680.00	1,923.26	100,746,079.99
TPSG	5.73	6,951,673.00	-95.14	134,328,106.65
LPAA	2.86	1,149,066.00	3,731.64	151,119,119.98
LPAB	2.86	1,880,755.00	2,333.76	167,910,133.32
LRPAE	1.43	-14,340.00	513.52	176,305,639.98
ACBC	1.43	1,228,023.00	5,540.59	184,701,146.65
PA	5.73	3,254,982.00	5,911.64	218,283,173.31
BA	5.73	1,899,112.00	4,420.30	251,865,199.97
KA	4.30	1,684,589.00	3,948.66	277,051,719.97

Tabel 4. 71 Perbandingan Penambahan Biaya Akibat Penambahan Jam Kerja 3 Jam, Penambahan Alat dan Biaya Denda

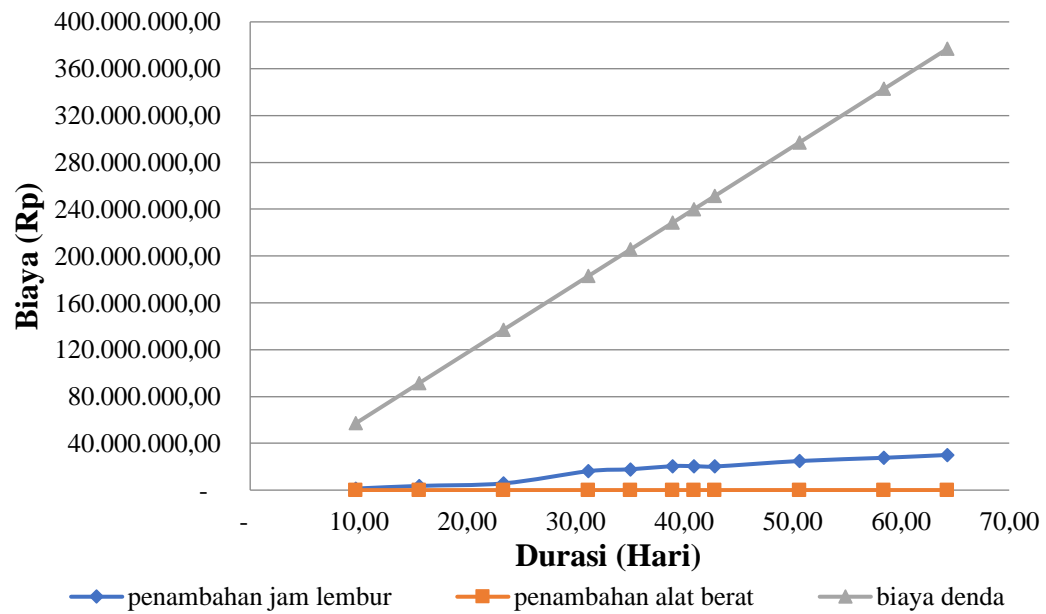
Kode	Durasi	Selisih Biaya (Rp)		
		Lembur	Penambahan Alat Berat	Denda Komulatif
GB02	9.74	1,334,214.00	6,810.31	57,124,065.97
GB2-4	5.85	2,265,889.00	2,475.69	91,398,505.56
GS2-4	7.79	2,176,866.00	4,297.78	137,097,758.34
TPSG	7.79	10,378,299.00	-336.58	182,797,011.12
LPAA	3.90	1,647,170.00	1,146.64	205,646,637.50
LPAB	3.90	2,696,587.00	3,625.84	228,496,263.89
LRPAE	1.95	-12,284.00	1,209.48	239,921,077.09
ACBC	1.95	-305,291.00	12,385.17	251,345,890.28
PA	7.79	4,690,781.00	3,273.16	297,045,143.06
BA	7.79	2,737,001.00	3,750.68	342,744,395.84
KA	5.85	2,427,359.00	5,021.83	377,018,835.42



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



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



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

Pada tabel 4.69 – 4.70 di atas merupakan hasil nilai dari penambahan biaya alat dan waktu lembur yang kemudian dibandingkan antara durasi percepatan waktu dan biaya total serta dengan denda apabila proyek mengalami keterlambatan waktu.