



BAB 5 EVALUASI DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Kegiatan - Kegiatan Kritis

Pada penelitian ini, lintasan kritis diperoleh berdasarkan hasil program *Microsoft Project 2019* dalam bentuk *Gantt Chart* dan *Network Diagram*. Daftar kegiatan-kegiatan kritis pada kondisi normal dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan data *output Microsoft Project* pada Lampiran B L-5 *Baseline Gantt Chart*.

Tabel 5.1 Daftar Kegiatan Kritis Pada Kondisi Normal

No	Uraian Pekerjaan	Durasi	Predecessors
1	Pembangunan Jalan Tol Ruas Pekanbaru – Dumai Seksi 4C	31,43 wks	
2	Divisi 1	33 wks	
3	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	33 wks	
4	Mobilisasi	33 wks	
5	Mobilisasi 1	2 wks	3SS
6	Mobilisasi 2	1 wk	5FS+9 wks
7	Mobilisasi 3	1 wk	6FS+6 wks
8	Mobilisasi 4	2 wks	7FS+4 wks
9	Mobilisasi 5	4 wks	8FS+4 wks
10	Pekerjaan dan Penanganan Aliran Air yang sudah ada	10 wks	3SS+23 wks
11	Penanganan Lingkungan Hidup	23 wks	
12	Penanganan Lingkungan Hidup 1	1 wk	3SS+10 wks
13	Penanganan Lingkungan Hidup 2	1 wk	12FS+4 wks
14	Penanganan Lingkungan Hidup 3	10 wks	13FS+7 wks
15	Manajemen Mutu	23 wks	
16	Manajemen Mutu 1	1 wk	3SS+10 wks
17	Manajemen Mutu 2	10 wks	16FS+12 wks
19	Divisi 4	2 wks	
20	Urugan Material Berbutir (<i>Granular Backfill</i>)	2 wks	40FS+4 wks
21			
22	Divisi 6	8 wks	
23	Saluran U, Tipe DS-1	8 wks	
24	Saluran U, Tipe DS-1 1	2 wks	5FS+1 wk
25	Saluran U, Tipe DS-1 2	1 wk	24FS+5 wks
26			
27	Divisi 9	3 wks	
28	Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	3 wks	53
29	<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	3 wks	28SS
30	Aspal Pen. 60/70	3 wks	29SS
31			
32	Divisi 10	29 wks	
33	Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	16 wks	43SS+9 wks;45SS+2 wks;47SS+2 wks
34	Beton Struktur Kelas B-1-2 (Diafragma dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	16 wks	43SS+8 wks;45SS+1 wk;47SS+1 wk
35	Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	16 wks	43SS+7 wks;36SS+2 wks



Evaluasi Pelaksanaan Konstruksi dari Aspek Biaya dan Waktu Dengan Menggunakan *Crashing Method* (Studi Kasus Pada Proyek Jalan Tol Ruas Pekanbaru – Dumai Seksi 4C)

No	Uraian Pekerjaan	Durasi	Predecessors
36	Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	16 wks	43SS+5 wks;39SS+3 wks
37	Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	19 wks	43SS+7 wks;49SS+6 wks
38	Beton Struktur Kelas B-1-6 (Beton Penghalang/ <i>Barrier</i>)	6 wks	33FS-5 wks
39	Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak <i>Pier</i>)	8 wks	43SS+2 wks;41SS+1 wk;49SS+1 wk
40	Beton Struktur Kelas C-1 (<i>Abutment</i> ,Telapak <i>Pier</i> ,Dinding Penahan Tanah,Pelat Injak,Kotak Tanaman)	8 wks	39;41SS+1 wk;43SS+2 wks;49SS+1 wk
41	Beton Struktur kelas E	8 wks	49SS
42	Beton Struktur Kelas A (Fc : 42 Mpa)	13 wks	37SS+2 wks;49FS-6 wks
43	Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	21 wks	5FS+1 wk
44	Gelagar PC - I Bentang Nominal 15.10 m to 17.00 m H=1.25m, Penyediaan	8 wks	5FS+1 wk
45	Gelagar PC - I Bentang Nominal 15.10 m to 17.00 m H=1.25m, Pemasangan	10 wks	35SS
46	Gelagar PC - I Bentang Nominal 39.00 m to 41.00 m H=2.10m , Penyediaan	8 wks	5FS+1 wk
47	Gelagar PC - I Bentang Nominal 39.00 m to 41.00 m H=2.10m , Pemasangan	10 wks	35SS
48	Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	16 wks	5FS+1 wk
49	Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	15 wks	48SS+1 wk
50	Pengujian Pembebanan Dinamis untuk Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 50-60 cm	12 wks	49SS
51	Sambungan Ekspansi Tipe A (<i>Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe</i>)	6 wks	
52	Sambungan Ekspansi Tipe A (<i>Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe</i>) 1	2 wks	33FS-2 wks;37FS-3 wks;45FS+5 wks;47FS+5 wks
53	Sambungan Ekspansi Tipe A (<i>Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe</i>) 2	3 wks	52FS+1 wk
54	Elastomerik <i>Bearing Pad</i> 300 x 350 x 36 (Mov)	2 wks	35SS-1 wk
55	Elastomerik <i>Bearing Pad</i> 450 x 500 x 60 (Mov)	2 wks	54SS
56	Elastomerik <i>Bearing Pad</i> 300 x 350 x 36 (Fix)	2 wks	55SS
57	Elastomerik <i>Bearing Pad</i> 450 x 500 x 60 (Fix)	2 wks	56SS
58	Rubber Bearing Sheet 200 x 20	2 wks	57SS
59	<i>Anchor</i> Bar dengan Perlengkapannya	2 wks	58SS
60	Pipa Drainase, D=15 cm, dengan perlengkapan dan dukungan	3 wks	33FS-2 wks
61	<i>Deck Drain Type</i> 1 dengan Perlengkapan	3 wks	33FS-2 wks
62	<i>Deck Drain Type</i> 2 dengan Perlengkapan	3 wks	61SS
63	Pengujian Tes Lateral	2 wks	49FS-5 wks
64	Pengujian Tes Axial Compressive Reaction	2 wks	49FS-5 wks
65			
66	Divisi 12	9 wks	
67	Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	3 wks	30FS-1 wk;28FS-1 wk;29FS-1 wk
68	<i>Concrete Barrier</i> , Tipe - A	8 wks	33
69	Patok Pengarah, Tipe B	3 wks	67SS



No	Uraian Pekerjaan	Durasi	Predecessors
70	Patok Kilometer	3 wks	67SS
71	Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	3 wks	67SS

Keterangan :

SS : *Start to Start*

FS : *Finish to Start*

Pada Tabel 5.1 menunjukkan kegiatan-kegiatan yang kritis pada kondisi normal. Kegiatan kritis ini didapat dari data yang sudah diinput menggunakan *Microsoft Project 2019* yang dapat dilihat pada Lampiran B L-5 *Baseline Gantt Chart*.

Data-data uraian pekerjaan disesuaikan dengan proses tumbuhnya proyek. Dalam hal ini, ada beberapa Pekerjaan yang tidak bisa di *crashing* dikarenakan beberapa faktor seperti, tidak memiliki *resources* tenaga kerja dan durasi yang sedikit. Daftar kegiatan kritis dari analisis menggunakan *Microsoft Project 2019* yang di *crashing* dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Daftar Kegiatan Kritis yang di *Crashing* Menggunakan *Microsoft Project 2019*

No	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)	Predecessors
4	Mobilisasi	231	
28	Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	21	53
29	<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	21	28SS
30	Aspal Pen. 60/70	21	29SS
43	Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	147	5FS+1 wk
33	Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	112	43SS+9 wks;45SS+2 wks;47SS+2 wks
35	Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	112	43SS+7 wks;36SS+2 wks
36	Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	112	43SS+5 wks;39SS+3 wks
37	Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	133	43SS+7 wks;49SS+6 wks
39	Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak <i>Pier</i>)	56	43SS+2 wks;41SS+1 wk;49SS+1 wk
41	Beton Struktur kelas E	56	49SS
48	Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	112	5FS+1 wk
49	Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	105	48SS+1 wk
51	Sambungan Ekspansi Tipe A (<i>Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe</i>)	14	33FS-2 wks;37FS-3 wks;45FS+5 wks;47FS+5 wks
67	Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	21	30FS-1 wk;28FS-1 wk;29FS-1 wk
69	Patok Pengarah, Tipe B	21	67SS
70	Patok Kilometer	21	67SS
71	Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	21	67SS



Berdasarkan Tabel 5.2 ditunjukkan bahwa beberapa kegiatan yang akan dipercepat merupakan pekerjaan yang memiliki unsur tenaga kerja dengan durasi yang memenuhi untuk di *Crashing*. Kegiatan Kritis ini diperoleh dari data yang sudah diinput menggunakan *Microsoft Project 2019* yang dapat dilihat pada Lampiran B L-5 *Baseline Gantt Chart*. Beberapa alasan pemilihan item kegiatan kritis tersebut adalah sebagai berikut:

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

5.2 Tahapan *Crashing* Dengan Penambahan Jam Kerja

Dalam tahapan *crashing*, ada beberapa tahapan dalam mempercepat durasi dengan penambahan jam kerja (lembur) sebagai berikut:

1. Menentukan lintasan kritis yang diperoleh dari program *Microsoft Project 2019*. Data-data dari proyek di input ke dalam *Microsoft Project* dan menghubungkan antar kegiatan yang sesuai dengan hubungan ketergantungan pekerjaan di lapangan. Data yang dihasilkan dalam bentuk *gant chart* dan *network diagram*.
2. Pekerjaan yang di *crashing* adalah pekerjaan kritis yang memiliki *resources*.
3. Menentukan produktivitas harian tiap pekerjaan.
4. Menentukan produktivitas per jam.
5. Menentukan produktivitas lembur.
6. Menghitung durasi percepatan.

Kemudian dari tahap kompresi durasi akan dicari biaya percepatan akibat penambahan jam kerja. Tahapan-tahapan dari biaya percepatan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan biaya lembur per jam *resources*.



2. Menghitung kebutuhan *resources* per item pekerjaan.
3. Menghitung biaya *resources* per lembur.
4. Menghitung biaya total *resources* (harian + lembur).
5. Menghitung biaya percepatan.
6. Menghitung *cost slope*.
7. Menghitung biaya proyek.

Biaya proyek yang di analisis adalah biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total. Biaya optimal yang diambil adalah biaya proyek terkecil (titik terendah).

8. Menghitung efisiensi waktu dan biaya.

5.2.1 Analisis durasi percepatan

Durasi percepatan merupakan durasi yang sudah dipercepat menggunakan opsi-opsi dari percepatan jadwal seperti penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja sebagai langkah dalam mempercepat selesainya proyek. Dalam menentukan durasi percepatan dengan penambahan jam kerja, terdapat beberapa tahapan yang dilakukan, diantaranya:

1. Kondisi normal

Waktu pelaksanaan proyek pada kondisi normal adalah 219 hari. Penjadwalan dibuat menggunakan *Microsoft Project 2019* dalam bentuk *gant chart* dan *network diagram*. Terdapat lintasan kritis dari proses input menggunakan *Microsoft Project 2019* yang dapat dilihat pada Tabel 5.1 Ada beberapa pekerjaan yang tidak bisa di *crashing* dikarenakan ada beberapa faktor seperti, tidak memiliki *resources* tenaga kerja dan durasi yang sedikit. Kegiatan kritis yang di *crashing* menggunakan *Microsoft Project 2019* dapat dilihat pada Tabel 5.2.

2. Produktivitas harian rata - rata

Setelah lintasan kritis diketahui, selanjutnya menentukan produktivitas harian serta produktivitas per jam pada kegiatan kritis. Perhitungan produktivitas harian dan produktivitas tiap jam dibawah ini menggunakan Persamaan 2.1 dan Persamaan 2.2. Adapun salah satu contoh perhitungannya adalah sebagai berikut:



Nama Pekerjaan : Bitumen Lapis Pengikat (*Tack Coat*)
 Volume Pekerjaan : 11.673 kg
 Jam Kerja Perhari : 8 Jam
 Durasi Normal : 21 hari

$$\text{a. Produktivitas Harian} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal (hari)}}$$

$$= \frac{11.673}{21}$$

$$= 555,86 \text{ kg/hari}$$

$$\text{b. Produktivitas Per Jam} = \frac{\text{Produktivitas Harian}}{\text{Jam Kerja Per Hari}}$$

$$= \frac{555,86}{8}$$

$$= 69,48 \text{ kg/jam}$$

Hasil analisis produktivitas untuk masing - masing item pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil Perhitungan Produktivitas Tiap Pekerjaan

Item Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Sat.	Jam Kerja (Jam/Hari)	Durasi (Hari)	Produktivitas Harian (Satuan/Hari)	Produktivitas Per Jam (Satuan/Jam)
Mobilisasi	1,00	lump sum	8	231	0,0043	0,00054
Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	11.673,00	kg	8,00	21,00	555,86	69,48
<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	4.729,41	ton	8,00	21,00	225,21	28,15
Aspal Pen. 60/70	307,11	ton	8,00	21,00	14,62	1,83
Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	5.042.203,09	kg	8,00	147,00	34.300,70	4.287,59
Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	871,03	m3	8,00	112,00	7,78	0,97
Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	544,45	m3	8,00	112,00	4,86	0,61
Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	385,03	m3	8,00	112,00	3,44	0,43
<i>Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)</i>	17.663,28	m3	8,00	133,00	132,81	16,60
<i>Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak Pier)</i>	2.404,08	m3	8,00	56,00	42,93	5,37
Beton Struktur kelas E	256,23	m3	8,00	56,00	4,58	0,57



Item Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Sat.	Jam Kerja (Jam/Hari)	Durasi (Hari)	Produktivitas Harian (Satuan/Hari)	Produktivitas Per Jam (Satuan/Jam)
Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	76.946,25	m'	8,00	112,00	687,02	85,88
Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	63.435,14	m'	8,00	105,00	604,14	75,52
<i>Sambungan Ekspansi Tipe A (Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe)</i>	720,00	m'	8,00	14	51,43	6,43
Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	1.361,40	m ²	8,00	21	64,83	8,10
Patok Pengarah, Tipe B	660,00	bh	8,00	21	31,43	3,93
Patok Kilometer	11,00	bh	8,00	21	0,52	0,07
Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	3.608,08	m'	8,00	21	171,81	21,48

Pada Tabel 5.3 menunjukkan hasil dari nilai produktivitas tiap item pekerjaan. Volume pekerjaan didapat dari data RAB Proyek yang terlampir pada Lampiran A L-2. Jam kerja per hari dan durasi disesuaikan dengan data-data yang ada di lapangan berdasarkan laporan harian proyek.

3. Produktivitas lembur

Selanjutnya dihitung produktivitas lembur tiap item pekerjaan dengan variasi 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Analisis Produktivitas lembur disesuaikan dengan koefisien penurunan produktivitas tiap jam lembur pada masing-masing item pekerjaan. Koefisien penurunan produktivitas dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Koefisien Penurunan Produktivitas

Jam Lembur (Jam)	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (%)
1	0,1	90
2	0,2	80
3	0,3	70

Sumber: (Soeharto, 1997)

Perhitungan produktivitas harian dan produktivitas lembur dibawah ini menggunakan Persamaan 2.3 dan Persamaan 2.5. Salah satu contoh perhitungan produktivitas lembur adalah sebagai berikut:

Nama Pekerjaan : Bitumen Lapis Pengikat (*Tack Coat*)



$$\begin{aligned}
 \text{Lembur 1 Jam} &= 1 \times 0,9 \times 69,48 \\
 &= 1 \times 0,9 \times 69,48 \\
 &= 62,534 \text{ kg/hari} \quad = 63 \text{ kg/hari} \\
 \\
 \text{Lembur 2 Jam} &= (1 \times 0,9 \times \text{Prod. Perjam}) + (1 \times 0,8 \times \\
 &\quad \text{prod. perjam}) \\
 &= (1 \times 0,9 \times 69,48) + (1 \times 0,8 \times 69,48) \\
 &= 118,20 \text{ kg/hari} \quad = 118 \text{ kg/hari} \\
 \\
 \text{Lembur 3 Jam} &= (1 \times 0,9 \times \text{Prod. Perjam}) + (1 \times 0,8 \times \\
 &\quad \text{prod. perjam}) + (1 \times 0,7 \times \text{Prod. Perjam}) \\
 &= (1 \times 0,9 \times 69,48) + (1 \times 0,8 \times 69,48) + \\
 &\quad (1 \times 0,7 \times 69,48) \\
 &= 229,291 \text{ kg/hari} \quad = 229 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

Hasil analisis produktivitas lembur untuk masing-masing item pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Perhitungan Produktivitas Jam Lembur

No	Item Pekerjaan	Satuan Pekerjaan	Produktivitas Lembur (satuan/hari)		
			L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam
1	Mobilisasi	lumpsum	0	0	0
2	Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	kg	63	118	229
3	<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	ton	25	48	93
4	Aspal Pen. 60/70	ton	2	3	6
5	Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	kg	3.859	7.289	14.149
6	Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	m ³	1	2	3
7	Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	m ³	1	1	2
8	Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	m ³	0	1	1
9	Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	m ³	15	28	55
10	Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak <i>Pier</i>)	m ³	5	9	18
11	Beton Struktur kelas E	m ³	1	1	2
12	Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	m'	77	146	283
13	Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	m'	68	128	249
14	Sambungan Ekspansi Tipe A (<i>Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe</i>)	m'	6	11	21



No	Item Pekerjaan	Satuan Pekerjaan	Produktivitas Lembur (satuan/hari)		
			L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam
15	Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	m ²	7	14	27
16	Patok Pengarah, Tipe B	bh	4	7	13
17	Patok Kilometer	bh	0	0	0
18	Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	m'	19	37	71

4. Durasi Percepatan

Selanjutnya analisis yang dilakukan adalah menghitung durasi percepatan. Perhitungan durasi percepatan dibawah ini menggunakan Persamaan 2.6. Salah satu contoh perhitungannya adalah sebagai berikut:

Nama Pekerjaan : Bitumen Lapis Pengikat (*Tack Coat*)

$$\text{Durasi Percepatan} = \frac{\text{Volume}}{(\text{Prod. harian})+(\text{Prod. lembur tiap jam})}$$

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 Jam} &= \frac{11.673,0}{555,86 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} + 63 \frac{\text{kg}}{\text{hari}}} \\ &= 19 \text{ hari} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan durasi percepatan untuk masing-masing item pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan *Crashing* durasi pada *Microsoft Project 2019*

No	Item Pekerjaan	Durasi (Hari)	Durasi <i>Crashing</i> (Hari)		
			L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam
1	Mobilisasi	231,00	208	191	164
2	Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	21,00	19	17	15
3	<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	21,00	19	17	15
4	Aspal Pen. 60/70	21,00	19	17	15
5	Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	147,00	132	121	104
6	Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	112,00	101	92	79
7	Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala Pier Beton Bertulang)	112,00	101	92	79
8	Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	112,00	101	92	79



No	Item Pekerjaan	Durasi (Hari)	Durasi <i>Crashing</i> (Hari)		
			L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam
9	Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	133,00	120	110	94
10	Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak <i>Pier</i>)	56,00	50	46	40
11	Beton Struktur kelas E	56,00	50	46	40
12	Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	112,00	101	92	79
13	Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	105,00	94	87	74
14	Sambungan Ekspansi Tipe A (<i>Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe</i>)	14	13	12	10
15	Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	21	19	17	15
16	Patok Pengarah, Tipe B	21	19	17	15
17	Patok Kilometer	21	19	17	15
18	Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	21	19	17	15

Pada Tabel 5.5 menunjukkan item-item pekerjaan yang sudah dilakukan *crashing* akibat lembur 1 jam, 2 jam, dan 3 jam berdasarkan pada contoh penyelesaian diatas serta kesesuaian terhadap hasil pengolahan data yang telah didapat di *Microsoft Excel 2019*. Terjadi pengurangan hari dari durasi normal pada tiap tiap jam lembur berdasarkan hasil perhitungan durasi *crashing*.

5.2.2 Analisis biaya percepatan

Biaya percepatan merupakan biaya yang dihasilkan akibat adanya durasi percepatan yang disebabkan oleh adanya jam lembur 1-3 jam per hari. Untuk kegiatan-kegiatan kritis yang akan dihitung biaya percepatannya berdasarkan jam lembur dan durasi percepatan menggunakan *Microsoft Excel 2019*. Adapun tahapan-tahapannya dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Biaya lembur *resources*

Biaya lembur *resources* dihitung untuk mencari besarnya upah biaya lembur dari alat berat dan tenaga kerja. Untuk menghitung biaya ini digunakan rumus berdasarkan pada Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor



KEP.102/MEN/VI/2004 Pasal 3, Pasal 7 dan Pasal 11 Tentang Standar Upah Untuk Lembur. Perhitungan biaya lembur tiap jam dibawah ini menggunakan Persamaan 2.7 sampai Persamaan 2.9. Salah satu contoh perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Resource Name} & : \text{Pekerja} \\ \text{Biaya Normal per jam} & : \text{Rp } 14.000 \\ \text{Biaya Lembur 1 Jam} & = 1,5 \times \text{Upah normal per jam} \\ & = 1,5 \times \text{Rp } 14.000 \\ & = \text{Rp } 21.000 \\ \text{Biaya Lembur 2 Jam} & = 1,5 \times \text{upah normal per jam} + \\ & \quad 2 \times \text{upah normal per jam} \\ & = (1,5 \times \text{Rp } 14.000) + (2 \times \text{Rp } 14.000) \\ & = \text{Rp } 49.000 \\ \text{Biaya Lembur 3 Jam} & = (1,5 \times \text{upah normal per jam}) + \\ & \quad 2(2 \times \text{upah normal per jam}) \\ & = (1,5 \times \text{Rp } 14.000) + 2(2 \times 14.000) \\ & = \text{Rp } 77.000 \end{aligned}$$

Biaya normal dan biaya lembur dari tenaga kerja dan alat berat pada item pekerjaan lintasan kritis akan disajikan secara mendetail pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Biaya Normal dan Biaya Lembur Tenaga Kerja dan Alat

No	Resource	Biaya Normal Per jam	Biaya Lembur Per jam		
			L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam
1	Pekerja	Rp 14.000	Rp 21.000	Rp 49.000	Rp 77.000
2	Tukang	Rp 17.000	Rp 25.500	Rp 59.500	Rp 93.500
3	Mandor	Rp 19.000	Rp 28.500	Rp 66.500	Rp 104.500
4	Excavator Backhoe	Rp 593.500	Rp 890.250	Rp 2.077.250	Rp 3.264.250
5	Water Tank Truck	Rp 382.000	Rp 573.000	Rp 1.337.000	Rp 2.101.000
6	Dump truck 25 ton	Rp 527.800	Rp 791.700	Rp 1.847.300	Rp 2.902.900
7	Vibro Comp. Smooth Drum	Rp 448.200	Rp 672.300	Rp 1.568.700	Rp 2.465.100
8	Vibro Comp. Padfoot Drum	Rp 470.000	Rp 705.000	Rp 1.645.000	Rp 2.585.000
9	Motor Grader	Rp 640.400	Rp 960.600	Rp 2.241.400	Rp 3.522.200
10	Bulldozer	Rp 836.200	Rp 1.254.300	Rp 2.926.700	Rp 4.599.100



No	Resource	Biaya Normal Per jam	Biaya Lembur Per jam		
			L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam
11	<i>Slipform Concrete Paver</i>	Rp. 2.214.500	Rp 3.321.750	Rp 7.750.750	Rp 12.179.750
12	<i>Water tanker</i>	Rp 382.000	Rp 573.000	Rp 1.337.000	Rp 2.101.000
13	<i>Tamping rammer</i>	Rp 40.800	Rp 61.200	Rp 142.800	Rp 224.400
14	<i>Wheel loader</i>	Rp 685.100	Rp 1.027.650	Rp 2.397.850	Rp 3.768.050
15	<i>Asphalt distributor</i>	Rp 382.000	Rp 573.000	Rp 1.337.000	Rp 2.101.000
16	<i>Air compressor</i>	Rp 149.900	Rp 224.850	Rp 524.650	Rp 824.450
17	<i>Asphalt mixing plant</i>	Rp 5.953.900	Rp 8.930.850	Rp 20.838.650	Rp 32.746.450
18	<i>Genset</i>	Rp 655.300	Rp 982.950	Rp 2.293.550	Rp 3.604.150
19	<i>Asphalt finisher</i>	Rp 1.421.500	Rp 2.132.250	Rp 4.975.250	Rp 7.818.250
20	<i>Tandem roller</i>	Rp 520.400	Rp 780.600	Rp 1.821.400	Rp 2.862.200
21	<i>Tyre roller</i>	Rp 489.800	Rp 734.700	Rp 1.714.300	Rp 2.693.900
22	<i>Mobile Crane 15 Ton</i>	Rp 746.300	Rp 1.119.450	Rp 2.612.050	Rp 4.104.650
23	<i>Diesel Hammer Kobe K45</i>	Rp 2.176.600	Rp 3.264.900	Rp 7.618.100	Rp 11.971.300
24	<i>Welding Set</i>	Rp 51.600	Rp 77.400	Rp 180.600	Rp 283.800
25	<i>Concrete Mixer</i>	Rp 31.700	Rp 47.550	Rp 110.950	Rp 174.350
26	<i>Concrete Vibrator</i>	Rp 36.400	Rp 54.600	Rp 127.400	Rp 200.200
27	<i>Water Pump</i>	Rp 25.000	Rp 37.500	Rp 87.500	Rp 137.500

Pada Tabel 5.7 menunjukkan *resources* pada item pekerjaan lintasan kritis. Biaya normal per jam berdasarkan pada Analisa Harga Satuan Pekerjaan (Lampiran A L-3) dan untuk rumus perhitungan berdasarkan pada hitungan seperti contoh diatas.

2. Biaya normal dan biaya percepatan

Biaya normal didapat setelah menentukan *resources* item pekerjaan dan biaya total *resources* dengan durasi normal. Untuk biaya percepatan didapat setelah menentukan biaya normal, biaya *resources* lembur dan biaya total *resources* dengan durasi percepatan. Perhitungan biaya normal dan biaya percepatan dibawah ini menggunakan Persamaan 2.10 sampai Persamaan 2.15. Salah satu contoh perhitungannya adalah sebagai berikut :

Nama Pekerjaan : Bitumen Lapis Pengikat (*Tack Coat*)
 Biaya Normal = Rp 165.406.410,00
 Volume Pekerjaan = 11.673 kg
 Durasi = 21 Hari



$$\text{Produktivitas Normal/jam} = 69,482 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah Normal Per jam} &= \frac{\text{Biaya Normal}}{\text{Volume Pekerjaan}} \times \text{Produktivitas Normal/jam} \\ &= \frac{\text{Rp } 165.406.410,00}{11.6773 \text{ kg}} \times 69,482 \text{ kg/jam} \\ &= \text{Rp } 984.562/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah Normal Per Hari} &= \text{Upah Normal per jam} \times 8 \\ &= \text{Rp } 984.562 \times 8 \\ &= \text{Rp } 7.876.496/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya L. 1 Jam} &= 1,5 \times \text{Upah Normal per jam} \\ &= 1,5 \times \text{Rp } 984.562 \\ &= \text{Rp } 1.476.843 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya L. 2 Jam} &= (1,5 \times \text{Upah Normal per jam}) + \\ &\quad (2 \times \text{Upah Normal per jam}) \\ &= (1,5 \times \text{Rp } 984.562) + (2 \times \text{Rp } 984.562) \\ &= \text{Rp } 3.445.967 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya L. 3 Jam} &= (1,5 \times \text{Upah Normal per jam}) + \\ &\quad 2(2 \times \text{Upah Normal per jam}) \\ &= (1,5 \times \text{Rp } 984.562) + 2(2 \times \text{Rp } 984.562) \\ &= \text{Rp } 5.415.091 \end{aligned}$$

Upah Percepatan per Hari (contoh Lembur 1 Jam):

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 Jam} &= \frac{\text{Biaya Normal} + \text{Biaya Lembur 1 Jam}}{\text{Durasi (hari)}} \\ &= \frac{\text{Rp } 165.406.410,00 + \text{Rp } 1.476.843}{21 \text{ hari}} \\ &= \text{Rp } 7.946.822 \end{aligned}$$

Biaya normal per hari dan Total biaya percepatan per hari menurut penambahan jam lembur pada item pekerjaan lintasan kritis akan disajikan secara mendetail pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Perhitungan Biaya Percepatan pada *Microsoft Excel 2019*

No	Uraian Pekerjaan	Biaya Normal Per Hari	Biaya Percepatan Per Hari		
			L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam
1	Mobilisasi	Rp 30.149.351	Rp 30.173.823	Rp 30.206.452	Rp 30.239.081
2	Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	Rp 7.876.496	Rp 7.946.822	Rp 8.040.589	Rp 8.134.357



Evaluasi Pelaksanaan Konstruksi dari Aspek Biaya dan Waktu Dengan Menggunakan *Crashing Method* (Studi Kasus Pada Proyek Jalan Tol Ruas Pekanbaru – Dumai Seksi 4C)

No	Uraian Pekerjaan	Biaya Normal Per Hari	Biaya Percepatan Per Hari		
			L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam
3	<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	Rp 201.614.949	Rp 203.415.083	Rp 205.815.261	Rp 208.215.439
4	Aspal Pen. 60/70	Rp 145.399.915	Rp 146.698.129	Rp 148.429.080	Rp 150.160.031
5	Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	Rp 507.650.379	Rp 508.297.892	Rp 509.161.243	Rp 510.024.594
6	Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	Rp 17.258.933	Rp 17.287.827	Rp 17.326.351	Rp 17.364.875
7	Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	Rp 13.421.785	Rp 13.444.254	Rp 13.474.213	Rp 13.504.173
8	Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	Rp 8.952.365	Rp 8.967.352	Rp 8.987.335	Rp 9.007.318
9	Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	Rp 613.885.214	Rp 614.750.654	Rp 615.904.573	Rp 617.058.493
10	Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak <i>Pier</i>)	Rp 97.452.388	Rp 97.778.679	Rp 98.213.735	Rp 98.648.790
11	Beton Struktur kelas E	Rp 6.921.138	Rp 6.944.312	Rp 6.975.210	Rp 7.006.108
12	Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	Rp 969.728.856	Rp 971.352.286	Rp 973.516.859	Rp 975.681.433
13	Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	Rp 195.531.267	Rp 195.880.430	Rp 196.345.981	Rp 196.811.531
14	Sambungan Ekspansi Tipe A (<i>Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe</i>)	Rp 248.657.143	Rp 251.987.372	Rp 256.427.679	Rp 260.867.985
15	Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	Rp 12.344.008	Rp 12.454.223	Rp 12.601.175	Rp 12.748.128
16	Patok Pengarah, Tipe B	Rp 3.614.286	Rp 3.646.556	Rp 3.689.583	Rp 3.732.611
17	Patok Kilometer	Rp 1.114.405	Rp 1.124.355	Rp 1.137.622	Rp 1.150.888
18	Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	Rp 48.518.367	Rp 48.951.567	Rp 49.529.167	Rp 50.106.766



Berdasarkan Tabel 5.8 dapat dilihat bahwa Biaya Percepatan Per hari lebih mahal dibandingkan dengan biaya normal per hari. Hal ini disebabkan penambahan biaya lembur tiap jamnya.

3. *Cost variance, duration variance* dan *cost slope*

Pada analisis *Cost Variance* dan *Duration Variance* dihitung menggunakan *Microsoft Excel 2019* yang akan digunakan untuk perhitungan biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total. Perhitungan *cost variance* dibawah ini menggunakan Persamaan 2.16. Berdasarkan pada Tabel 5.8 juga dapat diketahui selisih biaya (*cost variance*) antara biaya normal dengan biaya percepatan tiap lemburnya, yaitu dengan rumus:

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

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

Nama Pekerjaan : Bitumen Lapis Pengikat (*Tack Coat*)

Biaya Normal Per Hari = Rp 7.876.496

Biaya Percepatan 1 Jam/hari = Rp 7.946.822

$$\begin{aligned} \text{Cost Variance L. 1 Jam} &= \text{Biaya percepatan 1 Jam/Hari} - \text{Biaya Normal/Hari} \\ &= \text{Rp } 7.946.822 - \text{Rp } 7.876.496 \\ &= \text{Rp } 70.326 \end{aligned}$$

Hasil analisis *cost variance* seluruh item pekerjaan dengan menggunakan *Microsoft Excel* dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Hasil Perhitungan *Cost Variance* pada *Microsoft Excel 2019* Dengan Penambahan Lembur

No	Uraian Pekerjaan	Biaya Normal Perhari	<i>Cost Variance</i>		
			L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam
1	Mobilisasi	Rp 30.149.351	Rp 24.472	Rp 57.101	Rp 89.730
2	Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	Rp 7.876.496	Rp 70.326	Rp 164.094	Rp 257.861
3	<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	Rp 201.614.949	Rp 1.800.133	Rp 4.200.311	Rp 6.600.489
4	Aspal Pen. 60/70	Rp 145.399.915	Rp 1.298.214	Rp 3.029.165	Rp 4.760.116
5	Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	Rp 507.650.379	Rp 647.513	Rp 1.510.864	Rp 2.374.215
6	Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	Rp 17.258.933	Rp 28.893	Rp 67.418	Rp 105.942



No	Uraian Pekerjaan	Biaya Normal Perhari	Cost Variance		
			L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam
7	Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	Rp 13.421.785	Rp 22.470	Rp 52.429	Rp 82.388
8	Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	Rp 8.952.365	Rp 14.987	Rp 34.970	Rp 54.953
9	Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	Rp 613.885.214	Rp 865.440	Rp 2.019.359	Rp 3.173.279
10	Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak <i>Pier</i>)	Rp 97.452.388	Rp 326.291	Rp 761.347	Rp 1.196.402
11	Beton Struktur kelas E	Rp 6.921.138	Rp 23.173	Rp 54.071	Rp 84.969
12	Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	Rp 969.728.856	Rp 1.623.430	Rp 3.788.003	Rp 5.952.577
13	Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	Rp 195.531.267	Rp 349.163	Rp 814.714	Rp 1.280.264
14	Sambungan Ekspansi Tipe A (<i>Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe</i>)	Rp 248.657.143	Rp 3.330.230	Rp 7.770.536	Rp 12.210.842
15	Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	Rp 12.344.008	Rp 110.214	Rp 257.167	Rp 404.119
16	Patok Pengarah, Tipe B	Rp 3.614.286	Rp 32.270	Rp 75.298	Rp 118.325
17	Patok Kilometer	Rp 1.114.405	Rp 9.950	Rp 23.217	Rp 36.483
18	Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	Rp 48.518.367	Rp 433.200	Rp 1.010.799	Rp 1.588.399

Berdasarkan Tabel 5.9 nilai *cost variance* terbesar pada pekerjaan Sambungan Ekspansi Tipe A (*Surface Rubber Joint with Load - supporting Type*) dan nilai *cost variance* terkecil pada pekerjaan Patok Kilometer.

Duration variance merupakan selisih durasi antara durasi normal dengan durasi percepatan. Perhitungan *duration variance* dibawah ini menggunakan Persamaan 2.17. Sebagai contoh diambil salah satu item pekerjaan untuk perhitungan *duration variance*, sebagai berikut:

Nama Pekerjaan : Bitumen Lapis Pengikat (*Tack Coat*)

Durasi Normal = 21 hari



Durasi Percepatan

Lembur 1 Jam = 19 hari

Duration Variance = Durasi Normal (hari) - Durasi Lembur 1 jam (hari)
= 21 – 19
= 2 hari

Untuk analisis *duration variance* dari semua item pekerjaan dengan menggunakan *Microsoft Excel 2019* dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Hasil Perhitungan *Duration Variance* pada *Microsoft Excel*

No	Item Pekerjaan	Durasi Normal (Hari)	<i>Duration Variance</i> (Hari)		
			L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam
1	Mobilisasi	231	23	40	67
2	Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	21	2	4	6
3	<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	21	2	4	6
4	Aspal Pen. 60/70	21	2	4	6
5	Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	147	15	26	43
6	Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	112	11	20	33
7	Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	112	11	20	33
8	Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	112	11	20	33
9	Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	133	13	23	39
10	Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak <i>Pier</i>)	56	6	10	16
11	Beton Struktur kelas E	56	6	10	16
12	Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	112	11	20	33
13	Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	105	11	18	31
14	Sambungan Ekspansi Tipe A (<i>Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe</i>)	14	1	2	4
15	Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	21	2	4	6
16	Patok Pengarah, Tipe B	21	2	4	6
17	Patok Kilometer	21	2	4	6
18	Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	21	2	4	6



Berdasarkan Tabel 5.10 didapatkan hasil *duration variance* terbesar pada pekerjaan Mobilisasi dan hasil *duration* terkecil pada pekerjaan Sambungan Ekspansi Tipe A (*Surface rubber joint with load - supporting type*).

Cost slope merupakan biaya per hari dari selisih biaya normal dengan biaya percepatan dan selisih durasi normal dengan durasi percepatan. Perhitungan *duration variance* dibawah ini menggunakan Persamaan 2.18. Salah satu contoh perhitungan dari *cost slope* adalah sebagai berikut:

Nama Pekerjaan : Bitumen Lapis Pengikat (*Tack Coat*)

Cost Variance

Lembur 1 Jam = Rp 70.326

Duration Variance

Lembur 1 jam = 2 Hari

Cost Slope

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 Jam} &= \frac{\text{Cost Variance}}{\text{Duration Variance}} \\ &= \frac{\text{Rp } 70.326}{2} \\ &= \text{Rp } 33.116 \end{aligned}$$

Hasil analisis *cost slope* pada masing - masing item pekerjaan berdasarkan waktu lembur pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Hasil Analisis *Cost Slope* pada *Microsoft Excel* 2019 dengan Penambahan Lembur

No	Item Pekerjaan	<i>Cost Slope</i> Per Lembur		
		L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam
1	Mobilisasi	Rp 1.048	Rp 1.410	Rp 1.330
2	Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	Rp 33.116	Rp 44.586	Rp 42.047
3	<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	Rp 847.682	Rp 1.141.261	Rp 1.076.270
4	Aspal Pen. 60/70	Rp 611.328	Rp 823.050	Rp 776.181
5	Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	Rp 43.559	Rp 58.645	Rp 55.305
6	Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	Rp 2.551	Rp 3.435	Rp 3.239
7	Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	Rp 1.984	Rp 2.671	Rp 2.519



No	Item Pekerjaan	Cost Slope Per Lembur		
		L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam
8	Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	Rp 1.323	Rp 1.782	Rp 1.680
9	Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	Rp 64.348	Rp 86.633	Rp 81.700
10	Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak <i>Pier</i>)	Rp 57.619	Rp 77.574	Rp 73.157
11	Beton Struktur kelas E	Rp 4.092	Rp 5.509	Rp 5.196
12	Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	Rp 143.339	Rp 192.981	Rp 181.992
13	Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	Rp 32.884	Rp 44.273	Rp 41.752
14	Sambungan Ekspansi Tipe A (<i>Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe</i>)	Rp 2.352.305	Rp 3.166.983	Rp 2.986.634
15	Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	Rp 51.900	Rp 69.874	Rp 65.895
16	Patok Pengarah, Tipe B	Rp 15.196	Rp 20.459	Rp 19.294
17	Patok Kilometer	Rp 4.685	Rp 6.308	Rp 5.949
18	Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	Rp 203.994	Rp 274.643	Rp 259.003

5.2.3 Analisis biaya proyek

Setelah melalui proses analisis perhitungan sebelumnya, maka dapat dilanjutkan dengan analisis biaya langsung, analisis biaya tidak langsung, dan analisis biaya total. Berikut ini merupakan rincian analisis biaya yang telah dibuat menggunakan *Microsoft Excel 2019*.

1. Analisis biaya langsung

Biaya langsung merupakan biaya langsung yang berpengaruh terhadap pelaksanaan fisik proyek, bisa juga disebut dengan biaya *resources*/tenaga kerja. Metode pelaksanaan sangat besar pengaruhnya terhadap biaya langsung suatu proyek. Berdasarkan penjelasan tersebut maka diperoleh biaya langsung sebesar Rp 406.207.533.813,01. Perhitungan biaya langsung dibawah ini menggunakan Persamaan 2.19 dan Persamaan 2.20. Pada analisis biaya langsung akan dibuat berdasarkan pada waktu lembur.



a. Biaya langsung pada penambahan jam lembur 1 jam

Untuk perhitungan biaya langsung dapat dilakukan dengan cara berikut:

Biaya langsung akibat percepatan.

Nama Pekerjaan : Bitumen Lapis Pengikat (*Tack coat*)

Nilai Kumulatif Didapatkan Melalui Persamaan:

= Durasi Kumulatif sebelumnya – selisih durasi

Lembur 1 Jam = 208 – 2

= 206 hari

Perhitungan biaya Langsung Lembur:

Lembur 1 Jam = Biaya Kumulatif + (*cost variance* Lembur 1 Jam)

= Rp 406.207.533.813,01 + Rp 70.326

= Rp 406.207.628.611

Hasil perhitungan biaya langsung pada pekerjaan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Biaya Langsung Pada Penambahan Lembur 1 Jam

Item Pekerjaan	Durasi (Hari)			Durasi	<i>Cost Variance</i>	Biaya Langsung
	Normal	<i>Crash</i>	Selisih	Kumulatif		
				231		Rp 406.207.533.813
Mobilisasi	231	208	23	208	Rp 24.472	Rp 406.207.558.285
Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	21	19	2	206	Rp 70.326	Rp 406.207.628.611
<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	21	19	2	203	Rp 1.800.133	Rp 406.209.428.744
Aspal Pen. 60/70	21	19	2	201	Rp 1.298.214	Rp 406.210.726.958
Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	147	132	15	186	Rp 647.513	Rp 406.211.374.471
Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	112	101	11	175	Rp 28.893	Rp 406.211.403.364
Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	112	101	11	164	Rp 22.470	Rp 406.211.425.834
Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	112	101	11	152	Rp 14.987	Rp 406.211.440.821
Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	133	120	13	139	Rp 865.440	Rp 406.212.306.261



Berdasarkan Gambar 5.1 menunjukkan biaya langsung mengalami kenaikan setelah mengalami percepatan. Kenaikan didasari akibat penambahan jam kerja selama 1 jam. Pada durasi normal, biaya langsung dalam 231 hari sebesar Rp 406.207.533.813 setelah mengalami percepatan dengan durasi kumulatif 96 hari biaya tersebut menjadi Rp 406.218.544.183 dengan kenaikan sebesar persentase kenaikan sebesar Rp11.010.370 atau sebesar 0,27%.

b. Biaya langsung pada penambahan jam lembur 2 jam

Untuk perhitungan biaya langsung dapat dilakukan dengan cara berikut:

Biaya langsung akibat percepatan.

Nama Pekerjaan : Bitumen Lapis Pengikat (*Tack coat*)

Nilai Kumulatif Didapatkan Melalui Persamaan:

= Durasi Kumulatif sebelumnya – selisih durasi

Lembur 1 Jam = 191 – 4

= 187 hari

Perhitungan biaya Langsung Lembur:

Lembur 1 Jam = Biaya Kumulatif + (*cost variance* Lembur 2 Jam)

= Rp 406.207.533.813,01 + Rp 164.094

= Rp 406.207.755.008

Hasil perhitungan biaya langsung pada pekerjaan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.13.

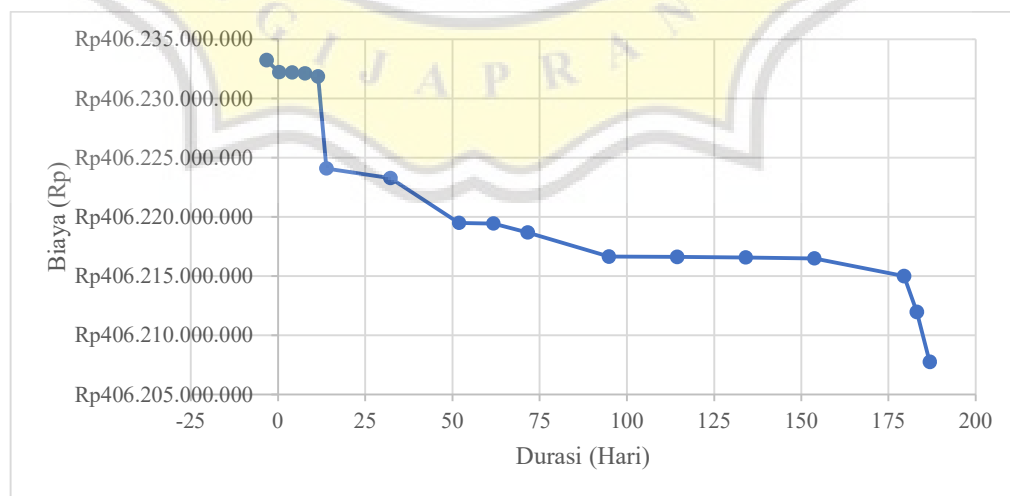
Tabel 5.13 Hasil Perhitungan Biaya Langsung Pada Penambahan Lembur 1 Jam

Item Pekerjaan	Durasi (Hari)			Durasi Kumulatif	<i>Cost Variance</i>	Biaya Langsung
	Normal	<i>Crash</i>	Selisih			
				231		Rp 406.207.533.813
Mobilisasi	231	191	40	191	Rp 57.101	Rp 406.207.590.914
Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	21	17	4	187	Rp 164.094	Rp 406.207.755.008
<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	21	17	4	183	Rp 4.200.311	Rp 406.211.955.319
Aspal Pen. 60/70	21	17	4	179	Rp 3.029.165	Rp 406.214.984.484
Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	147	121	26	154	Rp 1.510.864	Rp 406.216.495.348
Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	112	92	20	134	Rp 67.418	Rp 406.216.562.766



Item Pekerjaan	Durasi (Hari)			Durasi	Cost Variance	Biaya Langsung
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif		
Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	112	92	20	114	Rp 52.429	Rp 406.216.615.195
Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	112	92	20	95	Rp 34.970	Rp 406.216.650.165
Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	133	110	23	72	Rp 2.019.359	Rp 406.218.669.524
Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak <i>Pier</i>)	56	46	10	62	Rp 761.347	Rp 406.219.430.871
Beton Struktur kelas E	56	46	10	52	Rp 54.071	Rp 406.219.484.942
Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	112	92	20	32	Rp 3.788.003	Rp 406.223.272.946
Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	105	87	18	14	Rp 814.714	Rp 406.224.087.659
Sambungan Ekspansi Tipe A (<i>Surface Rubber Joint with Load - supporting Type</i>)	14	12	2	11	Rp 7.770.536	Rp 406.231.858.195
Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	21	17	4	8	Rp 257.167	Rp 406.232.115.362
Patok Pengarah, Tipe B	21	17	4	4	Rp 75.298	Rp 406.232.190.660
Patok Kilometer	21	17	4	0	Rp 23.217	Rp 406.232.213.876
Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	21	17	4	-3	Rp 1.010.799	Rp 406.233.224.676

Untuk menunjukkan peningkatan biaya langsung akibat penambahan waktu lembur 2 jam, maka dapat dilihat secara visual melalui grafik hubungan antara biaya langsung dengan durasi kumulatif dapat dilihat seperti pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik Biaya Langsung Pada Penambahan Lembur 2 Jam



Berdasarkan Gambar 5.2 menunjukkan biaya langsung mengalami kenaikan setelah mengalami percepatan. Kenaikan didasari akibat penambahan jam kerja selama 2 jam. Pada durasi normal, biaya langsung dalam 231 hari sebesar Rp 406.207.533.813 setelah mengalami percepatan dengan durasi kumulatif -3 hari (lebih 3 hari) biaya tersebut menjadi Rp 406.233.224.676 dengan kenaikan sebesar persentase kenaikan sebesar Rp 25.690.863 atau sebesar 0,63%.

c. Biaya langsung pada penambahan jam lembur 3 jam

Untuk perhitungan biaya langsung dapat dilakukan dengan cara berikut:

Biaya langsung akibat percepatan.

Nama Pekerjaan : Bitumen Lapis Pengikat (*Tack coat*)

Nilai kumulatif didapatkan melalui persamaan:

$$= \text{Durasi Kumulatif sebelumnya} - \text{selisih durasi}$$

$$\text{Lembur 1 Jam} = 164 - 6$$

$$= 157 \text{ hari}$$

Perhitungan biaya Langsung Lembur:

$$\text{Lembur 1 Jam} = \text{Biaya Kumulatif} + (\text{cost variance Lembur 3 Jam})$$

$$= \text{Rp } 406.207.533.813,01 + \text{Rp } 257.861$$

$$= \text{Rp } 406.207.881.405$$

Hasil perhitungan biaya langsung pada pekerjaan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Hasil Perhitungan Biaya Langsung Pada Penambahan Lembur 3 Jam

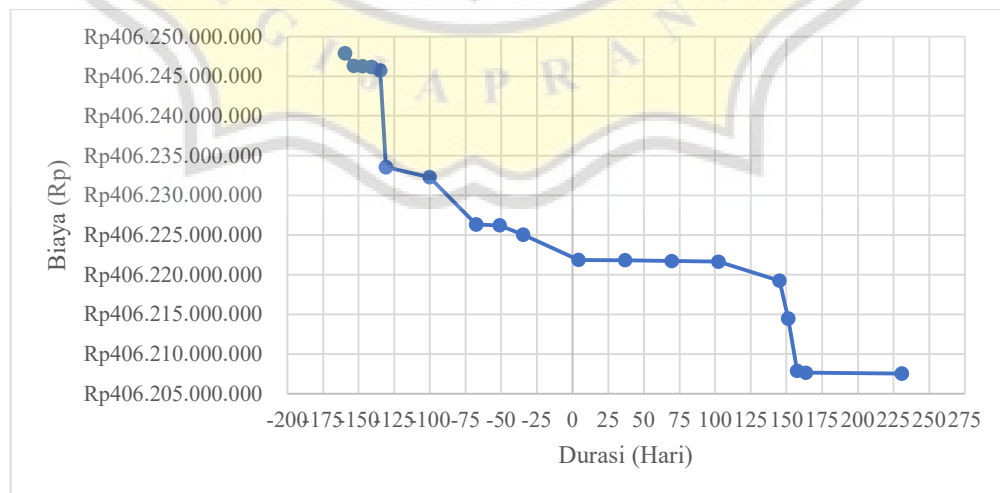
Item Pekerjaan	Durasi (Hari)			Durasi	Cost Variance	Biaya Langsung
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif		
				231		Rp 406.207.533.813
Mobilisasi	231	164	67	164	Rp 89.730	Rp 406.207.623.543
Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	21	15	6	157	Rp 257.861	Rp 406.207.881.405
<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	21	15	6	151	Rp 6.600.489	Rp 406.214.481.894
Aspal Pen. 60/70	21	15	6	145	Rp 4.760.116	Rp 406.219.242.010
Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	147	104	43	102	Rp 2.374.215	Rp 406.221.616.226
Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	112	79	33	70	Rp 105.942	Rp 406.221.722.168
Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	112	79	33	37	Rp 82.388	Rp 406.221.804.556



Evaluasi Pelaksanaan Konstruksi dari Aspek Biaya dan Waktu Dengan Menggunakan *Crashing Method* (Studi Kasus Pada Proyek Jalan Tol Ruas Pekanbaru – Dumai Seksi 4C)

Item Pekerjaan	Durasi (Hari)			Durasi	Cost Variance	Biaya Langsung
	Normal	Crash	Selisih	Kumulatif		
Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	112	79	33	4	Rp 54.953	Rp 406.221.859.509
Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	133	94	39	-35	Rp 3.173.279	Rp 406.225.032.788
Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak <i>Pier</i>)	56	40	16	-51	Rp 1.196.402	Rp 406.226.229.190
Beton Struktur kelas E	56	40	16	-67	Rp 84.969	Rp 406.226.314.159
Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	112	79	33	-100	Rp 5.952.577	Rp 406.232.266.736
Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	105	74	31	-131	Rp 1.280.264	Rp 406.233.547.000
Sambungan Ekspansi Tipe A (<i>Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe</i>)	14	10	4	-135	Rp 12.210.842	Rp 406.245.757.842
Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	21	15	6	-141	Rp 404.119	Rp 406.246.161.961
Patok Pengarah, Tipe B	21	15	6	-147	Rp 118.325	Rp 406.246.280.286
Patok Kilometer	21	15	6	-153	Rp 36.483	Rp 406.246.316.770
Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	21	15	6	-159	Rp 1.588.399	Rp 406.247.905.169

Untuk menunjukkan peningkatan biaya langsung akibat penambahan waktu lembur 3 jam, maka dapat dilihat secara visual melalui grafik hubungan antara biaya langsung dengan durasi kumulatif dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Grafik Biaya Langsung Pada Penambahan Lembur 3 Jam



Berdasarkan Gambar 5.3 menunjukkan biaya langsung mengalami kenaikan setelah mengalami percepatan. Kenaikan didasari akibat penambahan jam kerja selama 2 jam. Pada durasi normal, biaya langsung dalam 231 hari sebesar Rp 406.207.533.813 setelah mengalami percepatan dengan durasi kumulatif -159 hari (lebih 159 hari) biaya tersebut menjadi Rp 406.247.905.169 dengan kenaikan sebesar persentase kenaikan sebesar Rp 40.371.356 atau sebesar 0,99%.

2. Analisis biaya tak langsung

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.11/PRT/M/2013 menjelaskan bahwa biaya umum adalah biaya tidak langsung yang dikeluarkan untuk mendukung terwujudnya pekerjaan yang bersangkutan atau biaya yang diperhitungkan sebagai biaya operasional.

Biaya umum (*overhead*) ini dihitung berdasarkan persentase dari biaya langsung yang besarnya tergantung dari lama waktu pelaksanaan pekerjaan, besarnya tingkat bunga, yang berlaku dan lain sebagainya sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Keuntungan ini sudah termasuk biaya resiko pekerjaan selama pelaksanaan dan masa pemeliharaan dalam kontrak pekerjaan. Perhitungan biaya umum dan keuntungan (*overhead and profit*) yang wajar maksimal 15% sebagaimana tertuang dalam contoh penjelasan Perpres No.70 Tahun 2012 Pasal 66 Ayat 8 digunakan jika tidak ada standarisasi yang mengatur. Nilai ini didapatkan dari nilai optimum yang relatif dekat dengan tingkat suku Bunga Bank Indonesia. Perhitungan biaya langsung dibawah ini menggunakan Persamaan 2.21.

Pada proyek ini, nilai persentase dari biaya *overhead and profit* yang digunakan adalah 12%, sehingga untuk mencari biaya tidak langsung diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Tidak Langsung} &= 12\% \times \text{Biaya Langsung} \\ &= 12\% \times \text{Rp } 406.207.533.813 \\ &= \text{Rp } 48.744.904.058 \end{aligned}$$

a. Biaya tidak langsung pada penambahan lembur 1 jam

Untuk perhitungan biaya tidak langsung dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:



Biaya tidak langsung akibat percepatan (Bitumen Lapis Pengikat)

Nilai kumulatif didapatkan melalui persamaan:

$$= \text{Nilai kumulatif sebelumnya} - \text{selisih durasi}$$

$$\text{Lembur 1 Jam} = 208 \text{ hari} - 2 \text{ hari}$$

$$= 206 \text{ hari}$$

Perhitungan biaya tidak langsung pada lembur:

$$\text{Lembur 1 Jam} = (\text{Biaya tidak langsung sebelumnya} / \text{durasi kumulatif sebelumnya}) \times \text{durasi kumulatif}$$

$$= (\text{Rp } 48.744.904.058 / 208) \times 206$$

$$= \text{Rp } 43.367.529.555$$

Hasil perhitungan biaya tidak langsung pada pekerjaan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.15.

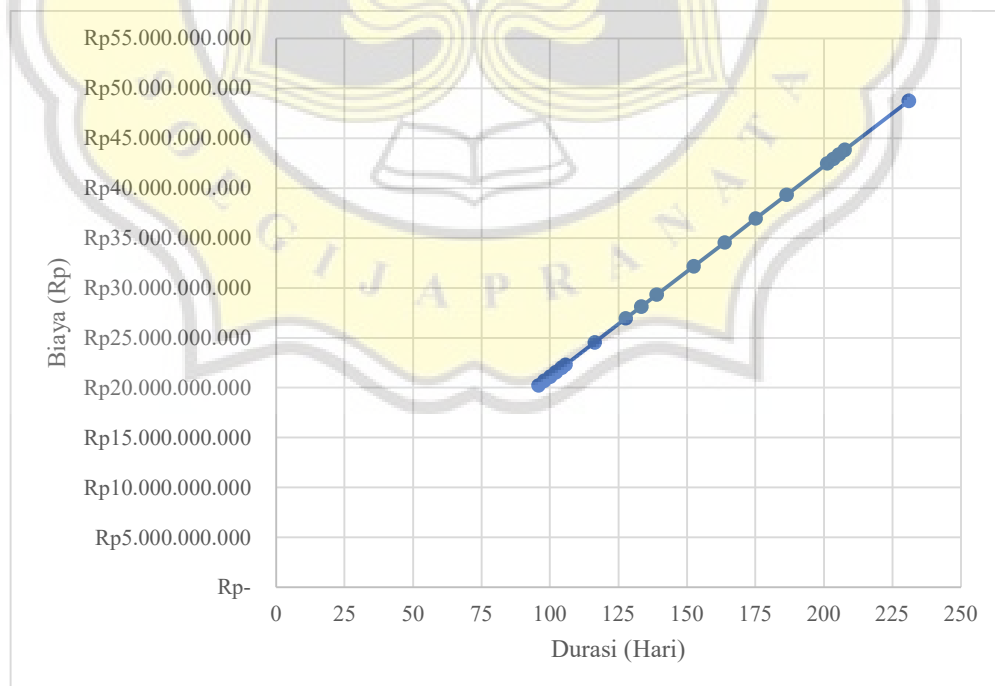
Tabel 5.15 Hasil Perhitungan Biaya Tidak Langsung Pada Lembur 1 Jam

Item Pekerjaan	Durasi (Hari)			Durasi Kumulatif	Biaya Tidak Langsung
	Normal	<i>Crash</i>	Selisih		
				231	Rp 48.744.904.058
Mobilisasi	231	208	23	208	Rp 43.815.644.097
Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	21	19	2	206	Rp 43.367.529.555
<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	21	19	2	203	Rp 42.919.415.013
Aspal Pen. 60/70	21	19	2	201	Rp 42.471.300.471
Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	147	132	15	186	Rp 39.334.498.678
Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	112	101	11	175	Rp 36.944.554.454
Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	112	101	11	164	Rp 34.554.610.231
Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	112	101	11	152	Rp 32.164.666.007
Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	133	120	13	139	Rp 29.326.607.242
Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak <i>Pier</i>)	56	50	6	133	Rp 28.131.635.130



Item Pekerjaan	Durasi (Hari)			Durasi Kumulatif	Biaya Tidak Langsung
	Normal	<i>Crash</i>	Selisih		
Beton Struktur kelas E	56	50	6	128	Rp 26.936.663.019
Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	112	101	11	116	Rp 24.546.718.795
Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	105	94	11	106	Rp 22.306.146.086
Sambungan Ekspansi Tipe A (<i>Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe</i>)	14	13	1	104	Rp 22.007.403.058
Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	21	19	2	102	Rp 21.559.288.516
Patok Pengarah, Tipe B	21	19	2	100	Rp 21.111.173.974
Patok Kilometer	21	19	2	98	Rp 20.663.059.432
Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	21	19	2	96	Rp 20.214.944.890

Berdasarkan Tabel 5.15 menunjukkan penurunan biaya tidak langsung pada penambahan lembur 1 jam sebesar Rp 20.214.944.890 dengan durasi kumulatif 96 hari. Untuk grafik biaya tidak langsung dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Grafik Biaya Tidak Langsung Pada Penambahan Lembur 1 Jam



Pada Gambar 5.4 menunjukkan biaya tidak langsung mengalami penurunan berdasarkan durasi kumulatif. Biaya tidak langsung selama 231 hari adalah sebesar Rp 43.367.529.555, sehingga untuk biaya tidak langsung dengan durasi percepatan 96 hari sebesar Rp 20.214.944.890 dengan penurunan sebesar Rp 28.529.959.168 atau turun sebesar 58,53%.

b. Biaya tidak langsung pada penambahan lembur 2 jam

Untuk perhitungan biaya tidak langsung dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Biaya tidak langsung akibat percepatan (Bitumen Lapis Pengikat)

Nilai kumulatif didapatkan melalui persamaan:

$$= \text{Nilai kumulatif sebelumnya} - \text{selisih durasi}$$

$$\text{Lembur 1 Jam} = 191 \text{ hari} - 4 \text{ hari}$$

$$= 187 \text{ hari}$$

Perhitungan biaya tidak langsung pada lembur:

$$\text{Lembur 1 Jam} = (\text{Biaya tidak langsung sebelumnya} / \text{durasi kumulatif sebelumnya}) \times \text{durasi kumulatif}$$

$$= (\text{Rp } 48.744.904.058 / 191) \times 187$$

$$= \text{Rp } 39.425.353.516$$

Hasil perhitungan biaya tidak langsung pada pekerjaan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.16.

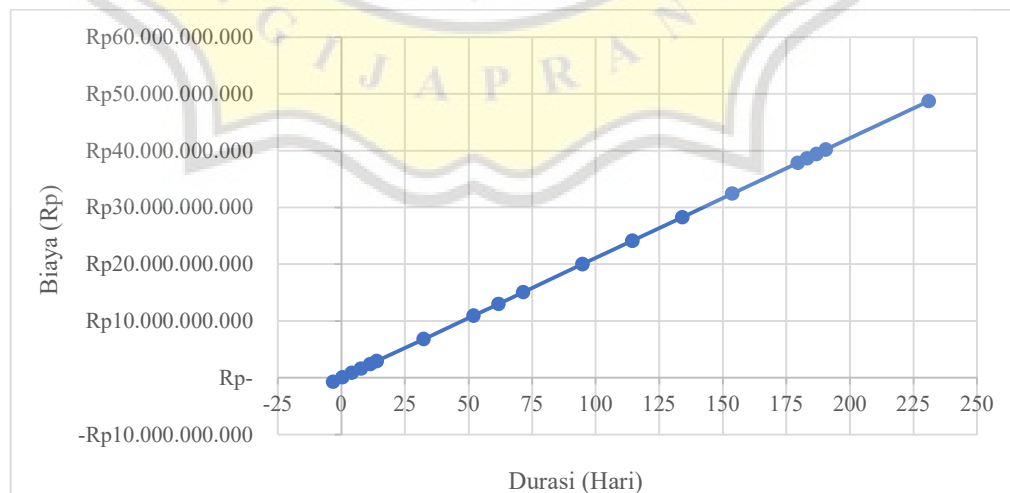
Tabel 5.16 Hasil Perhitungan Biaya Tidak Langsung Pada Lembur 2 Jam

Item Pekerjaan	Durasi (Hari)			Durasi Kumulatif	Biaya Tidak Langsung
	Normal	Crash	Selisih		
				231	Rp 48.744.904.058
Mobilisasi	231	191	40	191	Rp 40.201.982.728
Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	21	17	4	187	Rp 39.425.353.516
<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	21	17	4	183	Rp 38.648.724.304
Aspal Pen. 60/70	21	17	4	179	Rp 37.872.095.093
Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	147	121	26	154	Rp 32.435.690.610
Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	112	92	20	134	Rp 28.293.668.147
Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	112	92	20	114	Rp 24.151.645.684



Item Pekerjaan	Durasi (Hari)			Durasi Kumulatif	Biaya Tidak Langsung
	Normal	Crash	Selisih		
Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	112	92	20	95	Rp 20.009.623.221
Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	133	110	23	72	Rp 15.090.971.547
Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak <i>Pier</i>)	56	46	10	62	Rp 13.019.960.315
Beton Struktur kelas E	56	46	10	52	Rp 10.948.949.084
Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	112	92	20	32	Rp 6.806.926.621
Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	105	87	18	14	Rp 2.923.780.562
Sambungan Ekspansi Tipe A (<i>Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe</i>)	14	12	2	11	Rp 2.406.027.754
Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	21	17	4	8	Rp 1.629.398.542
Patok Pengarah, Tipe B	21	17	4	4	Rp 852.769.331
Patok Kilometer	21	17	4	0	Rp 76.140.119
Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	21	17	4	-3	-Rp 700.489.093

Berdasarkan Tabel 5.16 menunjukkan penurunan biaya tidak langsung pada penambahan lembur 2 jam sebesar -Rp 700.489.093 (biaya lebih sebesar Rp 700.489.093) dengan durasi kumulatif -3 hari (durasi pekerjaan lebih 3 hari). Untuk grafik biaya tidak langsung dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Grafik Biaya Tidak Langsung Pada Penambahan Lembur 2 Jam



Pada Gambar 5.5 menunjukkan biaya tidak langsung mengalami penurunan berdasarkan durasi kumulatif. Biaya tidak langsung selama 231 hari adalah sebesar Rp 43.367.529.555, sehingga untuk biaya tidak langsung dengan durasi percepatan -3 hari (lebih 3 hari dari target) sebesar -Rp 700.489.093 (lebih -Rp 700.489.093 dari target) dengan penurunan sebesar Rp49.445.393.151 atau turun sebesar 101,44%.

c. Biaya tidak langsung pada penambahan lembur 3 jam

Untuk perhitungan biaya tidak langsung dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Biaya Tidak Langsung akibat percepatan (Bitumen Lapis Pengikat)

Nilai Kumulatif didapatkan melalui persamaan:

$$= \text{Nilai kumulatif sebelumnya} - \text{selisih durasi}$$

$$\text{Lembur 1 Jam} = 164 \text{ hari} - 6 \text{ hari}$$

$$= 157 \text{ hari}$$

Perhitungan biaya tidak langsung pada lembur:

$$\text{Lembur 1 Jam} = (\text{Biaya tidak langsung sebelumnya} / \text{durasi kumulatif sebelumnya}) \times \text{durasi kumulatif}$$

$$= (\text{Rp } 48.744.904.058 / 164) \times 157$$

$$= \text{Rp } 33.215.554.092$$

Hasil perhitungan biaya tidak langsung pada pekerjaan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.17.

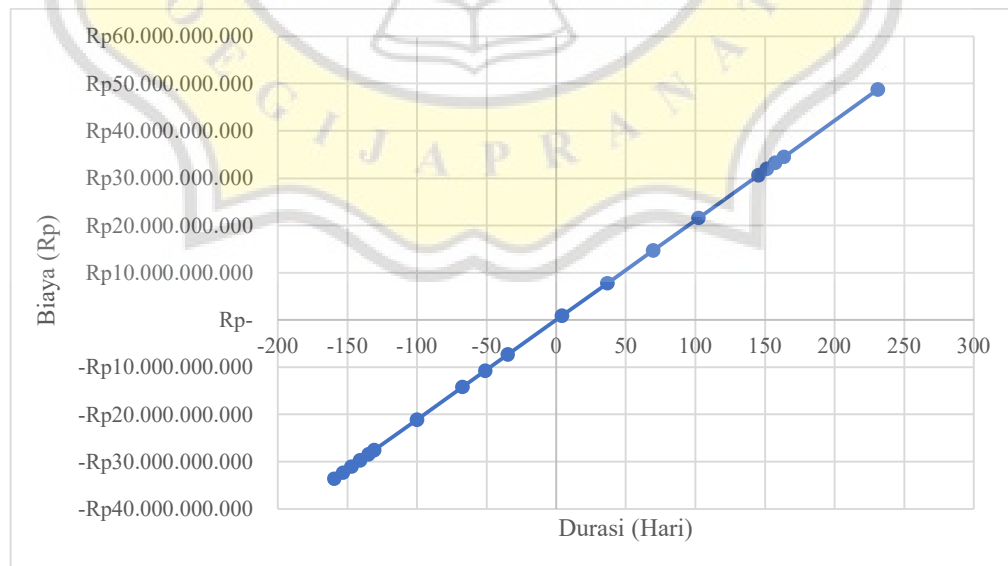
Tabel 5.17 Hasil Perhitungan Biaya Tidak Langsung Pada Lembur 2 Jam

Item Pekerjaan	Durasi (Hari)			Durasi Kumulatif	Biaya Tidak Langsung
	Normal	Crash	Selisih		
				231	Rp 48.744.904.058
Mobilisasi	231	164	67	164	Rp 34.509.666.589
Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	21	15	6	157	Rp 33.215.554.092
<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	21	15	6	151	Rp 31.921.441.595
Aspal Pen. 60/70	21	15	6	145	Rp 30.627.329.098
Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	147	104	43	102	Rp 21.568.541.618
Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	112	79	33	70	Rp 14.666.608.301
Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	112	79	33	37	Rp 7.764.674.983



Item Pekerjaan	Durasi (Hari)			Durasi Kumulatif	Biaya Tidak Langsung
	Normal	Crash	Selisih		
Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	112	79	33	4	Rp 862.741.665
<i>Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)</i>	133	94	39	-35	-Rp 7.333.304.150
<i>Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak Pier)</i>	56	40	16	-51	-Rp 10.784.270.809
Beton Struktur kelas E	56	40	16	-67	-Rp 14.235.237.468
Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	112	79	33	-100	-Rp 21.137.170.786
Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	105	74	31	-131	-Rp 27.607.733.272
<i>Sambungan Ekspansi Tipe A (Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe)</i>	14	10	4	-135	-Rp 28.470.474.936
Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	21	15	6	-141	-Rp 29.764.587.433
Patok Pengarah, Tipe B	21	15	6	-147	-Rp 31.058.699.930
Patok Kilometer	21	15	6	-153	-Rp 32.352.812.428
Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	21	15	6	-159	-Rp 33.646.924.925

Berdasarkan Tabel 5.17 menunjukkan penurunan biaya tidak langsung pada penambahan lembur 3 jam sebesar -Rp 33.646.924.925 (biaya lebih sebesar Rp 33.646.924.925) dengan durasi kumulatif -159 hari (durasi pekerjaan lebih 159 hari). Untuk grafik biaya tidak langsung dapat dilihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Grafik Biaya Tidak Langsung Pada Penambahan Lembur 3 Jam



Pada Gambar 5.6 menunjukkan biaya tidak langsung mengalami penurunan berdasarkan durasi kumulatif. Biaya tidak langsung selama 231 hari adalah sebesar Rp 43.367.529.555, sehingga untuk biaya tidak langsung dengan durasi percepatan -159 hari (lebih 159 hari dari target) sebesar -Rp 33.646.924.925 (lebih Rp 33.646.924.925 dari target) dengan penurunan sebesar Rp 82.391.828.982 atau turun sebesar 169,03%.

3. Analisis biaya total

Dalam menentukan biaya total terhadap total durasi proyek dapat dilakukan dengan perhitungan biaya total dibawah ini menggunakan Persamaan 2.22 sebagai berikut:

Total Biaya = Biaya langsung + biaya tidak langsung

Sehingga nilai dari biaya total proyek adalah sebagai berikut:

Total Biaya = Rp 406.207.533.813 + Rp 48.744.904.058
= Rp 454.952.437.871

a. Biaya total pada penambahan lembur 1 jam

Untuk perhitungan biaya total akibat percepatan pada salah satu item pekerjaan (Bitumen Lapis Pengikat / *Tack Coat*). Perhitungan biaya total pada lembur:

Lembur 1 Jam = Biaya Langsung + Biaya Tidak Langsung
= Rp 406.207.534.226 + Rp 43.815.644.097
= Rp 450.023.178.117

Hasil perhitungan biaya total proyek pada masing-masing item pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Hasil Perhitungan Biaya Total Pada Penambahan Jam Lembur 1 Jam

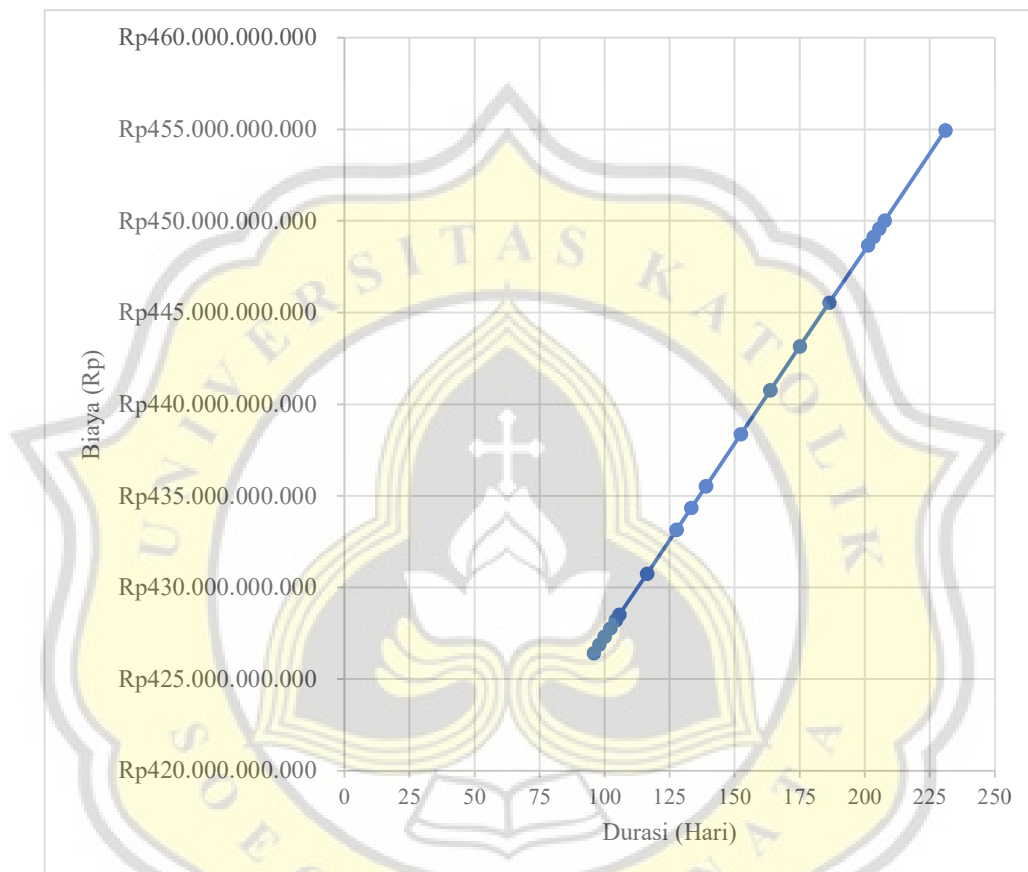
Item Pekerjaan	Durasi Kumulatif	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Biaya Total
	231	Rp 406.207.533.813	Rp 48.744.904.058	Rp 454.952.437.871
Mobilisasi	208	Rp 406.207.534.021	Rp 43.815.644.097	Rp 450.023.178.117
Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	206	Rp 406.207.534.226	Rp 43.367.529.555	Rp 449.575.063.781
<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	203	Rp 406.207.534.430	Rp 42.919.415.013	Rp 449.126.949.442
Aspal Pen. 60/70	201	Rp 406.207.534.631	Rp 42.471.300.471	Rp 448.678.835.102



Item Pekerjaan	Durasi Kumulatif	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Biaya Total
Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	186	Rp 406.207.534.817	Rp 39.334.498.678	Rp 445.542.033.495
Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	175	Rp 406.207.534.992	Rp 36.944.554.454	Rp 443.152.089.447
Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala Pier Beton Bertulang)	164	Rp 406.207.535.156	Rp 34.554.610.231	Rp 440.762.145.387
Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari Pier tipe dinding)	152	Rp 406.207.535.308	Rp 32.164.666.007	Rp 438.372.201.316
Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	139	Rp 406.207.535.447	Rp 29.326.607.242	Rp 435.534.142.689
Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak Pier)	133	Rp 406.207.535.581	Rp 28.131.635.130	Rp 434.339.170.711
Beton Struktur kelas E	128	Rp 406.207.535.708	Rp 26.936.663.019	Rp 433.144.198.727
Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	116	Rp 406.207.535.825	Rp 24.546.718.795	Rp 430.754.254.620
Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	106	Rp 406.207.535.930	Rp 22.306.146.086	Rp 428.513.682.016
Sambungan Ekspansi Tipe A (<i>Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe</i>)	104	Rp 406.207.536.035	Rp 22.007.403.058	Rp 428.214.939.092
Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	102	Rp 406.207.536.137	Rp 21.559.288.516	Rp 427.766.824.653
Patok Pengarah, Tipe B	100	Rp 406.207.536.237	Rp 21.111.173.974	Rp 427.318.710.211
Patok Kilometer	98	Rp 406.207.536.335	Rp 20.663.059.432	Rp 426.870.595.767
Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	96	Rp 406.207.536.431	Rp 20.214.944.890	Rp 426.422.481.321



Pada Tabel 5.18 menunjukkan penurunan dari biaya total berdasarkan penambahan biaya langsung dengan biaya tidak langsung terhadap durasi kumulatif 96 hari sebesar Rp 426.422.481.321. Untuk grafik biaya total dengan durasi kumulatif dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Grafik Biaya Total Penambahan Lembur 1 Jam

Pada Gambar 5.7 menunjukkan biaya total mengalami penurunan berdasarkan durasi kumulatif. Biaya total selama 231 hari sebesar Rp 454.952.437.871, sehingga untuk biaya total dengan percepatan 96 hari sebesar Rp 426.422.481.321 dengan penurunan sebesar Rp 28.529.956.550 atau sebesar 6,69%.

b. Biaya total pada penambahan lembur 2 jam

Untuk perhitungan biaya total akibat percepatan pada salah satu item pekerjaan (Bitumen Lapis Pengikat / *Tack Coat*). Perhitungan biaya total pada lembur:

$$\text{Lembur 2 Jam} = \text{Biaya Langsung} + \text{Biaya Tidak Langsung}$$



$$= \text{Rp } 406.207.534.190 + \text{Rp } 39.425.353.516$$

$$= \text{Rp } 445.632.887.706$$

Hasil perhitungan biaya total proyek pada masing-masing item pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.19.

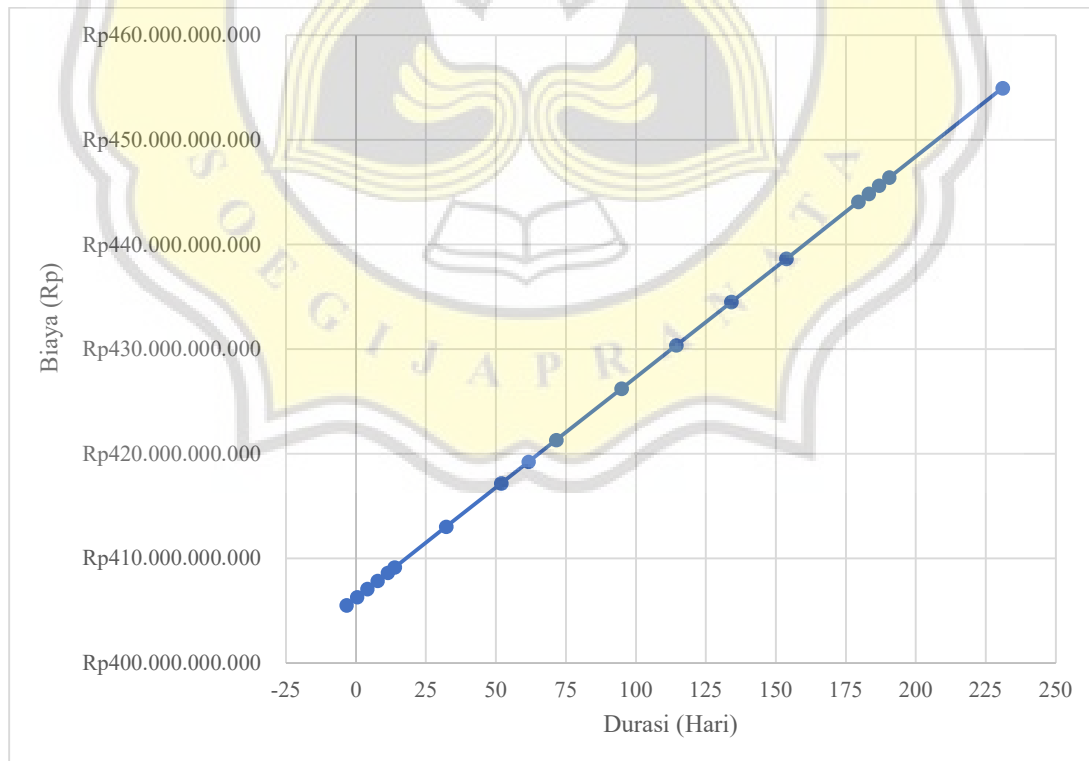
Tabel 5.19 Hasil Perhitungan Biaya Total Pada Penambahan Jam Lembur 2 Jam

Item Pekerjaan	Durasi Kumulatif	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Biaya Total
	231	Rp 406.207.533.813	Rp 48.744.904.058	Rp 454.952.437.871
Mobilisasi	191	Rp 406.207.534.004	Rp 40.201.982.728	Rp 446.409.516.731
Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	187	Rp 406.207.534.190	Rp 39.425.353.516	Rp 445.632.887.706
<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	183	Rp 406.207.534.374	Rp 38.648.724.304	Rp 444.856.258.678
Aspal Pen. 60/70	179	Rp 406.207.534.553	Rp 37.872.095.093	Rp 444.079.629.646
Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	154	Rp 406.207.534.707	Rp 32.435.690.610	Rp 438.643.225.317
Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	134	Rp 406.207.534.841	Rp 28.293.668.147	Rp 434.501.202.988
Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	114	Rp 406.207.534.955	Rp 24.151.645.684	Rp 430.359.180.639
Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	95	Rp 406.207.535.050	Rp 20.009.623.221	Rp 426.217.158.271
Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	72	Rp 406.207.535.122	Rp 15.090.971.547	Rp 421.298.506.668
<i>Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak Pier)</i>	62	Rp 406.207.535.183	Rp 13.019.960.315	Rp 419.227.495.499
Beton Struktur kelas E	52	Rp 406.207.535.235	Rp 10.948.949.084	Rp 417.156.484.319
Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	32	Rp 406.207.535.267	Rp 6.806.926.621	Rp 413.014.461.888
Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	14	Rp 406.207.535.281	Rp 2.923.780.562	Rp 409.131.315.843



Item Pekerjaan	Durasi Kumulatif	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Biaya Total
Sambungan Ekspansi Tipe A (<i>Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe</i>)	11	Rp 406.207.535.293	Rp 2.406.027.754	Rp 408.613.563.047
Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	8	Rp 406.207.535.300	Rp 1.629.398.542	Rp 407.836.933.843
Patok Pengarah, Tipe B	4	Rp 406.207.535.304	Rp 852.769.331	Rp 407.060.304.635
Patok Kilometer	0	Rp 406.207.535.305	Rp 76.140.119	Rp 406.283.675.424
Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	-3	Rp 406.207.535.301	-Rp 700.489.093	Rp 405.507.046.208

Pada Tabel 5.19 menunjukkan penurunan dari biaya total berdasarkan penambahan biaya langsung dengan biaya tidak langsung terhadap durasi kumulatif -3 hari (lebih 3 hari) sebesar Rp 405.507.046.208. Untuk grafik biaya total dengan durasi kumulatif dapat dilihat pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Grafik Biaya Total Penambahan Lembur 2 Jam



Pada Gambar 5.8 menunjukkan biaya total mengalami penurunan berdasarkan durasi kumulatif. Biaya total selama 231 hari sebesar Rp 454.952.437.871, sehingga untuk biaya total dengan percepatan -3 hari (lebih 3 hari) sebesar Rp 405.507.046.208 dengan penurunan sebesar Rp 49.445.391.662 atau sebesar 12,19%.

c. Biaya total pada penambahan lembur 3 jam

Untuk perhitungan biaya total akibat percepatan pada salah satu item pekerjaan (Bitumen Lapis Pengikat / *Tack Coat*). Perhitungan biaya total pada lembur:

$$\begin{aligned}\text{Lembur 3 Jam} &= \text{Biaya Langsung} + \text{Biaya Tidak Langsung} \\ &= \text{Rp } 406.207.881.405 + \text{Rp } 33.215.554.092 \\ &= \text{Rp } 439.423.435.497\end{aligned}$$

Hasil perhitungan biaya total proyek pada masing-masing item pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.20.

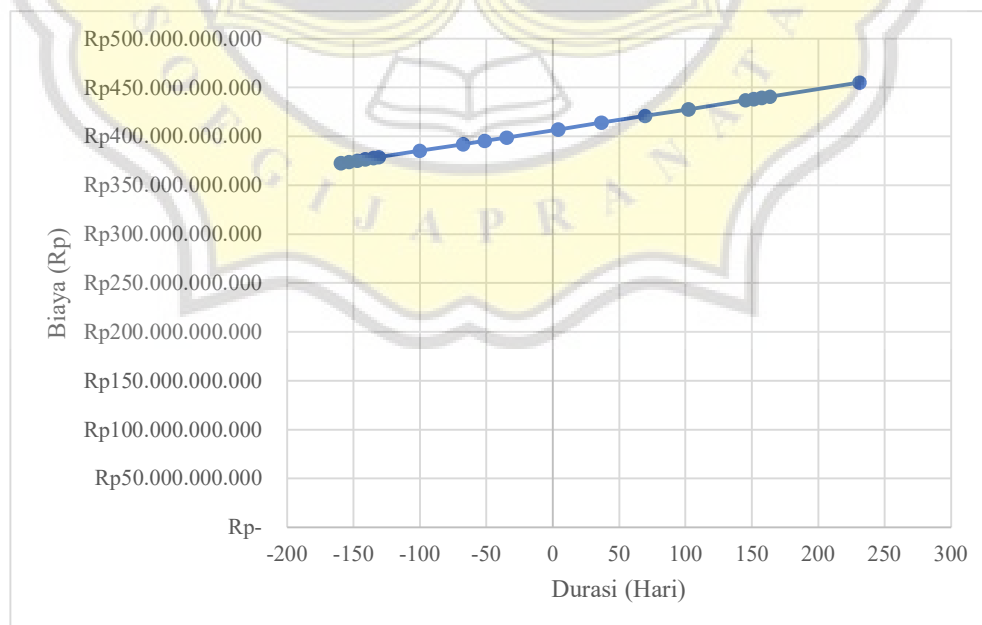
Tabel 5.20 Hasil Perhitungan Biaya Total Pada Penambahan Jam Lembur 3 Jam

Item Pekerjaan	Durasi Kumulatif	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Biaya Total
	231	Rp 406.207.533.813	Rp 48.744.904.058	Rp 454.952.437.871
Mobilisasi	164	Rp 406.207.623.543	Rp 34.509.666.589	Rp 440.717.290.133
Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	157	Rp 406.207.881.405	Rp 33.215.554.092	Rp 439.423.435.497
<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	151	Rp 406.214.481.894	Rp 31.921.441.595	Rp 438.135.923.489
Aspal Pen. 60/70	145	Rp 406.219.242.010	Rp 30.627.329.098	Rp 436.846.571.108
Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	102	Rp 406.221.616.226	Rp 21.568.541.618	Rp 427.790.157.844
Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	70	Rp 406.221.722.168	Rp 14.666.608.301	Rp 420.888.330.468
Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala Pier Beton Bertulang)	37	Rp 406.221.804.556	Rp 7.764.674.983	Rp 413.986.479.538
Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	4	Rp 406.221.859.509	Rp 862.741.665	Rp 407.084.601.174
Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	-35	Rp 406.225.032.788	-Rp 7.333.304.150	Rp 398.891.728.638
Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak <i>Pier</i>)	-51	Rp 406.226.229.190	-Rp 10.784.270.809	Rp 395.441.958.381



Item Pekerjaan	Durasi Kumulatif	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Biaya Total
Beton Struktur kelas E	-67	Rp 406.226.314.159	-Rp 14.235.237.468	Rp 391.991.076.691
Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	-100	Rp 406.232.266.736	-Rp 21.137.170.786	Rp 385.095.095.950
Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	-131	Rp 406.233.547.000	-Rp 27.607.733.272	Rp 378.625.813.729
Sambungan Ekspansi Tipe A (<i>Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe</i>)	-135	Rp 406.245.757.842	-Rp 28.470.474.936	Rp 377.775.282.906
Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	-141	Rp 406.246.161.961	-Rp 29.764.587.433	Rp 376.481.574.528
Patok Pengarah, Tipe B	-147	Rp 406.246.280.286	-Rp 31.058.699.930	Rp 375.187.580.356
Patok Kilometer	-153	Rp 406.246.316.770	-Rp 32.352.812.428	Rp 373.893.504.342
Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	-159	Rp 406.247.905.169	-Rp 33.646.924.925	Rp 372.600.980.244

Pada Tabel 5.20 menunjukkan penurunan dari biaya total berdasarkan penambahan biaya langsung dengan biaya tidak langsung terhadap durasi kumulatif -159 hari (lebih 159 hari) sebesar Rp 372.600.980.244. Untuk grafik biaya total dengan durasi kumulatif dapat dilihat pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Grafik Biaya Total Penambahan Lembur 2 Jam



Pada Gambar 5.9 menunjukkan biaya total mengalami penurunan berdasarkan durasi kumulatif. Biaya total selama 231 hari sebesar Rp 454.952.437.871, sehingga untuk biaya total dengan percepatan -159 hari (lebih 159 hari) sebesar Rp 372.600.980.244 dengan penurunan sebesar Rp 82.351.457.627 atau sebesar 22,10%.

5.2.4 Efisiensi waktu dan biaya

Berdasarkan hasil analisis durasi percepatan dan biaya total proyek dapat dihitung efisiensi waktu dan biaya dari masing - masing waktu lembur. Perhitungan efisiensi waktu dan biaya sebagai berikut:

Efisiensi waktu dan biaya pada salah satu item pekerjaan (Bitumen Lapis Pengikat / *Tack Coat*). Perhitungan efisiensi waktu lembur dibawah ini menggunakan Persamaan 2.23.

Perhitungan efisiensi waktu lembur:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Jam } (Et) &= \left(\frac{\text{durasi proyek} - \text{durasi kumulatif pekerjaan}}{\text{durasi proyek}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{231 - 206}{231} \right) \times 100\% \\ &= 10,83\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi waktu diatas, didapatkan efisiensi waktu pengerjaan proyek dengan penambahan lembur 1 jam sebesar 10,83% atau penambahan lembur 1 jam lebih cepat 10,83% dibandingkan dengan durasi normal proyek. Perhitungan efisiensi waktu lembur dibawah ini menggunakan Persamaan 2.24.

Perhitungan efisiensi biaya lembur:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Jam} &= \left(\frac{\text{Biaya Total Kumulatif Pekerjaan} - \text{Biaya Proyek}}{\text{Biaya Total Kumulatif Pekerjaan}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{\text{Rp } 449.575.063.781 - \text{Rp } 406.207.534.226}{\text{Rp } 449.575.063.781} \right) \times 100\% \\ &= 10,71\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi biaya diatas, didapatkan efisiensi waktu pengerjaan proyek dengan penambahan lembur 1 jam sebesar 10,71% atau penambahan lembur 1 jam lebih mahal 10,71% dibandingkan dengan biaya normal proyek.



Hasil perhitungan efisiensi waktu dan biaya pada masing - masing pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.21.

Tabel 5.21 Hasil Perhitungan Efisiensi Waktu dan Biaya Akibat Penambahan Lembur 1 Jam

Item Pekerjaan	Durasi Kumulatif	Biaya Total	Efisiensi Waktu	Efisiensi Biaya
	231	Rp 454.952.437.871	0,00%	0,00%
Mobilisasi	208	Rp 450.023.178.117	10,11%	9,74%
Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	206	Rp 449.575.063.781	11,03%	9,65%
<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	203	Rp 449.126.949.442	11,95%	9,56%
Aspal Pen. 60/70	201	Rp 448.678.835.102	12,87%	9,47%
Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	186	Rp 445.542.033.495	19,31%	8,83%
Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	175	Rp 443.152.089.447	24,21%	8,34%
Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	164	Rp 440.762.145.387	29,11%	7,84%
Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	152	Rp 438.372.201.316	34,01%	7,34%
Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	139	Rp 435.534.142.689	39,84%	6,73%
Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak <i>Pier</i>)	133	Rp 434.339.170.711	42,29%	6,48%
Beton Struktur kelas E	128	Rp 433.144.198.727	44,74%	6,22%
Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	116	Rp 430.754.254.620	49,64%	5,70%
Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	106	Rp 428.513.682.016	54,24%	5,21%
Sambungan Ekspansi Tipe A (<i>Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe</i>)	104	Rp 428.214.939.092	54,85%	5,14%
Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	102	Rp 427.766.824.653	55,77%	5,04%
Patok Pengarah, Tipe B	100	Rp 427.318.710.211	56,69%	4,94%
Patok Kilometer	98	Rp 426.870.595.767	57,61%	4,84%
Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	96	Rp 426.422.481.321	58,53%	4,74%

Tabel 5.21 menunjukkan efisiensi waktu setelah mengalami penambahan percepatan durasi 96 hari sebesar 58,53% dan efisiensi biaya sebesar 4,74% dari biaya total proyek. Untuk hasil perhitungan efisiensi penambahan lembur 2 jam ditunjukkan oleh Tabel 5.22.



Tabel 5.22 Hasil Perhitungan Efisiensi Waktu dan Biaya Akibat Penambahan Lembur 2 Jam

Item Pekerjaan	Durasi Kumulatif	Biaya Total Kumulatif Pekerjaan	Efisiensi Waktu	Efisiensi Biaya
	231	Rp 454.952.437.871	0,00%	0,00%
Mobilisasi	191	Rp 446.409.516.731	17,53%	9,01%
Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	187	Rp 445.632.887.706	19,12%	8,85%
<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	183	Rp 444.856.258.678	20,71%	8,69%
Aspal Pen. 60/70	179	Rp 444.079.629.646	22,31%	8,53%
Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	154	Rp 438.643.225.317	33,46%	7,39%
Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	134	Rp 434.501.202.988	41,96%	6,51%
Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	114	Rp 430.359.180.639	50,45%	5,61%
Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	95	Rp 426.217.158.271	58,95%	4,69%
Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	72	Rp 421.298.506.668	69,04%	3,58%
Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak <i>Pier</i>)	62	Rp 419.227.495.499	73,29%	3,11%
Beton Struktur kelas E	52	Rp 417.156.484.319	77,54%	2,62%
Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	32	Rp 413.014.461.888	86,04%	1,65%
Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	14	Rp 409.131.315.843	94,00%	0,71%
Sambungan Ekspansi Tipe A (<i>Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe</i>)	11	Rp 408.613.563.047	95,06%	0,59%
Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	8	Rp 407.836.933.843	96,66%	0,40%
Patok Pengarah, Tipe B	4	Rp 407.060.304.635	98,25%	0,21%
Patok Kilometer	0	Rp 406.283.675.424	99,84%	0,02%
Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	-3	Rp 405.507.046.208	101,44%	-0,17%

Tabel 5.22 menunjukkan efisiensi waktu setelah mengalami penambahan percepatan durasi -3 hari (lebih 3 hari) sebesar 101,44% dan efisiensi biaya sebesar -0,17% dari biaya total proyek. Semakin cepat proyek diselesaikan, maka semakin banyak biaya yang diperlukan. Untuk hasil perhitungan efisiensi penambahan lembur 3 jam ditunjukkan oleh Tabel 5.23.



**Tabel 5.23 Hasil Perhitungan Efisiensi Waktu dan Biaya Akibat Penambahan
Lembur 3 Jam**

Item Pekerjaan	Durasi Kumulatif	Biaya Total Kumulatif Pekerjaan	Efisiensi Waktu	Efisiensi Biaya
	231	Rp454.952.437.871	0,00%	0,00%
Mobilisasi	164	Rp440.717.290.133	29,20%	7,83%
Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	157	Rp439.423.435.497	31,86%	7,56%
<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	151	Rp438.135.923.489	34,51%	7,29%
Aspal Pen. 60/70	145	Rp436.846.571.108	37,17%	7,01%
Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	102	Rp427.790.157.844	55,75%	5,05%
Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	70	Rp420.888.330.468	69,91%	3,49%
Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	37	Rp413.986.479.538	84,07%	1,88%
Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	4	Rp407.084.601.174	98,23%	0,22%
<i>Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)</i>	-35	Rp398.891.728.638	115,04%	-1,83%
<i>Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak <i>Pier</i>)</i>	-51	Rp395.441.958.381	122,12%	-2,72%
Beton Struktur kelas E	-67	Rp391.991.076.691	129,20%	-3,63%
Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	-100	Rp385.095.095.950	143,36%	-5,48%
Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	-131	Rp378.625.813.729	156,64%	-7,28%
<i>Sambungan Ekspansi Tipe A (Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe)</i>	-135	Rp377.775.282.906	158,41%	-7,53%
Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	-141	Rp376.481.574.528	161,06%	-7,90%
Patok Pengarah, Tipe B	-147	Rp375.187.580.356	163,72%	-8,27%
Patok Kilometer	-153	Rp373.893.504.342	166,37%	-8,64%
Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	-159	Rp372.600.980.244	169,03%	-9,02%



Tabel 5.23 menunjukkan efisiensi waktu setelah mengalami penambahan percepatan durasi -159 hari (lebih 159 hari) sebesar 169,03% dan efisiensi biaya sebesar -9,02% dari biaya total proyek. Yang dimana artinya semakin cepat proyek diselesaikan, maka semakin banyak biaya yang diperlukan.

5.3 Perbandingan Waktu dan Biaya Percepatan

Setelah semua penjabaran hasil dan biaya penambahan jam kerja (lembur), berikut ini merupakan perbandingan antara waktu dan biaya normal serta waktu dan biaya penambahan jam kerja (lembur).

a. Perbandingan Waktu / Durasi

Berdasarkan hasil perhitungan produktivitas per jam, produktivitas harian dan produktivitas penambahan per jam lembur didapatkan hasil perbandingan waktu pekerjaan normal dengan waktu pekerjaan dengan penambahan jam lembur pada setiap item pekerjaan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.24.

Tabel 5.24 Hasil Perbandingan Waktu Pekerjaan Normal Dengan Waktu Pekerjaan Dengan Penambahan Jam Kerja (lembur)

No	Item Pekerjaan	Durasi (Hari)	Durasi <i>Crashing</i> (Hari)			Selisih (Hari)		
			L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam	L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam
1	Mobilisasi	231	208	191	164	23	40	67
2	Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	21	19	17	15	2	4	6
3	<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	21	19	17	15	2	4	6
4	Aspal Pen. 60/70	21	19	17	15	2	4	6
5	Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	147	132	121	104	15	26	43
6	Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	112	101	92	79	11	20	33
7	Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	112	101	92	79	11	20	33



No	Item Pekerjaan	Durasi (Hari)	Durasi <i>Crashing</i> (Hari)			Selisih (Hari)		
			L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam	L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam
8	Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	112	101	92	79	11	20	33
9	Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	133	120	110	94	13	23	39
10	Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak <i>Pier</i>)	56	50	46	40	6	10	16
11	Beton Struktur kelas E	56	50	46	40	6	10	16
12	Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	112	101	92	79	11	20	33
13	Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat <i>Pretensioned</i> , dia 60 cm	105	94	87	74	11	18	31
14	<i>Sambungan Ekspansi Tipe A (Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe)</i>	14	13	12	10	1	2	4
15	Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	21	19	17	15	2	4	6
16	Patok Pengarah, Tipe B	21	19	17	15	2	4	6
17	Patok Kilometer	21	19	17	15	2	4	6
18	Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	21	19	17	15	2	4	6

Berdasarkan Tabel 5.24 diatas, dapat diketahui bahwa dengan adanya penambahan jam kerja (lembur) durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap item pekerjaan pada lintasan kritis mengalami percepatan, atau memerlukan waktu lebih sedikit dibandingkan dengan tanpa adanya penambahan jam kerja.

b. Perbandingan biaya

Berdasarkan hasil perhitungan upah normal per jam, upah normal per hari, biaya lembur dan upah percepatan per hari didapatkan hasil perbandingan biaya pekerjaan normal dengan biaya pekerjaan dengan penambahan upah jam lembur pada setiap item pekerjaan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.25.



Tabel 5.25 Hasil Perbandingan Biaya Pekerjaan Normal dengan Biaya Pekerjaan dengan Penambahan Jam Kerja (lembur)

No	Uraian Pekerjaan	Biaya Normal Per Hari	Biaya Percepatan Per Hari			Cost variance (Selisih)		
			L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam	L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam
1	Mobilisasi	Rp 30.149.351	Rp 30.173.823	Rp 30.206.452	Rp 30.239.081	Rp 24.472	Rp 57.101	Rp 89.730
2	Bitumen Lapis Pengikat (<i>Tack Coat</i>)	Rp 7.876.496	Rp 7.946.822	Rp 8.040.589	Rp 8.134.357	Rp 70.326	Rp 164.094	Rp 257.861
3	<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>	Rp 201.614.949	Rp 203.415.083	Rp 205.815.261	Rp 208.215.439	Rp 1.800.133	Rp 4.200.311	Rp 6.600.489
4	Aspal Pen. 60/70	Rp 145.399.915	Rp 146.698.129	Rp 148.429.080	Rp 150.160.031	Rp 1.298.214	Rp 3.029.165	Rp 4.760.116
5	Batang Baja Tulangan Ulir BJTD - 40	Rp 507.650.379	Rp 508.297.892	Rp 509.161.243	Rp 510.024.594	Rp 647.513	Rp 1.510.864	Rp 2.374.215
6	Beton Struktur Kelas B-1-1a (Lantai Beton Bertulang dari Gelagar Beton Pratekan U/I)	Rp 17.258.933	Rp 17.287.827	Rp 17.326.351	Rp 17.364.875	Rp 28.893	Rp 67.418	Rp 105.942
7	Beton Struktur Kelas B-1-3 (Kepala <i>Pier</i> Beton Bertulang)	Rp 13.421.785	Rp 13.444.254	Rp 13.474.213	Rp 13.504.173	Rp 22.470	Rp 52.429	Rp 82.388
8	Beton Struktur Kelas B-1-4a (Kolom Beton Bertulang dari <i>Pier</i> tipe dinding)	Rp 8.952.365	Rp 8.967.352	Rp 8.987.335	Rp 9.007.318	Rp 14.987	Rp 34.970	Rp 54.953
9	Beton Struktur Kelas B-1-5 (Pelat Beton Bertulang diatas Tiang Pancang)	Rp 613.885.214	Rp 614.750.654	Rp 615.904.573	Rp 617.058.493	Rp 865.440	Rp 2.019.359	Rp 3.173.279
10	<i>Beton Struktur Kelas B-1-9 (Abutmen, Telapak Pier)</i>	Rp 97.452.388	Rp 97.778.679	Rp 98.213.735	Rp 98.648.790	Rp 326.291	Rp 761.347	Rp 1.196.402



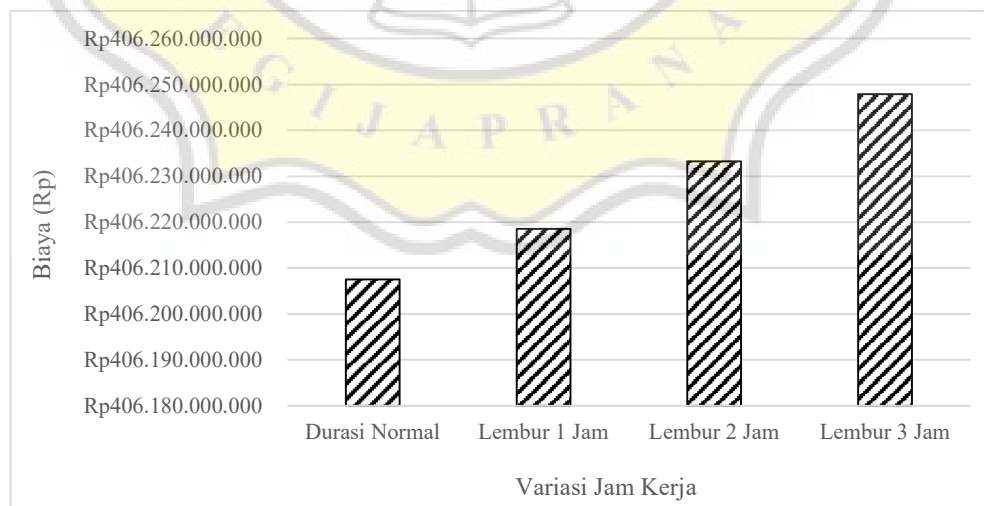
No	Uraian Pekerjaan	Biaya Normal Per Hari	Biaya Percepatan Per Hari			Cost variance (Selisih)		
			L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam	L. 1 Jam	L. 2 Jam	L. 3 Jam
11	Beton Struktur kelas E	Rp 6.921.138	Rp 6.944.312	Rp 6.975.210	Rp 7.006.108	Rp 23.173	Rp 54.071	Rp 84.969
12	Penyediaan Tiang Pancang Beton Bulat Pretensioned, dia 60 cm	Rp 969.728.856	Rp 971.352.286	Rp 973.516.859	Rp 975.681.433	Rp 1.623.430	Rp 3.788.003	Rp 5.952.577
13	Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat Pretensioned, dia 60 cm	Rp 195.531.267	Rp 195.880.430	Rp 196.345.981	Rp 196.811.531	Rp 349.163	Rp 814.714	Rp 1.280.264
14	<i>Sambungan Ekspansi Tipe A (Surface Rubber Joint with Load - supporting Tipe)</i>	Rp 248.657.143	Rp 251.987.372	Rp 256.427.679	Rp 260.867.985	Rp 3.330.230	Rp 7.770.536	Rp 12.210.842
15	Marka Jalan Tipe A (Penerapan Umum)	Rp 12.344.008	Rp 12.454.223	Rp 12.601.175	Rp 12.748.128	Rp 110.214	Rp 257.167	Rp 404.119
16	Patok Pengarah, Tipe B	Rp 3.614.286	Rp 3.646.556	Rp 3.689.583	Rp 3.732.611	Rp 32.270	Rp 75.298	Rp 118.325
17	Patok Kilometer	Rp 1.114.405	Rp 1.124.355	Rp 1.137.622	Rp 1.150.888	Rp 9.950	Rp 23.217	Rp 36.483
18	Pagar RUMIJA, Tipe 2 (Kawat Berduri)	Rp 48.518.367	Rp 48.951.567	Rp 49.529.167	Rp 50.106.766	Rp 433.200	Rp 1.010.799	Rp 1.588.399



Berdasarkan Tabel 5.25 diatas, dapat diketahui bahwa dengan adanya penambahan jam kerja (lembur) biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap item pekerjaan pada lintasan kritis per hari mengalami kenaikan atau dengan kata lain lebih mahal dan memerlukan biaya yang lebih banyak dibandingkan dengan tanpa adanya penambahan jam kerja.

5.4 Pembahasan

1. Apabila dilihat dari segi biaya dan waktu pelaksanaan kinerja proyek akan lebih efisien apabila dilakukan penambahan jam kerja. Semakin banyak penambahan jam kerja, maka waktu penyelesaian proyek akan semakin cepat. Namun sudah pasti biaya yang harus dikeluarkan juga semakin besar.
2. Berdasarkan hasil perhitungan pada Sub-Bab 5.2 dapat diidentifikasi bahwa estimasi waktu total dan total biaya proyek dengan adanya penambahan jam lembur adalah sebagai berikut:
 - a. Estimasi waktu normal selama 231 hari memerlukan biaya sebesar Rp 406.207.533.813.
 - b. Estimasi waktu dan biaya dengan penambahan 1 jam – 3 jam lembur dapat dilihat pada Gambar 5.10 secara mendetail pada Sub Bab 5.2.3. Analisis biaya proyek untuk perbandingan waktu dan biaya juga dijelaskan dalam bentuk grafik dan persentase.



Gambar 5.10 Grafik Peningkatan Biaya Proyek Antara Durasi Normal dan Penambahan Jam Kerja



3. Total biaya *crashing* akibat adanya penambahan waktu dengan penambahan jam kerja pada proyek ini dapat dibagi menjadi 3, sebagai berikut:
- Total biaya akibat penambahan 1 jam lembur yaitu sebesar Rp 406.218.544.183
 - Total biaya akibat penambahan 2 jam lembur yaitu sebesar Rp 406.233.224.676.
 - Total biaya akibat penambahan 3 jam lembur yaitu sebesar Rp 406.247.905.169.

