

## **BAB V**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Data Penelitian**

Adapun gambaran umum dari Proyek Pembangunan Jembatan Grindulu (MYC) Kabupaten Pacitan, Jawa Timur ini adalah sebagai berikut:

Nama proyek : Proyek Pembangunan Jembatan Grindulu (MYC)  
Kabupaten Pacitan, Jawa Timur

Pemilik proyek : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan  
Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga Balai Besar  
Pelaksanaan Jalan Nasional V

Konsultan pengawas : PT. Yodya Karya (Persero)

Kontraktor : PT. Nindya Karya (Persero)

Anggaran : Rp. 184.663.854.562,74

Waktu pelaksanaan : 990 hari kalender

Tanggal pekerjaan dimulai : 28 Oktober 2015

Untuk rincian Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan kurva-S dapat dilihat pada lampiran I dan lampiran IV.

#### **B. 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

Kode	Jenis Pekerjaan	Durasi (hari)
A	Mobilisasi	51
B	Pengamanan lingkungan hidup	990
C	Manajemen mutu	990
D	Galian untuk selokan drainase dan saluran air	102

Kode	Jenis Pekerjaan	Durasi (hari)
E	Pasangan batu dengan mortar	113
F	Galian biasa	102
G	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 meter	450
H	Timbunan pilihan	48
I	Lapis pondasi agregat kelas S	47
J	Lapis pondasi agregat kelas B	35
K	Lapis pondasi agregat semen kelas A (CTB)	107
L	Lapis perekat – aspal cair	138
M	Laston lapis aus (AC – WC) (gradasi halus/kasar)	36
N	Laston lapis antara (AC – BC)	48
O	Laston lapis pondasi (AC – base)	54
P	Penyediaan unit pracetak gelagar tipe I bentang 40,8 m	336
Q	Penyediaan unit pracetak gelagar tipe I bentang 48,8 m	48
R	Pemasangan unit pracetak gelagar tipe I bentang 40,8 m	312
S	Beton diafragma K350 ( $f_c' 30$ MPa) termasuk pekerjaan penegangan setelah pengeciran post- tension)	312
T	Penyediaan tiang pancang baja diameter 1000 mm tebal 16 mm	84
U	Penyediaan tiang pancang beton pratekan pracetak diameter 1000mm tebal 16 mm	318
V	Pemancangan tiang pancang beton pratekan pracetak diameter 1000 mm	449

Tabel 5.2 Daftar kegiatan kritis pada kegiatan yang memiliki tenaga kerja dan alat berat

Kode	Jenis Pekerjaan	Durasi (hari)
F	Galian biasa	102
G	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 meter	450
H	Timbunan pilihan	48
I	Lapis pondasi agregat kelas S	47
K	Lapis pondasi agregat semen kelas A (CTB)	107
N	Laston lapis antara (AC – BC)	48
O	Laston lapis pondasi (AC – base)	54
P	Penyediaan unit pracetak gelagar tipe I bentang 40,8 m	336
Q	Penyediaan unit pracetak gelagar tipe I bentang 48,8 m	48

Tabel 5.2 di atas menjelaskan bahwa beberapa pekerjaan yang akan dipercepat berdasarkan kegiatan - kegiatan kritis adalah kegiatan yang memiliki unsur tenaga kerja dan alat berat, beberapa kegiatan – kegiatan tersebut dengan kode kegiatan F, G, H, I, K, N, O, P, dan Q. Beberapa alasan pemilihan item kegiatan yang akan dipercepat pada kegiatan kritis tersebut adalah :

1. kegiatan kritis yang terpilih tersebut memiliki *resource work* atau yang memiliki pekerja dan alat berat sehingga bisa dipercepat dengan mengolah *resource work*,
2. pada kegiatan kritis terpilih tersebut dapat dilakukan percepatan dengan penambahan jam lembur atau dengan penambahan jumlah alat berat. Jika dilakukan penambahan alat berat pada kegiatan kritis yang lain maka jumlah alat berat tidak akan bertambah karena kegiatan kritis tersebut hanya memiliki indeks alat berat 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. pada kegiatan kritis terpilih tersebut, berdasarkan hukum pareto yaitu biaya total yang paling terbesar terhadap item pekerjaan yang lain sebanyak 20%, yang akan menghasilkan keuntungan sebesar 80%.

### **C. Penerapan Metode *Time Cost Trade Off***

Di dalam analisa *time cost trade off* ini dengan berubahnya waktu penyelesaian proyek, maka berubah pula biaya yang akan dikeluarkan. Apabila waktu pelaksanaan dipercepat, maka biaya langsung proyek akan bertambah dan biaya tidak langsung proyek akan berkurang. Penerapan metode *time cost trade off* dalam penelitian ini dilakukan dengan dua cara untuk mempercepat penyelesaian waktu proyek diantaranya :

1. penambahan jam kerja atau waktu lembur selama 1 – 3 jam,
2. penambahan alat berat dan tenaga kerja dengan durasi percepatan yang berdasarkan terhadap waktu lembur.

#### **1. Penambahan Jam Kerja (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 (18.00-21.00). Menurut keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, pasal 7, dan pasal 11 standar upah untuk lembur adalah :

- a. waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (jam) dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu,
- b. memberikan makanan dan minuman sekurang-kurangnya 1.400 kalori apabila kerja lembur dilakukan selama 3 jam atau lebih,
- c. untuk kerja lembur pertama harus dibayar sebesar 1.5 kali upah sejam,
- d. untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah sebesar 2 kali lipat upah satu jam.

### a. Analisa Kebutuhan Alat Berat dan Tenaga Kerja

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

Nama pekerjaan : Galian biasa  
 Durasi pekerjaan : 102 hari  $\approx$  714 jam  
 Jam kerja : 7 jam/hari  
 Volume pekerjaan : 1514 m<sup>3</sup>

Tabel 5.3 Perhitungan kebutuhan alat dan tenaga kerja

<i>Resource name</i>	<b>Koef.</b>	<b>Harga satuan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Total (Rp)</b>	<b>Total (unit)</b>	<b>Unit perhari</b>	<b>Unit perjam</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
Pekerja	0,1071	7.500	803,25	1.216.120,50	162,15	1,59	0,2271
Mandor	0,0535	12.500	668,75	1.012.487,50	81,00	0,79	0,1134
Excavator	0,0535	368.305	19.704,32	29.832.336,70	81,00	0,79	0,1134
Dump truck	0,1116	192.500	21.483,00	32.525.262,00	168,96	1,66	0,2366
Alat bantu	1,0000	1.500	1.500,00	2.271.000,00	1.514,00	-	-

Keterangan :

- Kolom 2 : nilai koefisien didapatkan pada perhitungan analisa harga satuan pekerjaan
- Kolom 3 : harga satuan didapat dari daftar harga satuan pekerjaan (tenaga kerja) dan analisa biaya alat (alat)
- Kolom 4 : hasil perkalian Kolom 3 dan Kolom 2
- Kolom 5 : hasil perkalian Kolom 4 dengan volume pekerjaan
- Kolom 6 : Kolom 5 dibagi dengan Kolom 3
- Kolom 7 : Kolom 6 dibagi dengan durasi pekerjaan dalam hari
- Kolom 8 : Kolom 7 dibagi dengan jam kerja perhari

### b. Analisa Biaya Lembur

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

### 1) Alat berat

*Resource name* : Dump truck

Biaya normal per jam (BN) : Rp. 192.500,00

Biaya lembur per jam :

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam (L1)} &= \text{BN} + 0,5 \times (\text{bo} + \text{bpo}) \\ &= 192.500 + 0,5 \times (9.375 + 8.125) \\ &= \text{Rp. } 201.250,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam (L2)} &= \text{L1} + \text{BN} + 1,0 \times (\text{bo} + \text{bpo}) \\ &= 201.250 + 192.500 + 1,0 \times (9.375 + 8.125) \\ &= \text{Rp. } 411.250,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam (L3)} &= \text{L2} + \text{BN} + 1,0 \times (\text{bo} + \text{bpo}) \\ &= 411.250 + 192.500 + 1,0 \times (9.375 + 8.125) \\ &= \text{Rp. } 621.250,00 \end{aligned}$$

Biaya lembur per jam :

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam (L1)} &= \left( \frac{\text{Rp. } 201.250,00}{1 \text{ jam}} \right) \\ &= \text{Rp. } 201.250,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam (L2)} &= \left( \frac{\text{Rp. } 411.250,00}{2 \text{ jam}} \right) \\ &= \text{Rp. } 205.625,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam (L3)} &= \left( \frac{\text{Rp. } 621.250,00}{3 \text{ jam}} \right) \\ &= \text{Rp. } 207.083,33 \end{aligned}$$

Keterangan :

bo = biaya operator (Rp / jam),

bpo = biaya pembantu operator (Rp / jam),

BN = biaya normal alat (Rp / jam).

### 2) Tenaga kerja

*Resource name* : Pekerja

Biaya normal per jam (BN) : Rp. 7.500,00 / jam

Biaya lembur per jam :

$$\text{Lembur 1 jam (L1)} = 1,5 \times \text{BN}$$

$$= 1,5 \times 7.500$$

$$= \text{Rp. } 11.250,00$$

$$\text{Lembur 2 jam (L2)} = L1 + 2,0 \times \text{BN}$$

$$= 11.250 + 2,0 \times 7.500$$

$$= \text{Rp. } 26.250,00$$

$$\text{Lembur 3 jam (L3)} = L2 + 2,0 \times \text{BN}$$

$$= 26.250 + 2,0 \times 7.500$$

$$= \text{Rp. } 41.250,00$$

Biaya lembur per jam :

$$\text{Lembur 1 jam (L1)} = \left( \frac{\text{Rp.}11.250,00}{1 \text{ jam}} \right)$$

$$= \text{Rp. } 11.250,00$$

$$\text{Lembur 2 jam (L2)} = \left( \frac{\text{Rp.}26.250,00}{2 \text{ jam}} \right)$$

$$= \text{Rp. } 13.125,00$$

$$\text{Lembur 3 jam (L3)} = \left( \frac{\text{Rp.}41.250,00}{3 \text{ jam}} \right)$$

$$= \text{Rp. } 13.750,33$$

Keterangan :

BN = biaya normal (Rp / jam).

Untuk lebih detail besarnya biaya normal dari alat berat dan tenaga kerja tiap jam pada proyek ini dapat dilihat pada Tabel 5.4 sebagai berikut :

Tabel 5.4 Biaya normal alat berat dan tenaga kerja

No.	NAMA ALAT	BIAYA NORMAL PER JAM
1	Excavator	Rp368.305
2	Dump truck	Rp192.500
3	bulldozer D65	Rp378.445
4	Wheel loader	Rp349.945
5	Vibratory roller	Rp369.755
6	Water tank truck	Rp240.595
7	Motor grader	Rp457.260
8	Asphalt sprayer	Rp50.000

No.	NAMA ALAT	BIAYA NORMAL PER JAM
9	Compressor	Rp100.000
10	AMP	Rp10.000.000
11	Genset	Rp125.000
12	Asphalt finisher	Rp200.000
13	Tandem roller	Rp225.000
14	P. tyre roller	Rp150.000
15	Concrete mixer	Rp75.000
16	Concrete vibrator	Rp40.000
17	Concrete pump	Rp100.000
18	Flat bed truck	Rp250.000
19	trailer	Rp450.000
20	Crane	Rp600.000
21	Stressing tools	Rp1.250.000
22	Erection tools	Rp1.500.000
23	pile driver	Rp720.000
24	Mandor	Rp12.500
25	Kepala tukang	Rp9.375
26	Pekerja	Rp7.500
27	Operator	Rp9.375
28	Pembantu operator	Rp8.125
29	Mekanik	Rp9.375
30	Pembantu mekanik	Rp8.125

Berdasarkan upah normal alat berat dan tenaga kerja diatas, maka hasil untuk upah lembur alat berat selama 1 sampai 3 jam dapat dilihat pada Tabel 5.5 dibawah ini :

Tabel 5.5 Biaya lembur alat berat dan tenaga kerja

No.	NAMA ALAT	BIAYA LEMBUR		
		1 JAM	2 JAM	3 JAM
		1	2	3
1	Excavator	377.055,00	762.860,00	1.148.665
2	Dump truck	201.250,00	411.250,00	621.250
3	bulldozer D65	387.195,00	783.140,00	1.179.085
4	Wheel loader	358.695,00	726.140,00	1.093.585
5	Vibratory roller	378.505,00	765.760,00	1.153.015



No.	NAMA ALAT	BIAYA LEMBUR		
		1 JAM	2 JAM	3 JAM
		1	2	3
8	Asphalt sprayer	58.750,00	126.250,00	193.750
9	Compressor	108.750,00	226.250,00	343.750
10	AMP	10.008.750,00	20.026.250,00	30.043.750
11	Genset	133.750,00	276.250,00	418.750
12	Asphalt finisher	208.750,00	426.250,00	643.750
13	Tandem roller	233.750,00	476.250,00	718.750
14	P. tyre roller	158.750,00	326.250,00	493.750
15	Concrete mixer	83.750,00	176.250,00	268.750
16	Concrete vibrator	48.750,00	106.250,00	163.750
17	Concrete pump	108.750,00	226.250,00	343.750
18	Flat bed truck	258.750,00	526.250,00	793.750
19	trailer	458.750,00	926.250,00	1.393.750
20	Crane	608.750,00	1.226.250,00	1.843.750
21	Stressing tools	1.258.750,00	2.526.250,00	3.793.750
22	Erection tools	1.508.750,00	3.026.250,00	4.543.750
23	pile driver	728.750,00	1.466.250,00	2.203.750
24	Mandor	18.750,00	43.750,00	68.750
25	Kepala tukang	14.062,50	32.812,50	51.563
26	Pekerja	11.250,00	26.250,00	41.250
27	Operator	14.062,50	32.812,50	51.563
28	Pembantu operator	12.187,50	28.437,50	44.688
29	Mekanik	14.062,50	32.812,50	51.563
30	Pembantu mekanik	12.187,50	28.437,50	44.688

### c. Analisis Durasi Percepatan

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

Produktivitas normal per hari yang digunakan untuk perhitungan diambil berdasarkan salah satu produktivitas alat berat per jam, kebutuhan alat tiap jam, serta jam kerja per hari.

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 produktifitas untuk kerja lembur ini disebabkan oleh kelelahan operator dan pembantu operator, 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 sebagai berikut :

Nama pekerjaan : Galian biasa  
 Volume pekerjaan : 1514 m<sup>3</sup>  
 Durasi normal : 102 hari (dengan jam kerja 7 jam/hari)  
 Produktivitas alat :  
     *Excavator* = 18,68 m<sup>3</sup> / jam  
     *Dump truck* = 10,47 m<sup>3</sup> / jam  
 Kebutuhan alat :  
     *Excavator* = 0,1134 unit / jam  
     *Dump truck* = 0,2366 unit / jam

Durasi percepatan (Dp):

$$Dp = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{(k \times Pa \times jk) + (\sum jl \times pp \times Pa \times k)} \dots\dots\dots (5.1)$$

dengan :

k = kebutuhan alat (unit/jam)  
 Pa = produktivitas alat (m<sup>3</sup>/jam)  
 jk = jam kerja (jam/hari)  
 jl = jam lembur (jam/hari)  
 pp = penurunan produktivitas

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

$$\begin{aligned} Dp \text{ 1 jam} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{(k \times Pa \times jk) + (\sum jl \times pp \times Pa \times k)} \\ &= \frac{1514}{(0,1134 \times 18,68 \times 7) + (1 \times 0,9 \times 18,68 \times 0,1134)} \\ &= \mathbf{90,44 \text{ hari}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maksimal } crashing &= \text{durasi normal} - \text{durasi percepatan} \\ &= 102 \text{ hari} - 90,44 \text{ hari} \\ &= 11,56 \text{ hari} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Dp 2 jam} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{(k \times Pa \times jk) + (\Sigma jl \times pp \times Pa \times k)} \\ &= \frac{1514}{(0,1134 \times 18,68 \times 7) + (1 \times (0,9+0,8) \times 18,68 \times 0,1134)} \\ &= \mathbf{82,12 \text{ hari}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maksimal } crashing &= \text{durasi normal} - \text{durasi percepatan} \\ &= 102 \text{ hari} - 82,15 \text{ hari} \\ &= 19,88 \text{ hari} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Dp 3 jam} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{(k \times Pa \times jk) + (\Sigma jl \times pp \times Pa \times k)} \\ &= \frac{1514}{(0,1134 \times 18,68 \times 7) + (1 \times (0,9+0,8+0,7) \times 18,68 \times 0,1134)} \\ &= \mathbf{76,00 \text{ hari}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maksimal } crashing &= \text{durasi normal} - \text{durasi percepatan} \\ &= 102 \text{ hari} - 76,03 \text{ hari} \\ &= 26 \text{ hari} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan pengontrolan durasi *crashing* manual diatas sesuai dengan hasil perhitungan pada *Microsoft Project 2010*. Hasil dari pengolahan *Microsoft Project 2010* dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan 5.7 sebagai berikut :

Tabel 5.6 Hasil perhitungan durasi *crashing Microsoft Project 2010*

No	Uraian pekerjaan	Durasi (hari)	Durasi <i>crashing</i> (hari)		
			1 jam	2 jam	3 jam
1	Galian biasa	102	90,44	82,12	76
2	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	450	398,51	361,87	334,92
3	Timbunan pilihan	48	42,65	38,72	35,84
4	Lapis pondasi agregat kelas S	47	41,62	37,80	34,98
5	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	107	94,86	86,14	79,73

No	Uraian pekerjaan	Durasi (hari)	Durasi <i>crashing</i> (hari)		
			1 jam	2 jam	3 jam
6	Laston lapis antara AC-BC	48	42,52	38,61	35,73
7	Laston lapis [ondasi (AC - Base)	54	47,93	43,52	40,28
8	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	336	299,53	271,98	251,73
9	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	48	42,79	38,85	35,96

Tabel 5.7 Hasil perhitungan maksimal *crashing* alat berat

No	Uraian pekerjaan	Durasi (hari)	Durasi <i>crashing</i> (hari)		
			1 jam	2 jam	3 jam
1	Galian biasa	102	11,56	19,88	26
2	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	450	51,49	88,13	115,08
3	Timbunan pilihan	48	5,35	9,28	12,16
4	Lapis pondasi agregat kelas S	47	5,38	9,20	12,02
5	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	107	12,14	20,86	27,27
6	Laston lapis antara AC-BC	48	5,48	9,39	12,27
7	Laston lapis [ondasi (AC - Base)	54	6,07	10,48	13,72
8	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	336	36,47	64,02	84,27
9	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	48	5,21	9,15	12,04

#### d. Analisa Biaya Percepatan

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

##### 1) Kondisi Normal

Nama pekerjaan : Galian biasa  
Volume pekerjaan : 1514 m<sup>3</sup>  
Durasi normal : 102 hari (dengan jam kerja 7 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr) :

Pekerja = 0,2271 orang / jam

Mandor = 0,1134 orang / jam

*Excavator* = 0,1134 unit / jam

*Dump truck* = 0,2366 unit / jam

Biaya *resource* (brj) :

Pekerja = Rp. 7.500 / jam

Mandor = Rp. 12.500 / jam

*Excavator* = Rp. 368.305 / jam

*Dump truck* = Rp. 192.500 / jam

Biaya *resource* perhari (brh) :

$brh = jk \times kr \times brj$

Sehingga,

$brh \text{ pekerja} = 7 \times 0,2271 \times 7.500$   
 $= Rp. 11.922,75 / \text{hari}$

$brh \text{ mandor} = 7 \times 0,1134 \times 12.500$   
 $= Rp. 9.922,5 / \text{hari}$

$brh \text{ excavator} = 7 \times 0,1134 \times 368.305$   
 $= Rp. 292.360,509 / \text{hari}$

$brh \text{ DT} = 7 \times 0,2366 \times 192.500$   
 $= Rp. 318.818,5 / \text{hari}$

Biaya total *resource* (btrh) :

$btrh = brh$   
 $= exc + DT + pekerja + mandor$   
 $= 292.360,509 + 318.818,5 + 11.922,75 + 9.922,5$   
 $= Rp. 633.024,259 / \text{hari}$

Biaya total *resource* (btr) :

$btr = (btrh \times \text{durasi}) + \text{alat bantu}$   
 $= (633.024,259 / \text{hari} \times 102 \text{ hari}) + 2.271.000$   
 $= Rp. 66.839.474,42$

## 2) Kondisi Lembur 1 jam

Nama pekerjaan : Galian biasa  
 Volume pekerjaan : 1514 m<sup>3</sup>  
 Durasi normal : 90,44 hari dengan jam lembur (jl) 1 jam/hari

Kebutuhan *resource* (kr) :

Pekerja = 0,2271 orang / jam

Mandor = 0,1134 orang / jam

*Excavator* = 0,1134 unit / jam

*Dump truck* = 0,2366 unit / jam

Biaya *resource* (brj) :

Pekerja = Rp. 7.500 / jam

Mandor = Rp. 12.500 / jam

*Excavator* = Rp. 368.305 / jam

*Dump truck* = Rp. 192.500 / jam

Biaya *resource* perhari (brh) :

Sehingga,

brh pekerja = 1,5 x 0,2271 x 7.500

= Rp. 2554,875 / hari

brh mandor = 1,5 x 0,1134 x 12.500

= Rp. 2126,25 / hari

brh *excavator* = {1 x 368.305 + 0,5 x (9.375+8.125)} x 0,1134

= Rp. 42.758,037 / hari

brh DT = {1 x 192.500 + 0,5 x (9.375+8.125)} x 0,2366

= Rp. 47.615,75 / hari

Biaya total *resource* lembur perhari (btrlh) :

btrlh = btrh + brh exc + brh DT + brh pekerja + brh mandor

= 633.024,259+42.758,037+47.615,75+2554,875+2126,25

= Rp. 728.079,171 / hari

Biaya total *resource* (btr) :

btr = (btrlh x durasi percepatan) + alat bantu

= (728.079,171/ hari x 90,44 hari) + 2.271.000

= Rp. 68.118.480,23

### 3) Kondisi Lembur 2 jam

Nama pekerjaan : Galian biasa  
 Volume pekerjaan : 1514 m<sup>3</sup>  
 Durasi normal : 82,12 hari dengan jam lembur (jl) 2 jam/hari  
 Kebutuhan *resource* (kr) :

Pekerja = 0,2271 orang / jam  
 Mandor = 0,1134 orang / jam  
*Excavator* = 0,1134 unit / jam  
*Dump truck* = 0,2366 unit / jam

Biaya *resource* (brj) :

Pekerja = Rp. 7.500 / jam  
 Mandor = Rp. 12.500 / jam  
*Excavator* = Rp. 368.305 / jam  
*Dump truck* = Rp. 192.500 / jam

Biaya *resource* perhari (brh) :

Sehingga,

brh pekerja =  $(11.250 + 2,0 \times 7.500) \times 0,2271$   
 = Rp. 5.961,375 / hari

brh mandor =  $(18.750 + 2,0 \times 12.500) \times 0,1134$   
 = Rp. 4.961,25 / hari

brh *excavator* =  $\{377.055 + 368.305 + 1 \times (9.375+8.125)\} \times 0,1134$   
 = Rp. 86.508,324 / hari

brh DT =  $\{201.250 + 192.500 + 1 \times (9.375+8.125)\} \times 0,2366$   
 = Rp. 97.301,75 / hari

Biaya total *resource* lembur perhari (btrlh) :

btrlh = btrh + brh exc + brh DT + brh pekerja + brh mandor  
 = 633.024,259+86.508,324+97.301,75+5.961,375+4.961,25  
 = Rp. 827.756,958 / hari

Biaya total *resource* (btr) :

$$\begin{aligned}
 \text{btr} &= (\text{btrlh} \times \text{durasi percepatan}) + \text{alat bantu} \\
 &= (827.756,958 / \text{hari} \times 82,12 \text{ hari}) + 2.271.000 \\
 &= \mathbf{Rp. 70.246.401,39}
 \end{aligned}$$

#### 4) Kondisi Lembur 3 jam

Nama pekerjaan : Galian biasa  
 Volume pekerjaan : 1514 m<sup>3</sup>  
 Durasi normal : 76 hari dengan jam lembur (jl) 3 jam/hari

Kebutuhan *resource* (kr) :

$$\text{Pekerja} = 0,2271 \text{ orang / jam}$$

$$\text{Mandor} = 0,1134 \text{ orang / jam}$$

$$\text{Excavator} = 0,1134 \text{ unit / jam}$$

$$\text{Dump truck} = 0,2366 \text{ unit / jam}$$

Biaya *resource* (brj) :

$$\text{Pekerja} = \text{Rp. } 7.500 / \text{jam}$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp. } 12.500 / \text{jam}$$

$$\text{Excavator} = \text{Rp. } 368.305 / \text{jam}$$

$$\text{Dump truck} = \text{Rp. } 192.500 / \text{jam}$$

Biaya *resource* perhari (brh) :

Sehingga,

$$\begin{aligned}
 \text{brh pekerja} &= (26.250 + 2,0 \times 7.500) \times 0,2271 \\
 &= \text{Rp. } 9.367,875 / \text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{brh mandor} &= (43.750 + 2,0 \times 12.500) \times 0,1134 \\
 &= \text{Rp. } 7.796,25 / \text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{brh excavator} &= \{762.860 + 368.305 + 1 \times (9.375+8.125)\} \times 0,1134 \\
 &= \text{Rp. } 130.258,611 / \text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{brh DT} &= \{411.250 + 192.500 + 1 \times (9.375+8.125)\} \times 0,2366 \\
 &= \text{Rp. } 146.987,75 / \text{hari}
 \end{aligned}$$

Biaya total *resource* lembur perhari (btrlh) :

$$\begin{aligned}
 \text{btrlh} &= \text{btrh} + \text{brh exc} + \text{brh DT} + \text{brh pekerja} + \text{brh mandor} \\
 &= 633.024,259 + 130.258,611 + 146.987,75 + 9.367,875 + 7.796,25
 \end{aligned}$$



$$= \text{Rp. } 927.434,745 / \text{hari}$$

Biaya total *resource* (btr) :

$$\begin{aligned} \text{btr} &= (\text{btrlh} \times \text{durasi percepatan}) + \text{alat bantu} \\ &= (927.434,745/ \text{hari} \times 76 \text{ hari}) + 2.271.000 \\ &= \text{Rp. } 72.756.040,62 \end{aligned}$$

Hasil analisa biaya percepatan dari salah satu item pekerjaan diatas sesuai dengan hasil perhitungan pada *Microsoft Project* 2010. Untuk hasil analisa biaya percepatan dari semua item dengan menggunakan *Microsoft Project* 2010 dapat dilihat pada Tabel 5.8, 5.9, dan 5.10 adalah sebagai berikut :

Tabel 5.8 Hasil perhitungan analisa biaya percepatan pada *Microsoft Project* 2010 dengan menggunakan waktu lembur 1 jam

No	Jenis Pekerjaan	Biaya normal (Rp)	Biaya percepatan (Rp)
1	Galian biasa	66.857.206,70	68.133.495,48
2	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	204.271.296,91	206.211.676,04
3	Timbunan pilihan	982.830.609,76	990.499.057,58
4	Lapis pondasi agregat kelas S	280.505.222,48	281.936.675,18
5	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	1.095.287.580,01	1.101.478.285,16
6	Laston lapis antara AC-BC	2.463.790.292,78	2.475.000.634,42
7	Laston Lapis Pondasi (AC - Base)	3.325.906.156,80	3.336.918.728,59
8	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	30.715.871.984,00	30.725.554.005,28
9	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	2.966.614.380,00	2.967.392.399,57

Tabel 5.9 Hasil perhitungan analisa biaya percepatan pada *Microsoft Project* 2010 dengan menggunakan waktu lembur 2 jam

No	Jenis Pekerjaan	Biaya normal (Rp)	Biaya percepatan (Rp)
1	Galian biasa	66.857.206,70	70.264.910,13
2	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	204.271.296,91	209.651.328,44
3	Timbunan pilihan	982.830.609,76	1.002.058.645,27

No	Jenis Pekerjaan	Biaya normal (Rp)	Biaya percepatan (Rp)
4	Lapis pondasi agregat kelas S	280.505.222,48	284.477.868,70
5	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	1.095.287.580,01	1.112.036.301,92
6	Laston lapis antara AC-BC	2.463.790.292,78	2.494.764.276,35
7	Laston Lapis Pondasi (AC - Base)	3.325.906.156,80	3.354.045.166,37
8	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	30.715.871.984,00	30.737.531.901,04
9	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	2.966.614.380,00	2.968.354.909,05

Tabel 5.10 Hasil perhitungan analisa biaya percepatan pada *Microsoft Project* 2010 dengan menggunakan waktu lembur 3 jam

No	Jenis Pekerjaan	Biaya normal (Rp)	Biaya percepatan (Rp)
1	Galian biasa	66.857.206,70	72.779.544,89
2	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	204.271.296,91	213.631.986,61
3	Timbunan pilihan	982.830.609,76	1.015.814.172,64
4	Lapis pondasi agregat kelas S	280.505.222,48	287.500.162,60
5	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	1.095.287.580,01	1.124.217.415,07
6	Laston lapis antara AC-BC	2.463.790.292,78	2.520.430.116,19
7	Laston Lapis Pondasi (AC - Base)	3.325.906.156,80	3.376.303.878,89
8	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	30.715.871.984,00	30.752.628.650,85
9	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	2.966.614.380,00	2.969.568.040,73

#### e. Analisa *Cost Variance*, *Cost Slope*, dan *Duration Variance*

Pada analisa *cost variance*, *cost slope*, dan *duration variance* dihitung dengan menggunakan *Microsoft Project* 2010 yang akan digunakan untuk perhitungan biaya langsung, biaya tidak langsung, dan biaya total. Berdasarkan pada tabel 5.8, tabel 5.9, dan tabel 5.10, juga dapat diketahui selisih biaya (*cost variance*) antara biaya normal dengan biaya percepatan tiap lemburnya yaitu dengan cara :

Selisih biaya = biaya percepatan – biaya normal

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

Nama pekerjaan : galian biasa

Biaya normal : Rp. 66.857.206,70

Biaya percepatan :

Lembur 1 jam = Rp. 68.133.495,48

Lembur 2 jam = Rp. 70.264.910,13

Lembur jam = Rp. 72.779.544,89

Selisih biaya :

Lembur 1 jam = Rp. 68.133.495,48 - Rp. 66.857.206,70  
= Rp. 1.276.288,78

Lembur 2 jam = Rp. 70.264.910,13 - Rp. 66.857.206,70  
= Rp. 3.407.703,43

Lembur jam = Rp. 72.779.544,89 - Rp. 66.857.206,70  
= Rp. 5.922.338,19

Untuk hasil analisa *cost variance* dari semua item pekerjaan dengan menggunakan *Microsoft Project 2010* dapat dilihat pada Tabel 5.11, 5.12, dan 5.13 adalah sebagai berikut :

Tabel 5.11 Hasil perhitungan selisih biaya normal dan biaya percepatan pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 1 jam

No	Jenis Pekerjaan	Selisih biaya (Rp)
1	Galian biasa	1.276.288,79
2	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	1.940.379,13
3	Timbunan pilihan	7.668.447,82
4	Lapis pondasi agregat kelas S	1.431.452,70
5	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	6.190.705,15
6	Laston lapis antara AC-BC	11.210.341,64
7	Laston Lapis Pondasi (AC - Base)	11.012.571,79
8	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	9.682.021,28

No	Jenis Pekerjaan	Selisih biaya (Rp)
9	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	778.019,57

Tabel 5.12 Hasil perhitungan selisih biaya normal dan biaya percepatan pada *Microsoft Project* 2010 dengan waktu lembur 2 jam

No	Jenis Pekerjaan	Selisih biaya (Rp)
1	Galian biasa	3.407.703,44
2	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	5.380.031,53
3	Timbunan pilihan	19.228.035,51
4	Lapis pondasi agregat kelas S	3.972.646,22
5	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	16.748.721,90
6	Laston lapis antara AC-BC	30.973.983,57
7	Laston Lapis Pondasi (AC - Base)	28.139.009,57
8	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	21.659.917,04
9	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	1.740.529,05

Tabel 5.13 Hasil perhitungan selisih biaya normal dan biaya percepatan pada *Microsoft Project* 2010 dengan waktu lembur 3 jam

No	Jenis Pekerjaan	Selisih biaya (Rp)
1	Galian biasa	5.922.338,20
2	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	9.360.689,69
3	Timbunan pilihan	32.983.562,88
4	Lapis pondasi agregat kelas S	6.994.940,12
5	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	28.929.835,06
6	Laston lapis antara AC-BC	56.639.823,41
7	Laston Lapis Pondasi (AC - Base)	50.397.722,09
8	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	36.756.666,85
9	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	2.953.660,73

*Duration variance* merupakan selisih durasi antara durasi normal dengan durasi percepatan akibat adanya lembur dari suatu pekerjaan. Untuk hasil analisa *duration variance* dari semua item pekerjaan dengan menggunakan *Microsoft Project 2010* dapat dilihat pada Tabel 5.14, 5.15, dan 5.16 adalah sebagai berikut :

Tabel 5.14 Hasil perhitungan *duration variance* pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 1 jam

NO	JENIS PEKERJAAN	Durasi (hari)	Durasi percepatan (hari)	<i>Duration Variance</i> (hari)
1	Galian biasa	102	90,44	11,56
2	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	450	398,51	51,49
3	Timbunan pilihan	48	42,65	5,35
4	Lapis pondasi agregat kelas S	47	41,62	5,38
5	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	107	94,86	12,14
6	Laston lapis antara AC-BC	48	42,52	5,48
7	Laston Lapis Pondasi (AC - Base)	54	47,93	6,07
8	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	336	299,53	36,47
9	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	48	42,79	5,21

Tabel 5.15 Hasil perhitungan *duration variance* pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 2 jam

NO	JENIS PEKERJAAN	Durasi (hari)	Durasi percepatan (hari)	<i>Duration variance</i> (hari)
1	Galian biasa	102	82,12	19,88
2	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	450	361,87	88,13
3	Timbunan pilihan	48	38,72	9,28
4	Lapis pondasi agregat kelas S	47	37,80	9,20
5	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	107	86,14	20,86
6	Laston lapis antara AC-BC	48	38,61	9,39

NO	JENIS PEKERJAAN	Durasi (hari)	Durasi percepatan (hari)	Duration variance (hari)
7	Laston Lapis Pondasi (AC - Base)	54	43,52	10,48
8	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	336	271,98	64,02
9	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	48	38,85	9,15

Tabel 5.16 Hasil perhitungan *duration variance* pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 3 jam

NO	JENIS PEKERJAAN	Durasi (hari)	Durasi percepatan (hari)	Duration Variance (hari)
1	Galian biasa	102	76,00	26,00
2	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	450	334,92	115,08
3	Timbunan pilihan	48	35,84	12,16
4	Lapis pondasi agregat kelas S	47	34,98	12,02
5	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	107	79,73	27,27
6	Laston lapis antara AC-BC	48	35,73	12,27
7	Laston Lapis Pondasi (AC - Base)	54	40,28	13,72
8	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	336	251,73	84,27
9	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	48	35,96	12,04

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

Nama pekerjaan :Galian biasa

*Cost variance* :

Lembur 1 jam = Rp1.276.288,79

Lembur 2 jam = Rp3.407.703,44

Lembur 3 jam = Rp5.922.338,20

*Duration variance* :

Lembur 1 jam = 11,56 hari

Lembur 2 jam = 19,88 hari

Lembur 3 jam = 26,00 hari

*Cost slope* :

Lembur 1 jam =  $Cost\ variance / Duration\ variance$

= Rp1.276.288,79 / 11,56 hari

= Rp110.405,60

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

= Rp3.407.703,44 / 19,88 hari

= Rp171.413,65

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

= Rp5.922.338,20 / 26,00 hari

= Rp227.782,24

Untuk hasil analisa *cost slope* dari semua item pekerjaan dengan menggunakan *Microsoft Project 2010* dapat dilihat pada Tabel 5.17, 5.18, dan 5.19 adalah sebagai berikut :

Tabel 5.17 Hasil perhitungan *cost slope* pada *Microsoft Project 2010*  
dengan waktu lembur 1 jam

NO	JENIS PEKERJAAN	<i>Duration Variance</i> (hari)	Selisih biaya (Rp.)	<i>Cost slope</i> (Rp./hari)
1	Galian biasa	11,56	1.276.288,79	110.405,60
2	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	51,49	1.940.379,13	37.684,45
3	Timbunan pilihan	5,35	7.668.447,82	1.432.106,80
4	Lapis pondasi agregat kelas S	5,38	1.431.452,70	266.232,63
5	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	12,14	6.190.705,15	510.143,15
6	Laston lapis antara AC-BC	5,48	11.210.341,64	2.045.141,59
7	Laston Lapis Pondasi (AC - Base)	6,07	11.012.571,79	1.813.197,93

<b>NO</b>	<b>JENIS PEKERJAAN</b>	<b>Duration Variance (hari)</b>	<b>Selisih biaya (Rp.)</b>	<b>Cost slope (Rp./hari)</b>
8	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	36,47	9.682.021,28	265.451,14
9	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	5,21	778.019,57	149.316,27

Tabel 5.18 Hasil perhitungan *cost slope* pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 2 jam

<b>NO</b>	<b>JENIS PEKERJAAN</b>	<b>Duration variance (hari)</b>	<b>Selisih biaya (Rp.)</b>	<b>Cost slope (Rp./hari)</b>
1	Galian biasa	19,88	3.407.703,44	171.412,62
2	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	88,13	5.380.031,53	61.043,24
3	Timbunan pilihan	9,28	19.228.035,51	2.072.863,90
4	Lapis pondasi agregat kelas S	9,20	3.972.646,22	431.615,67
5	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	20,86	16.748.721,90	802.971,42
6	Laston lapis antara AC-BC	9,39	30.973.983,57	3.298.191,65
7	Laston Lapis Pondasi (AC - Base)	10,48	28.139.009,57	2.684.868,42
8	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	64,02	21.659.917,04	338.349,12
9	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	9,15	1.740.529,05	190.321,38

Tabel 5.19 Hasil perhitungan *cost slope* pada *Microsoft Project 2010* dengan waktu lembur 3 jam

<b>NO</b>	<b>JENIS PEKERJAAN</b>	<b>Duration Variance (hari)</b>	<b>Selisih biaya (Rp.)</b>	<b>Cost slope (Rp./hari)</b>
1	Galian biasa	26,00	5.922.338,20	227.782,24
2	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	115,08	9.360.689,69	81.339,18
3	Timbunan pilihan	12,16	32.983.562,88	2.712.515,56
4	Lapis pondasi agregat kelas S	12,02	6.994.940,12	582.003,99



NO	JENIS PEKERJAAN	Duration Variance (hari)	Selisih biaya (Rp.)	Cost slope (Rp./hari)
5	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	27,27	28.929.835,06	1.060.741,21
6	Laston lapis antara AC-BC	12,27	56.639.823,41	4.617.505,48
7	Laston Lapis Pondasi (AC - Base)	13,72	50.397.722,09	3.672.928,93
8	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	84,27	36.756.666,85	436.174,45
9	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	12,04	2.953.660,73	245.348,13

Data diatas merupakan data hasil *crashing* seluruh kegiatan kritis yang memiliki *resource* alat berat untuk pelaksanaan durasi total proyek dengan menambahkan 1 jam lembur, 2 jam lembur, dan 3 jam lembur. Untuk menguji kemungkinan efisiensi *crashing*, dengan melakukan *crashing* ulang dari *cost slope* terkecil pada Tabel 5.17, 5.18, dan 5.19. Tabel 5.20 berikut merupakan urutan kegiatan – kegiatan kritis hasil *crashing* diurutkan dari *cost slope* terkecil sampai terbesar :

Tabel 5.20 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai *cost slope* terkecil hingga terbesar untuk waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (hari)			Biaya (Rp)		Slope (RP)
	Normal	Crash	Selisih	Normal	Crash	
G	450	398,51	51,49	204.271.296,91	206.211.676,04	37.684,45
F	102	90,44	11,56	66.857.206,70	68.133.495,48	110.365,67
Q	48	42,79	5,21	2.966.614.380,00	2.967.392.399,57	149.316,27
P	336	299,53	36,47	30.715.871.984,00	30.725.554.005,28	265.451,14
I	47	41,62	5,38	280.505.222,48	281.936.675,18	266.232,63
K	107	94,86	12,14	1.095.287.580,01	1.101.478.285,16	510.143,15
H	48	42,65	5,35	982.830.609,76	990.499.057,58	1.432.106,80
O	54	47,93	6,07	3.325.906.156,80	3.336.918.728,59	1.813.197,93
N	48	42,52	5,48	2.463.790.292,78	2.475.000.634,42	2.045.141,59

Tabel 5.21 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai *cost slope* terkecil hingga terbesar untuk waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi (hari)			Biaya (Rp)		Slope (Rp)
	Normal	Crash	Selisih	Normal	Crash	
G	450	361,87	88,13	204.271.296,91	209.651.328,44	61.043,24
F	102	82,12	19,88	66.857.206,70	70.264.910,13	171.412,62
Q	48	38,85	9,15	2.966.614.380,00	2.968.354.909,05	190.321,38
P	336	271,98	64,02	30.715.871.984,00	30.737.531.901,04	338.349,12
I	47	37,80	9,20	280.505.222,48	284.477.868,70	431.615,67
K	107	86,14	20,86	1.095.287.580,01	1.112.036.301,92	802.971,42
H	48	38,72	9,28	982.830.609,76	1.002.058.645,27	2.072.863,90
O	54	43,52	10,48	3.325.906.156,80	3.354.045.166,37	2.684.868,42
N	48	38,61	9,39	2.463.790.292,78	2.494.764.276,35	3.298.191,65

Tabel 5.22 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai *cost slope* terkecil hingga terbesar untuk waktu lembur 3 jam

Kode	Durasi (hari)			Biaya (Rp)		Slope (Rp)
	Normal	Crash	Selisih	Normal	Crash	
G	450	334,92	115,08	204.271.296,91	213.631.986,61	81.339,18
F	102	76,00	26,00	66.857.206,70	72.779.544,89	227.822,28
Q	48	35,96	12,04	2.966.614.380,00	2.969.568.040,73	245.348,13
P	336	251,73	84,27	30.715.871.984,00	30.752.628.650,85	436.174,45
I	47	34,98	12,02	280.505.222,48	287.500.162,60	582.003,99
K	107	79,73	27,27	1.095.287.580,01	1.124.217.415,07	1.060.741,21
H	48	35,84	12,16	982.830.609,76	1.015.814.172,64	2.712.515,56
O	54	40,28	13,72	3.325.906.156,80	3.376.303.878,89	3.672.928,93
N	48	35,73	12,27	2.463.790.292,78	2.520.430.116,19	4.617.505,48

Berdasarkan dari *cost slope* terkecil sampai terbesar, didapatkan juga selisih biaya terkecil sampai terbesar antara biaya normal dengan biaya percepatan. Selisih biaya terkecil sampai terbesar terdapat dalam tabel 5.23, tabel 5.24, dan tabel 5.25 sebagai berikut :

Tabel 5.23 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai selisih biaya terkecil hingga terbesar untuk waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (hari)			Biaya (Rp)		Selisih biaya (RP)
	Normal	Crash	Selisih	Normal	Crash	
G	450	398,51	51,49	204.271.296,91	206.211.676,04	37.684,45
F	102	90,44	11,56	66.857.206,70	68.133.495,48	110.365,67
Q	48	42,79	5,21	2.966.614.380,00	2.967.392.399,57	149.316,27
P	336	299,53	36,47	30.715.871.984,00	30.725.554.005,28	265.451,14
I	47	41,62	5,38	280.505.222,48	281.936.675,18	266.232,63
K	107	94,86	12,14	1.095.287.580,01	1.101.478.285,16	510.143,15
H	48	42,65	5,35	982.830.609,76	990.499.057,58	1.432.106,80
O	54	47,93	6,07	3.325.906.156,80	3.336.918.728,59	1.813.197,93
N	48	42,52	5,48	2.463.790.292,78	2.475.000.634,42	2.045.141,59

Tabel 5.24 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai selisih biaya terkecil hingga terbesar untuk waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi (hari)			Biaya (Rp)		Selisih biaya (RP)
	Normal	Crash	Selisih	Normal	Crash	
G	450	361,87	88,13	204.271.296,91	209.651.328,44	61.043,24
F	102	82,12	19,88	66.857.206,70	70.264.910,13	171.412,62
Q	48	38,85	9,15	2.966.614.380,00	2.968.354.909,05	190.321,38
P	336	271,98	64,02	30.715.871.984,00	30.737.531.901,04	338.349,12
I	47	37,80	9,20	280.505.222,48	284.477.868,70	431.615,67
K	107	86,14	20,86	1.095.287.580,01	1.112.036.301,92	802.971,42
H	48	38,72	9,28	982.830.609,76	1.002.058.645,27	2.072.863,90
O	54	43,52	10,48	3.325.906.156,80	3.354.045.166,37	2.684.868,42
N	48	38,61	9,39	2.463.790.292,78	2.494.764.276,35	3.298.191,65

Tabel 5.25 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai selisih biaya terkecil hingga terbesar untuk waktu lembur 3 jam

Kode	Durasi (hari)			Biaya (Rp)		Selisih biaya (RP)
	Normal	Crash	Selisih	Normal	Crash	
G	450	334,92	115,08	204.271.296,91	213.631.986,61	81.339,18
F	102	76,00	26,00	66.857.206,70	72.779.544,89	227.822,28
Q	48	35,96	12,04	2.966.614.380,00	2.969.568.040,73	245.348,13
P	336	251,73	84,27	30.715.871.984,00	30.752.628.650,85	436.174,45
I	47	34,98	12,02	280.505.222,48	287.500.162,60	582.003,99
K	107	79,73	27,27	1.095.287.580,01	1.124.217.415,07	1.060.741,21
H	48	35,84	12,16	982.830.609,76	1.015.814.172,64	2.712.515,56
O	54	40,28	13,72	3.325.906.156,80	3.376.303.878,89	3.672.928,93
N	48	35,73	12,27	2.463.790.292,78	2.520.430.116,19	4.617.505,48

#### f. Analisa Biaya

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

##### 1. Menentukan biaya tidak langsung

Penentuan biaya tidak langsung berdasarkan hasil dari Studi Praktek Estimasi Biaya Tidak Langsung pada Proyek Konstruksi oleh Soemardi dan Kusumawardani (2010). Berdasarkan persamaan sebagai berikut :

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

dengan :

x1 = nilai total proyek,

x2 = durasi proyek,

$\varepsilon$  = *random error*,

y = prosentase biaya tak langsung.

Sehingga biaya tidak langsung dari proyek adalah sebagai berikut:

x1 = Rp. 184.663.854.562,74

x2 = 990

$\varepsilon$  = *random error*,

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

$$y = -0,95 - 4,888 (\ln(184,664 - 0,21) - \ln(990)) + \varepsilon$$

$$y = 7,26 \%$$

$$\text{Biaya tidak langsung} = y \times x1$$

$$= 7,26\% \times \text{Rp. } 184.663.854.562,74$$

$$= \text{Rp. } 13.406.595.841,20$$

Tabel 5.26 Hasil perhitungan biaya tidak langsung  
untuk waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya tidak langsung
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif	
				990	<b>Rp13.406.595.841,25</b>
F	102	90,44	11,56	978,44	Rp13.249.993.490,60
G	450	398,51	51,49	926,95	Rp12.552.712.597,52
H	48	42,65	5,35	921,59	Rp12.480.199.679,58
I	47	41,62	5,38	916,21	Rp12.407.388.337,78
K	107	94,86	12,14	904,08	Rp12.243.052.841,19
N	48	42,52	5,48	898,60	Rp12.168.822.955,63
O	54	47,93	6,07	892,52	Rp12.086.574.668,67
P	336	299,53	36,47	856,05	Rp11.592.645.399,64
Q	48	42,79	5,21	850,84	Rp11.522.084.075,49

Tabel 5.27 Hasil perhitungan biaya tidak langsung  
untuk waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya tidak langsung
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif	
				990	<b>Rp13.406.595.841,25</b>
F	102	82,12	19,88	970,12	Rp13.137.378.935,98
G	450	361,87	88,13	881,99	Rp11.943.856.543,36
H	48	38,72	9,28	872,71	Rp11.818.239.823,11
I	47	37,80	9,20	863,50	Rp11.693.597.363,13
K	107	86,14	20,86	842,65	Rp11.411.132.191,54
N	48	38,61	9,39	833,26	Rp11.283.956.385,75
O	54	43,52	10,48	822,77	Rp11.142.028.045,72
P	336	271,98	64,02	758,76	Rp10.275.115.962,22
Q	48	38,85	9,15	749,61	Rp10.151.271.378,86

Tabel 5.28 Hasil perhitungan biaya tidak langsung  
untuk waktu lembur 3 jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya tidak langsung
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif	
				990	<b>Rp13.406.595.841,25</b>
F	102	76,00	26,00	964,00	Rp13.054.565.307,38
G	450	334,92	115,08	848,92	Rp11.496.120.641,83
H	48	35,84	12,16	836,76	Rp11.331.452.854,20
I	47	34,98	12,02	824,74	Rp11.168.695.223,52
K	107	79,73	27,27	797,47	Rp10.799.360.756,36
N	48	35,73	12,27	785,20	Rp10.633.249.985,30
O	54	40,28	13,72	771,48	Rp10.447.434.584,97
P	336	251,73	84,27	687,21	Rp9.306.241.256,25
Q	48	35,96	12,04	675,17	Rp9.143.213.637,86

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

Biaya tidak langsung akibat percepatan (kode F):

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= (\text{Rp. } 13.406.595.841,20 \times 990) / 978,44 \\ &= \text{Rp. } 13.249.993.490,60 \end{aligned}$$

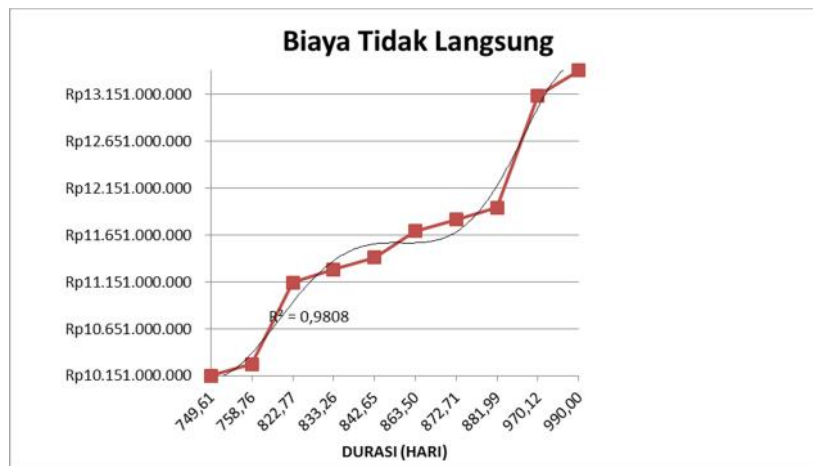
$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= (\text{Rp. } 13.406.595.841,20 \times 990) / 970,12 \\ &= \text{Rp. } 13.137.378.935,98 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= (\text{Rp. } 13.406.595.841,20 \times 990) / 964 \\ &= \text{Rp. } 13.054.565.307,38 \end{aligned}$$

Data hasil analisa biaya tidak langsung proyek terhadap penambahan jam lembur diatas dapat disajikan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 5.1 - 5.3.



Gambar 5.1 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan jam lembur 1 jam



Gambar 5.2 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan jam lembur 2 jam



Gambar 5.3 Grafik biaya tidak langsung akibat penambahan jam lembur 3 jam

## 2. Menentukan biaya langsung

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

Biaya langsung = nilai total proyek – biaya tidak langsung

Sehingga nilai biaya langsung pada proyek adalah

Biaya langsung = Rp. 184.663.854.562,74 - Rp. 13.406.595.841,20  
 = **Rp. 171.257.258.721,49**

Untuk mencari biaya langsung akibat percepatan (kode F) adalah sebagai berikut:

**Lembur 1 jam** = biaya langsung + selisih biaya  
 = Rp. 171.257.258.721,49 + Rp1.276.289  
 = Rp. 171.258.535.010,27

**Lembur 2 jam** = biaya langsung + selisih biaya  
 = Rp. 171.257.258.721,49 + Rp3.407.703  
 = Rp. 171.260.666.424,92

**Lembur 3 jam** = biaya langsung + selisih biaya  
 = Rp. 171.257.258.721,49 + Rp5.922.338  
 = Rp. 171.263.181.059,68

Hasil perhitungan biaya langsung akibat percepatan disajikan pada Tabel 5.29, Tabel 5.30, dan Tabel 5.31 sebagai berikut:

Tabel 5.29 Hasil perhitungan biaya langsung

Untuk waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya langsung
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif	
				990	<b>Rp171.257.258.721,49</b>
F	102	90,44	11,56	978,44	Rp171.258.535.010,27
G	450	398,51	51,49	926,95	Rp171.260.475.389,40
H	48	42,65	5,35	921,59	Rp171.268.143.837,22
I	47	41,62	5,38	916,21	Rp171.269.575.289,92
K	107	94,86	12,14	904,08	Rp171.275.765.995,07
N	48	42,52	5,48	898,60	Rp171.286.976.336,71
O	54	47,93	6,07	892,52	Rp171.297.988.908,49
P	336	299,53	36,47	856,05	Rp171.307.670.929,78
Q	48	42,79	5,21	850,84	Rp171.308.448.949,34



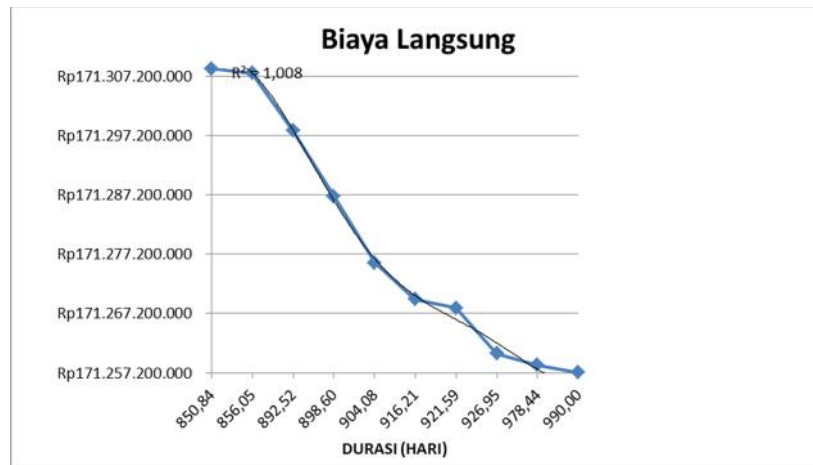
Tabel 5.30 Hasil perhitungan biaya langsung  
Untuk waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya langsung
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif	
				990	<b>Rp171.257.258.721,49</b>
F	102	82,12	19,88	970,12	Rp171.260.666.424,92
G	450	361,87	88,13	881,99	Rp171.266.046.456,45
H	48	38,72	9,28	872,71	Rp171.285.274.491,96
I	47	37,80	9,20	863,50	Rp171.289.247.138,18
K	107	86,14	20,86	842,65	Rp171.305.995.860,08
N	48	38,61	9,39	833,26	Rp171.336.969.843,65
O	54	43,52	10,48	822,77	Rp171.365.108.853,22
P	336	271,98	64,02	758,76	Rp171.386.768.770,27
Q	48	38,85	9,15	749,61	Rp171.388.509.299,31

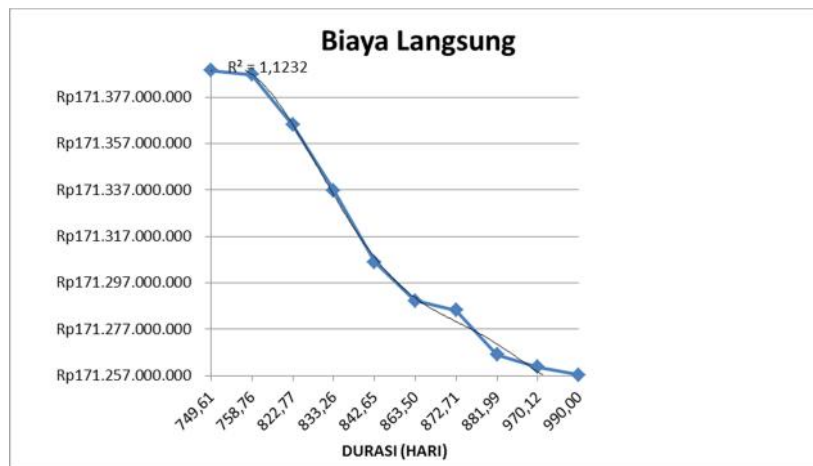
Tabel 5.31 Hasil perhitungan biaya langsung  
Untuk waktu lembur 3 jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya langsung
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif	
				990	<b>Rp171.257.258.721,49</b>
F	102	76,00	26,00	964,00	Rp171.263.181.059,68
G	450	334,92	115,08	848,92	Rp171.272.541.749,38
H	48	35,84	12,16	836,76	Rp171.305.525.312,25
I	47	34,98	12,02	824,74	Rp171.312.520.252,38
K	107	79,73	27,27	797,47	Rp171.341.450.087,43
N	48	35,73	12,27	785,20	Rp171.398.089.910,84
O	54	40,28	13,72	771,48	Rp171.448.487.632,93
P	336	251,73	84,27	687,21	Rp171.485.244.299,78
Q	48	35,96	12,04	675,17	Rp171.488.197.960,51

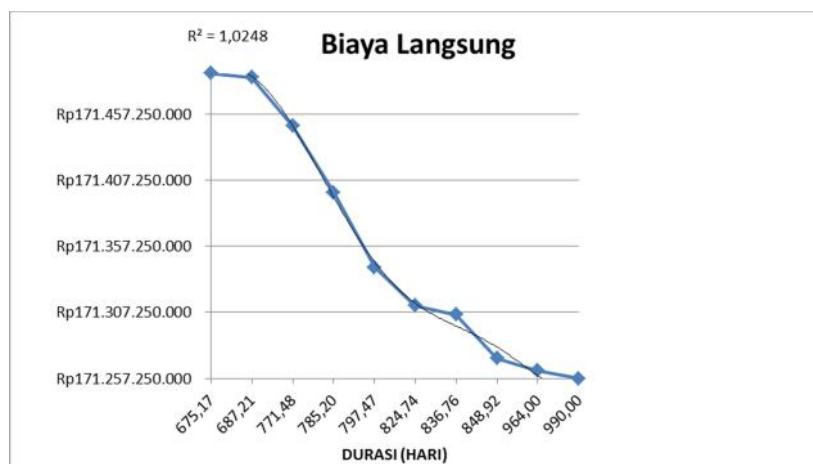
Data hasil analisa biaya langsung proyek terhadap penambahan jam lembur diatas dapat disajikan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 5.4 - 5.6



. Gambar 5.4 Grafik biaya langsung akibat penambahan jam lembur 1 jam



Gambar 5.5 Grafik biaya langsung akibat penambahan jam lembur 2 jam



Gambar 5.6 Grafik biaya langsung akibat penambahan jam lembur 3 jam

### 3. Menentukan total biaya

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

Total biaya = biaya langsung + biaya tidak langsung

Sehingga total biaya pada proyek adalah

Total biaya = Rp. 171.257.258.721,49 + Rp. 13.406.595.841,20  
 = **Rp. 184.663.854.562,74**

Tabel 5.32 Hasil perhitungan total biaya untuk waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (hari)				Total biaya
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif	
				990	<b>Rp184.663.854.562,74</b>
F	102	90,44	11,56	978,44	Rp184.508.528.500,87
G	450	398,51	51,49	926,95	Rp183.813.187.986,92
H	48	42,65	5,35	921,59	Rp183.748.343.516,80
I	47	41,62	5,38	916,21	Rp183.676.963.627,69
K	107	94,86	12,14	904,08	Rp183.518.818.836,25
N	48	42,52	5,48	898,60	Rp183.455.799.292,34
O	54	47,93	6,07	892,52	Rp183.384.563.577,16
P	336	299,53	36,47	856,05	Rp182.900.316.329,41
Q	48	42,79	5,21	850,84	Rp182.830.533.024,83

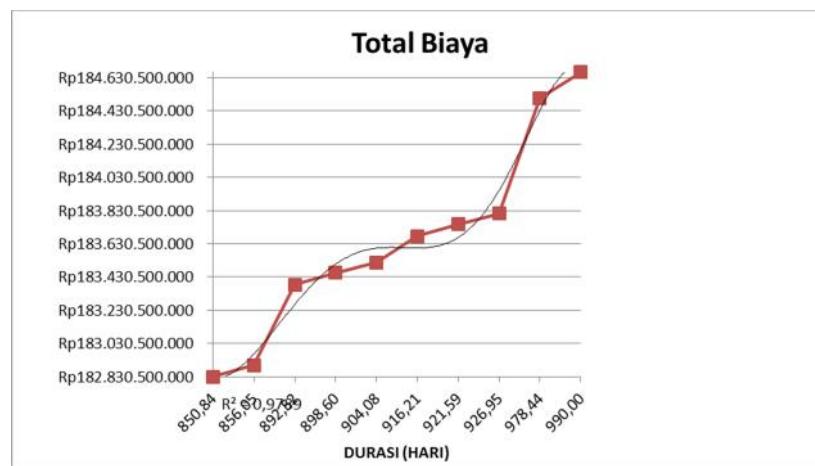
Tabel 5.33 Hasil perhitungan total biaya untuk waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi (hari)				Total biaya
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif	
				990	<b>Rp184.663.854.562,74</b>
F	102	82,12	19,88	970,12	Rp184.398.045.360,90
G	450	361,87	88,13	881,99	Rp183.209.902.999,81
H	48	38,72	9,28	872,71	Rp183.103.514.315,07
I	47	37,80	9,20	863,50	Rp182.982.844.501,30
K	107	86,14	20,86	842,65	Rp182.717.128.051,62
N	48	38,61	9,39	833,26	Rp182.620.926.229,40
O	54	43,52	10,48	822,77	Rp182.507.136.898,94
P	336	271,98	64,02	758,76	Rp181.661.884.732,49
Q	48	38,85	9,15	749,61	Rp181.539.780.678,18

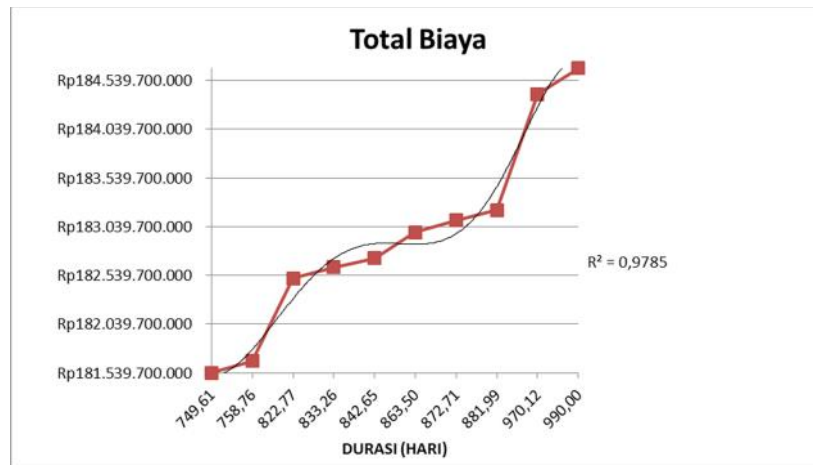
Tabel 5.34 Hasil perhitungan total biaya untuk waktu lembur 3 jam

Kode	Durasi (hari)				Total biaya
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif	
				990	<b>Rp184.663.854.562,74</b>
F	102	76,00	26,00	964,00	Rp184.317.746.367,07
G	450	334,92	115,08	848,92	Rp182.768.662.391,21
H	48	35,84	12,16	836,76	Rp182.636.978.166,45
I	47	34,98	12,02	824,74	Rp182.481.215.475,90
K	107	79,73	27,27	797,47	Rp182.140.810.843,80
N	48	35,73	12,27	785,20	Rp182.031.339.896,14
O	54	40,28	13,72	771,48	Rp181.895.922.217,90
P	336	251,73	84,27	687,21	Rp180.791.485.556,03
Q	48	35,96	12,04	675,17	Rp180.631.411.598,37

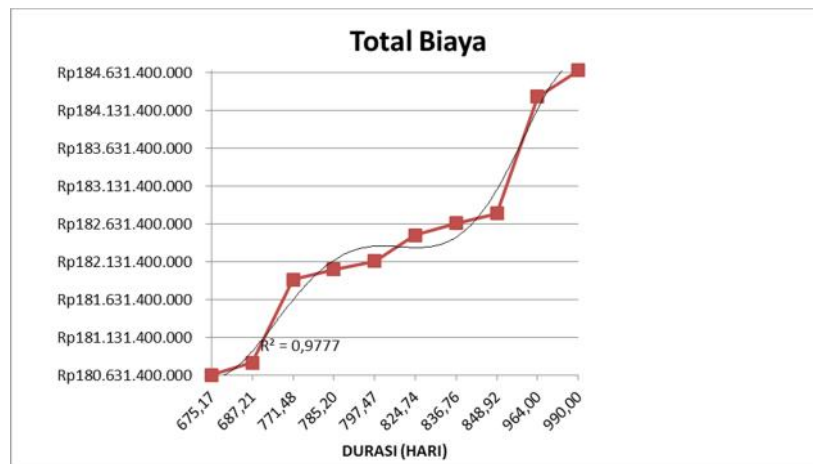
Data hasil analisa total biaya proyek terhadap penambahan jam lembur diatas dapat disajikan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 5.7 - 5.9



. Gambar 5.7 Grafik total biaya akibat penambahan jam lembur 1 jam



Gambar 5.8 Grafik total biaya akibat penambahan jam lembur 2 jam



Gambar 5.9 Grafik total biaya akibat penambahan jam lembur 3 jam

### g. Efisiensi waktu dan biaya proyek

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

#### 1) Lembur 1 jam

Efisiensi waktu:

$$Et = \left( \frac{990 - 978,44}{990} \right) \times 100\%$$

$$= 1,17\%$$

Efisiensi biaya:

$$E_c = \left( \frac{Rp.184.663.854.562,74 - Rp.184.508.528.500,87}{Rp.184.663.854.562,74} \right) \times 100\%$$

$$= 0,08\%$$

### 2) Lembur 2 jam

Efisiensi waktu:

$$E_t = \left( \frac{990 - 970,12}{990} \right) \times 100\%$$

$$= 2,01\%$$

Efisiensi biaya:

$$E_c = \left( \frac{Rp.184.663.854.562,74 - Rp.184.398.045.360,90}{Rp.184.663.854.562,74} \right) \times 100\%$$

$$= 0,14\%$$

### 3) Lembur 3 jam

Efisiensi waktu:

$$E_t = \left( \frac{990 - 964,00}{990} \right) \times 100\%$$

$$= 2,63\%$$

Efisiensi biaya:

$$E_c = \left( \frac{Rp.184.663.854.562,74 - Rp.184.317.746.367,07}{Rp.184.663.854.562,74} \right) \times 100\%$$

$$= 0,19\%$$

Hasil perhitungan efisiensi waktu dan biaya secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 5.35, tabel 5.36, dan tabel 5.37 sebagai berikut:

Tabel 5.35 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (hari)	Total biaya	Efisiensi waktu %	Efisiensi biaya %
	990	Rp 184.663.854.562,74	0,00%	0,00%
F	978,44	Rp 184.508.528.500,87	1,17%	0,08%
G	926,95	Rp 183.813.187.986,92	6,37%	0,46%
H	921,59	Rp 183.748.343.516,80	6,91%	0,50%
I	916,21	Rp 183.676.963.627,69	7,45%	0,53%
K	904,08	Rp 183.518.818.836,25	8,68%	0,62%
N	898,60	Rp 183.455.799.292,34	9,23%	0,65%
O	892,52	Rp 183.384.563.577,16	9,85%	0,69%
P	856,05	Rp 182.900.316.329,41	13,53%	0,95%
Q	850,84	Rp 182.830.533.024,83	14,06%	0,99%

Tabel 5.36 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi (hari)	Total biaya	Efisiensi waktu %	Efisiensi biaya %
	990	Rp 184.663.854.562,74	0,00%	0,00%
F	970,12	Rp 184.398.045.360,90	2,01%	0,14%
G	881,99	Rp 183.209.902.999,81	10,91%	0,79%
H	872,71	Rp 183.103.514.315,07	11,85%	0,84%
I	863,50	Rp 182.982.844.501,30	12,78%	0,91%
K	842,65	Rp 182.717.128.051,62	14,88%	1,05%
N	833,26	Rp 182.620.926.229,40	15,83%	1,11%
O	822,77	Rp 182.507.136.898,94	16,89%	1,17%
P	758,76	Rp 181.661.884.732,49	23,36%	1,63%
Q	749,61	Rp 181.539.780.678,18	24,28%	1,69%

Tabel 5.37 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 3 jam

Kode	Durasi (hari)	Total biaya	Efisiensi waktu %	Efisiensi biaya %
	990	Rp 184.663.854.562,74	0,00%	0,00%
F	964,00	Rp 184.317.746.367,07	2,63%	0,19%
G	848,92	Rp 182.768.662.391,21	14,25%	1,03%
H	836,76	Rp 182.636.978.166,45	15,48%	1,10%
I	824,74	Rp 182.481.215.475,90	16,69%	1,18%
K	797,47	Rp 182.140.810.843,80	19,45%	1,37%
N	785,20	Rp 182.031.339.896,14	20,69%	1,43%
O	771,48	Rp 181.895.922.217,90	22,07%	1,50%
P	687,21	Rp 180.791.485.556,03	30,58%	2,10%
Q	675,17	Rp 180.631.411.598,37	31,80%	2,18%

## 2. Penambahan Alat Berat

Dalam penambahan jumlah alat berat yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak atau cukup lapang, karena penambahan alat berat pada suatu aktivitas tidak boleh mengganggu pemakaian alat berat untuk aktivitas yang lain yang sedang berjalan pada saat yang sama. Dalam hal ini, penambahan alat berat dilakukan secara matematis bukan secara fisik dari alat tersebut. Dengan adanya penambahan alat berat, penambahan tenaga kerja pun juga akan terjadi. Penambahan tenaga kerja juga sama dengan halnya penambahan

alat berat, yaitu dilakukan secara matematis dan durasi yang digunakan berdasarkan durasi percepatan akibat lembur.

#### a. Analisa Kebutuhan Alat Berat dan Tenaga Kerja

Salah satu contoh perhitungan untuk analisa kebutuhan alat berat dan tenaga kerja dalam keadaan normal adalah sebagai berikut :

Nama pekerjaan : Galian biasa

Volume pekerjaan : 1514 m<sup>3</sup>

Durasi normal : 102 hari  $\approx$  714 jam (dengan jam kerja 7 jam/hari)

Tabel 5.38 Perhitungan kebutuhan alat dan tenaga kerja pada keadaan normal

<i>Resource name</i>	<b>Koef</b>	<b>Harga satuan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Total (Rp)</b>	<b>Total (unit)</b>	<b>Unit perhari</b>	<b>Unit perjam</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
Pekerja	0,1071	7500	803,25	1.216.120,50	162,15	1,59	0,23
Mandor	0,0535	12500	668,75	1.012.487,50	81,00	0,79	0,11
Excavator	0,0535	368305	19.704,32	29.832.336,70	81,00	0,79	0,11
Dump truck	0,1116	192500	21.483,00	32.525.262,00	168,96	1,66	0,24
Alat Bantu	1	1500	1.500,00	2.271.000,00	1.514,00	14,84	2,12

Keterangan :

Kolom 2 : nilai koefisien didapatkan pada perhitungan analisa harga satuan pekerjaan.

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

Kolom 4 : hasil perkalian Kolom 3 dan Kolom 2

Kolom 5 : hasil perkalian Kolom 4 dengan volume pekerjaan

Kolom 6 : Kolom 5 dibagi dengan Kolom 3

Kolom 7 : Kolom 6 dibagi dengan durasi pekerjaan dalam hari

Kolom 8 : Kolom 7 dibagi dengan jam kerja perhari



### b. Durasi Percepatan Akibat Waktu Lembur

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

Nama pekerjaan : Galian biasa

1. Durasi akibat lembur 1 jam = 90,44 hari
2. Durasi akibat lembur 2 jam = 82,12 hari
3. Durasi akibat lembur 3 jam = 76 hari

### c. Durasi Percepatan Akibat Penambahan Alat

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

Nama pekerjaan : Galian biasa

Volume pekerjaan : 1514 m<sup>3</sup>

Durasi normal : 102 hari ≈ 714 jam (dengan jam kerja 7 jam/hari)

Durasi percepatan :

Lembur 1 jam = 90,44 hari

Lembur 2 jam = 82,12 hari

Lembur 3 jam = 76 hari

Kebutuhan alat dan tenaga :

*Excavator* = 0,1134 unit / jam

*Dump truck* = 0,2366 unit / jam

Pekerja = 0,2271 orang / jam

Mandor = 0,1134 orang / jam

Penambahan alat dan tenaga kerja:

#### Lembur 1 jam

*Excavator* = (durasi normal x keb.alat) / durasi percepatan

= ( 102 x 0,1134) / 90,44

$$= 0,1280 \text{ unit/jam} \approx 0,8957 \text{ unit/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Dump truck} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb.alat}) / \text{durasi percepatan} \\ &= (102 \times 0,2366) / 90,44 \\ &= 0,2669 \text{ unit/jam} \approx 1,8683 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb.alat}) / \text{durasi percepatan} \\ &= (102 \times 0,2271) / 90,44 \\ &= 0,2561 \text{ unit/jam} \approx 1,7930 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb.alat}) / \text{durasi percepatan} \\ &= (102 \times 0,1134) / 90,44 \\ &= 0,1280 \text{ unit/jam} \approx 0,8957 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

### **Lembur 2 jam**

$$\begin{aligned} \text{Excavator} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb.alat}) / \text{durasi percepatan} \\ &= (102 \times 0,1134) / 82,12 \\ &= 0,1409 \text{ unit/jam} \approx 0,9864 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dump truck} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb.alat}) / \text{durasi percepatan} \\ &= (102 \times 0,2366) / 82,12 \\ &= 0,2939 \text{ unit/jam} \approx 2,0575 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb.alat}) / \text{durasi percepatan} \\ &= (102 \times 0,2271) / 82,12 \\ &= 0,2821 \text{ unit/jam} \approx 1,9745 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb.alat}) / \text{durasi percepatan} \\ &= (102 \times 0,1134) / 82,12 \\ &= 0,1409 \text{ unit/jam} \approx 0,9864 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

### **Lembur 3 jam**

$$\begin{aligned} \text{Excavator} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb.alat}) / \text{durasi percepatan} \\ &= (102 \times 0,1134) / 76 \\ &= 0,1522 \text{ unit/jam} \approx 1,0657 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dump truck} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb.alat}) / \text{durasi percepatan} \\ &= (102 \times 0,2366) / 76 \\ &= 0,3176 \text{ unit/jam} \approx 2,2231 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb.alat}) / \text{durasi percepatan} \\
 &= (102 \times 0,2271) / 76 \\
 &= 0,3048 \text{ unit/jam} \approx 2,1334 \text{ unit/hari} \\
 \text{Mandor} &= (\text{durasi normal} \times \text{keb.alat}) / \text{durasi percepatan} \\
 &= (102 \times 0,1134) / 76 \\
 &= 0,1522 \text{ unit/jam} \approx 1,0657 \text{ unit/hari}
 \end{aligned}$$

Untuk hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja dari semua jenis pekerjaan dapat dilihat pada tabel 5.39 sampai dengan tabel 5.48 berikut:

Tabel 5.39 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan galian biasa

Nama unit	Jumlah normal unit (unit/jam)	Jumlah penambahan unit (unit/jam)		
		1 jam	2 jam	3 jam
EXCAVATOR	0,1134	0,1280	0,1409	0,1522
Bulldozer	0,2366	0,2669	0,2939	0,3176
Pekerja	0,2271	0,2561	0,2821	0,3048
Mandor	0,1134	0,1280	0,1409	0,1522

Tabel 5.40 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan galian struktur dengan kedalaman 0-2 m

Nama unit	Jumlah normal unit (unit/jam)	Jumlah penambahan unit (unit/jam)		
		1 jam	2 jam	3 jam
Excavator	0,0592	0,0668	0,0736	0,0795
Bulldozer	0,0172	0,0194	0,0214	0,0231
Pekerja	0,2364	0,2670	0,2940	0,3177
Mandor	0,0592	0,0668	0,0736	0,0795

Tabel 5.41 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja  
pada jenis pekerjaan timbunan pilihan

Nama unit	Jumlah normal unit (unit/jam)	Jumlah penambahan unit (unit/jam)		
		1 jam	2 jam	3 jam
Wheel loader	0,4146	0,4690	0,5140	0,5580
Dump truck	3,6945	4,1788	4,5795	4,9723
Motor grader	0,0466	0,0527	0,0577	0,0627
Vibrator roller	0,3750	0,4242	0,4649	0,5048
Water tank truck	0,1631	0,1844	0,2021	0,2195
Pekerja	1,6632	1,8813	2,0617	2,2385
Mandor	0,4146	0,4690	0,5140	0,5580

Tabel 5.42 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja  
pada jenis pekerjaan lapis pondasi agregat kelas S

Nama unit	Jumlah normal unit (unit/jam)	Jumlah penambahan unit (unit/jam)		
		1 jam	2 jam	3 jam
Wheel loader	0,0273	0,0311	0,0340	0,0370
Dump truck	1,0846	1,2357	1,3488	1,4704
Motor grader	0,0138	0,0157	0,0172	0,0187
Tandem roller	0,0173	0,0198	0,0216	0,0235
Water tank truck	0,0453	0,0516	0,0563	0,0614
Pekerja	0,1912	0,2178	0,2377	0,2591
Mandor	0,0273	0,0311	0,0340	0,0370

Tabel 5.43 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan lapis pondasi agregat semen kelas A CTB

Nama unit	Jumlah normal unit (unit/jam)	Jumlah penambahan unit (unit/jam)		
		1 jam	2 jam	3 jam
Wheel loader	0,0700	0,0790	0,0869	0,0939
Concrete mixer	0,2159	0,2437	0,2682	0,2899
Dump truck	1,5435	1,7418	1,9172	2,0722
Vibrator roller	0,0155	0,0175	0,0192	0,0208
Water tank truck	0,1210	0,1366	0,1503	0,1625
Pekerja	1,5116	1,7058	1,8777	2,0295
Mandor	0,2159	0,2437	0,2682	0,2899
Tukang	0,4319	0,4874	0,5365	0,5799

Tabel 5.44 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan laston lapis antara (AC-BC)

Nama unit	Jumlah normal unit (unit/jam)	Jumlah penambahan unit (unit/jam)		
		1 jam	2 jam	3 jam
Wheel loader	0,2099	0,2369	0,2610	0,2819
AMP	0,2015	0,2274	0,2505	0,2705
Dump truck	0,9881	1,1151	1,2284	1,3269
Asphalt finisher	0,4232	0,4776	0,5262	0,5684
Tandem roller	0,1941	0,2191	0,2413	0,2607
P.tyre roller	0,1450	0,1637	0,1803	0,1948
Pekerja	1,4107	1,5921	1,7539	1,8945
Mandor	0,2015	0,2274	0,2505	0,2705

Tabel 5.45 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan laston lapis pondasi (AC-Base)

Nama unit	Jumlah normal unit (unit/jam)	Jumlah penambahan unit (unit/jam)		
		1 jam	2 jam	3 jam
Wheel loader	0,1117	0,1261	0,1387	0,1498
AMP	0,1632	0,1842	0,2025	0,2188
Dump truck	0,5269	0,5946	0,6538	0,7064
Asphalt finisher	0,2039	0,2301	0,2529	0,2733
Tandem roller	0,2255	0,2545	0,2798	0,3024
P.tyre roller	0,1260	0,1422	0,1563	0,1689
Pekerja	1,1425	1,2894	1,4177	1,5317
Mandor	0,1632	0,1842	0,2025	0,2188

Tabel 5.46 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan penyediaan unit pracetak gelagar tipe I bentang 40,8 m

Nama unit	Jumlah normal unit (unit/jam)	Jumlah penambahan unit (unit/jam)		
		1 jam	2 jam	3 jam
Crane	0,3155	0,3540	0,3898	0,4212
Pekerja	0,3333	0,3739	0,4118	0,4449

Tabel 5.47 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan penyediaan unit pracetak gelagar tipe I bentang 48,8 m

Nama unit	Jumlah normal unit (unit/jam)	Jumlah penambahan unit (unit/jam)		
		1 jam	2 jam	3 jam
Crane	0,1775	0,1991	0,2193	0,2369
Pekerja	0,1875	0,2103	0,2316	0,2503

#### d. Analisa Biaya Penambahan Alat

##### 1) Kondisi Normal

Nama pekerjaan	: Galian biasa
Volume pekerjaan	: 1514 m <sup>3</sup>
Durasi normal	: 102 hari (dengan jam kerja, jk = 7 jam/hari)

Kebutuhan <i>resource</i> (kr)	:
<i>Excavator</i>	= 0,1134 unit / jam
<i>Dump truck</i>	= 0,2366 unit / jam
Pekerja	= 0,2271 orang / jam
Mandor	= 0,1134 orang / jam
Alat bantu	= 1514

Biaya <i>resource</i> (brj)	:
<i>Excavator</i>	= Rp. 368.305 / jam
<i>Dump truck</i>	= Rp. 192.500 / jam
Pekerja	= Rp. 7.500 / jam
Mandor	= Rp. 12.500 / jam
Alat bantu	= Rp. 1.500

Biaya *resource* per hari (brh) :

$$\text{brh} = \text{jk} \times \text{kr} \times \text{brj}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} \text{Brh exc} &= 7 \times 0,1134 \times 368.305 \\ &= \text{Rp. } 292.360,51 / \text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Brh DT} &= 7 \times 0,2366 \times 192.500 \\ &= \text{Rp. } 318.818,5 / \text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Brh pekerja} &= 7 \times 0,2271 \times 7.500 \\ &= \text{Rp. } 11.922,75 / \text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Brh mandor} &= 7 \times 0,1134 \times 12.500 \\ &= \text{Rp. } 9.922,5 / \text{hari} \end{aligned}$$

Biaya total *resource* (btrh) :

$$\begin{aligned} \text{btrh} &= \text{brh} \\ &= (\text{exc} + \text{DT} + \text{pekerja} + \text{mandor}) \\ &= 292.360,51 + 318.818,5 + 11.922,75 + 9.922,5 \\ &= \text{Rp. } 633.024,26 / \text{hari} \end{aligned}$$

Biaya total *resource* (btr) :

$$\begin{aligned} \text{btrh} &= (\text{btrh} \times \text{durasi}) + \text{alat bantu} \\ &= (\text{Rp. } 633.024,26 / \text{hari} \times 102 \text{ hari}) + 2.271.000 \end{aligned}$$

= Rp. 66.857.206,70

## 2) Kondisi Terhadap Durasi Percepatan dari Waktu Lembur 1 jam

Nama pekerjaan	: Galian biasa
Volume pekerjaan	: 1514 m <sup>3</sup>
Durasi percepatan	: 90,44 hari
Penambahan <i>resource</i> (kr)	:
<i>Excavator</i>	= 0,1280 unit / jam
<i>Dump truck</i>	= 0,2669 unit / jam
Pekerja	= 0,2561 orang / jam
Mandor	= 0,1280 orang / jam
Biaya <i>resource</i> (brj)	:
<i>Excavator</i>	= Rp. 368.305 / jam
<i>Dump truck</i>	= Rp. 192.500 / jam
Pekerja	= Rp. 7.500 / jam
Mandor	= Rp. 12.500 / jam
Alat bantu	= Rp. 1.500

Biaya *resource* per hari (brh) :

$$\text{brh} = \text{jk} \times \text{kr} \times \text{brj}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} \text{Brh exc} &= 7 \times 0,1280 \times 368.305 \\ &= \text{Rp. } 330.001,28 / \text{hari} \\ \text{Brh DT} &= 7 \times 0,2669 \times 192.500 \\ &= \text{Rp. } 359.647,75 / \text{hari} \\ \text{Brh pekerja} &= 7 \times 0,2561 \times 7.500 \\ &= \text{Rp. } 13.445,25 / \text{hari} \\ \text{Brh mandor} &= 7 \times 0,1280 \times 12.500 \\ &= \text{Rp. } 11.200 / \text{hari} \end{aligned}$$

Biaya total *resource* (btrh) :

$$\begin{aligned} \text{btrh} &= \text{brh} \\ &= (\text{exc} + \text{DT} + \text{pekerja} + \text{mandor}) \end{aligned}$$



$$= 330.001,28 + 359.647,75 + 13.445,25 + 11.200$$

$$= \text{Rp. } 714,294,28 / \text{hari}$$

Biaya total *resource* (btr) :

$$\text{btrh} = (\text{btrh} \times \text{durasi}) + \text{alat bantu}$$

$$= (\text{Rp. } 714,294,28 / \text{hari} \times 90,44 \text{ hari}) + 2.271.000$$

$$= \text{Rp. } 66.871.774,68$$

### 3) Kondisi Terhadap Durasi Percepatan dari Waktu Lembur 2 jam

Nama pekerjaan : Galian biasa

Volume pekerjaan : 1514 m<sup>3</sup>

Durasi percepatan : 82,12 hari

Penambahan *resource* (kr) :

*Excavator* = 0,1409 unit / jam

*Dump truck* = 0,2939 unit / jam

Pekerja = 0,2821 orang / jam

Mandor = 0,1409 orang / jam

Biaya *resource* (brj) :

*Excavator* = Rp. 368.305 / jam

*Dump truck* = Rp. 192.500 / jam

Pekerja = Rp. 7.500 / jam

Mandor = Rp. 12.500 / jam

Biaya *resource* per hari (brh) :

$$\text{brh} = \text{jk} \times \text{kr} \times \text{brj}$$

Sehingga,

$$\text{Brh exc} = 7 \times 0,1409 \times 368.305$$

$$= \text{Rp. } 363.259,22 / \text{hari}$$

$$\text{Brh DT} = 7 \times 0,2939 \times 192.500$$

$$= \text{Rp. } 396.030,25 / \text{hari}$$

$$\text{Brh pekerja} = 7 \times 0,2821 \times 7.500$$

$$= \text{Rp. } 14.810,25 / \text{hari}$$

$$\text{Brh mandor} = 7 \times 0,1409 \times 12.500$$

$$= \text{Rp. } 12.328,75 / \text{hari}$$

Biaya total *resource* (btrh) :

$$\begin{aligned} \text{btrh} &= \text{brh} \\ &= (\text{exc} + \text{DT} + \text{pekerja} + \text{mandor}) \\ &= 363.259,22 + 396.030,25 + 14.810,25 + 12.328,75 \\ &= \text{Rp. } 786.428,47 / \text{hari} \end{aligned}$$

Biaya total *resource* (btr) :

$$\begin{aligned} \text{btrh} &= (\text{btrh} \times \text{durasi}) + \text{alat bantu} \\ &= (\text{Rp. } 786.428,47 / \text{hari} \times 82,12 \text{ hari}) + 2.271.000 \\ &= \text{Rp. } 66.852.505,96 \end{aligned}$$

#### 4) Kondisi Terhadap Durasi Percepatan dari Waktu Lembur 3 jam

Nama pekerjaan : Galian biasa

Volume pekerjaan : 1514 m<sup>3</sup>

Durasi percepatan : 76 hari

Penambahan *resource* (kr) :

*Excavator* = 0,1522 unit / jam

*Dump truck* = 0,3176 unit / jam

Pekerja = 0,3048 orang / jam

Mandor = 0,1522 orang / jam

Biaya *resource* (brj) :

*Excavator* = Rp. 368.305 / jam

*Dump truck* = Rp. 192.500 / jam

Pekerja = Rp. 7.500 / jam

Mandor = Rp. 12.500 / jam

Biaya *resource* per hari (brh) :

$$\text{brh} = \text{jk} \times \text{kr} \times \text{brj}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} \text{Brh exc} &= 7 \times 0,1522 \times 368.305 \\ &= \text{Rp. } 392.392,15 / \text{hari} \end{aligned}$$

$$\text{Brh DT} = 7 \times 0,3176 \times 192.500$$

$$= \text{Rp. } 427.966 / \text{hari}$$

$$\text{Brh pekerja} = 7 \times 0,3048 \times 7.500$$

$$= \text{Rp. } 16.002 / \text{hari}$$

$$\text{Brh mandor} = 7 \times 0,1522 \times 12.500$$

$$= \text{Rp. } 13,317,5 / \text{hari}$$

Biaya total *resource* (btrh) :

$$\text{btrh} = \text{brh}$$

$$= (\text{exc} + \text{DT} + \text{pekerja} + \text{mandor})$$

$$= 392.392,15 + 427.966 + 16.002 + 13,317,5$$

$$= \text{Rp. } 849.697,65 / \text{hari}$$

Biaya total *resource* (btr) :

$$\text{btrh} = (\text{btrh} \times \text{durasi}) + \text{alat bantu}$$

$$= (\text{Rp. } 849.697,65 / \text{hari} \times 76 \text{ hari}) + 2.271.000$$

$$= \text{Rp. } 66.848.021,4$$

Untuk hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja dari semua jenis pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.48 sampai dengan Tabel 5.56 sebagai berikut:

Tabel 5.48 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan galian biasa

Normal			Penambahan		
Durasi	Biaya perhari	Total	Durasi	Biaya perhari	Total
102	655.462,811	66.857.206,70	90,44	714.166,23	66.857.206,70
102	655.462,811	66.857.206,70	82,12	786.486,86	66.857.206,70
102	655.462,811	66.857.206,70	76,00	849.767,42	66.857.206,70

Tabel 5.49 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan galian struktur dengan kedalaman 0-2 m

Normal			Penambahan		
Durasi	Biaya perhari	Total	Durasi	Biaya perhari	Total
450	453.936,215	204.271.296,91	398,51	500.719,90	204.271.296,91
450	453.936,215	204.271.296,91	361,87	551.425,72	204.271.296,91
450	453.936,215	204.271.296,91	334,92	595.793,30	204.271.296,91

Tabel 5.50 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan timbunan pilihan

Normal			Penambahan		
Durasi	Biaya perhari	Total	Durasi	Biaya perhari	Total
48	20.475.637,703	982.830.609,76	42,44	22.882.979,77	982.830.609,76
48	20.475.637,703	982.830.609,76	38,72	25.077.262,79	982.830.609,76
48	20.475.637,703	982.830.609,76	35,67	27.227.849,35	982.830.609,76

Tabel 5.51 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan lapis pondasi agregat kelas S

Normal			Penambahan		
Durasi	Biaya perhari	Total	Durasi	Biaya perhari	Total
47	5.968.196,223	280.505.222,48	41,25	6.761.164,05	280.505.222,48
47	5.968.196,223	280.505.222,48	37,80	7.379.634,70	280.505.222,48
47	5.968.196,223	280.505.222,48	34,67	8.044.929,37	280.505.222,48

Tabel 5.52 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan lapis pondasi agregat semen kelas A (CTB)

Normal			Penambahan		
Durasi	Biaya perhari	Total	Durasi	Biaya perhari	Total
107	10.236.332,523	1.095.287.580,01	94,82	11.517.547,73	1.095.287.580,01
107	10.236.332,523	1.095.287.580,01	86,14	12.677.567,41	1.095.287.580,01
107	10.236.332,523	1.095.287.580,01	79,70	13.702.682,02	1.095.287.580,01

Tabel 5.53 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan laston lapis antara (AC-BC)

Normal			Penambahan		
Durasi	Biaya perhari	Total	Durasi	Biaya perhari	Total
48	51.328.964,433	2.463.790.292,78	42,53	57.662.602,99	2.463.790.292,78
48	51.328.964,433	2.463.790.292,78	38,61	63.521.412,49	2.463.790.292,78
48	51.328.964,433	2.463.790.292,78	35,74	68.616.593,96	2.463.790.292,78

Tabel 5.54 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan laston lapis pondasi (AC Base)

Normal			Penambahan		
Durasi	Biaya perhari	Total	Durasi	Biaya perhari	Total
54	61.590.854,756	3.325.906.156,80	47,85	69.268.248,25	3.325.906.156,80
54	61.590.854,756	3.325.906.156,80	43,52	76.158.070,24	3.325.906.156,80
54	61.590.854,756	3.325.906.156,80	40,28	82.285.731,06	3.325.906.156,80

Tabel 5.55 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan penyediaan unit pracetak tipe I bentang 40,8 m

Normal			Penambahan		
Durasi	Biaya perhari	Total	Durasi	Biaya perhari	Total
336	91.416.285,667	30.715.871.984,00	299,53	102.544.470,78	30.715.871.984,00
336	91.416.285,667	30.715.871.984,00	271,98	112.928.720,98	30.715.871.984,00
336	91.416.285,667	30.715.871.984,00	251,73	122.014.939,91	30.715.871.984,00

Tabel 5.56 Hasil analisa biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja pada jenis pekerjaan penyediaan unit pracetak tipe I bentang 48,8 m

Normal			Penambahan		
Durasi	Biaya perhari	Total	Durasi	Biaya perhari	Total
48	61.804.466,250	2.966.614.380,00	42,79	69.328.403,15	2.966.614.380,00
48	61.804.466,250	2.966.614.380,00	38,85	76.349.000,94	2.966.614.380,00
48	61.804.466,250	2.966.614.380,00	35,96	82.492.024,00	2.966.614.380,00

**e. Analisa Cost Variance, Cost Slope, dan Duration Variance**

Berdasarkan pada tabel 5.48 sampai dengan tabel 5.56, dapat diketahui bahwa nilai untuk *cost variance* dan *cost slope* hampir mendekati 0, hal ini dikarenakan antara biaya normal dengan biaya akibat durasi waktu lembur memiliki nilai yang hampir sama.

Untuk hasil analisa *cost variance* dan *cost slope* dari semua item pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.57, 5.58, dan 5.59 adalah sebagai berikut :

Tabel 5.57 Hasil perhitungan *cost variance* dan *cost slope* terhadap durasi dari waktu lembur 1 jam

No	Uraian pekerjaan	<i>Cost variance</i>	<i>Cost slope</i>
1	Laston lapis antara AC-BC	-Rp16.993,78	-Rp3.107,66
2	Laston Lapis Pondasi (AC - Base)	-Rp5.420,80	-Rp881,16
3	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	Rp3.533,09	Rp68,62
4	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	Rp10.059,00	Rp275,79
5	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	Rp3.837,00	Rp736,39
6	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	Rp21.171,99	Rp1.737,91
7	Galian biasa	Rp27.498,30	Rp2.377,89
8	Lapis pondasi agregat kelas S	Rp17.157,52	Rp2.985,58
9	Timbunan pilihan	Rp27.845,24	Rp5.005,64

Tabel 5.58 Hasil perhitungan *cost variance* dan *cost slope* terhadap durasi dari waktu lembur 2 jam

No	Uraian pekerjaan	<i>Cost variance</i>	<i>Cost slope</i>
1	Laston lapis antara AC-BC	-Rp26.058,80	-Rp2.486,39
2	Laston Lapis Pondasi (AC - Base)	-Rp16.345,70	-Rp822,21
3	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	-Rp2.577,01	-Rp123,55
4	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	-Rp802,48	-Rp87,19
5	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	Rp18.434,09	Rp209,16
6	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	Rp2.112,00	Rp230,94
7	Galian biasa	Rp17.559,00	Rp274,29
8	Lapis pondasi agregat kelas S	Rp25.811,24	Rp2.782,56
9	Timbunan pilihan	Rp37.526,22	Rp3.995,89

Tabel 5.59 Hasil perhitungan *cost variance* dan *cost slope* terhadap durasi dari waktu lembur 3 jam

No	Uraian pekerjaan	Cost variance	Cost slope
1	Laston lapis antara AC-BC	-Rp53.063,80	-Rp3.867,23
2	Laston Lapis Pondasi (AC - Base)	-Rp24.708,00	-Rp2.052,39
3	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	-Rp2.953,78	-Rp240,97
4	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	-Rp4.279,01	-Rp156,72
5	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	-Rp2.383,70	-Rp91,70
6	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	Rp1.852,09	Rp16,09
7	Galian biasa	Rp2.697,00	Rp32,00
8	Lapis pondasi agregat kelas S	Rp2.972,52	Rp241,09
9	Timbunan pilihan	Rp9.275,24	Rp751,96

*Duration variance* merupakan selisih durasi antara durasi normal dengan durasi percepatan akibat adanya lembur dari suatu pekerjaan. Untuk hasil analisa *duration variance* dari semua item pekerjaan dengan menggunakan *Microsoft Project 2010* dapat dilihat pada Tabel 5.60, 5.61, dan 5.62 adalah sebagai berikut :

Tabel 5.60 Hasil perhitungan *duration variance* pada *Microsoft Project 2010* terhadap durasi dari waktu lembur 1 jam

No	Uraian pekerjaan	Durasi (hari)	Durasi percepatan (hari)	Duration variance (hari)
6	Laston lapis antara AC-BC	48	42,53	5,47
7	Laston Lapis Pondasi (AC - Base)	54	47,85	6,15
2	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	450	398,51	51,49
8	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	336	299,53	36,47
9	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	48	42,79	5,21
5	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	107	94,82	12,18
1	Galian biasa	102	90,44	11,56
4	Lapis pondasi agregat kelas S	47	41,25	5,75
3	Timbunan pilihan	48	42,44	5,56

Tabel 5.61 Hasil perhitungan *duration variance* pada *Microsoft Project 2010* terhadap durasi dari waktu lembur 2 jam

No	Uraian pekerjaan	Durasi (hari)	Durasi percepatan (hari)	Duration variance (hari)
1	Laston lapis antara AC-BC	48	43,52	10,48
2	Laston Lapis Pondasi (AC - Base)	54	82,12	19,88
3	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	450	86,14	20,86
4	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	336	37,80	9,20
5	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	48	361,87	88,13
6	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	107	38,85	9,15
7	Galian biasa	102	271,98	64,02
8	Lapis pondasi agregat kelas S	47	38,72	9,28
9	Timbunan pilihan	48	38,61	9,39

Tabel 5.62 Hasil perhitungan *duration variance* pada *Microsoft Project 2010* terhadap durasi dari waktu lembur 3 jam

No	Uraian pekerjaan	Durasi (hari)	Durasi percepatan (hari)	Duration variance (hari)
1	Laston lapis antara AC-BC	48	40,28	13,72
2	Laston Lapis Pondasi (AC - Base)	54	35,96	12,04
3	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 m	450	35,74	12,26
4	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 40,8 m	336	79,70	27,30
5	Penyediaan unit gelagar pracetak tipe I bentang 48,8 m	48	76,00	26,00
6	Lapis pondasi agregat semen kelas A (Cement Treated Base) CTB	107	334,92	115,08
7	Galian biasa	102	251,73	84,27
8	Lapis pondasi agregat kelas S	47	34,67	12,33
9	Timbunan pilihan	48	35,67	12,33

#### f. Analisa Biaya

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

##### 1) Menentukan Biaya Tidak Langsung

Penentuan biaya tidak langsung berdasarkan hasil dari Studi Praktek Estimasi Biaya Tidak Langsung pada Proyek Konstruksi oleh Jayadewa (2013). Berdasarkan persamaan sebagai berikut :

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

dengan :



- $x_1$  = nilai total proyek,  
 $x_2$  = durasi proyek,  
 $\varepsilon$  = *random error*,  
 $y$  = prosentase biaya tak langsung.

Sehingga biaya tidak langsung dari proyek adalah sebagai berikut:

$$x_1 = \text{Rp. } 184.663.854.562,74$$

$$x_2 = 990$$

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

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

$$y = -0,95 - 4,888 (\ln(184,664 - 0,21) - \ln(990)) + \varepsilon$$

$$y = 7,26 \%$$

$$\text{Biaya tidak langsung} = y \times x_1$$

$$= 7,26\% \times \text{Rp. } 184.663.854.562,74$$

$$= \text{Rp. } 13.406.595.841,20$$

Tabel 5.63 Hasil perhitungan biaya tidak langsung terhadap durasi dari waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya tidak langsung
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif	
				<b>990</b>	<b>Rp 13.406.595.841,25</b>
N	48	42,53	5,47	984,53	Rp 13.332.543.298,06
O	54	47,85	6,15	978,38	Rp 13.249.234.186,96
G	450	398,51	51,49	926,89	Rp 12.551.953.293,88
P	336	299,53	36,47	890,42	Rp 12.058.024.024,85
Q	48	42,79	5,21	885,21	Rp 11.987.462.700,70
K	107	94,82	12,18	873,02	Rp 11.822.487.675,92
F	102	90,44	11,56	861,46	Rp 11.665.885.325,27
I	47	41,25	5,75	855,71	Rp 11.588.062.207,69
H	48	42,44	5,56	850,15	Rp 11.512.730.989,15

Tabel 5.64 Hasil perhitungan biaya tidak langsung  
terhadap durasi dari waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya tidak langsung
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif	
				<b>990</b>	<b>Rp 13.406.595.841,25</b>
O	54	43,52	10,48	979,52	Rp 13.264.667.501,22
F	102	82,12	19,88	959,64	Rp 12.995.450.595,95
K	107	86,14	20,86	938,78	Rp 12.712.985.424,36
I	47	37,80	9,20	929,58	Rp 12.588.342.964,37
G	450	361,87	88,13	841,44	Rp 11.394.820.571,75
Q	48	38,85	9,15	832,30	Rp 11.270.975.988,40
P	336	271,98	64,02	768,28	Rp 10.404.063.904,89
H	48	38,72	9,28	759,00	Rp 10.278.447.184,65
N	48	38,61	9,39	749,61	Rp 10.151.271.378,86

Tabel 5.65 Hasil perhitungan biaya tidak langsung  
terhadap durasi dari waktu lembur 3 jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya tidak langsung
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif	
				<b>990</b>	<b>Rp 13.406.595.841,25</b>
O	54	40,28	13,72	976,28	Rp 13.220.780.440,92
Q	48	35,96	12,04	964,24	Rp 13.057.752.822,54
N	48	35,74	12,26	951,98	Rp 12.891.753.032,25
K	107	79,70	27,30	924,68	Rp 12.522.018.266,26
F	102	76,00	26,00	898,68	Rp 12.169.987.732,39
G	450	334,92	115,08	783,60	Rp 10.611.543.066,84
P	336	251,73	84,27	699,33	Rp 9.470.349.738,12
I	47	34,67	12,33	687,00	Rp 9.303.380.083,12
H	48	35,67	12,33	674,67	Rp 9.136.343.723,70

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

Biaya tidak langsung akibat percepatan (kode O):

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= (\text{Rp. } 13.406.595.841,20 \times 990) / 978,38 \\ &= \text{Rp. } 13.249.234.186,96 \end{aligned}$$

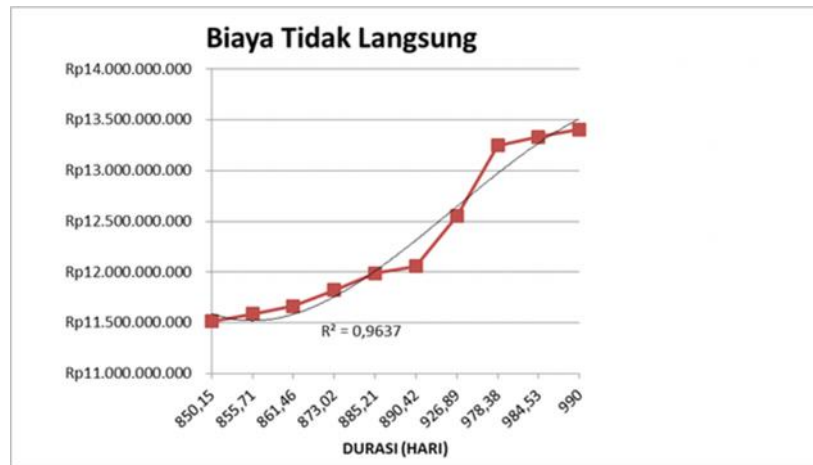
$$\text{Lembur 2 jam} = (\text{Rp. } 13.406.595.841,20 \times 990) / 972,52$$

$$= \text{Rp. } 13.264.667.501,22$$

**Lembur 3 jam**  $= (\text{Rp. } 13.406.595.841,20 \times 990) / 976,28$

$$= \text{Rp. } 13.220.780.440,92$$

Data hasil analisa biaya tidak langsung proyek terhadap penambahan jam lembur diatas dapat disajikan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 5.10 - 5.12.



Gambar 5.10 Grafik biaya tidak langsung akibat durasi waktu lembur 1 jam



Gambar 5.11 Grafik biaya tidak langsung akibat durasi waktu lembur 2 jam



Gambar 5.12 Grafik biaya tidak langsung akibat durasi waktu lembur 3 jam

## 2) Menentukan Biaya Langsung

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

Biaya langsung = nilai total proyek – biaya tidak langsung

Sehingga nilai biaya langsung pada proyek adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya langsung} &= \text{Rp. } 184.663.854.562,74 - \text{Rp. } 13.406.595.841,20 \\ &= \text{Rp. } 171.257.258.721,49 \end{aligned}$$

Untuk mencari biaya langsung akibat percepatan (kode O) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= \text{biaya langsung} + \text{selisih biaya} \\ &= \text{Rp. } 171.257.258.721,49 + (-\text{Rp. } 5.420,80) \\ &= \text{Rp. } 171.257.236.306,90 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= \text{biaya langsung} + \text{selisih biaya} \\ &= \text{Rp. } 171.257.258.721,49 + (-\text{Rp. } 2.486,39) \\ &= \text{Rp. } 171.257.232.662,69 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= \text{biaya langsung} + \text{selisih biaya} \\ &= \text{Rp. } 171.257.258.721,49 + (-\text{Rp. } 3.867,23) \\ &= \text{Rp. } 171.257.205.657,69 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan biaya langsung akibat percepatan disajikan pada Tabel 5.66, Tabel 5.67, dan Tabel 5.68 sebagai berikut:

Tabel 5.66 Hasil perhitungan biaya langsung  
akibat durasi waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya langsung
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif	
				990	<b>Rp 171.257.258.721,49</b>
N	48	42,53	5,47	984,53	Rp 171.257.241.727,70
O	54	47,85	6,15	978,38	Rp 171.257.236.306,90
G	450	398,51	51,49	926,89	Rp 171.257.239.839,99
P	336	299,53	36,47	890,42	Rp 171.257.249.898,99
Q	48	42,79	5,21	885,21	Rp 171.257.253.735,99
K	107	94,82	12,18	873,02	Rp 171.257.274.907,98
F	102	90,44	11,56	861,46	Rp 171.257.302.406,28
I	47	41,25	5,75	855,71	Rp 171.257.319.563,80
H	48	42,44	5,56	850,15	Rp 171.257.347.409,04

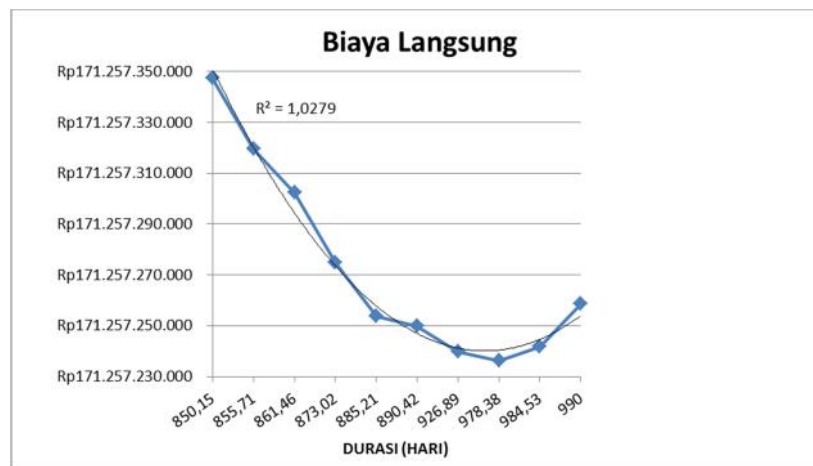
Tabel 5.67 Hasil perhitungan biaya langsung  
akibat durasi waktu lembur 2 jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya langsung
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif	
				990	<b>Rp 171.257.258.721,49</b>
O	54	43,52	10,48	979,52	Rp 171.257.232.662,69
F	102	82,12	19,88	959,64	Rp 171.257.216.316,99
K	107	86,14	20,86	938,78	Rp 171.257.213.739,98
I	47	37,80	9,20	929,58	Rp 171.257.212.937,50
G	450	361,87	88,13	841,44	Rp 171.257.231.371,59
Q	48	38,85	9,15	832,30	Rp 171.257.233.483,59
P	336	271,98	64,02	768,28	Rp 171.257.251.042,59
H	48	38,72	9,28	759,00	Rp 171.257.276.853,82
N	48	38,61	9,39	749,61	Rp 171.257.314.380,04

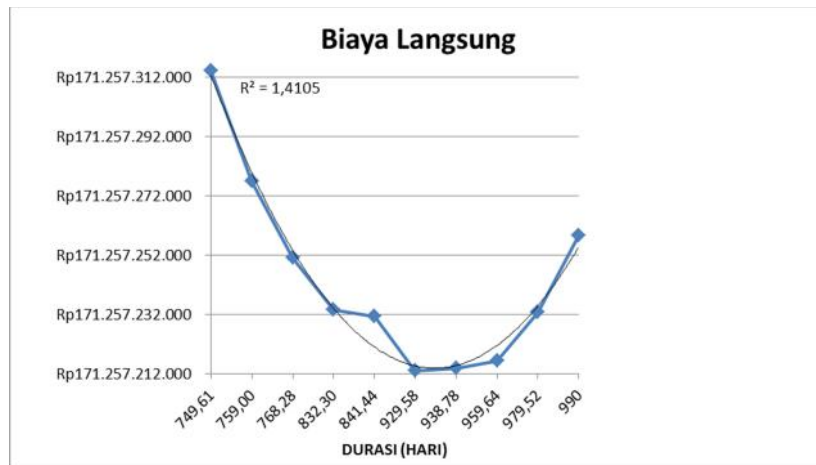
Tabel 5.68 Hasil perhitungan biaya langsung  
akibat durasi waktu lembur 3 jam

Kode	Durasi (hari)				Biaya langsung
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif	
				990	Rp 171.257.258.721,49
O	54	40,28	13,72	976,28	Rp 171.257.205.657,69
F	102	35,96	12,04	964,24	Rp 171.257.180.949,69
K	107	35,74	12,26	951,98	Rp 171.257.177.995,90
I	47	79,70	27,30	924,68	Rp 171.257.173.716,89
G	450	76,00	26,00	898,68	Rp 171.257.171.333,19
Q	48	334,92	115,08	783,60	Rp 171.257.173.185,28
P	336	251,73	84,27	699,33	Rp 171.257.175.882,28
H	48	34,67	12,33	687,00	Rp 171.257.178.854,80
N	48	35,67	12,33	674,67	Rp 171.257.188.130,04

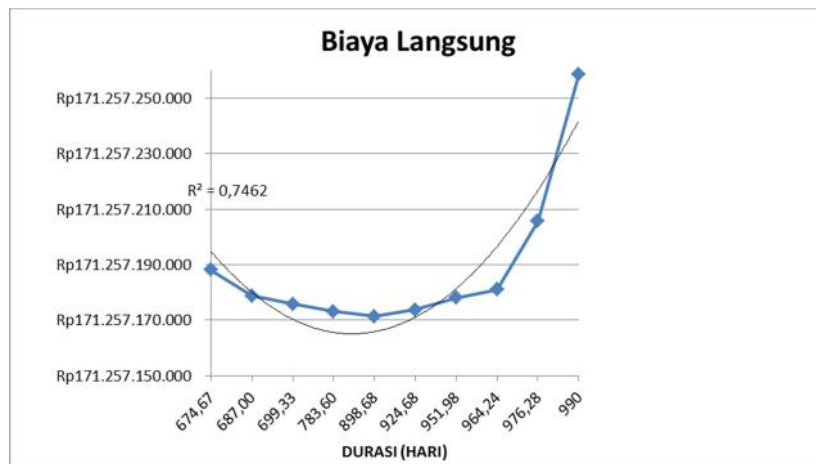
Data hasil analisa biaya langsung proyek terhadap penambahan jam lembur diatas dapat disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 5.13 – 5.15 berikut.



Gambar 5.13 Grafik biaya langsung akibat durasi waktu lembur 1 jam



Gambar 5.14 Grafik biaya langsung akibat durasi waktu lembur 2 jam



Gambar 5.15 Grafik biaya langsung akibat durasi waktu lembur 3 jam

### 3) Menentukan total biaya

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

Total biaya = biaya langsung + biaya tidak langsung

Sehingga total biaya pada proyek adalah

Total biaya = Rp. 171.257.258.721,49 + Rp. 13.406.595.841,20  
 = **Rp184.663.854.562,74**

Tabel 5.69 Hasil perhitungan total biaya akibat durasi waktu lembur 1 jam

Kode	Durasi (hari)				Total biaya	
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif		
				990	Rp	184.663.854.562,74
N	48	42,53	5,47	984,53	Rp	184.589.785.025,76
O	54	47,85	6,15	978,38	Rp	184.506.470.493,86
G	450	398,51	51,49	926,89	Rp	183.809.193.133,87
P	336	299,53	36,47	890,42	Rp	183.315.273.923,84
Q	48	42,79	5,21	885,21	Rp	183.244.716.436,69
K	107	94,82	12,18	873,02	Rp	183.079.762.583,90
F	102	90,44	11,56	861,46	Rp	182.923.187.731,55
I	47	41,25	5,75	855,71	Rp	182.845.381.771,49
H	48	42,44	5,56	850,15	Rp	182.770.078.398,19

Tabel 5.70 Hasil perhitungan total biaya akibat durasi waktu lembur 2 jam

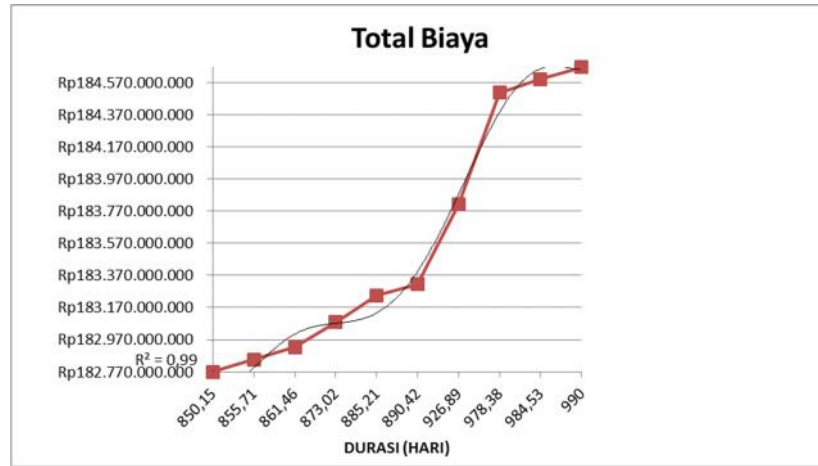
Kode	Durasi (hari)				Total biaya	
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif		
				990	Rp	184.663.854.562,74
O	54	43,52	10,48	979,52	Rp	184.521.900.163,91
F	102	82,12	19,88	959,64	Rp	184.252.666.912,94
K	107	86,14	20,86	938,78	Rp	183.970.199.164,34
I	47	37,80	9,20	929,58	Rp	183.845.555.901,87
G	450	361,87	88,13	841,44	Rp	182.652.051.943,34
Q	48	38,85	9,15	832,30	Rp	182.528.209.471,98
P	336	271,98	64,02	768,28	Rp	181.661.314.947,48
H	48	38,72	9,28	759,00	Rp	181.535.724.038,47
N	48	38,61	9,39	749,61	Rp	181.408.585.758,90

Tabel 5.71 Hasil perhitungan total biaya akibat durasi waktu lembur 3 jam

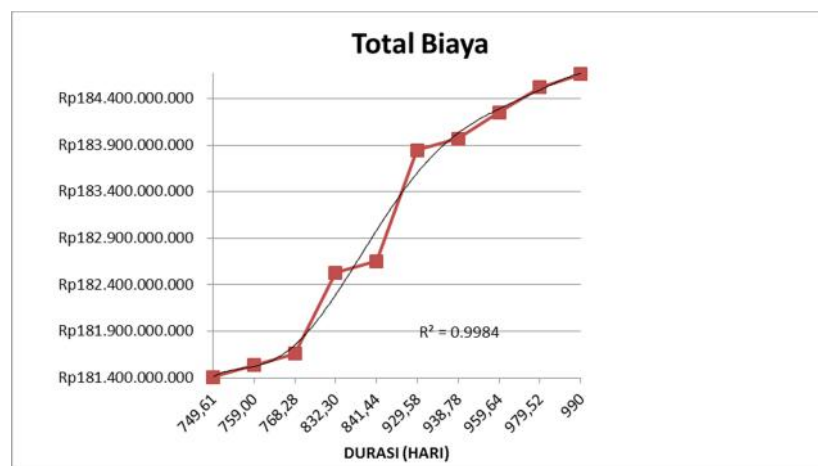
Kode	Durasi (hari)				Total biaya	
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif		
				990	Rp	184.663.854.562,74
O	54	40,28	13,72	976,28	Rp	184.477.986.098,61
F	102	35,96	12,04	964,24	Rp	184.314.933.772,22
K	107	35,74	12,26	951,98	Rp	184.148.931.028,15
I	47	79,70	27,30	924,68	Rp	183.779.191.983,15
G	450	76,00	26,00	898,68	Rp	183.427.159.065,59
Q	48	334,92	115,08	783,60	Rp	181.868.716.252,12
P	336	251,73	84,27	699,33	Rp	180.727.525.620,40
H	48	34,67	12,33	687,00	Rp	180.560.558.937,93
N	48	35,67	12,33	674,67	Rp	180.393.531.853,74



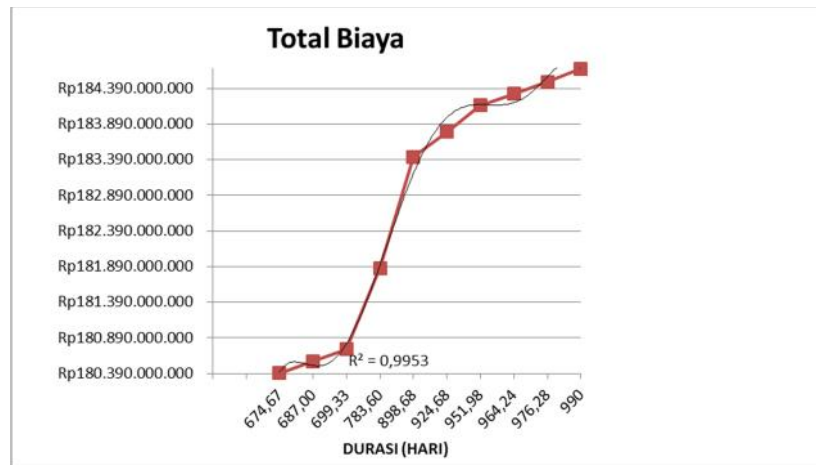
Data hasil analisa total biaya proyek terhadap penambahan jam lembur diatas dapat disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 5.16 – 5.18 berikut.



Gambar 5.16 Grafik total biaya akibat durasi waktu lembur 1 jam



Gambar 5.17 Grafik total biaya akibat durasi waktu lembur 2 jam



Gambar 5.18 Grafik total biaya akibat durasi waktu lembur 3 jam

### g. Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek

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

#### 1) Lembur 1 jam

Efisiensi waktu:

$$Et = \left( \frac{990 - 984,53}{990} \right) \times 100\% \\ = 0,55\%$$

Efisiensi biaya:

$$Ec = \left( \frac{Rp.184.663.854.562,74 - Rp.184.589.785.025,76}{Rp.184.663.854.562,74} \right) \times 100\% \\ = 0,04\%$$

#### 2) Lembur 2 jam

Efisiensi waktu:

$$Et = \left( \frac{990 - 979,52}{990} \right) \times 100\% \\ = 1,06\%$$

Efisiensi biaya:

$$Ec = \left( \frac{Rp.184.663.854.562,74 - Rp.184.521.900.163,91}{Rp.184.663.854.562,74} \right) \times 100\%$$

$$= 0,08\%$$

### 3) Lembur 3 jam

Efisiensi waktu:

$$Et = \left( \frac{990 - 976,28}{990} \right) \times 100\%$$

$$= 1,39\%$$

Efisiensi biaya:

$$Ec = \left( \frac{Rp.184.663.854.562,74 - Rp.184.477.986.098,61}{Rp.184.663.854.562,74} \right) \times 100\%$$

$$= 0,10\%$$

Hasil perhitungan efisiensi waktu dan biaya secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 5.35, tabel 5.36, dan tabel 5.37 sebagai berikut:

Tabel 5.72 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap durasi lembur 1 jam

Kode	Durasi (hari)	Total biaya	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi biaya (%)
	990	Rp 184.663.854.562,74	0,00%	0,00%
N	984,53	Rp 184.589.785.025,76	0,55%	0,04%
O	978,38	Rp 184.506.470.493,86	1,17%	0,09%
G	926,89	Rp 183.809.193.133,87	6,37%	0,46%
P	890,42	Rp 183.315.273.923,84	10,06%	0,73%
Q	885,21	Rp 183.244.716.436,69	10,59%	0,77%
K	873,02	Rp 183.079.762.583,90	11,82%	0,86%
F	861,46	Rp 182.923.187.731,55	12,98%	0,94%
I	855,71	Rp 182.845.381.771,49	13,56%	0,98%
H	850,15	Rp 182.770.078.398,19	14,13%	1,03%

Tabel 5.73 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap durasi lembur 2 jam

Kode	Durasi (hari)	Total biaya	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi biaya (%)
	990	Rp 184.663.854.562,74	0,00%	0,00%
O	979,52	Rp 184.521.900.163,91	1,06%	0,08%
F	959,64	Rp 184.252.666.912,94	3,07%	0,22%
K	938,78	Rp 183.970.199.164,34	5,17%	0,38%
I	929,58	Rp 183.845.555.901,87	6,10%	0,44%
G	841,44	Rp 182.652.051.943,34	15,01%	1,09%
Q	832,30	Rp 182.528.209.471,98	15,93%	1,16%
P	768,28	Rp 181.661.314.947,48	22,40%	1,63%
H	759,00	Rp 181.535.724.038,47	23,33%	1,69%
N	749,61	Rp 181.408.585.758,90	24,28%	1,76%

Tabel 5.74 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap durasi lembur 3 jam

Kode	Durasi (hari)	Total biaya	Efisiensi waktu (%)	Efisiensi biaya (%)
	990	Rp 184.663.854.562,74	0,00%	0,00%
O	976,28	Rp 184.477.986.098,61	1,39%	0,10%
F	964,24	Rp 184.314.933.772,22	2,60%	0,19%
K	951,98	Rp 184.148.931.028,15	3,84%	0,28%
I	924,68	Rp 183.779.191.983,15	6,60%	0,48%
G	898,68	Rp 183.427.159.065,59	9,22%	0,67%
Q	783,60	Rp 181.868.716.252,12	20,85%	1,51%
P	699,33	Rp 180.727.525.620,40	29,36%	2,13%
H	687,00	Rp 180.560.558.937,93	30,61%	2,22%
N	674,67	Rp 180.393.531.853,74	31,85%	2,31%

### 3. Perbandingan Antara Lembur dengan Alat Berat

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

Tabel 5.75 Perbandingan biaya normal dengan biaya penambahan alat

No	Penambahan alat	Durasi	Biaya
1	Normal	990	Rp 184.663.854.562,74
2	1	851	Rp 182.770.078.398,19
3	2	750	Rp 181.408.585.758,90
4	3	675	Rp 180.393.531.853,74

Tabel 5.76 Perbandingan biaya normal dengan biaya penambahan jam kerja

No	Penambahan jam kerja	Durasi	Biaya
1	Normal	990	Rp 184.663.854.562,74
2	1	851	Rp 182.830.533.024,83
3	2	750	Rp 181.539.780.678,18
4	3	675	Rp 180.631.411.598,37



Grafik 5.19 Perbandingan biaya normal dengan biaya penambahan alat



Grafik 5.20 Perbandingan biaya normal dengan biaya penambahan jam kerja

Tabel 5.77 Biaya total akibat lembur 1 jam

Kode	Durasi (hari)		Total biaya (Rp.)	
	Normal	Crash	Penambahan jam kerja	Penambahan alat
F	102	90,44	Rp 184.508.528.500,87	Rp 182.923.187.731,55
G	450	398,51	Rp 183.813.187.986,92	Rp 183.809.193.133,87
H	48	42,44	Rp 183.748.343.516,80	Rp 182.770.078.398,19
I	47	41,25	Rp 183.676.963.627,69	Rp 182.845.381.771,49
K	107	94,82	Rp 183.518.818.836,25	Rp 183.079.762.583,90
N	48	42,53	Rp 183.455.799.292,34	Rp 184.589.785.025,76
O	54	47,85	Rp 183.384.563.577,16	Rp 184.506.470.493,86
P	336	299,53	Rp 182.900.316.329,41	Rp 183.315.273.923,84
Q	48	42,79	Rp 182.830.533.024,83	Rp 183.244.716.436,69

Tabel 5.78 Biaya total akibat lembur 2 jam

Kode	Durasi (hari)		Total biaya (Rp.)	
	Normal	Crash	Penambahan jam kerja	Penambahan alat
F	102	82,12	Rp 184.398.045.360,90	Rp 184.252.666.912,94
G	450	361,87	Rp 183.209.902.999,81	Rp 182.652.051.943,34
H	48	38,72	Rp 183.103.514.315,07	Rp 181.535.724.038,47
I	47	37,80	Rp 182.982.844.501,30	Rp 183.845.555.901,87
K	107	86,14	Rp 182.717.128.051,62	Rp 183.970.199.164,34
N	48	38,61	Rp 182.620.926.229,40	Rp 181.408.585.758,90
O	54	43,52	Rp 182.507.136.898,94	Rp 184.521.900.163,91
P	336	271,98	Rp 181.661.884.732,49	Rp 181.661.314.947,48
Q	48	38,85	Rp 181.539.780.678,18	Rp 182.528.209.471,98

Tabel 5.79 Biaya total akibat lembur 3 jam

Kode	Durasi (hari)		Total biaya (Rp.)	
	Normal	Crash	Penambahan jam kerja	Penambahan alat
F	102	76,00	Rp 184.317.746.367,07	Rp 184.314.933.772,22
G	450	334,92	Rp 182.768.662.391,21	Rp 183.427.159.065,59
H	48	35,67	Rp 182.636.978.166,45	Rp 180.560.558.937,93
I	47	34,67	Rp 182.481.215.475,90	Rp 183.779.191.983,15
K	107	79,70	Rp 182.140.810.843,80	Rp 184.148.931.028,15
N	48	35,74	Rp 182.031.339.896,14	Rp 180.393.531.853,74
O	54	40,28	Rp 181.895.922.217,90	Rp 184.477.986.098,61
P	336	251,73	Rp 180.791.485.556,03	Rp 180.727.525.620,40
Q	48	35,96	Rp 180.631.411.598,37	Rp 181.868.716.252,12

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

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

Tabel 5.80 Perbandingan biaya akibat penambahan jam kerja 1 jam, penambahan alat, dan biaya denda

Durasi	Biaya		
	Lembur	Penambahan alat	Denda
6	Rp11.210.342	-Rp16.993,78	Rp1.107.983.127,38
6	Rp778.020	Rp3.837,00	Rp1.107.983.127,38
6	Rp1.431.453	Rp17.157,52	Rp1.107.983.127,38
6	Rp7.668.448	Rp27.845,24	Rp1.107.983.127,38
7	Rp11.012.572	-Rp5.420,80	Rp1.292.646.981,94
12	Rp1.276.289	Rp27.498,30	Rp2.215.966.254,75
13	Rp6.190.705	Rp21.171,99	Rp2.400.630.109,32
37	Rp9.682.021	Rp10.059,00	Rp6.832.562.618,82
52	Rp1.940.379	Rp3.533,09	Rp9.602.520.437,26

Tabel 5.81 Perbandingan biaya akibat penambahan jam kerja 2 jam, penambahan alat, dan biaya denda

Durasi	Biaya		
	Lembur	Penambahan alat	Denda
10	Rp19.228.036	Rp25.811,24	Rp1.846.638.545,63
10	Rp3.972.646	-Rp802,48	Rp1.846.638.545,63
10	Rp30.973.984	Rp37.526,22	Rp1.846.638.545,63
10	Rp1.740.529	Rp2.112,00	Rp1.846.638.545,63
11	Rp28.139.010	-Rp26.058,80	Rp2.031.302.400,19
20	Rp3.407.703	-Rp16.345,70	Rp3.693.277.091,25
21	Rp16.748.722	-Rp2.577,01	Rp3.877.940.945,82
65	Rp21.659.917	Rp17.559,00	Rp12.003.150.546,58
89	Rp5.380.032	Rp18.434,09	Rp16.435.083.056,08



Tabel 5.82 Perbandingan biaya akibat penambahan jam kerja 3 jam, penambahan alat, dan biaya denda

Durasi	Biaya		
	Lembur	Penambahan alat	Denda
13	Rp32.983.563	Rp9.275,24	Rp2.400.630.109,32
13	Rp6.994.940	Rp2.972,52	Rp2.400.630.109,32
13	Rp56.639.823	-Rp2.953,78	Rp2.400.630.109,32
13	Rp2.953.661	-Rp24.708,00	Rp2.400.630.109,32
14	Rp50.397.722	-Rp53.063,80	Rp2.585.293.963,88
26	Rp5.922.338	-Rp2.383,70	Rp4.801.260.218,63
28	Rp28.929.835	-Rp4.279,01	Rp5.170.587.927,76
85	Rp36.756.667	Rp2.697,00	Rp15.696.427.637,83
116	Rp9.360.690	Rp1.852,09	Rp21.421.007.129,28

Pada tabel 5.80 – 5.82 merupakan hasil penambahan biaya dari penambahan alat dan waktu lembur yang kemudian dapat dibandingkan antara durasi percepatan dan biaya totalnya serta dengan denda apabila proyek mengalami keterlambatan dari jadwal perencanaan.