

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Data Penelitian

5.1.1. Data Umum Proyek

Adapun gambaran umum dari Proyek Peningkatan Jalan Siluk - Kretek ini adalah sebagai berikut :

Pemilik Proyek	: A
Konsultan Supervisi	: PT. B
Kontraktor	: PT. C
Anggaran	: Rp.6.071.194.804,00
Waktu pelaksanaan	: 115 Hari kerja
Tanggal pekerjaan dimulai	: 16 Mei 2014
Tanggal pekerjaan selesai	: 7 September 2014

Pada penelitian ini hanya menggunakan anggaran struktur. Untuk rincian Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan kurva S dapat dilihat pada Lampiran I dan Lampiran V.

5.2. Daftar Kegiatan - Kegiatan Kritis

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

Tabel 5.1 Daftar Kegiatan Kritis Pada Kondisi Normal

Kode	Pekerjaan	Durasi (Hari)
GS	Galian untuk selokan drainase dan saluran air	7
PB	Pasangan batu dengan mortar	14
LPS	Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan	7
LPB	Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Pelebaran	17
LPBP	Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Patching	4
LRP	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran	11
LLAP	Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	21
LLA	Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi halus/kasar)	14

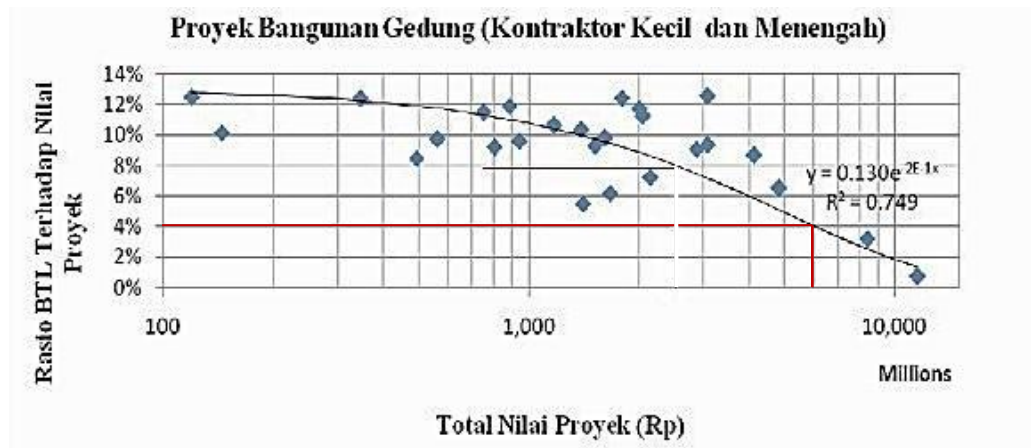
AKWC	Aspal Keras AC-WC	8
AKWCL	Aspal Keras AC-WC Lev	15
AKBC	Aspal Keras AC-BC	12
MJT	Marka Jalan Termoplastik	14

Tabel 5.1 di atas menjelaskan bahwa beberapa pekerjaan yang akan dipercepat berdasarkan kegiatan kritis adalah kegiatan yang memiliki unsur tenaga kerja. Beberapa alasan pemilihan item kegiatan yang akan dipercepat 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 tersebut dapat dilakukan percepatan dengan penambahan jam lembur atau dengan penambahan jumlah tenaga kerja. Jika dilakukan penambahan tenaga kerja pada kegiatan kritis, maka jumlah tenaga kerja pada kegiatan kritis yang lain tidak akan bertambah karena kegiatan kritis tersebut hanya memiliki *indeks* tenaga kerja yang kecil.
3. 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.

Berdasarkan grafik diatas pada proyek pembangunan gedung dengan nilai total proyek sebesar Rp.6.071.194.804,00 didapatkan presentase untuk biaya tidak langsung sebesar 4,0 % dari nilai total proyek tersebut.

$$\begin{aligned} \text{Biaya Tidak Langsung} &= 4.0 \% \times \text{Rp.6.071.194.804,00} \\ &= \text{Rp.242.847.792,16} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Tidak Langsung / hari} &= \frac{\text{Biaya Tidak Langsung}}{\text{Durasi Normal}} \\ &= \frac{\text{Rp.242.847.792,16}}{115} \\ &= \text{Rp.2.111.719,93 / hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Langsung} &= \text{Biaya Total Rencana} - \text{Biaya Tidak Langsung} \\ &= \text{Rp.6.071.194.804,00} - \text{Rp.242.847.792,16} \\ &= \text{Rp.5.828.347.011,84} \end{aligned}$$

5.4. Penerapan Metode *Time Cost Trade Off*

5.4.1. Penambahan Jam Kerja (Waktu Lembur)

Dalam perencanaan penambahan jam kerja lembur memakai 7 jam kerja normal dan 1 jam istirahat (08.00-16.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal (16.00-20.00). 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.
Besar upah tenaga kerja dapat dilihat pada Tabel 5.2
3. untuk kerja lembur pertama harus dibayar sebesar 1,5 kali upah satu jam.
4. untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah sebesar 2 kali lipat upah satu jam.

Tabel 5.2 Biaya Tenaga Kerja dan Alat

Pekerja	Upah Kerja dan Sewa Alat Per Hari (Rp)	Upah Kerja dan Sewa Alat Per Jam (Rp)
Pekerja	5.713,00	5.714,00
Tukang	50.000,00	7.143,00
Mandor	45.000,00	6.429,00
Tukang cat	50.000,00	7.143,00
Air Compressor	1.349.313,00	192.759,00
Alat Bantu	7.000,00	1.000,00
Alat Bantu 1	350,00	50,00
Alat Bantu 2	700,00	100,00
Asphalt Finisher	5.320.252,00	760.036,00
Asphalt Finisher	5.320.252,00	760.036,00
Asphalt Mixing Plant	38.962.126,00	5.566.018,00
Asphalt Sprayer	567.917,00	81.131,00
Bulldozer	1.799.931,00	257.133,00
Concrete Mixer 500 liter	482.181,00	68.883,00
Concrete Vibrator	301.140,00	43.020,00
Dump Truck	1.460.200,00	208.600,00
Dump Truck 10 m3	1.729.000,00	247.000,00
Dump Truck 4 m3	1.460.200,00	208.600,00
Excavator	1.910.559,00	272.937,00
Generator Set	3.409.308,00	487.044,00
Motor Grader	2.694.888,00	384.984,00
Pneumatic Tyre Roller 10 Ton	2.476.600,00	353.800,00
Road Marking Machine	162.239,00	23.177,00
Rock Breaker	3.475.024,00	496.432,00
Tandem Roller	2.223.760,00	317.680,00
Vibratory Roller 10 Ton	2.136.785,00	305.255,00
Water Tank Truck 5 m3	2.281.713,00	325.959,00
Whell Loader 2.3 m3	2.718.009,00	388.287,00

Tabel 5.3 Biaya Lembur Tenaga Kerja dan Alat

Pekerja	Biaya Normal Per Jam	<i>Overtime Cost</i>		
		Lembur 1 Jam	Lembur 2 Jam	Lembur 3 Jam
		Biaya per jam (Rp)	Biaya per jam (Rp)	Biaya per jam (Rp)
Pekerja	5.714,00	8.571,00	9.999,50	10.475,67
Tukang	7.143,00	10.714,50	12.500,25	13.095,50
Mandor	6.429,00	9.643,50	11.250,75	11.786,50
Tukang cat	7.143,00	10.714,50	12.500,25	13.095,50
Air Compressor	192.759,00	289.138,50	337.328,25	353.391,50
Alat Bantu	1.000,00	1.500,00	1.750,00	1.833,33
Alat Bantu 1	50,00	75,00	87,50	91,67
alat bantu 2	100,00	150,00	175,00	183,33
Asphalt Finisher	760.036,00	1.140.054,00	1.330.063,00	1.393.399,33
Asphalt Finisher	760.036,00	1.140.054,00	1.330.063,00	1.393.399,33
Asphalt Mixing Plant	5.566.018,00	8.349.027,00	9.740.531,50	10.204.366,33
Asphalt Sprayer	81.131,00	121.696,50	141.979,25	148.740,17
Bulldozer	257.133,00	385.699,50	449.982,75	471.410,50
Concrete Mixer 500 liter	68.883,00	103.324,50	120.545,25	126.285,50
Concrete Vibrator	43.020,00	64.530,00	75.285,00	78.870,00
Dump Truck	208.600,00	312.900,00	365.050,00	382.433,33
Dump Truck 10 m3	247.000,00	370.500,00	432.250,00	452.833,33
Dump Truck 4 m3	208.600,00	312.900,00	365.050,00	382.433,33
Excavator	272.937,00	409.405,50	477.639,75	500.384,50
Generator Set	487.044,00	730.566,00	852.327,00	892.914,00
Motor Grader	384.984,00	577.476,00	673.722,00	705.804,00
Pneumatic Tyre Roller	353.800,00	530.700,00	619.150,00	648.633,33
Road Marking Machine	23.177,00	34.765,50	40.559,75	42.491,17
Rock Breaker	496.432,00	744.648,00	868.756,00	910.125,33
Tandem Roller	317.680,00	476.520,00	555.940,00	582.413,33
Vibratory Roller 10 Ton	305.255,00	457.882,50	534.196,25	559.634,17
Water Tank Truck 5 m3	325.959,00	488.938,50	570.428,25	597.591,50
Whell Loader 2.3 m3	388.287,00	582.430,50	679.502,25	711.859,50

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

Upah Mandor per hari (*Standart Cost*) : Rp.45.000,00

Jam Kerja per hari : 7 jam/hari

$$\begin{aligned} \text{Biaya per jam} &= \left(\frac{\text{Rp.45.000}}{7 \text{ Jam/hari}} \right) \\ &= \text{Rp.6.429,00} \end{aligned}$$

Biaya Lembur per hari untuk lembur 2 jam per hari adalah

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= (\text{Rp.6.429,00} \times 1,5) \\ &= \text{Rp.9.643,50} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= (\text{Rp.6.429,00} \times 1,5) + (2 \times \text{Rp.6.429,00}) \\ &= \text{Rp.22.501,50} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= (\text{Rp.6.429,00} \times 1,5) + (2 \times 2 \times \text{Rp.6.429,00}) \\ &= \text{Rp.35.359,50} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur per jam untuk 1 jam} &= \left(\frac{\text{Rp.9.643,50}}{1 \text{ jam}} \right) \\ &= \text{Rp.9.643,50} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur per jam untuk 2 jam} &= \left(\frac{\text{Rp.22.501,50}}{2 \text{ jam}} \right) \\ &= \text{Rp.11.250,75} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur per jam untuk 3 jam} &= \left(\frac{\text{Rp.35.359,50}}{3 \text{ jam}} \right) \\ &= \text{Rp.11.786,50} \end{aligned}$$

Produktivitas kerja lembur untuk 1 jam per hari diperhitungkan sebesar 90%, untuk 2 jam 80%, dan untuk 3 jam 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 1 jam/hari, 2 jam/hari, dan 3 jam/hari dari durasi normal yang ada. Adapun salah satu contoh perhitungannya adalah perhitungan Pekerjaan Pembesian tangga lantai dasar dibawah ini :

1. Durasi yang bisa *dicrashing* berdasarkan penambahan 1 jam lembur :

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

Volume	= 441,00 m ³
Durasi normal	= 7 hari
Durasi normal (jam)	= 7 × 7
	= 49 jam
Produktivitas jam normal	= $\frac{Volume}{durasi\ normal} = \frac{441}{49} = 9 \text{ m}^3/\text{jam}$
Maksimal <i>crashing</i>	= $\frac{441}{(9 \times 7) + (0,9 \times 9)} = 6,2 \text{ hari}$
Maka maksimal <i>crashing</i>	= 7 hari – 6,2 hari = 0,8 hari

2. Durasi yang bisa *dicrashing* berdasarkan penambahan 2 jam lembur :

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

Volume	= 441,00 m ³
Durasi normal	= 7 hari
Durasi normal (jam)	= 7 × 7
	= 49 jam
Produktivitas jam normal	= $\frac{Volume}{durasi\ normal} = \frac{441}{49} = 9 \text{ m}^3/\text{jam}$
Maksimal <i>crashing</i>	= $\frac{441}{(9 \times 7) + (0,9 \times 9) + (0,8 \times 9)} = 5,7 \text{ hari}$
Maka maksimal <i>crashing</i>	= 7 hari – 5,7 hari = 1,3 hari

3. Durasi yang bisa *dicrashing* berdasarkan penambahan 3 jam lembur :

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

Volume = 441,00 m³

Durasi normal = 7 hari

Durasi normal (jam) = 7 × 7 = 49 jam

Produktivitas jam normal = $\frac{Volume}{durasi\ normal} = \frac{441}{49} = 9\text{ m}^3/\text{jam}$

Maksimal *crashing* = $\frac{441}{(9 \times 7) + (0,9 \times 9) + (0,8 \times 9) + (0,7 \times 9)} = 5,38\text{ hari}$

Maka maksimal *crashing* = 7 hari – 5,38 hari = 1,62 hari

Hasil perhitungan pengontrolan durasi *crashing* manual diatas sesuai dengan hasil perhitungan pada Ms. Project, untuk hasil dari pengolahan Ms. Project dapat dilihat pada Tabel 5.5 untuk penambahan 1 jam lembur, Tabel 5.6 untuk 2 jam lembur, dan Tabel 5.7 untuk 3 jam lembur :

Tabel 5.4 Hasil Perhitungan durasi dan biaya dipercepat dengan penambahan 1 jam lembur menggunakan Ms.Project

Jenis Pekerjaan	Durasi Normal (Hari)	Durasi <i>Crashing</i> (Hari)	Biaya Normal (Rp)	Biaya Percepatan (Rp)
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	7	6,2	18.348.911,00	19.741.814,00
Pasangan batu dengan mortar	14	12,41	9.906.140,00	9.984.345,00
Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan	7	6,2	78.813.152,00	80.307.348,00
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Pelebaran	17	15,06	719.324.869,00	733.371.915,00
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Patching	4	3,54	149.863.349,00	152.786.642,00
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran	11	9,75	71.400.981,00	72.116.923,00
Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	21	18,61	496.476.782,00	524.087.308,00
Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi halus/kasar)	14	12,41	408.206.572,00	430.845.010,00
Aspal Keras AC-WC	8	7,09	353.822.389,00	353.823.725,00
Aspal Keras AC-WC Lev	15	13,29	633.156.343,00	633.158.814,00
Aspal Keras AC-BC	12	10,63	502.800.649,00	502.802.606,00
Marka Jalan Termoplastik	14	12,41	84.186.296,00	84.622.930,00

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan durasi dan biaya dipercepat dengan penambahan 2 jam lembur menggunakan Ms.Project

Jenis Pekerjaan	Durasi Normal (Hari)	Durasi <i>Crashing</i> (Hari)	Biaya Normal (Rp)	Biaya Percepatan (Rp)
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	7	5,7	18.348.911,00	22.403.871,00
Pasangan batu dengan mortar	14	11,4	9.906.140,00	10.238.801,00
Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan	7	5,7	78.813.152,00	83.144.584,00
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Pelebaran	17	13,84	719.324.869,00	760.196.992,00
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Patching	4	3,26	149.863.349,00	213.284.031,00
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran	11	8,95	71.400.981,00	73.479.818,00
Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	21	17,09	496.476.782,00	576.763.651,00
Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi halus/kasar)	14	11,4	408.206.572,00	474.069.623,00
Aspal Keras AC-WC	8	6,51	353.822.389,00	353.826.306,00
Aspal Keras AC-WC Lev	15	12,21	633.156.343,00	633.163.539,00
Aspal Keras AC-BC	12	9,77	502.800.649,00	502.485.272,00
Marka Jalan Termoplastik	14	11,4	84.186.296,00	85.457.140,00

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan durasi dan biaya dipercepat dengan penambahan 3 jam lembur menggunakan Ms.Project

Jenis Pekerjaan	Durasi Normal (Hari)	Durasi <i>Crashing</i> (Hari)	Biaya Normal (Rp)	Biaya Percepatan (Rp)
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	7	5,38	18.348.911,00	25.205.470,00
Pasangan batu dengan mortar	14	10,77	9.906.140,00	10.506.736,00
Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan	7	5,38	78.813.152,00	86.138.704,00
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Pelebaran	17	13,08	719.324.869,00	788.454.351,00
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Patching	4	3,08	149.863.349,00	164.259.587,00
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran	11	8,46	71.400.981,00	74.914.122,00
Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	21	16,15	496.476.782,00	632.244.535,00
Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi halus/kasar)	14	10,77	408.206.572,00	519.542.003,00
Aspal Keras AC-WC	8	6,15	353.822.389,00	353.828.985,00
Aspal Keras AC-WC Lev	15	11,54	633.156.343,00	633.168.534,00
Aspal Keras AC-BC	12	9,23	502.800.649,00	502.810.311,00
Marka Jalan Termoplastik	14	10,77	84.186.296,00	86.335.632,00

Selanjutnya dari Tabel 5.4, Tabel 5.5, Tabel 5.6 kita dapat menghitung *Cost Slope* untuk kegiatan-kegiatan kritis yang terjadi setelah penambahan jam lembur, *cost slope* diurutkan dari *slope* terkecil guna mengetahui kemungkinan *efisiensi crashing*, daftar *cost slope* untuk semua kegiatan kritis dapat dilihat pada Tabel 5.7 untuk 1 jam lembur, Tabel 5.8 untuk 2 jam lembur, Tabel 5.9 untuk 3 jam lembur.

Tabel 5.7 *Slope Biaya Pekerjaan Akibat Percepatan Biaya Lembur Untuk 1 Jam*

Kode	Normal		Crashing (Hari)	Percepatan		Slope (Rp)
	Durasi (Hari)	Biaya		Durasi (Hari)	Biaya (Rp)	
AKBC	12	502.800.649,00	1,37	10,63	502.802.606,00	1.428,47
AKWCL	15	633.156.343,00	1,71	13,29	633.158.814,00	1.445,61
AKWC	8	353.822.389,00	0,91	7,09	353.823.725,00	1.468,13
PB	14	9.906.140,00	1,59	12,41	9.984.345,00	49.185,53
MJT	14	84.186.296,00	1,59	12,41	84.622.930,00	274.612,58
L	11	71.400.981,00	1,25	9,75	72.116.923,00	572.753,60
GS	7	18.348.911,00	0,8	6,2	19.741.814,00	1.741.128,75
LPS	7	78.813.152,00	0,8	6,2	80.307.348,00	1.867.745,00
LPBP	4	149.863.349,00	0,46	3,54	152.786.642,00	6.354.984,78
LPB	17	719.324.869,00	1,94	15,06	733.371.915,00	7.240.745,36
LLAP	21	496.476.782,00	2,39	18,61	524.087.308,00	11.552.521,34
LLA	14	408.206.572,00	1,59	12,41	430.845.010,00	14.238.011,32

Tabel 5.8 *Slope Biaya Pekerjaan Akibat Percepatan Biaya Lembur Untuk 2 Jam*

Kode	Normal		Crashing (Hari)	Percepatan		Slope (Rp)
	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)		Durasi (Hari)	Biaya (Rp)	
AKBC	12	502.800.649,00	2,23	9,77	502.485.272,00	(141.424,66)
AKWCL	15	633.156.343,00	2,79	12,21	633.163.539,00	2.579,21
AKWC	8	353.822.389,00	1,49	6,51	353.826.306,00	2.628,86
PB	14	9.906.140,00	2,6	11,4	10.238.801,00	127.946,54
MJT	14	84.186.296,00	2,6	11,4	85.457.140,00	488.786,15
L	11	71.400.981,00	2,05	8,95	73.479.818,00	1.014.066,83
GS	7	18.348.911,00	1,3	5,7	22.403.871,00	3.119.200,00
LPS	7	78.813.152,00	1,3	5,7	83.144.584,00	3.331.870,77
LPB	17	719.324.869,00	3,16	13,84	760.196.992,00	12.934.216,14
LLAP	21	496.476.782,00	3,91	17,09	576.763.651,00	20.533.726,09
LLA	14	408.206.572,00	2,6	11,4	474.069.623,00	25.331.942,69
LPBP	4	149.863.349,00	0,74	3,26	213.284.031,00	85.703.624,32

Tabel 5.9 *Slope* Biaya Pekerjaan Akibat Percepatan Biaya Lembur Untuk 3 Jam

Kode	Normal		Crashing (Hari)	Percepatan		Slope (Rp)
	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)		Durasi (Hari)	Biaya (Rp)	
AKBC	12	502.800.649,00	2,77	9,23	502.810.311,00	3.488,09
AKWCL	15	633.156.343,00	3,46	11,54	633.168.534,00	3.523,41
AKWC	8	353.822.389,00	1,85	6,15	353.828.985,00	3.565,41
PB	14	9.906.140,00	3,23	10,77	10.506.736,00	185.943,03
MJT	14	84.186.296,00	3,23	10,77	86.335.632,00	665.429,10
L	11	71.400.981,00	2,54	8,46	74.914.122,00	1.383.126,38
GS	7	18.348.911,00	1,62	5,38	25.205.470,00	4.232.443,83
LPS	7	78.813.152,00	1,62	5,38	86.138.704,00	4.521.945,68
LPBP	4	149.863.349,00	0,92	3,08	164.259.587,00	15.648.084,78
LPB	17	719.324.869,00	3,92	13,08	788.454.351,00	17.635.071,94
LLAP	21	496.476.782,00	4,85	16,15	632.244.535,00	27.993.351,13
LLA	14	408.206.572,00	3,23	10,77	519.542.003,00	34.469.173,68

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

Tabel 5.10 Selisih Biaya Antara Biaya Percepatan Dengan Biaya Normal Untuk 1 Jam Lembur

Kode	Normal		Crashing (Hari)	Percepatan		Selisih (Rp)
	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)		Durasi (Hari)	Biaya (Rp)	
AKBC	12	502.800.649,00	1,37	10,63	502.802.606,00	1.957,00
AKWCL	15	633.156.343,00	1,71	13,29	633.158.814,00	2.472,00
AKWC	8	353.822.389,00	0,91	7,09	353.823.725,00	1.336,00
PB	14	9.906.140,00	1,59	12,41	9.984.345,00	78.205,00
MJT	14	84.186.296,00	1,59	12,41	84.622.930,00	436.634,00
L	11	71.400.981,00	1,25	9,75	72.116.923,00	715.942,00
GS	7	18.348.911,00	0,8	6,2	19.741.814,00	1.392.903,00
LPS	7	78.813.152,00	0,8	6,2	80.307.348,00	1.494.196,00
LPBP	4	149.863.349,00	0,46	3,54	152.786.642,00	2.923.293,00
LPB	17	719.324.869,00	1,94	15,06	733.371.915,00	14.047.046,00
LLAP	21	496.476.782,00	2,39	18,61	524.087.308,00	27.610.526,00
LLA	14	408.206.572,00	1,59	12,41	430.845.010,00	22.638.438,00

Tabel 5.11 Selisih Biaya Antara Biaya Percepatan Dengan Biaya Normal Untuk 2
Jam Lembur

Kode	Normal		Crashing (Hari)	Percepatan		Selisih (Rp)
	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)		Durasi (Hari)	Biaya(Rp)	
AKBC	12	502.800.649,00	2,23	9,77	502.485.272,00	(315.377,00)
AKWCL	15	633.156.343,00	2,79	12,21	633.163.539,00	7.196,00
AKWC	8	353.822.389,00	1,49	6,51	353.826.306,00	3.917,00
PB	14	9.906.140,00	2,6	11,4	10.238.801,00	332.661,00
MJT	14	84.186.296,00	2,6	11,4	85.457.140,00	1.270.844,00
L	11	71.400.981,00	2,05	8,95	73.479.818,00	2.078.837,00
GS	7	18.348.911,00	1,3	5,7	22.403.871,00	4.054.960,00
LPS	7	78.813.152,00	1,3	5,7	83.144.584,00	4.331.432,00
LPB	17	719.324.869,00	3,16	13,84	760.196.992,00	40.872.123,00
LLAP	21	496.476.782,00	3,91	17,09	576.763.651,00	80.286.869,00
LLA	14	408.206.572,00	2,6	11,4	474.069.623,00	65.863.051,00
LPBP	4	149.863.349,00	0,74	3,26	213.284.031,00	63.420.682,00

Tabel 5.12 Selisih Biaya Antara Biaya Percepatan Dengan Biaya Normal Untuk 3
Jam Lembur

Kode	Normal		Crashing (Hari)	Percepatan		Selisih (Rp)
	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)		Durasi (Hari)	Biaya (Rp)	
AKBC	12	502.800.649,00	2,77	9,23	502.810.311,00	9.662,00
AKWCL	15	633.156.343,00	3,46	11,54	633.168.534,00	12.191,00
AKWC	8	353.822.389,00	1,85	6,15	353.828.985,00	6.596,00
PB	14	9.906.140,00	3,23	10,77	10.506.736,00	600.596,00
MJT	14	84.186.296,00	3,23	10,77	86.335.632,00	2.149.336,00
L	11	71.400.981,00	2,54	8,46	74.914.122,00	3.513.141,00
GS	7	18.348.911,00	1,62	5,38	25.205.470,00	6.856.559,00
LPS	7	78.813.152,00	1,62	5,38	86.138.704,00	7.325.552,00
LPBP	4	149.863.349,00	0,92	3,08	164.259.587,00	14.396.238,00
LPB	17	719.324.869,00	3,92	13,08	788.454.351,00	69.129.482,00
LLAP	21	496.476.782,00	4,85	16,15	632.244.535,00	135.767.753,00
LLA	14	408.206.572,00	3,23	10,77	519.542.003,00	111.335.431,00

Selanjutnya untuk perhitungan pengaruh terhadap biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total yang diakibatkan penambahan jam lembur dapat dilihat pada salah satu contoh perhitungan dibawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya langsung} &= \text{Biaya Langsung} + \text{Selisih Biaya} \\
 &= \text{Rp.5.828.347.011,84} + \text{Rp.1.957,00} \\
 &= \text{Rp.5.828.348.968,84} \\
 \text{Biaya tidak langsung} &= (\text{Rp.242.847.792,16} / 115) \times 113,63 \\
 &= \text{Rp. 239.954.735,85} \\
 \text{Biaya Total} &= \text{Rp.5.828.347.011,84} + \text{Rp. 239.954.735,85} \\
 &= \text{Rp.6.068.303.704,69}
 \end{aligned}$$

Untuk selanjutnya, perhitungan biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total akan disajikan dalam Tabel 5.13 s/d Tabel 5.21.

Tabel 5.13 Perhitungan Biaya Langsung Jam Lembur Untuk 1 Jam

Pekerjaan	Durasi (Hari)	Biaya Langsung (Rp)
	115	5.828.347.011,84
Aspal Keras AC-BC	113,63	5.828.348.968,84
Aspal Keras AC-WC Lev	111,92	5.828.351.440,84
Aspal Keras AC-WC	111,01	5.828.352.776,84
Pasangan batu dengan mortar	109,42	5.828.430.981,84
Marka Jalan Termoplastik	107,83	5.828.867.615,84
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran	106,58	5.829.583.557,84
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	105,78	5.830.976.460,84
Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan	104,98	5.832.470.656,84
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Patching	104,52	5.835.393.949,84
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Pelebaran	102,58	5.849.440.995,84
Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	100,19	5.877.051.521,84
Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi halus/kasar)	98,6	5.899.689.959,84

Tabel 5.14 Perhitungan Biaya Tidak Langsung Jam Lembur Untuk 1 Jam

Pekerjaan	Durasi (Hari)	Biaya Tidak Langsung (Rp)
	115	242.847.792,16
Aspal Keras AC-BC	113,63	239.954.735,85
Aspal Keras AC-WC Lev	111,92	236.343.694,77
Aspal Keras AC-WC	111,01	234.422.029,63
Pasangan batu dengan mortar	109,42	231.064.394,94
Marka Jalan Termoplastik	107,83	227.706.760,25
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran	106,58	225.067.110,33
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	105,78	223.377.734,39
Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan	104,98	221.688.358,44
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Patching	104,52	220.716.967,27
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Pelebaran	102,58	216.620.230,61
Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	100,19	211.573.219,97
Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi halus/kasar)	98,6	208.215.585,28

Tabel 5.15 Perhitungan Biaya Total Akibat Jam lembur Untuk 1 Jam

Pekerjaan	Durasi (Hari)	Total Biaya (Rp)
	115	6.071.194.804,00
Aspal Keras AC-BC	113,63	6.068.303.704,69
Aspal Keras AC-WC Lev	111,92	6.064.695.135,61
Aspal Keras AC-WC	111,01	6.062.774.806,47
Pasangan batu dengan mortar	109,42	6.059.495.376,78
Marka Jalan Termoplastik	107,83	6.056.574.376,09
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran	106,58	6.054.650.668,17
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	105,78	6.054.354.195,23
Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan	104,98	6.054.159.015,28
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Patching	104,52	6.056.110.917,11
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Pelebaran	102,58	6.066.061.226,45
Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	100,19	6.088.624.741,81
Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi halus/kasar)	98,6	6.107.905.545,12

Tabel 5.16 Perhitungan Biaya Langsung Jam Lembur Untuk 2 Jam

Pekerjaan	Durasi (Hari)	Biaya Langsung (Rp)
	115	5.828.347.011,84
Aspal Keras AC-BC	112,77	5.828.031.634,84
Aspal Keras AC-WC Lev	109,98	5.828.038.830,84
Aspal Keras AC-WC	108,49	5.828.042.747,84
Pasangan batu dengan mortar	105,89	5.828.375.408,84
Marka Jalan Termoplastik	103,29	5.829.646.252,84
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran	101,24	5.831.725.089,84
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	99,94	5.835.780.049,84
Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan	98,64	5.840.111.481,84
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Pelebaran	95,48	5.880.983.604,84
Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	91,57	5.961.270.473,84
Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi halus/kasar)	88,97	6.027.133.524,84
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Patching	88,23	6.090.554.206,84

Tabel 5.17 Perhitungan Biaya Tidak Langsung Jam Lembur Untuk 2 Jam

Pekerjaan	Durasi (Hari)	Biaya Tidak Langsung (Rp)
	115	242.847.792,16
Aspal Keras AC-BC	112,77	238.138.656,71
Aspal Keras AC-WC Lev	109,98	232.246.958,10
Aspal Keras AC-WC	108,49	229.100.495,40
Pasangan batu dengan mortar	105,89	223.610.023,58
Marka Jalan Termoplastik	103,29	218.119.551,76
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran	101,24	213.790.525,90
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	99,94	211.045.289,99
Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan	98,64	208.300.054,08
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Pelebaran	95,48	201.627.019,09
Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	91,57	193.370.194,16
Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi halus/kasar)	88,97	187.879.722,33
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Patching	88,23	186.317.049,59

Tabel 5.18 Perhitungan Biaya Total Akibat Jam lembur Untuk 2 Jam

Pekerjaan	Durasi (Hari)	Biaya Total (Rp)
	115	6.071.194.804,00
Aspal Keras AC-BC	112,77	6.066.170.291,55
Aspal Keras AC-WC Lev	109,98	6.060.285.788,94
Aspal Keras AC-WC	108,49	6.057.143.243,24
Pasangan batu dengan mortar	105,89	6.051.985.432,42
Marka Jalan Termoplastik	103,29	6.047.765.804,60
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran	101,24	6.045.515.615,74
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	99,94	6.046.825.339,83
Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan	98,64	6.048.411.535,92
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Pelebaran	95,48	6.082.610.623,93
Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	91,57	6.154.640.668,00
Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi halus/kasar)	88,97	6.215.013.247,17
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Patching	88,23	6.276.871.256,43

Tabel 5.19 Perhitungan Biaya Langsung Jam Lembur Untuk 3 Jam

Pekerjaan	Durasi (Hari)	Biaya Langsung (Rp)
	115	5.828.347.011,84
Aspal Keras AC-BC	112,23	5.828.356.673,84
Aspal Keras AC-WC Lev	108,77	5.828.368.864,84
Aspal Keras AC-WC	106,92	5.828.375.460,84
Pasangan batu dengan mortar	103,69	5.828.976.056,84
Marka Jalan Termoplastik	100,46	5.831.125.392,84
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran	97,92	5.834.638.533,84
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	96,3	5.841.495.092,84
Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan	94,68	5.848.820.644,84
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Patching	93,76	5.863.216.882,84
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Pelebaran	89,84	5.932.346.364,84
Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	84,99	6.068.114.117,84
Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi halus/kasar)	81,76	6.179.449.548,84

Tabel 5.20 Perhitungan Biaya Tidak Langsung Jam Lembur Untuk 3 Jam

Pekerjaan	Durasi (Hari)	Biaya Tidak Langsung (Rp)
	115	242.847.792,16
Aspal Keras AC-BC	112,23	236.998.327,95
Aspal Keras AC-WC Lev	108,77	229.691.776,98
Aspal Keras AC-WC	106,92	225.785.095,11
Pasangan batu dengan mortar	103,69	218.964.239,73
Marka Jalan Termoplastik	100,46	212.143.384,35
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran	97,92	206.779.615,72
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	96,3	203.358.629,43
Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan	94,68	199.937.643,15
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Patching	93,76	197.994.860,81
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Pelebaran	89,84	189.716.918,68
Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	84,99	179.475.077,01
Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi halus/kasar)	81,76	172.654.221,63

Tabel 5.21 Perhitungan Biaya Total Akibat Jam lembur Untuk 3 Jam

Pekerjaan	Durasi (Hari)	Total Biaya (Rp)
	115	6.071.194.804,00
Aspal Keras AC-BC	112,23	6.065.355.001,79
Aspal Keras AC-WC Lev	108,77	6.058.060.641,82
Aspal Keras AC-WC	106,92	6.054.160.555,95
Pasangan batu dengan mortar	103,69	6.047.940.296,57
Marka Jalan Termoplastik	100,46	6.043.268.777,19
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran	97,92	6.041.418.149,56
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	96,3	6.044.853.722,27
Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan	94,68	6.048.758.287,99
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Patching	93,76	6.061.211.743,65
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Pelebaran	89,84	6.122.063.283,52
Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	84,99	6.247.589.194,85
Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi halus/kasar)	81,76	6.352.103.770,47

Berdasarkan Tabel 5.15, 5.18, dan 5.21 dapat kita analisis untuk mengetahui total biaya optimum dengan waktu atau durasi optimum proyek dengan cara sebagai berikut :

Untuk lembur 1 jam :

1. Efisiensi waktu proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan Aspal keras AC-BC :

$$Et = \left(\frac{115 - 113,63}{115} \right) \times 100 = 1,19 \%$$

2. Efisiensi biaya proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan Aspal Keras AC-BC :

$$Ec = \left(\frac{\text{Rp.6.071.194.804,00} - \text{Rp.6.068.298.322,69}}{\text{Rp.6.071.194.804,00}} \right) \times 100\% = 0,05\%$$

Untuk lembur 2 jam :

1. Efisiensi waktu proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan Aspal Keras AC-BC :

$$Et = \left(\frac{115 - 112,77}{115} \right) \times 100 = 1,94\%$$

2. Efisiensi biaya proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan Aspal Keras AC-BC :

$$Ec = \left(\frac{\text{Rp.6.071.194.804,00} - \text{Rp.6.066.488.398,05}}{\text{Rp.6.071.194.804,00}} \right) \times 100 = 0,08\%$$

Untuk lembur 3 jam :

1. Efisiensi waktu proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan Aspal Keras AC-BC :

$$Et = \left(\frac{115 - 112,23}{115} \right) \times 100 = 2,41\%$$

2. Efisiensi biaya proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan Aspal Keras AC-BC :

$$Ec = \left(\frac{\text{Rp.6.071.194.804,00} - \text{Rp.6.065.346.260,29}}{\text{Rp.6.071.194.804,00}} \right) \times 100\% = 0,10\%$$

Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya seluruhnya dapat dilihat pada Tabel 5.22, Tabel 5.23, dan Tabel 5.24

Tabel 5.22 Efisiensi waktu dan biaya untuk Lembur 1 Jam

Durasi (Hari)	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
115	0	0
113,63	1,19	0,05
111,92	2,68	0,11
111,01	3,47	0,14
109,42	4,85	0,19
107,83	6,23	0,24
106,58	7,32	0,27
105,78	8,02	0,28
104,98	8,71	0,28
104,52	9,11	0,25
102,58	10,80	0,08
100,19	12,88	-0,29
98,6	14,26	-0,60

Tabel 5.23 Efisiensi waktu dan biaya untuk Lembur 2 Jam

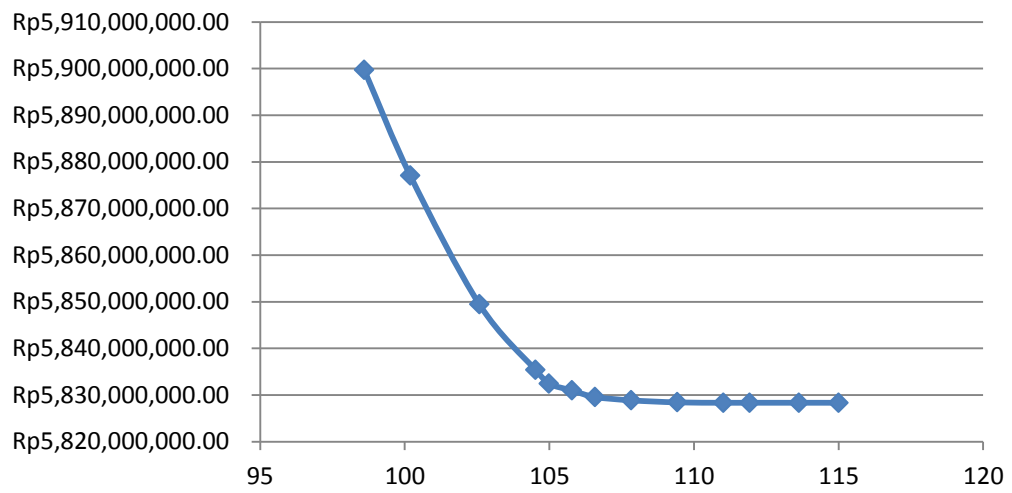
Durasi (Hari)	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
115	0	0
112,77	1,94	0,08
109,98	4,37	0,10
108,49	5,66	0,05
105,89	7,92	0,09
103,29	10,18	0,07
101,24	11,97	0,04
99,94	13,10	-0,02
98,64	14,23	-0,03
95,48	16,97	-0,57
91,57	20,37	-1,18
88,97	22,63	-0,98
88,23	23,28	-1,00

Tabel 5.24 Efisiensi waktu dan biaya untuk Lembur 3 Jam

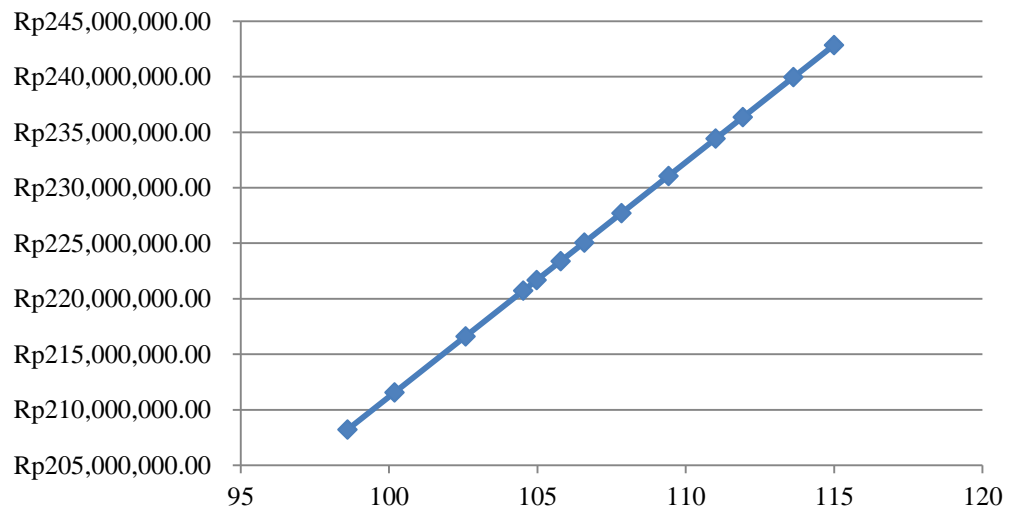
Durasi (Hari)	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
115	0	0
112,23	2,41	0,10
108,77	5,42	0,22
106,92	7,03	0,28
103,69	9,83	0,38
100,46	12,64	0,46
97,92	14,85	0,49
96,3	16,26	0,43
94,68	17,67	0,37
93,76	18,47	0,16
89,84	21,88	-0,84
84,99	26,10	-2,91
81,76	28,90	-4,63

Dari tabel 5.22, 5.23, dan 5.24 dapat disimpulkan bahwa biaya optimal dan durasi optimal adalah pada durasi proyek untuk 1 jam lembur 104,98 hari dengan pengurangan durasi sebesar 10,02 hari dengan efisiensi waktu 8,71% dan efisiensi biaya 0,28%, untuk 2 jam lembur 101,24 hari dengan pengurangan durasi sebesar 13,76 hari dengan efisiensi waktu 11,27% dan efisiensi biaya 0,42%, untuk 3 jam lembur 97,92 hari dengan pengurangan durasi sebesar 17,08 hari dengan efisiensi waktu 14,85% dan efisiensi biaya 0,49%.

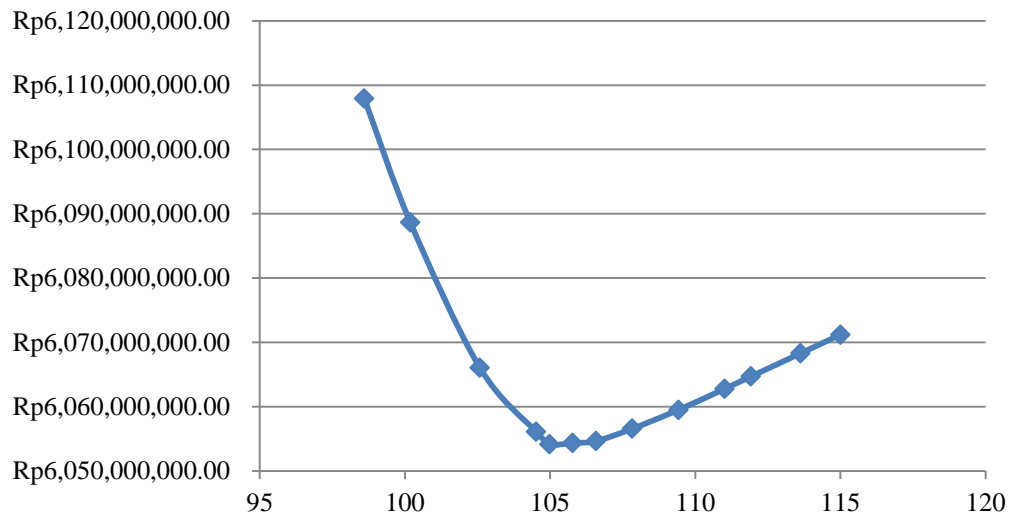
Data hasil analisis pengaruh dari biaya langsung dan biaya tidak langsung terhadap penambahan jam lembur diatas dapat disajikan dalam bentuk grafik, dapat dilihat pada Gambar 5.2, Gambar 5.3 dan Gambar 5.4



Gambar 5.2 Grafik biaya langsung akibat 1 jam lembur

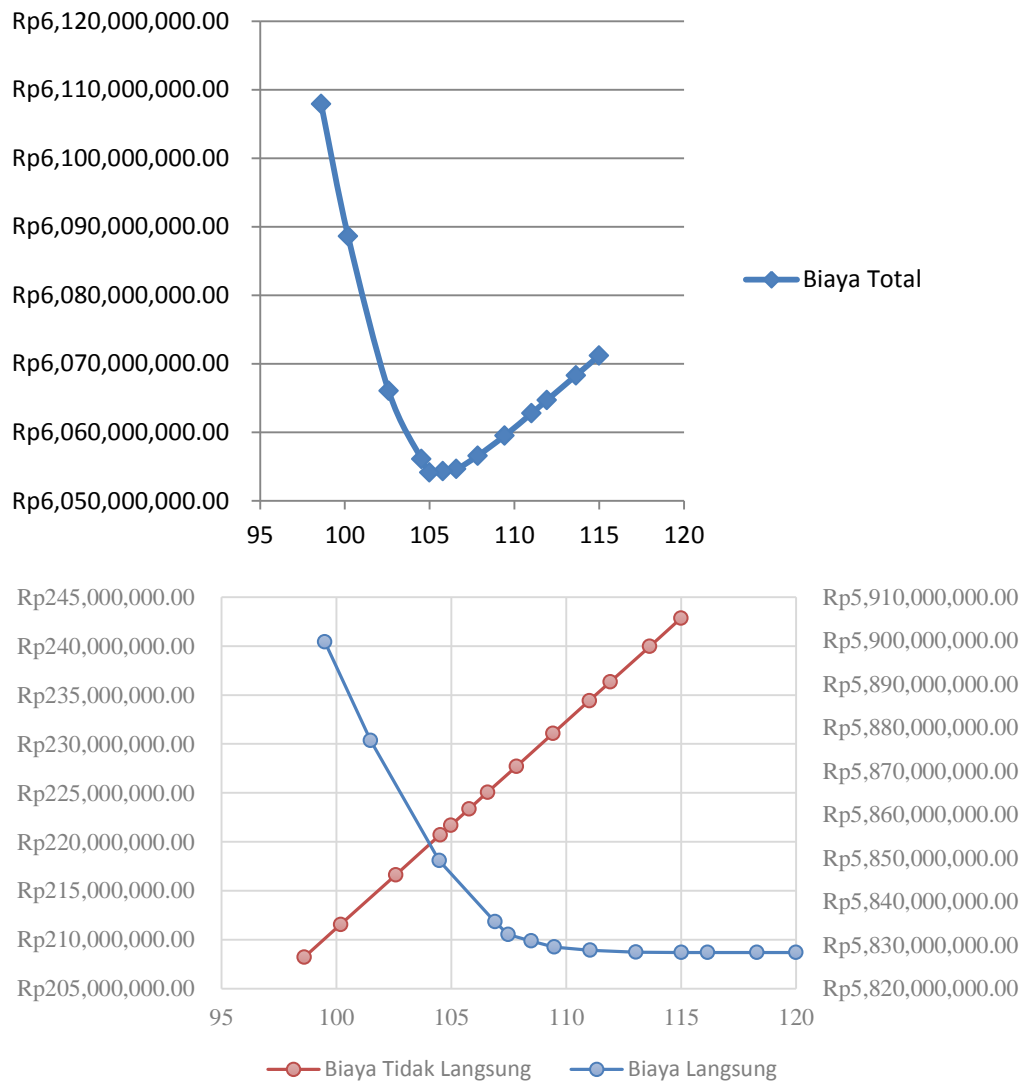


Gambar 5.3 Grafik biaya tidak langsung akibat 1 jam lembur

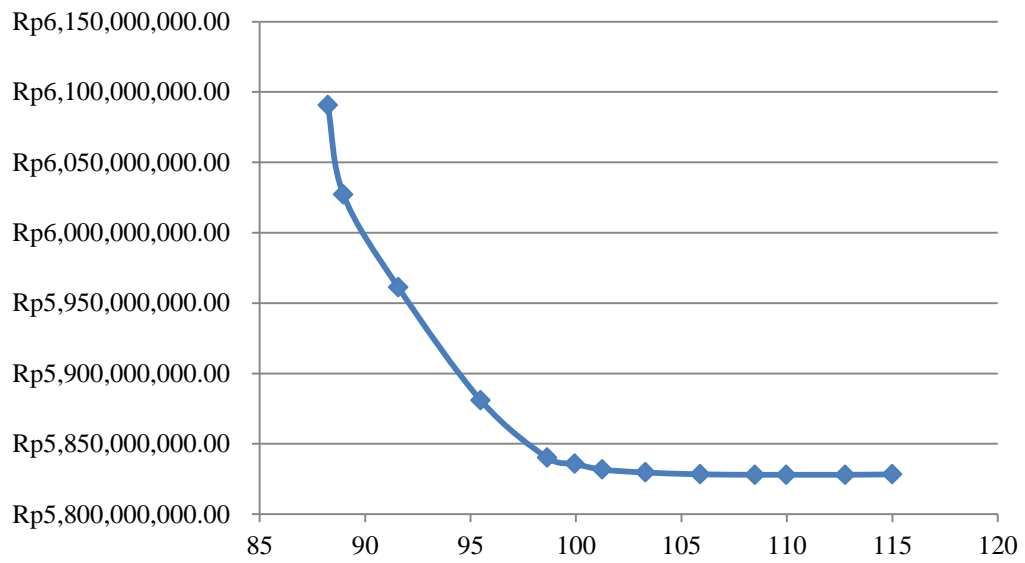


Gambar 5.4 Grafik biaya total akibat 1 jam lembur

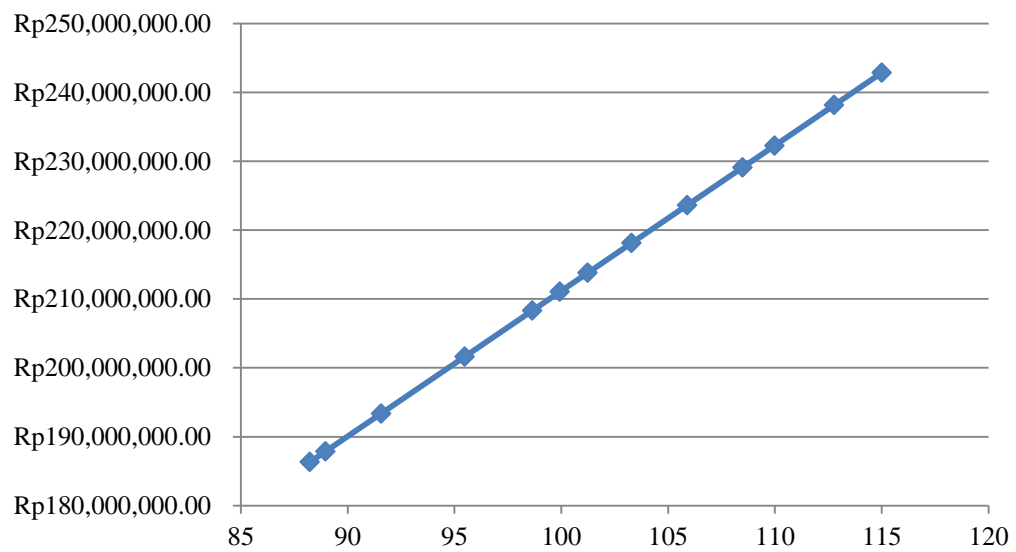
Dari grafik 5.4 dapat diketahui nilai optimal pada penambahan 1 jam lembur terdapat di durasi ke 104,98 dengan total biaya Rp.6.054.159.015,28



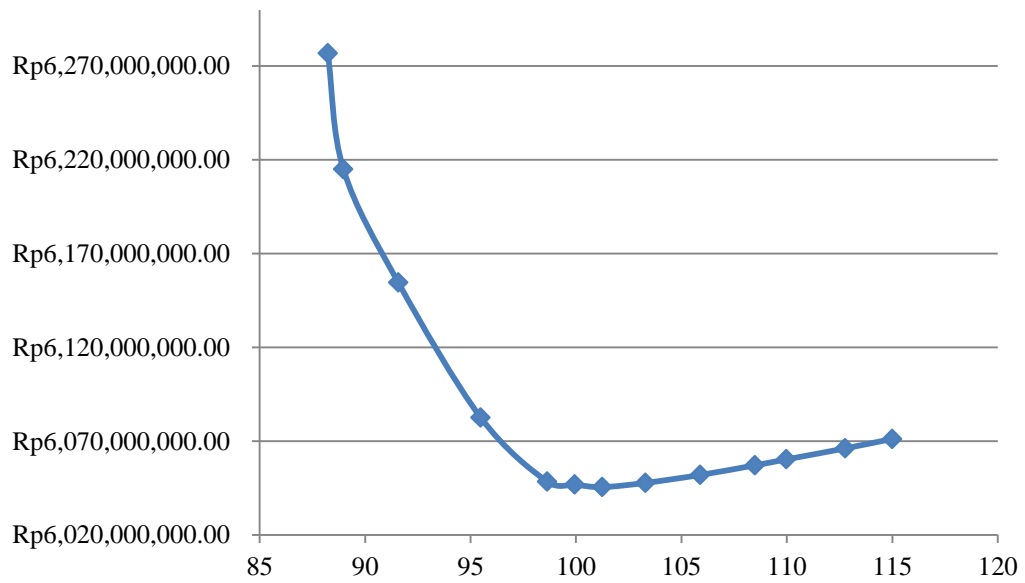
Gambar 5.5 Grafik biaya total, grafik biaya langsung dan grafik biaya tidak langsung akibat 1 jam lembur



Gambar 5.6 Grafik biaya langsung akibat 2 jam lembur

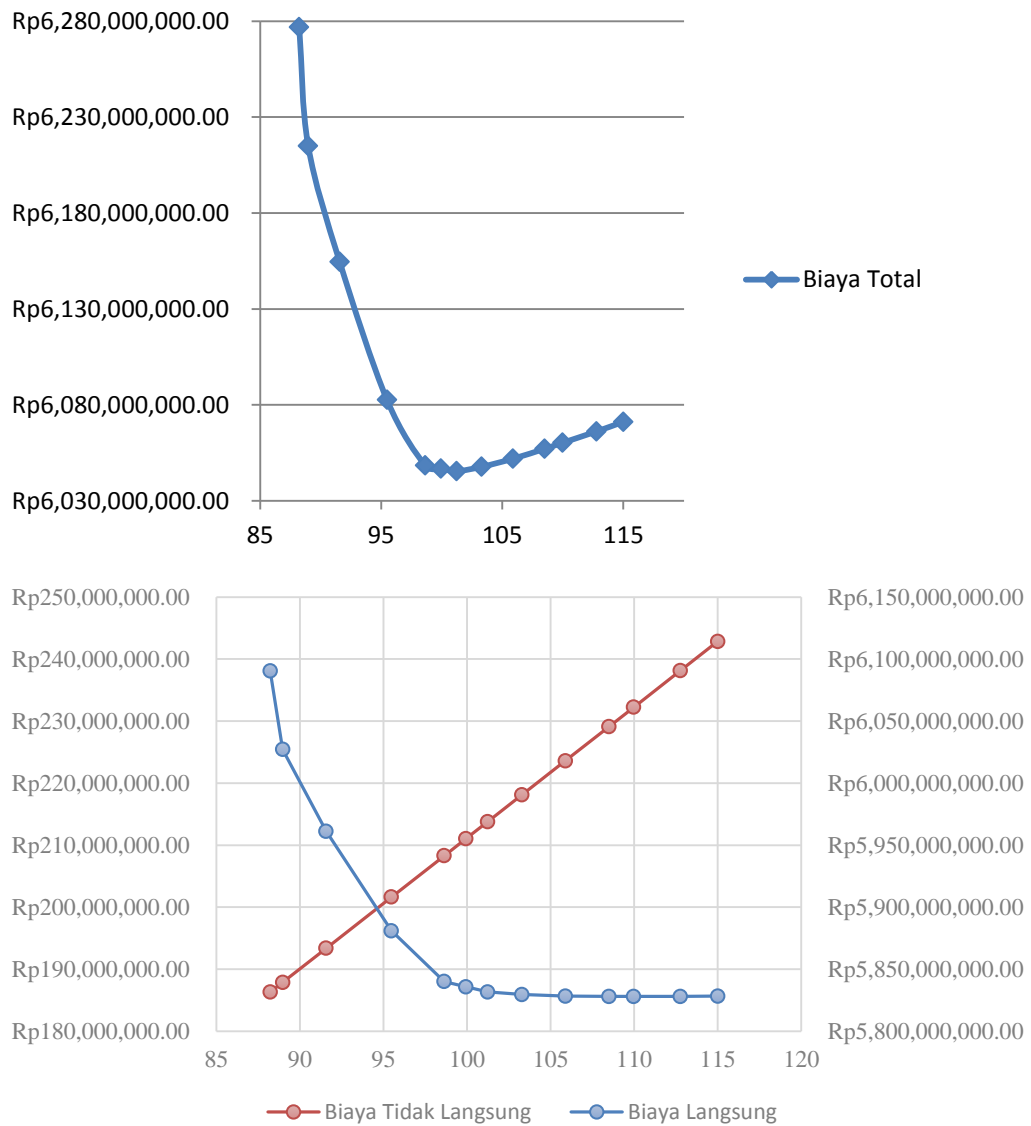


Gambar 5.7 Grafik biaya tidak langsung akibat 2 jam lembur

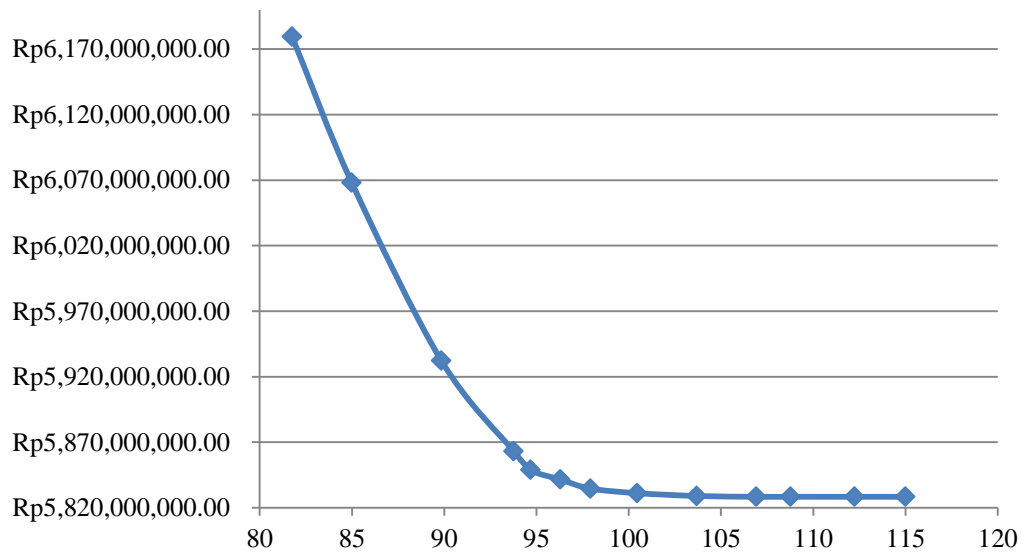


Gambar 5.8 Grafik biaya total akibat 2 jam lembur

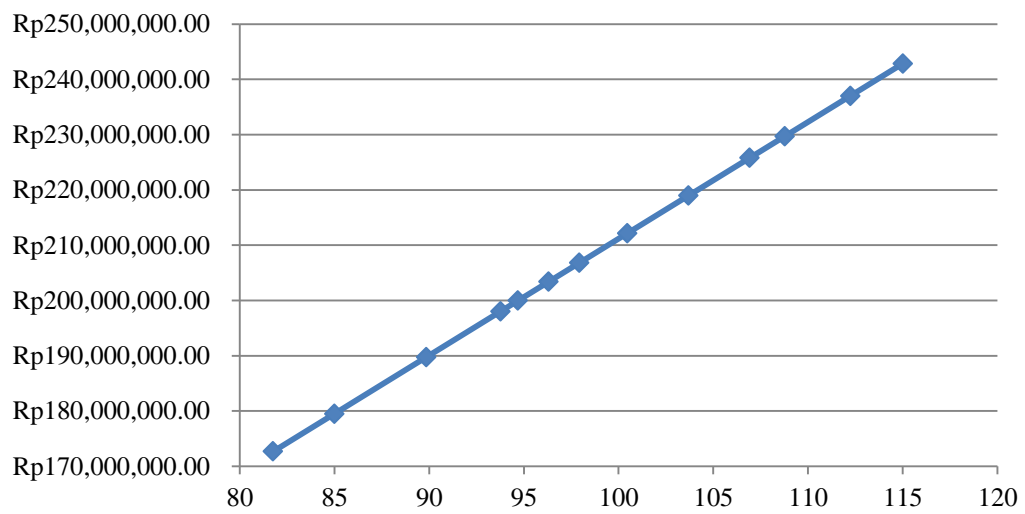
Dari grafik 5.8 dapat diketahui nilai optimal pada penambahan 2 jam lembur terdapat di durasi ke 101,24 dengan total biaya Rp.6.045.515.615,74.



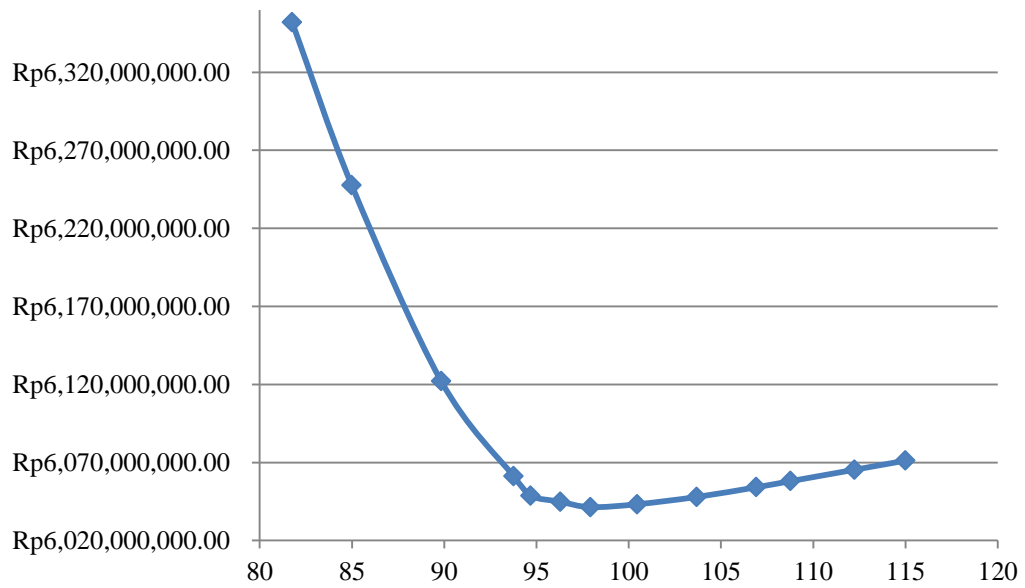
Gambar 5.9 Grafik biaya total, grafik biaya langsung dan grafik biaya tidak langsung akibat 2 jam lembur



Gambar 5.10 Grafik biaya langsung akibat 3 jam lembur

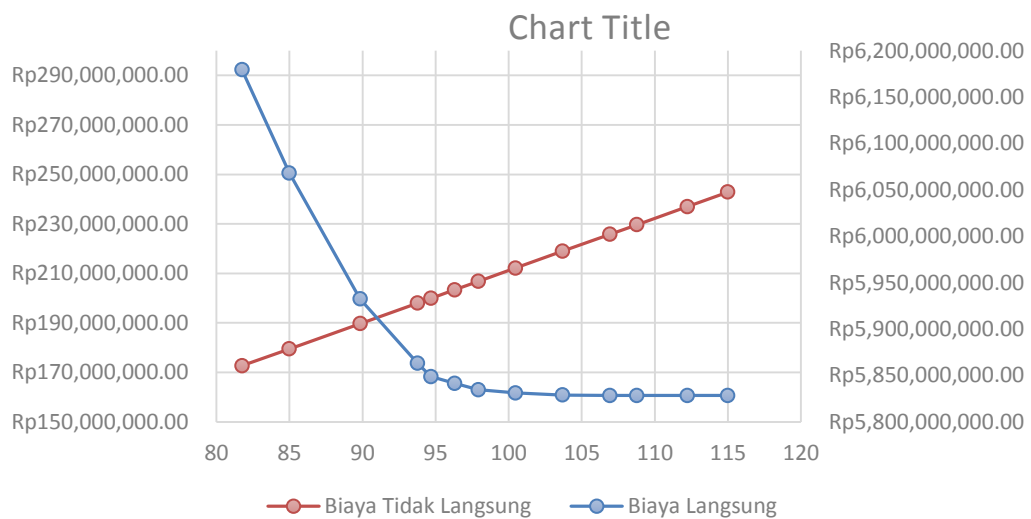
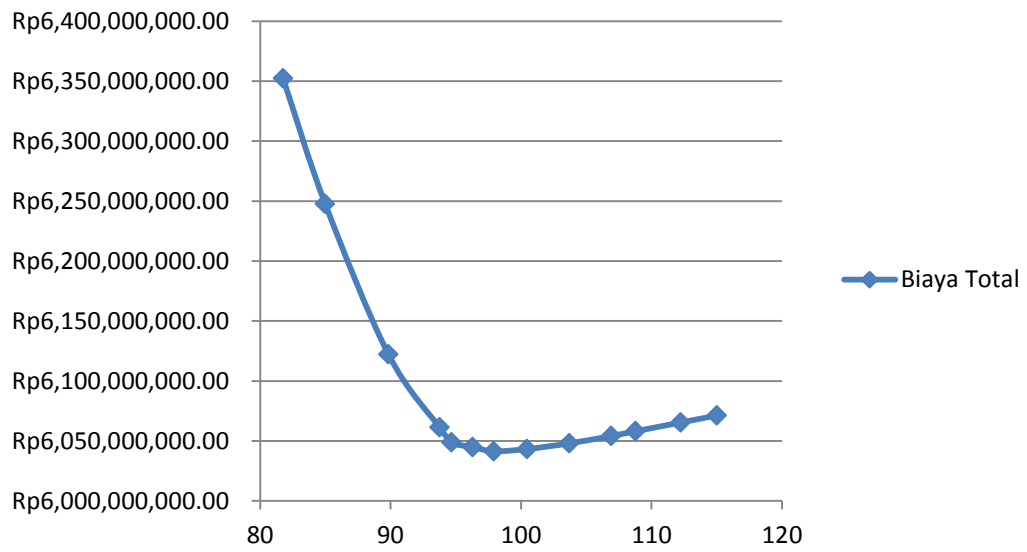


Gambar 5.11 Grafik biaya tidak langsung akibat 3 jam lembur



Gambar 5.12 Grafik biaya total akibat 3 jam lembur

Dari grafik diatas dapat diketahui nilai optimal pada penambahan 3 jam lembur terdapat di durasi ke 97,92 dengan total biaya Rp.6.041.418.149,56.



Gambar 5.13 Grafik biaya total, grafik biaya langsung dan grafik biaya tidak langsung akibat 3 jam lembur

Dari gambar grafik 5.4, 5.8, dan 5.12 dapat kita ketahui biaya optimal dari setiap penambahan jam lembur yang terdapat pada :

Tabel 5.25 Durasi dan Biaya Optimal

No	Lembur (jam)	Durasi Optimal	Biaya
1	1	104,98	Rp.6.056.110.917,11
2	2	101,24	Rp.6.045.515.615,74
3	3	97,92	Rp.6.041.418.149,56

Dari perbandingan biaya total diatas dapat kita ketahui bahwa biaya termurah terdapat pada penambahan lembur 3 jam dengan durasi percepatan 97,92 hari dan dengan biaya total Rp.6.041.418.149,56

5.4.2 Kebutuhan Alat

Kebutuhan alat dihitung dari koefisien, volume pekerjaan, dan durasi dari masing-masing kegiatan berdasarkan apa yang tercantum dalam RAB dari kontraktor. Contoh perhitungan kebutuhan alat dari masing-masing divisi adalah sebagai berikut:

1. Divisi II Drainase

Pekerjaan Galian Untuk Selokan dan Saluran Air

Volume : 441 m³

Durasi : 7 Hari

Jam Kerja Per Hari : 7 jam

Kebutuhan Excavator = $\frac{(Koefisien\ alat\ x\ volume)}{(Durasi\ x\ jam\ kerja)}$

$$= \frac{(0,056 \times 441)}{7 \times 7}$$

$$= 0,5\ unit/jam$$

Kebutuhan Dump Truck = $\frac{(0,111 \times 441)}{7 \times 7}$

$$= 1\ unit/jam$$

Kebutuhan Alat Bantu = $\frac{(1,00 \times 441)}{7 \times 7}$

$$= 9\ unit/jam$$

2. Divisi III Pekerjaan Tanah

Pekerjaan Galian Biasa Untuk Bahu Jalan

Volume : 435,00 m³

Durasi : 3 Hari

Jam Kerja Per Hari : 7 Jam

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Excavator} &= \frac{(\text{Koefesien alat} \times \text{volume})}{(\text{Durasi} \times \text{jam kerja})} \\ &= \frac{(0,059 \times 435)}{3 \times 7} \end{aligned}$$

$$= 1,23 \text{ unit/jam}$$

$$\text{Kebutuhan Dump Truck} = \frac{(0,195 \times 435)}{3 \times 7}$$

$$= 4,05 \text{ unit/jam}$$

$$\text{Kebutuhan Alat Bantu} = \frac{(1 \times 435)}{3 \times 7}$$

$$= 20,71 \text{ unit/jam}$$

3. Divisi IV Pelebaran dan Perkerasan Bahu Jalan

Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan

Volume : 233 m³

Durasi : 7 Hari

Jam Kerja Per Hari : 7 Jam

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Wheel Loader} &= \frac{(\text{Koefesien alat} \times \text{volume})}{(\text{Durasi} \times \text{jam kerja})} \\ &= \frac{(0,032 \times 233)}{7 \times 7} \end{aligned}$$

$$= 0,15 \text{ unit/jam}$$

$$\text{Kebutuhan Dump Truck} = \frac{(0,264 \times 233)}{7 \times 7}$$

$$= 1,25 \text{ unit/jam}$$

$$\text{Kebutuhan Vibratory Roller} = \frac{(0,015 \times 233)}{7 \times 7}$$

$$= 0,07 \text{ unit/jam}$$

$$\text{Kebutuhan Alat Bantu} = \frac{(1,00 \times 233)}{7 \times 7}$$

$$= 4,76 \text{ unit/jam}$$

4. Divisi V Perkerasan Berbutir

Pekerjaan Lapis Pondasi Kelas A Untuk Pelebaran

Volume : 1,392,00 m³

Durasi : 17 Hari

Jam Kerja Per Hari : 7 Jam

$$\text{Kebutuhan Wheel Loader} = \frac{(\text{Koefesien alat} \times \text{volume})}{(\text{Durasi} \times \text{jam kerja})}$$

$$= \frac{(0,026 \times 1.392)}{17 \times 7}$$

$$= 0,3 \text{ unit/jam}$$

$$\text{Kebutuhan Dump Truck} = \frac{(0,255 \times 1.392)}{17 \times 7}$$

$$= 2,98 \text{ unit/jam}$$

$$\text{Kebutuhan Motor Grader} = \frac{(0,013 \times 1.392)}{17 \times 7}$$

$$= 0,15 \text{ unit/jam}$$

$$\text{Kebutuhan Vibratory Roller} = \frac{(0,015 \times 1.392)}{17 \times 7}$$

$$= 0,17 \text{ unit/jam}$$

$$\text{Kebutuhan Water Tank} = \frac{(0,045 \times 1.392)}{17 \times 7}$$

$$= 0,52 \text{ unit/jam}$$

$$\text{Kebutuhan Alat Bantu} = \frac{(1 \times 1.392)}{17 \times 7}$$

$$= 11,7 \text{ unit//jam}$$

5. Divisi VI Perkerasan Aspal

Pekerjaan Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran

Volume : 5.800 m³

Durasi : 11 Hari

Jam Kerja Per Hari : 7 Jam

$$\text{Kebutuhan Asphalt Sprayer} = \frac{(\text{Koefesien alat} \times \text{volume})}{(\text{Durasi} \times \text{jam kerja})}$$

$$= \frac{(0,004 \times 5.800)}{11 \times 7}$$

$$= 0,27 \text{ unit/jam}$$

$$\text{Kebutuhan Air Compressor} = \frac{(0,003 \times 5.800)}{11 \times 7}$$

$$= 0,19 \text{ unit/jam}$$

$$\text{Kebutuhan Dump Truck} = \frac{(0,004 \times 5.800)}{11 \times 7}$$

$$= 0,27 \text{ unit/jam}$$

6. Divisi VII Struktur

Pekerjaan Baja Tulangan U24 Polos

Volume : 2.400,00 m³

Durasi : 14 Hari

Jam Kerja Per Hari : 7 Jam

$$\text{Kebutuhan Alat Bantu} = \frac{(1 \times 2.400)}{14 \times 7}$$

$$= 24,49 \text{ unit/jam}$$

7. Divisi VIII Pengembalian Kondisi dan Pekerjaan Minor

Pekerjaan Marka Jalan Termoplastik

Volume : 826,50 m³

Durasi : 14 Hari

Jam Kerja Per Hari : 7 Jam

$$\text{Kebutuhan Road Marking Mechine} = \frac{(0,1 \times 826,5)}{14 \times 7}$$

$$= 0,84 \text{ unit/jam}$$

$$\text{Kebutuhan Alat Bantu} = \frac{(1 \times 2.400)}{14 \times 7}$$

$$= 8,43 \text{ unit/jam}$$

5.4.3. 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 Galian untuk selokan drainase dan saluran air di bawah ini :

Perhitungan penambahan tenaga kerja berdasarkan durasi normal :

Volume = 441 m³

Durasi normal = 7 hari

Kapasitas tenaga kerja per 1m³ adalah :

Pekerja : 0,333 Oj @ Rp.5.714,29

Mandor : 0,056 Oj @ Rp.6.428,57

Excavator : 0,056 Oj @ Rp.272.937,01

Dump Truck 4 m³ : 0,111 Oj @ Rp.208.600,00

Alat Bantu : 1,000 Oj @ Rp.1.000,00

Dengan :

Oj = Orang jam

Perhitungan jumlah tenaga kerja :

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

$$\text{Jumlah Pekerja} = \frac{(0,333 \times 441)}{7 \times 7}$$

= 3 orang/jam

Upah Pekerja = 3 × Rp.5.714,29

= Rp.17.142,86

$$\text{Jumlah Mandor} = \frac{(0,056 \times 441)}{7 \times 7}$$

= 0,5 orang/jam

Upah Mandor = 0,5 × Rp.6.428,57

= Rp.3.214,29

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Excavator} &= \frac{(0,056 \times 441)}{7 \times 7} \\
 &= 0,5 \text{ unit/jam} \\
 \text{Biaya Excavator} &= 0,5 \times \text{Rp.272.937,01} \\
 &= \text{Rp.136.468,51} \\
 \text{Jumlah Dump Truck 4 m}^3 &= \frac{(0,111 \times 441)}{7 \times 7} \\
 &= 1,0 \text{ unit/jam} \\
 \text{Biaya Dump Truck 4 m}^3 &= 1,0 \times \text{Rp.208.600,00} \\
 &= \text{Rp.208.655,88} \\
 \text{Jumlah Alat Bantu} &= \frac{(1,000 \times 441)}{7 \times 7} \\
 &= 9,00 \text{ unit/jam} \\
 \text{Biaya Alat Bantu} &= 9,00 \times \text{Rp.1.000,00} \\
 &= \text{Rp.9.000,00}
 \end{aligned}$$

Jadi upah tenaga kerja dengan durasi normal (7 hari) adalah :

$$\begin{aligned}
 &(\text{Rp}17.142,86 + \text{Rp}3.214,29 + \text{Rp}136.468,51 + \text{Rp}.208.655,88 + \text{Rp}.9.000,00) \times (7 \times 7) \\
 &= \text{Rp}.18.349.594,74
 \end{aligned}$$

Perhitungan Penambahan tenaga kerja untuk pekerjaan Galian untuk selokan drainase dan saluran air dengan menggunakan durasi percepatan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 441 \text{ m}^3 \\
 \text{Durasi normal} &= 7 \text{ hari} \\
 \text{Durasi } \textit{Crashing} &= 0,8 \text{ hari} \\
 \text{Durasi Percepatan} &= 6,2 \text{ hari} \\
 \text{Kapasitas tenaga kerja per } 1\text{m}^3 &\text{ adalah} \\
 \text{Pekerja} &= 0,333 \text{ Oj @ Rp.5.714,29} \\
 \text{Mandor} &= 0,056 \text{ Oj @ Rp.6.428,57} \\
 \text{Excavator} &= 0,056 \text{ Oj @ Rp.272.937,01} \\
 \text{Dump Truck 4 m}^3 &= 0,111 \text{ Oj @ Rp.208.600,00} \\
 \text{Alat Bantu} &= 1,000 \text{ Oj @ Rp.1.000,00}
 \end{aligned}$$

Dengan :

Oj = Orang jam

Perhitungan jumlah tenaga kerja :

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

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Pekerja} &= \frac{(0,333 \times 441)}{6,2 \times 7} \\ &= 3,39 \text{ orang/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah Pekerja} &= 3,39 \times \text{Rp.5.714,29} \\ &= \text{Rp.19.371,43} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Mandor} &= \frac{(0,056 \times 441)}{6,2 \times 7} \\ &= 0,57 \text{ orang/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah Mandor} &= 0,57 \times \text{Rp.6.428,57} \\ &= \text{Rp.3.664,29} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Excavator} &= \frac{(0,056 \times 441)}{6,2 \times 7} \\ &= 0,57 \text{ unit/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Excavator} &= 0,57 \times \text{Rp.272.937,01} \\ &= \text{Rp.155.574,10} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Dump Truck} &= \frac{(0,111 \times 441)}{6,2 \times 7} \\ &= 1,13 \text{ unit/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Dump Truck} &= 1,13 \times \text{Rp.208.600,00} \\ &= \text{Rp.235.718,00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Alat Bantu} &= \frac{(1,000 \times 441)}{6,2 \times 7} \\ &= 10,17 \text{ unit/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Alat Bantu} &= 10,17 \times \text{Rp.1.000,00} \\ &= \text{Rp.10.170,00} \end{aligned}$$

Jadi upah tenaga kerja dengan durasi percepatan (6,2 hari) adalah :

$$\begin{aligned} &(\text{Rp}19.371,43 + \text{Rp}3.664,29 + \text{Rp}155.574,10 + \text{Rp}235.718,00 + \text{Rp}10.170,00) \times 7 \times 7 \\ &= \text{Rp.18.423.205,07} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih Biaya} &= \text{Biaya Percepatan} - \text{Biaya Normal} \\ &= \text{Rp.18.349.594,74} - \text{Rp.18.423.205,07} \\ &= \text{Rp.73.610,33} \end{aligned}$$

Untuk selanjutnya, perhitungan selisih biaya pekerjaan disajikan dalam Tabel 5.26, Tabel 5.27, dan Tabel 5.28.

Tabel 5.26 Selisih Biaya Pekerjaan Akibat Penambahan Tenaga Kerja 1

Kode	Normal		Crashing (Hari)	Percepatan		Selisih Biaya (Rp)
	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)		Durasi (Hari)	Biaya (Rp)	
AKBC	12	30.000,00	1,37	10,63	26.575,00	(3.425,00)
AKWCL	15	37.500,00	1,71	13,29	33.225,00	(4.275,00)
AKWC	8	20.000,00	0,91	7,09	17.725,00	(2.275,00)
PB	14	1.069.705,84	1,59	12,41	1.073.570,98	3.865,14
MJT	14	5.781.076,60	1,59	12,41	5.767.759,11	(13.317,49)
LRP	11	9.452.410,75	1,25	9,75	9.636.061,38	183.650,63
GS	7	18.349.594,74	0,8	6,2	18.423.205,07	73.610,33
LPS	7	19.947.790,89	0,8	6,2	19.772.138,63	(175.652,25)
LPBP	4	38.771.857,44	0,46	3,54	38.763.580,29	(8.277,15)
LPB	17	186.151.596,71	1,94	15,06	186.130.057,89	(21.538,82)
LLAP	21	368.754.761,16	2,39	18,61	367.613.924,17	(1.140.836,99)
LLA	14	300.869.598,09	1,59	12,41	300.602.071,41	(267.526,67)

Tabel 5.27 Selisih Biaya Pekerjaan Akibat Penambahan Tenaga Kerja 2

Kode	Normal		Crashing (Hari)	Percepatan		Selisih Biaya (Rp)
	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)		Durasi (Hari)	Biaya (Rp)	
AKBC	12	30.000,00	2,23	9,77	32.729,50	2.729,50
AKWCL	15	37.500,00	2,79	12,21	40.903,50	3.403,50
AKWC	8	20.000,00	1,49	6,51	21.808,50	1.808,50
PB	14	1.069.705,84	2,6	11,4	1.060.875,34	(8.830,50)
MJT	14	5.781.076,60	2,6	11,4	5.768.966,03	(12.110,56)
LRP	11	9.452.410,75	2,05	8,95	9.682.948,17	230.537,41
GS	7	18.349.594,74	1,3	5,7	18.431.022,07	81.427,33
LPS	7	19.947.790,89	1,3	5,7	19.671.968,63	(275.822,26)
LPB	17	186.151.596,71	3,16	13,84	185.656.915,85	(494.680,86)
LLAP	21	368.754.761,16	3,91	17,09	371.120.703,34	2.365.942,18
LLA	14	300.869.598,09	2,6	11,4	300.284.588,20	(585.009,89)
LPBP	4	38.771.857,44	0,74	3,26	38.701.195,68	(70.661,76)

Tabel 5.28 Selisih Biaya Pekerjaan Akibat Penambahan Tenaga Kerja 3

Kode	Normal		Crashing (Hari)	Percepatan		Selisih Biaya (Rp)
	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)		Durasi (Hari)	Biaya (Rp)	
AKBC	12	30.000,00	2,77	9,23	30.920,50	920,50
AKWCL	15	37.500,00	3,46	11,54	38.659,00	1.159,00
AKWC	8	20.000,00	1,85	6,15	20.602,50	602,50
PB	14	1.069.705,84	3,23	10,77	1.063.642,29	(6.063,55)
MJT	14	5.781.076,60	3,23	10,77	3.016.677,00	(2.764.399,60)
LRP	11	9.452.410,75	2,54	8,46	9.466.045,50	13.634,75
GS	7	18.349.594,74	1,62	5,38	18.517.804,02	168.209,29
LPS	7	19.947.790,89	1,62	5,38	19.783.177,37	(164.613,51)
LPBP	4	38.771.857,44	0,92	3,08	38.630.132,17	(141.725,27)
LPB	17	186.151.596,71	3,92	13,08	185.876.666,65	(274.930,07)
LLAP	21	368.754.761,16	4,85	16,15	365.013.021,74	(3.741.739,42)
LLA	14	300.869.598,09	3,23	10,77	299.311.638,61	(1.557.959,48)

Berdasarkan perhitungan Tabel 5.26, 5.27, dan 5.28 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 :

$$\begin{aligned} \text{Biaya langsung} &= \text{Rp.5.828.347.011,84} + (- \text{Rp.3.425,00}) \\ &= \text{Rp.5.828.343.586,84} \end{aligned}$$

Selanjutnya untuk pengaruh biaya langsung dan biaya tidak langsung dapat dilihat pada Tabel 5.29 sampai dengan Tabel 5.34.

Tabel 5.29 Perhitungan Biaya Langsung Akibat Penambahan Tenaga Kerja 1

Pekerjaan	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)
		115
Aspal Keras AC-BC	113,63	5.828.343.586,84
Aspal Keras AC-WC Lev	111,92	5.828.339.311,84
Aspal Keras AC-WC	111,01	5.828.337.036,84
Pasangan batu dengan mortar	109,42	5.828.340.901,98
Marka Jalan Termoplastik	107,83	5.828.327.584,50
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran	106,58	5.828.511.235,13
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	105,78	5.828.584.845,46
Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan	104,98	5.828.409.193,21
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Patching	104,52	5.828.400.916,06

Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Pelebaran	102,58	5.828.379.377,24
Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	100,19	5.827.238.540,24
Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi halus/kasar)	98,6	5.826.971.013,57

Tabel 5.30 Perhitungan Biaya Langsung Akibat Penambahan Tenaga Kerja 2

Pekerjaan	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)
		115
Aspal Keras AC-BC	112,77	5.828.349.741,34
Aspal Keras AC-WC Lev	109,98	5.828.353.144,84
Aspal Keras AC-WC	108,49	5.828.354.953,34
Pasangan batu dengan mortar	105,89	5.828.346.122,84
Marka Jalan Termoplastik	103,29	5.828.334.012,27
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran	101,24	5.828.564.549,69
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	99,94	5.828.645.977,02
Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan	98,64	5.828.370.154,77
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Pelebaran	95,48	5.827.875.473,91
Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	91,57	5.830.241.416,09
Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi halus/kasar)	88,97	5.829.656.406,20
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Patching	88,23	5.829.585.744,43

Tabel 5.31 Perhitungan Biaya Langsung Akibat Penambahan Tenaga Kerja 3

Pekerjaan	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)
		115
Aspal Keras AC-BC	112,23	5.828.347.932,34
Aspal Keras AC-WC Lev	108,77	5.828.349.091,34
Aspal Keras AC-WC	106,92	5.828.349.693,84
Pasangan batu dengan mortar	103,69	5.828.343.630,29
Marka Jalan Termoplastik	100,46	5.825.579.230,70
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran	97,92	5.825.592.865,45
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	96,3	5.825.761.074,73
Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan	94,68	5.825.596.461,22
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Patching	93,76	5.825.454.735,95
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Pelebaran	89,84	5.825.179.805,88
Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	84,99	5.821.438.066,46
Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi halus/kasar)	81,76	5.819.880.106,98

Tabel 5.32 Perhitungan Biaya Tidak Langsung Akibat Penambahan Tenaga Kerja 1

Pekerjaan	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)
		115
Aspal Keras AC-BC	113,63	239.954.735,85
Aspal Keras AC-WC Lev	111,92	236.343.694,77
Aspal Keras AC-WC	111,01	234.422.029,63
Pasangan batu dengan mortar	109,42	231.064.394,94
Marka Jalan Termoplastik	107,83	227.706.760,25
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran	106,58	225.067.110,33
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	105,78	223.377.734,39
Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan	104,98	221.688.358,44
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Patching	104,52	220.716.967,27
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Pelebaran	102,58	216.620.230,61
Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	100,19	211.573.219,97
Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi halus/kasar)	98,6	208.215.585,28

Tabel 5.33 Perhitungan Biaya Tidak Langsung Akibat Penambahan Tenaga Kerja 2

Pekerjaan	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)
		115
Aspal Keras AC-BC	112,77	238.138.656,71
Aspal Keras AC-WC Lev	109,98	232.246.958,10
Aspal Keras AC-WC	108,49	229.100.495,40
Pasangan batu dengan mortar	105,89	223.610.023,58
Marka Jalan Termoplastik	103,29	218.119.551,76
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran	101,24	213.790.525,90
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	99,94	211.045.289,99
Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan	98,64	208.300.054,08
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Pelebaran	95,48	201.627.019,09
Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	91,57	193.370.194,16
Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi halus/kasar)	88,97	187.879.722,33
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Patching	88,23	186.317.049,59

Tabel 5.34 Perhitungan Biaya Tidak Langsung Akibat Penambahan Tenaga Kerja 3

Pekerjaan	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)
		115
Aspal Keras AC-BC	112,23	236.998.327,95
Aspal Keras AC-WC Lev	108,77	229.691.776,98
Aspal Keras AC-WC	106,92	225.785.095,11
Pasangan batu dengan mortar	103,69	218.964.239,73
Marka Jalan Termoplastik	100,46	212.143.384,35
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair Untuk Pelebaran	97,92	206.779.615,72
Galian untuk selokan drainase dan saluran air	96,3	203.358.629,43
Lapis Pondasi Agregat Kelas S Bahu Jalan	94,68	199.937.643,15
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Patching	93,76	197.994.860,81
Lapis Pondasi Agregat Kelas B Untuk Pelebaran	89,84	189.716.918,68
Laston Lapis Aus Perata (AC-WC(L))	84,99	179.475.077,01
Laston Lapis Antara (AC-BC) (gradasi halus/kasar)	81,76	172.654.221,63

Total biaya proyek adalah jumlah dari biaya langsung ditambah biaya tidak langsung. Keduanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek seperti ditunjukkan pada Tabel 5.35, Tabel 5.36, dan Tabel 5.37.

Tabel 5.35 Perhitungan Biaya Total Akibat Penambahan Tenaga Kerja 1

Durasi (Hari)	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Total (Rp)
115	Rp.242.847.792,16	Rp.5.828.347.011,84	Rp.6.071.194.804,00
113,63	Rp.239.954.735,85	Rp.5.828.343.586,84	Rp.6.068.298.322,69
111,92	Rp.236.343.694,77	Rp.5.828.339.311,84	Rp.6.064.683.006,61
111,01	Rp.234.422.029,63	Rp.5.828.337.036,84	Rp.6.062.759.066,47
109,42	Rp.231.064.394,94	Rp.5.828.340.901,98	Rp.6.059.405.296,92
107,83	Rp.227.706.760,25	Rp.5.828.327.584,50	Rp.6.056.034.344,74
106,58	Rp.225.067.110,33	Rp.5.828.511.235,13	Rp.6.053.578.345,46
105,78	Rp.223.377.734,39	Rp.5.828.584.845,46	Rp.6.051.962.579,85
104,98	Rp.221.688.358,44	Rp.5.828.309.717,08	Rp.6.049.998.075,53
104,52	Rp.220.716.967,27	Rp.5.828.301.439,94	Rp.6.049.018.407,21
102,58	Rp.216.620.230,61	Rp.5.828.279.901,11	Rp.6.044.900.131,72
100,19	Rp.211.573.219,97	Rp.5.827.139.064,12	Rp.6.038.712.284,09
98,6	Rp.208.215.585,28	Rp.5.826.871.537,45	Rp.6.035.087.122,72

Tabel 5.36 Perhitungan Biaya Total Akibat Penambahan Tenaga Kerja 2

Durasi (Hari)	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Total (Rp)
115	Rp.242.847.792,16	Rp.5.828.347.011,84	Rp.6.071.194.804,00
112,77	Rp.238.138.656,71	Rp.5.828.349.741,34	Rp.6.066.488.398,05
109,98	Rp.232.246.958,10	Rp.5.828.353.144,84	Rp.6.060.600.102,94
108,49	Rp.229.100.495,40	Rp.5.828.354.953,34	Rp.6.057.455.448,74
105,89	Rp.223.610.023,58	Rp.5.828.346.122,84	Rp.6.051.956.146,42
103,29	Rp.218.119.551,76	Rp.5.828.334.012,27	Rp.6.046.453.564,03
101,24	Rp.213.790.525,90	Rp.5.828.564.549,69	Rp.6.042.355.075,59
99,94	Rp.211.045.289,99	Rp.5.828.645.977,02	Rp.6.039.691.267,01
98,64	Rp.208.300.054,08	Rp.5.828.270.678,64	Rp.6.036.570.732,72
95,48	Rp.201.627.019,09	Rp.5.827.775.997,78	Rp.6.029.403.016,88
91,57	Rp.193.370.194,16	Rp.5.830.141.939,96	Rp.6.023.512.134,12
88,97	Rp.187.879.722,33	Rp.5.829.556.930,07	Rp.6.017.436.652,40
88,23	Rp.186.317.049,59	Rp.5.829.486.268,31	Rp.6.015.803.317,89

Tabel 5.37 Perhitungan Biaya Total Akibat Penambahan Tenaga Kerja 3

Durasi (Hari)	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
115	Rp.242.847.792,16	Rp.5.828.347.011,84	Rp.6.071.194.804,00
112,23	Rp.236.998.327,95	Rp.5.828.347.932,34	Rp.6.065.346.260,29
108,77	Rp.229.691.776,98	Rp.5.828.349.091,34	Rp.6.058.040.868,32
106,92	Rp.225.785.095,11	Rp.5.828.349.693,84	Rp.6.054.134.788,95
103,69	Rp.218.964.239,73	Rp.5.828.343.630,29	Rp.6.047.307.870,02
100,46	Rp.212.143.384,35	Rp.5.825.579.230,70	Rp.6.037.722.615,05
97,92	Rp.206.779.615,72	Rp.5.825.592.865,45	Rp.6.032.372.481,17
96,3	Rp.203.358.629,43	Rp.5.825.761.074,73	Rp.6.029.119.704,17
94,68	Rp.199.937.643,15	Rp.5.825.496.985,09	Rp.6.025.434.628,24
93,76	Rp.197.994.860,81	Rp.5.825.355.259,82	Rp.6.023.350.120,63
89,84	Rp.189.716.918,68	Rp.5.825.080.329,76	Rp.6.014.797.248,43
84,99	Rp.179.475.077,01	Rp.5.821.338.590,33	Rp.6.000.813.667,34
81,76	Rp.172.654.221,63	Rp.5.819.780.630,85	Rp.5.992.434.852,48

Dengan persentase efisiensi waktu dan biaya adalah sebagai berikut :

Untuk Tenaga Kerja 1 :

1. Efisiensi waktu proyek

$$\frac{115-113,63}{115} \times 100\% = 1,19\%$$

2. Efisiensi biaya proyek

$$\frac{\text{Rp.6.071.194.804,00} - \text{Rp.6.068.298.322,69}}{\text{Rp.6.071.194.804,00}} \times 100\% = 0,05\%$$

Untuk Tenaga Kerja 2 :

1. Efisiensi waktu proyek

$$\frac{115 - 112,77}{115} \times 100\% = 1,94\%$$

2. Efisiensi biaya proyek

$$\frac{\text{Rp.6.071.194.804,00} - \text{Rp.6.066.488.398,05}}{\text{Rp.6.071.194.804,00}} \times 100\% = 0,08\%$$

Untuk Tenaga Kerja 3 :

1. Efisiensi waktu proyek

$$\frac{115 - 112,23}{115} \times 100\% = 2,41\%$$

2. Efisiensi biaya proyek

$$\frac{\text{Rp.6.071.194.804,00} - \text{Rp.6.065.346.260,29}}{\text{Rp.6.071.194.804,00}} = 0,10\%$$

Hasil perhitungan efisiensi biaya dan waktu pada setiap durasi *crashing* yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 5.38, Tabel 5.39, dan Tabel 5.40.

Tabel 5.38 Efisiensi Biaya dan Waktu akibat penambahan Tenaga Kerja 1

Durasi (Hari)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
115	-	-
113,63	1,19	0,05
111,92	2,68	0,11
111,01	3,47	0,14
109,42	4,85	0,19
107,83	6,23	0,25
106,58	7,32	0,29
105,78	8,02	0,32
104,98	8,71	0,35
104,52	9,11	0,37
102,58	10,80	0,43
100,19	12,88	0,54
98,6	14,26	0,59

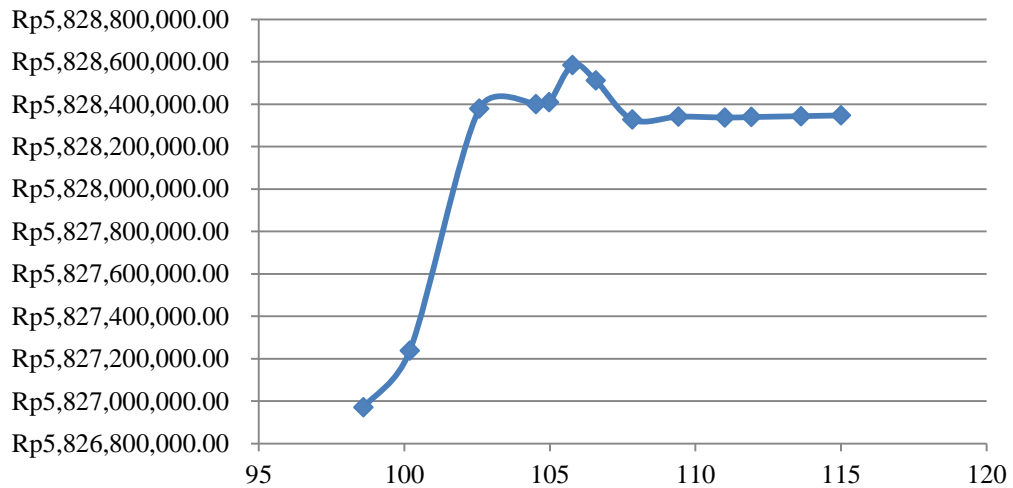
Tabel 5.39 Efisiensi Biaya dan Waktu akibat penambahan Tenaga Kerja 2

Durasi (Hari)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
115	-	-
112,77	1,94	0,08
109,98	4,37	0,17
108,49	5,66	0,23
105,89	7,92	0,32
103,29	10,18	0,41
101,24	11,97	0,48
99,94	13,10	0,52
98,64	14,23	0,57
95,48	16,97	0,69
91,57	20,37	0,79
88,97	22,63	0,89
88,23	23,28	0,91

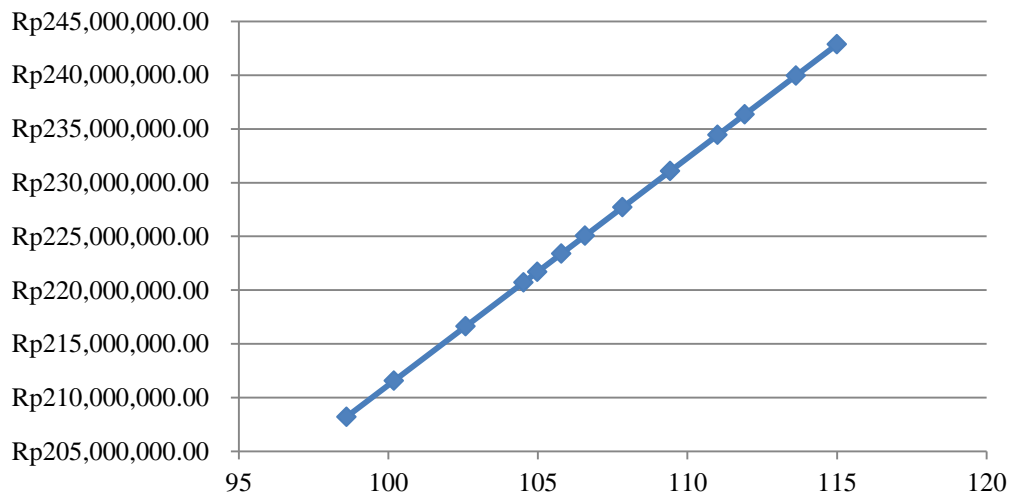
Tabel 5.40 Efisiensi Biaya dan Waktu akibat penambahan Tenaga Kerja 3

Durasi (Hari)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
115	-	-
112,23	2,41	0,10
108,77	5,42	0,22
106,92	7,03	0,28
103,69	9,83	0,39
100,46	12,64	0,55
97,92	14,85	0,64
96,3	16,26	0,69
94,68	17,67	0,75
93,76	18,47	0,79
89,84	21,88	0,93
84,99	26,10	1,16
81,76	28,90	1,30

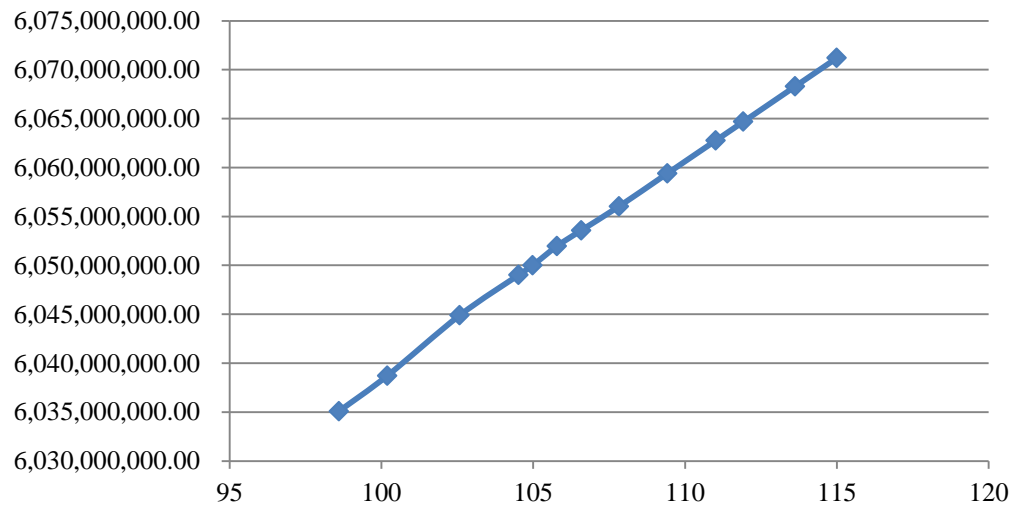
Adapun hubungan antara biaya langsung, biaya tidak langsung dan total biaya proyek terhadap waktu dan biaya optimal dapat dilihat dari gambar grafik dibawah ini.



Gambar 5.15 Grafik biaya langsung akibat penambahan tenaga kerja 1

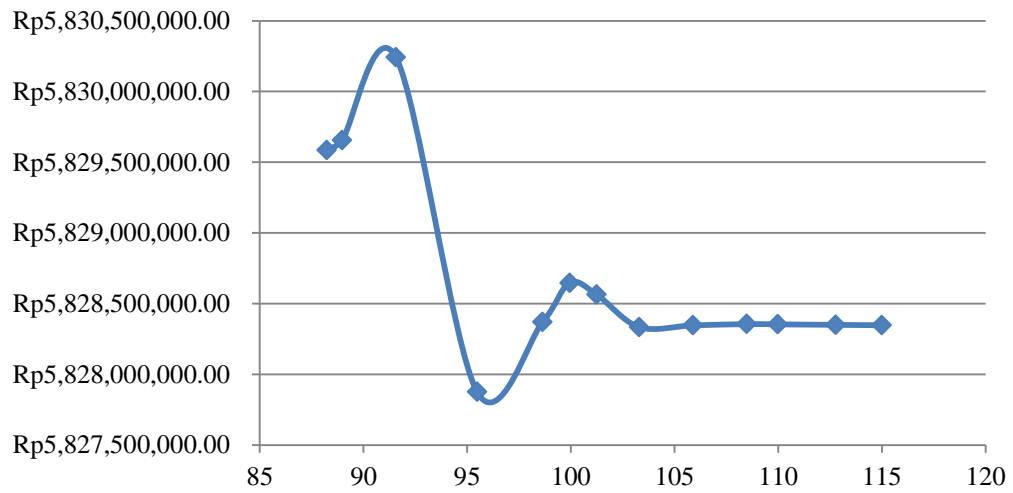


Gambar 5.16 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan tenaga kerja 1

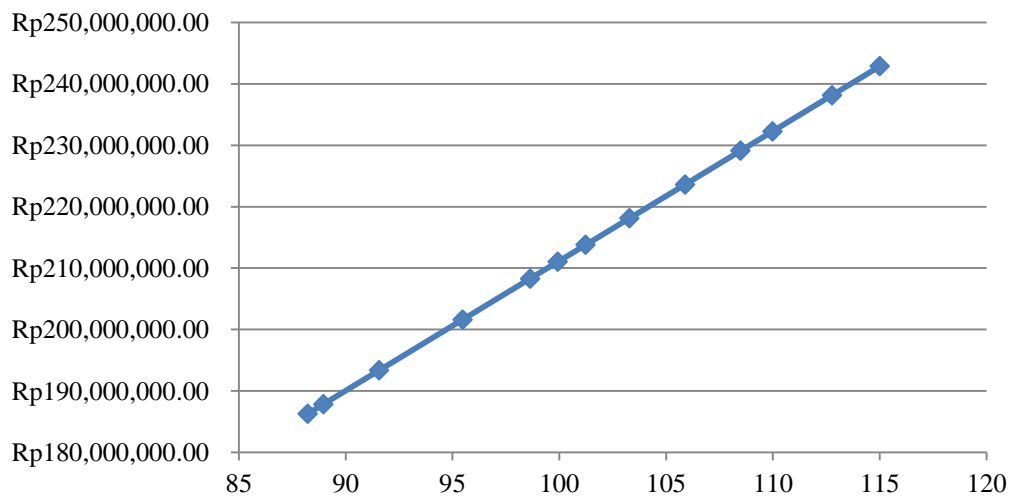


Gambar 5.17 Grafik biaya total akibat penambahan tenaga kerja 1

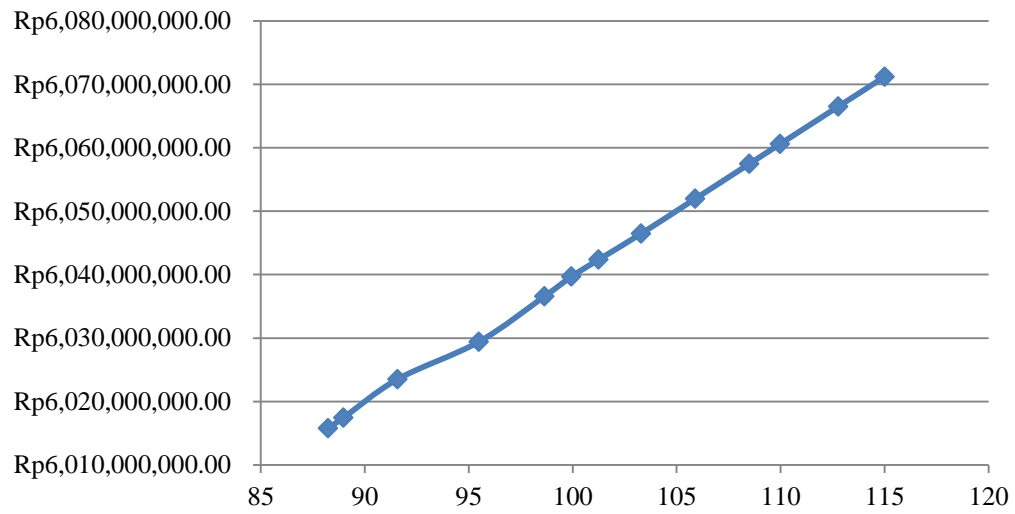
Grafik 5.15, 5.16, 5.17 menjelaskan tentang hubungan antara biaya terhadap waktu yang terjadi akibat penambahan tenaga kerja 1 meliputi biaya langsung, biaya tidak langsung, dan biaya total. *Slope* yang digunakan adalah slope pada perhitungan jam lembur 1 jam.



Gambar 5.18 Grafik biaya langsung akibat penambahan tenaga kerja 2

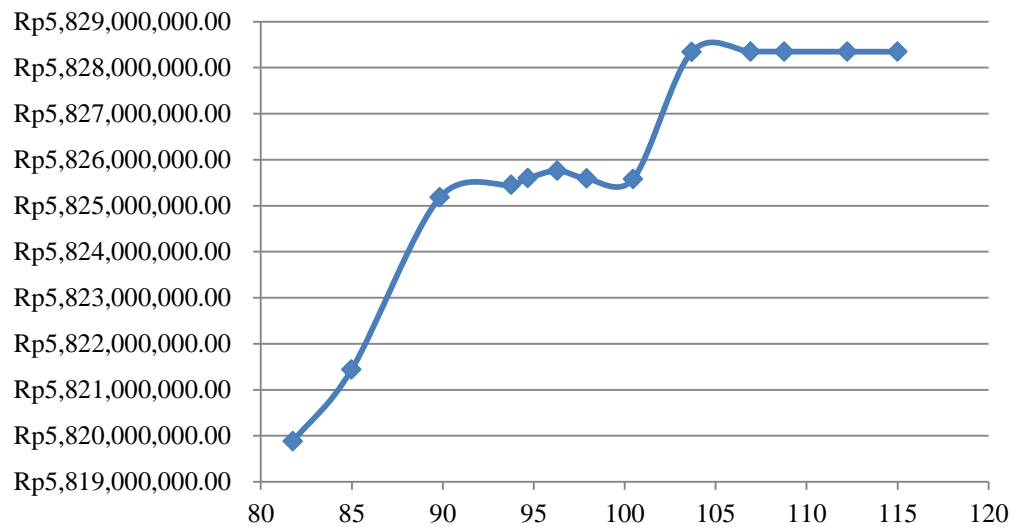


Gambar 5.19 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan tenaga kerja 2

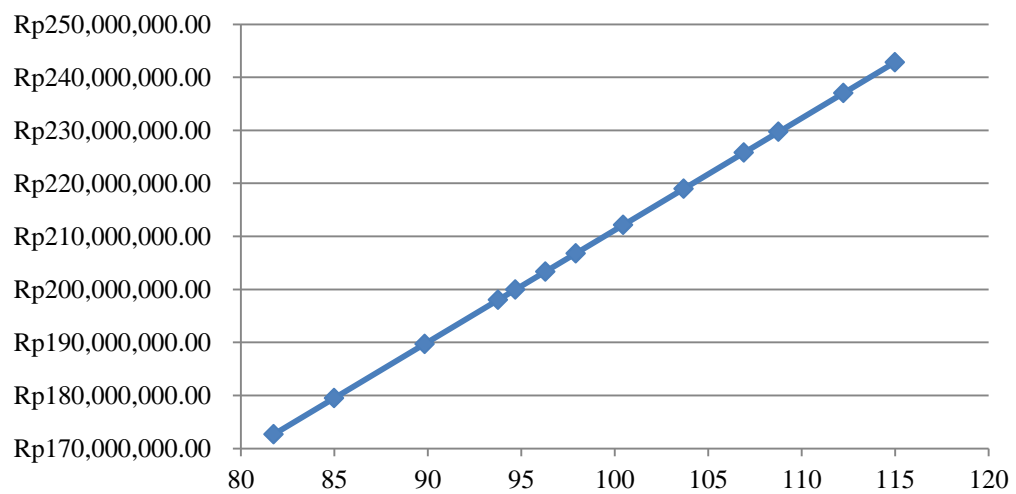


Gambar 5.20 Grafik biaya total akibat penambahan tenaga kerja 2

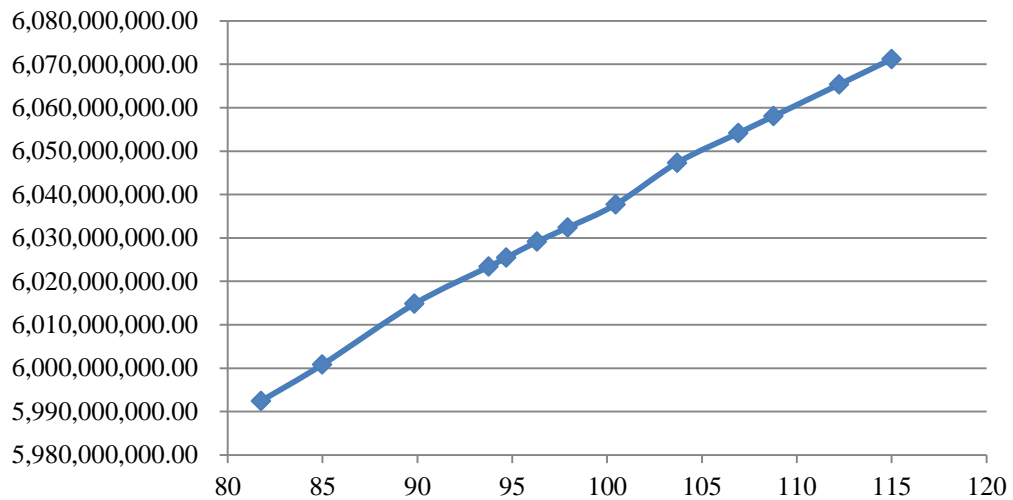
Grafik 5.15, 5.16, 5.17 menjelaskan tentang hubungan antara biaya terhadap waktu yang terjadi akibat penambahan tenaga kerja 1 meliputi biaya langsung, biaya tidak langsung, dan biaya total. *Slope* yang digunakan adalah slope pada perhitungan jam lembur 1 jam.



Gambar 5.21 Grafik biaya langsung akibat penambahan tenaga kerja 3



Gambar 5.22 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan tenaga kerja 3



Gambar 5.23 Grafik biaya total akibat penambahan tenaga kerja 3

Grafik 5.15, 5.16, 5.17 menjelaskan tentang hubungan antara biaya terhadap waktu yang terjadi akibat penambahan tenaga kerja 1 meliputi biaya langsung, biaya tidak langsung, dan biaya total. *Slope* yang digunakan adalah slope pada perhitungan jam lembur 1 jam.

Dari gambar grafik 5.17, 5.20, dan 5.23 dapat kita ketahui biaya dari setiap penambahan tenaga kerja yang terdapat pada :

Tabel 5.41 Durasi dan Biaya

No	Penambahan Tenaga Kerja	Durasi	Biaya
1	1	104,98	Rp.6.049.998.075,53
2	2	101,24	Rp.6.042.355.075,59
3	3	97,92	Rp.6.032.372.481,17

Dari perbandingan biaya total diatas dapat kita ketahui bahwa biaya termurah terdapat pada penambahan lembur 3 jam dengan durasi percepatan 97,92 hari dan dengan biaya total Rp.6.032.372.481,17.

5.4.4. 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 5.42, Tabel 5.43, Tabel 5.44.

Tabel 5.42 Biaya Akibat Penambahan 1 Jam Lembur dan Penambahan Tenaga Kerja 1

Durasi (Hari)	Penambahan Jam Lembur	Penambahan Tenaga Kerja
115	Rp.6.071.194.804,00	Rp.6.071.194.804,00
113,63	Rp.6.068.303.704,69	Rp.6.068.298.322,69
111,92	Rp.6.064.695.135,61	Rp.6.064.683.006,61
111,01	Rp.6.062.774.806,47	Rp.6.062.759.066,47
109,42	Rp.6.059.495.376,78	Rp.6.059.405.296,92
107,83	Rp.6.056.574.376,09	Rp.6.056.034.344,74
106,58	Rp.6.054.650.668,17	Rp.6.053.578.345,46
105,78	Rp.6.054.354.195,23	Rp.6.051.962.579,85
104,98	Rp.6.054.159.015,28	Rp.6.049.998.075,53
104,52	Rp.6.056.110.917,11	Rp.6.049.018.407,21
102,58	Rp.6.066.061.226,45	Rp.6.044.900.131,72
100,19	Rp.6.088.624.741,81	Rp.6.038.712.284,09
98,6	Rp.6.107.905.545,12	Rp.6.035.087.122,72

Tabel 5.43 Biaya Akibat Penambahan 2 Jam Lembur dan Penambahan Tenaga Kerja 2

Durasi (Hari)	Penambahan Jam Lembur	Penambahan Tenaga Kerja
115	Rp.6.071.194.804,00	Rp.6.071.194.804,00
112,77	Rp.6.066.170.291,55	Rp.6.066.488.398,05
109,98	Rp.6.060.285.788,94	Rp.6.060.600.102,94
108,49	Rp.6.057.143.243,24	Rp.6.057.455.448,74
105,89	Rp.6.051.985.432,42	Rp.6.051.956.146,42
103,29	Rp.6.047.765.804,60	Rp.6.046.453.564,03
101,24	Rp.6.045.515.615,74	Rp.6.042.355.075,59
99,94	Rp.6.046.825.339,83	Rp.6.039.691.267,01
98,64	Rp.6.048.411.535,92	Rp.6.036.570.732,72
95,48	Rp.6.082.610.623,93	Rp.6.029.403.016,88
91,57	Rp.6.154.640.668,00	Rp.6.023.512.134,12
88,97	Rp.6.215.013.247,17	Rp.6.017.436.652,40
88,23	Rp.6.276.871.256,43	Rp.6.015.803.317,89

Tabel 5.44 Biaya Akibat Penambahan 3 Jam Lembur dan Penambahan Tenaga Kerja 3

Durasi (Hari)	Penambahan Jam Lembur	Penambahan Tenaga Kerja
115	Rp.6.071.194.804,00	Rp.6.071.194.804,00
112,23	Rp.6.065.355.001,79	Rp.6.065.346.260,29
108,77	Rp.6.058.060.641,82	Rp.6.058.040.868,32
106,92	Rp.6.054.160.555,95	Rp.6.054.134.788,95
103,69	Rp.6.047.940.296,57	Rp.6.047.307.870,02
100,46	Rp.6.043.268.777,19	Rp.6.037.722.615,05
97,92	Rp.6.041.418.149,56	Rp.6.032.372.481,17
96,3	Rp.6.044.853.722,27	Rp.6.029.119.704,17
94,68	Rp.6.048.758.287,99	Rp.6.025.434.628,24
93,76	Rp.6.061.211.743,65	Rp.6.023.350.120,63
89,84	Rp.6.122.063.283,52	Rp.6.014.797.248,43
84,99	Rp.6.247.589.194,85	Rp.6.000.813.667,34
81,76	Rp.6.352.103.770,47	Rp.5.992.434.852,48

Dari table 5.42, 5.43, 5.44 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. Pada penambahan lembur 1 jam dan penambahan tenaga kerja 1 pada durasi ke 104,98 dapat diketahui bahwa biaya yang efisien terdapat pada penambahan tenaga kerja 1 yaitu sebesar Rp.6.049.998.075,53. Pada penambahan lembur 2 jam dan penambahan tenaga kerja 2 pada durasi ke 101,24 dapat diketahui bahwa biaya yang efisien terdapat pada penambahan tenaga kerja 2 yaitu sebesar Rp.6.042.355.075,59. Sedangkan pada penambahan lembur 3 jam dan penambahan tenaga kerja 3 pada durasi ke 97,92 dapat diketahui bahwa biaya yang efisien terdapat pada penambahan tenaga kerja 3 yaitu sebesar Rp.6.032.372.481,17. Dan dari ke tiga perbandingan diatas didapat durasi tercepat dan biaya termurah yaitu pada penambahan tenaga kerja 3 dengan durasi sebesar 97,92 hari dan dengan penggunaan biaya sebesar Rp.6.032.372.481,17.

Selanjutnya untuk mengetahui penambahan biaya akibat lembur, tenaga kerja, dan biaya denda dapat dilihat di Tabel 5.48, Tabel 5.49, dan Tabel 5.50.

Tabel 5.45 Perbandingan Penambahan Biaya Akibat 1 Jam Lembur, Tenaga Kerja 1 dan Biaya Denda

Durasi (Hari)	Penambahan Lembur	Penambahan Tenaga Kerja	Denda
115	0	0	0
113,63	Rp.1.957,00	(Rp.3.425,00)	Rp.8.317.536,88
111,92	Rp.4.429,00	(Rp.7.700,00)	Rp.18.699.280,00
111,01	Rp.5.765,00	(Rp.9.975,00)	Rp.24.224.067,27
109,42	Rp.83.970,00	(Rp.6.109,86)	Rp.33.877.267,01
107,83	Rp.520.604,00	(Rp.19.427,34)	Rp.43.530.466,74
106,58	Rp.1.236.546,00	Rp.164.223,29	Rp.51.119.460,25
105,78	Rp.2.629.449,00	Rp.138.357,50	Rp.55.976.416,09
104,98	Rp.4.123.645,00	(Rp.37.294,76)	Rp.60.833.371,94
104,52	Rp.7.046.938,00	(Rp.45.571,90)	Rp.63.626.121,55
102,58	Rp.21.093.984,00	(Rp.67.110,73)	Rp.75.404.239,47
100,19	Rp.48.704.510,00	(Rp.1.207.947,72)	Rp.89.914.395,05
98,6	Rp.71.342.948,00	(Rp.1.475.474,39)	Rp.99.567.594,79

Tabel 5.46 Perbandingan Penambahan Biaya Akibat 2 Jam Lembur, Tenaga Kerja 2 dan Biaya Denda

Durasi (Hari)	Penambahan Lembur	Penambahan Tenaga Kerja	Denda
115	0	0	0
112,77	(Rp.315.377,00)	Rp.2.729,50	Rp.13.538.764,41
109,98	(Rp.308.181,00)	Rp.6.133,00	Rp.30.477.397,92
108,49	(Rp.304.264,00)	Rp.7.941,50	Rp.39.523.478,17
105,89	Rp.28.397,00	(Rp.889,00)	Rp.55.308.584,66
103,29	Rp.1.299.241,00	(Rp.12.999,57)	Rp.71.093.691,15
101,24	Rp.3.378.078,00	Rp.217.537,85	Rp.83.539.640,50
99,94	Rp.7.433.038,00	Rp.199.489,06	Rp.91.432.193,75
98,64	Rp.11.764.470,00	(Rp.76.333,20)	Rp.99.324.746,99
95,48	Rp.52.636.593,00	(Rp.571.014,06)	Rp.118.509.722,57
91,57	Rp.132.923.462,00	Rp.1.794.928,12	Rp.142.248.094,26
88,97	Rp.198.786.513,00	Rp.1.209.918,23	Rp.158.033.200,75
88,23	Rp.262.207.195,00	Rp.1.139.256,47	Rp.162.525.884,90

Tabel 5.47 Perbandingan Penambahan Biaya Akibat 3 Jam Lembur, Tenaga Kerja 3 dan Biaya Denda

Durasi (Hari)	Penambahan Lembur	Penambahan Tenaga Kerja	Denda
115	0	0	0
112,23	Rp.9.662,00	Rp.920,50	Rp.16.817.209,61
108,77	Rp.21.853,00	Rp.2.079,50	Rp.37.823.543,63
106,92	Rp.28.449,00	Rp.2.682,00	Rp.49.055.254,02
103,69	Rp.629.045,00	(Rp.3.381,55)	Rp.68.665.213,23
100,46	Rp.2.778.381,00	(Rp.2.767.781,14)	Rp.88.275.172,45
97,92	Rp.6.291.522,00	(Rp.2.754.146,39)	Rp.103.696.007,25
96,3	Rp.13.148.081,00	(Rp.2.685.413,23)	Rp.113.531.342,83
94,68	Rp.20.473.633,00	(Rp.2.850.026,75)	Rp.123.366.678,42
93,76	Rp.34.869.871,00	(Rp.2.991.752,02)	Rp.128.952.177,64
89,84	Rp.103.999.353,00	(Rp.3.266.682,08)	Rp.152.751.261,27
84,99	Rp.239.767.106,00	(Rp.7.008.421,51)	Rp.182.196.556,07
81,76	Rp.351.102.537,00	(Rp.8.566.380,99)	Rp.201.806.515,28

Dari Tabel 5.45, 5.46, dan 5.47 dapat dilihat bahwa penambahan biaya akibat penambahan tenaga kerja lebih murah dibandingkan dengan biaya penambahan jam lembur pada durasi percepatan proyek yang sama. Biaya mempercepat durasi proyek (penambahan jam lembur atau penambahan tenaga kerja) lebih murah dibandingkan dengan biaya yang harus dikeluarkan apabila proyek mengalami keterlambatan dan dikenakan denda.