

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Data Penelitian

5.1.1. Data Umum Proyek

Adapun gambaran umum dari Proyek Pembangunan Jembatan Sungai Naik Kabupaten Musi Rawas, Provinsi Sumatera Selatan ini adalah sebagai berikut :

Pemilik Proyek	: A
Konsultan Supervisi	: PT. B
Kontraktor	: PT. C
Anggaran	: Rp 13.927.020.979,00
Waktu pelaksanaan	: 148 Hari kerja
Tanggal pekerjaan dimulai	: 7 Juni 2013
Tanggal pekerjaan selesai	: 10 Desember 2013

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

5.2. Daftar Kegiatan-Kegiatan Kritis

Berdasarkan hasil analisis *Microsoft Project* untuk penjadwalan proyek tersebut diketahui lintasan kritis dari kegiatan – kegiatan kritis. Daftar kegiatan – kegiatan kritis pada kondisi normal dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Daftar Kegiatan Kritis Pada Kondisi Normal

No. Task	Activity	Task Name	Predecessor
1		PEMBANGUNAN JEMBATAN SUNGAI NAIK	
3	A	Mobilisasi dan Demobilisasi	start
5	B	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	A
6	C	Pasangan Batu dengan Mortar	3 start-to-start, B
7	D	Gorong-gorong Pipa Beton Bertulang, diameter dalam 35 - 105 cm	C
8	E	Gorong ² Pipa Baja Bergelombang	D

13	I	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 8 meter	8 start-to-start
14	J	Galian Perkerasan Beraspal dengan dan tanpa Cold Milling Machine	I
15	K	Timbunan Biasa dan Pilihan	J
27	V	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	K
32	AA	Semen untuk Lapis Pondasi Semen Tanah	27 start-to-start
36	AD	Agregat Penutup BURTU dan BURDA	Q,R
42	AJ	Laston Lapis Aus Perata Modifikasi (AC-WC(L)Mod) (gradasi halus/kasar)	AD
46	AN	Lapis fondasi dan Permukaan Penetrasi Macadam	AJ
48	AO	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30 \text{ MPa}$ (K-350) untuk sumuran, pengisi pancang + Abutment + wingwall + Pier	AN
62	BC	Expansion joint tipe asphalt plug dan rubber	AO
83	BW	Pagar Pemisah Pedestrian Carbon Steel dan Galvanized	BC,BV

Tabel 5.2 Daftar Kegiatan Kritis Pada Kegiatan yang Memiliki *Resource* Tenaga Kerja

No. Task	Activity	Task Name	Predecessor
1		PEMBANGUNAN JEMBATAN SUNGAI NAIK	
5	B	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	A
6	C	Pasangan Batu dengan Mortar	3 start-to-start, B
7	D	Gorong-gorong Pipa Beton Bertulang, diameter dalam 35 - 105 cm	C
8	E	Gorong ² Pipa Baja Bergelombang	D
13	I	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 8 meter	8 start-to-start
14	J	Galian Perkerasan Beraspal dengan dan tanpa Cold Milling Machine	I
15	K	Timbunan Biasa dan Pilihan	J
27	V	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	K
32	AA	Semen untuk Lapis Pondasi Semen Tanah	27 start-to-start
36	AD	Agregat Penutup BURTU dan BURDA	Q,R

42	AJ	Laston Lapis Aus Perata Modifikasi (AC-WC(L)Mod) (gradasi halus/kasar)	AD
46	AN	Lapis fondasi dan Permukaan Penetrasi Macadam	AJ
48	AO	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30 \text{ MPa}$ (K-350) untuk sumuran, pengisi pancang + Abutment + wingwall + Pier	AN
62	BC	Expansion joint tipe asphalt plug dan rubber	AO
83	BW	Pagar Pemisah Pedestrian Carbon Steel dan Galvanized	BC, BV

Tabel 5.2 di atas menjelaskan bahwa beberapa pekerjaan yang akan dipercepat berdasarkan kegiatan - kegiatan kritis adalah kegiatan yang memiliki unsur tenaga kerja, beberapa kegiatan – kegiatan tersebut dengan kode kegiatan B, C, D, I, J, K, V, AA, AD, AJ, AN, AO, BC, dan BW.

Beberapa alasan pemilihan item kegiatan yang akan dipercepat adalah kegiatan kritis tersebut adalah :

1. Kegiatan kritis yang terpilih tersebut memiliki *resource work* atau yang memiliki pekerja sehingga bisa dipercepat dengan mengolah *resource work*.
2. Pada kegiatan kritis terpilih tersebut dapat dilakukan percepatan dengan penambahan jam lembur atau dengan penambahan jumlah tenaga kerja. Jika dilakukan penambahan tenaga kerja pada kegiatan kritis yang lain maka jumlah tenaga kerja tidak akan bertambah karena kegiatan kritis tersebut hanya memiliki *indeks* tenaga kerja yang kecil.
3. Pada kegiatan kritis terpilih tersebut apabila dipercepat dapat mengurangi biaya tidak langsung pada kegiatan tersebut.
4. Apabila mempercepat kegiatan kritis dapat mempercepat durasi proyek secara keseluruhan.

5.3. Biaya Langsung dan Tidak Langsung

Biaya – biaya dalam suatu proyek terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung, Biaya langsung (*direct cost*) adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek. Penentuan biaya tidak langsung

berdasarkan hasil dari Studi Praktek Estimasi Biaya Tidak Langsung pada Proyek Konstruksi oleh Soemardi dan Kusumawardani (2010).



Gambar 5.1 Model hubungan biaya tidak langsung pada kontraktor besar.

Berdasarkan grafik diatas pada proyek pembangunan Jembatan dengan nilai total proyek sebesar Rp13.927.020.979,00 didapatkan *presentase* untuk biaya tidak langsung sebesar 8 % dari nilai total proyek tersebut secara detail hitungan seperti contoh dibawah berikut ini :

$$\begin{aligned} \text{Biaya Tidak Langsung} &= 8 \% \times \text{Rp}13.927.020.979,00 \\ &= \text{Rp}1.114.161.678,32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Tidak Langsung / hari} &= \frac{\text{Biaya Tidak Langsung}}{\text{Durasi Normal Proyek}} \\ &= \frac{\text{Rp}1.114.161.678,32}{148 \text{ hari}} \\ &= \text{Rp}7.528.119,45/ \text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Langsung} &= \text{Biaya Total Rencana} - \text{Biaya Tidak Langsung} \\ &= \text{Rp}13.927.020.979,00 - \text{Rp}1.114.161.678,32 \\ &= \text{Rp}12.812.859.300,68 \end{aligned}$$

5.4. Penerapan Metode *Time Cost Trade Off*

5.4.1. Penambahan Jam Kerja (Waktu Lembur)

Dalam perencanaan penambahan jam kerja lembur memakai 8 jam kerja normal dan 1 jam istirahat (08.00-17.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah

waktu kerja normal (17.00-20.00). Menurut keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, pasal 7 dan pasal 11 standar upah untuk lembur adalah :

1. Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (jam) dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu.
2. Memberikan makanan dan minuman sekurang-kurangnya 1.400 kalori apabila kerja lembur dilakukan selama 3 jam atau lebih.
3. Untuk kerja lembur pertama harus dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam.
4. Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah sebesar 2 kali lipat upah satu jam.

Untuk lebih detail besar upah tenaga kerja pada proyek ini dapat dilihat pada Tabel 5.3 sebagai berikut :

Tabel 5.3 Upah Tenaga Kerja

NO	JENIS PEKERJA	UPAH KERJA PERHARI	UPAH KERJA PERJAM
1	Pekerja	Rp 70.560,00	Rp 8.820,00
2	Tukang	Rp 95.760,00	Rp 11.970,00
3	Mandor	Rp 95.760,00	Rp 11.970,00

Berdasarkan upah harian maka hasil untuk upah lembur tenaga kerja perhari dan upah lembur tenaga kerja 1 - 3 jam tersaji pada Tabel 5.4 dibawah ini :

Tabel 5.4 Upah Lembur Tenaga Kerja

NO	JENIS PEKERJA	Biaya normal	Biaya Lembur		
			1 jam	2 jam	3 jam
1	Pekerja	70.560,00	13.230,00	15.435,00	16.170,00
2	Tukang	95.760,00	17.955,00	20.947,50	21.945,00
3	Mandor	95.760,00	17.955,00	20.947,50	21.945,00

Contoh perhitungan upah lembur untuk *resource name* Mandor sebagai berikut :

1. Contoh perhitungan Biaya Lembur:

Untuk *Resource Name* : Mandor

Biaya per hari (*Standart Cost*) : Rp. 95.760,00

Jam kerja per hari : 8 jam/hari

$$\text{Biaya per jam} = \frac{95760}{8 \text{ jam/hari}} = 11.970,00$$

Biaya lembur per hari:

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= \text{Rp. } 11.970,00 \times 1,5 \\ &= \text{Rp. } 17.955,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= (\text{Rp. } 11.970,00 \times 1,5) + (1 \times (\text{Rp. } 11.970,00 \times 1,5 \times 2)) \\ &= \text{Rp. } 41.895,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= (\text{Rp. } 11.970,00 \times 1,5) + (2 \times (\text{Rp. } 11.970,00 \times 1,5 \times 2)) \\ &= \text{Rp. } 65.835,00 \end{aligned}$$

Biaya lembur per jam:

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= \left(\frac{17.955,00}{1 \text{ jam/hari}} \right) \\ &= \text{Rp. } 17.955,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= \left(\frac{41.895,00}{2 \text{ jam/hari}} \right) \\ &= \text{Rp. } 20.947,50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= \left(\frac{65.835,00}{3 \text{ jam/hari}} \right) \\ &= \text{Rp. } 21.945,00 \end{aligned}$$

Produktivitas kerja lembur untuk 1 jam per hari diperhitungkan sebesar 90%, 2 jam per hari diperhitungkan sebesar 80% dan 3 jam per hari diperhitungkan sebesar 70%, dari produktivitas normal. Penurunan produktivitas untuk kerja lembur ini disebabkan oleh kelelahan pekerja, keterbatasan pandangan pada malam hari, serta keadaan cuaca yang dingin. Untuk kegiatan-kegiatan kritis yang akan dipercepat durasi percepatan dihitung berdasarkan penambahan jam lembur dari durasi normal yang ada. Adapun salah satu contoh perhitungannya adalah perhitungan Pekerjaan Galian untuk selokan drainase dan saluran air (*No. Task 5*) dibawah ini :

Durasi yang bisa di *crash* berdasarkan penambahan 1 jam lembur :

$$\frac{(\text{Volume})}{(\text{prod. perjam} \times \text{jam kerja}) + (\sum \text{ jam lembur} \times \text{penurunan prod} \times \text{prod. perjam})}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 396 \text{ m}^3 \\
 \text{Durasi normal} &= 18 \text{ hari} \\
 \text{Durasi normal (jam)} &= 18 \times 8 \\
 &= 144 \text{ jam} \\
 \text{Produktivitas jam normal} &= \frac{\text{Volume}}{\text{durasi normal}} = \frac{396}{144} = 2,75 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Maksimal } \textit{crashing} &= \frac{396}{(2,75 \times 8) + (1 \times 0,9 \times 2,75)} = 16,18 \text{ hari} = 16 \text{ hari} \\
 \text{Maka maksimal } \textit{crashing} &= 18 \text{ hari} - 16 \text{ hari} = 2 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Durasi yang bisa di *crash* berdasarkan penambahan 2 jam lembur :

$$\frac{(\text{Volume})}{(\text{prod. perjam} \times \text{jam kerja}) + (\sum \text{jamlembur} \times \text{penurunan prod} \times \text{prod. perjam})}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 396 \text{ m}^3 \\
 \text{Durasi normal} &= 18 \text{ hari} \\
 \text{Durasi normal (jam)} &= 18 \times 8 \\
 &= 144 \text{ jam} \\
 \text{Produktivitas jam normal} &= \frac{\text{Volume}}{\text{durasi normal}} = \frac{396}{144} = 2,75 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Maksimal } \textit{crashing} &= \frac{396}{(2,75 \times 8) + (2 \times 0,8 \times 2,75)} = 15 \text{ hari} \\
 \text{Maka maksimal } \textit{crashing} &= 18 \text{ hari} - 15 \text{ hari} = 3 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Durasi yang bisa di *crash* berdasarkan penambahan 3 jam lembur :

$$\frac{(\text{Volume})}{(\text{prod. perjam} \times \text{jam kerja}) + (\sum \text{jamlembur} \times \text{penurunan prod} \times \text{prod. perjam})}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 396 \text{ m}^3 \\
 \text{Durasi normal} &= 18 \text{ hari} \\
 \text{Durasi normal (jam)} &= 18 \times 8 \\
 &= 144 \text{ jam} \\
 \text{Produktivitas jam normal} &= \frac{\text{Volume}}{\text{durasi normal}} = \frac{396}{144} = 2,75 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\text{Maksimal crashing} = \frac{396}{(2,75 \times 8) + (3 \times 0.7 \times 2,75)} = 14,25 \text{ hari} = 14 \text{ hari}$$

$$\text{Maka maksimal crashing} = 18 \text{ hari} - 14 \text{ hari} = 4 \text{ hari}$$

Hasil perhitungan pengontrolan durasi *crashing* manual diatas sesuai dengan hasil perhitungan pada *Microsoft Project*, hasil dari pengolahan *Microsoft Project* dapat dilihat pada Tabel 5.5, 5.6, dan 5.7 untuk penambahan jam lembur yang di lakukan 1 – 3 jam pada tabel berikut :

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan durasi dan biaya dipercepat dengan penambahan 1 jam lembur menggunakan *Microsoft Project*

No. Task	Jenis Pekerjaan	Durasi		Biaya	
		Normal (hari)	Lembur 1 jam (hari)	Normal	Lembur 1 jam
1	PEMBANGUNAN JEMBATAN SUNGAI NAIK	148	128,98	Rp13.927.020.979	Rp13.930.987.200
5	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	18	16,18	Rp11.027.674	Rp11.055.760
6	Pasangan Batu dengan Mortar	24	21,57	Rp301.950.533	Rp302.678.778
7	Gorong-gorong Pipa Beton Bertulang, diameter dalam 35 - 105 cm	18	16,18	Rp90.483.680	Rp90.750.473
8	Gorong ² Pipa Baja Bergelombang	12	10,79	Rp281.851.945	Rp281.922.959
13	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 8 meter	15	13,48	Rp225.840.067	Rp225.865.950
14	Galian Perkerasan Beraspal dengan dan tanpa Cold Milling Machine	10	8,99	Rp31.011.877	Rp31.036.118
15	Timbunan Biasa dan Pilihan	12	10,79	Rp47.666.823	Rp47.686.903
27	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8	7,19	Rp133.712.268	Rp133.724.374
32	Semen untuk Lapis Pondasi Semen Tanah	12	10,79	Rp27.019.051	Rp27.042.058

36	Agregat Penutup BURTU dan BURDA	15	13,48	Rp3.408.766	Rp3.437.725
42	Laston Lapis Aus Perata Modifikasi (AC-WC(L)Mod) (gradasi halus/kasar)	8	7,19	Rp34.304.764	Rp34.314.199
46	Lapis fondasi dan Permukaan Penetrasi Macadam	8	7,19	Rp63.889.506	Rp63.893.167
48	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30 \text{ MPa}$ (K-350) untuk sumuran, pengisi pancang + Abutment + wingwall + Pier	48	43,15	Rp2.403.620.631	Rp2.405.597.688
62	Expansion joint tipe asphalt plug dan rubber	24	21,57	Rp444.105.925	Rp444.773.626
83	Pagar Pemisah Pedestrian Carbon Steel dan Galvanized	12	10,79	Rp232.721.432	Rp232.801.384

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan durasi dan biaya dipercepat dengan penambahan 2 jam lembur menggunakan *Microsoft Project*

No. Task	Jenis Pekerjaan	Durasi		Biaya	
		Normal (hari)	Lembur 2 jam (hari)	Normal	Lembur 2 jam
1	PEMBANGUNAN JEMBATAN SUNGAI NAIK	148	115,67	Rp13.927.020.979	Rp13.938.796.701
5	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	18	15	Rp11.027.674	Rp11.112.891
6	Pasangan Batu dengan Mortar	24	20	Rp301.950.533	Rp304.098.588
7	Gorong-gorong Pipa Beton Bertulang, diameter dalam 35 - 105 cm	18	15	Rp90.483.680	Rp91.291.627
8	Gorong ² Pipa Baja Bergelombang	12	10	Rp281.851.945	Rp282.078.237
13	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 8 meter	15	12,5	Rp225.840.067	Rp225.922.342

14	Galian Perkerasan Beraspal dengan dan tanpa Cold Milling Machine	10	8,33	Rp31.011.877	Rp31.088.556
15	Timbunan Biasa dan Pilihan	12	10	Rp47.666.823	Rp47.733.063
27	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8	6,67	Rp133.712.268	Rp133.749.110
32	Semen untuk Lapis Pondasi Semen Tanah	12	10	Rp27.019.051	Rp27.085.108
36	Agregat Penutup BURTU dan BURDA	15	12,5	Rp3.408.766	Rp3.495.185
42	Laston Lapis Aus Perata Modifikasi (AC-WC(L)Mod) (gradasi halus/kasar)	8	6,67	Rp34.304.764	Rp34.332.612
46	Lapis fondasi dan Permukaan Penetrasi Macadam	8	6,67	Rp63.889.506	Rp63.901.038
48	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30 \text{ MPa}$ (K-350) untuk sumuran, pengisi pancang + Abutment + wingwall + Pier	48	40	Rp2.403.620.631	Rp2.409.468.562
62	Expansion joint tipe asphalt plug dan rubber	24	20	Rp444.105.925	Rp446.068.919
83	Pagar Pemisah Pedestrian Carbon Steel dan Galvanized	12	10	Rp232.721.432	Rp232.964.826

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan durasi dan biaya dipercepat dengan penambahan 3 jam lembur menggunakan *Microsoft Project*

No. Task	Jenis Pekerjaan	Durasi		Biaya	
		Normal (hari)	Lembur 3 jam (hari)	Normal	Lembur 3 jam
1	PEMBANGUNAN JEMBATAN SUNGAI NAIK	148	112,94	Rp13.927.020.979	Rp13.947.097.494
5	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	18	14,26	Rp11.027.674	Rp11.172.679

6	Pasangan Batu dengan Mortar	24	19,01	Rp301.950.533	Rp305.606.853
7	Gorong-gorong Pipa Beton Bertulang, diameter dalam 35 - 105 cm	18	14,26	Rp90.483.680	Rp91.867.323
8	Gorong ² Pipa Baja Bergelombang	12	9,5	Rp281.851.945	Rp282.243.832
13	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 8 meter	15	11,88	Rp225.840.067	Rp225.982.473
14	Galian Perkerasan Beraspal dengan dan tanpa Cold Milling Machine	10	7,92	Rp31.011.877	Rp31.144.778
15	Timbunan Biasa dan Pilihan	12	9,5	Rp47.666.823	Rp47.782.078
27	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8	6,34	Rp133.712.268	Rp133.775.228
32	Semen untuk Lapis Pondasi Semen Tanah	12	9,5	Rp27.019.051	Rp27.130.705
36	Agregat Penutup BURTU dan BURDA	15	11,88	Rp3.408.766	Rp3.556.051
42	Laston Lapis Aus Perata Modifikasi (AC-WC(L)Mod) (gradasi halus/kasar)	8	6,94	Rp34.304.764	Rp34.353.517
46	Lapis fondasi dan Permukaan Penetrasi Macadam	8	6,34	Rp63.889.506	Rp63.909.501
48	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 30 \text{ MPa}$ (K-350) untuk sumuran, pengisi pancang + Abutment + wingwall + Pier	48	38,02	Rp2.403.620.631	Rp2.413.583.150
62	Expansion joint tipe asphalt plug dan rubber	24	19,01	Rp444.105.925	Rp447.445.168
83	Pagar Pemisah Pedestrian Carbon Steel dan Galvanized	12	9,5	Rp232.721.432	Rp233.138.121

Selanjutnya dari Tabel diatas dapat menghitung *Cost Slope* untuk kegiatan-kegiatan kritis yang terjadi setelah penambahan jam lembur, daftar *Cost Slope* untuk semua kegiatan kritis dapat dilihat pada Tabel 5.8, 5.9, dan 5.10 secara lengkap berikut ini :

Tabel 5.8 *Cost Slope* Biaya Pekerjaan Akibat Percepatan Biaya Lembur 1 jam

No. Task	Durasi		Crashing	Biaya		Slope
	Normal (hari)	Lembur 1 jam (hari)		Normal	Lembur 1 jam	
B	18	16,18	1,82	Rp11.027.674	Rp11.055.760	Rp15.432
C	24	21,57	2,43	Rp301.950.533	Rp302.678.778	Rp299.689
D	18	16,18	1,82	Rp90.483.680	Rp90.750.473	Rp146.590
E	12	10,79	1,21	Rp281.851.945	Rp281.922.959	Rp58.690
I	15	13,48	1,52	Rp225.840.067	Rp225.865.950	Rp17.028
J	10	8,99	1,01	Rp31.011.877	Rp31.036.118	Rp24.001
K	12	10,79	1,21	Rp47.666.823	Rp47.686.903	Rp16.595
V	8	7,19	0,81	Rp133.712.268	Rp133.724.374	Rp14.946
AA	12	10,79	1,21	Rp27.019.051	Rp27.042.058	Rp19.014
AD	15	13,48	1,52	Rp3.408.766	Rp3.437.725	Rp19.052
AJ	8	7,19	0,81	Rp34.304.764	Rp34.314.199	Rp11.649
AN	8	7,19	0,81	Rp63.889.506	Rp63.893.167	Rp4.519
AO	48	43,15	4,85	Rp2.403.620.631	Rp2.405.597.688	Rp407.641
BC	24	21,57	2,43	Rp444.105.925	Rp444.773.626	Rp274.774
BW	12	10,79	1,21	Rp232.721.432	Rp232.801.384	Rp66.076

Tabel 5.9 *Cost Slope* Biaya Pekerjaan Akibat Percepatan Biaya Lembur 2 jam

No. Task	Durasi		Crashing	Biaya		Slope
	Normal (hari)	Lembur 2 jam (hari)		Normal	Lembur 2 jam	
B	18	15	3	Rp11.027.674	Rp11.112.891	Rp28.406
C	24	20	4	Rp301.950.533	Rp304.098.588	Rp537.014
D	18	15	3	Rp90.483.680	Rp91.291.627	Rp269.316
E	12	10	2	Rp281.851.945	Rp282.078.237	Rp113.147
I	15	12,5	2,5	Rp225.840.067	Rp225.922.342	Rp32.910
J	10	8,33	1,67	Rp31.011.877	Rp31.088.556	Rp45.916

K	12	10	2	Rp47.666.823	Rp47.733.063	Rp33.120
V	8	6,67	1,33	Rp133.712.268	Rp133.749.110	Rp27.701
AA	12	10	2	Rp27.019.051	Rp27.085.108	Rp33.029
AD	15	12,5	2,5	Rp3.408.766	Rp3.495.185	Rp34.568
AJ	8	6,67	1,33	Rp34.304.764	Rp34.332.612	Rp20.939
AN	8	6,67	1,33	Rp63.889.506	Rp63.901.038	Rp8.670
AO	48	40	8	Rp2.403.620.631	Rp2.409.468.562	Rp730.991
BC	24	20	4	Rp444.105.925	Rp446.068.919	Rp490.749
BW	12	10	2	Rp232.721.432	Rp232.964.826	Rp121.697

Tabel 5.10 *Cost Slope* Biaya Pekerjaan Akibat Percepatan Biaya Lembur 3 jam

No. Task	Durasi		Crashing	Biaya		Slope
	Normal (hari)	Lembur 3 jam (hari)		Normal	Lembur 3 jam	
B	18	14,26	3,74	Rp11.027.674	Rp11.172.679	Rp38.771
C	24	19,01	4,99	Rp301.950.533	Rp305.606.853	Rp732.729
D	18	14,26	3,74	Rp90.483.680	Rp91.867.323	Rp369.958
E	12	9,5	2,5	Rp281.851.945	Rp282.243.832	Rp156.755
I	15	11,88	3,12	Rp225.840.067	Rp225.982.473	Rp45.643
J	10	7,92	2,08	Rp31.011.877	Rp31.144.778	Rp63.895
K	12	9,5	2,5	Rp47.666.823	Rp47.782.078	Rp46.102
V	8	6,34	1,66	Rp133.712.268	Rp133.775.228	Rp37.928
AA	12	9,5	2,5	Rp27.019.051	Rp27.130.705	Rp44.662
AD	15	11,88	3,12	Rp3.408.766	Rp3.556.051	Rp47.207
AJ	8	6,94	1,06	Rp34.304.764	Rp34.353.517	Rp45.994
AN	8	6,34	1,66	Rp63.889.506	Rp63.909.501	Rp12.045
AO	48	38,02	9,98	Rp2.403.620.631	Rp2.413.583.150	Rp998.248
BC	24	19,01	4,99	Rp444.105.925	Rp447.445.168	Rp669.187
BW	12	9,5	2,5	Rp232.721.432	Rp233.138.121	Rp166.676

Data diatas merupakan data hasil *crashing* seluruh kegiatan kritis yang memiliki *resource* pekerja untuk pelaksanaan durasi total proyek dengan menambahkan 1 jam lembur didapatkan durasi *crashing* maksimal yang ada yaitu 20 hari, untuk penambahan 2 jam lembur didapatkan durasi *crashing* maksimal yang ada yaitu 33 hari sedangkan dengan menambahkan 3 jam lembur didapatkan durasi *crashing* maksimal yang ada yaitu 36 hari disemua pekerjaan kritis tersebut, selanjutnya untuk menguji kemungkinan efisiensi *crashing*, dengan melakukan *crashing* ulang dari *cost slope* terkecil Pada Tabel 5.11, 5.12, dan 5.13 merupakan urutan kegiatan – kegiatan kritis hasil *crashing* diurutkan dari *cost slope* terkecil sampai terbesar :

Tabel 5.11 Urutan kegiatan – kegiatan berdasarkan nilai *Cost Slope* untuk lembur
1 jam

No. Task	Durasi		Crashing	Biaya		Slope
	Normal (hari)	Lembur 1 jam (hari)		Normal	Lembur 1 jam	
AN	8	7,19	0,81	Rp63.889.506	Rp63.893.167	Rp4.519
AJ	8	7,19	0,81	Rp34.304.764	Rp34.314.199	Rp11.649
V	8	7,19	0,81	Rp133.712.268	Rp133.724.374	Rp14.946
B	18	16,18	1,82	Rp11.027.674	Rp11.055.760	Rp15.432
K	12	10,79	1,21	Rp47.666.823	Rp47.686.903	Rp16.595
I	15	13,48	1,52	Rp225.840.067	Rp225.865.950	Rp17.028
AA	12	10,79	1,21	Rp27.019.051	Rp27.042.058	Rp19.014
AD	15	13,48	1,52	Rp3.408.766	Rp3.437.725	Rp19.052
J	10	8,99	1,01	Rp31.011.877	Rp31.036.118	Rp24.001
E	12	10,79	1,21	Rp281.851.945	Rp281.922.959	Rp58.690
BW	12	10,79	1,21	Rp232.721.432	Rp232.801.384	Rp66.076
D	18	16,18	1,82	Rp90.483.680	Rp90.750.473	Rp146.590
BC	24	21,57	2,43	Rp444.105.925	Rp444.773.626	Rp274.774
C	24	21,57	2,43	Rp301.950.533	Rp302.678.778	Rp299.689
AO	48	43,15	4,85	Rp2.403.620.631	Rp2.405.597.688	Rp407.641

Tabel 5.12 Urutan kegiatan – kegiatan berdasarkan nilai *Cost Slope* untuk lembur
2 jam

No. Task	Durasi		Crashing	Biaya		Slope
	Normal (hari)	Lembur 2 jam (hari)		Normal	Lembur 2 jam	
AN	8	6,67	1,33	Rp63.889.506	Rp63.901.038	Rp8.670
AJ	8	6,67	1,33	Rp34.304.764	Rp34.332.612	Rp20.939
V	8	6,67	1,33	Rp133.712.268	Rp133.749.110	Rp27.701
B	18	15	3	Rp11.027.674	Rp11.112.891	Rp28.406
K	12	12,5	2,5	Rp225.840.067	Rp225.922.342	Rp32.910
I	15	10	2	Rp27.019.051	Rp27.085.108	Rp33.029
AA	12	10	2	Rp47.666.823	Rp47.733.063	Rp33.120
AD	15	12,5	2,5	Rp3.408.766	Rp3.495.185	Rp34.568
J	10	8,33	1,67	Rp31.011.877	Rp31.088.556	Rp45.916
E	12	10	2	Rp281.851.945	Rp282.078.237	Rp113.147
BW	12	10	2	Rp232.721.432	Rp232.964.826	Rp121.697
D	18	15	3	Rp90.483.680	Rp91.291.627	Rp269.316
BC	24	20	4	Rp444.105.925	Rp446.068.919	Rp490.749
C	24	20	4	Rp301.950.533	Rp304.098.588	Rp537.014
AO	48	40	8	Rp2.403.620.631	Rp2.409.468.562	Rp730.991

Tabel 5.13 Urutan kegiatan – kegiatan berdasarkan nilai *Cost Slope* untuk
lembur 3 jam

No. Task	Durasi		Crashing	Biaya		Slope
	Normal (hari)	Lembur 3 jam (hari)		Normal	Lembur 3 jam	
AN	8	6,67	1,66	Rp63.889.506	Rp63.909.501	Rp12.045
AJ	8	6,67	1,66	Rp34.304.764	Rp133.775.228	Rp37.928
V	8	6,67	3,74	Rp133.712.268	Rp11.172.679	Rp38.771
B	18	15	2,5	Rp11.027.674	Rp27.130.705	Rp44.662
K	12	12,5	3,12	Rp225.840.067	Rp225.982.473	Rp45.643
I	15	10	1,06	Rp27.019.051	Rp34.353.517	Rp45.994
AA	12	10	2,5	Rp47.666.823	Rp47.782.078	Rp46.102
AD	15	12,5	3,12	Rp3.408.766	Rp3.556.051	Rp47.207
J	10	8,33	2,08	Rp31.011.877	Rp31.144.778	Rp63.895
E	12	10	2,5	Rp281.851.945	Rp282.243.832	Rp156.755
BW	12	10	2,5	Rp232.721.432	Rp233.138.121	Rp166.676
D	18	15	3,74	Rp90.483.680	Rp91.867.323	Rp369.958

BC	24	20	4,99	Rp444.105.925	Rp447.445.168	Rp669.187
C	24	20	4,99	Rp301.950.533	Rp305.606.853	Rp732.729
AO	48	40	9,98	Rp2.403.620.631	Rp2.413.583.150	Rp998.248

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada selisih biaya normal dari masing – masing kegiatan yang telah dilakukan *crashing* dengan biaya penambahan jam lembur 1 - 3 jam sebagai berikut :

Tabel 5.14 Selisih biaya antara Biaya Percepatan dengan Biaya Normal pada kondisi penambahan 1 jam lembur

No. Task	Durasi		Crashing	Biaya		Selisih Biaya
	Normal (hari)	Lembur 1 jam (hari)		Normal	Lembur 1 jam	
AN	8	7,19	0,81	Rp63.889.506	Rp63.893.167	Rp3.660
AJ	8	7,19	0,81	Rp34.304.764	Rp34.314.199	Rp9.436
V	8	7,19	0,81	Rp133.712.268	Rp133.724.374	Rp12.106
B	18	16,18	1,82	Rp11.027.674	Rp11.055.760	Rp28.086
K	12	10,79	1,21	Rp47.666.823	Rp47.686.903	Rp20.080
I	15	13,48	1,52	Rp225.840.067	Rp225.865.950	Rp25.883
AA	12	10,79	1,21	Rp27.019.051	Rp27.042.058	Rp23.007
AD	15	13,48	1,52	Rp3.408.766	Rp3.437.725	Rp28.959
J	10	8,99	1,01	Rp31.011.877	Rp31.036.118	Rp24.241
E	12	10,79	1,21	Rp281.851.945	Rp281.922.959	Rp71.015
BW	12	10,79	1,21	Rp232.721.432	Rp232.801.384	Rp79.952
D	18	16,18	1,82	Rp90.483.680	Rp90.750.473	Rp266.793
BC	24	21,57	2,43	Rp444.105.925	Rp444.773.626	Rp667.702
C	24	21,57	2,43	Rp301.950.533	Rp302.678.778	Rp728.244
AO	48	43,15	4,85	Rp2.403.620.631	Rp2.405.597.688	Rp1.977.057

Tabel 5.15 Selisih biaya antara Biaya Percepatan dengan Biaya Normal pada kondisi penambahan 2 jam lembur

No. Task	Durasi		Crashing	Biaya		Selisih Biaya
	Normal (hari)	Lembur 2 jam (hari)		Normal	Lembur 2 jam	
AN	8	6,67	1,33	Rp63.889.506	Rp63.901.038	Rp11.531
AJ	8	6,67	1,33	Rp34.304.764	Rp34.332.612	Rp27.849
V	8	6,67	1,33	Rp133.712.268	Rp133.749.110	Rp36.842
K	12	12,5	2,5	Rp225.840.067	Rp225.922.342	Rp82.275
I	15	10	2	Rp27.019.051	Rp27.085.108	Rp66.057
AA	12	10	2	Rp47.666.823	Rp47.733.063	Rp66.240
AD	15	12,5	2,5	Rp3.408.766	Rp3.495.185	Rp86.419
J	10	8,33	1,67	Rp31.011.877	Rp31.088.556	Rp76.679
E	12	10	2	Rp281.851.945	Rp282.078.237	Rp226.293
BW	12	10	2	Rp232.721.432	Rp232.964.826	Rp243.394
D	18	15	3	Rp90.483.680	Rp91.291.627	Rp807.947
BC	24	20	4	Rp444.105.925	Rp446.068.919	Rp1.962.995
C	24	20	4	Rp301.950.533	Rp304.098.588	Rp2.148.054
AO	48	40	8	Rp2.403.620.631	Rp2.409.468.562	Rp5.847.931

Tabel 5.16 Selisih biaya antara Biaya Percepatan dengan Biaya Normal pada kondisi penambahan 3 jam lembur

No. Task	Durasi		Crashing	Biaya		Selisih Biaya
	Normal (hari)	Lembur 3 jam (hari)		Normal	Lembur 3 jam	
AN	8	6,67	1,66	Rp63.889.506	Rp63.909.501	Rp19.994
AJ	8	6,67	1,66	Rp34.304.764	Rp133.775.228	Rp62.960
V	8	6,67	3,74	Rp133.712.268	Rp11.172.679	Rp145.005
K	12	12,5	3,12	Rp225.840.067	Rp225.982.473	Rp142.406
I	15	10	1,06	Rp27.019.051	Rp34.353.517	Rp48.754
AA	12	10	2,5	Rp47.666.823	Rp47.782.078	Rp115.255
AD	15	12,5	3,12	Rp3.408.766	Rp3.556.051	Rp147.285
J	10	8,33	2,08	Rp31.011.877	Rp31.144.778	Rp132.901
E	12	10	2,5	Rp281.851.945	Rp282.243.832	Rp391.887
BW	12	10	2,5	Rp232.721.432	Rp233.138.121	Rp416.689
D	18	15	3,74	Rp90.483.680	Rp91.867.323	Rp1.383.644
BC	24	20	4,99	Rp444.105.925	Rp447.445.168	Rp3.339.244

C	24	20	4,99	Rp301.950.533	Rp305.606.853	Rp3.656.320
AO	48	40	9,98	Rp2.403.620.631	Rp2.413.583.150	Rp9.962.519

Selanjutnya untuk perhitungan pengaruh terhadap biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total yang diakibatkan pertambahan jam lembur pada kondisi normal dan dengan penambahan lembur 1 – 3 jam dapat dilihat pada contoh perhitungan dibawah ini

1. Kondisi normal

$$\begin{aligned} \text{Biaya langsung} &= \text{Rp}12.812.859.300,68 \\ \text{Biaya tidak langsung} &= \text{Rp}1.114.161.678,32 \\ \text{Biaya Total} &= \text{Rp}12.812.859.300,68 + \text{Rp}1.114.161.678,32 \\ &= \text{Rp}13.927.020.979,00 \end{aligned}$$

2. Kondisi Lembur 1 jam

$$\begin{aligned} \text{Biaya langsung} &= \text{Biaya Langsung} + \text{Selisih Biaya} \\ &= \text{Rp}12.812.859.300,68 + \text{Rp} 3.660 \\ &= \text{Rp}12.812.862.960,68 \\ \text{Biaya tidak langsung} &= (\text{Rp}1.114.161.678,32 : 148) \times 146 \\ &= \text{Rp}1.099.105.439 \\ \text{Biaya Total} &= \text{Rp}12.812.862.960,68 + \text{Rp}1.099.105.439 \\ &= \text{Rp}13.911.968.400 \end{aligned}$$

3. Kondisi Lembur 2 jam

$$\begin{aligned} \text{Biaya langsung} &= \text{Biaya Langsung} + \text{Selisih Biaya} \\ &= \text{Rp}12.812.859.300,68 + \text{Rp}11.531 \\ &= \text{Rp}12.812.887.150 \\ \text{Biaya tidak langsung} &= (\text{Rp}1.114.161.678,32 : 148) \times 146 \\ &= \text{Rp}1.099.105.439 \\ \text{Biaya Total} &= \text{Rp}12.812.887.150 + \text{Rp}1.099.105.439 \\ &= \text{Rp}13.911.992.589 \end{aligned}$$

4. Kondisi Lembur 3 jam

$$\begin{aligned} \text{Biaya langsung} &= \text{Biaya Langsung} + \text{Selisih Biaya} \\ &= \text{Rp}12.812.859.300,68 + \text{Rp} 19.994 \\ &= \text{Rp}12.812.922.261 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya tidak langsung} &= (\text{Rp}1.114.161.678,32 : 148) \times 146 \\ &= \text{Rp}1.099.105.439 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Total} &= \text{Rp}12.812.922.261 + \text{Rp}1.099.105.439 \\ &= \text{Rp}13.912.027.700 \end{aligned}$$

Untuk selanjutnya, perhitungan biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total akan disajikan dalam Tabel 5.17 s/d Tabel 5.19.

Tabel 5.17 Perhitungan biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total pada penambahan 1 Jam Lembur

Pekerjaan	Durasi	Biaya total	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung
	148	Rp13.927.020.979	Rp12.812.859.301	Rp1.114.161.678
AN	146	Rp13.911.968.400	Rp12.812.862.961	Rp1.099.105.439
AJ	144	Rp13.896.925.257	Rp12.812.876.057	Rp1.084.049.201
V	143	Rp13.889.418.680	Rp12.812.897.599	Rp1.076.521.081
B	142	Rp13.881.930.752	Rp12.812.937.791	Rp1.068.992.962
K	140	Rp13.866.922.679	Rp12.812.985.957	Rp1.053.936.723
I	139	Rp13.859.440.523	Rp12.813.031.920	Rp1.046.408.603
AA	138	Rp13.851.961.294	Rp12.813.080.810	Rp1.038.880.484
AD	138	Rp13.852.013.260	Rp12.813.132.776	Rp1.038.880.484
J	137	Rp13.844.538.340	Rp12.813.185.976	Rp1.031.352.364
E	136	Rp13.837.105.477	Rp12.813.281.232	Rp1.023.824.245
BW	136	Rp13.837.256.444	Rp12.813.432.199	Rp1.023.824.245
D	136	Rp13.837.603.189	Rp12.813.778.944	Rp1.023.824.245
BC	132	Rp13.808.425.206	Rp12.814.713.439	Rp993.711.767
C	130	Rp13.794.764.913	Rp12.816.109.385	Rp978.655.528
AO	129	Rp13.789.942.094	Rp12.818.814.686	Rp971.127.409

Tabel 5.18 Perhitungan biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total pada penambahan 2 Jam Lembur

Pekerjaan	Durasi	Biaya total	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung
	148	Rp13.927.020.979	Rp12.812.859.301	Rp1.114.161.678
AN	146	Rp13.911.992.589	Rp12.812.887.150	Rp1.099.105.439
AJ	144	Rp13.897.001.041	Rp12.812.951.841	Rp1.084.049.201
V	142	Rp13.882.094.710	Rp12.813.101.749	Rp1.068.992.962
K	141	Rp13.874.798.774	Rp12.813.333.932	Rp1.061.464.842
I	139	Rp13.860.040.775	Rp12.813.632.172	Rp1.046.408.603
AA	136	Rp13.837.820.897	Rp12.813.996.652	Rp1.023.824.245
AD	135	Rp13.830.743.676	Rp12.814.447.551	Rp1.016.296.125
J	131	Rp13.801.158.776	Rp12.814.975.129	Rp986.183.648
E	130	Rp13.794.384.528	Rp12.815.729.000	Rp978.655.528
BW	129	Rp13.787.853.673	Rp12.816.726.265	Rp971.127.409
D	128	Rp13.782.130.766	Rp12.818.531.477	Rp963.599.289
BC	126	Rp13.770.842.734	Rp12.822.299.684	Rp948.543.050
C	122	Rp13.746.646.517	Rp12.828.215.945	Rp918.430.573
AO	114	Rp13.698.185.754	Rp12.839.980.137	Rp858.205.617

Tabel 5.19 Perhitungan biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total pada penambahan 3 Jam Lembur

Pekerjaan	Durasi	Biaya total	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung
	148	Rp13.927.020.979	Rp12.812.859.301	Rp1.114.161.678
AN	146	Rp13.912.027.700	Rp12.812.922.261	Rp1.099.105.439
AJ	144	Rp13.897.179.426	Rp12.813.130.226	Rp1.084.049.201
V	142	Rp13.882.442.806	Rp12.813.449.845	Rp1.068.992.962
K	141	Rp13.875.376.712	Rp12.813.911.870	Rp1.061.464.842
I	139	Rp13.860.831.252	Rp12.814.422.649	Rp1.046.408.603
AA	136	Rp13.838.872.928	Rp12.815.048.683	Rp1.023.824.245
AD	135	Rp13.832.118.127	Rp12.815.822.002	Rp1.016.296.125
J	131	Rp13.802.911.869	Rp12.816.728.222	Rp986.183.648
E	130	Rp13.796.681.857	Rp12.818.026.329	Rp978.655.528
BW	128	Rp13.783.340.414	Rp12.819.741.125	Rp963.599.289
D	127	Rp13.778.910.735	Rp12.822.839.565	Rp956.071.170

BC	125	Rp13.770.292.180	Rp12.829.277.249	Rp941.014.931
C	121	Rp13.750.273.706	Rp12.839.371.253	Rp910.902.453
AO	112	Rp13.702.577.154	Rp12.859.427.776	Rp843.149.378

Untuk selanjutnya membuat tabel upah pekerja untuk perhitungan efisiensi biaya dan efisiensi waktu proyek akan disajikan dalam Tabel 5.20 s/d Tabel 5.22.

Tabel 5.20 Biaya lembur yang di keluarkan untuk penambahan 1 jam

No. Task	Durasi	Biaya Percepatan	Biaya Normal
	148		
AN	146	Rp62.125	Rp58.464
AJ	144	Rp148.943	Rp139.508
V	143	Rp198.788	Rp186.881
AA	142	Rp342.341	Rp319.334
K	140	Rp370.864	Rp350.787
J	139	Rp432.985	Rp408.744
I	138	Rp460.583	Rp434.700
B	138	Rp460.820	Rp432.734
AD	137	Rp470.463	Rp441.504
E	136	Rp1.274.568	Rp1.203.552
BW	136	Rp1.330.074	Rp1.250.121
D	136	Rp4.419.954	Rp4.153.161
BC	132	Rp10.576.744	Rp9.909.043
C	130	Rp11.594.081	Rp10.865.836
AO	129	Rp31.648.546	Rp29.671.489

Tabel 5.21 Biaya lembur yang di keluarkan untuk penambahan 2 jam

No. Task	Durasi	Biaya Percepatan	Biaya Normal
	148		
AN	146	Rp69.996	Rp58.464
AJ	144	Rp167.356	Rp139.508
V	142	Rp223.524	Rp186.881
AA	141	Rp385.391	Rp319.334

K	139	Rp417.024	Rp350.787
J	136	Rp485.423	Rp408.744
I	135	Rp516.975	Rp434.700
AD	131	Rp527.923	Rp441.504
E	130	Rp1.429.844	Rp1.203.552
BW	129	Rp1.493.516	Rp1.250.121
D	128	Rp4.961.108	Rp4.153.161
BC	126	Rp11.872.039	Rp9.909.043
C	122	Rp13.013.892	Rp10.865.836
AO	114	Rp35.519.419	Rp29.671.489

Tabel 5.22 Biaya lembur yang di keluarkan untuk penambahan 2 jam

No. Task	Durasi	Biaya Percepatan	Biaya Normal
	148		
AN	146	Rp78.458	Rp58.464
AJ	144	Rp188.261	Rp139.508
V	142	Rp249.642	Rp186.881
AA	141	Rp430.989	Rp319.334
K	139	Rp466.039	Rp350.787
J	136	Rp541.645	Rp408.744
I	135	Rp577.106	Rp434.700
AD	131	Rp588.788	Rp441.504
E	130	Rp1.595.439	Rp1.203.552
BW	128	Rp1.666.811	Rp1.250.121
D	127	Rp5.536.805	Rp4.153.161
BC	125	Rp13.248.287	Rp9.909.043
C	121	Rp14.522.157	Rp10.865.836
AO	112	Rp39.634.007	Rp29.671.489

Kemudian membuat Tabel efisiensi biaya upah pekerja dan efisiensi waktu proyek dengan penambahan jam lembur dengan cara sebagai berikut :

a. Lembur 1 jam

1. Efisiensi waktu proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan Lapis fondasi dan Permukaan Penetrasi
Macadam:

$$E_t = \left(\frac{148-146}{148} \right) \times 100\% = 1,35\%$$

2. Efisiensi biaya proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan Lapis fondasi dan Permukaan Penetrasi
Macadam:

$$E_c = \left(\frac{\text{Rp}62.125 - \text{Rp}58.464}{\text{Rp}62.125} \right) \times 100\% = 5,89 \%$$

b. Lembur 2 jam

1. Efisiensi waktu proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan Lapis fondasi dan Permukaan Penetrasi
Macadam :

$$E_t = \left(\frac{148-146}{148} \right) \times 100\% = 1,35\%$$

2. Efisiensi biaya proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan Lapis fondasi dan Permukaan Penetrasi
Macadam:

$$E_c = \left(\frac{\text{Rp}69.996 - \text{Rp}58.464}{\text{Rp}69.996} \right) \times 100\% = 16,47 \%$$

c. Lembur 3 jam

1. Efisiensi waktu proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan pekerjaan Lapis fondasi dan
Permukaan Penetrasi Macadam :

$$E_t = \left(\frac{148-146}{148} \right) \times 100\% = 1,35\%$$

2. Efisiensi biaya proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan Lapis fondasi dan Permukaan Penetrasi

Macadam :

$$E_c = \left(\frac{Rp78.458 - Rp58.464}{Rp78.458} \right) \times 100\% = 25,48 \%$$

Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya seluruhnya untuk penambahan lembur 1 -3 jam dapat dilihat pada Tabel 5.23, 5.24, dan 5.25.

Tabel 5.23 Efisiensi waktu dan biaya Lembur pada penambahan 1 jam

Durasi	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
148	0	0
146	1,35	5,89
144	2,70	6,33
143	3,38	5,99
142	4,05	6,72
140	5,41	5,41
139	6,08	5,60
138	6,76	5,62
138	6,76	6,09
137	7,43	6,16
136	8,11	5,57
136	8,11	6,01
136	8,11	6,04
132	10,81	6,31
130	12,16	6,28
129	12,84	6,25

Tabel 5.24 Efisiensi waktu dan biaya Lembur pada penambahan 2 jam

Durasi	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
148	0	0
146	1,35	16,48
144	2,70	16,64

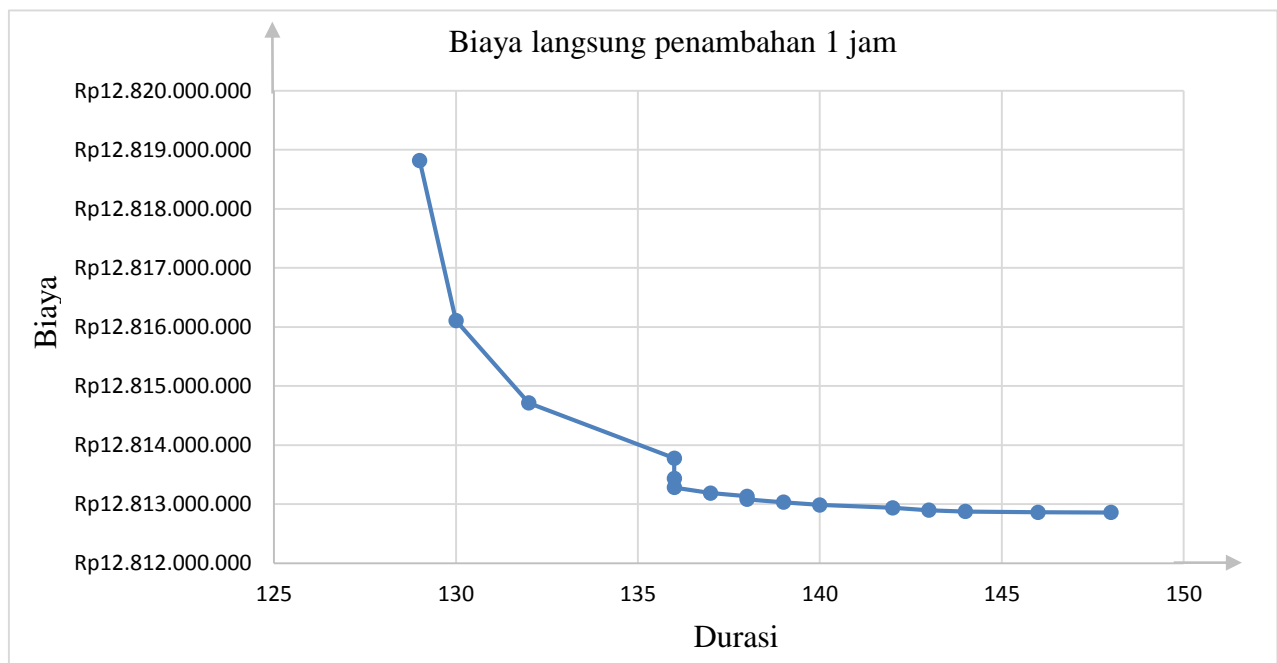
142	4,05	16,39
141	4,73	17,14
139	6,08	15,88
136	8,11	15,80
135	8,78	15,91
131	11,49	16,37
130	12,16	15,83
129	12,84	16,30
128	13,51	16,29
126	14,86	16,53
122	17,57	16,51
114	22,97	16,46

Tabel 5.25 Efisiensi waktu dan biaya Lembur pada penambahan 3 jam

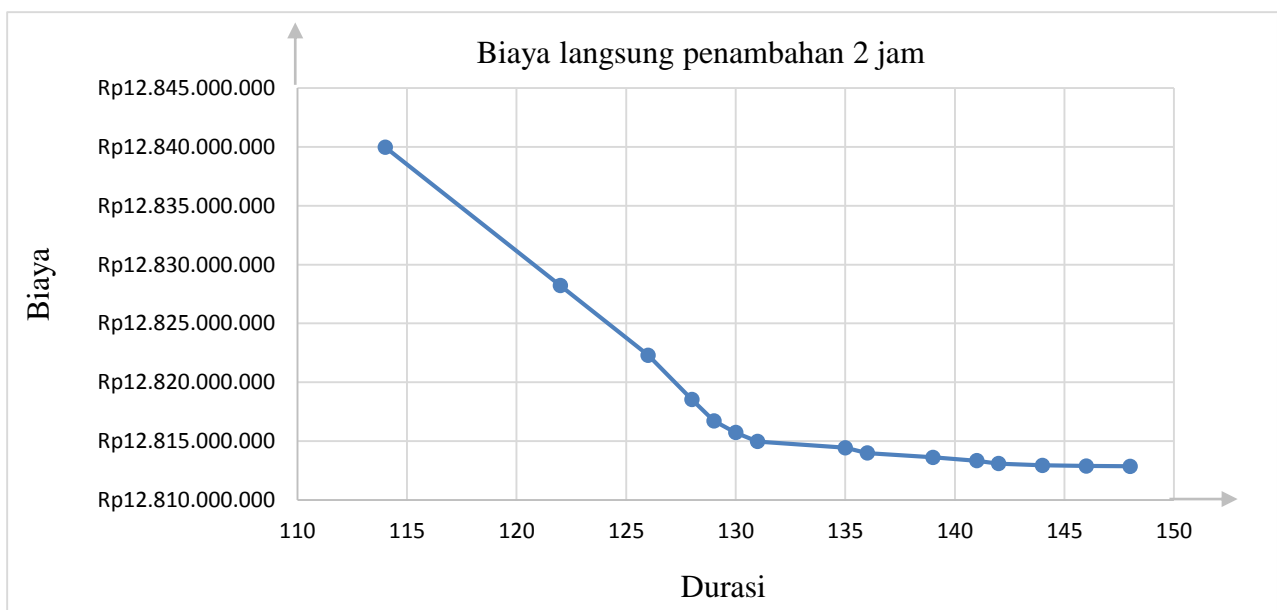
Durasi	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
148	0	0
146	1,35	25,48
144	2,70	25,90
142	4,05	25,14
141	4,73	25,91
139	6,08	24,73
136	8,11	24,54
135	8,78	24,68
131	11,49	25,01
130	12,16	24,56
129	13,51	25,00
128	14,19	24,99
126	15,54	25,21
122	18,24	25,18
114	24,32	25,14

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa biaya dan durasi yang paling besar adalah pada penambahan 3 jam dengan durasi proyek 112 hari dengan pengurangan durasi sebesar 36 hari dengan efisiensi waktu 24,32 % dan efisiensi biaya 25,14 %.

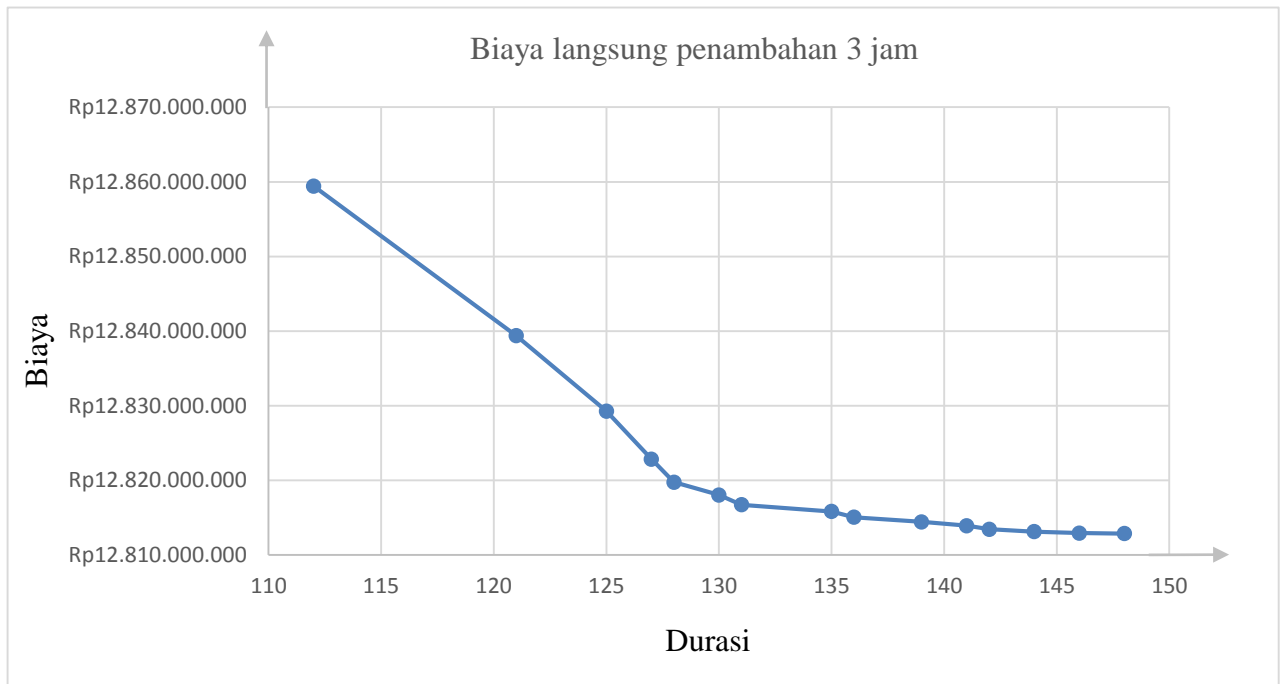
Data hasil analisis pengaruh dari biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total proyek terhadap penambahan jam lembur diatas dapat disajikan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 5.2 - 5.10.



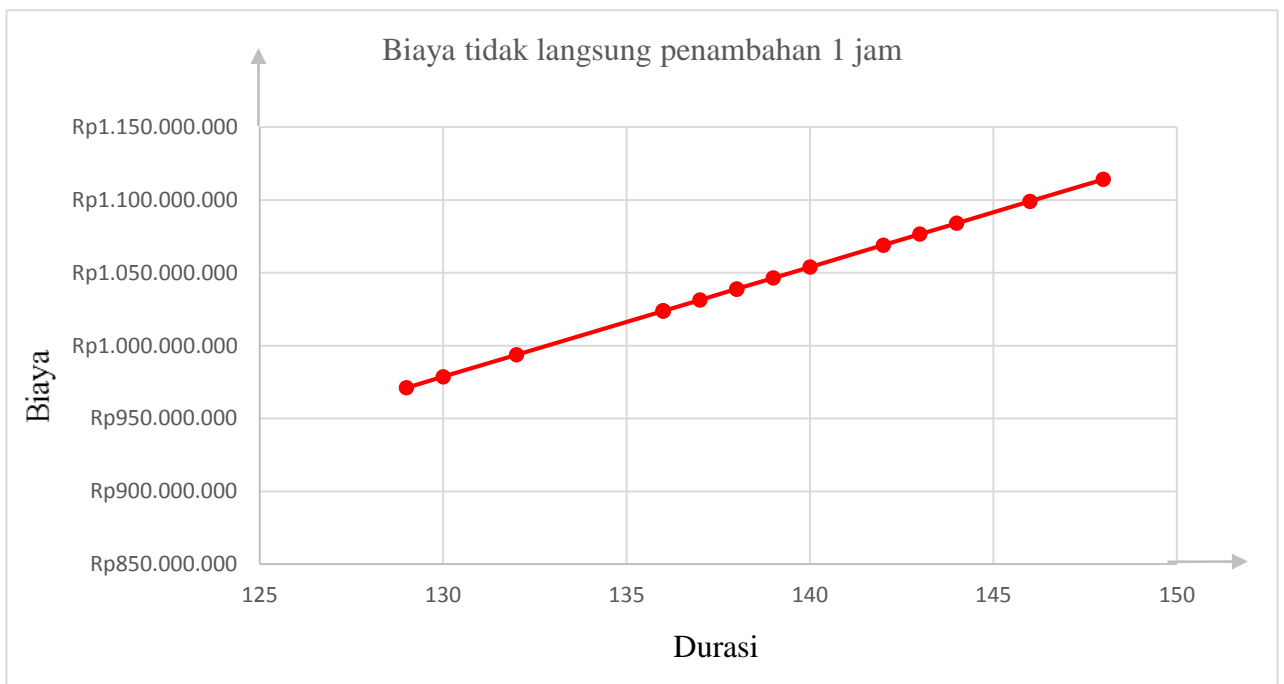
Gambar 5.2 Grafik biaya langsung akibat penambahan jam lembur 1 jam



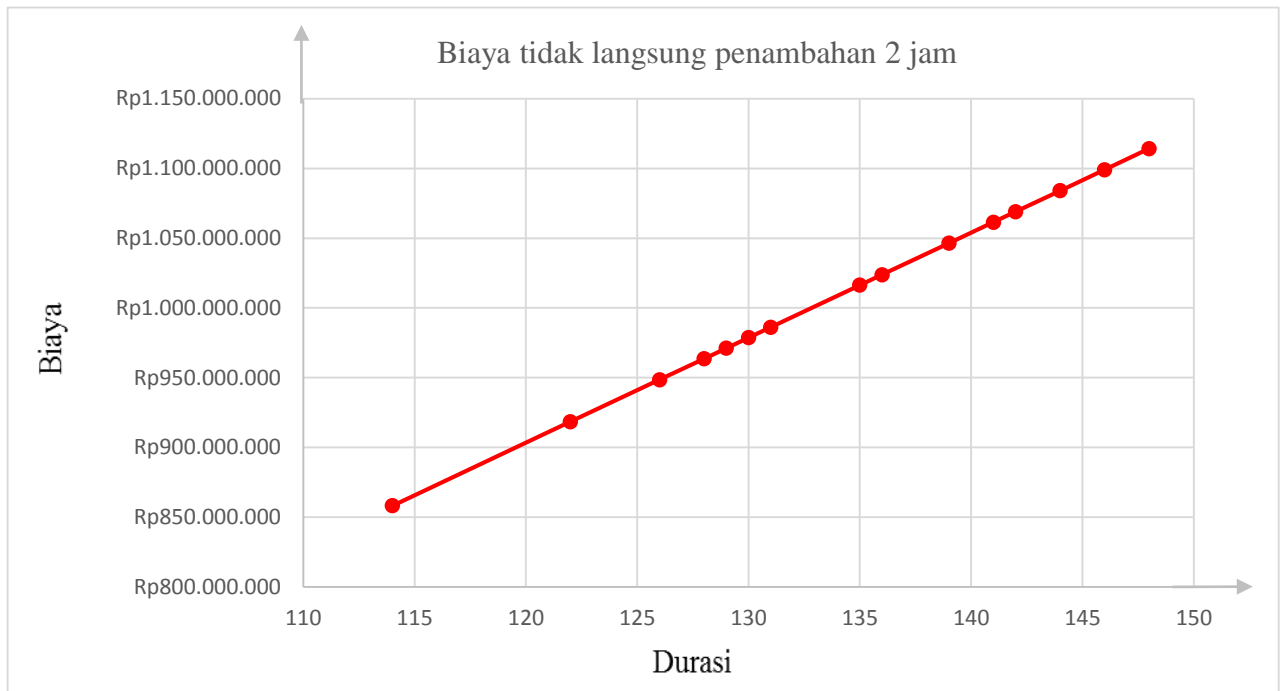
Gambar 5.3 Grafik biaya langsung akibat penambahan jam lembur 2 jam



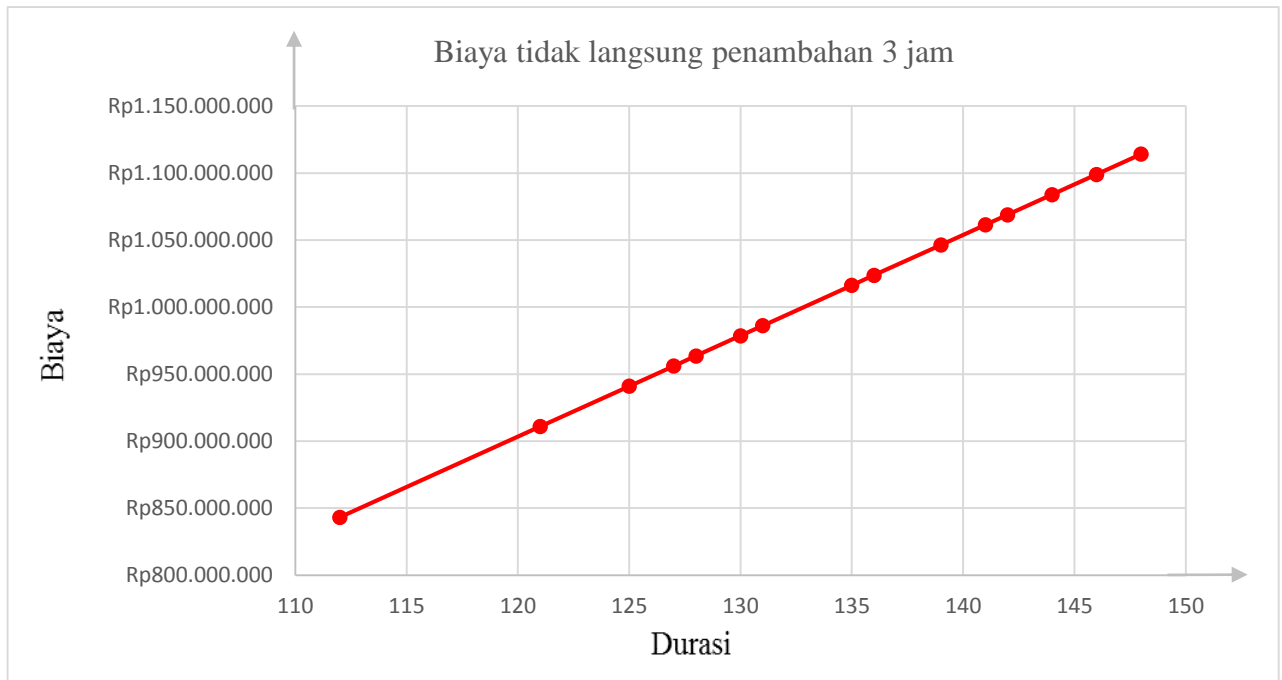
Gambar 5.4 Grafik biaya langsung akibat penambahan jam lembur 3 jam



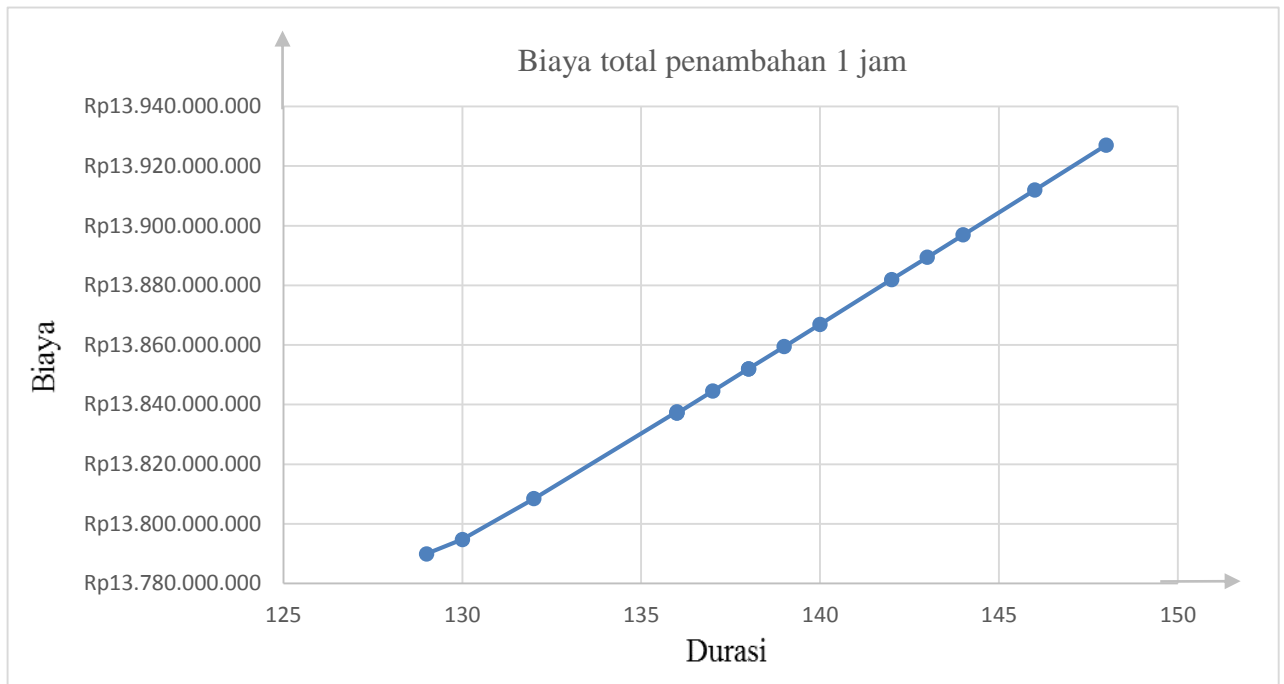
Gambar 5.5 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan 1 jam lembur



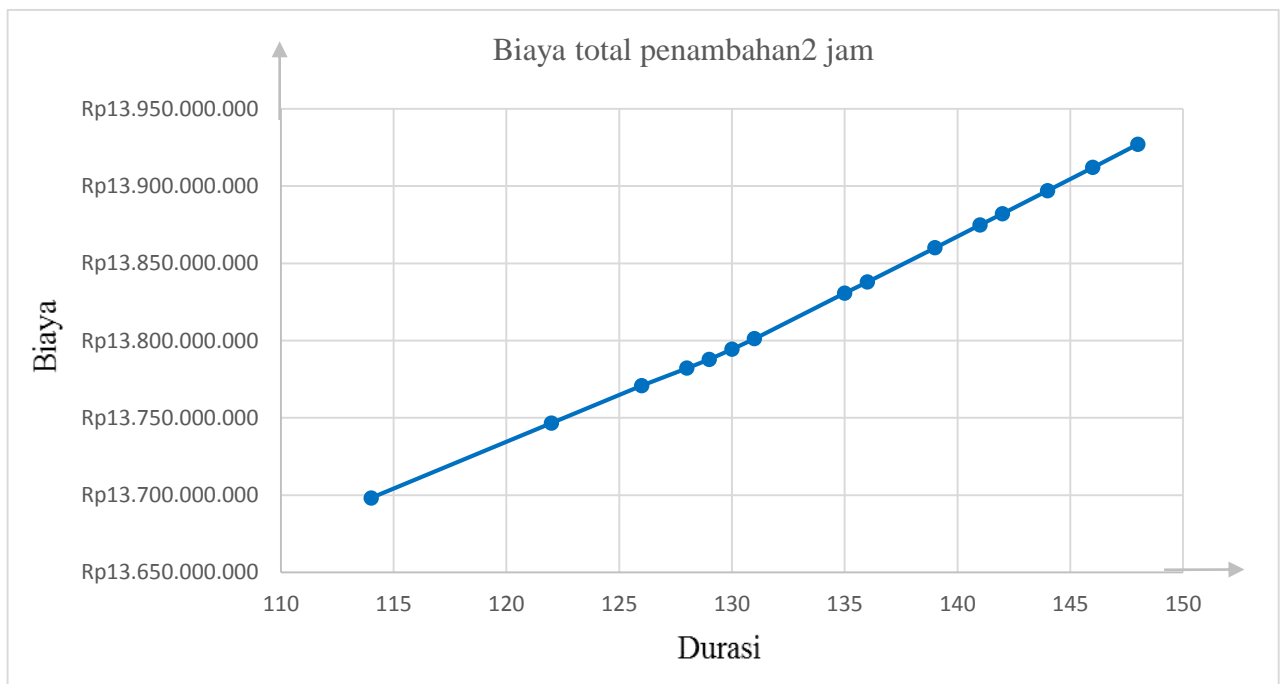
Gambar 5.6 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan 2 jam lembur



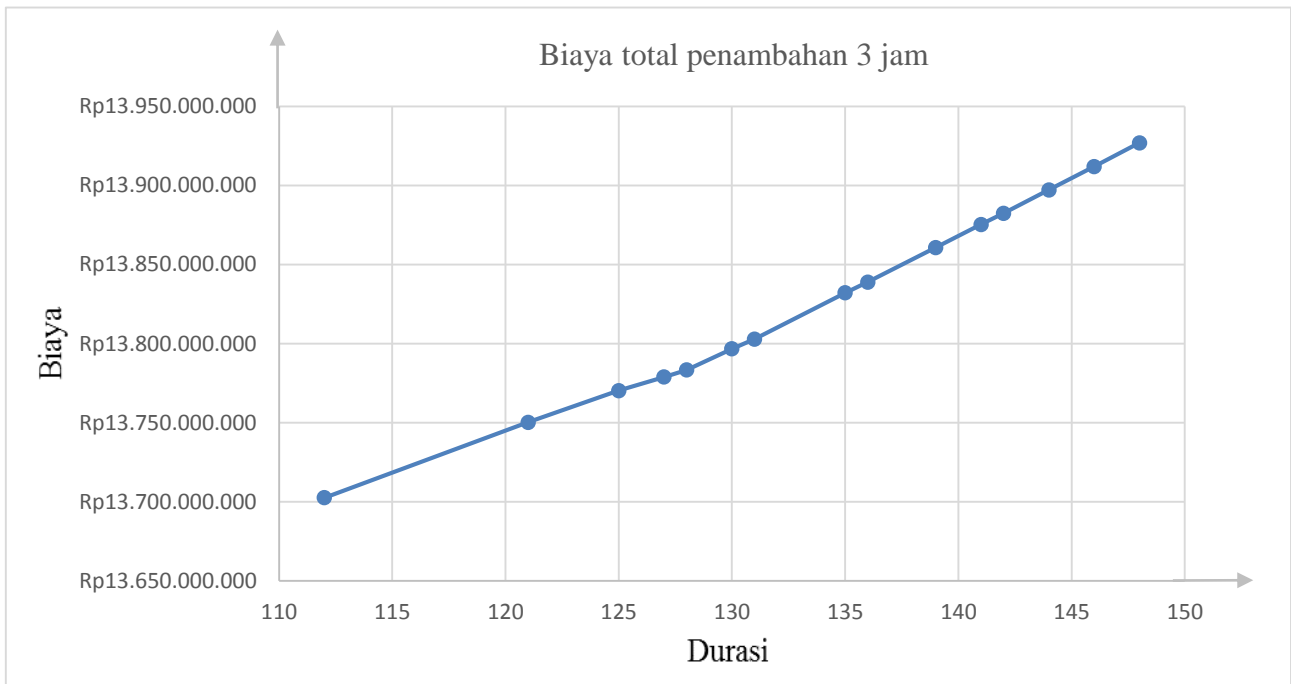
Gambar 5.7 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan 3 jam lembur



Gambar 5.8 Grafik Biaya Total Proyek akibat penambahan 1 jam lembur



Gambar 5.9 Grafik Biaya Total Proyek akibat penambahan 2 jam lembur

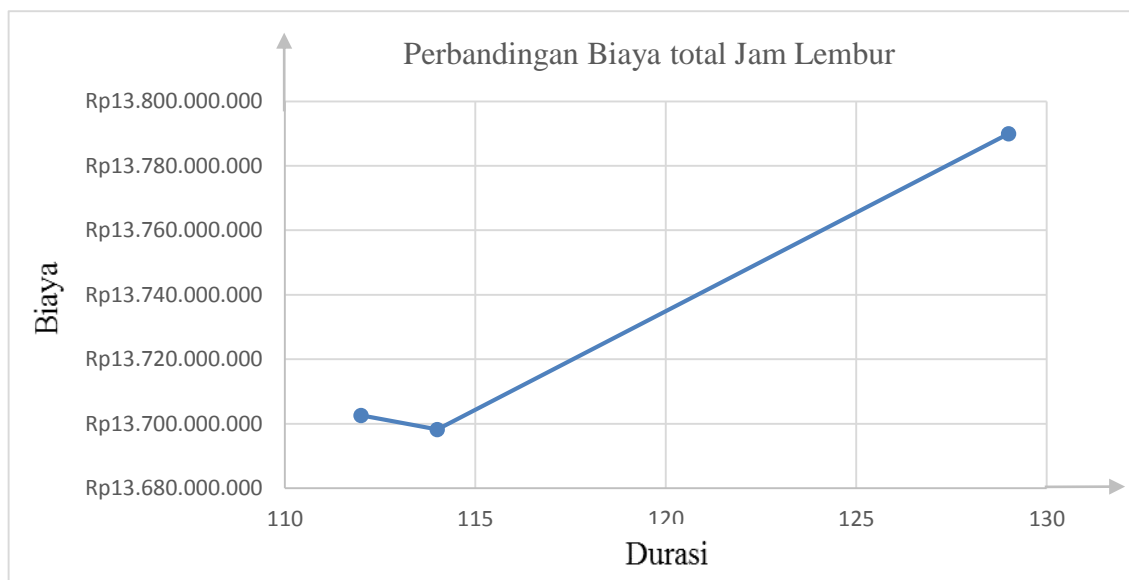


Gambar 5.10 Grafik Biaya Total Proyek akibat penambahan 3 jam lembur

Dari grafik diatas di dapatkan hasil dari penambahan tiap jam lembur yang kemudian dapat dibandingkan antara durasi percepatan dan biaya totalnya yang dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel. 5.26 Tabel perbandingan antara biaya total dengan variasi penambahan jam lembur

Lembur (Jam)	Durasi Percepatan	Biaya Total
1	129	Rp13.789.942.094
2	114	Rp13.698.185.754
3	112	Rp13.702.577.154



Gambar 5.11 Grafik Perbandingan Biaya Total Proyek dan durasi percepatan akibat penambahan jam Lembur

Dari grafik biaya total proyek pada penambahan 1 jam lembur didapatkan biaya total sebesar Rp13.789.942.094 dengan durasi percepatan sebesar 129 hari sedangkan penambahan 2 jam lembur didapatkan biaya total sebesar Rp13.698.185.754 dengan durasi percepatan sebesar 114 hari dan untuk penambahan 3 jam lembur didapatkan biaya total sebesar Rp13.702.577.154 dengan durasi percepatan sebesar 112 hari. Dari ketiga nya penambahan jumlah lembur 3 jam adalah yang paling efektif dari segi durasi percepatan dan penambahan lembur 2 jam maupun efektif dari segi biayanya.

5.4.2. Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan tenaga kerja dilakukan dengan cara menghitung ulang kebutuhan tenaga kerja dari masing – masing kegiatan berdasarkan durasi percepatan atau durasi *crashing* yang akan dilakukan dengan tanpa melakukan penambahan jam kerja per hari, contoh perhitungan penambahan pekerja dan biaya penambahan pekerja pada Pekerjaan Pasangan Batu dengan Mortar dibawah ini :

Perhitungan penambahan tenaga kerja berdasarkan durasi normal :

Volume	= 480 M ³
Durasi normal	= 24 hari
Kapasitas tenaga kerja per 1m ³ adalah	
Pekerja	= 1,2048 Oh @ Rp. 70.560,00
Mandor	= 0,8032 Oh @ Rp. 95.760,00
Tukang	= 0,2008Oh @ Rp. 95.760,00

Dengan :

Oh = Orang hari

Perhitungan jumlah tenaga kerja :

$$\text{Jumlah tenaga kerja} = \frac{(\text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{volume})}{\text{Durasi Normal}}$$

$$\text{Jumlah Pekerja} = \frac{(1,2048 \times 480)}{24}$$

$$= 24,1 \text{ orang}$$

$$\text{Upah pekerja} = 24,1 \times \text{Rp. } 70.560,00$$

$$= \text{Rp. } 1.700.496$$

$$\text{Jumlah Mandor} = \frac{(0,8032 \times 480)}{24}$$

$$= 16,06 \text{ orang}$$

$$\text{Upah Mandor} = 16,06 \times \text{Rp. } 95.760,00$$

$$= \text{Rp. } 1.537.905,6$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Tukang} &= \frac{(0,2008 \times 480)}{24} \\ &= 4,02 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah Tukang} &= 4,02 \times \text{Rp. } 95.760,00 \\ &= \text{Rp. } 384.955,2 \end{aligned}$$

Jadi upah tenaga kerja dengan durasi normal (18 hari) adalah :

$$(\text{Rp. } 1.700.496 + \text{Rp. } 1.537.905,6 + \text{Rp. } 384.955,2) \times 24 \text{ hari} = \text{Rp. } 86.960.563,2$$

Perhitungan Penambahan tenaga kerja untuk Pasangan batu dengan mortar dengan menggunakan durasi percepatan adalah sebagai berikut :

1. Untuk penambahan Tenaga kerja 1

$$\text{Volume} = 480 \text{ M}^3$$

$$\text{Durasi normal} = 24 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi } \textit{Crashing} = 2 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi Percepatan} = 22 \text{ hari}$$

Kapasitas tenaga kerja per 1m^3 adalah

$$\text{Mandor} = 0,0109 \text{ Oh @ Rp. } 95.760,00$$

$$\text{Pekerja} = 0,1088 \text{ Oh @ Rp. } 70.560,00$$

Perhitungan jumlah tenaga kerja dengan durasi percepatan :

$$\text{Jumlah tenaga kerja} = \frac{(\text{Koefesien tenaga kerja} \times \text{volume})}{\text{Durasi Percepatan}}$$

$$\text{Jumlah Pekerja} = \frac{(1,2048 \times 480)}{22}$$

$$= 26,29 \text{ orang}$$

$$\text{Upah pekerja} = 26,29 \times \text{Rp. } 70.560,00$$

$$= \text{Rp. } 1.855.022,4$$

$$\text{Jumlah Mandor} = \frac{(0,8032 \times 480)}{22}$$

$$\begin{aligned}
 &= 17,53 \text{ orang} \\
 \text{Upah Mandor} &= 17,53 \times \text{Rp. } 95.760,00 \\
 &= \text{Rp. } 1.678.672,8 \\
 \text{Jumlah Tukang} &= \frac{(0,2008 \times 480)}{24} \\
 &= 4,39 \text{ orang} \\
 \text{Upah Tukang} &= 4,39 \times \text{Rp. } 95.760,00 \\
 &= \text{Rp. } 420.386,4
 \end{aligned}$$

Jadi upah tenaga kerja dengan durasi percepatan (22 hari) adalah :

$$(\text{Rp. } 1.855.022,4 + \text{Rp. } 1.678.672,8 + \text{Rp. } 420.386,4) \times 22 \text{ hari} = \text{Rp}8.698.9795,2$$

Selisih Biaya = Biaya Percepatan – Biaya Normal

$$= \text{Rp } 86.989.795,2 - \text{Rp. } 86.960.563,2$$

$$= \text{Rp. } 29.232$$

2. Untuk penambahan Tenaga kerja 2

$$\text{Volume} = 480 \text{ M}^3$$

$$\text{Durasi normal} = 24 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi } \textit{Crashing} = 4 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi Percepatan} = 20 \text{ hari}$$

Kapasitas tenaga kerja per 1m^3 adalah

$$\text{Mandor} = 0,0109 \text{ Oh @ Rp. } 95.760,00$$

$$\text{Pekerja} = 0,1088 \text{ Oh @ Rp. } 70.560,00$$

Perhitungan jumlah tenaga kerja dengan durasi percepatan :

$$\text{Jumlah tenaga kerja} = \frac{(\text{Koefesien tenaga kerja} \times \text{volume})}{\text{Durasi Percepatan}}$$

$$\text{Jumlah Pekerja} = \frac{(1,2048 \times 480)}{20}$$

$$= 28,92 \text{ orang}$$

$$\text{Upah pekerja} = 28,92 \times \text{Rp. } 70.560,00$$

$$= \text{Rp. } 2.040.595,2$$

$$\text{Jumlah Mandor} = \frac{(0,8032 \times 480)}{20}$$

$$= 19,28 \text{ orang}$$

$$\text{Upah Mandor} = 19,28 \times \text{Rp. } 95.760,00$$

$$= \text{Rp. } 1.846.252,8$$

$$\text{Jumlah Tukang} = \frac{(0,2008 \times 480)}{20}$$

$$= 4,82 \text{ orang}$$

$$\text{Upah Tukang} = 4,82 \times \text{Rp. } 95.760,00$$

$$= \text{Rp. } 461.563,2$$

Jadi upah tenaga kerja dengan durasi percepatan (20 hari) adalah :

$$(\text{Rp. } 2.040.595,2 + \text{Rp. } 1.846.252,8 + \text{Rp. } 461.563,2) \times 20 \text{ hari} = \text{Rp } 86.968.224$$

$$\text{Selisih Biaya} = \text{Biaya Percepatan} - \text{Biaya Normal}$$

$$= \text{Rp } 86.968.224 - \text{Rp. } 86.960.563,2$$

$$= \text{Rp. } 7660,8$$

3. Untuk penambahan Tenaga kerja 3

$$\text{Volume} = 480 \text{ M}^3$$

$$\text{Durasi normal} = 24 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi } \textit{Crashing} = 4 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi Percepatan} = 20 \text{ hari}$$

Kapasitas tenaga kerja per 1m^3 adalah

$$\text{Mandor} = 0,0109 \text{ Oh @ Rp. } 95.760,00$$

$$\text{Pekerja} = 0,1088 \text{ Oh @ Rp. } 70.560,00$$

Perhitungan jumlah tenaga kerja dengan durasi percepatan :

$$\text{Jumlah tenaga kerja} = \frac{(\text{Koefesien tenaga kerja} \times \text{volume})}{\text{Durasi Percepatan}}$$

$$\text{Jumlah Pekerja} = \frac{(1,2048 \times 480)}{20}$$

$$= 28,92 \text{ orang}$$

$$\text{Upah pekerja} = 28,92 \times \text{Rp. } 70.560,00$$

$$= \text{Rp. } 2.040.595,2$$

$$\text{Jumlah Mandor} = \frac{(0,8032 \times 480)}{20}$$

$$= 19,28 \text{ orang}$$

$$\text{Upah Mandor} = 19,28 \times \text{Rp. } 95.760,00$$

$$= \text{Rp. } 1.846.252,8$$

$$\text{Jumlah Tukang} = \frac{(0,2008 \times 480)}{20}$$

$$= 4,82 \text{ orang}$$

$$\text{Upah Tukang} = 4,82 \times \text{Rp. } 95.760,00$$

$$= \text{Rp. } 461.563,2$$

Jadi upah tenaga kerja dengan durasi percepatan (20 hari) adalah :

$$(\text{Rp. } 2.040.595,2 + \text{Rp. } 1.846.252,8 + \text{Rp. } 461.563,2) \times 20 \text{ hari} = \text{Rp. } 86.968.224$$

$$\text{Selisih Biaya} = \text{Biaya Percepatan} - \text{Biaya Normal}$$

$$= \text{Rp. } 86.968.224 - \text{Rp. } 86.960.563,2$$

$$= \text{Rp. } 7660,8$$

Untuk selanjutnya, perhitungan selisih biaya pekerjaan disajikan dalam Tabel 5.27, 5.28, dan 5.29 sebagai berikut :

Tabel 5.27 Selisih biaya antara Biaya Percepatan dengan Biaya Normal pada kondisi penambahan Tenaga kerja 1

Kode Pekerjaan	Durasi Normal (Hari)	Biaya	Crashing	Durasi Percepatan (Hari)	Biaya	Selisih Biaya
K	12	Rp2.818.368	1	11	Rp2.816.906	-1462
AJ	8	Rp1.131.379	0	8	Rp1.131.379	0
E	12	Rp9.559.469	1	11	Rp9.562.291	2822
AA	12	Rp2.623.018	1	11	Rp2.627.302	4284
AD	15	Rp3.532.032	1	14	Rp3.537.173	5141
V	8	Rp1.497.082	0	8	Rp1.504.742	7661
BW	12	Rp9.997.949	1	11	Rp10.005.811	7862
D	18	Rp33.172.675	1	17	Rp33.182.150	9475
J	10	Rp3.227.112	1	9	Rp3.238.250	11138
B	18	Rp3.449.174	2	16	Rp3.461.875	12701
AN	8	Rp471.341	0	8	Rp484.646	13306
I	15	Rp3.445.848	2	13	Rp3.473.669	27821
C	24	Rp86.960.563	2	22	Rp86.989.795	29232
BC	24	Rp79.324.358	2	22	Rp79.374.557	50198
AO	48	Rp237.243.686	4	44	Rp237.329.770	86083

Tabel 5.28 Selisih biaya antara Biaya Percepatan dengan Biaya Normal pada kondisi penambahan Tenaga kerja 2

Kode Pekerjaan	Durasi normal (HARI)	Biaya Normal	Durasi Crashing	Durasi percepatan (HARI)	Biaya Crashing	Selisih Biaya
E	12	Rp9.559.469	2	10	Rp9.551.808	-7661
AD	15	Rp3.532.032	2	13	Rp3.526.286	-5746
K	12	Rp2.818.368	2	10	Rp2.817.864	-504
AJ	8	Rp1.131.379	1	7	Rp1.133.546	2167
AA	12	Rp2.623.018	2	10	Rp2.626.344	3326
D	18	Rp33.172.675	3	15	Rp33.176.304	3629
V	8	Rp1.497.082	1	7	Rp1.504.692	7610
C	24	Rp86.960.563	4	20	Rp86.968.224	7661

BW	12	Rp9.997.949	1	11	Rp10.005.811	7862
J	10	Rp3.227.112	1	9	Rp3.238.250	11138
AN	8	Rp471.341	1	7	Rp485.100	13759
I	15	Rp3.445.848	2	13	Rp3.470.594	24746
BC	24	Rp79.324.358	4	20	Rp79.373.952	49594
AO	48	Rp237.243.686	8	40	Rp237.295.296	51610

Tabel 5.29 Selisih biaya antara Biaya Percepatan dengan Biaya Normal pada kondisi penambahan 3 jam lembur

Kode Pekerjaan	Durasi normal (HARI)	Biaya Normal	Durasi Crashing	Durasi percepatan (HARI)	Biaya Crashing	Selisih Biaya
E	12	Rp9.559.469	2	10	Rp9.551.808	-7661
AD	15	Rp3.532.032	2	13	Rp3.526.286	-5746
K	12	Rp2.818.368	2	10	Rp2.817.864	-504
AJ	8	Rp1.131.379	1	7	Rp1.133.546	2167
AA	12	Rp2.623.018	2	10	Rp2.626.344	3326
D	18	Rp33.172.675	3	15	Rp33.176.304	3629
V	8	Rp1.497.082	1	7	Rp1.504.692	7610
C	24	Rp86.960.563	4	20	Rp86.968.224	7661
BW	12	Rp9.997.949	1	11	Rp10.006.416	8467
J	10	Rp3.227.112	2	8	Rp3.235.680	8568
AN	8	Rp471.341	1	7	Rp485.100	13759
I	15	Rp3.445.848	2	13	Rp3.470.594	24746
BC	24	Rp79.324.358	4	20	Rp79.373.952	49594
AO	48	Rp237.243.686	9	39	Rp237.322.613	78926

Berdasarkan perhitungan Tabel 5.27, 5.28, dan 5.29, diperoleh selisih biaya dari masing – masing kegiatan yang telah dianalisis dengan penambahan tenaga kerja sesuai kebutuhan percepatan yang dilakukan. Untuk perhitungan dari pengaruh biaya langsung dan biaya tidak langsung dilakukan dengan cara :

1. Kondisi normal

Biaya langsung = Rp12.812.859.300,68

Biaya tidak langsung = Rp1.114.161.678,32

$$\begin{aligned} \text{Biaya Total} &= \text{Rp}12.812.859.300,68 + \text{Rp}1.114.161.678,32 \\ &= \text{Rp}13.927.020.979,00 \end{aligned}$$

2. Kondisi Tenaga kerja 1

$$\begin{aligned} \text{Biaya langsung} &= \text{Biaya Langsung} + \text{Selisih Biaya} \\ &= \text{Rp}12.812.859.300,68 + \text{Rp} -1.462 \\ &= \text{Rp}12.812.851.640 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya tidak langsung} &= (\text{Rp}1.114.161.678,32 : 148) \times 146 \\ &= \text{Rp}1.099.105.439 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Total} &= \text{Rp}12.812.851.640 + \text{Rp}1.099.105.439 \\ &= \text{Rp}13.911.957.079 \end{aligned}$$

3. Kondisi Tenaga kerja 2

$$\begin{aligned} \text{Biaya langsung} &= \text{Biaya Langsung} + \text{Selisih Biaya} \\ &= \text{Rp}12.812.859.300,68 + \text{Rp} -7.661 \\ &= \text{Rp}12.812.851.640 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya tidak langsung} &= (\text{Rp}1.114.161.678,32 : 148) \times 146 \\ &= \text{Rp}1.099.105.439 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Total} &= \text{Rp}12.812.851.640 + \text{Rp}1.099.105.439 \\ &= \text{Rp}13.911.957.079 \end{aligned}$$

4. Kondisi Tenaga kerja 2

$$\begin{aligned} \text{Biaya langsung} &= \text{Biaya Langsung} + \text{Selisih Biaya} \\ &= \text{Rp}12.812.859.300,68 + \text{Rp} -7.661 \\ &= \text{Rp}12.812.851.640 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya tidak langsung} &= (\text{Rp}1.114.161.678,32 : 148) \times 146 \\ &= \text{Rp}1.099.105.439 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Total} &= \text{Rp}12.812.851.640 + \text{Rp}1.099.105.439 \\ &= \text{Rp}13.911.957.079 \end{aligned}$$

Selanjutnya untuk pengaruh Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Biaya Total dapat dilihat pada Tabel 5.30, 5.31, 5.32.

Tabel 5.30 Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Biaya Total Akibat Penambahan Tenaga Kerja 1

Pekerjaan	Durasi	Biaya total	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung
	148	Rp13.927.020.979	Rp12.812.859.301	Rp1.114.161.678
E	146	Rp13.911.977.441	Rp12.812.872.002	Rp1.099.105.439
AD	144	Rp13.896.963.135	Rp12.812.913.935	Rp1.084.049.201
C	143	Rp13.889.486.424	Rp12.812.965.343	Rp1.076.521.081
K	142	Rp13.882.012.534	Rp12.813.019.573	Rp1.068.992.962
AJ	140	Rp13.867.038.346	Rp12.813.101.624	Rp1.053.936.723
AA	139	Rp13.859.603.417	Rp12.813.194.814	Rp1.046.408.603
V	138	Rp13.852.167.026	Rp12.813.286.542	Rp1.038.880.484
BW	138	Rp13.852.266.415	Rp12.813.385.931	Rp1.038.880.484
J	137	Rp13.844.841.968	Rp12.813.489.604	Rp1.031.352.364
B	136	Rp13.837.422.663	Rp12.813.598.418	Rp1.023.824.245
AN	136	Rp13.837.531.477	Rp12.813.707.232	Rp1.023.824.245
D	136	Rp13.837.653.596	Rp12.813.829.351	Rp1.023.824.245
I	132	Rp13.807.749.320	Rp12.814.037.553	Rp993.711.767
BC	130	Rp13.792.951.482	Rp12.814.295.954	Rp978.655.528
AO	129	Rp13.785.689.625	Rp12.814.562.217	Rp971.127.409

Tabel 5.31 Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Biaya Total Akibat Penambahan Tenaga Kerja 2

Pekerjaan	Durasi	Biaya total	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung
	148	Rp13.927.020.979	Rp12.812.859.301	Rp1.114.161.678
E	146	Rp13.911.972.401	Rp12.812.866.962	Rp1.099.105.439
AD	144	Rp13.896.927.452	Rp12.812.878.252	Rp1.084.049.201
K	142	Rp13.881.874.842	Rp12.812.881.881	Rp1.068.992.962
AJ	141	Rp13.874.375.098	Rp12.812.910.256	Rp1.061.464.842
AA	139	Rp13.859.358.372	Rp12.812.949.769	Rp1.046.408.603
D	136	Rp13.836.813.023	Rp12.812.988.778	Rp1.023.824.245
V	135	Rp13.829.331.522	Rp12.813.035.397	Rp1.016.296.125
C	131	Rp13.799.268.989	Rp12.813.085.342	Rp986.183.648
BW	130	Rp13.791.785.069	Rp12.813.129.541	Rp978.655.528
J	129	Rp13.784.303.315	Rp12.813.175.907	Rp971.127.409

AN	128	Rp13.776.835.321	Rp12.813.236.032	Rp963.599.289
I	126	Rp13.761.890.817	Rp12.813.347.767	Rp948.543.050
BC	122	Rp13.731.939.668	Rp12.813.509.096	Rp918.430.573
AO	114	Rp13.671.883.904	Rp12.813.678.287	Rp858.205.617

Tabel 5.32 Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Biaya Total Akibat Penambahan Tenaga Kerja 3

Pekerjaan	Durasi	Biaya total	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung
	148	Rp13.927.020.979	Rp12.812.859.301	Rp1.114.161.678
E	146	Rp13.911.972.401	Rp12.812.866.961	Rp1.099.105.439
AD	144	Rp13.896.927.452	Rp12.812.878.251	Rp1.084.049.201
K	142	Rp13.881.874.842	Rp12.812.881.880	Rp1.068.992.962
AJ	141	Rp13.874.375.097	Rp12.812.910.255	Rp1.061.464.842
AA	139	Rp13.859.355.802	Rp12.812.947.198	Rp1.046.408.603
D	136	Rp13.836.807.882	Rp12.812.983.637	Rp1.023.824.245
V	135	Rp13.829.323.813	Rp12.813.027.687	Rp1.016.296.125
C	131	Rp13.799.258.711	Rp12.813.075.063	Rp986.183.648
BW	130	Rp13.791.772.222	Rp12.813.116.693	Rp978.655.528
J	128	Rp13.776.759.780	Rp12.813.160.491	Rp963.599.289
AN	127	Rp13.769.289.218	Rp12.813.218.048	Rp956.071.170
I	125	Rp13.754.369.462	Rp12.813.354.531	Rp941.014.931
BC	121	Rp13.724.443.061	Rp12.813.540.608	Rp910.902.453
AO	112	Rp13.656.884.530	Rp12.813.735.152	Rp843.149.378

Berdasarkan dari tabel 5.30 - 5.32 diperoleh biaya total proyek dan durasi *crashing* yang dipercepat pada penambahan tenaga kerja 1 menjadi 129 hari dengan biaya total sebesar Rp13.785.689.625 sedangkan untuk penambahan tenaga kerja 2 diperoleh biaya total proyek sebesar Rp13.671.883.904 dan durasi *crashing* yang dipercepat menjadi 114 hari dan untuk penambahan tenaga kerja 3 diperoleh biaya total proyek sebesar Rp13.656.884.530 dan durasi *crashing* yang dipercepat menjadi 112 hari. Pada setiap penambahan tenaga kerja biaya total proyek menjadi berkurang ini karena saat penambahan di *Microsoft Project* sesuai *resource* ada pekerjaan yang tidak menjadi kritis karena pada pekerjaan awal pelaksanaan yang di percepat dengan *Crashing* pekerjaannya menjadi lebih cepat karena tidak mempengaruhi durasi *crashing* pada pekerjaan item pokok yang lain

Untuk selanjutnya membuat tabel upah pekerja untuk perhitungan efisiensi biaya dan efisiensi waktu proyek akan disajikan dalam Tabel 5.33 s/d Tabel 5.35.

Tabel 5.33 Biaya tenaga kerja yang di keluarkan untuk penambahan tenaga kerja 1

No. Task	Durasi	Biaya Percepatan	Biaya Normal
	148		
E	146	Rp2.816.906	Rp2.818.368
AD	144	Rp1.131.379	Rp1.131.379
C	143	Rp9.562.291	Rp9.559.469
K	142	Rp2.627.302	Rp2.623.018
AJ	140	Rp3.537.173	Rp3.532.032
AA	139	Rp1.504.742	Rp1.497.082
V	138	Rp10.005.811	Rp9.997.949
BW	138	Rp33.182.150	Rp33.172.675
J	137	Rp3.238.250	Rp3.227.112
B	136	Rp3.461.875	Rp3.449.174
AN	136	Rp484.646	Rp471.341
D	136	Rp3.473.669	Rp3.445.848
I	132	Rp86.989.795	Rp86.960.563
BC	130	Rp79.374.557	Rp79.324.358
AO	129	Rp237.329.770	Rp237.243.686

Tabel 5.34 Biaya tenaga kerja yang di keluarkan untuk penambahan tenaga kerja 2

No. Task	Durasi	Biaya Percepatan	Biaya Normal
	148		
E	146	Rp9.551.808	Rp9.559.469
AD	144	Rp3.526.286	Rp3.532.032
K	142	Rp2.817.864	Rp2.818.368
AJ	141	Rp1.133.546	Rp1.131.379
AA	139	Rp2.626.344	Rp2.623.018
D	136	Rp33.176.304	Rp33.172.675
V	135	Rp1.504.692	Rp1.497.082
C	131	Rp86.968.224	Rp86.960.563
BW	130	Rp10.005.811	Rp9.997.949
J	129	Rp3.238.250	Rp3.227.112
AN	128	Rp485.100	Rp471.341
I	126	Rp3.470.594	Rp3.445.848

BC	122	Rp79.373.952	Rp79.324.358
AO	114	Rp237.295.296	Rp237.243.686

Tabel 5.35 Biaya tenaga kerja yang di keluarkan untuk penambahan tenaga kerja 3

No. Task	Durasi	Biaya Percepatan	Biaya Normal
	148		
E	146	Rp9.551.808	Rp9.559.469
AD	144	Rp3.526.286	Rp3.532.032
K	142	Rp2.817.864	Rp2.818.368
AJ	141	Rp1.133.546	Rp1.131.379
AA	139	Rp2.626.344	Rp2.623.018
D	136	Rp33.176.304	Rp33.172.675
V	135	Rp1.504.692	Rp1.497.082
C	131	Rp86.968.224	Rp86.960.563
BW	130	Rp10.006.416	Rp9.997.949
J	128	Rp3.235.680	Rp3.227.112
AN	127	Rp485.100	Rp471.341
I	125	Rp3.470.594	Rp3.445.848
BC	121	Rp79.373.952	Rp79.324.358
AO	112	Rp237.322.613	Rp237.243.686

Kemudian membuat Tabel efisiensi biaya upah pekerja dan efisiensi waktu proyek dengan penambahan jam lembur dengan cara sebagai berikut :

a. Tenaga kerja 1

1. Efisiensi waktu proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan Pasangan Batu dengan mortar :

$$E_t = \left(\frac{148-146}{148} \right) \times 100\% = 1,35\%$$

2. Efisiensi biaya proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan Pasangan Batu dengan mortar:

$$E_c = \left(\frac{Rp2.816.906 - Rp2.818.368}{Rp2.816.906} \right) \times 100\% = - 0,05\%$$

b. Tenaga kerja 2

1. Efisiensi waktu proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan Pasangan Batu dengan mortar :

$$E_t = \left(\frac{148-146}{148} \right) \times 100\% = 1,35\%$$

2. Efisiensi biaya proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan Pasangan Batu dengan mortar:

$$E_c = \left(\frac{\text{Rp}9.551.808 - \text{Rp}9.559.469}{\text{Rp}9.551.808} \right) \times 100\% = -0,08 \%$$

c. Tenaga kerja 3

1. Efisiensi waktu proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan Pasangan Batu dengan mortar :

$$E_t = \left(\frac{148-146}{148} \right) \times 100\% = 1,35\%$$

2. Efisiensi biaya proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan Pasangan Batu dengan mortar:

$$E_c = \left(\frac{\text{Rp}9.551.808 - \text{Rp}9.559.469}{\text{Rp}9.551.808} \right) \times 100\% = -0,08 \%$$

Hasil perhitungan efisiensi biaya dan waktu pada setiap durasi *crashing* yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 5.36, 5.37, dan 5.38 sebagai berikut :

Tabel 5.36 Efisiensi Biaya dan Waktu akibat penambahan Tenaga Kerja 1

Durasi	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
148	0	0
146	1,35	-0,05
144	2,70	0,00
143	3,38	0,03
142	4,05	0,16
140	5,41	0,15
139	6,08	0,51
138	6,76	0,08
138	6,76	0,03
137	7,43	0,34
136	8,11	0,37
136	8,11	2,75
136	8,11	0,80
132	10,81	0,03
130	12,16	0,06
129	12,84	0,04

Tabel 5.37 Efisiensi Biaya dan Waktu akibat penambahan Tenaga Kerja 2

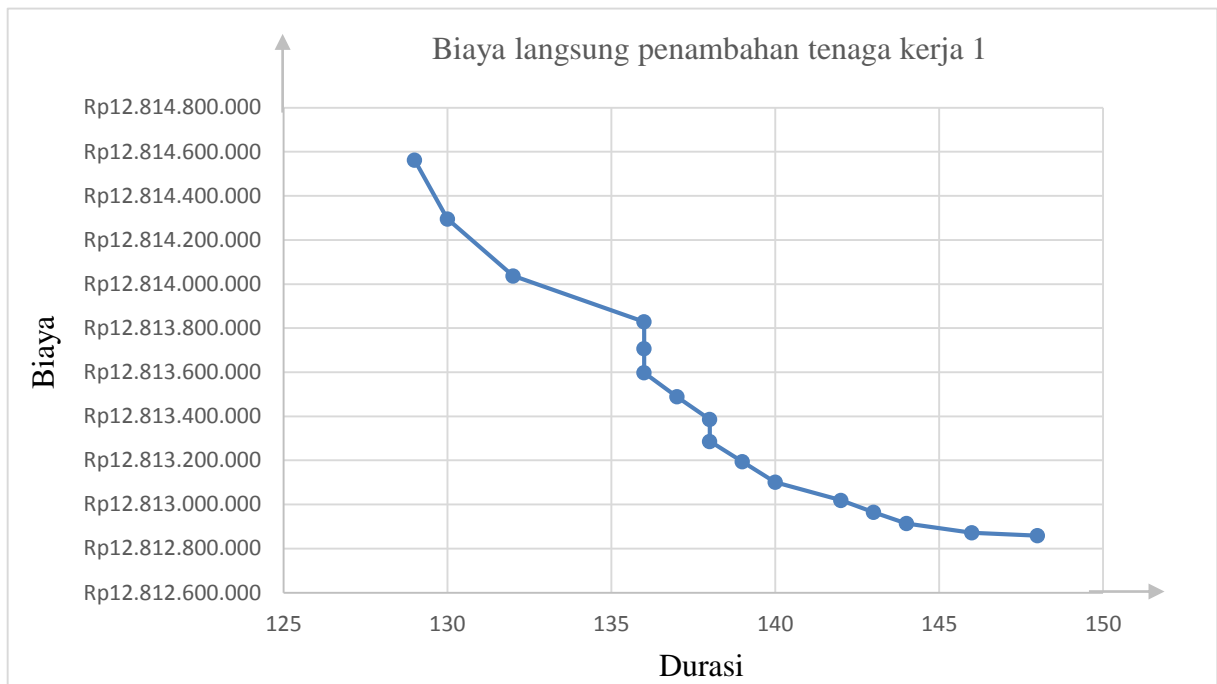
Durasi	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
148	0	0
146	1,35	-0,08
144	2,70	-0,16
142	4,05	-0,02
141	4,73	0,19
139	6,08	0,13
136	8,11	0,01
135	8,78	0,51
131	11,49	0,01
130	12,16	0,08
129	12,84	0,34

128	13,51	2,84
126	14,86	0,71
122	17,57	0,06
114	22,97	0,02

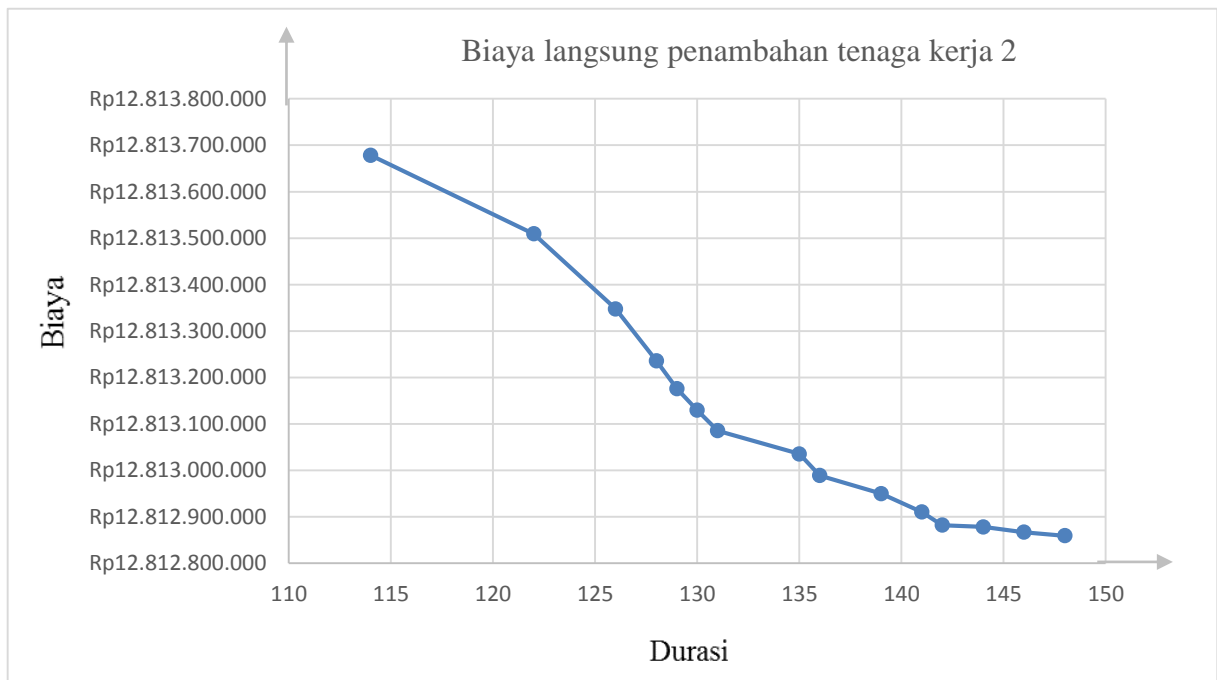
Tabel 5.38 Efisiensi Biaya dan Waktu akibat penambahan Tenaga Kerja 3

Durasi	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
148	0	0
146	1,35	-0,08
144	2,70	-0,16
142	4,05	-0,02
141	4,73	0,19
139	6,08	0,13
136	8,11	0,01
135	8,78	0,51
131	11,49	0,01
130	12,16	0,08
128	13,51	0,26
127	14,19	2,84
125	15,54	0,71
121	18,24	0,06
112	24,32	0,03

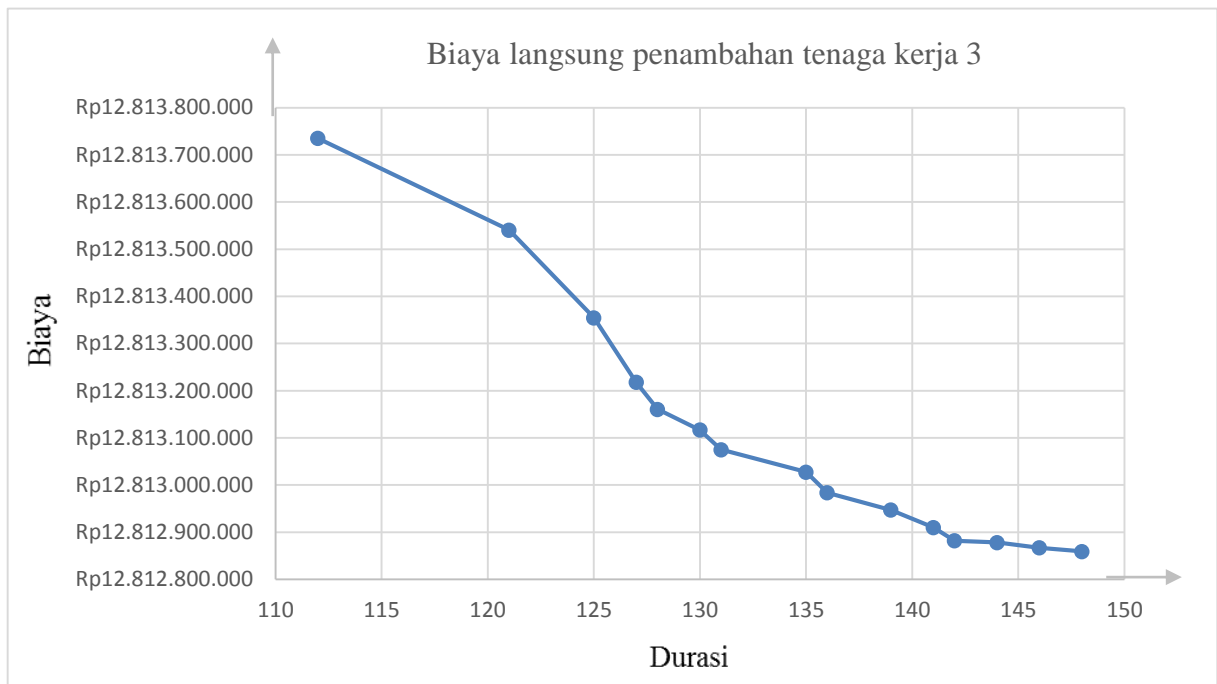
Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa biaya dan durasi yang dipercepat akibat penambahan tenaga kerja dengan efisiensi waktu yang paling besar di dapat dari penambahan tenaga kerja 3 yaitu sebesar 24,32% dengan durasi *crashing* 112 hari dan efisiensi biaya terbesar sebesar 2,84% pada durasi ke 127 . Jadi pada proyek ini semakin besar penambahan tenaga kerja semakin besar nilai efisiensi waktu dan biaya nya tergantung dari selisih setiap pekerjaanya yang akan di lakukan crashing sehingga lebih efisien menggunakan penambahan tenaga kerja 3 dibandingkan tenaga kerja 1 atau pun tenaga kerja 2 dari segi waktu maupun biayanya. Adapun hubungan antara biaya langsung, biaya tidak langsung dan total biaya proyek terhadap waktu dan biaya dapat dilihat dari Gambar 5.12 – 5.20



Gambar 5.12 Grafik biaya langsung akibat penambahan Tenaga kerja 1



Gambar 5.13 Grafik biaya langsung akibat penambahan Tenaga kerja 2



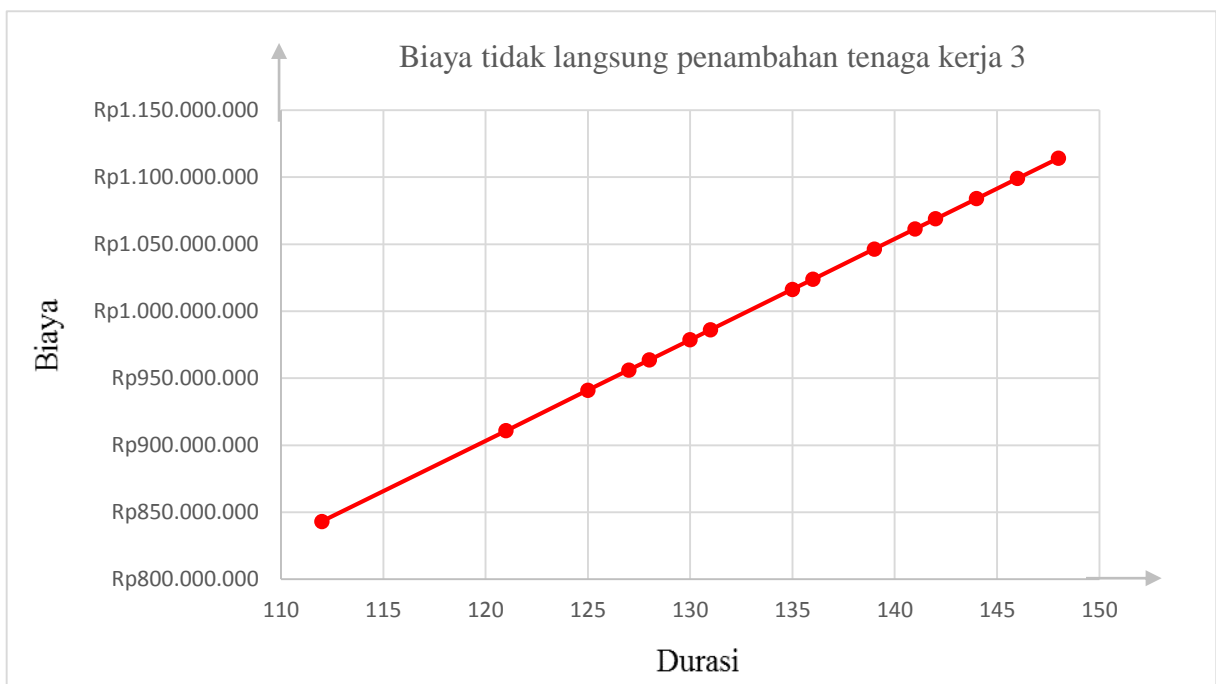
Gambar 5.14 Grafik biaya langsung akibat penambahan Tenaga kerja 3



Gambar 5.15 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan Tenaga kerja 1



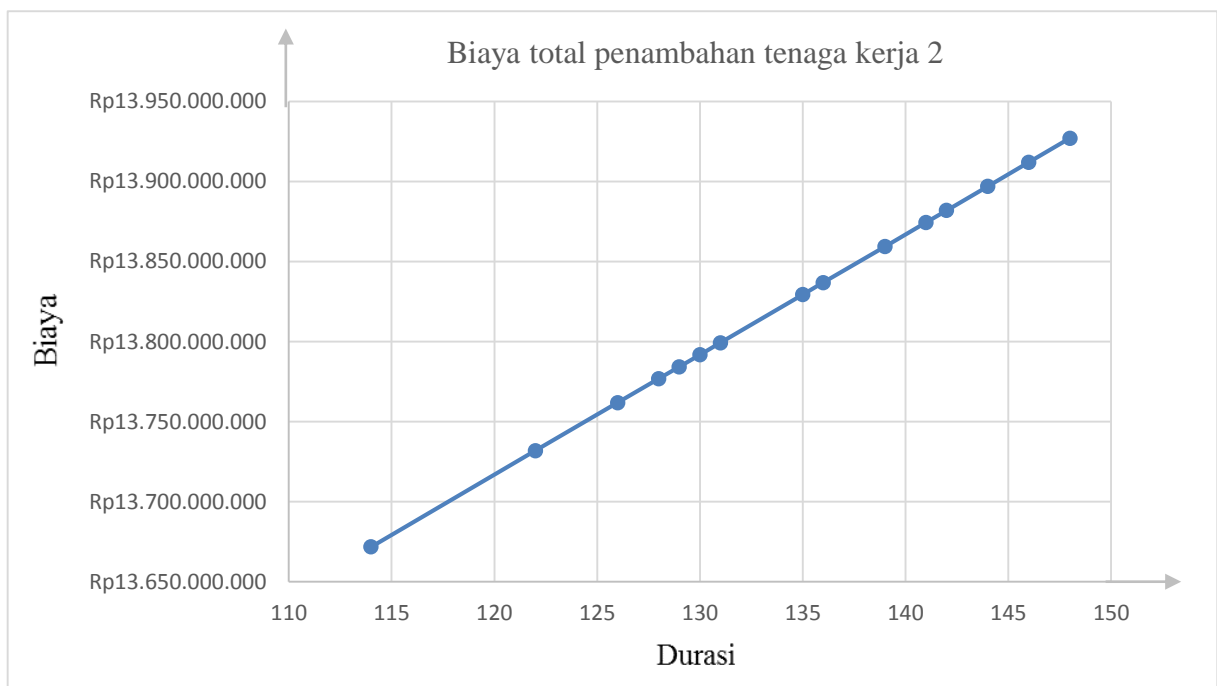
Gambar 5.16 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan Tenaga kerja 2



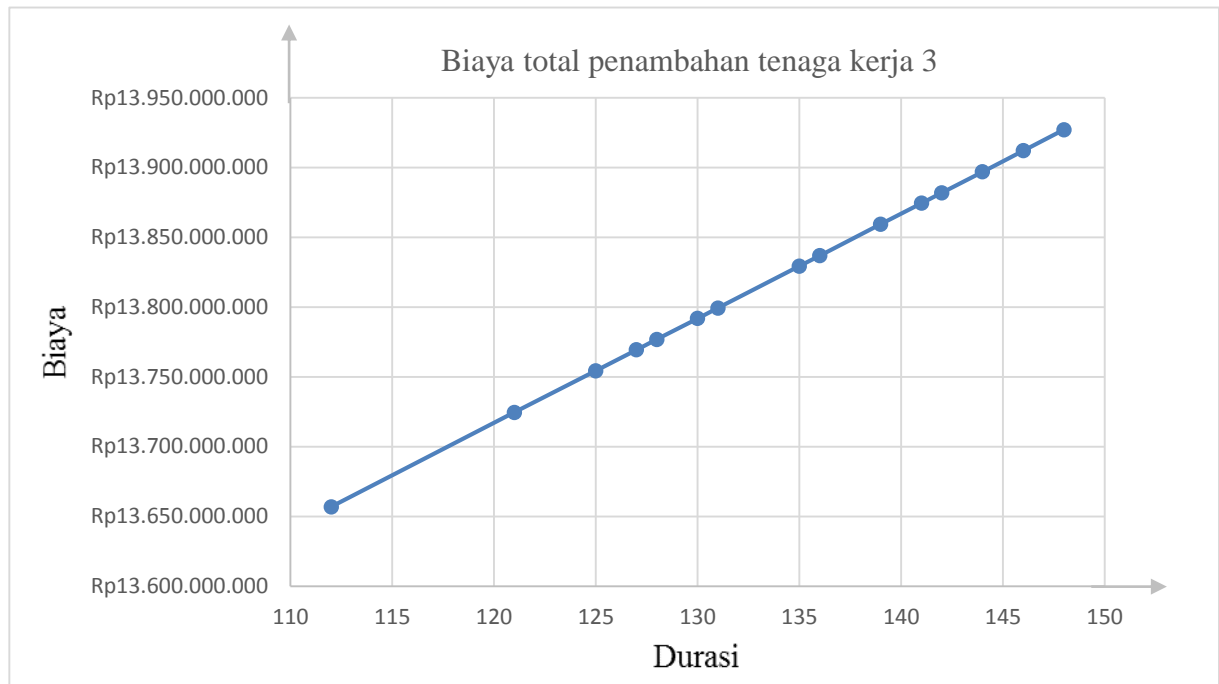
Gambar 5.17 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan Tenaga kerja 3



Gambar 5.18 Grafik Biaya Total akibat penambahan Tenaga Kerja 1



Gambar 5.19 Grafik Biaya Total akibat penambahan Tenaga Kerja 2

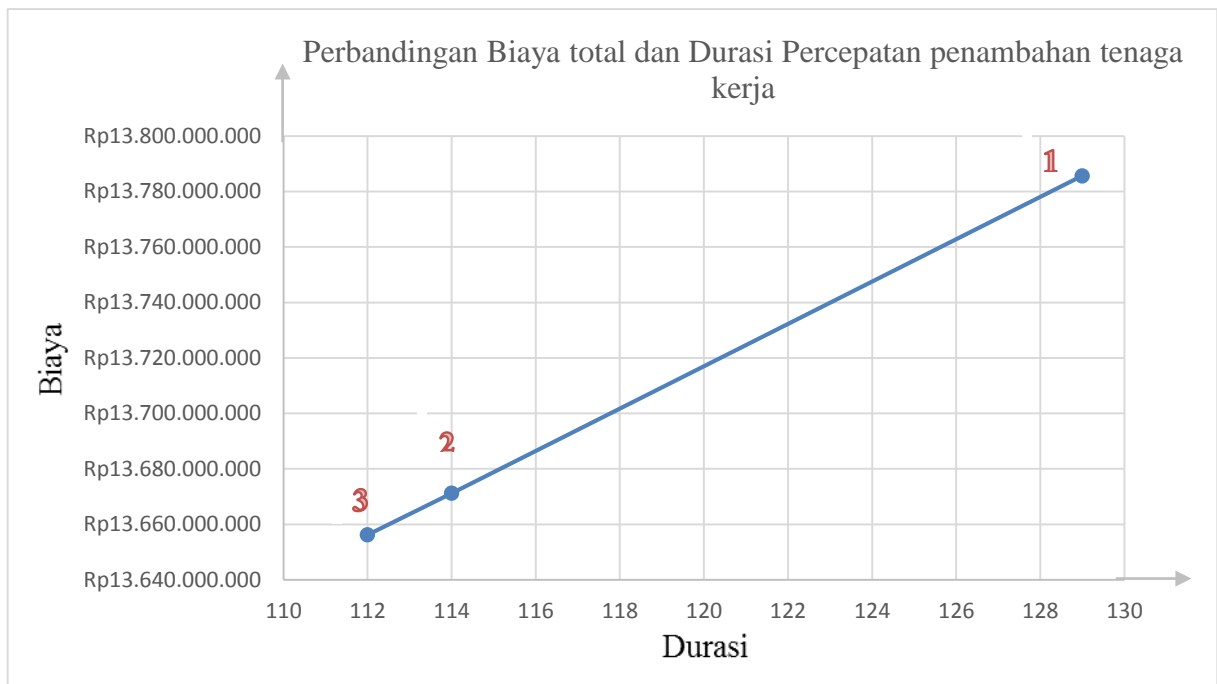


Gambar 5.20 Grafik Biaya Total akibat penambahan Tenaga Kerja 3

Dari grafik diatas di dapatkan hasil dari penambahan tiap tenaga kerja yang kemudian dapat dibandingkan antara durasi percepatan dan biaya totalnya yang dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel. 5.39 Tabel perbandingan antara biaya total dengan Tenaga kerja

Tenaga Kerja	Durasi Percepatan	Biaya Total
1	129	Rp13.785.689.625
2	114	Rp13.671.234.109
3	112	Rp13.656.203.221



Gambar 5.21 Grafik Perbandingan Biaya Total Proyek dan durasi percepatan akibat penambahan Tenaga Kerja

Dari grafik biaya total proyek pada penambahan tenaga kerja 1 didapatkan biaya total sebesar Rp13.785.689.625 dengan durasi percepatan sebesar 129 hari sedangkan penambahan 2 jam lembur didapatkan biaya total sebesar Rp13.671.234.109 dengan durasi percepatan sebesar 114 hari dan untuk penambahan 3 jam lembur didapatkan biaya total sebesar Rp13.656.203.221 dengan durasi percepatan sebesar 112 hari. Dari ketiga nya penambahan Tenaga kerja 3 adalah yang paling efektif dari segi durasi percepatan maupun dari segi biaya.

5.3.3. Biaya Total Jam Lembur dan Penambahan Tenaga Kerja

Dari perhitungan didapat perbedaan antara biaya total akibat penambahan jam lembur dan biaya total akibat penambahan tenaga kerja, seperti yang ditampilkan pada Tabel 5.40, 5.41 dan 5.42.

Tabel 5.40 Biaya Akibat Penambahan Lembur 1 jam dan Penambahan Tenaga Kerja 1

Durasi	Biaya total	
	Tenaga Kerja 1	Lembur 1 jam
148	Rp13.927.020.979	Rp13.927.020.979
146	Rp13.911.977.441	Rp13.911.968.400
144	Rp13.896.963.135	Rp13.896.925.257
143	Rp13.889.486.424	Rp13.889.418.680
142	Rp13.882.012.534	Rp13.881.930.752
140	Rp13.867.038.346	Rp13.866.922.679
139	Rp13.859.603.417	Rp13.859.440.523
138	Rp13.852.167.026	Rp13.851.961.294
138	Rp13.852.266.415	Rp13.852.013.260
137	Rp13.844.841.968	Rp13.844.538.340
136	Rp13.837.422.663	Rp13.837.105.477
136	Rp13.837.531.477	Rp13.837.256.444
136	Rp13.837.653.596	Rp13.837.603.189
132	Rp13.807.749.320	Rp13.808.425.206
130	Rp13.792.951.482	Rp13.794.764.913
129	Rp13.785.689.625	Rp13.789.942.094

Tabel 5.41 Biaya Akibat Penambahan Lembur 2 jam dan Penambahan Tenaga Kerja 2

Durasi	Biaya total	
	Tenaga Kerja 2	Lembur 2 jam
148	Rp13.927.020.979	Rp13.927.020.979
146	Rp13.911.972.401	Rp13.911.992.589
144	Rp13.896.927.452	Rp13.897.001.041
142	Rp13.881.874.842	Rp13.882.094.710
141	Rp13.874.375.098	Rp13.874.798.774
139	Rp13.859.358.372	Rp13.860.040.775
136	Rp13.836.813.023	Rp13.837.820.897
135	Rp13.829.331.522	Rp13.830.743.676
131	Rp13.799.268.989	Rp13.801.158.776
130	Rp13.791.785.069	Rp13.794.384.528
129	Rp13.784.303.315	Rp13.787.853.673
128	Rp13.776.835.321	Rp13.782.130.766
126	Rp13.761.890.817	Rp13.770.842.734
122	Rp13.731.939.668	Rp13.746.646.517
114	Rp13.671.883.904	Rp13.698.185.754

Tabel 5.42 Biaya Akibat Penambahan Lembur 3 jam dan Penambahan Tenaga Kerja 3

Durasi	Biaya total	
	Tenaga Kerja 3	Lembur 3 jam
148	Rp13.927.020.979	Rp13.927.020.979
146	Rp13.911.972.401	Rp13.912.027.700
144	Rp13.896.927.452	Rp13.897.179.426
142	Rp13.881.874.842	Rp13.882.442.806
141	Rp13.874.375.097	Rp13.875.376.712
139	Rp13.859.355.802	Rp13.860.831.252
136	Rp13.836.807.882	Rp13.838.872.928
135	Rp13.829.323.813	Rp13.832.118.127
131	Rp13.799.258.711	Rp13.802.911.869
130	Rp13.791.772.222	Rp13.796.681.857
128	Rp13.776.759.780	Rp13.783.340.414
127	Rp13.769.289.218	Rp13.778.910.735
125	Rp13.754.369.462	Rp13.770.292.180
121	Rp13.724.443.061	Rp13.750.273.706
112	Rp13.656.884.530	Rp13.702.577.154

Dari Tabel diatas dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan antara biaya akibat penambahan jam kerja (lembur) dengan penambahan tenaga kerja, biaya diatas adalah biaya yang langsung dibebankan kepada proyek sesuai urutan dari item pekerjaan berdasarkan *cost slope*. Pada penambahan Lembur 1 jam jika dibandingkan dengan penambahan tenaga kerja 1 pada durasi ke 136 hari penambahan jam lembur lebih efektif di bandingkan dengan penambahan tenaga kerja tapi pada durasi selanjutnya penambahan jam lembur lebih efektif karena dengan durasi yang sama biaya lebih murah di bandingkan dengan penambahan tenaga kerja. Untuk selanjutnya pada penambahan jam lembur 2 jam jika di bandingkan dengan penambahan tenaga kerja 2 yang lebih efektif adalah dengan menambah tenaga kerja karena dari segi durasi dan biaya lebih cepat dan murah. Dan pada penambahan jam lembur 3 jam jika di bandingkan dengan penambahan tenaga kerja 3 yang lebih efektif juga dengan menambah tenaga kerja di bandingkan dengan menambah jam lembur jika di lihat dari durasi dan biaya nya.

Selanjutnya hasil penambahan biaya dari penambahan tenaga kerja yang kemudian dapat dibandingkan antara durasi percepatan dan biaya totalnya serta dengan denda apabila proyek mengalami keterlambatan dari jadwal perencanaan yang dapat dilihat pada tabel 5.43, 5.44, dan 5.45 berikut ini :

Tabel 5.43 Perbandingan Penambahan Biaya Akibat penambahan 1 Jam Lembur, Tenaga Kerja 1 dan Biaya Denda

Durasi (Hari)	Biaya Jam Lembur	Biaya Tenaga Kerja	Biaya Denda
0	Rp0	Rp0	Rp0
1	Rp3.660	Rp12.701	Rp13.927.021
1	Rp13.096	Rp54.634	Rp13.927.021
2	Rp25.202	Rp106.042	Rp27.854.042
3	Rp53.288	Rp160.272	Rp41.781.063
4	Rp73.368	Rp242.323	Rp55.708.084
4	Rp99.251	Rp335.513	Rp55.708.084
5	Rp122.258	Rp427.241	Rp69.635.105
6	Rp151.217	Rp526.630	Rp83.562.126
7	Rp175.458	Rp630.303	Rp97.489.147
9	Rp246.473	Rp739.117	Rp125.343.189
9	Rp326.425	Rp847.931	Rp125.343.189
11	Rp593.218	Rp970.050	Rp153.197.231

13	Rp1.260.920	Rp1.178.252	Rp181.051.273
15	Rp1.989.164	Rp1.436.653	Rp208.905.315
19	Rp3.966.221	Rp1.702.916	Rp264.613.399

Tabel 5.44 Perbandingan Penambahan Biaya Akibat penambahan 2 Jam Lembur, Tenaga Kerja 2 dan Biaya Denda

Durasi (Hari)	Biaya Jam Lembur	Biaya Tenaga Kerja	Biaya Denda
0	Rp0	Rp0	Rp0
2	Rp27.849	Rp7.661	Rp27.854.042
4	Rp64.691	Rp18.951	Rp55.708.084
6	Rp149.908	Rp22.580	Rp83.562.126
7	Rp232.183	Rp50.955	Rp97.489.147
9	Rp298.240	Rp90.468	Rp125.343.189
12	Rp364.480	Rp129.477	Rp167.124.252
13	Rp450.899	Rp176.096	Rp181.051.273
17	Rp527.578	Rp226.041	Rp236.759.357
18	Rp753.871	Rp270.240	Rp250.686.378
19	Rp997.265	Rp316.606	Rp264.613.399
20	Rp1.805.212	Rp376.731	Rp278.540.420
22	Rp3.768.207	Rp488.466	Rp306.394.462
26	Rp5.916.261	Rp649.795	Rp362.102.545
34	Rp11.764.192	Rp818.986	Rp473.518.713

Tabel 5.45 Perbandingan Penambahan Biaya Akibat penambahan 3 Jam Lembur, Tenaga Kerja 3 dan Biaya Denda

Durasi (Hari)	Biaya Jam Lembur	Biaya Tenaga Kerja	Biaya Denda
0	Rp0	Rp0	Rp0
2	Rp62.960	Rp7.661	Rp27.854.042
4	Rp207.965	Rp18.951	Rp55.708.084
6	Rp256.659	Rp14.919	Rp83.562.126
7	Rp254.060	Rp32.004	Rp97.489.147
9	Rp191.160	Rp65.318	Rp125.343.189
12	Rp164.009	Rp73.382	Rp167.124.252
13	Rp262.540	Rp80.489	Rp181.051.273
17	Rp280.186	Rp91.426	Rp236.759.357
18	Rp524.788	Rp89.006	Rp250.686.378
20	Rp808.576	Rp85.428	Rp278.540.420

21	Rp1.800.333	Rp101.355	Rp292.467.441
23	Rp4.722.888	Rp194.040	Rp320.321.483
27	Rp6.995.564	Rp322.560	Rp376.029.566
36	Rp13.618.839	Rp380.621	Rp501.372.755

Dari Tabel diatas dapat dilihat bahwa penambahan biaya akibat penambahan 1 Jam lembur lebih murah sampai pada durasi *crashing* pada hari ke 9 namun untuk durasi selanjutnya penambahan tenaga kerja 1 lebih murah sampai durasi *crashing* pada hari ke 19. Untuk selanjutnya pada penambahan 2 jam lembur biaya yang di keluarkan lebih mahal dibandingkan dengan penambahan tenaga kerja 2. Dan penambahan 3 jam lembur juga lebih mahal dibandingkan dengan penambahan tenaga kerja 3. Dari keseluruhan penambahan biaya untuk jam lembur maupun penambahan tenaga kerja lebih efisien jika dibandingkan dengan biaya denda yang harus di keluarkan apabila pelaksanaan proyek mengalami keterlambatan. i