

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Penelitian

Data umum dari Proyek Pembangunan Jembatan Lemah Abang yang terletak di Kabupaten Sleman adalah sebagai berikut :

Pemilik Proyek	: P
Konsultan Supervisi	: PT. Q
Kontraktor	: PT. X
Anggaran	: Rp. 59.097.423.000,00
Tanggal pekerjaan dimulai	: 21 Desember 2016
Tanggal pekerjaan selesai	: 15 Oktober 2017

4.2. Data Kegiatan – Kegiatan Kritis

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

Tabel 4.1 Daftar Kegiatan Kritis Pada Kondisi Normal

No	Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)
1	GSDSA	Galian untuk drainase selokan dan air	98
2	SBUTDS	Saluran Berbentuk U Tipe DS	98
3	BK250SD BM	Beton K250 (fc'20) untuk Struktur dan Drainase Beton Minor	56
4	GB	Galian biasa	42
5	GSK0-2M	Galian Struktur dengan Kedalaman 0-2 M	28
6	GSK2-4M	Galian Struktur dengan Kedalaman 2-4 M	28
7	TBSG	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	42
8	PBJ	Penyiapan Badan Jalan	14
9	LLAC-BC	Laston Lapis Antara (AC - BC)	14
10	BMS20	Beton Mutu Sedang, fc' 20 Mpa	70

11	BS15	Beton Siklop fc' 15 Mpa atau K-175	28
12	PUPT1B2	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 0,60M 20,60 M	14
13	PUPT1B3	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 0,60M 30,60 M	14
14	PUPT1B4	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 0,60M 40,60 M	14
15	LGG	Leuning Gorong – Gorong	28

Tabel 4.2 Daftar Kegiatan Kritis yang Memiliki *Resource* Tenaga Kerja

No	Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)
1	GSDSA	Galian untuk drainase selokan dan air	98
2	SBUTDS	Saluran Berbentuk U Tipe DS	98
3	BK250SD BM	Beton K250 (fc'20) untuk Struktur dan Drainase Beton Minor	56
4	GB	Galian biasa	42
5	GSK0-2M	Galian Struktur dengan Kedalaman 0-2 M	28
6	GSK2-4M	Galian Struktur dengan Kedalaman 2-4 M	28
7	TBSG	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	42
8	PBJ	Penyiapan Badan Jalan	14
9	LLAC-BC	Laston Lapis Antara (AC - BC)	14
10	BMS20	Beton Mutu Sedang, fc' 20 Mpa	70

Tabel 4.2 Daftar Kegiatan Kritis yang Memiliki *Resource* Tenaga Kerja
(Lanjutan)

11	BS15	Beton Siklop fc' 15 Mpa atau K-175	28
12	PUPT1B2 0,60M	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 20,60 M	14
13	PUPT1B3 0,60M	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 30,60 M	14
14	PUPT1B4 0,60M	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 40,60 M	14

Tabel 4.2 diatas menjelaskan bahwa beberapa kegiatan yang akan dipercepat merupakan pekerjaan yang memiliki unsur tenaga kerja. Beberapa alasan pemilihan item kegiatan kritis tersebut adalah :

1. Kegiatan kritis yang terpilih merupakan kegiatan yang *resource work* atau pekerja (termasuk penggunaan alat berat) sehingga bisa dilakukan percepatan dengan mengolah *resource work* tersebut.
2. Pada kegiatan kritis terpilih tersebut apabila dipercepat akan mengurangi biaya tidak langsung pada kegiatan pekerjaan tersebut
3. Pada lintasan kritis tersebut dapat dilakukan percepatan dengan menambahkan jam lembur (maksimal 3 jam) atau dengan penambahan jumlah tenaga kerja
4. Apabila mempercepat kegiatan kritis dapat mempercepat durasi proyek secara keseluruhan.

4.3. Penerapan Metode *Time Cost Trade Off*

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 :

4.3.1. Penambahan Jam Lembur Selama 1 – 3 Jam

Dalam perencanaan penambahan jam kerja lembur memakai 7 jam kerja normal dan 1 jam istirahat (08.00-16.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal (16.00-19.00). 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.

Tabel 4.3 Upah Tenaga Kerja

No	Jenis Pekerjaan	Upah Pekerjaan	Upah Pekerjaan
		Perhari	Perjam
1	Pekerja	Rp 68.000,00	Rp 8.500,00
2	Mandor	Rp 72.000,00	Rp 9.000,00
3	Tukang	Rp 70.000,00	Rp 8.750,00

4.3.2. Analisis Biaya Lembur untuk Pekerja dan Alat Berat

Analisis biaya lembur dihitung untuk mencari besarnya upah biaya lembur dari alat berat dan tenaga kerja. Berikut contoh analisis perhitungan lembur dari tenaga kerja dan alat berat sebagai berikut :

a. Tenaga Kerja

Untuk *Resource Name* : Tukang

Biaya normal pekerja per jam (bn) : Rp 8.750,00

Biaya lembur per jam

Lembur 1 Jam (L1) = $1,5 \times 8.750,00$

= Rp 13.125,00

Lembur 2 Jam (L2) = $(1,5 \times 8.750,00) + (2 \times 1 \times 8.750,00)$

= $13.125,00 + 17.500,00$

= Rp 30.625,00

Lembur 3 Jam (L3) = $(1,5 \times 8.750,00) + (2 \times 2 \times 8.750,00)$

= $13.125,00 + 35.000$

$$= \text{Rp } 48.125,00$$

Biaya lembur per jam

$$\text{Lembur 1 Jam} = \left(\frac{13.125,00}{1} \right)$$

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

$$\text{Lembur 2 Jam} = \left(\frac{30.625,00}{2} \right)$$

$$= \text{Rp } 15.312,50$$

$$\text{Lembur 3 Jam} = \left(\frac{48.125,00}{3} \right)$$

$$= \text{Rp } 16.041,67$$

b. Alat Berat

Untuk Resource Name : Bulldozer

Biaya normal alat per jam : Rp 350.000,00

Biaya Operator : Rp 21.428,57

Biaya Pemb. Operator : Rp 11.428,57

Biaya lembur per jam :

$$\text{Lembur 1 Jam (L1)} = 350.000 + 0,5 \times (21.428,57 + 11.428,57)$$

$$= 350.000 + 16.428,57$$

$$= \text{Rp } 366.428,57$$

$$\text{Lembur 2 Jam (L2)} = \text{L1} + 350.000 + 1 \times (21.428,57 + 11.428,57)$$

$$= 716.428,57 + 32.857,14$$

$$= \text{Rp } 749.285,71$$

$$\text{Lembur 3 Jam (L3)} = \text{L2} + 350.000 + 1 \times (21.428,57 + 11.428,57)$$

$$= 1.099.285,71 + 32.857,14$$

$$= \text{Rp } 1.132.142,85$$

Biaya lembur per jam

$$\text{Lembur 1 Jam} = \left(\frac{366.428,57}{1} \right)$$

$$= \text{Rp } 366.428,57$$

$$\text{Lembur 2 Jam} = \left(\frac{749.285,71}{2} \right)$$

$$= \text{Rp } 374.642,86$$

$$\text{Lembur 3 Jam} = \left(\frac{1.132.142,85}{3} \right)$$

= Rp 377.380,95

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

Tabel 4.4 Biaya Normal, Biaya Lembur Alat Berat, dan Tenaga Kerja

Pekerja/ Alat Berat	Biaya Normal	Overtime Cost		
		Lembur 1 Jam	Lembur 2 Jam	Lembur 3 Jam
Pekerja	8.500,00	Rp12.750,00	29750,00	Rp46.750
Tukang	8.750,00	Rp13.125,00	30625,00	Rp48.125
Mandor	9.000,00	Rp13.500,00	31500,00	Rp49.500
Concrete				
Batching Plant	2.500.000,00	Rp2.516.428,57	5049285,71	Rp7.582.143
Truck				
Concrete Mixer	250.000,00	Rp266.428,57	549285,71	Rp832.143
Concrete Pump	35.000,00	Rp51.428,57	119285,71	Rp187.143
Crane	1.000.000,00	Rp1.016.428,57	2049285,71	Rp3.082.143
Excavator	606.000,00	Rp622.428,57	1261285,71	Rp1.900.143
Rock Breaker	950.000,00	Rp966.428,57	1949285,71	Rp2.932.143
Launcer Truss 90 M	1.000.000,00	Rp1.016.428,57	2049285,71	Rp3.082.143
Stressing Jack	600.000,00	Rp616.428,57	1249285,71	Rp1.882.143
Concrete Vibrator	32.000,00	Rp48.428,57	113285,71	Rp178.143
Asphalt Mixing Plant	6.289.000,00	Rp6.305.428,57	12627285,71	Rp18.949.143
Asphalt Finisher	216.000,00	Rp232.428,57	481285,71	Rp730.143
Asphalt Sprayer	62.000,00	Rp78.428,57	173285,71	Rp268.143
Pneumatic Tyre Roller	294.000,00	Rp310.428,57	637285,71	Rp964.143
Tandem Roller	182.000,00	Rp198.428,57	413285,71	Rp628.143
Dump Truck 4 m3	300.000,00	Rp316.428,57	649285,71	Rp982.143

Tabel 4.4 Biaya Normal, Biaya Lembur Alat Berat, dan Tenaga Kerja
(Lanjutan)

Dump Truck 10 m3	350.000,00	Rp366.428,57	749285,71	Rp1.132.143
Generator Set	389.000,00	Rp405.428,57	827285,71	Rp1.249.143
Air Compressor	199.000,00	Rp215.428,57	447285,71	Rp679.143
Water Tanker Truck	225.000,00	Rp241.428,57	499285,71	Rp757.143
Vibratory Roller	242.000,00	Rp258.428,57	533285,71	Rp808.143
Wheel Loader	369.000,00	Rp385.428,57	787285,71	Rp1.189.143
Motor Grader	399.000,00	Rp415.428,57	847285,71	Rp1.279.143
Concrete Mixer	58.000,00	Rp74.428,57	165285,71	Rp256.143
Bulldozer	350.000,00	Rp366.428,57	749285,71	Rp1.132.143
Trailer	500.000,00	Rp516.428,57	1049285,71	Rp1.582.143
Road Marking Machine	30000	Rp46.428,57	109285,71	Rp172.143
Stone Crusher	450.000,00	Rp466.428,57	949285,71	Rp1.432.143
Flat Bed Truck	250000	Rp266.428,57	549285,71	Rp832.143
Steel Wheel Roller	140000	Rp156.428,57	329285,71	Rp502.143

4.3.3. Analisis Durasi Percepatan

Durasi aktifitas adalah lamanya waktu dari permulaan sampai penyelesaian suatu aktifitas, sementara durasi proyek adalah lamanya waktu dari permulaan sampai penyelesaian suatu proyek secara keseluruhan (Setiawan dan Trijeti, 2012).

Menurut Mangitung (2008), Percepatan proyek dapat didefinisikan sebagai suatu perubahan jadwal proyek dengan cara memperpendek satu atau lebih aktivitas baik yang berurutan maupun tidak berurutan yang akibatnya memperpendek total waktu pelaksanaan proyek sebagaimana yang telah ditetapkan sebelumnya melalui perjanjian antara pihak pengguna jasa dengan penyedia jasa konstruksi (i.e. kontraktor).

Produktivitas kerja lembur untuk 1 jam per hari diperhitungkan sebesar 90%, 2 jam per hari diperhitungkan sebesar 80%, dan 3 jam per hari diperhitungkan sebesar 70% dari produktivitas normal. Penurunan produktivitas untuk kerja lembur ini disebabkan oleh kelelahan 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. Salah satu contoh perhitungannya adalah sebagai berikut :

Nama pekerjaan : Beton K250 (fc'20) untuk struktur drainase beton minor

Volume pekerjaan : 812,11 m³

Durasi normal : 56 Hari (dengan jam kerja 7 jam/hari)

Produktivitas normal per jam (pn) :

$$P_n = \frac{P_p}{j_k} = \frac{14,50}{7} = 2,07 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$P_p = \frac{812,11}{56} = 14,50 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Durasi Percepatan (Dp) :

$$D_p = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{(0,9 \times P_n) + (\sum j_k \times P_n)}$$

dengan :

P_n = produktivitas normal perjam (m³/jam)

j_k = jam kerja normal

p_p = produktivitas perhari

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

$$D_p \text{ 1 jam} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{(0,9 \times P_n) + (\sum j_k \times P_n)}$$

$$= \frac{812,11 \text{ m}^3}{(0,9 \times 2,07) + (2,07 \times 7)}$$

$$= \mathbf{49,62 \text{ hari}}$$

Maksimal *Crashing* = Durasi normal – Durasi percepatan
 = 56 Hari – 49,62 Hari
 = 6,38 Hari

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

$$\text{Dp 2 jam} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{(0,8 \times P_n) + (0,9 \times P_n) + (J_k \times P_n)}$$

$$= \frac{4.967,80 \text{ m}^3}{(0,8 \times 2,07) + (0,9 \times 2,07) + (2,07 \times 7)}$$

$$= \mathbf{45,06 \text{ hari}}$$

Maksimal *Crashing* = Durasi normal – Durasi percepatan
 = 56 Hari – 45,06 Hari
 = 10,94 Hari

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

$$\text{Dp 3 jam} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{(0,7 \times P_n) + (0,8 \times P_n) + (0,9 \times P_n)}$$

$$= \frac{812,11 \text{ m}^3}{(0,7 \times 2,07) + (0,8 \times 2,07) + (0,9 \times 2,07) + (2,07 \times 7)}$$

$$= \mathbf{41,70 \text{ hari}}$$

Maksimal *Crashing* = Durasi normal – Durasi percepatan
 = 56 Hari – 41,70 Hari
 = 14,3 Hari

Hasil perhitungan pengontrolan durasi *crashing* manual diatas sesuai dengan hasil perhitungan pada *Microsoft Project 2010*. Hasil dari pengolahan *Microsoft Project 2013* dapat dilihat pada *Tabel 4.5* dan *Tabel 4.6* sebagai berikut :

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Durasi *Crashing Microsoft Project 2013*

Kode	Durasi (Hari)	Durasi Crashing (Hari)		
		1 Jam	2 Jam	3 Jam
GSDSA	98	86,84	78,85	72,98
SBUTDS	98	86,84	78,85	72,98
BK250SDBM	56	49,62	45,06	41,70

GB	42	37,22	33,79	31,28
GSK0-2M	28	24,81	22,53	20,85
GSK2-4M	28	24,81	22,53	20,85
TBSG	42	37,22	33,79	31,28
PBJ	14	12,41	11,26	10,43
LLAC-BC	14	12,41	11,26	10,43
BMS20	70	62,03	56,32	52,13
BS15	28	24,81	22,53	20,85
PUPT1B20,60M	14	12,41	11,26	10,43
PUPT1B30,60M	14	12,41	11,26	10,43
PUPT1B40,60M	14	12,41	11,26	10,43

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Maksimal *Crashing*

Kode	Durasi (Hari)	Durasi Crashing (Hari)		
		1 Jam	2 Jam	3 Jam
GSDSA	98	11,16	19,15	25,02
SBUTDS	98	11,16	19,15	25,02
BK250SDBM	56	6,38	10,94	14,30
GB	42	4,78	8,21	10,72
GSK0-2M	28	3,19	5,47	7,15
GSK2-4M	28	3,19	5,47	7,15
TBSG	42	4,78	8,21	10,72
PBJ	14	1,59	2,74	3,57
LLAC-BC	14	1,59	2,74	3,57
BMS20	70	7,97	13,68	17,87
BS15	28	3,19	5,47	7,15
PUPT1B20,60M	14	1,59	2,74	3,57
PUPT1B30,60M	14	1,59	2,74	3,57
PUPT1B40,60M	14	1,59	2,74	3,57

4.3.4. Analisis 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 : Beton K250 (fc'20) untuk Struktur Drainase Beton Minor

Volume pekerjaan : 812,11 m³

Durasi pekerjaan : 56 Hari (dengan jam kerja (jk) 7 jam/hari)

Tabel 4.7 Kebutuhan Material Pekerjaan Beton K250 (fc') untuk Struktur Drainase

Bahan	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)
Semen	Kg	8,505	Rp60.000
Pasir Beton	m3	0,879	Rp200.000
Agregat Kasar	m3	0,451	Rp320.000
Kayu Bekisting	m3	0,062	Rp4.800.000
Paku Kecil	Kg	0,089	Rp11.000
Alat Bantu	Ls	1,00	Rp 1.000

Jumlah material yg digunakan = koefisien x harga satuan

Semen = 8,505 x 812,11 = 6906,996

Pasir Beton = 0,879 x 812,11 = 714,043

Agregat Kasar = 0,451 x 812,11 = 366,389

Kayu Bekisting = 0,062 x 812,11 = 50,351

Paku Kecil = 0,089 x 812,11 = 72,359

Alat Bantu = 1,00 x 812,11 = 812,11

Jumlah harga satuan = jumlah material x harga satuan

Semen = 6906,996 x 60.000 = Rp 414.419.733,00

Pasir Beton = 714,043 x 200.000 = Rp 142.808.528,36

Agregat Kasar = 366,389 x 320.000 = Rp 117.244.552,73

Kayu Bekisting = 50,351 x 4.800.000 = Rp 241.683.936,00

Paku Kecil = 72,359 x 11.000 = Rp 795.949,01

Alat Bantu = 812,11 x 1.000 = Rp 812.110,00 +

Total Biaya Material = Rp 917.764.809,10

Tabel 4.8 Kebutuhan *Resource* Pekerjaan Beton K250 (fc'20) untuk Struktur Drainase Beton Minor

Komponen	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)
<u>TENAGA</u>			
Pekerja	jam	2,410	Rp8.500
Tukang	jam	0,803	Rp8.750
Mandor	jam	0,402	Rp9.000
<u>PERALATAN</u>			
Concrete Mixer	jam	0,402	Rp58.000
Water Tank Trk	jam	0,049	Rp225.000
Concrete Vibrator	jam	0,402	Rp32.000

Kebutuhan resource (perjam) :

$$= \left(\frac{(Koefisien \times Volume Pekerjaan)}{Durasi} \right)$$

$$\text{Pekerja} = \frac{(2,410 \times 812,11)}{7} = 4,9921 \text{ orang/jam}$$

$$\text{Tukang} = \frac{(0,803 \times 812,11)}{7} = 1,6640 \text{ orang/jam}$$

$$\text{Mandor} = \frac{(0,402 \times 812,11)}{7} = 0,8320 \text{ orang/jam}$$

$$\text{Concrete Mixer} = \frac{(0,402 \times 812,11)}{7} = 0,8320 \text{ unit/jam}$$

$$\text{Water Tank Truck} = \frac{(0,049 \times 812,11)}{7} = 0,1011 \text{ unit/jam}$$

$$\text{Concrete Vibrator} = \frac{(0,402 \times 812,11)}{7} = 0,8320 \text{ unit/jam}$$

Hasil dari kebutuhan resource (perjam) akan dimasukkan melalui aplikasi *Microsoft Project 2013* yang pada akhirnya akan digunakan sebagai angka pembandingan *Microsoft Excel 2013*. Berikut hitungan jumlah harga resource untuk pekerjaan Beton K250 (fc'20) untuk Struktur Drainase Beton Minor :

Biaya *resource* perhari (Brh) :

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

Sehingga,

Brh Pekerja	$= 7 \times 4,992 \times 8.500$ $= \text{Rp. } 297.028 / \text{hari}$
Brh Tukang	$= 7 \times 1,664 \times 8.750$ $= \text{Rp. } 101.921,44 / \text{hari}$
Brh Mandor	$= 7 \times 0,832 \times 9.000$ $= \text{Rp } 52.416,74$
Brh <i>Concrete Mixer</i>	$= 7 \times 0,832 \times 58.000$ $= \text{Rp. } 337.796,77 / \text{hari}$
Brh <i>Water Tank Truck</i>	$= 7 \times 0,101 \times 225.000$ $= \text{Rp } 159.215,84$
Brh <i>Concrete Vibrator</i>	$= 7 \times 0,832 \times 32.000$ $= \text{Rp } 186.370,65$

Biaya total *resource* harian (Btrh) :

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

$$= (\text{Pekerja} + \text{Mandor} + \text{Tukang} + \text{Concrete Mixer} + \text{Water Tank Truck} + \text{Concrete Vibrator})$$

$$= \text{Rp } 1.134.749,62/\text{hari}$$

Biaya total *resource* (Btr) :

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

$$= (\text{Rp. } 1.134.749,62/ \text{hari} \times 56 \text{ hari}) + \text{Rp } 917.764.809,10$$

$$= \text{Rp. } \mathbf{981.310.788,70}$$

2) Kondisi Lembur 1 Jam

Nama pekerjaan	: Beton K250 (fc'20) untuk Struktur Drainase Beton Minor
Volume pekerjaan	: 812,11 m ³
Durasi pekerjaan	: 49,62 Hari (dengan jam kerja (jk) 8 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr) :

Pekerja	= 4,992 orang/jam
Tukang	= 1,664 orang/jam

Mandor	= 0,832 orang/jam
Semen	= 6906,996 kg
Pasir Beton	= 714,043 m ³
Agregat Kasar	= 366,389 m ³
Kayu Bekisting	= 50,351 m ³
Paku Kecil	= 72,359 kg
<i>Concrete Mixer</i>	= 0,832 unit/jam
<i>Water Tank Truck</i>	= 0,101 unit/jam
<i>Concrete Vibrator</i>	= 0,832 unit/jam
Alat Bantu 1	= 4.967,80 ls
Biaya <i>resource</i> (Brj)	:
Pekerja	= Rp. 8.500 /jam
Tukang	= Rp. 8.750 /jam
Mandor	= Rp. 9.000 /jam
Semen	= Rp. 60.000 /kg
Pasir Beton	= Rp. 200.000 /m ³
Agregat Kasar	= Rp. 320.000 /m ³
Kayu Bekisting	= Rp. 4.800.000 /m ³
Paku Kecil	= Rp. 11.000 /kg
<i>Concrete Mixer</i>	= Rp. 58.000 /jam
<i>Water Tank Truck</i>	= Rp. 225.000/jam
<i>Concrete Vibrator</i>	= Rp. 32.000/jam
Alat Bantu 1	= Rp. 1000,00

Biaya lembur perhari (Blh) dapat dilihat pada *Tabel 5.5*:

Biaya *resource* lembur perhari (Brlh) :

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

Sehingga,

$$\begin{aligned} \text{Brlh Pekerja} &= 4,992 \times 12.750,00 \\ &= \text{Rp. } 63.648,90 / \text{hari} \end{aligned}$$

$$\text{Brlh Tukang} = 1,664 \times 13.125,00$$

	= Rp 21.840,31
Brlh Mandor	= $0,832 \times 13.500,00$
	= Rp. 11.232,16 / hari
Brlh <i>Concrete Mixer</i>	= $0,832 \times 74.428,57$
	= Rp. 61.925,44 / hari
Brlh <i>Water Tank Truck</i>	= $0,101 \times 241.428,57$
	= Rp. 24.405,88 / hari
Brlh <i>Concrete Vibrator</i>	= $0,832 \times 48.428,58$
	= Rp. 40.293,14

Total biaya *resource* perhari (Tbrh) :

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

$$= 1.134.749,62 + 63.648,90 + 21.840,31 + 11.232,16 + 61.925,44 + 24.405,88 + 40.293,14$$

$$= \text{Rp. } 1.358.095 / \text{hari}$$

Total biaya percepatan (Tbp) :

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

$$= (\text{Rp. } 1.358.095 / \text{hari} \times 49,62 \text{ hari}) + 917.764.809,10$$

$$= \text{Rp. } 985.153.848,80$$

3) Kondisi Lembur 2 Jam

Nama pekerjaan : Beton K250 (fc'20) untuk Struktur Drainase Beton Minor

Volume pekerjaan : $812,11 \text{ m}^3$

Durasi pekerjaan : 45,06 Hari (dengan jam kerja (jk) 8 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr) :

Pekerja = 4,992 orang/jam

Tukang = 1,664 orang/jam

Mandor = 0,832 orang/jam

Semen = 6906,996 kg

Pasir Beton = 714,043 m³

Agregat Kasar = 366,389 m³

Kayu Bekisting	= 50,351 m ³
Paku Kecil	= 72,359 kg
<i>Concrete Mixer</i>	= 0,832 unit/jam
<i>Water Tank Truck</i>	= 0,101 unit/jam
<i>Concrete Vibrator</i>	= 0,832 unit/jam
Alat Bantu 1	= 4.967,80 ls
Biaya <i>resource</i> (Brj)	:
Pekerja	= Rp. 8.500 /jam
Tukang	= Rp. 8.750 /jam
Mandor	= Rp. 9.000 /jam
Semen	= Rp. 60.000 /kg
Pasir Beton	= Rp. 200.000 /m ³
Agregat Kasar	= Rp. 320.000 /m ³
Kayu Bekisting	= Rp. 4.800.000/m ³
Paku Kecil	= Rp. 11.000 /kg
<i>Concrete Mixer</i>	= Rp. 58.000 /jam
<i>Water Tank Truck</i>	= Rp. 225.000/jam
<i>Concrete Vibrator</i>	= Rp. 32.000/jam
Alat Bantu 1	= Rp. 1000,00

Biaya lembur perhari (Blh) dapat dilihat pada *Tabel 5.5* :

Biaya *resource* lembur perhari (Brlh) :

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

Sehingga,

$$\begin{aligned} \text{Brlh Pekerja} &= 4,992 \times 29.750,00 \\ &= \text{Rp. } 148.514,09 \quad /\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Brlh Tukang} &= 1,664 \times 30.625,00 \\ &= \text{Rp } 50.960,72 \quad /\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Brlh Mandor} &= 0,832 \times 31.500,00 \\ &= \text{Rp. } 26.208,37 \quad /\text{hari} \end{aligned}$$

$$\text{Brlh } \textit{Concrete Mixer} = 0,832 \times 165.285,72$$

$$= \text{Rp. } 137.519,65 / \text{hari}$$

$$\text{Brlh Water Tank Truck} = 0,101 \times 499.285,72$$

$$= \text{Rp. } 50.472,51 / \text{hari}$$

$$\text{Brlh Concrete Vibrator} = 0,832 \times 113.285,72$$

$$= \text{Rp } 94.255,05 / \text{hari}$$

Total biaya *resource* perhari (Tbrh) :

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

$$= 1.134.750 + 148.514,09 + 50.960,72 + 26.208,37 + 137.519,65 +$$

$$50.472,51 + 94.255,05$$

$$= \text{Rp. } 1.642.680 / \text{hari}$$

Total biaya percepatan (Tbp) :

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

$$= (\text{Rp. } 1.134.750 / \text{hari} \times 45,06 \text{ hari}) + 917.764.809,10$$

$$= \text{Rp. } 991.779.816,23$$

4) Kondisi Lembur 3 Jam

Nama pekerjaan : Beton K250 (fc'20) untuk Struktur Drainase Beton Minor

Volume pekerjaan : 812,11 m³

Durasi pekerjaan : 41,70 Hari (dengan jam kerja (jk) 8 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr) :

Pekerja = 4,992 orang/jam

Tukang = 1,664 orang/jam

Mandor = 0,832 orang/jam

Semen = 6906,996 kg

Pasir Beton = 714,043 m³

Agregat Kasar = 366,389 m³

Kayu Bekisting = 50,351 m³

Paku Kecil = 72,359 kg

Concrete Mixer = 0,832 unit/jam

Water Tank Truck = 0,101 unit/jam

Concrete Vibrator = 0,832 unit/jam

Alat Bantu 1 = 4.967,80 ls

Biaya *resource* (Brj) :

Pekerja = Rp. 8.500 /jam

Tukang = Rp. 8.750 /jam

Mandor = Rp. 9.000 /jam

Semen = Rp. 60.000 /kg

Pasir Beton = Rp. 200.000 /m³

Agregat Kasar = Rp. 320.000 /m³

Kayu Bekisting = Rp. 4.800.000 /m³

Paku Kecil = Rp. 11.000 /kg

Concrete Mixer = Rp. 58.000 /jam

Water Tank Truck = Rp. 225.000/jam

Concrete Vibrator = Rp. 32.000/jam

Alat Bantu 1 = Rp. 1000,00

Biaya lembur perhari (Blh) dapat dilihat pada *Tabel 5.5* :

Biaya *resource* lembur perhari (Brlh) :

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

Sehingga,

$$\text{Brlh Pekerja} = 4,992 \times 46.750,00$$

$$= \text{Rp. } 233.379,29 / \text{hari}$$

$$\text{Brlh Tukang} = 1,664 \times 48.125,00$$

$$= \text{Rp. } 80.081,13 / \text{hari}$$

$$\text{Brlh Mandor} = 0,832 \times 49.500,00$$

$$= \text{Rp. } 41.184,58$$

$$\text{Brlh } \textit{Concrete Mixer} = 0,832 \times 256.142,86$$

$$= \text{Rp. } 213.113,86 / \text{hari}$$

$$\text{Brlh } \textit{Water Tank Truck} = 0,101 \times 757.142,86$$

$$= \text{Rp. } 76.539,14 / \text{hari}$$

$$\text{Brlh } \textit{Concrete Vibrator} = 0,832 \times 178.142,87$$

$$= \text{Rp. } 148.216,96$$

Total biaya *resource* perhari (Tbrh) :

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

$$= 1.134.750 + 233.379,29 + 80.081,13 + 41.184,58 + 213.113,86 + 76.539,14 + 148.216,96$$

$$= \text{Rp. } 1.927.265 / \text{hari}$$

Total biaya percepatan (Tbp) :

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

$$= (\text{Rp. } 1.927.265 / \text{hari} \times 41,70 \text{ hari}) + 917.764.809,10$$

$$= \text{Rp. } 998.135.842$$

Hasil analisis biaya percepatan dari salah satu item pekerjaan diatas sesuai dengan hasil perhitungan pada *Microsoft Project 2013*. Untuk hasil analisis biaya percepatan dari semua item dengan menggunakan *Microsoft Project 2013* dapat dilihat pada *Tabel 4.9, 4.10, dan 4.11* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.9 Analisis Perhitungan Biaya Percepatan pada *Microsoft Project*
Biaya Lembur 1 Jam

No	Uraian Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Biaya Percepatan (Rp)
1	Galian untuk drainase selokan dan air	330.496.500,00	337.242.154,51
2	Saluran Berbentuk U Tipe DS	4.005.949.775,00	4.019.648.814,09
3	Beton K250 (fc'20) untuk Struktur dan Drainase Beton Minor	981.310.040,00	985.153.210,54
4	Galian biasa	891.581.660,00	909.005.305,32
5	Galian Struktur dengan Kedalaman 0-2 M	114.237.960,00	116.486.604,24
6	Galian Struktur dengan Kedalaman 2-4 M	26.272.780,00	26.791.331,77
7	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	298.644.150,00	300.938.476,33
8	Penyiapan Badan Jalan	111.250.520,00	113.779.922,08
9	Laston Lapis Antara (AC - BC)	3.283.811.780,00	3.294.610.311,63
10	Beton Mutu Sedang, fc' 20 Mpa	3.822.326.734,44	3.838.142.055,05

Tabel 4.9 Analisis Perhitungan Biaya Percepatan pada *Microsoft Project*
Biaya Lembur 1 Jam (Lanjutan)

11	Beton Siklop fc' 15 Mpa atau K-175	174.964.845,00	175.721.829,79
12	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 20,60 M	156.301.730,00	157.351.197,50
13	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 30,60 M	208.834.600,00	209.990.553,39
14	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 40,60 M	238.902.010,00	240.264.754,46

Tabel 4.10 Analisis Perhitungan Biaya Percepatan pada *Microsoft Project*
Biaya Lembur 2 Jam

No	Uraian Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Biaya Percepatan (Rp)
1	Galian untuk drainase selokan dan air	330.496.500,00	348.841.706,19
2	Saluran Berbentuk U Tipe DS	4.005.949.775,00	4.043.259.534,55
3	Beton K250 (fc'20) untuk Struktur dan Drainase Beton Minor	981.310.040,00	991.782.203,55
4	Galian biasa	891.581.660,00	939.052.186,73
5	Galian Struktur dengan Kedalaman 0-2 M	114.237.960,00	120.367.320,35
6	Galian Struktur dengan Kedalaman 2-4 M	26.272.780,00	27.687.880,22
7	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	298.644.150,00	304.895.311,99
8	Penyiapan Badan Jalan	111.250.520,00	118.142.454,86
9	Laston Lapis Antara (AC - BC)	3.283.811.780,00	3.313.237.556,82
10	Beton Mutu Sedang, fc' 20 Mpa	3.822.326.727,35	3.865.327.698,01
11	Beton Siklop fc' 15 Mpa atau K-175	174.964.845,00	177.029.723,49
12	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 20,60 M	156.301.730,00	159.167.185,19
13	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 30,60 M	208.834.600,00	211.980.762,78
14	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 40,60 M	238.902.010,00	242.605.659,84

Tabel 4.11 Analisis Perhitungan Biaya Percepatan pada *Microsoft Project*
Biaya Lembur 3 Jam

No	Uraian Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Biaya Percepatan (Rp)
1	Galian untuk drainase selokan dan air	330.496.500,00	362.257.662,46
2	Saluran Berbentuk U Tipe DS	4.005.949.775,00	4.070.833.716,01
3	Beton K250 (fc'20) untuk Struktur dan Drainase Beton Minor	981.310.040,00	998.132.510,25
4	Galian biasa	891.581.660,00	974.153.377,24
5	Galian Struktur dengan Kedalaman 0-2 M	114.237.960,00	124.896.411,06
6	Galian Struktur dengan Kedalaman 2-4 M	26.272.780,00	28.731.068,67
7	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	298.644.150,00	309.442.166,25
8	Penyiapan Badan Jalan	111.250.520,00	122.860.547,15
9	Laston Lapis Antara (AC - BC)	3.283.811.780,00	3.336.596.915,60
10	Beton Mutu Sedang, fc' 20 Mpa	3.822.326.727,35	3.891.363.380,61
11	Beton Siklop fc' 15 Mpa atau K-175	174.964.845,00	178.286.803,58
12	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 20,60 M	156.301.730,00	161.041.929,49
13	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 30,60 M	208.834.600,00	214.036.866,81
14	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 40,60 M	238.902.010,00	245.019.158,55

4.3.5. Analisis *Cost Variance*, *Cost Slope*, dan *Duration Variance*

Pada analisis *cost variance* dan *duration variance* dihitung dengan menggunakan *Microsoft Project* 2013 yang akan digunakan untuk perhitungan biaya langsung, biaya tidak langsung, dan biaya total.

Berdasarkan pada *tabel 5.9*, *tabel 5.10*, dan *tabel 5.11*, juga dapat diketahui selisih biaya (*cost variance*) antara biaya normal dengan biaya percepatan tiap lemburnya yaitu dengan cara :

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

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

Nama pekerjaan : Beton K250 (fc'20) untuk Struktur Drainase Beton Minor

Biaya Normal : Rp. 981.310.040,00

Biaya Percepatan :

Lembur 1 jam = Rp. 985.153.210,54

Lembur 2 jam = Rp. 991.779.816,23

Lembur 3 jam = Rp. 998.135.842,12

Selisih Biaya :

Lembur 1 jam = Rp. 985.153.210,54 – Rp. 981.310.040,00
= Rp. 3.843.170,54

Lembur 2 jam = Rp. 991.779.816,23 – Rp. 981.310.040,00
= Rp. 10.472.163,55

Lembur 3 jam = Rp. 998.135.842,12 – Rp. 981.310.040,00
= Rp. 16.658.451,06

Untuk hasil analisis *cost variance* dari semua item pekerjaan dengan menggunakan *Microsoft Project 2013* dapat dilihat pada *Tabel 4.12*, *4.13*, dan *4.14* adalah sebagai berikut :

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Selisih Biaya Normal dan Biaya Percepatan pada *Microsoft Project 2013* dengan Waktu Lembur 1 Jam

No	Uraian Pekerjaan	Selisih Biaya (Rp)
1	Galian untuk drainase selokan dan air	6.745.654,51
2	Saluran Berbentuk U Tipe DS	13.699.039,09
3	Beton K250 (fc'20) untuk Struktur dan Drainase Beton Minor	3.843.170,54
4	Galian biasa	17.423.645,32
5	Galian Struktur dengan Kedalaman 0-2 M	2.248.644,24
6	Galian Struktur dengan Kedalaman 2-4 M	518.551,77
7	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	2.294.326,33

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Selisih Biaya Normal dan Biaya Percepatan pada *Microsoft Project* 2013 dengan Waktu Lembur 1 Jam (Lanjutan)

8	Penyiapan Badan Jalan	2.529.402,08
9	Laston Lapis Antara (AC - BC)	10.798.531,63
10	Beton Mutu Sedang, fc' 20 Mpa	15.815.320,61
11	Beton Siklop fc' 15 Mpa atau K-175	756.984,79
12	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 20,60 M	1.049.467,50
13	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 30,60 M	1.155.953,39
14	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 40,60 M	1.362.744,46

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Selisih Biaya Normal dan Biaya Percepatan pada *Microsoft Project* 2013 dengan Waktu Lembur 2 Jam

No	Uraian Pekerjaan	Selisih Biaya (Rp)
1	Galian untuk drainase selokan dan air	18.345.206,19
2	Saluran Berbentuk U Tipe DS	37.309.759,55
3	Beton K250 (fc'20) untuk Struktur dan Drainase Beton Minor	10.472.163,55
4	Galian biasa	47.470.526,73
5	Galian Struktur dengan Kedalaman 0-2 M	6.129.360,35
6	Galian Struktur dengan Kedalaman 2-4 M	1.415.100,22
7	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	6.251.161,99
8	Penyiapan Badan Jalan	6.891.934,86
9	Laston Lapis Antara (AC - BC)	29.425.776,82
10	Beton Mutu Sedang, fc' 20 Mpa	43.000.970,66
11	Beton Siklop fc' 15 Mpa atau K-175	2.064.878,49
12	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 20,60 M	2.865.455,19
13	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 30,60 M	3.146.162,78
14	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 40,60 M	3.703.649,84

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Selisih Biaya Normal dan Biaya Percepatan pada *Microsoft Project* 2013 dengan Waktu Lembur 3 Jam

No	Uraian Pekerjaan	Selisih Biaya (Rp)
1	Galian untuk drainase selokan dan air	31.761.162,46
2	Saluran Berbentuk U Tipe DS	64.883.941,01
3	Beton K250 (fc'20) untuk Struktur dan Drainase Beton Minor	16.822.470,25
4	Galian biasa	82.571.717,24
5	Galian Struktur dengan Kedalaman 0-2 M	10.658.451,06
6	Galian Struktur dengan Kedalaman 2-4 M	2.458.288,67
7	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	10.798.016,25
8	Penyiapan Badan Jalan	11.610.027,15
9	Laston Lapis Antara (AC - BC)	52.785.135,60
10	Beton Mutu Sedang, fc' 20 Mpa	69.036.653,26
11	Beton Siklop fc' 15 Mpa atau K-175	3.321.958,58
12	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 20,60 M	4.740.199,49
13	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 30,60 M	5.202.266,81
14	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 40,60 M	6.117.148,55

Duration variance merupakan selisih durasi antara durasi normal dengan durasi percepatan, baik itu percepatan 1 jam hingga percepatan 3 jam, akibat adanya lembur dari suatu pekerjaan. Untuk hasil analisis *duration variance* dari semua item pekerjaan dengan menggunakan *Microsoft Project* 2013 dapat dilihat pada Tabel 4.15, 4.16, dan 4.17 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan *Duration Variance* pada *Microsoft Project* 2013 dengan Waktu Lembur 1 Jam

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Percepatan	<i>Duration Variance</i>
1	Galian untuk drainase selokan dan air	98	86,84	11,16
2	Saluran Berbentuk U Tipe DS	98	86,84	11,16

Tabel 4.15 Hasil perhitungan *duration variance* pada *Microsoft Project* 2013 dengan waktu lembur 1 jam (Lanjutan)

3	Beton K250 (fc'20) untuk Struktur dan Drainase Beton Minor	56	49,62	6,38
4	Galian biasa	42	37,22	4,78
5	Galian Struktur dengan Kedalaman 0-2 M	28	24,81	3,19
6	Galian Struktur dengan Kedalaman 2-4 M	28	24,81	3,19
7	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	42	37,22	4,78
8	Penyiapan Badan Jalan	14	12,41	1,59
9	Laston Lapis Antara (AC - BC)	98	86,84	11,16
10	Beton Mutu Sedang, fc' 20 Mpa	14	12,41	1,59
11	Beton Siklop fc' 15 Mpa atau K-175	70	62,03	7,97
12	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 20,60 M	28	24,81	3,19
13	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 30,60 M	14	12,41	1,59
14	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 40,60 M	14	12,41	1,59

Tabel 4.16 Hasil perhitungan *duration variance* pada *Microsoft Project* 2013 dengan waktu lembur 2 jam

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Percepatan	<i>Duration Variance</i>
1	Galian untuk drainase selokan dan air	98	78,85	19,15
2	Saluran Berbentuk U Tipe DS	98	78,85	19,15
3	Beton K250 (fc'20) untuk Struktur dan Drainase Beton Minor	56	45,06	10,94
4	Galian biasa	42	33,79	8,21
5	Galian Struktur dengan Kedalaman 0-2 M	28	22,53	5,47
6	Galian Struktur dengan Kedalaman 2-4 M	28	22,53	5,47

Tabel 4.16 Hasil perhitungan *duration variance* pada *Microsoft Project* 2013 dengan waktu lembur 2 jam (Lanjutan)

7	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	42	33,79	8,21
8	Penyiapan Badan Jalan	14	11,26	2,74
9	Laston Lapis Antara (AC - BC)	98	11,26	2,74
10	Beton Mutu Sedang, fc' 20 Mpa	14	56,32	13,68
11	Beton Siklop fc' 15 Mpa atau K-175	70	22,53	5,47
12	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 20,60 M	28	11,26	2,74
13	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 30,60 M	14	11,26	2,74
14	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 40,60 M	14	11,26	2,74

Tabel 4.17 Hasil perhitungan *duration variance* pada *Microsoft Project* 2013 dengan waktu lembur 3 jam

No	Uraian Pekerjaan	Durasi	Durasi	<i>Duration</i>
		Normal	Percepatan	<i>Variance</i>
1	Galian untuk drainase selokan dan air	98	72,98	25,02
2	Saluran Berbentuk U Tipe DS	98	72,98	25,02
3	Beton K250 (fc'20) untuk Struktur dan Drainase Beton Minor	56	41,70	14,30
4	Galian biasa	42	31,28	10,72
5	Galian Struktur dengan Kedalaman 0-2 M	28	20,85	7,15
6	Galian Struktur dengan Kedalaman 2-4 M	28	20,85	7,15
7	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	42	31,28	10,72
8	Penyiapan Badan Jalan	14	10,43	3,57
9	Laston Lapis Antara (AC - BC)	98	10,43	3,57
10	Beton Mutu Sedang, fc' 20 Mpa	14	52,13	17,87
11	Beton Siklop fc' 15 Mpa atau K-175	70	20,85	7,15

Tabel 4.17 Hasil perhitungan *duration variance* pada *Microsoft Project* 2013 dengan waktu lembur 3 jam (Lanjutan)

12	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 20,60 M	28	10,43	3,57
13	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 30,60 M	14	10,43	3,57
14	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 40,60 M	14	10,43	3,57

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 : Beton K250 (fc'20) untuk Struktur dan Drainase Beton Minor

Cost variance :

Lembur 1 jam = Rp. 3.843.170,54

Lembur 2 jam = Rp. 10.472.163,55

Lembur 3 jam = Rp. 16.822.470,25

Duration variance :

Lembur 1 jam = 6,38 hari

Lembur 2 jam = 10,94 hari

Lembur 3 jam = 14,30 hari

Cost slope :

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= \frac{\text{Cost Variance}}{\text{Duration Variance}} \\ &= \frac{\text{Rp.3.843.170,54}}{6,38 \text{ hari}} \\ &= \text{Rp. 602.401,73} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= \frac{\text{Cost Variance}}{\text{Duration Variance}} \\ &= \frac{\text{Rp.10.472.163,55}}{10,94 \text{ hari}} \\ &= \text{Rp. 957.236,16} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= \frac{\text{Cost Variance}}{\text{Duration Variance}} \\ &= \frac{\text{Rp.16.822.470,25}}{14,30 \text{ hari}} \end{aligned}$$

= Rp. 1.176.396,52

Berikut hasil analisis *cost slope* terlampir pada *Tabel 4.18*, *Tabel 4.19*, *Tabel 4.20* yang dikerjakan menggunakan aplikasi *Microsoft Project 2013* :

Tabel 4.18 Hasil analisis *cost slope* pada *Microsoft Project 2013* pada waktu lembur 1 jam

No	Uraian Pekerjaan	Selisih Biaya (Rp)	<i>Duration</i> <i>Variance</i>	<i>Cost Slope</i> (Rp)
1	Galian untuk drainase selokan dan air	6.745.654,51	11,16	604.202,61
2	Saluran Berbentuk U Tipe DS	13.699.039,09	11,16	1.227.011,44
3	Beton K250 (fc'20) untuk Struktur dan Drainase Beton Minor	3.843.170,54	6,38	602.401,73
4	Galian biasa	17.423.645,32	4,78	3.641.449,68
5	Galian Struktur dengan Kedalaman 0-2 M	2.248.644,24	3,19	704.932,12
6	Galian Struktur dengan Kedalaman 2-4 M	518.551,77	7,15	162.561,86
7	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	2.294.326,33	10,72	479.502,06
8	Penyiapan Badan Jalan	2.529.402,08	3,57	1.585.894,95
9	Laston Lapis Antara (AC - BC)	10.798.531,63	3,57	6.770.507,93
10	Beton Mutu Sedang, fc' 20 Mpa	15.815.320,61	17,87	1.983.191,00
11	Beton Siklop fc' 15 Mpa atau K-175	756.984,79	7,15	237.308,72
12	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 20,60 M	1.049.467,50	3,57	657.999,46
13	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 30,60 M	1.155.953,39	3,57	724.764,43
14	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 40,60 M	1.362.744,46	3,57	854.419,15

Tabel 4.19 Hasil analisis *cost slope* pada *Microsoft Project 2013* pada waktu lembur 2 jam

No	Uraian Pekerjaan	Selisih	<i>Duration</i>	<i>Cost Slope</i>
----	------------------	---------	-----------------	-------------------

		Biaya (Rp)	Variance	(Rp)
1	Galian untuk drainase selokan dan air	18.345.206,19	19,15	957.974,21
2	Saluran Berbentuk U Tipe DS	37.309.759,55	19,15	1.948.290,32
3	Beton K250 (fc'20) untuk Struktur dan Drainase Beton Minor	10.472.163,55	10,94	957.236,16
4	Galian biasa	47.470.526,73	8,21	5.782.037,36
5	Galian Struktur dengan Kedalaman 0-2 M	6.129.360,35	5,47	1.120.541,20
6	Galian Struktur dengan Kedalaman 2-4 M	1.415.100,22	5,47	258.702,05
7	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	6.251.161,99	8,21	761.408,28
8	Penyiapan Badan Jalan	6.891.934,86	2,74	2.515.304,69
9	Laston Lapis Antara (AC - BC)	29.425.776,82	2,74	10.739.334,61
10	Beton Mutu Sedang, fc' 20 Mpa	43.000.970,66	13,68	3.143.345,81
11	Beton Siklop fc' 15 Mpa atau K-175	2.064.878,49	5,47	377.491,50
12	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 20,60 M	2.865.455,19	2,74	1.045.786,57
13	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 30,60 M	3.146.162,78	2,74	1.148.234,59
14	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 40,60 M	3.703.649,84	2,74	1.351.697,02

Tabel 4.20 Hasil analisis *cost slope* pada *Microsoft Project 2013* pada waktu lembur 3 jam

No	Uraian Pekerjaan	Selisih Biaya (Rp)	Duration Variance	Cost Slope (Rp)
1	Galian untuk drainase selokan dan air	31.761.162,46	25,02	1.269.430,95
2	Saluran Berbentuk U Tipe DS	64.883.941,01	25,02	2.593.283,01

Tabel 4.20 Hasil analisis *cost slope* pada *Microsoft Project 2013* pada waktu lembur 3 jam (Lanjutan)

3	Beton K250 (fc'20) untuk Struktur dan Drainase Beton Minor	16.822.470,25	14,30	1.176.396,52
4	Galian biasa	82.571.717,24	10,72	7.702.585,56
5	Galian Struktur dengan Kedalaman 0-2 M	10.658.451,06	7,15	1.490.692,46
6	Galian Struktur dengan Kedalaman 2-4 M	2.458.288,67	7,15	343.816,60
7	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	10.798.016,25	10,72	1.007.277,64
8	Penyiapan Badan Jalan	11.610.027,15	3,57	3.252.108,45
9	Laston Lapis Antara (AC - BC)	52.785.135,60	3,57	14.785.752,27
10	Beton Mutu Sedang, fc' 20 Mpa	69.036.653,26	17,87	3.863.271,03
11	Beton Siklop fc' 15 Mpa atau K-175	3.321.958,58	7,15	464.609,59
12	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 20,60 M	4.740.199,49	3,57	1.327.786,97
13	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 30,60 M	5.202.266,81	3,57	1.457.217,59
14	Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 40,60 M	6.117.148,55	3,57	1.713.486,99

Untuk menguji kemungkinan efisiensi *crashing*, dengan melakukan *crashing* ulang dari *cost slope* terkecil Pada Tabel 4.21, 4.22, dan Tabel 4.22 merupakan urutan kegiatan – kegiatan kritis hasil *crashing* diurutkan dari *cost slope* terkecil sampai terbesar :

Tabel 4.21 Urutan Uraian Pekerjaan Berdasarkan Nilai *Cost Slope* Terkecil hingga Terbesar pada Waktu Lembur 1 Jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		Slope
	Normal	Crash	Selisih	Normal	Crash	
GSK2-4M	28	24,81	3,19	26.272.780,00	26.791.331,77	162.561,86
BS15	28	24,81	3,19	174.964.845,00	175.721.829,79	237.308,72
TBSG	42	37,22	4,78	298.644.150,00	300.938.476,33	479.502,06
BK250SDBM	56	49,62	6,38	981.310.040,00	985.153.210,54	602.401,73
GSDSA	98	86,84	11,16	330.496.500,00	337.242.154,51	604.202,61
PUPT1B20,60M	14	12,41	1,59	156.301.730,00	157.351.197,50	657.999,46
GSK0-2M	28	24,81	3,19	114.237.960,00	116.486.604,24	704.932,12
PUPT1B30,60M	14	12,41	1,59	208.834.600,00	209.990.553,39	724.764,43

Tabel 4.21 Urutan Uraian Pekerjaan Berdasarkan Nilai *Cost Slope* Terkecil hingga Terbesar pada Waktu Lembur 1 Jam (Lanjutan)

PUPT1B40,60M	14	12,41	1,59	238.902.010,00	240.264.754,46	854.419,15
SBUTDS	98	86,84	11,16	4.005.949.775,00	4.019.648.814,09	1.227.011,44
PBJ	14	12,41	1,59	111.250.520,00	113.779.922,08	1.585.894,95
BMS20	70	62,03	7,97	3.822.326.727,35	3.838.142.055,05	1.983.191,89
GB	42	37,22	4,78	891.581.660,00	909.005.305,32	3.641.449,68
LLAC-BC	14	12,41	1,59	3.283.811.780,00	3.294.610.311,63	6.770.507,93

Tabel 4.22 Urutan Uraian Pekerjaan Berdasarkan Nilai *Cost Slope* Terkecil hingga Terbesar pada Waktu Lembur 2 Jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		Slope
	Normal	Crash	Selisih	Normal	Crash	
GSK2-4M	28	22,53	5,47	26.272.780,00	27.687.880,22	258.702,05
BS15	28	22,53	5,47	174.964.845,00	177.029.723,49	377.491,50
TBSG	42	33,79	8,21	298.644.150,00	304.895.311,99	761.408,28
BK250SDBM	56	45,06	10,94	981.310.040,00	991.782.203,55	957.236,16
GSDSA	98	78,85	19,15	330.496.500,00	348.841.706,19	957.974,21
PUPT1B20,60M	14	11,26	2,74	156.301.730,00	159.167.185,19	1.045.786,57
GSK0-2M	28	22,53	7,15	114.237.960,00	120.367.320,35	1.120.541,20
PUPT1B30,60M	14	11,26	3,57	208.834.600,00	211.980.762,78	1.148.234,59
PUPT1B40,60M	14	11,26	25,04	238.902.010,00	242.605.659,84	1.351.697,02
SBUTDS	98	78,85	3,57	4.005.949.775,00	4.043.259.534,55	1.948.290,32
PBJ	14	11,26	17,87	111.250.520,00	118.142.454,86	2.515.304,69
BMS20	70	56,32	10,72	3.822.326.727,35	3.865.327.698,01	3.143.345,81
GB	42	33,79	3,57	891.581.660,00	939.052.186,73	5.782.037,36
LLAC-BC	14	11,26	17,87	3.283.811.780,00	3.313.237.556,82	10.739.334,61

Tabel 4.23 Urutan Uraian Pekerjaan Berdasarkan Nilai *Cost Slope* Terkecil hingga Terbesar pada Waktu Lembur 3 Jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		Slope
	Normal	Crash	Selisih	Normal	Crash	
GSK2-4M	28	20,85	5,47	26.272.780,00	28.731.068,67	449.412,92
BS15	28	20,85	7,15	174.964.845,00	178.286.803,58	464.609,59
TBSG	42	31,28	10,72	298.644.150,00	309.442.166,25	1.007.277,64
BK250SDBM	56	41,7	14,3	981.310.040,00	998.132.510,25	1.176.396,52
GSDSA	98	72,98	25,04	330.496.500,00	362.257.662,46	1.268.417,03
PUPT1B20,60M	14	10,43	3,57	156.301.730,00	161.041.929,49	1.327.786,97
PUPT1B30,60M	14	10,43	3,57	208.834.600,00	214.036.866,81	1.457.217,59
GSK0-2M	28	20,85	7,15	114.237.960,00	124.896.411,06	1.490.692,46
PUPT1B40,60M	14	10,43	3,57	238.902.010,00	245.019.158,55	1.713.486,99
SBUTDS	98	72,98	25,04	4.005.949.775,00	4.070.833.716,01	2.591.211,70
PBJ	14	10,43	3,57	111.250.520,00	122.860.547,15	3.252.108,45
BMS20	70	52,13	17,87	3.822.326.727,35	3.891.363.380,61	3.863.271,03
GB	42	31,28	10,72	891.581.660,00	974.153.377,24	7.702.585,56
LLAC-BC	14	10,43	3,57	3.283.811.780,00	3.336.596.915,60	14.785.752,27

Berdasarkan nilai *cost slope* didapatkan juga nilai *cost variance* yang merupakan selisih antara biaya normal dan biaya *crashing*. Selisih biaya terkecil sampai terbesar terdapat dalam *Tabel 4.24*, *Tabel 4.25*, dan *Tabel 4.26* sebagai berikut :

Tabel 4.24 Urutan Uraian Pekerjaan Berdasarkan Nilai *Cost Variance*
Terkecil hingga Terbesar pada Waktu Lembur 1 Jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		Cost Variance
	Normal	Crash	Selisih	Normal	Crash	
GSK2-4M	28	24,81	3,19	26.272.780,00	26.791.331,77	518.551,77
BS15	28	24,81	3,19	174.964.845,00	175.721.829,79	756.984,79
PUPT1B20,60M	14	12,41	1,59	156.301.730,00	157.351.197,50	1.049.467,50
PUPT1B30,60M	14	12,41	1,59	208.834.600,00	209.990.553,39	1.155.953,39
PUPT1B40,60M	14	12,41	1,59	238.902.010,00	240.264.754,46	1.362.744,46
GSK0-2M	28	24,81	3,19	114.237.960,00	116.486.604,24	2.248.644,24
TBSG	42	37,22	4,78	298.644.150,00	300.938.476,33	2.294.326,33
PBJ	14	12,41	1,59	111.250.520,00	113.779.922,08	2.529.402,08
BK250SDBM	56	49,62	6,38	981.310.040,00	985.153.210,54	3.843.170,54
GSDSA	98	86,84	11,16	330.496.500,00	337.242.154,51	6.745.654,51
LLAC-BC	14	12,41	1,59	3.283.811.780,00	3.294.610.311,63	10.798.531,63
SBUTDS	98	86,84	11,16	4.005.949.775,00	4.019.648.814,09	13.699.039,09
BMS20	70	62,03	7,97	3.822.326.734,44	3.838.142.055,05	15.815.327,70
GB	42	37,22	4,78	891.581.660,00	909.005.305,32	17.423.645,32

Tabel 4.25 Urutan Uraian Pekerjaan Berdasarkan Nilai *Cost Variance*
Terkecil hingga Terbesar pada Waktu Lembur 2 Jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		Cost Variance
	Normal	Crash	Selisih	Normal	Crash	
GSK2-4M	28	22,53	5,47	26.272.780,00	27.687.880,22	1.415.100,22
BS15	28	22,53	5,47	174.964.845,00	177.029.723,49	2.064.878,49
PUPT1B20,60M	14	11,26	2,74	156.301.730,00	159.167.185,19	2.865.455,19
PUPT1B30,60M	14	11,26	2,74	208.834.600,00	211.980.762,78	3.146.162,78
PUPT1B40,60M	14	11,26	2,74	238.902.010,00	242.605.659,84	3.703.649,84
GSK0-2M	28	22,53	5,47	114.237.960,00	120.367.320,35	6.129.360,35
TBSG	42	33,79	8,21	298.644.150,00	304.895.311,99	6.251.161,99
PBJ	14	11,26	2,74	111.250.520,00	118.142.454,86	6.891.934,86
BK250SDBM	56	45,06	10,94	981.310.040,00	991.782.203,55	10.472.163,55
GSDSA	98	78,85	19,15	330.496.500,00	348.841.706,19	18.345.206,19
LLAC-BC	14	11,26	2,74	3.283.811.780,00	3.313.237.556,82	29.425.776,82
SBUTDS	98	78,85	19,15	4.005.949.775,00	4.043.259.534,55	37.309.759,55
BMS20	70	56,32	13,68	3.822.326.727,35	3.865.327.698,01	43.000.970,66
GB	42	33,79	8,21	891.581.660,00	939.052.186,73	47.470.526,73

Tabel 4.26 Urutan Uraian Pekerjaan Berdasarkan Nilai *Cost Variance*
Terkecil hingga Terbesar pada Waktu Lembur 3 Jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		<i>Cost Variance</i>
	Normal	Crash	Selisih	Normal	Crash	
GSK2-4M	28	20,85	7,15	26.272.780,00	28.731.068,67	2.458.288,67
BS15	28	20,85	7,15	174.964.845,00	178.286.803,58	3.321.958,58
PUPT1B20,60M	14	10,43	3,57	156.301.730,00	161.041.929,49	4.740.199,49
PUPT1B30,60M	14	10,43	3,57	208.834.600,00	214.036.866,81	5.202.266,81
PUPT1B40,60M	14	10,43	3,57	238.902.010,00	245.019.158,55	6.117.148,55
GSK0-2M	28	20,85	7,15	114.237.960,00	124.896.411,06	10.658.451,06
TBSG	42	31,28	10,72	298.644.150,00	309.442.166,25	10.798.016,25
PBJ	14	10,43	3,57	111.250.520,00	122.860.547,15	11.610.027,15
BK250SDBM	56	41,7	14,3	981.310.040,00	998.132.510,25	16.822.470,25
GSDSA	98	72,98	25,04	330.496.500,00	362.257.662,46	31.761.162,46
LLAC-BC	14	10,43	3,57	3.283.811.780,00	3.336.596.915,60	52.785.135,60
SBUTDS	98	72,98	25,04	4.005.949.775,00	4.070.833.716,01	64.883.941,01
BMS20	70	52,13	17,87	3.822.326.727,35	3.891.363.380,61	69.036.653,26
GB	42	31,28	10,72	891.581.660,00	974.153.377,24	82.571.717,24

4.3.6. Analisis Biaya Total

Setelah perhitungan analisis sebelumnya, maka dapat ditemukan analisis biaya langsung, analisis biaya tidak langsung dan analisis total biaya. Berikut merupakan rincian analisis biaya yang telah dibuat menggunakan aplikasi *Microsoft Excel 2013* berdasarkan hasil perhitungan *Microsoft Project 2013* :

1) Analisis Tidak Biaya Langsung

Biaya tidak langsung merupakan hasil antara perkalian biaya normal pada aplikasi *Mincrosoft Project* dengan persentase biaya tidak langsung, dimana perhitungan persentase biaya tidak langsung adalah sebagai berikut :

$$y = -0,95 - 4,888(\ln(x1 - 0,21) - \ln(x2)) + \varepsilon \quad (4.1)$$

dengan :

$x1$ = Nilai total proyek

$x2$ = Durasi proyek

ε = *random error*

y = Prosentase biaya tak langsung

sehingga biaya tidak langsung dari proyek adalah sebagai berikut :

$x1$ = Rp. 48.950.989.084,02

$x2$ = 285 hari

ε = random error

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

$$y = -0,95 - 4,888(\ln(48.950.989.084,02 - 0,21) - \ln(285)) + \varepsilon$$

$$y = 7,682 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya tidak langsung} &= y \times x1 \\ &= 7,682 \% \times \text{Rp. } 48.950.989.084,02 \\ &= \mathbf{\text{Rp. } 3.760.442.240,32} \end{aligned}$$

Perhitungan analisis biaya tidak langsung terangkum pada *Tabel 4.27*, *Tabel 4.28*, *Tabel 4.29* sebagai berikut :

Tabel 4.27 Hasil Perhitungan Biaya Tidak Langsung pada Lembur 1 Jam

Kode	Durasi			Kumulatif	Biaya Tidak Langsung
	Normal	Crash	Selisih		
				285	3.760.442.240,32
GSK2-4M	28	24,81	3,19	281,81	3.718.351.676,29
BS15	28	24,81	3,19	278,62	3.676.261.112,27
TBSG	42	37,22	4,78	273,84	3.613.191.238,90
BK250SDBM	56	49,62	6,38	267,46	3.529.010.110,86
GSDSA	98	86,84	11,16	256,30	3.381.759.109,45
PUPT1B20,60M	14	12,41	1,59	254,71	3.360.779.800,11
GSK0-2M	28	24,81	3,19	251,52	3.318.689.236,08
PUPT1B30,60M	14	12,41	1,59	249,93	3.297.709.926,74
PUPT1B40,60M	14	12,41	1,59	248,34	3.276.730.617,40
SBUTDS	98	86,84	11,16	237,18	3.129.479.615,99
PBJ	14	12,41	1,59	235,59	3.108.500.306,65
BMS20	70	62,03	7,97	227,62	3.003.339.869,27
GB	42	37,22	4,78	222,84	2.940.269.995,90
LLAC-BC	14	12,41	1,59	221,25	2.919.290.686,56

Tabel 4.28 Hasil Perhitungan Biaya Tidak Langsung pada Lembur 2 Jam

Kode	Durasi			Kumulatif	Biaya Tidak Langsung
	Normal	Crash	Selisih		
				285	3.760.442.240,32
GSK2-4M	28	22,53	5,47	279,53	3.688.268.138,37
BS15	28	22,53	5,47	274,06	3.616.094.036,42
TBSG	42	33,79	8,21	265,85	3.507.766.910,83
BK250SDBM	56	45,06	10,94	254,91	3.363.418.706,94
GSDSA	98	78,85	19,15	235,76	3.110.743.377,46
PUPT1B20,60M	14	11,26	2,74	233,02	3.074.590.353,82

Tabel 4.28 Hasil Perhitungan Biaya Tidak Langsung pada Lembur 2 Jam
(Lanjutan)

GSK0-2M	28	22,53	5,47	227,55	3.002.416.251,87
PUPT1B30,60M	14	11,26	2,74	224,81	2.966.263.228,23
PUPT1B40,60M	14	11,26	2,74	222,07	2.930.110.204,59
SBUTDS	98	78,85	19,15	202,92	2.677.434.875,10
PBJ	14	11,26	2,74	200,18	2.641.281.851,46
BMS20	70	56,32	13,68	186,50	2.460.780.623,93
GB	42	33,79	8,21	178,29	2.352.453.498,34
LLAC-BC	14	11,26	2,74	175,55	2.316.300.474,69

Tabel 4.29 Hasil Perhitungan Biaya Tidak Langsung pada Lembur 3 Jam

Kode	Durasi			Kumulatif	Biaya Tidak Langsung
	Normal	Crash	Selisih		
				285	3.760.442.240,32
GSK2-4M	28	20,85	7,15	277,85	3.666.101.320,95
BS15	28	20,85	7,15	270,70	3.571.760.401,59
TBSG	42	31,28	10,72	259,98	3.430.314.995,22
BK250SDBM	56	41,7	14,30	245,68	3.241.633.156,49
GSDSA	98	72,98	25,02	220,66	2.911.505.911,40
PUPT1B20,60M	14	10,43	3,57	217,09	2.864.401.424,39
PUPT1B30,60M	14	10,43	3,57	213,52	2.817.296.937,38
GSK0-2M	28	20,85	7,15	206,37	2.722.956.018,01
PUPT1B40,60M	14	10,43	3,57	202,80	2.675.851.531,00
SBUTDS	98	72,98	25,02	177,78	2.345.724.285,91
PBJ	14	10,43	3,57	174,21	2.298.619.798,90
BMS20	70	52,13	17,87	156,34	2.062.833.473,16
GB	42	31,28	10,72	145,62	1.921.388.066,79
LLAC-BC	42	31,28	10,72	138,47	1.874.283.579,78

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

Biaya tidak langsung akibat percepatan (Kode BK250SDBM):

Nilai Kumulatif didapatkan melalui persamaan :

= Nilai Kumulatif Sebelumnya – Selisih Durasi

Lembur 1 jam = 273,84 – 6,38

= 267,46

Lembur 2 jam = 265,85 – 10,94

= 254,91

Lembur 3 jam = 259,98 – 14,30

= 245,68

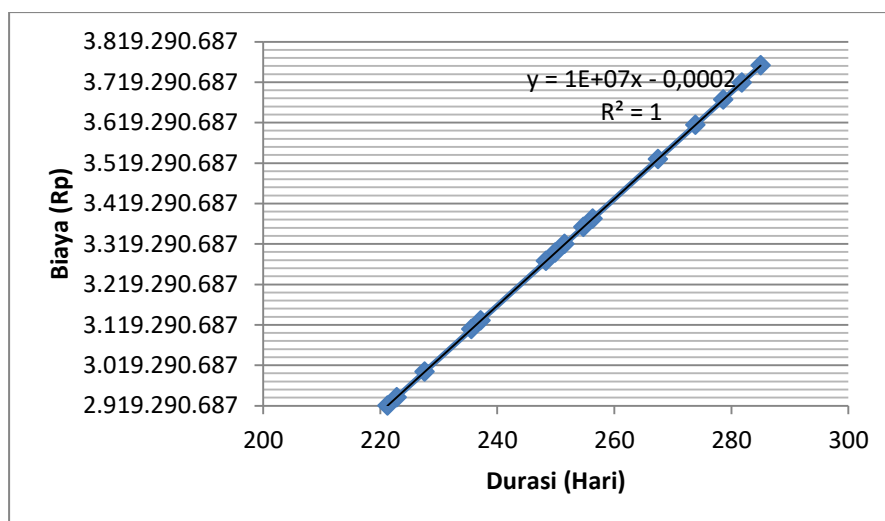
Perhitungan biaya tidak langsung lembur 1 jam :

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= (\text{Rp. } 3.613.191.238,90 / 273,84) \times 267,46 \\ &= \text{Rp. } 3.529.010.110,86 \end{aligned}$$

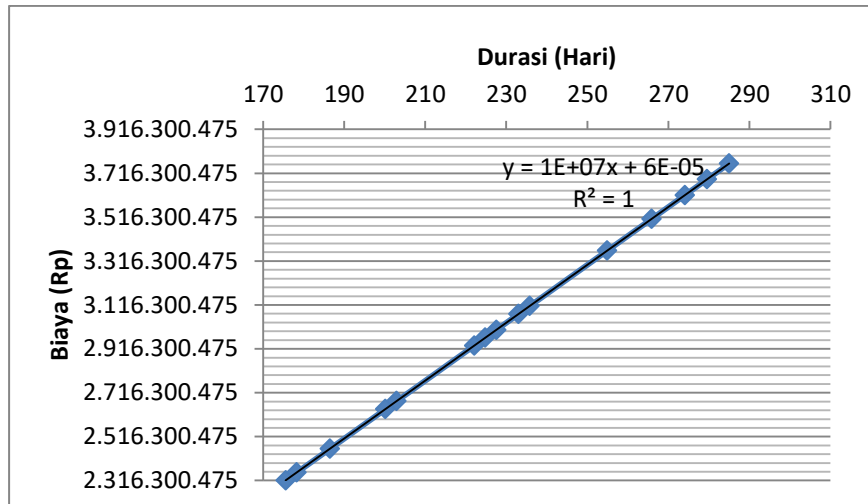
$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= (\text{Rp. } 3.507.766.910,83 / 265,85) \times 254,91 \\ &= \text{Rp. } 3.363.418.706,94 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= (\text{Rp. } 3.430.314.995,22 / 259,98) \times 263,56 \\ &= \text{Rp. } 3.477.551.427,57 \end{aligned}$$

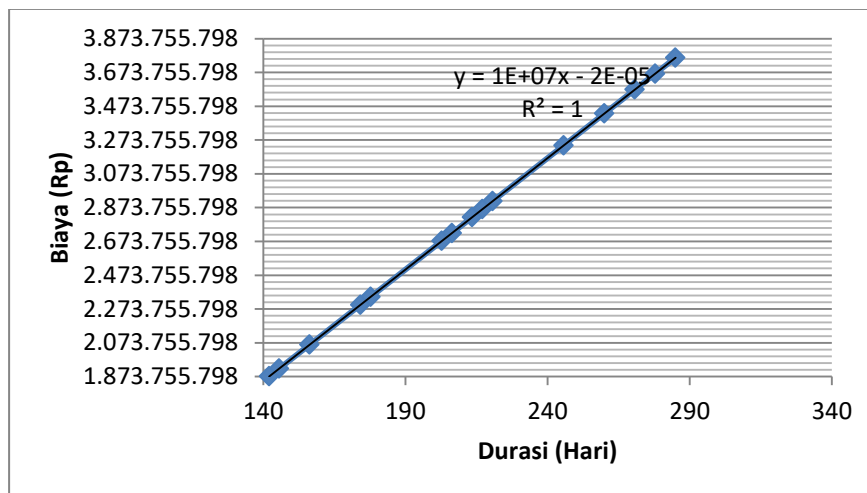
Dari table – table dapat disajikan grafik hubungan antara biaya tidak langsung dengan durasi kumulatif yang terlampir pada *Gambar 4.1*, *Gambar 4.2*, *Gambar 4.3* sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik Biaya Tidak Langsung pada Lembur 1 Jam



Gambar 4.2 Grafik Biaya Tidak Langsung pada Lembur 2 Jam



Gambar 4.3 Grafik Biaya Tidak Langsung pada Lembur 3 Jam

2) Analisis Biaya Langsung

Biaya langsung dihasilkan melalui persamaan sebagai berikut :

Biaya Langsung = Biaya Normal pd Ms Project – Biaya Tidak Langsung

Biaya Langsung = 48.950.989.084,02 – 3.760.442.240,32

Biaya Langsung = Rp. 45.190.546.843,70

Berikut hasil perhitungan biaya langsung lembur 1 jam, lembur 2 jam, dan lembur 3 jam yang terlampir pada *Tabel 4.30*, *Tabel 4.31*, dan *Tabel 4.32* :

Tabel 4.30 Hasil Perhitungan Biaya Langsung pada Lembur 1 Jam

Kode	Durasi			Kumulatif	Biaya Langsung
	Normal	Crash	Selisih		
				285	45.190.546.843,70
GSK2-4M	28	24,81	3,19	281,81	45.191.065.395,47
BS15	28	24,81	3,19	278,62	45.191.822.380,26
TBSG	14	12,41	1,59	277,03	45.194.116.706,59
BK250SDBM	14	12,41	1,59	275,44	45.197.959.877,13
GSDSA	14	12,41	1,59	273,85	45.204.705.531,64
PUPT1B20,60M	28	24,81	3,19	270,66	45.205.754.999,14
GSK0-2M	28	24,81	3,19	267,47	45.208.003.643,38
PUPT1B30,60M	14	12,41	1,59	265,88	45.209.159.596,77
PUPT1B40,60M	56	49,62	6,38	259,50	45.210.522.341,23
SBUTDS	98	86,84	11,16	248,34	45.224.221.380,32
PBJ	14	12,41	1,59	246,75	45.226.750.782,40
BMS20	98	86,84	11,16	235,59	45.242.566.110,10
GB	70	62,03	7,97	227,62	45.259.989.755,42
LLAC-BC	42	37,22	4,78	222,84	45.270.788.287,05

Tabel 4.31 Hasil Perhitungan Biaya Langsung pada Lembur 2 Jam

Kode	Durasi			Kumulatif	Biaya Langsung
	Normal	Crash	Selisih		
				285	45.190.546.843,70
GSK2-4M	28	22,53	5,47	279,53	45.191.961.943,92
BS15	28	22,53	5,47	274,06	45.194.026.822,41
TBSG	42	33,79	8,21	265,85	45.200.277.984,40
BK250SDBM	56	45,06	10,94	254,91	45.210.750.147,95
GSDSA	98	78,85	19,15	235,76	45.229.095.354,14
PUPT1B20,60M	14	11,26	2,74	233,02	45.231.960.809,33
GSK0-2M	28	22,53	5,47	227,55	45.238.090.169,68
PUPT1B30,60M	14	11,26	2,74	224,81	45.241.236.332,46
PUPT1B40,60M	14	11,26	2,74	222,07	45.244.939.982,30
SBUTDS	98	78,85	19,15	202,92	45.282.249.741,85
PBJ	14	11,26	2,74	200,18	45.289.141.676,71
BMS20	70	56,32	13,68	186,50	45.332.142.647,37
GB	42	33,79	8,21	178,29	45.379.613.174,10
LLAC-BC	14	11,26	2,74	175,55	45.409.038.950,92

Tabel 4.32 Hasil Perhitungan Biaya Langsung pada Lembur 3 Jam

Kode	Durasi			Kumulatif	Biaya Langsung
	Normal	Crash	Selisih		
				285	45.190.546.843,70
GSK2-4M	28	20,85	7,15	277,85	45.193.005.132,37
BS15	28	20,85	7,15	270,70	45.196.327.090,95
TBSG	42	31,28	10,72	259,98	45.207.125.107,20
BK250SDBM	56	41,7	14,3	245,68	45.223.947.577,45
GSDSA	98	72,98	25,02	220,66	45.255.708.739,91
PUPT1B20,60M	14	10,43	3,57	217,09	45.260.448.939,40
PUPT1B30,60M	14	10,43	3,57	213,52	45.265.651.206,21
GSK0-2M	28	20,85	7,15	206,37	45.276.309.657,27

Tabel 4.32 Hasil Perhitungan Biaya Langsung pada Lembur 3 Jam
(Lanjutan)

PUPT1B40,60M	14	10,43	3,57	202,80	45.282.426.805,82
SBUTDS	98	72,98	25,02	177,78	45.347.310.746,83
PBJ	14	10,43	3,57	174,21	45.358.920.773,98
BMS20	70	52,13	17,87	156,34	45.427.957.427,24
GB	42	31,28	10,72	145,62	45.510.529.144,48
LLAC-BC	14	10,43	3,57	142,05	45.563.314.280,08

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

Biaya tidak langsung akibat percepatan (Kode BK250SDBM):

Nilai Kumulatif didapatkan melalui persamaan :

= Nilai Kumulatif Sebelumnya – Selisih Durasi

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= 273,84 - 6,38 \\ &= 267,46 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= 265,85 - 10,94 \\ &= 254,91 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= 259,98 - 14,3 \\ &= 245,68 \end{aligned}$$

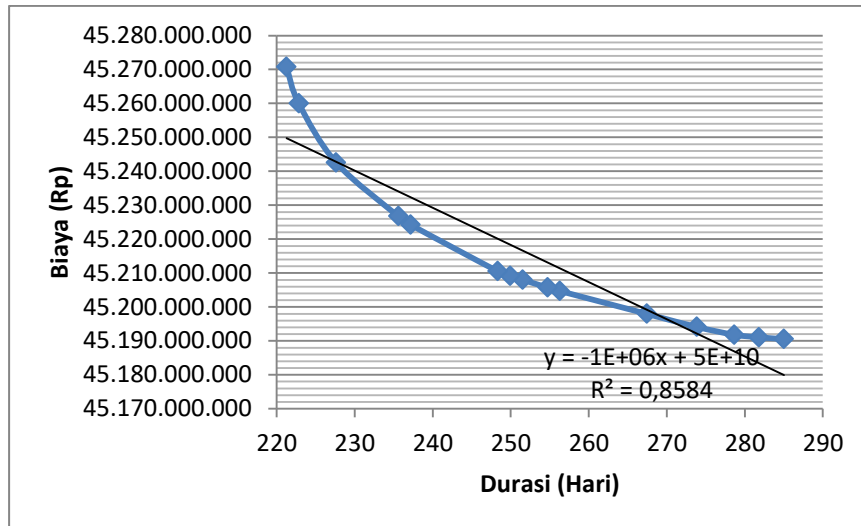
Perhitungan biaya langsung lembur :

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= \text{Rp. } 45.194.116.706,59 + \text{Rp. } 3.843.170,54 \\ &= \text{Rp. } 45.197.959.877,13 \end{aligned}$$

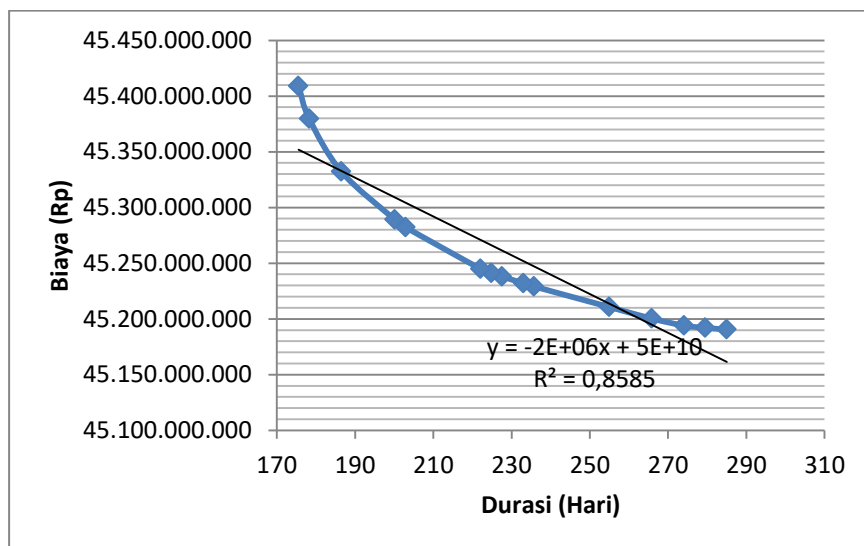
$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= \text{Rp. } 45.200.277.984,40 + \text{Rp. } 10.472.163,55 \\ &= \text{Rp. } 45.210.750.147,95 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= \text{Rp. } 45.207.125.107,20 + \text{Rp. } 16.822.470,25 \\ &= \text{Rp. } 45.223.947.577,45 \end{aligned}$$

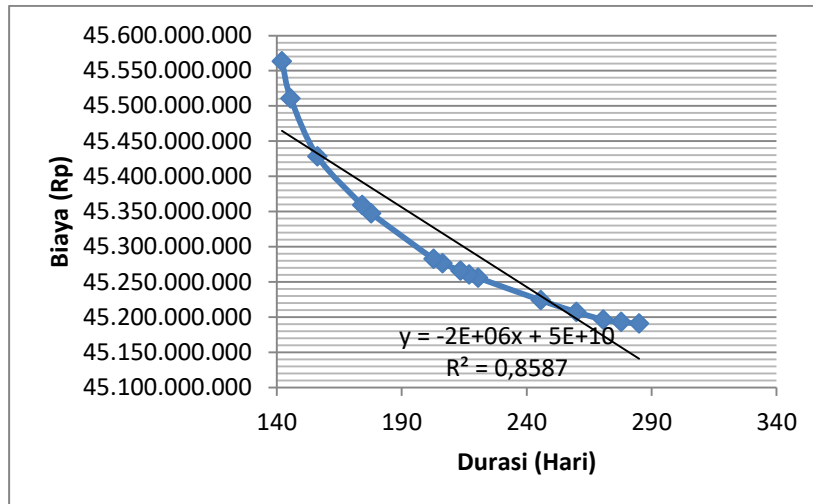
Dari table – table dapat disajikan grafik hubungan antara biaya langsung dengan durasi kumulatif yang terlampir pada *Gambar 4.4*, *Gambar 4.5*, *Gambar 4.6* sebagai berikut :



Gambar 4.4 Grafik Biaya Langsung Lembur 1 Jam



Gambar 4.5 Grafik Biaya Langsung Lembur 2 Jam



Gambar 4.6 Grafik Biaya Langsung Lembur 3 Jam

3) Menentukan total biaya

Untuk menentukan total biaya terhadap total durasi proyek dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut (Kode BK250SDBM) :

Total biaya = biaya langsung + biaya tidak langsung

sehingga nilai dari total biaya pada proyek adalah

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{Rp. } 45.190.546.843,70 + \text{Rp. } 3.760.442.240,32 \\ &= \mathbf{\text{Rp. } 48.950.989.084,02} \end{aligned}$$

Berikut table perbandingan biaya langsung, biaya tidak langsung, dan biaya total :

Tabel 4.33 Hasil Perhitungan Biaya Total Lembur 1 Jam

Kode	Biaya Lansung	Biaya Tidak Langsung	Biaya Total
	45.190.546.843,70	3.760.442.240,32	48.950.989.084,02
GSK2-4M	45.191.065.395,47	3.718.351.676,29	48.909.417.071,77
BS15	45.191.822.380,26	3.676.261.112,27	48.868.083.492,53
TBSG	45.194.116.706,59	3.613.191.238,90	48.807.307.945,50
BK250SDBM	45.197.959.877,13	3.529.010.110,86	48.726.969.987,99
GSDSA	45.204.705.531,64	3.381.759.109,45	48.586.464.641,09
PUPT1B20,60M	45.205.754.999,14	3.360.779.800,11	48.566.534.799,25
GSK0-2M	45.208.003.643,38	3.318.689.236,08	48.526.692.879,47
PUPT1B30,60M	45.209.159.596,77	3.297.709.926,74	48.506.869.523,52
PUPT1B40,60M	45.210.522.341,23	3.276.730.617,40	48.487.252.958,64
SBUTDS	45.224.221.380,32	3.129.479.615,99	48.353.700.996,32
PBJ	45.226.750.782,40	3.108.500.306,65	48.335.251.089,06

Tabel 4.33 Hasil Perhitungan Biaya Total Lembur 1 Jam (Lanjutan)

BMS20	45.242.566.110,10	3.003.339.869,27	48.245.905.979,37
GB	45.259.989.755,42	2.940.269.995,90	48.200.259.751,33
LLAC-BC	45.270.788.287,05	2.919.290.686,56	48.190.078.973,62

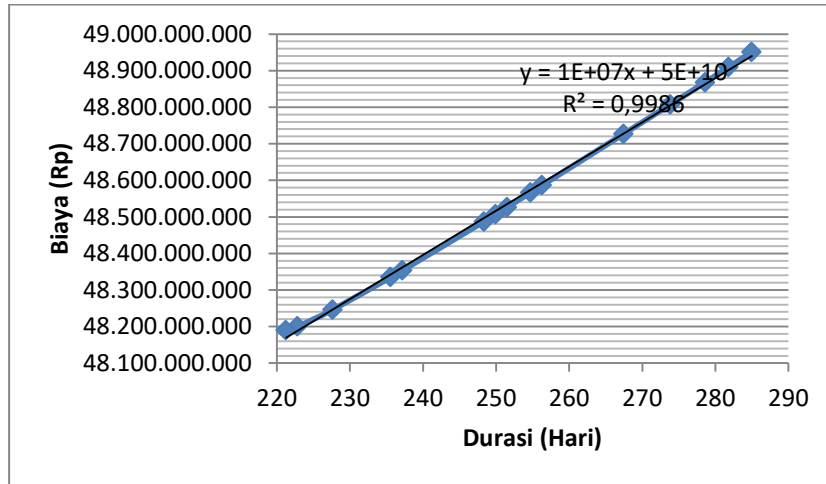
Tabel 4.34 Hasil Perhitungan Biaya Total Lembur 2 Jam

Kode	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Biaya Total
	45.190.546.843,70	3.760.442.240,32	48.950.989.084,02
GSK2-4M	45.191.961.943,92	3.688.268.138,37	48.880.230.082,29
BS15	45.194.026.822,41	3.616.094.036,42	48.810.120.858,84
TBSG	45.200.277.984,40	3.507.766.910,83	48.708.044.895,24
BK250SDBM	45.210.750.147,95	3.363.418.706,94	48.574.168.854,90
GSDSA	45.229.095.354,14	3.110.743.377,46	48.339.838.731,61
PUPT1B20,60M	45.231.960.809,33	3.074.590.353,82	48.306.551.163,15
GSK0-2M	45.238.090.169,68	3.002.416.251,87	48.240.506.421,56
PUPT1B30,60M	45.241.236.332,46	2.966.263.228,23	48.207.499.560,69
PUPT1B40,60M	45.244.939.982,30	2.930.110.204,59	48.175.050.186,89
SBUTDS	45.282.249.741,85	2.677.434.875,10	47.959.684.616,96
PBJ	45.289.141.676,71	2.641.281.851,46	47.930.423.528,18
BMS20	45.332.142.647,37	2.460.780.623,93	47.792.923.271,30
GB	45.379.613.174,10	2.352.453.498,34	47.732.066.672,44
LLAC-BC	45.409.038.950,92	2.316.300.474,69	47.725.339.425,62

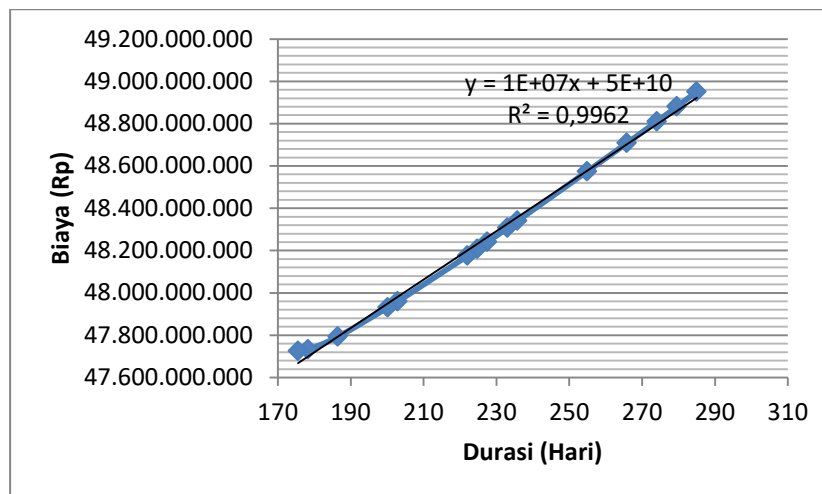
Tabel 4.35 Hasil Perhitungan Biaya Total Lembur 3 Jam

Kode	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Biaya Total
	45.190.546.843,70	3.760.442.240,32	48.950.989.084,02
GSK2-4M	45.193.005.132,37	3.666.101.320,95	48.859.106.453,33
BS15	45.196.327.090,95	3.571.760.401,59	48.768.087.492,55
TBSG	45.207.125.107,20	3.430.314.995,22	48.637.440.102,42
BK250SDBM	45.223.947.577,45	3.241.633.156,49	48.465.580.733,95
GSDSA	45.255.708.739,91	2.911.505.911,40	48.167.214.651,31
PUPT1B20,60M	45.260.448.939,40	2.864.401.424,39	48.124.850.363,79
PUPT1B30,60M	45.265.651.206,21	2.817.296.937,38	48.082.948.143,59
GSK0-2M	45.276.309.657,27	2.722.956.018,01	47.999.265.675,29
PUPT1B40,60M	45.282.426.805,82	2.675.851.531,00	47.958.278.336,83
SBUTDS	45.347.310.746,83	2.345.724.285,91	47.693.035.032,74
PBJ	45.358.920.773,98	2.298.619.798,90	47.657.540.572,88
BMS20	45.427.957.427,24	2.062.833.473,16	47.490.790.900,41
GB	45.510.529.144,48	1.921.388.066,79	47.431.917.211,27
LLAC-BC	45.563.314.280,08	1.874.283.579,78	47.437.597.859,86

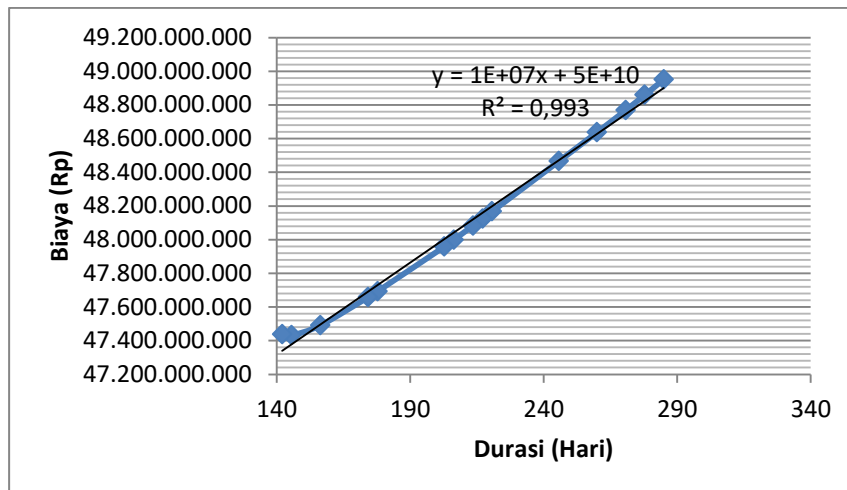
Dari table – table dapat disajikan grafik hubungan antara biaya total dengan durasi kumulatif yang terlampir pada *Gambar 4.7*, *Gambar 4.8*, *Gambar 4.9* sebagai berikut :



Gambar 4.7 Grafik Biaya Total Lembur 1 Jam



Gambar 4.8 Grafik Biaya Total Lembur 2 Jam



Gambar 4.9 Grafik Biaya Total Lembur 3 Jam

4.3.7. Efisiensi Waktu dan Biaya

Berdasarkan hasil analisis durasi percepatan dan biaya total proyek dapat dihitung efisiensi waktu dan biaya dari proyek tersebut. Berikut dibawah ini merupakan salah satu contoh perhitungan analisis efisiensi waktu dan biaya proyek pada masing-masing jam lembur dengan item pekerjaan Beton K250 (fc'20) untuk Struktur dan Drainase Beton :

1) Lembur 1 jam

Efisiensi waktu :

$$Et = \left(\frac{285 - 267,46}{285} \right) \times 100\%$$

$$Et = 6,15 \%$$

Efisiensi biaya :

$$Ec = \left(\frac{\text{Rp. } 48.950.989.084,02 - \text{Rp. } 48.726.969.987,99}{\text{Rp. } 48.950.989.084,02} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 0,46 \%$$

2) Lembur 2 jam

Efisiensi waktu :

$$Et = \left(\frac{285 - 254,91}{285} \right) \times 100\%$$

$$Et = 10,56 \%$$

Efisiensi biaya :

$$Ec = \left(\frac{\text{Rp. 48.950.989.084,02} - \text{Rp. 48.574.168.854,90}}{\text{Rp. 48.950.989.084,02}} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 0,77 \%$$

3) Lembur 3 jam

Efisiensi waktu :

$$Et = \left(\frac{285 - 245,68}{285} \right) \times 100\%$$

$$Et = 13,80 \%$$

Efisiensi biaya :

$$Ec = \left(\frac{\text{Rp. 48.950.989.084,02} - \text{Rp. 48.465.580.733,95}}{\text{Rp. 48.950.989.084,02}} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 0,99 \%$$

Hasil perhitungan efisiensi waktu dan biaya secara keseluruhan dapat dilihat pada *tabel 4.36*, *tabel 4.37*, dan *tabel 4.38* sebagai berikut :

Tabel 4.36 Hasil Perhitungan Efisiensi Waktu dan Biaya pada Lembur 1 Jam

Kode	Kumulatif	Biaya Total (Rp)	Efisiensi	Efisiensi
			Waktu (%)	Biaya (%)
	285	48.950.989.084,02	0,00	0,00
GSK2-4M	281,81	48.909.417.071,77	1,12	0,08
BS15	278,62	48.868.083.492,53	2,24	0,17
TBSG	273,84	48.807.307.945,50	3,92	0,29
BK250SDBM	267,46	48.726.969.987,99	6,15	0,46
GSDSA	256,30	48.586.464.641,09	10,07	0,74
PUPT1B20,60M	254,71	48.566.534.799,25	10,63	0,79
GSK0-2M	251,52	48.526.692.879,47	11,75	0,87
PUPT1B30,60M	249,93	48.506.869.523,52	12,31	0,91
PUPT1B40,60M	248,34	48.487.252.958,64	12,86	0,95
SBUTDS	237,18	48.353.700.996,32	16,78	1,22
PBJ	235,59	48.335.251.089,06	17,34	1,26
BMS20	227,62	48.245.905.979,37	20,13	1,44
GB	222,84	48.200.259.751,33	21,81	1,53
LLAC-BC	221,25	48.190.078.973,62	22,37	1,55

Tabel 4.37 Hasil Perhitungan Efisiensi Waktu dan Biaya pada Lembur 2

Jam				
Kode	Kumulatif	Biaya Total (Rp)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
	285	48.950.989.084,02	0,00	0,00
GSK2-4M	279,53	48.880.230.082,29	1,92	0,14
BS15	274,06	48.810.120.858,84	3,84	0,29
TBSG	265,85	48.708.044.895,24	6,72	0,50
BK250SDBM	254,91	48.574.168.854,90	10,56	0,77
GSDSA	235,76	48.339.838.731,61	17,28	1,25
PUPT1B20,60M	233,02	48.306.551.163,15	18,24	1,32
GSK0-2M	227,55	48.240.506.421,56	20,16	1,45
PUPT1B30,60M	224,81	48.207.499.560,69	21,12	1,52
PUPT1B40,60M	222,07	48.175.050.186,89	22,08	1,59
SBUTDS	202,92	47.959.684.616,96	28,80	2,03
PBJ	200,18	47.930.423.528,18	29,76	2,08
BMS20	186,50	47.792.923.271,30	34,56	2,37
GB	178,29	47.732.066.672,44	37,44	2,49
LLAC-BC	175,55	47.725.339.425,62	38,40	2,50

Tabel 4.38 Hasil Perhitungan Efisiensi Waktu dan Biaya pada Lembur 3

Jam				
Kode	Kumulatif	Biaya Total (Rp)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
	285	48.950.989.084,02	0,00	0,00
GSK2-4M	277,850	48.859.106.453,33	2,51	0,19
BS15	270,700	48.768.087.492,55	5,02	0,37
TBSG	259,980	48.637.440.102,42	8,78	0,64
BK250SDBM	245,680	48.465.580.733,95	13,80	0,99
GSDSA	220,660	48.167.214.651,31	22,58	1,60
PUPT1B20,60M	217,090	48.124.850.363,79	23,83	1,69
PUPT1B30,60M	213,520	48.082.948.143,59	25,08	1,77
GSK0-2M	206,370	47.999.265.675,29	27,59	1,94
PUPT1B40,60M	202,800	47.958.278.336,83	28,84	2,03
SBUTDS	177,780	47.693.035.032,74	37,62	2,57
PBJ	174,210	47.657.540.572,88	38,87	2,64
BMS20	156,340	47.490.790.900,41	45,14	2,98
GB	145,620	47.431.917.211,27	48,91	3,10
LLAC-BC	142,050	47.437.597.859,86	50,16	3,09

4.3.8. Analisa Penambahan Tenaga Kerja dan Alat

Berikut merupakan salah satu contoh perhitungan untuk analisis kebutuhan alat berat dan tenaga kerja adalah sebagai berikut :

Nama pekerjaan : Beton K250 (fc' 200 untuk Struktur Drainase Beton Minor

Durasi pekerjaan : 56 Hari Jam kerja : 7 jam/hari

Volume Pekerjaan : 812,11 m³

Tabel 4.39 Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja dan Alat

KOMPONEN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH	JUMLAH (perhari)	JUMLAH (perjam)	TOTAL HARGA (Rp.)	
1	2	3	Rp4	5 = 3 x 4	7 = 3 x Vol	8 = 7/ Durasi	9 = 8 / 7 jam	10 = 5 x vol	
TENAGA									
Pekerja	(L01)	jam	2.410	Rp8.500	Rp20.482	1956,8916	34,9445	4,9921	Rp16.633.578
Tukang	(L02)	jam	0,805	Rp8.750	Rp7.028	652,2972	11,6182	1,6640	Rp5.707.600
Mandor	(L03)	jam	0,402	Rp9.000	Rp3.614	326,1486	5,8241	0,8320	Rp2.935.337
BAHAN									
Semen	(M21)	kg	8,505	Rp60.000	Rp510.300	6906,9956	123,3392	17,6199	Rp414.419.733
Pasir Beton	(M02b)	m ³	0,879	Rp200.000	Rp175.849	714,0426	12,7508	1,8215	Rp142.808.528
Agregat Kasar	(M14b)	m ³	0,451	Rp320.000	Rp144.370	366,3892	6,5427	0,9347	Rp117.244.553
Kayu Bekisting	(M23)	m ³	0,062	Rp4.800.000	Rp297.600	50,3508	0,8991	0,1284	Rp241.683.936
Paku Kecil	(M28)	kg	0,089	Rp11.000	Rp980	72,3590	1,2921	0,1846	Rp795.949
PERALATAN									
Concrete Minor 500 liter	(E20)	jam	0,402	Rp58.000	Rp23.292	326,1486	5,8241	0,8320	Rp13.916.619
Water Tank Truck 4000 liter	(E16)	jam	0,049	Rp225.000	Rp10.979	39,6271	0,70425968	0,1011	Rp5.916.087
Concrete Vibrator	(E18)	jam	0,402	Rp32.000	Rp12.851	326,1486	5,824082042	0,8320	Rp10.436.756
Alat Bantu 1	Is	jam	1,000	Rp1.000	Rp1.000	812,1100	14,50196429	2,0717	Rp812.110
TOTAL					Rp1.208.347				Rp981.310.788

Keterangan :

Kolom 2 : Nilai koefisien didapatkan dari 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 2 dan kolom 3

Kolom 5 : Hasil perkalian kolom 2 dengan volume pekerjaan

Kolom 6 : Kolom 5 dibagi dengan durasi

Kolom 7 : Kolom 6 dibagi dengan durasi jam pekerjaan perhari

Kolom 8 : Kolom 4 dikali volume pekerjaan

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

Nama pekerjaan : Beton K250 (fc' 200 untuk Struktur Drainase Beton Minor

Volume pekerjaan : 812,11 m³

Durasi Percepatan (dapat dilihat pada *Tabel 5.5*) :

Lembur 1 jam, yaitu 49,62 hari

Lembur 2 jam, yaitu 45,06 hari

Lembur 3 jam, yaitu 41,70 hari

Kebutuhan alat :

Pekerja = 4,992 orang/jam

Tukang = 1,664 orang/jam

Mandor = 0,832 orang/jam

Concrete Mixer = 0,832 unit/jam

Water Tank Truck = 0,101 unit/jam

Concrete Vibrator = 0,832 unit/jam

Penambahan alat dan tenaga kerja :

Lembur 1 jam

Pekerja = (durasi normal × keb. alat) / durasi percepatan
= (56 × 4,992) / 49,62

= 5,634 unit/jam ≈ 39,438 unit/hari

Tukang = (durasi normal × keb. alat) / durasi percepatan

= (56 × 1,664) / 49,62

= 1,878 unit/jam ≈ 13,146 unit/hari

Mandor = (durasi normal × keb. alat) / durasi percepatan

= (56 × 0,832) / 49,62

= 0,939 unit/jam ≈ 6,573 unit/hari

Concrete Mixer = (durasi normal × keb. alat) / durasi percepatan

= (56 × 0,832) / 49,62

= 0,939 unit/jam ≈ 6,573 unit/hari

Water Tank Truck = (durasi normal × keb. alat) / durasi percepatan

= (56 × 0,101) / 49,62

= 0,1141 unit/jam ≈ 0,7987 unit/hari

Concrete Vibrator = (durasi normal × keb. alat) / durasi percepatan

= (56 × 0,832) / 49,62

= 0,939 unit/jam ≈ 6,573 unit/hari

Lembur 2 jam

Pekerja	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (56 \times 4,992) / 49,62$ $= 6,2041 \text{ unit/jam} \approx 43,4287 \text{ unit/hari}$
Tukang	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (56 \times 1,664) / 49,62$ $= 2,0681 \text{ unit/jam} \approx 14,4767 \text{ unit/hari}$
Mandor	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (56 \times 0,832) / 49,62$ $= 1,0341 \text{ unit/jam} \approx 7,2387 \text{ unit/hari}$
<i>Concrete Mixer</i>	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (56 \times 0,832) / 49,62$ $= 1,0341 \text{ unit/jam} \approx 7,2387 \text{ unit/hari}$
<i>Water Tank Truck</i>	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (56 \times 0,101) / 49,62$ $= 0,1257 \text{ unit/jam} \approx 0,8799 \text{ unit/hari}$
<i>Concrete Vibrator</i>	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (56 \times 0,832) / 49,62$ $= 1,0341 \text{ unit/jam} \approx 7,2387 \text{ unit/hari}$
Lembur 3 jam	
Pekerja	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (56 \times 4,992) / 49,62$ $= 6,704 \text{ unit/jam} \approx 46,928 \text{ unit/hari}$
Tukang	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (56 \times 1,664) / 49,62$ $= 2,2347 \text{ unit/jam} \approx 15,6429 \text{ unit/hari}$
Mandor	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (56 \times 0,832) / 49,62$ $= 1,1174 \text{ unit/jam} \approx 7,8218 \text{ unit/hari}$
<i>Concrete Mixer</i>	$= (\text{durasi normal} \times \text{keb. alat}) / \text{durasi percepatan}$ $= (56 \times 0,832) / 49,62$

$$= 1,1174 \text{ unit/jam} \approx 7,8218 \text{ unit/hari}$$

Water Tank Truck = (durasi normal \times keb. alat) / durasi percepatan

$$= (56 \times 0,101) / 49,62$$

$$= 0,1358 \text{ unit/jam} \approx 0,9506 \text{ unit/hari}$$

Concrete Vibrator = (durasi normal \times keb. alat) / durasi percepatan

$$= (56 \times 0,832) / 49,62$$

$$= 1,1174 \text{ unit/jam} \approx 7,8218 \text{ unit/hari}$$

Untuk hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja dari semua jenis pekerjaan dapat dilihat pada *Tabel 4.40* sampai dengan *Tabel 4.53* adalah sebagai berikut :

Tabel 4.40 Hasil Penambahan Komponen pada Pekerjaan Beton K250
(fc'20)

Kegiatan	Jumlah Penambahan Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	4,992	5,634	6,2041	6,704
Tukang	1,664	1,878	2,0681	2,2347
Mandor	0,832	0,939	1,0341	1,1174
Concrete Mixer 500 liter	0,832	0,939	1,0341	1,1174
Water Tank Truck 4000 liter	0,101	0,1141	0,1257	0,1358
Concrete Vibrator	0,832	0,939	1,0341	1,1174

Tabel 4.41 Hasil Penambahan Komponen pada Galian untuk Drainase
Selokan dan Air

Kegiatan	Jumlah Penambahan Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	2,555	2,8834	3,1754	3,4308
Mandor	0,426	0,4806	0,5293	0,5718
Excavator	0,426	0,4806	0,5293	0,5718
Dump Truck, 4 m3	0,634	0,7156	0,788	0,8514

Tabel 4.42 Hasil Penambahan Komponen pada Saluran Berbentuk U Tipe
DS

Kegiatan	Jumlah Penambahan Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	4,529	5,1118	5,6294	6,0822
Tukang	1,812	2,0447	2,2518	2,4329
Mandor	0,906	1,0224	1,1259	1,2165
Crane	0,906	1,0224	1,1259	1,2165
Concrete Mixer 500 liter	0,662	0,7473	0,823	0,8892

Tabel 4.43 Hasil Penambahan Komponen pada Galian Biasa

Kegiatan	Jumlah Penambahan Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	8,902	10,047	11,0654	11,9533
Mandor	2,226	2,5118	2,7664	2,9884
Excavator	2,226	2,5118	2,7664	2,9884
Dump Truck, 4 m3	5,155	5,8177	6,4074	6,9215

Tabel 4.44 Hasil Penambahan Komponen pada Galian Struktur dengan
Kedalaman 0-2 M

Kegiatan	Jumlah Penambahan Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	1,923	4,3385	4,7816	5,1621
Mandor	0,481	1,0847	1,1954	1,2906
Excavator	0,481	1,0847	1,1954	1,2906
Dump Truck, 4 m3	0,888	2,0032	2,2078	2,3835

Tabel 4.45 Hasil Penambahan Komponen pada Galian Struktur dengan
Kedalaman 2-4 M

Kegiatan	Jumlah Penambahan Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	0,469	0,5298	0,5834	0,6304
Mandor	0,117	0,1325	0,1459	0,1576

Tabel 4.45 Hasil Penambahan Komponen pada Galian Struktur dengan Kedalaman 2-4 M (Lanjutan)

Excavator	0,117	0,1325	0,1459	0,1576
Dump Truck, 4 m ³	0,191	0,215	0,2368	0,2559

Tabel 4.46 Hasil Penambahan Komponen pada Timbunan Biasa dari Sumber Galian

Kegiatan	Jumlah Penambahan Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	1,326	1,4965	1,6482	1,7805
Mandor	0,331	0,3742	0,4121	0,4452
Excavator	0,204	0,2301	0,2534	0,2737
Dump Truck, 4 m ³	0,461	0,5201	0,5728	0,6188
Bulldozer	0,020	0,0226	0,0249	0,0269
Vibratory Roller, 10 ton	0,051	0,0578	0,0636	0,0687
Water Tank Truck 4000 liter	0,331	0,3742	0,4121	0,4452

Tabel 4.47 Hasil Penambahan Komponen pada Penyiapan Badan Jalan

Kegiatan	Jumlah Penambahan Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	10,038	11,3285	12,4805	13,4737
Mandor	2,509	2,8322	3,1202	3,3685
Motor Grader	0,363	0,4098	0,4515	0,4874
Vibratory Roller, 10 ton	0,516	0,5828	0,6420	0,6931
Water Tank Truck 4000 liter	2,509	2,8322	3,1202	3,3685

Tabel 4.48 Hasil Penambahan Komponen pada Laston Lapis Natara (AC-BC)

Kegiatan	Jumlah Penambahan Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	2,758	3,1124	3,4289	3,7018
Mandor	0,689	0,7781	0,8573	0,9255
Motor Grader	0,760	0,8577	0,9449	1,0201
Wheel Loader (1,5 m ³)	0,689	0,7781	0,8573	0,9255

Tabel 4.48 Hasil Penambahan Komponen pada Laston Lapis Natara (AC-BC) (Lanjutan)

Asphalt Mixing Plant (50 ton/jam)	0,689	0,7781	0,8573	0,9255
Generator Set (250 KVA)	5,159	5,8223	6,4144	6,9248
Dump Truck, 10 m ³	0,575	0,6485	0,7144	0,7712
Asphalt Finisher (60 ton/jam)	0,333	0,3759	0,4142	0,4471
Tandem Roller (8 ton)	0,666	0,7518	0,8283	0,8942
Penumatic Tyre Roller	0,666	0,8577	0,9449	1,0201

Tabel 4.49 Hasil Penambahan Komponen pada Beton Mutu Sedang fc' 20 Mpa

Kegiatan	Jumlah Penambahan Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	15,436	17,4211	19,1859	20,728
Tukang	7,718	8,7106	9,5930	10,364
Mandor	2,573	2,9036	3,1977	3,4547
Concrete Mixer 500 liter	2,573	2,9036	3,1977	3,4547
Water Tank Truck 4000 liter	0,313	0,3528	0,3886	0,4198
Concrete Vibrator	2,573	2,9036	3,1977	3,4547

Tabel 4.50 Hasil Penambahan Komponen pada Beton Siklop fc' 15 Mpa atau K-175

Kegiatan	Jumlah Penambahan Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	1,468	1,6571	1,8248	1,9718
Tukang	0,734	0,8286	0,9124	0,9859
Mandor	0,367	0,4143	0,4562	0,493
Concrete Mixer 500 liter	0,367	0,4143	0,4562	0,493
Water Tank Truck 4000 liter	0,045	0,0511	0,0562	0,0607
Concrete Vibrator	0,367	0,4143	0,4562	0,4930

Tabel 4.51 Hasil Penambahan Komponen pada Pemasangan Unit Tipe Bentang 20,60 M

Kegiatan	Jumlah Penambahan Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	7,563	8,5355	9,4035	10,1518
Tukang	2,836	3,2008	3,5263	3,8069
Mandor	0,945	1,0670	1,1755	1,269
Crane	0,135	0,1525	0,1680	0,1813
Launcher Truss	0,051	0,0576	0,0635	0,0685
Stressing Jack (150 ton)	0,051	0,0576	0,0635	0,0685

Tabel 4.52 Hasil Penambahan Komponen pada Pemasangan Unit Tipe Bentang 30,60 M

Kegiatan	Jumlah Penambahan Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	8,403	9,4801	10,4483	11,2797
Tukang	3,151	3,5551	3,9181	4,2299
Mandor	1,050	1,1851	1,3061	1,41
Crane	0,150	0,1693	0,1866	0,2015
Launcher Truss	0,051	0,0576	0,0635	0,0685
Stressing Jack (150 ton)	0,051	0,0576	0,0635	0,0685

Tabel 4.53 Hasil Penambahan Komponen pada Pemasangan Unit Tipe Bentang 40,60 M

Kegiatan	Jumlah Penambahan Komponen (unit/jam)			
	Normal	1 Jam	2 Jam	3 Jam
Pekerja	10,084	11,3806	12,5324	13,5422
Tukang	3,782	4,2678	4,6997	5,0783
Mandor	1,261	1,4226	1,5666	1,6928
Crane	0,180	0,2033	0,2238	0,2419
Launcher Truss	0,051	0,0576	0,0635	0,0686
Stressing Jack (150 ton)	0,051	0,0576	0,0635	0,0686

4.3.9. Analisis Biaya Penambahan Alat

a. Kondisi Normal

Nama pekerjaan : Beton K250 ($f_c'20$) untuk Struktur Drainase Beton Minor

Volume pekerjaan : 812,11 m³

Durasi pekerjaan : 56 Hari (dengan jam kerja (jk) 7 jam/hari)

Tabel 4.54 Kebutuhan Material Pekerjaan Beton K250 (fc') untuk Struktur

Drainase

Bahan	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)
Semen	Kg	8,505	Rp60.000
Pasir Beton	m ³	0,879	Rp200.000
Agregat Kasar	m ³	0,451	Rp320.000
Kayu Bekesting	m ³	0,062	Rp4.800.000
Paku Kecil	Kg	0,089	Rp11.000
Alat Bantu	Ls	1,00	Rp 1.000

Jumlah material yg digunakan = koefisien x harga satuan

Semen = 8,505 x 812,11 = 6906,996

Pasir Beton = 0,879 x 812,11 = 714,043

Agregat Kasar = 0,451 x 812,11 = 366,389

Kayu Bekisting = 0,062 x 812,11 = 50,351

Paku Kecil = 0,089 x 812,11 = 72,359

Alat Bantu = 1,00 x 812,11 = 812,11

Jumlah harga satuan = jumlah material x harga satuan

Semen = 6906,996 x 60.000 = Rp 414.419.733,00

Pasir Beton = 714,043 x 200.000 = Rp 142.808.528,36

Agregat Kasar = 366,389 x 320.000 = Rp 117.244.552,73

Kayu Bekisting = 50,351 x 4.800.000 = Rp 241.683.936,00

Paku Kecil = 72,359 x 11.000 = Rp 795.949,01

Alat Bantu = 812,11 x 1.000 = Rp 812.110,00 +

Total Biaya Material = Rp 917.764.809,10

Tabel 4.55 Kebutuhan Resource Pekerjaan Beton K250 (fc'20) untuk

Struktur Drainase Beton Minor

Komponen	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)
----------	--------	-----------	----------------------

<u>TENAGA</u>			
Pekerja	jam	2,410	Rp8.500
Tukang	jam	0,803	Rp8.750
Mandor	jam	0,402	Rp9.000
<u>PERALATAN</u>			
Concrete Mixer	jam	0,402	Rp58.000
Water Tank Trk	jam	0,049	Rp225.000
Concrete Vibrator	jam	0,402	Rp32.000

Kebutuhan resource (perjam) :

$$= \left(\frac{(Kofisien \times Volume \text{ Pekerjaan})}{Durasi} \right)$$

$$\text{Pekerja} = \frac{(2,410 \times 812,11)}{7} = 4,9921 \text{ orang/ jam}$$

$$\text{Tukang} = \frac{(0,803 \times 812,11)}{7} = 1,6640 \text{ orang/jam}$$

$$\text{Mandor} = \frac{(0,402 \times 812,11)}{7} = 0,8320 \text{ orang/jam}$$

$$\text{Concrete Mixer} = \frac{(0,402 \times 812,11)}{7} = 0,8320 \text{ unit/jam}$$

$$\text{Water Tank Truck} = \frac{(0,049 \times 812,11)}{7} = 0,1011 \text{ unit/jam}$$

$$\text{Concrete Vibrator} = \frac{(0,402 \times 812,11)}{7} = 0,8320 \text{ unit/jam}$$

Hasil dari kebutuhan resource (perjam) akan dimasukkan melalui aplikasi *Microsoft Project 2013* yang pada akhirnya akan digunakan sebagai angka pembandingan *Microsoft Excel 2013*. Berikut hitungan jumlah harga resource untuk pekerjaan Beton K250 (fc'20) untuk Struktur Drainase Beton Minor :

Biaya *resource* perhari (Brh) :

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

Sehingga,

$$\begin{aligned} \text{Brh Pekerja} &= 7 \times 4,992 \times 8.500 \\ &= \text{Rp. } 297.028 / \text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Brh Tukang} &= 7 \times 1,664 \times 8.750 \\ &= \text{Rp. } 101.921,44 / \text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Brh Mandor} &= 7 \times 0,832 \times 9.000 \\ &= \text{Rp } 52.416,74 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Brh Concrete Mixer} &= 7 \times 0,832 \times 58.000 \\ &= \text{Rp. } 337.796,77 / \text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Brh Water Tank Truck} &= 7 \times 0,101 \times 225.000 \\ &= \text{Rp } 159.215,84 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Brh Concrete Vibrator} &= 7 \times 0,832 \times 32.000 \\ &= \text{Rp } 186.370,65 \end{aligned}$$

Biaya total *resource* harian (Btrh) :

$$\begin{aligned} \text{Btrh} &= \sum \text{Brh} \\ &= (\text{Pekerja} + \text{Mandor} + \text{Tukang} + \text{Concrete Mixer} + \text{Water Tank Truck} + \\ &\quad \text{Concrete Vibrator}) \\ &= \text{Rp } 1.134.749,62/\text{hari} \end{aligned}$$

Biaya total *resource* (Btr) :

$$\begin{aligned} \text{Btr} &= (\text{Btrh} \times \text{durasi}) + \text{Material} \\ &= (\text{Rp. } 1.134.749,62/ \text{hari} \times 56 \text{ hari}) + \text{Rp } 917.764.809,10 \\ &= \text{Rp. } 981.310.788,70 \end{aligned}$$

b. Kondisi terhadap durasi percepatan dari waktu lembur 1 jam

Nama pekerjaan : Beton K250 (fc' 20) untuk Struktur dan Drainase
Beton Minor

Volume pekerjaan : 812,11 m³

Durasi percepatan : 49,62 hari (dengan jam kerja (jk) 7 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr) :

Pekerja = 5,634 unit/jam

Tukang = 1,878 unit/jam

Mandor = 0,939 unit/jam

Concrete Mixer = 0,939 unit/jam

Water Tank Truck = 0,1141 unit/jam

Concrete Vibrator = 0,939 unit/jam

Biaya resource (Brj) :

Pekerja = Rp. 8.500 /jam

Tukang = Rp. 8.750 /jam

Mandor = Rp. 9.000 /jam

Concrete Mixer = Rp. 58.000 /jam

Water Tank Truck = Rp. 225.000/jam

Concrete Vibrator = Rp. 32.000 /jam

Biaya resource perhari (Brh) :

$Brh = jk \times kr \times Brj$

Sehingga,

Brh Pekerja = $7 \times 5,634 \times 8.500$
= Rp. 335.223,00 / hari

Brh Tukang = $7 \times 1,878 \times 8.750$
= Rp. 115.027,50 / hari

Brh Mandor = $7 \times 0,939 \times 9.000$
= Rp. 59.157,00 / hari

Brh *Concrete Mixer* = $7 \times 0,939 \times 58.000$
= Rp. 381.234,01 / hari

Brh *Water Tank Truck* = $7 \times 0,1141 \times 225.000,00$
= Rp. 179.707,50 / hari

Brh *Concrete Vibrator* = $7 \times 0,939 \times 32.000$
= Rp. 210.336,03

Analisa perhitungan biaya material atau bahan sebagai berikut :

Biaya total resource harian (Btrh) :

$Btr = \sum Brh$

= (Pekerja + Tukang + Mandor + *Concrete Mixer* + *Water Tank Truck* + *Concrete Vibrator*)

$$= 335.223,00 + 115.027,50 + 59.157,00 + 381.234,01 + 179.707,5- + 210.336,03$$

$$= \text{Rp. } 1.280.685,04 / \text{hari}$$

Biaya total *resource* (Btr) :

$$\begin{aligned} \text{Btr} &= (\text{Btrh} \times \text{durasi}) + \text{alat bantu} \\ &= (\text{Rp. } 1.280.685,04 + \text{Rp } 917.764.809,10) \\ &= \text{Rp. } 981.312.724,86 \end{aligned}$$

c. Kondisi terhadap durasi percepatan dari waktu lembur 2 jam

Nama pekerjaan : Beton K250 (fc' 20) untuk Struktur dan Drainase Beton Minor

Volume pekerjaan : 812,11 m³

Durasi percepatan : 45,06 hari (dengan jam kerja (jk) 7 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr) :

Pekerja = 6,0241 unit/jam

Tukang = 2,0681 unit/jam

Mandor = 1,0341 unit/jam

Concrete Mixer = 1,0341 unit/jam

Water Tank Truck = 0,1257 unit/jam

Concrete Vibrator = 1,0341 unit/jam

Biaya *resource* (Brj) :

Pekerja = Rp. 8.500 /jam

Tukang = Rp. 8.750 /jam

Mandor = Rp. 9.000 /jam

Concrete Mixer = Rp. 58.000 /jam

Water Tank Truck = Rp. 225.000/jam

Concrete Vibrator = Rp. 32.000 /jam

Biaya *resource* perhari (Brh) :

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

Sehingga,

$$\begin{aligned} \text{Brh Pekerja} &= 7 \times 6,2041 \times 8.500 \\ &= \text{Rp. } 369.143,95 / \text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Brh Tukang} &= 7 \times 2,0681 \times 8.750 \\ &= \text{Rp. } 126.671,13 / \text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Brh Mandor} &= 7 \times 1,0341 \times 9.000 \\ &= \text{Rp. } 65.148,30 / \text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Brh Concrete Mixe} &= 7 \times 1,0341 \times 58.000 \\ &= \text{Rp. } 491.844,61 / \text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Brh Water Tank Truck} &= 7 \times 0,1257 \times 225.000,00 \\ &= \text{Rp. } 197.977,50 / \text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Brh Concrete Vibrator} &= 7 \times 1,0341 \times 32.000 \\ &= \text{Rp. } 231.638,43 / \text{hari} \end{aligned}$$

Analisa perhitungan biaya material atau bahan sebagai berikut :

Biaya total *resource* harian (Btrh) :

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

$$= (\text{Pekerja} + \text{Tukang} + \text{Mandor} + \text{Concrete Mixer} + \text{Water Tank Truck} + \text{Concrete Vibrator})$$

$$= 369.143,95 + 126.671,13 + 65.148,30 + 419.844,61 + 197.977,50 + 231.638,43$$

$$= \text{Rp. } 1.410.423,92 / \text{hari}$$

Biaya total *resource* (Btr) :

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

$$= (\text{Rp. } 1.410.423,92 + \text{Rp } 917.764.809,10)$$

$$= \text{Rp. } 981.318.510,75$$

d. Kondisi terhadap durasi percepatan dari waktu lembur 3 jam

Nama pekerjaan : Beton K250 (fc' 20) untuk Struktur dan Drainase Beton Minor

Volume pekerjaan : 812,11 m³

Durasi percepatan : 41,70 hari (dengan jam kerja (jk) 7 jam/hari)

Kebutuhan *resource* (kr) :

Pekerja = 6,704 unit/jam

Tukang = 2,2347 unit/jam

Mandor = 1,1174 unit/jam

Concrete Mixer = 1,1174 unit/jam

Water Tank Truck = 0,1358 unit/jam

Concrete Vibrator = 1,1174 unit/jam

Biaya *resource* (Brj) :

Pekerja = Rp. 8.500 /jam

Tukang = Rp. 8.750 /jam

Mandor = Rp. 9.000 /jam

Concrete Mixer = Rp. 58.000 /jam

Water Tank Truck = Rp. 225.000/jam

Concrete Vibrator = Rp. 32.000 /jam

Biaya *resource* perhari (Brh) :

$Brh = jk \times kr \times Brj$

Sehingga,

Brh Pekerja = $7 \times 6,704 \times 8.500$
= Rp. 398.888,00 / hari

Brh Tukang = $7 \times 2,2347 \times 8.750$
= Rp. 136.875,38 / hari

Brh Mandor = $7 \times 1,1174 \times 9.000$
= Rp. 70.396,20 / hari

Brh *Concrete Mixer* = $7 \times 1,1174 \times 58.000$
= Rp. 453.664,41 / hari

Brh *Water Tank Truck* = $7 \times 0,1358 \times 225.000,00$
= Rp. 213.885,00 / hari

Brh *Concrete Vibrator* = $7 \times 1,1174 \times 32.000$
= Rp. 250.297,63 / hari

Analisa perhitungan biaya material atau bahan sebagai berikut :

Biaya total *resource* harian (Btrh) :

Btr = $\sum Brh$

= (Pekerja + Tukang + Mandor + *Concrete Mixer* + *Water Tank Truck* + *Concrete Vibrator*)

= 398.888,00 + 136.875,38 + 70.396,20 + 453.664,41 + 213.885,00 + 250.297,63

= Rp. 1.524.006,62 / hari

Biaya total *resource* (Btr) :

Btr = (Btrh × durasi) + alat bantu

= (Rp. 1.524.006,62 + Rp 917.764.809,10

= **Rp. 981.315.885,12**

Untuk hasil analisis penambahan tenaga kerja dan alat berat untuk semua pekerjaan dapat dilihat pada *Tabel 4.56* sampai *Tabel 4.69*

Tabel 4.56 Perbandingan Biaya Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat dengan Biaya Normal Pekerjaan Galian untuk Drainase Selokan dan Air

Durasi Normal	Biaya Normal (Rp)	Durasi Crashing	Biaya Crashing (Rp)
98	330.496.550	86,84	330.528.494
98	330.496.550	78,85	330.526.015
98	330.496.550	72,98	330.505.873

Tabel 4.57 Perbandingan Biaya Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat dengan Biaya Normal Pekerjaan Saluran Berbentuk U Tipe DS

Durasi Normal	Biaya Normal (Rp)	Durasi Crashing	Biaya Crashing (Rp)
98	4.005.949.775	86,84	4.005.988.106
98	4.005.949.775	78,85	4.005.964.772
98	4.005.949.775	72,98	4.005.985.712

Tabel 4.58 Perbandingan Biaya Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat dengan Biaya Normal Pekerjaan Beton K250 (fc'20) untuk Struktur dan Drainase Beton Minor

Durasi Normal	Biaya Normal (Rp)	Durasi Crashing	Biaya Crashing (Rp)
56	981.310.040	49,62	981.312.723
56	981.310.040	45,06	981.318.509
56	981.310.040	41,70	981.315.883

Tabel 4.59 Perbandingan Biaya Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat dengan Biaya Normal Pekerjaan Galian Biasa

Durasi Normal	Biaya Normal (Rp)	Durasi Crashing	Biaya Crashing (Rp)
42	891.581.660	37,22	891.598.927
42	891.581.660	33,79	891.595.283
42	891.581.660	31,28	891.594.175

Tabel 4.60 Perbandingan Biaya Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat dengan Biaya Normal Pekerjaan Galian Struktur dengan Kedalaman 0-2 M

Durasi Normal	Biaya Normal (Rp)	Durasi Crashing	Biaya Crashing (Rp)
28	114.237.960	24,81	114.245.666
28	114.237.960	22,53	114.244.606
28	114.237.960	20,885	114.244.663

Tabel 4.61 Perbandingan Biaya Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat dengan Biaya Normal Pekerjaan Galian Struktur dengan Kedalaman 2-4M

Durasi Normal	Biaya Normal (Rp)	Durasi Crashing	Biaya Crashing (Rp)
28	26.272.780	24,81	26.279.621
28	26.272.780	22,53	26.280.618
28	26.272.780	20,885	26.276.448

Tabel 4.62 Perbandingan Biaya Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat dengan Biaya Normal Pekerjaan Timbunan Biasa

Durasi Normal	Biaya Normal (Rp)	Durasi Crashing	Biaya Crashing (Rp)
42	298.644.150	37,22	298.672.294
42	298.644.150	33,79	298.662.929
42	298.644.150	31,28	298.662.575

Tabel 4.63 Perbandingan Biaya Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat dengan Biaya Normal Pekerjaan Penyiapan Badan Jalan

Durasi Normal	Biaya Normal (Rp)	Durasi Crashing	Biaya Crashing (Rp)
14	111.250.520	12,41	111.255.993
14	111.250.520	11,26	111.255.250
14	111.250.520	10,43	111.254.602

Tabel 4.64 Perbandingan Biaya Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat dengan Biaya Normal Pekerjaan Laston Lapis Antara (AC – BC)

Durasi Normal	Biaya Normal (Rp)	Durasi Crashing	Biaya Crashing (Rp)
14	3.283.811.780	12,41	3.283.837.591
14	3.283.811.780	11,26	3.283.876.932
14	3.283.811.780	10,43	3.283.863.123

Tabel 4.65 Perbandingan Biaya Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat dengan Biaya Normal Pekerjaan Beton Mutu f_c' 20 Mpa

Durasi Normal	Biaya Normal (Rp)	Durasi Crashing	Biaya Crashing (Rp)
70	3.822.326.734,44	62,03	3.822.333.173

Tabel 4.65 Perbandingan Biaya Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat dengan Biaya Normal Pekerjaan Beton Mutu f_c' 20 Mpa (Lanjutan)

70	3.822.326.734,44	56,32	3.822.337.045
70	3.822.326.734,44	52,13	3.822.333.479

Tabel 4.66 Perbandingan Biaya Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat dengan Biaya Normal Pekerjaan Beton Siklop f_c' 15 Mpa atau K-175

Durasi Normal	Biaya Normal (Rp)	Durasi Crashing	Biaya Crashing (Rp)
28	174.964.845	24,81	174.969.707
28	174.964.845	22,53	174.966.632
28	174.964.845	20,885	174.966.236

Tabel 4.67 Perbandingan Biaya Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat dengan Biaya Normal Pekerjaan Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 20,60 M

Durasi Normal	Biaya Normal (Rp)	Durasi Crashing	Biaya Crashing (Rp)
14	156.301.730	12,41	156.311.104
14	156.301.730	11,26	156.315.812
14	156.301.730	10,43	156.304.501

Tabel 4.68 Perbandingan Biaya Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat dengan Biaya Normal Pekerjaan Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 30,60 M

Durasi Normal	Biaya Normal (Rp)	Durasi Crashing	Biaya Crashing (Rp)
14	208.843.60	12,41	208.841.911
14	208.843.600	11,26	208.844.708
14	208.843.600	10,43	208.935.319

Tabel 4.69 Perbandingan Biaya Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat dengan Biaya Normal Pekerjaan Pemasangan Unit Pracetak Tipe 1 Bentang 40,60 M

Durasi Normal	Biaya Normal (Rp)	Durasi Crashing	Biaya Crashing (Rp)
14	238.902.010	12,41	238.910.942
14	238.902.010	11,26	238.910.452
14	238.902.010	10,43	238.910.238

4.3.10. Analisis *Cost Variance*, *Cost Slope*, dan *Duration Variance*

Tidak berbeda dengan *cost variance* dan *duration variance* pada penambahan jam lebur, pada analisis *cost variance* dan *duration variance* pada penambahan tenaga kerja dan alat berat dihitung dengan menggunakan *Microsoft Project 2013* yang akan digunakan untuk perhitungan biaya langsung, biaya tidak langsung, dan biaya total.

Berdasarkan pada *tabel 4.9*, *tabel 4.10*, dan *tabel 4.11*, juga dapat diketahui selisih biaya (*cost variance*) antara biaya normal dengan biaya percepatan tiap lemburnya yaitu dengan cara :

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

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

Nama pekerjaan : Beton K250 (fc'20) untuk Struktur Drainase Beton Minor

Biaya Normal : Rp. 981.310.040

Biaya Percepatan :

Lembur 1 jam = Rp. 981.312.723

Lembur 2 jam = Rp. 981.318.509

Lembur 3 jam = Rp. 981.315.883

Selisih Biaya :

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= \text{Rp. } 981.312.723 - \text{Rp. } 981.310.040,00 \\ &= \text{Rp. } 2.683,03 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= \text{Rp. } 981.318.509 - \text{Rp. } 981.310.040,00 \\ &= \text{Rp. } 8.469,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= \text{Rp. } 981.315.883 - \text{Rp. } 981.310.040,00 \\ &= \text{Rp. } 5.584,28 \end{aligned}$$

Cost Slope :

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= \left(\frac{\text{Cost Variance}}{\text{Duration Variance}} \right) \\ &= \left(\frac{2.683,03}{6,38} \right) = \text{Rp. } 420,55 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= \left(\frac{\text{Cost Variance}}{\text{Duration Variance}} \right) \\ &= \left(\frac{8.469,00}{10,94} \right) = \text{Rp. } 774,13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= \left(\frac{\text{Cost Variance}}{\text{Duration Variance}} \right) \\ &= \left(\frac{5.584,28}{14,30} \right) = \text{Rp. } 408,62 \end{aligned}$$

Berikut hasil perhitungan *cost variance*, *duration*, dan *cost slope* pada Tabel 4.70, Tabel 4.71, dan Tabel 4.72

Tabel 4.70 Hasil Perhitungan *cost variance*, *duration variance*, dan *cost slope* pada *Microsoft Project 2013* terhadap durasi untuk waktu lembur 1 jam

Kode	Duration Variance (Hari)	Cost Variance (Rp)	Cost Slope (Rp)
GSDSA	11,16	31.994,15	2.865,69
SBUTDS	11,16	38.330,93	3.433,27
BK250SDBM	6,38	2.683,03	420,55
GB	4,78	17.266,96	3.608,70
GSK0-2M	3,19	7.705,72	2.415,68
GSK2-4M	3,19	6.840,58	2.144,47
TBSG	4,78	28.143,99	5.881,94
PBJ	1,59	5.473,30	3.431,67
LLAC-BC	1,59	25.811,44	16.183,36
BMS20	7,97	-722,47	-90,60

Tabel 4.70 Hasil Perhitungan *cost variance*, *duration variance*, dan *cost slope* pada *Microsoft Project 2013* terhadap durasi untuk waktu lembur 1 jam (Lanjutan)

BS15	3,19	5.616,90	1.760,85
PUPT1B20,60M	1,59	9.373,86	5.877,26
PUPT1B30,60M	1,59	7.311,32	4.584,08
PUPT1B40,60M	1,59	8.931,84	5.600,12

Tabel 4.71 Hasil Perhitungan *cost variance*, *duration variance*, dan *cost slope* pada *Microsoft Project 2013* terhadap durasi untuk waktu lembur 2 jam

Kode	Duration Variance (Hari)	Cost Variance (Rp)	Cost Slope (Rp)
GSDSA	19,15	29.515,00	1.541,25
SBUTDS	19,15	14.997,00	783,13
BK250SDBM	10,94	8.469,00	774,13
GB	8,21	13.623,00	1.659,32
GSK0-2M	5,47	6.646,00	1.214,99
GSK2-4M	5,47	7.838,00	1.432,91
TBSG	8,21	18.779,00	2.287,33
PBJ	2,74	4.730,00	1.726,28
LLAC-BC	2,74	65.152,00	23.778,10
BMS20	13,68	3.150,00	230,26
BS15	5,47	2.542,00	464,72
PUPT1B20,60M	2,74	14.082,00	5.139,42
PUPT1B30,60M	2,74	10.108,00	3.689,05
PUPT1B40,60M	2,74	8.442,00	3.081,02

Tabel 4.72 Hasil Perhitungan *cost variance*, *duration variance*, dan *cost slope* pada *Microsoft Project 2013* terhadap durasi untuk waktu lembur 3 jam

Kode	Duration Variance (Hari)	Cost Variance (Rp)	Cost Slope (Rp)
GSDSA	25,02	9.373,37	374,64
SBUTDS	25,02	35.936,71	1.436,32
BK250SDBM	14,30	5.843,28	408,62

Tabel 4.72 Hasil Perhitungan *cost variance*, *duration variance*, dan *cost slope* pada *Microsoft Project 2013* terhadap durasi untuk waktu lembur 3 jam (Lanjutan)

GB	10,72	12.515,19	1.167,46
GSK0-2M	7,15	6.702,62	937,43
GSK2-4M	7,15	3.667,78	512,98
TBSG	10,72	18.425,20	1.718,77
PBJ	3,57	4.081,83	1.143,37
LLAC-BC	3,57	51.343,43	14.381,91
BMS20	17,87	-415,70	-23,26
BS15	7,15	2.145,84	300,12
PUPT1B20,60M	3,57	2.771,49	776,33
PUPT1B30,60M	3,57	7.539,27	2.111,84
PUPT1B40,60M	3,57	8.227,93	2.304,74

Berdasarkan hasil dari *cost slope* pada tabel – tabel diatas maka dapat disusun *cost slope* dari urutan terkecil hingga terbesar untuk menguji efisiensi crashing. Urutan – urutan tersebut pada *Tabel 4.73*, *Tabel 4.74*, dan *Tabel 4.75*

Tabel 4.73 Urutan Pekerjaan Berdasarkan *Cost Slope* Terkecil Hingga Terbesar pada Lembur 1 Jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		<i>Cost Slope</i> (Rp)
	Crash	Normal	Selisih	Crash	Normal	
BMS20	62,03	70	7,97	3.822.333.172,53	3.822.333.895,00	-90,6
BK250SDBM	49,62	56	6,38	981.312.723,03	981.310.040,00	420,55
BS15	24,81	28	3,19	174.969.706,90	174.964.090,00	1.760,85
GSK2-4M	24,81	28	3,19	26.279.620,58	26.272.780,00	2.144,47
GSK0-2M	24,81	28	3,19	114.245.665,72	114.237.960,00	2.415,68
GSDSA	86,84	98	11,16	330.528.494,15	330.496.500,00	2.865,69
PBJ	12,41	14	1,59	111.255.993,30	111.250.520,00	3.431,67
SBUTDS	86,84	98	11,16	4.005.988.105,93	4.005.949.775,00	3.433,27
GB	37,22	42	4,78	891.598.926,96	891.581.660,00	3.608,70
PUPT1B30,60M	12,41	14	1,59	208.841.911,32	208.834.600,00	4.584,08
PUPT1B40,60M	12,41	14	1,59	238.910.941,84	238.902.010,00	5.600,12
PUPT1B20,60M	12,41	14	1,59	156.311.103,86	156.301.730,00	5.877,26
TBSG	37,22	42	4,78	298.672.293,99	298.644.150,00	5.881,94
LLAC-BC	10,43	14	3,57	Rp3.283.863.123	3.283.811.780,00	7.046,89

Tabel 4.74 Urutan Pekerjaan Berdasarkan *Cost Slope* Terkecil Hingga Terbesar pada Lembur 2 Jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		Cost Slope (Rp)
	Crash	Normal	Selisih	Crash	Normal	
BMS20	56,32	70	13,68	Rp3.822.337.045	3.822.333.895,00	-1.850,24
BS15	22,53	28	5,47	Rp174.966.632	174.964.090,00	128,99
BK250SDBM	45,06	56	10,94	Rp981.318.509	981.310.040,00	326,74
SBUTDS	78,85	98	19,15	Rp4.005.964.772	4.005.949.775,00	705,95
GSK0-2M	22,53	28	5,47	Rp114.244.606	114.237.960,00	754,2
GSK2-4M	22,53	28	5,47	Rp26.280.618	26.272.780,00	783,13
GSDSA	78,85	98	19,15	Rp330.526.015	330.496.500,00	1.432,95
GB	33,79	42	8,21	Rp891.595.283	891.581.660,00	1.541,27
PBJ	11,26	14	2,74	Rp111.255.250	111.250.520,00	1.659,28
TBSG	33,79	42	8,21	Rp298.662.929	298.644.150,00	1.726,35
PUPT1B40,60M	11,26	14	2,74	Rp238.910.452	238.902.010,00	2.287,39
PUPT1B30,60M	11,26	14	2,74	Rp208.844.708	208.834.600,00	3.689,19
PUPT1B20,60M	11,26	14	2,74	Rp156.315.812	156.301.730,00	5.139,43
LLAC-BC	11,26	14	2,74	Rp3.283.876.932	3.283.811.780,00	18.459,32

Tabel 4.75 Urutan Pekerjaan Berdasarkan *Cost Slope* Terkecil Hingga Terbesar pada Lembur 3 Jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		Cost Slope (Rp)
	Crash	Normal	Selisih	Crash	Normal	
BMS20	52,13	70	17,87	Rp3.822.333.479	3.822.333.895,00	-23,26
BS15	20,85	28	7,15	Rp174.966.236	174.964.090,00	300,12
PUPT1B20,60M	10,43	14	3,57	Rp156.304.501	156.301.730,00	374,64
GSK2-4M	20,85	28	7,15	Rp26.276.448	26.272.780,00	408,62
PBJ	10,43	14	3,57	Rp111.254.602	111.250.520,00	512,98
BK250SDBM	41,7	56	14,3	Rp981.315.883	981.310.040,00	776,33
GSK0-2M	20,85	28	7,15	Rp114.244.663	114.237.960,00	937,43
PUPT1B30,60M	10,43	14	3,57	Rp208.842.139	208.834.600,00	1.143,37
PUPT1B40,60M	10,43	14	3,57	Rp238.910.238	238.902.010,00	1.167,46
GSDSA	72,98	98	25,02	Rp330.505.873	330.496.500,00	1.436,32
GB	31,28	42	10,72	Rp891.594.175	891.581.660,00	1.718,77
TBSG	31,28	42	10,72	Rp298.662.575	298.644.150,00	2.111,84
SBUTDS	72,98	98	25,02	Rp4.005.985.712	4.005.949.775,00	2.304,74
LLAC-BC	10,43	14	3,57	Rp3.283.863.123	3.283.811.780,00	14.381,91

Berdasarkan nilai *cost slope* didapatkan juga nilai *cost variance* yang merupakan selisih antara biaya normal dan biaya *crashing*. Selisih biaya terkecil sampai terbesar terdapat dalam *Tabel 4.76*, *Tabel 4.77*, dan *Tabel 4.78* sebagai berikut :

Tabel 4.76 Urutan Pekerjaan Berdasarkan *Cost Variance* Terkecil Hingga Terbesar pada Lembur 1 Jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		Cost
	Crash	Normal	Selisih	Crash	Normal	Variance (Rp)
BMS20	62,03	70	7,97	3.822.333.172,53	3.822.333.895,00	-722,47
BK250SDBM	49,62	56	6,38	981.312.723,03	981.310.040,00	2.683,03
BS15	24,81	28	3,19	174.969.706,90	174.964.090,00	5.473,30
GSK2-4M	24,81	28	3,19	26.279.620,58	26.272.780,00	5.616,90
GSK0-2M	24,81	28	3,19	114.245.665,72	114.237.960,00	6.840,58
GSDSA	86,84	98	11,16	330.528.494,15	330.496.500,00	7.311,32
PBJ	12,41	14	1,59	111.255.993,30	111.250.520,00	7.705,72
SBUTDS	86,84	98	11,16	4.005.988.105,93	4.005.949.775,00	8.931,84
GB	37,22	42	4,78	891.598.926,96	891.581.660,00	9.373,86
PUPT1B30,60M	12,41	14	1,59	208.841.911,32	208.834.600,00	17.266,96
PUPT1B40,60M	12,41	14	1,59	238.910.941,84	238.902.010,00	25.811,44
PUPT1B20,60M	12,41	14	1,59	156.311.103,86	156.301.730,00	28.143,99
TBSG	37,22	42	4,78	298.672.293,99	298.644.150,00	31.994,15
LLAC-BC	10,43	14	3,57	Rp3.283.863.123	3.283.811.780,00	38.330,93

Tabel 4.77 Urutan Pekerjaan Berdasarkan *Cost Variance* Terkecil Hingga Terbesar pada Lembur 2 Jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		Cost
	Crashl	Normal	Selisih	Crash	Normal	Variance (Rp)
BMS20	56,32	70	13,68	Rp3.822.337.045	3.822.333.895,00	2.542,00
BS15	22,53	28	5,47	Rp174.966.632	174.964.090,00	3.150,00
BK250SDBM	45,06	56	10,94	Rp981.318.509	981.310.040,00	4.730,00
SBUTDS	78,85	98	19,15	Rp4.005.964.772	4.005.949.775,00	6.646,00
GSK0-2M	22,53	28	5,47	Rp114.244.606	114.237.960,00	7.838,00
GSK2-4M	22,53	28	5,47	Rp26.280.618	26.272.780,00	8.442,00
GSDSA	78,85	98	19,15	Rp330.526.015	330.496.500,00	8.469,00
GB	33,79	42	8,21	Rp891.595.283	891.581.660,00	10.108,00
PBJ	11,26	14	2,74	Rp111.255.250	111.250.520,00	13.623,00
TBSG	33,79	42	8,21	Rp298.662.929	298.644.150,00	14.082,00
PUPT1B40,60M	11,26	14	2,74	Rp238.910.452	238.902.010,00	14.997,00
PUPT1B30,60M	11,26	14	2,74	Rp208.844.708	208.834.600,00	18.779,00
PUPT1B20,60M	11,26	14	2,74	Rp156.315.812	156.301.730,00	29.515,00
LLAC-BC	11,26	14	2,74	Rp3.283.876.932	3.283.811.780,00	65.152,00

Tabel 4.78 Urutan Pekerjaan Berdasarkan *Cost Variance* Terkecil Hingga Terbesar pada Lembur 3 Jam

Kode	Durasi (Hari)			Biaya (Rp)		Cost
	Normal	Crash	Selisih	Normal	Crash	Variance (Rp)
BMS20	52,13	70	17,87	Rp3.822.333.479	3.822.333.895,00	-415,7
BS15	20,85	28	7,15	Rp174.966.236	174.964.090,00	2.145,84
PUPT1B20,60M	10,43	14	3,57	Rp156.304.501	156.301.730,00	2.771,49
GSK2-4M	20,85	28	7,15	Rp26.276.448	26.272.780,00	3.667,78

Tabel 4.78 Urutan Pekerjaan Berdasarkan *Cost Variance* Terkecil Hingga Terbesar pada Lembur 3 Jam (Lanjutan)

PBJ	10,43	14	3,57	Rp111.254.602	111.250.520,00	4.081,83
BK250SDBM	41,7	56	14,3	Rp981.315.883	981.310.040,00	5.843,28
GSK0-2M	20,85	28	7,15	Rp114.244.663	114.237.960,00	6.702,62
PUPT1B30,60M	10,43	14	3,57	Rp208.842.139	208.834.600,00	7.539,27
PUPT1B40,60M	10,43	14	3,57	Rp238.910.238	238.902.010,00	8.227,93
GSDSA	72,98	98	25,02	Rp330.505.873	330.496.500,00	9.373,37
GB	31,28	42	10,72	Rp891.594.175	891.581.660,00	12.515,19
TBSG	31,28	42	10,72	Rp298.662.575	298.644.150,00	18.425,20
SBUTDS	72,98	98	25,02	Rp4.005.985.712	4.005.949.775,00	35.936,71
LLAC-BC	10,43	14	3,57	Rp3.283.863.123	3.283.811.780,00	51.343,43

4.3.11. Analisa Biaya Total

Setelah perhitungan analisis sebelumnya, maka dapat ditemukan analisis biaya langsung, analisis biaya tidak langsung dan analisis total biaya. Berikut merupakan rincian analisis biaya yang telah dibuat menggunakan aplikasi *Microsoft Excel 2013* berdasarkan hasil perhitungan *Microsoft Project 2013* :

a. Analisis Tidak Biaya Langsung

Biaya tidak langsung merupakan hasil antara perkalian biaya normal pada aplikasi *Mincrosoft Project* dengan persentase biaya tidak langsung, dimana perhitungan persentase biaya tidak langsung adalah sebagai berikut :

$$y = -0,95 - 4,888(\ln(x1 - 0,21) - \ln(x2)) + \varepsilon \quad (4.2.)$$

dengan :

$x1$ = Nilai total proyek

$x2$ = Durasi proyek

ε = *random error*

y = Prosentase biaya tak langsung

sehingga biaya tidak langsung dari proyek adalah sebagai berikut :

$x1$ = Rp. 48.950.989.084,02

$x2$ = 285 hari

ε = *random error*

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

$$y = -0,95 - 4,888(\ln(48.950.989.084,02 - 0,21) - \ln(285)) + \varepsilon$$

$$y = 7,682 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya tidak langsung} &= y \times x1 \\ &= 7,682 \% \times \text{Rp. } 48.950.989.084,02 \\ &= \mathbf{\text{Rp. } 3.760.442.240,32} \end{aligned}$$

Perhitungan analisis biaya tidak langsung terangkum pada *Tabel 4.79*, *Tabel 4.80*, *Tabel 4.81* sebagai berikut :

Tabel 4.79 Hasil Perhitungan Biaya Tidak Langsung untuk Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat pada lembur 1 jam

Kode	Durasi			Kumulatif	Biaya Tidak Langsung
	Crash	Normal	Selisih		
				285	3.760.443.114,31
BMS20	62,03	70	7,97	277,03	3.655.282.652,48
BK250SDBM	49,62	56	6,38	270,65	3.571.101.504,87
BS15	24,81	28	3,19	267,46	3.529.010.931,06
GSK2-4M	24,81	28	3,19	264,27	3.486.920.357,26
GSK0-2M	24,81	28	3,19	261,08	3.444.829.783,45
GSDSA	86,84	98	11,16	249,92	3.297.578.747,82
PBJ	12,41	14	1,59	248,33	3.276.599.433,60
SBUTDS	86,84	98	11,16	237,17	3.129.348.397,97
GB	37,22	42	4,78	232,39	3.066.278.509,94
PUPT1B30,60M	12,41	14	1,59	230,8	3.045.299.195,73
PUPT1B40,60M	12,41	14	1,59	229,21	3.024.319.881,51
PUPT1B20,60M	12,41	14	1,59	227,62	3.003.340.567,29
TBSG	37,22	42	4,78	222,84	2.940.270.679,27
LLAC-BC	12,41	14	1,59	221,25	2.919.291.365,06

Tabel 4.80 Hasil Perhitungan Biaya Tidak Langsung untuk Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat pada lembur 2 jam

Kode	Durasi			Kumulatif	Biaya Tidak Langsung
	Crash	Normal	Selisih		
				285	3.760.443.114,31
BMS20	56,32	70	13,68	271,32	3.579.941.844,82
BS15	22,53	28	5,47	265,85	3.507.767.726,10
BK250SDBM	45,06	56	10,94	254,91	3.363.419.488,66
SBUTDS	78,85	98	19,15	235,76	3.110.744.100,45
GSK0-2M	22,53	28	5,47	230,29	3.038.569.981,73
GSK2-4M	22,53	28	5,47	224,82	2.966.395.863,01
GSDSA	78,85	98	19,15	205,67	2.713.720.474,81
GB	33,79	42	8,21	197,46	2.605.393.324,04
PBJ	11,26	14	2,74	194,72	2.569.240.291,99
TBSG	33,79	42	8,21	186,51	2.460.913.141,23
PUPT1B40,60M	11,26	14	2,74	183,77	2.424.760.109,18
PUPT1B30,60M	11,26	14	2,74	181,03	2.388.607.077,13

Tabel 4.80 Hasil Perhitungan Biaya Tidak Langsung untuk Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat pada lembur 2 jam (Lanjutan)

PUPT1B20,60M	11,26	14	2,74	178,29	2.352.454.045,09
LLAC-BC	11,26	14	2,74	175,55	2.316.301.013,04

Tabel 4.81 Hasil Perhitungan Biaya Tidak Langsung untuk Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat pada lembur 3 jam

Kode	Durasi			Kumulatif	Biaya Tidak Langsung
	Crash	Normal	Selisih		
				285	3.760.443.114,31
BMS20	52,13	70	17,87	267,13	3.524.656.733,77
BS15	20,85	28	7,15	259,98	3.430.315.792,48
GSDSA	72,98	98	25,02	234,96	3.100.188.470,66
BK250SDBM	41,7	56	14,3	220,66	2.911.506.588,08
GSK2-4M	20,85	28	7,15	213,51	2.817.165.646,79
PUPT1B20,60M	10,43	14	3,57	209,94	2.770.061.148,83
GSK0-2M	20,85	28	7,15	202,79	2.675.720.207,55
PBJ	10,43	14	3,57	199,22	2.628.615.709,59
GB	31,28	42	10,72	188,5	2.487.170.270,34
SBUTDS	72,98	98	25,02	163,48	2.157.042.948,52
TBSG	31,28	42	10,72	152,76	2.015.597.509,27
PUPT1B30,60M	10,43	14	3,57	149,19	1.968.493.011,31
PUPT1B40,60M	10,43	14	3,57	145,62	1.921.388.513,35
LLAC-BC	10,43	14	3,57	142,05	1.874.284.015,39

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

Biaya tidak langsung akibat percepatan (Kode BK250SDBM):

Nilai Kumulatif didapatkan melalui persamaan :

= Nilai Kumulatif Sebelumnya – Selisih Durasi

Lembur 1 jam = 285 – 6,38

= 278,62

Lembur 2 jam = 271,32 – 10,94

= 260,38

Lembur 3 jam = 277,85 – 14,30

= 263,55

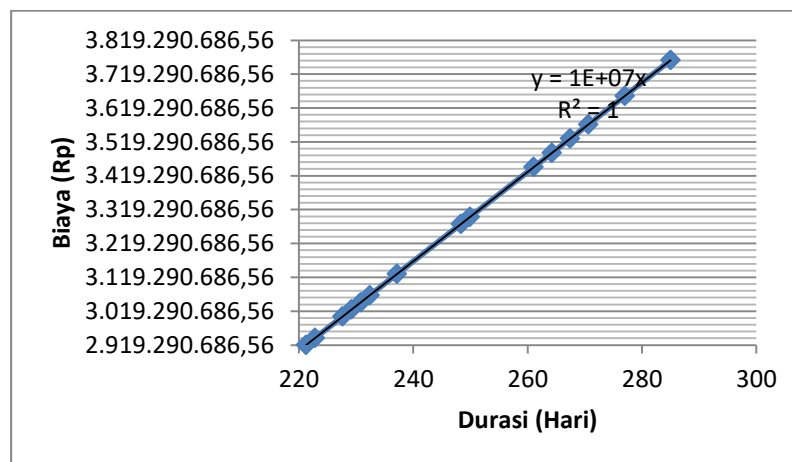
Perhitungan biaya tidak langsung lembur 1 jam :

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= (\text{Rp. } 3.613.191.238,90 / 270,65) \times 277,03 \\ &= \text{Rp. } 3.571.101.504,87 \end{aligned}$$

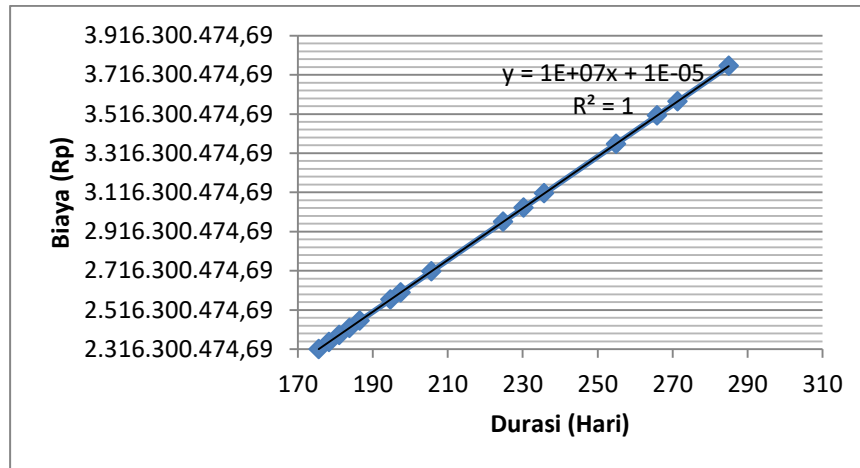
$$\begin{aligned} \text{Lembur 2 jam} &= (\text{Rp. } 3.507.766.910,83 / 254,91) \times 265,85 \\ &= \text{Rp. } 3.363.419.488,66 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 3 jam} &= (\text{Rp. } 3.430.314.995,22 / 220,66) \times 234,66 \\ &= \text{Rp. } 2.911.506.588,08 \end{aligned}$$

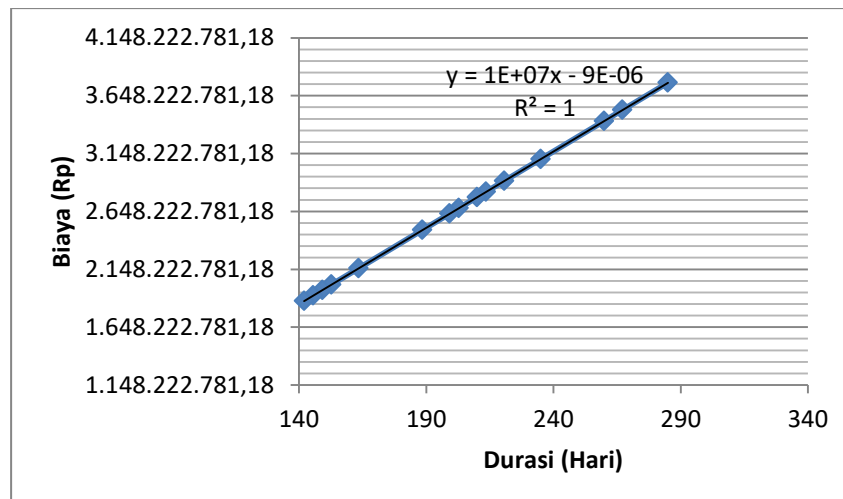
Dari table – table dapat disajikan grafik hubungan antara biaya tidak langsung dengan durasi kumulatif yang terlampir pada *Gambar 4.10*, *Gambar 4.11*, *Gambar 4.12* sebagai berikut :



Gambar 4.10 Grafik Biaya Tidak Langsung untuk Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat pada Lembur 1 Jam



Gambar 4.11 Grafik Biaya Tidak Langsung untuk Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat pada Lembur 2 Jam



Gambar 4.12 Grafik Biaya Tidak Langsung untuk Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat pada Lembur 3 Jam

b. Analisis Biaya Langsung

Biaya langsung dihasilkan melalui persamaan sebagai berikut :

Biaya Langsung = Biaya Normal pd Ms Project – Biaya Tidak Langsung

Biaya Langsung = 48.950.989.084,02 – 3.760.442.240,32

Biaya Langsung = Rp. 45.190.546.843,70

Berikut hasil perhitungan biaya langsung lembur 1 jam, lembur 2 jam, dan lembur 3 jam yang terlampir pada *Tabel 4.82*, *Tabel 4.83*, dan *Tabel 4.84* :

Tabel 4.82 Hasil Perhitungan Biaya Tidak Langsung untuk Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat pada lembur 1 jam

Kode	Durasi			Kumulatif	Biaya Langsung
	Normal	Crash	Selisih		
				285	45.190.577.487,75
BMS20	62,03	70	7,97	277,03	45.190.576.765,28
BK250SDBM	49,62	56	6,38	270,65	45.190.579.448,31
BS15	24,81	28	3,19	267,46	45.190.585.065,21
GSK2-4M	24,81	28	3,19	264,27	45.190.591.905,79
GSK0-2M	24,81	28	3,19	261,08	45.190.599.611,51
GSDSA	86,84	98	11,16	249,92	45.190.631.605,66
PBJ	12,41	14	1,59	248,33	45.190.637.078,96
SBUTDS	86,84	98	11,16	237,17	45.190.675.409,89
GB	37,22	42	4,78	232,39	45.190.692.676,85
PUPT1B30,60M	12,41	14	1,59	230,8	45.190.699.988,17
PUPT1B40,60M	12,41	14	1,59	229,21	45.190.708.920,01
PUPT1B20,60M	12,41	14	1,59	227,62	45.190.718.293,87
TBSG	37,22	42	4,78	222,84	45.190.746.437,86
LLAC-BC	12,41	14	1,59	221,25	45.190.772.249,30

Tabel 4.83 Hasil Perhitungan Biaya Tidak Langsung untuk Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat pada lembur 2 jam

Kode	Durasi			Kumulatif	Biaya Langsung
	Normal	Crash	Selisih		
				285	45.190.577.487,75
BMS20	56,32	70	13,68	271,32	45.190.580.637,75
BS15	22,53	28	5,47	265,85	45.190.583.179,75
BK250SDBM	45,06	56	10,94	254,91	45.190.591.648,75
SBUTDS	78,85	98	19,15	235,76	45.190.606.645,75
GSK0-2M	22,53	28	5,47	230,29	45.190.613.291,75
GSK2-4M	22,53	28	5,47	224,82	45.190.621.129,75
GSDSA	78,85	98	19,15	205,67	45.190.650.644,75
GB	33,79	42	8,21	197,46	45.190.664.267,75
PBJ	11,26	14	2,74	194,72	45.190.668.997,75
TBSG	33,79	42	8,21	186,51	45.190.687.776,75
PUPT1B40,60M	11,26	14	2,74	183,77	45.190.696.218,75
PUPT1B30,60M	11,26	14	2,74	181,03	45.190.706.326,75
PUPT1B20,60M	11,26	14	2,74	178,29	45.190.720.408,75

Tabel 4.83 Hasil Perhitungan Biaya Tidak Langsung untuk Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat pada lembur 2 jam (Lanjutan)

LLAC-BC	11,26	14	2,74	175,55	45.190.785.560,75
---------	-------	----	------	--------	-------------------

Tabel 4.84 Hasil Perhitungan Biaya Tidak Langsung untuk Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat pada lembur 3 jam

Kode	Durasi			Kumulatif	Biaya Langsung
	Normal	Crash	Selisih		
				285	45.190.577.487,75
BMS20	52,13	70	17,87	267,13	45.190.577.072,05
BS15	20,85	28	7,15	259,98	45.190.579.217,89
GSDSA	72,98	98	25,02	234,96	45.190.588.591,26
BK250SDBM	41,7	56	14,30	220,66	45.190.594.434,54
GSK2-4M	20,85	28	7,15	213,51	45.190.598.102,32
PUPT1B20,60M	10,43	14	3,57	209,94	45.190.600.873,81
GSK0-2M	20,85	28	7,15	202,79	45.190.607.576,43
PBJ	10,43	14	3,57	199,22	45.190.611.658,26
GB	31,28	42	10,72	188,5	45.190.624.173,45
SBUTDS	72,98	98	25,02	163,48	45.190.660.110,16
TBSG	31,28	42	10,72	152,76	45.190.678.535,36
PUPT1B30,60M	10,43	14	3,57	149,19	45.190.686.074,63
PUPT1B40,60M	10,43	14	3,57	145,62	45.190.694.302,56
LLAC-BC	10,43	14	3,57	142,05	45.190.745.645,99

Berdasarkan tabel diatas, untuk mencari biaya langsung selanjutnya adalah

dengan cara sebagai berikut :

Biaya tidak langsung akibat percepatan (Kode BK250SDBM):

Nilai Kumulatif didapatkan melalui persamaan :

= Nilai Kumulatif Sebelumnya – Selisih Durasi

Lembur 1 jam = 285 – 6,38

= 278,62

Lembur 2 jam = 271,32 – 10,94

= 260,38

Lembur 3 jam = 277,85 – 14,3

= 263,55

Perhitungan biaya langsung lembur :

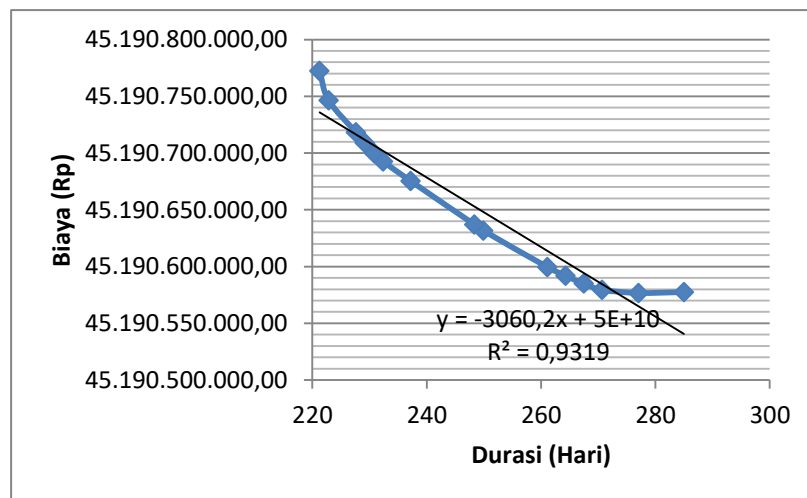
Lembur 1 jam = Rp. 45.190.546.843,70 + Rp. 1.937,17

= Rp. 45.190.548.780,87

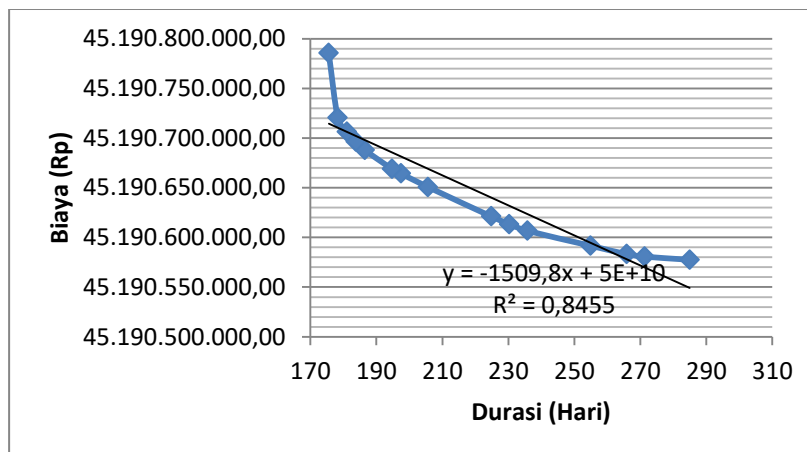
Lembur 2 jam = Rp. 45.190.544.266,87 + Rp. 7.723,05
 = Rp. 45.190.551.989,92

Lembur 3 jam = Rp. 45.190.548.234,54 + Rp. 5.097,42
 = Rp. 45.190.553.331,96

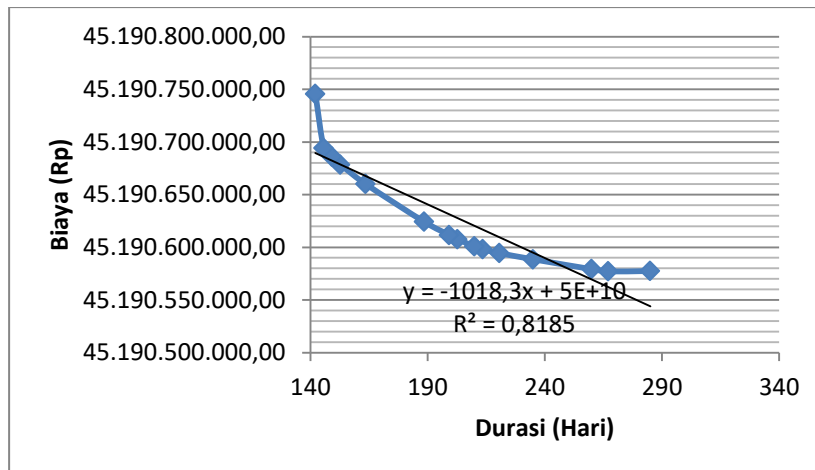
Dari table – table dapat disajikan grafik hubungan antara biaya tidak langsung dengan durasi kumulatif yang terlampir pada *Gambar 4.13*, *Gambar 4.14*, *Gambar 4.15* sebagai berikut :



Gambar 4.13 Grafik Biaya Tidak Langsung untuk Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat pada Lembur 1 Jam



Gambar 4.14 Grafik Biaya Tidak Langsung untuk Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat pada Lembur 2 Jam



Gambar 4.15 Grafik Biaya Tidak Langsung untuk Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat pada Lembur 3 Jam

c. Menentukan total biaya

Untuk menentukan total biaya terhadap total durasi proyek dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut (Kode BK250SDBM) :

Total biaya = biaya langsung + biaya tidak langsung

sehingga nilai dari total biaya pada proyek adalah

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{Rp. } 45.190.546.843,70 + \text{Rp. } 3.760.442.240,32 \\ &= \mathbf{\text{Rp. } 48.950.989.084,02} \end{aligned}$$

Berikut table perbandingan biaya langsung, biaya tidak langsung, dan biaya total :

Tabel 4.85 Hasil Perhitungan Biaya Total Lembur 1 Jam

Kode	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Biaya Total
	45.190.577.487,75	3.760.443.114,31	48.951.020.602,06
BMS20	45.190.576.765,28	3.655.282.652,48	48.845.859.417,76
BK250SDBM	45.190.579.448,31	3.571.101.504,87	48.761.680.953,18
BS15	45.190.585.065,21	3.529.010.931,06	48.719.595.996,27
GSK2-4M	45.190.591.905,79	3.486.920.357,26	48.677.512.263,05
GSK0-2M	45.190.599.611,51	3.444.829.783,45	48.635.429.394,96
GSDSA	45.190.631.605,66	3.297.578.747,82	48.488.210.353,48
PBJ	45.190.637.078,96	3.276.599.433,60	48.467.236.512,56
SBUTDS	45.190.675.409,89	3.129.348.397,97	48.320.023.807,86
GB	45.190.692.676,85	3.066.278.509,94	48.256.971.186,80

Tabel 4.85 Hasil Perhitungan Biaya Total Lembur 1 Jam (Lanjutan)

PUPT1B30,60M	45.190.699.988,17	3.045.299.195,73	48.235.999.183,90
PUPT1B40,60M	45.190.708.920,01	3.024.319.881,51	48.215.028.801,52
PUPT1B20,60M	45.190.718.293,87	3.003.340.567,29	48.194.058.861,17
TBSG	45.190.746.437,86	2.940.270.679,27	48.131.017.117,13
LLAC-BC	45.190.772.249,30	2.919.291.365,06	48.110.063.614,36

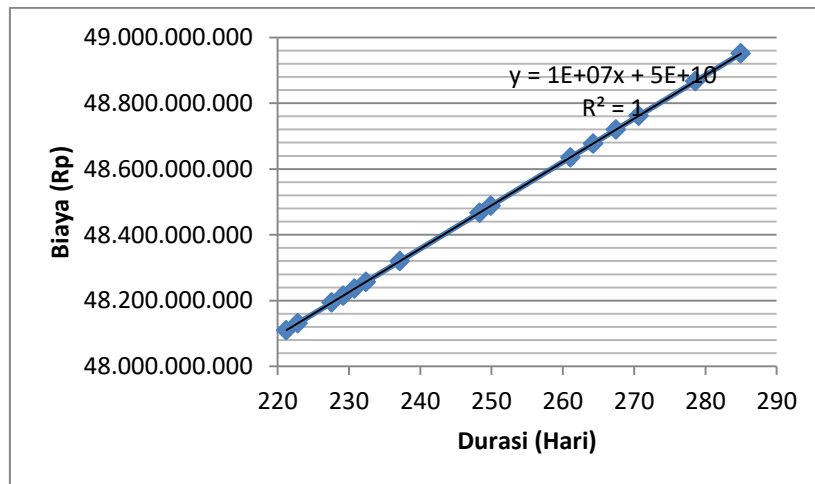
Tabel 4.86 Hasil Perhitungan Biaya Total Lembur 2 Jam

Kode	Biaya Lansung	Biaya Tidak Langsung	Biaya Total
	45.190.577.487,75	3.760.443.114,31	48.951.020.602,06
BMS20	45.190.580.637,75	3.579.941.844,82	48.770.522.482,57
BS15	45.190.583.179,75	3.507.767.726,10	48.698.350.905,85
BK250SDBM	45.190.591.648,75	3.363.419.488,66	48.554.011.137,41
SBUTDS	45.190.606.645,75	3.110.744.100,45	48.301.350.746,21
GSK0-2M	45.190.613.291,75	3.038.569.981,73	48.229.183.273,49
GSK2-4M	45.190.621.129,75	2.966.395.863,01	48.157.016.992,76
GSDSA	45.190.650.644,75	2.713.720.474,81	47.904.371.119,56
GB	45.190.664.267,75	2.605.393.324,04	47.796.057.591,79
PBJ	45.190.668.997,75	2.569.240.291,99	47.759.909.289,75
TBSG	45.190.687.776,75	2.460.913.141,23	47.651.600.917,98
PUPT1B40,60M	45.190.696.218,75	2.424.760.109,18	47.615.456.327,93
PUPT1B30,60M	45.190.706.326,75	2.388.607.077,13	47.579.313.403,89
PUPT1B20,60M	45.190.720.408,75	2.352.454.045,09	47.543.174.453,84
LLAC-BC	45.190.785.560,75	2.316.301.013,04	47.507.086.573,79

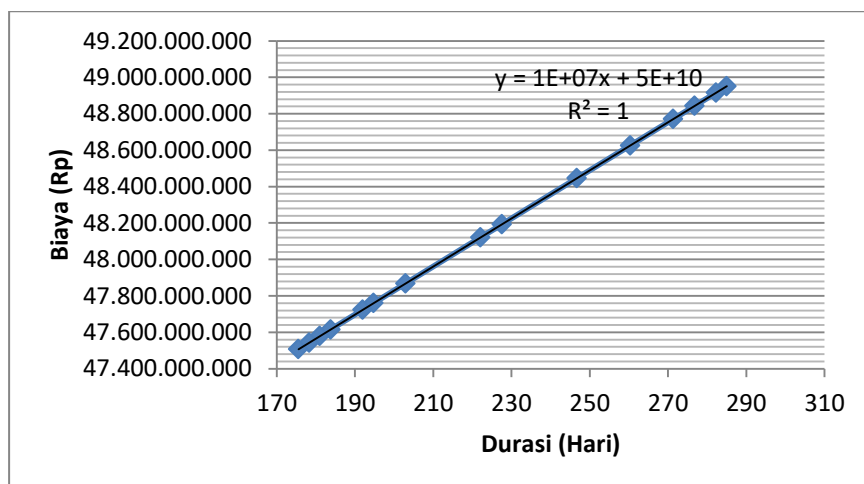
Tabel 4.87 Hasil Perhitungan Biaya Total Lembur 3 Jam

Kode	Biaya Lansung	Biaya Tidak Langsung	Biaya Total
	45.190.577.487,75	3.760.443.114,31	48.951.020.602,06
BMS20	45.190.577.072,05	3.524.656.733,77	48.715.233.805,82
BS15	45.190.579.217,89	3.430.315.792,48	48.620.895.010,38
GSDSA	45.190.588.591,26	3.100.188.470,66	48.290.777.061,92
BK250SDBM	45.190.594.434,54	2.911.506.588,08	48.102.101.022,62
GSK2-4M	45.190.598.102,32	2.817.165.646,79	48.007.763.749,11
PUPT1B20,60M	45.190.600.873,81	2.770.061.148,83	47.960.662.022,65
GSK0-2M	45.190.607.576,43	2.675.720.207,55	47.866.327.783,98
PBJ	45.190.611.658,26	2.628.615.709,59	47.819.227.367,85
GB	45.190.624.173,45	2.487.170.270,34	47.677.794.443,79
SBUTDS	45.190.660.110,16	2.157.042.948,52	47.347.703.058,68
TBSG	45.190.678.535,36	2.015.597.509,27	47.206.276.044,63
PUPT1B30,60M	45.190.686.074,63	1.968.493.011,31	47.159.179.085,94
PUPT1B40,60M	45.190.694.302,56	1.921.388.513,35	47.112.082.815,91
LLAC-BC	45.190.745.645,99	1.874.284.015,39	47.065.029.661,39

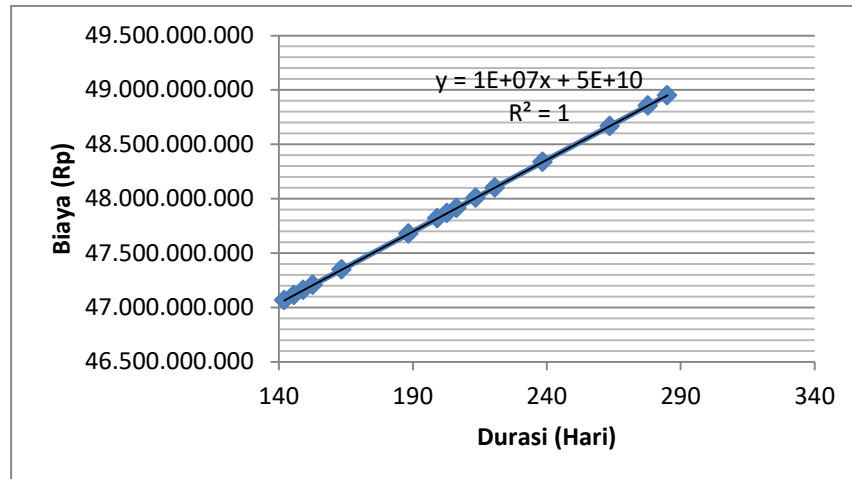
Dari table – table dapat disajikan grafik hubungan antara biaya total dengan durasi kumulatif yang terlampir pada *Gambar 4.16*, *Gambar 4.17*, *Gambar 4.18* sebagai berikut :



Gambar 4.16 Grafik Biaya Total untuk Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat pada Lembur 1 Jam



Gambar 4.17 Grafik Biaya Total untuk Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat pada Lembur 2 Jam



Gambar 4.18 Grafik Biaya Total untuk Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat pada Lembur 3 Jam

4.3.12. Efisiensi Waktu dan Biaya pada Penambahan Tenaga Kerja dan Alat

Berdasarkan hasil analisis durasi percepatan dan biaya total proyek dapat dihitung efisiensi waktu dan biaya dari proyek tersebut. Berikut dibawah ini merupakan salah satu contoh perhitungan analisis efisiensi waktu dan biaya proyek pada masing-masing jam lembur dengan item pekerjaan Beton K250 (fc'20) untuk Struktur dan Drainase Beton :

a. Lembur 1 jam

Efisiensi waktu :

$$Et = \left(\frac{285 - 270,65}{285} \right) \times 100\%$$

$$Et = 5,04 \%$$

Efisiensi biaya :

$$Ec = \left(\frac{\text{Rp. } 48.951.020.602,06 - \text{Rp. } 48.761.680.953,18}{\text{Rp. } 48.951.020.602,06} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 0,39\%$$

b. Lembur 2 jam

Efisiensi waktu :

$$Et = \left(\frac{285 - 254,91}{285} \right) \times 100\%$$

$$Et = 10,56 \%$$

Efisiensi biaya :

$$Ec = \left(\frac{\text{Rp. 48.951.020.602,06} - \text{Rp. 48.554.011.137,41}}{\text{Rp. 48.951.020.602,06}} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 0,81 \%$$

3) Lembur 3 jam

Efisiensi waktu :

$$Et = \left(\frac{285 - 220,66}{285} \right) \times 100\%$$

$$Et = 22,58 \%$$

Efisiensi biaya :

$$Ec = \left(\frac{\text{Rp. 48.951.020.602,06} - \text{Rp. 48.102.101.022,62}}{\text{Rp. 48.951.020.602,06}} \right) \times 100\%$$

$$Ec = 1,73 \%$$

Hasil perhitungan efisiensi waktu dan biaya secara keseluruhan dapat dilihat pada *tabel 4.88*, *tabel 4.89* dan *tabel 4.90* sebagai berikut :

Tabel 4.88 Hasil Perhitungan Efisiensi Waktu dan Biaya pada Lembur 1

Kode	Kumulatif	Biaya Total (Rp)	Jam	
			Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
	285	48.951.020.602,06	0,00	0,00
BMS20	277,03	48.845.859.417,76	2,80	0,21
BK250SDBM	270,65	48.761.680.953,18	5,04	0,39
BS15	267,46	48.719.595.996,27	6,15	0,47
GSK2-4M	264,27	48.677.512.263,05	7,27	0,56
GSK0-2M	261,08	48.635.429.394,96	8,39	0,64
GSDSA	249,92	48.488.210.353,48	12,31	0,95
PBJ	248,33	48.467.236.512,56	12,87	0,99
SBUTDS	237,17	48.320.023.807,86	16,78	1,29
GB	232,39	48.256.971.186,80	18,46	1,42
PUPT1B30,60M	230,8	48.235.999.183,90	19,02	1,46
PUPT1B40,60M	229,21	48.215.028.801,52	19,58	1,50
PUPT1B20,60M	227,62	48.194.058.861,17	20,13	1,55
TBSG	222,84	48.131.017.117,13	21,81	1,68
LLAC-BC	221,25	48.110.063.614,36	22,37	1,72

Tabel 4.89 Hasil Perhitungan Efisiensi Waktu dan Biaya pada Lembur 2

Jam				
Kode	Kumulatif	Biaya Total (Rp)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
	285	48.951.020.602,06	0,00	0,00
BMS20	271,32	48.770.522.482,57	4,80	0,37
BS15	265,85	48.698.350.905,85	6,72	0,52
BK250SDBM	254,91	48.554.011.137,41	10,56	0,81
SBUTDS	235,76	48.301.350.746,21	17,28	1,33
GSK0-2M	230,29	48.229.183.273,49	19,20	1,47
GSK2-4M	224,82	48.157.016.992,76	21,12	1,62
GSDSA	205,67	47.904.371.119,56	27,84	2,14
GB	197,46	47.796.057.591,79	30,72	2,36
PBJ	194,72	47.759.909.289,75	31,68	2,43
TBSG	186,51	47.651.600.917,98	34,56	2,65
PUPT1B40,60M	183,77	47.615.456.327,93	35,52	2,73
PUPT1B30,60M	181,03	47.579.313.403,89	36,48	2,80
PUPT1B20,60M	178,29	47.543.174.453,84	37,44	2,88
LLAC-BC	175,55	47.507.086.573,79	38,40	2,95

Tabel 4.90 Hasil Perhitungan Efisiensi Waktu dan Biaya pada Lembur 3

Jam				
Kode	Kumulatif	Biaya Total (Rp)	Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
	285	48.951.020.602,06	0,00	0,00
BMS20	267,13	48.715.233.805,82	6,27	0,48
BS15	259,98	48.620.895.010,38	8,78	0,67
GSDSA	234,96	48.290.777.061,92	17,56	1,35
BK250SDBM	220,66	48.102.101.022,62	22,58	1,73
GSK2-4M	213,51	48.007.763.749,11	25,08	1,93
PUPT1B20,60M	209,94	47.960.662.022,65	26,34	2,02
GSK0-2M	202,79	47.866.327.783,98	28,85	2,22
PBJ	199,22	47.819.227.367,85	30,10	2,31
GB	188,5	47.677.794.443,79	33,86	2,60
SBUTDS	163,48	47.347.703.058,68	42,64	3,28
TBSG	152,76	47.206.276.044,63	46,40	3,56
PUPT1B30,60M	149,19	47.159.179.085,94	47,65	3,66
PUPT1B40,60M	145,62	47.112.082.815,91	48,91	3,76
LLAC-BC	142,05	47.065.029.661,39	50,16	3,85

4.3.13. Analisis Biaya Keterlambatan Kerja

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

Total denda = total hari keterlambatan × denda perhari

dengan :

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

Berikut dibawah ini salah satu contoh perhitungan biaya denda untuk pekerjaan kode BK250DBM :

Total hari keterlambatan = 6,38 hari

Biaya total proyek = Rp. 48.951.020.602,06

Total denda = $6,38 \times \frac{1}{1000} \times 48.951.020.602,06$

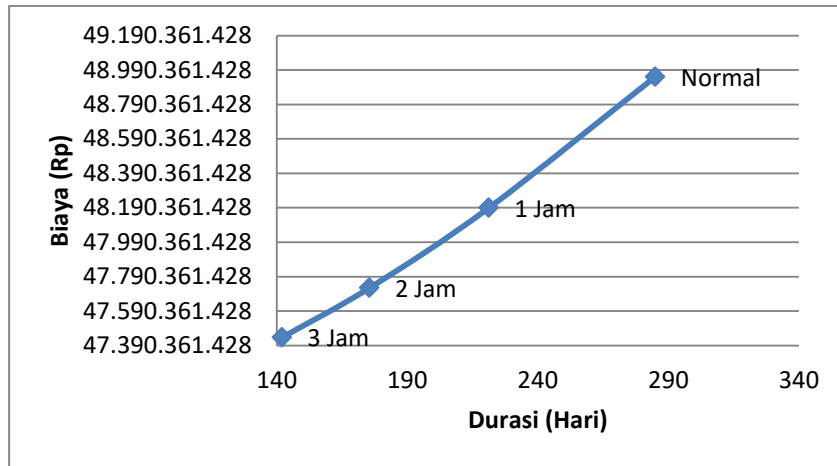
= Rp. 312.295.118,78

4.3.14. Perbandingan Penambahan Jam Kerja (Lembur) dengan Tenaga Kerja dan Alat Berat

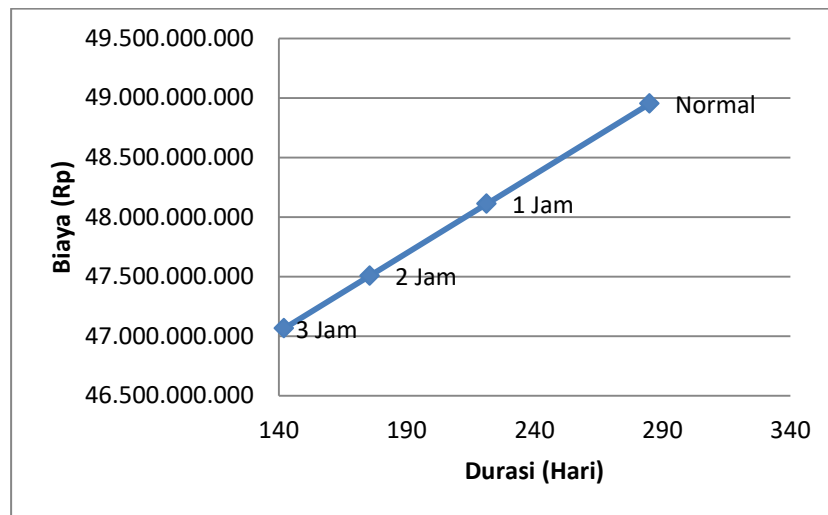
Setelah semua penjabaran hasil menggunakan metode time cost trade off, berikut ini merupakan perbandingan antara jam normal dengan penambahan jam kerja (lembur) selama 1-3 jam dan penambahan alat berat :

Tabel 4.91 Perbandingan Biaya Antara Kondisi Normal dengan Penambahan Jam Lembur dan Alat Berat

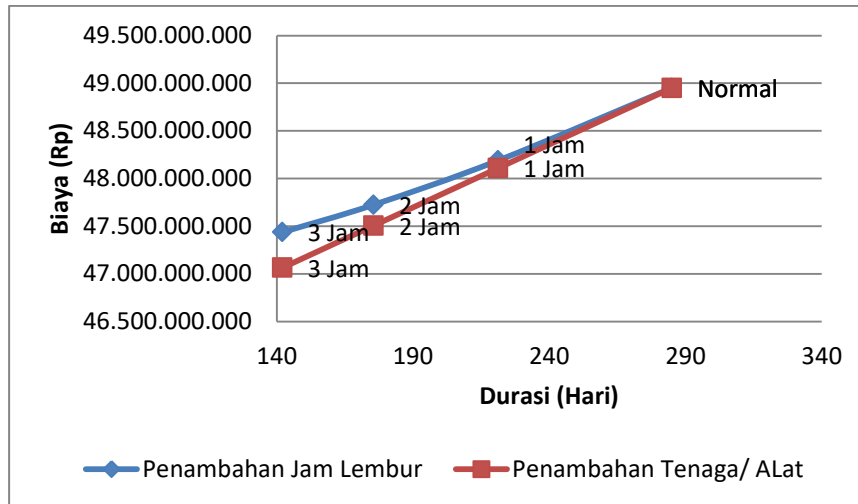
No	Penambahan Alat	Durasi	Biaya Penambahan jam Lembur	Biaya Penambahan Tenaga/Alat
1	Normal	285	48.951.020.602,06	48.951.020.602,06
2	1	221,25	48.190.110.296,16	48.110.063.614,36
3	2	175,55	47.725.370.608,01	47.507.086.573,79
4	3	142,05	47.437.628.939,53	47.065.029.661,39



Gambar 4.19 Grafik Biaya Perbandingan Biaya Normal dengan Penambahan Lembur 1 – 3 Jam



Gambar 4.20 Grafik Biaya Perbandingan Biaya Normal dengan Penambahan Tenaga/ Alat Berat



Gambar 4.21 Grafik Biaya Perbandingan Biaya Normal dengan Penambahan Lembur dan Tenaga/ Alat Berat

Tabel 4.92 Perbandingan Biaya Penambahan Jam Kerja dengan Biaya Penambahan Alat pada Lembur 1 Jam

Kode	Durasi	Crash	Biaya Penambahan Jam Kerja	Biaya Penambahan Alat
GSK2-4M	28,00	24,81	Rp48.909.448.580	Rp48.677.512.263
BS15	28,00	24,81	Rp48.868.114.991	Rp48.719.595.996
TBSG	42,00	37,22	Rp48.807.339.429	Rp48.131.017.117
BK250SDBM	56,00	49,62	Rp48.727.001.452	Rp48.761.680.953
GSDSA	98,00	86,84	Rp48.586.496.071	Rp48.488.210.353
PUPT1B20,60M	14,00	12,41	Rp48.566.566.224	Rp48.194.058.861
GSK0-2M	28,00	24,81	Rp48.526.724.295	Rp48.635.429.395
PUPT1B30,60M	14,00	12,41	Rp48.506.900.934	Rp48.235.999.184
PUPT1B40,60M	14,00	12,41	Rp48.487.284.364	Rp48.215.028.802
SBUTDS	98,00	86,84	Rp48.353.732.368	Rp48.320.023.808
PBJ	14,00	12,41	Rp48.335.282.456	Rp48.467.236.513
BMS20	70,00	62,03	Rp48.245.937.321	Rp48.845.859.418
GB	42,00	37,22	Rp48.200.291.079	Rp48.256.971.187
LLAC-BC	14,00	12,41	Rp48.190.110.296	Rp48.110.063.614

Tabel 4.93 Perbandingan Biaya Penambahan Jam Kerja dengan Biaya Penambahan Alat pada Lembur 2 Jam

Kode	Durasi	Crash	Biaya Penambahan Jam Kerja	Biaya Penambahan Alat
GSK2-4M	28	22,53	Rp48.880.261.584	Rp48.157.016.993
BS15	28	22,53	Rp48.810.152.343	Rp48.698.350.906
TBSG	42	33,79	Rp48.708.076.355	Rp47.651.600.918
BK250SDBM	56	45,06	Rp48.574.200.281	Rp48.554.011.137
GSDSA	98	78,85	Rp48.339.870.099	Rp47.904.371.120

Tabel 4.93 Perbandingan Biaya Penambahan Jam Kerja dengan Biaya Penambahan Alat pada Lembur 2 Jam (Lanjutan)

PUPT1B20,60M	14	11,26	Rp48.306.582.522	Rp47.543.174.454
GSK0-2M	28	22,53	Rp48.240.537.763	Rp48.229.183.273
PUPT1B30,60M	14	11,26	Rp48.207.530.894	Rp47.579.313.404
PUPT1B40,60M	14	11,26	Rp48.175.081.512	Rp47.615.456.328
SBUTDS	98	78,85	Rp47.959.715.883	Rp48.301.350.746
PBJ	14	11,26	Rp47.930.454.786	Rp47.759.909.290
BMS20	70	56,32	Rp47.792.954.487	Rp48.770.522.483
GB	42	33,79	Rp47.732.097.863	Rp47.796.057.592
LLAC-BC	14	11,26	Rp47.725.370.608	Rp47.507.086.574

Tabel 4.94 Perbandingan Biaya Penambahan Jam Kerja dengan Biaya Penambahan Alat pada Lembur 3 Jam

Kode	Durasi	Crash	Biaya Penambahan Jam Kerja	Biaya Penambahan Alat
GSK2-4M	20,85	28	Rp48.859.137.949	Rp48.007.763.749
BS15	20,85	28	Rp48.768.118.967	Rp48.620.895.010
TBSG	31,28	42	Rp48.637.471.544	Rp47.206.276.045
BK250SDBM	41,7	56	Rp48.465.612.131	Rp48.102.101.023
GSDSA	72,98	98	Rp48.167.245.972	Rp48.290.777.062
PUPT1B20,60M	10,43	14	Rp48.124.881.674	Rp47.960.662.023
PUPT1B30,60M	10,43	14	Rp48.082.979.442	Rp47.159.179.086
GSK0-2M	20,85	28	Rp47.999.296.952	Rp47.866.327.784
PUPT1B40,60M	10,43	14	Rp47.958.309.603	Rp47.112.082.816
SBUTDS	72,98	98	Rp47.693.066.222	Rp47.347.703.059
PBJ	10,43	14	Rp47.657.571.751	Rp47.819.227.368
BMS20	52,13	70	Rp47.490.822.024	Rp48.715.233.806
GB	31,28	42	Rp47.431.948.302	Rp47.677.794.444
LLAC-BC	10,43	14	Rp47.437.628.940	Rp47.065.029.661

Dari tabel – tabel diatas dapat disimpulkan bahwa biaya penambahan alat berat 1 jam lebih efektif daripada biaya penambahan lembur 1 jam, dikarenakan harga untuk penambahan alat lebih rendah yaitu Rp. 48.110.063.614,36 sementara harga penambahan jam lembur jauh lebih tinggi yaitu Rp. 48.110.296,16 durasi total pekerjaan lembur satu jam adalah 221,25 hari. Sama seperti sebelumnya untuk pekerjaan lembur 2 jam dengan total durasi 175,55 penambah alat berat dipilih karena memiliki biaya yang lebih rendah yaitu Rp. 47.507.086.573,79 sementara untuk penambahan jam lembur memiliki biaya yang lebih tinggi yaitu Rp. 47.725.370.608,01. Tidak jauh berbeda untuk lembur 3 jam penambahan alat berat dinilai lebih efektif karena harga nya yang lebih murah yaitu Rp. 47.065.029.661,39 daripada penambahan jam lembur Rp. 47.437.628.939,53 dengan durasi yang sama yaitu 142,05. Untuk total biaya keseluruhan penambahan tenaga atau alat pada lembur 3 jam lebih efektif.

Tabel 4.95 Perbandingan Penambahan Biaya Jam Kerja, Alat Berat/ Tenaga, dan Denda Pada Lembur 1 Jam

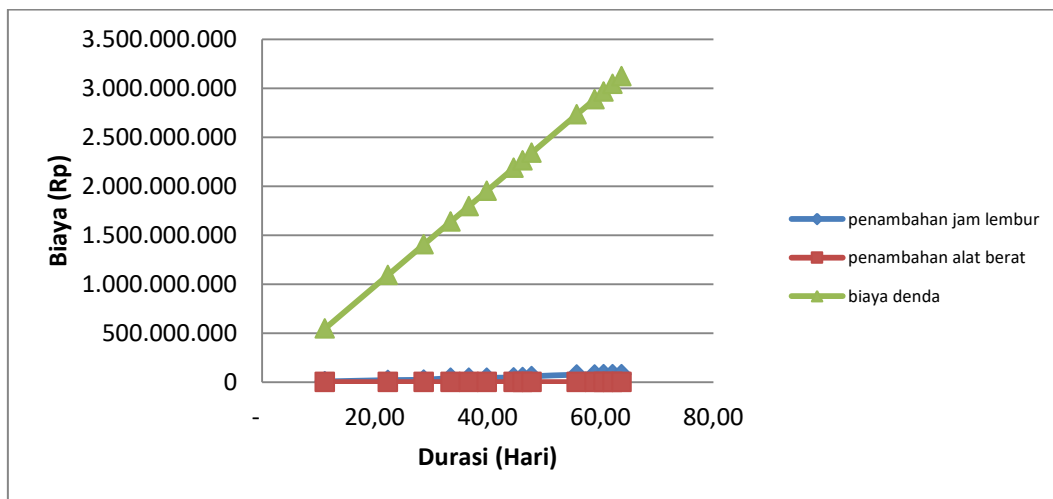
Kode	Duration Variance (Hari)	Biaya (Rp)		
		Penambahan Jam Kerja	Penambahan Alat/ Tenaga	Denda
GSDSA	11,16	Rp6.745.655	Rp31.994	Rp546.516.458
SBUTDS	11,16	Rp13.699.039	Rp38.331	Rp546.516.458
BK250SDBM	6,38	Rp3.843.171	Rp2.683	Rp312.295.119
GB	4,78	Rp17.423.645	Rp17.267	Rp234.221.339
GSK0-2M	3,19	Rp2.248.644	Rp7.706	Rp156.147.559
GSK2-4M	3,19	Rp518.552	Rp6.841	Rp156.147.559
TBSG	4,78	Rp2.294.326	Rp28.144	Rp234.221.339
PBJ	1,59	Rp2.529.402	Rp5.473	Rp78.073.780
LLAC-BC	1,59	Rp10.798.532	Rp25.811	Rp78.073.780
BMS20	7,97	Rp15.808.160	-Rp722	Rp390.368.898
BS15	3,19	Rp757.740	Rp5.617	Rp156.147.559
PUPT1B20,60M	1,59	Rp1.049.468	Rp9.374	Rp78.073.780
PUPT1B30,60M	1,59	Rp1.155.953	Rp7.311	Rp78.073.780
PUPT1B40,60M	1,59	Rp1.362.744	Rp8.932	Rp78.073.780

Tabel 4.96 Perbandingan Penambahan Biaya Jam Kerja, Alat Berat/ Tenaga, dan Denda Pada Lembur 2 Jam

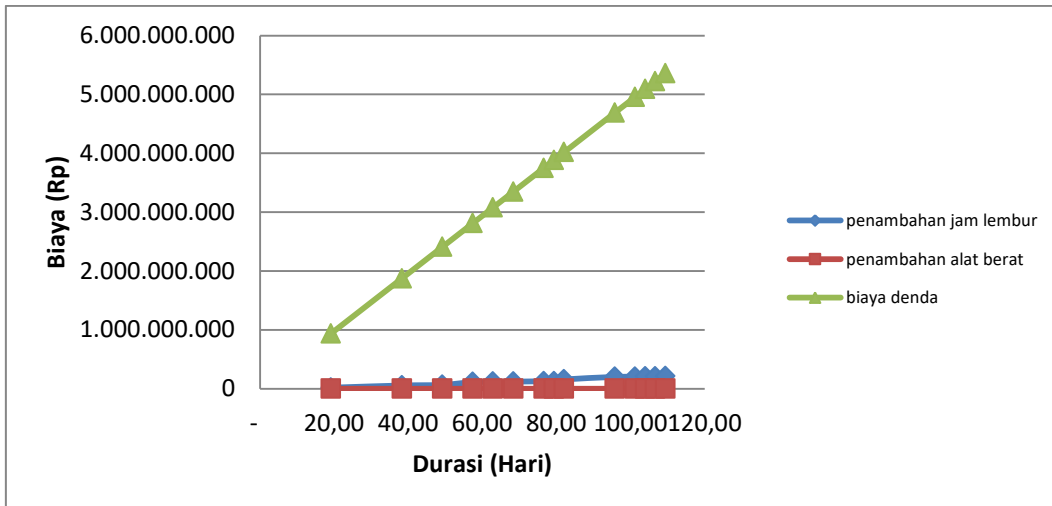
Kode	Duration Variance (Hari)	Biaya (Rp)		
		Penambahan Jam Kerja	Penambahan Alat/ Tenaga	Denda
GSDSA	19,15	Rp18.345.206	Rp29.515	Rp507.472.621
SBUTDS	19,15	Rp37.309.760	Rp14.997	Rp507.472.621
BK250SDBM	10,94	Rp10.472.164	Rp8.469	Rp289.908.641
GB	8,21	Rp47.470.527	Rp13.623	Rp217.563.980
GSK0-2M	5,47	Rp6.129.360	Rp6.646	Rp144.954.320
GSK2-4M	5,47	Rp1.415.100	Rp7.838	Rp144.954.320
TBSG	8,21	Rp6.251.162	-Rp918	Rp217.563.980
PBJ	2,74	Rp1.476.092	Rp4.730	Rp72.609.660
LLAC-BC	2,74	Rp29.425.777	Rp65.152	Rp72.609.660
BMS20	13,68	Rp42.993.803	Rp3.150	Rp362.518.300
BS15	5,47	Rp2.065.633	Rp2.542	Rp144.954.320
PUPT1B20,60M	2,74	Rp2.865.455	Rp14.082	Rp72.609.660
PUPT1B30,60M	2,74	Rp3.146.163	Rp10.108	Rp72.609.660
PUPT1B40,60M	2,74	Rp3.703.650	Rp8.442	Rp72.609.660

Tabel 4.97 Perbandingan Penambahan Biaya Jam Kerja, Alat Berat/ Tenaga, dan Denda Pada Lembur 3 Jam

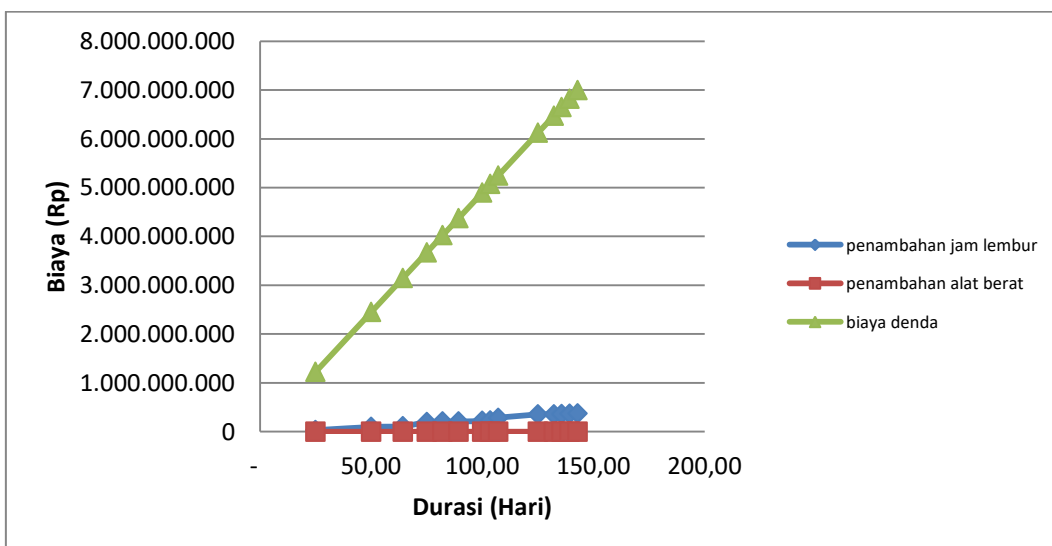
Kode	Duration Variance (Hari)	Biaya (Rp)		
		Penambahan Jam Kerja	Penambahan Alat/ Tenaga	Denda
GSDSA	25,02	Rp31.761.162	Rp9.373	Rp663.026.891
SBUTDS	25,02	Rp64.883.941	Rp35.937	Rp663.026.891
BK250SDBM	14,30	Rp16.822.470	Rp5.843	Rp378.948.223
GB	10,72	Rp82.571.717	Rp12.515	Rp284.078.668
GSK0-2M	7,15	Rp10.658.451	Rp6.703	Rp189.474.112
GSK2-4M	7,15	Rp2.458.289	Rp3.668	Rp189.474.112
TBSG	10,72	Rp10.798.016	Rp18.425	Rp284.078.668
PBJ	3,57	Rp11.610.027	Rp4.082	Rp94.604.556
LLAC-BC	3,57	Rp52.785.136	Rp51.343	Rp94.604.556
BMS20	17,87	Rp69.029.486	-Rp416	Rp473.552.780
BS15	7,15	Rp3.322.714	Rp2.146	Rp189.474.112
PUPT1B20,60M	3,57	Rp4.740.199	Rp2.771	Rp94.604.556
PUPT1B30,60M	3,57	Rp5.202.267	Rp7.539	Rp94.604.556
PUPT1B40,60M	3,57	Rp6.117.149	Rp8.228	Rp94.604.556



Gambar 4.22 Perbandingan Biaya Penambahan Jam Lembur, Alat Berat/ Tenaga Kerja, dan Denda Pada Lembur 1 Jam



Gambar 4.23 Grafik Perbandingan Biaya Penambahan Jam Kerja, Alat Berat/ Tenaga Kerja, dan Denda pada Lembur 2 Jam



Gambar 4.23 Grafik Perbandingan Biaya Penambahan Jam Kerja, Alat Berat/ Tenaga Kerja, dan Denda pada Lembur 3 Jam

Pada *tabel 4.95 – 4.97* adalah 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.