

BAB V

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 DATA PROYEK

Proyek yang menjadi objek penelitian ini adalah proyek pembangunan *workshop* konstruksi milik PT Buana Masa Metalindo yang terletak di Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Bangunan *workshop* menggunakan struktur baja sebagai material utama dalam pembangunannya. Material baja tersebut juga diproduksi sendiri oleh PT Buana Masa Metalindo di *workshop* lama yang juga terletak tidak jauh dari lokasi proyek *workshop* baru. Sedangkan struktur bawah pada proyek *workshop* ini menggunakan pondasi tiang pancang.

5.1.1 Gambaran Umum Proyek

1. Nama Proyek : Proyek *Workshop* (Bengkel Konstruksi) PT Buana Masa Metalindo
2. Lokasi Proyek : Kp. Kedep, Gn. Putri Bogor



Gambar 5.1 Peta Lokasi Proyek Pembangunan Workshop PT Buana Masa Metalindo, Bogor (Sumber: Google Maps)

3. Pemilik Proyek : PT Buana Masa Metalindo
4. Kontraktor : PT Buana Masa Metalindo
5. Tipe Proyek : Milik Sendiri
6. Luas Lahan : 13.000 m²
7. Luas Bangunan : 4.200 m²
8. Jenis Pekerjaan : Pekerjaan Konstruksi Baja
9. Mulai Proyek : 4 April 2016
10. Waktu Pelaksanaan : 121 Hari Kerja

5.1.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya dalam proyek bangunan adalah sebuah perhitungan biaya bangunan berdasarkan gambar bangunan dan spesifikasi pekerjaan konstruksi yang akan dibangun, sehingga dengan adanya RAB dapat dijadikan acuan pelaksanaan pekerjaan nantinya.

Untuk menghitung RAB diperlukan data-data, antara lain :

1. Gambar Rencana Bangunan
2. Spesifikasi Teknis Pekerjaan yang biasa disebut juga sebagai Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS)
3. Volume masing-masing pekerjaan yang akan dilaksanakan
4. Daftar harga bahan bangunan dan upah pekerja saat pekerjaan dilaksanakan
5. Analisa SNI atau harga satuan pekerjaan
6. Metode kerja pelaksanaan

RAB proyek pembangunan *workshop* PT Buana Masa Metalindo ditampilkan pada Tabel 5.1 adapun volume dan harga satuan pekerjaan ditampilkan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.1 Rekapitulasi RAB Pembangunan *Workshop* PT BMM

No	Jenis Pekerjaan	Biaya
A	Pekerjaan Persiapan	
1	Pekerjaan Tanah Cut & Fill	Rp 390.000.000,00
2	Pekerjaan DPT Keliling	Rp 1.110.000.000,00
3	Pekerkerjaan Pagar Kavling Precon	Rp 319.675.000,00
4	Pekerjaan Jalan Masuk dan Saluran	Rp 300.000.000,00
5	Pekerjaan Bowplank & Pengukuran	Rp 5.000.000,00
6	Pembuatan Gudang Bahan & Peralatan	Rp 6.000.000,00
B	Pekerjaan Pondasi dan Lantai Workshop	
1	Pekerjaan Tiang Pancang	Rp 121.500.000,00
2	Pekerjaan Pilecap	Rp 255.000.000,00
3	Pekerjaan Pendestal	Rp 64.150.000,00
4	Pekerjaan Sloof	Rp 587.500.000,00
5	Pekerjaan Lantai Beton	Rp 3.150.000.000,00
C	Pekerjaan Dinding dan Struktur	
1	Pekerjaan Pasangan Bata	Rp 51.133.000,00
2	Pekerjaan Plesteran	Rp 28.037.000,00
3	Pemasangan Kolom	Rp 1.347.818.500,00
4	Pemasangan Rafter	Rp 1.105.654.000,00
D	Pekerjaan Atap dan Talang	
1	Pemasangan Gording	Rp 520.309.000,00
2	Pemasangan Clading C 150	Rp 213.065.000,00
3	Pemasangan Sagrod dan Tali Angin	Rp 66.149.000,00
4	Pemasangan Atap	Rp 437.580.000,00
5	Pemasangan Clading Zincalume	Rp 253.025.000,00
6	Pemasangan Nok Zincalume	Rp 15.660.000,00
7	Pemasangan Talang	Rp 74.675.000,00
BIAYA TOTAL		Rp 10.421.930.500,00

Tabel 5.2 Volume dan Harga Satuan Pekerjaan

No	Kegiatan	Unit	Qty	Harga Satuan
A	Pekerjaan Tanah dan Pondasi			
1	Pekerjaan Tanah Cut & Fill	m2	13.000	Rp 30.000,00
2	Pasang DPT keliling (dinding penahan tanah) = 673 Ml	m3	1.480	Rp 750.000,00
3	Pagar Batas Kavling Precon tinggi 2,5 meter	ml	673	Rp 475.000,00
4	Bowplank & Pengukuran	Ls	1	Rp 5.000.000,00
5	Tiang Pancang 20 cm x 20 cm, 12 meter	ttk	90	Rp 1.350.000,00
6	Pilecap Beton K-300 (150x150x100 cm)	m3	102	Rp 2.500.000,00
7	Sloof beton K-300 (40x60 cm)	m3	157	Rp 2.500.000,00
8	Sloof beton K-300 (30x50 cm)	m3	78	Rp 2.500.000,00
9	Pedestal beton K-250 (45x45x100 cm)	m3	10	Rp 2.500.000,00
10	Dinding Workshop tinggi 2 meter	m2	546	Rp 145.000,00
11	Lantai Beton Pabrik K-300 (84x75 meter)	m3	1.260	Rp 2.500.000,00
B	Pekerjaan Konstruksi Baja			
1	Kolom HB 400 x 400 x 13 x 21	Kg	30.960	Rp 14.500,00
2	Kolom HB 350 x 350 x 12 x 19	Kg	49.320	Rp 14.500,00
3	Kolom WF 300 x 150 x 6,5 x 9	Kg	3.523	Rp 14.500,00
4	Rafter WF 400 x 200 x 8 x 13	Kg	59.400	Rp 14.500,00
5	Tie Beam WF 200 x 100 x 5,5 x 8	Kg	10.752	Rp 14.500,00
6	Gording C 150 x 50 x 20 x 3,2	Kg	34.006	Rp 14.000,00
7	Clading C 150 x 50 x 20 x 2,3	Kg	12.060	Rp 14.000,00
8	Trekstang besi, d = 19 mm	Kg	1.512	Rp 14.500,00
9	Plate Joint & Stiffener	Kg	29.000	Rp 14.500,00
10	Bolt Nut	Ls	1	Rp 21.750.000,00
11	Angkur d = 32 mm	set	270	Rp 145.000,00
12	Atap Zincalume, 0,40 mm	m2	4.698	Rp 90.000,00
13	Clading Zincalume, 0,35 mm	m2	2.784	Rp 75.000,00
14	Atap Fiberglass, 2 mm	m2	123	Rp 120.000,00
15	Atap Nok Zincalume	mtr	174	Rp 90.000,00
16	Talang Plate Sheet Zincalume, 0,50 mm + Rangka	mtr	87	Rp 350.000,00

5.1.3 Rencana Anggaran Pelaksanaan

RAP adalah rencana anggaran yang dibuat kontraktor untuk memperkirakan berapa sebenarnya biaya sesungguhnya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kontrak kerja proyek konstruksi. Dengan perbandingan RAB yang merupakan rencana anggaran biaya bangunan, sedangkan RAP dibuat oleh kontraktor untuk memperkirakan biaya langsung yang akan dianggarkan untuk menjalankan sebuah proyek. Fungsi dari RAP antara lain :

1. Sebagai pedoman kontraktor untuk melakukan perjanjian kontrak dengan sub kontraktor atau pemborong

2. Sebagai acuan untuk negosiasi harga antara kontraktor dengan mandor atau sub kontraktor
3. Untuk mengetahui perkiraan keuntungan atau kerugian yang akan dialami jika menggunakan suatu metode kerja
4. Jika ternyata diperkirakan mengalami kerugian maka kontraktor bisa mencari jalan agar tetap untung
5. Sebagai dasar untuk membuat jadwal kedatangan material dan tenaga kerja.

Dalam penelitian ini, perhitungan biaya menggunakan RAP sebagai acuan perhitungannya. Besarnya RAP diasumsikan sebesar 90% dari RAB yang datanya didapatkan dari dokumen proyek.

$$\text{RAP} = 90\% \times \text{RAB} \quad (5.1)$$

Diambil contoh perhitungan Pekerjaan Pagar Kavling Precon dan Pekerjaan Pemasangan Kolom.

1. RAP Pekerjaan Pekerjaan Pagar Kavling Precon

Diketahui RAB untuk pekerjaan pagar kavling precon adalah sebesar Rp 319.675.000,00 sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 5.1. Maka besar RAP dari pekerjaan pagar kavling precon adalah

$$\begin{aligned} \text{RAP} &= 90\% \times 319.675.000,00 \\ &= \text{Rp } 287.707.500,00 \end{aligned}$$

2. RAP Pekerjaan Pemasangan Kolom

Diketahui RAB untuk pekerjaan pemasangan kolom adalah sebesar Rp 1.347.818.500,00 sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 5.1. Maka besar dari pekerjaan pemasangan kolom adalah

$$\begin{aligned} \text{RAP} &= 90\% \times 1.347.818.500,00 \\ &= \text{Rp } 1.213.036.650,00 \end{aligned}$$

Data rekapitulasi RAP Proyek Workshop PT Buana Masa Metalindo dapat dilihat di Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Rekapitulasi RAP Proyek Workshop PT BMM

No	Jenis Pekerjaan	Biaya
A	Pekerjaan Persiapan	
1	Pekerjaan Tanah Cut & Fill	Rp 351.000.000,00
2	Pekerjaan DPT Keliling	Rp 999.000.000,00
3	Pekerkerjaan Pagar Kavling Precon	Rp 287.707.500,00
4	Pekerjaan Jalan Masuk dan Saluran	Rp 270.000.000,00
5	Pekerjaan Bowplank & Pengukuran	Rp 4.500.000,00
6	Pembuatan Gudang Bahan & Peralatan	Rp 5.400.000,00
B	Pekerjaan Pondasi dan Lantai Workshop	
1	Pekerjaan Tiang Pancang	Rp 109.350.000,00
2	Pekerjaan Pilecap	Rp 229.500.000,00
3	Pekerjaan Pendestal	Rp 57.735.000,00
4	Pekerjaan Sloof	Rp 528.750.000,00
5	Pekerjaan Lantai Beton	Rp 2.835.000.000,00
C	Pekerjaan Dinding dan Struktur	
1	Pekerjaan Pasangan Bata	Rp 46.019.700,00
2	Pekerjaan Plesteran	Rp 25.233.300,00
3	Pemasangan Kolom	Rp 1.213.036.650,00
4	Pemasangan Rafter	Rp 995.088.600,00
D	Pekerjaan Atap dan Talang	
1	Pemasangan Gording	Rp 468.278.100,00
2	Pemasangan Clading C 150	Rp 191.758.500,00
3	Pemasangan Sagrod dan Tali Angin	Rp 59.534.100,00
4	Pemasangan Atap	Rp 393.822.000,00
5	Pemasangan Clading Zincalume	Rp 227.722.500,00
6	Pemasangan Nok Zincalume	Rp 14.094.000,00
7	Pemasangan Talang	Rp 67.207.500,00
BIAYA TOTAL		Rp 9.379.737.450,00

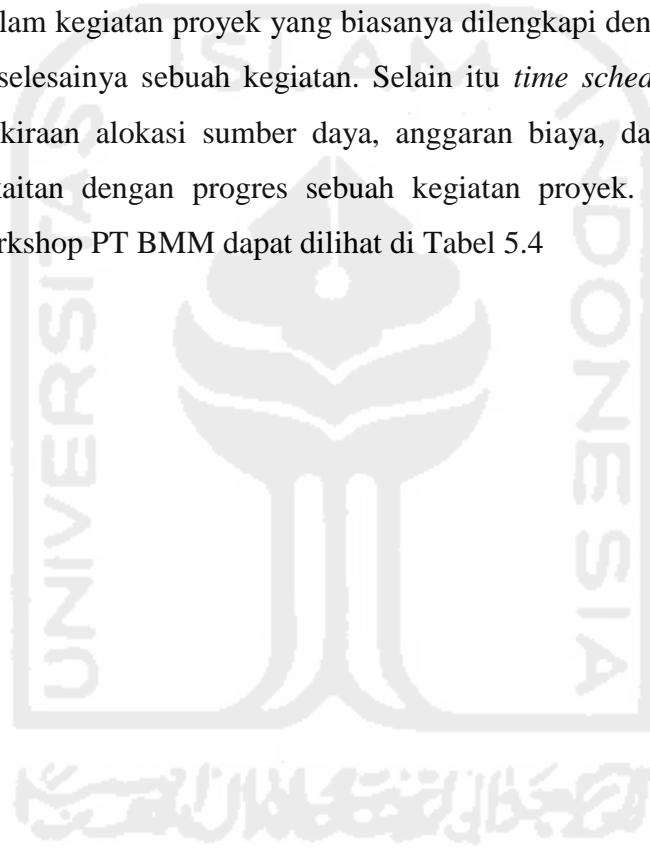
Termasuk di dalam RAB adalah besaran *direct cost* dan *indirect cost*. Menurut Soemardi dan Kusumawardani (2010), semakin besar nilai proyek maka semakin kecil nilai presentase biaya tidak langsung. Dalam penelitian ini diestimasikan *direct cost* sebesar 90% dan biaya tidak langsung proyek sebesar 3% dari besaran RAB.

Direct cost dibagi lagi menjadi biaya material, biaya alat, dan upah pekerja. Dalam penelitian ini percepatan menggunakan waktu lembur sebagai metode percepatannya sehingga upah pekerja menjadi relevan dalam perhitungan.

Menurut Soeharto (1995) porsi biaya tenaga kerja dapat mencapai 25% - 35% dari RAP. Pada penelitian ini besar upah pekerja diasumsikan sebesar 25% dari besar *direct cost*. Sedangkan besaran biaya material dan alat tetap.

5.1.4 Kuva S Proyek

Time schedule dalam manajemen proyek adalah sebuah daftar yang berisi aktivitas dalam kegiatan proyek yang biasanya dilengkapi dengan rencana tanggal mulai dan selesainya sebuah kegiatan. Selain itu *time schedule* juga dilengkapi dengan perkiraan alokasi sumber daya, anggaran biaya, dan juga durasi yang saling berkaitan dengan progres sebuah kegiatan proyek. Kurva S pekerjaan Proyek Workshop PT BMM dapat dilihat di Tabel 5.4



5.1.5 Hari kerja, Jam Kerja, dan Upah Kerja

Dasar yang dipakai dalam perhitungan penelitian ini adalah Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Kep. 102/MEN/VI/2004 tentang waktu kerja lembur dan upah kerja lembur.

Dalam penelitian ini digunakan 6 hari kerja dalam 1 minggu dan 7 jam kerja tiap harinya sebagai acuan perhitungan. Dengan asumsi upah pekerja (*helper*) yang digunakan adalah Rp 65.000,00 karena jumlah pekerja dengan upah tersebut jumlahnya jauh lebih banyak daripada upah *foreman*, *fitter*, dan *semi fitter*. Adapun rincian upah pekerja ditampilkan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Daftar Upah Pekerja

No	Personil Kerja	Upah Perhari
1	<i>Foreman</i>	Rp 85.000,00
2	<i>Fitter</i>	Rp 75.000,00
3	<i>Semi Fitter</i>	Rp 70.000,00
4	<i>Helper</i>	Rp 65.000,00

5.2 ANALISIS

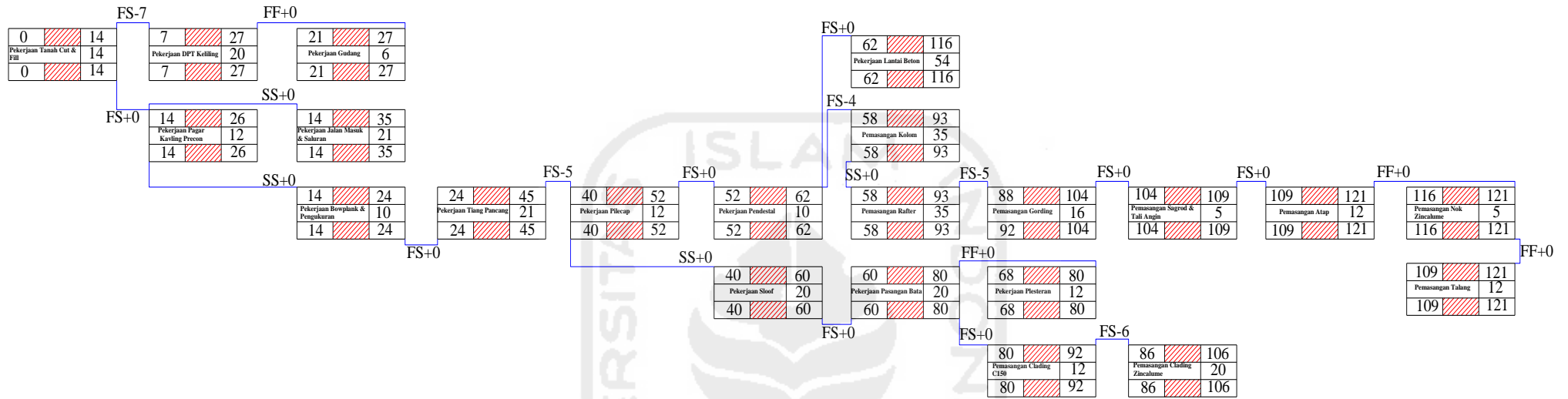
Dalam melakukan proses optimasi dengan metode *Least Cost*, hal yang harus dipertimbangkan adalah bahwa durasi proyek diperpendek dimulai dari lintasan kritis yang memiliki *slope* biaya terendah. Proses pemendekan durasi terus dilakukan sampai pada satu titik dimana proyek tidak dapat lagi dipercepat. Apabila muncul lintasan kritis baru selama proses *crashing* berlangsung maka dicari kombinasi *slope* biaya terendah untuk dipercepat.

5.2.1 Precedence Diagram Method (PDM)

Dari data *Barchart* yang didapatkan dapat dibuat *Precedence Diagram Method*. Dengan adanya PDM tersebut dapat diketahui pekerjaan mana saja yang kritis. Pekerjaan kritis tersebut yang nantinya akan mengalami *crashing* sebagai bagian dari proses optimasi penjadwalan dengan metode *Least Cost Scheduling*.

Bentuk PDM dari Pekerjaan Pembangunan Workshop PT Buana Masa Metalindo dapat dilihat di Gambar 5.2 Arsiran merah pada PDM menunjukkan lintasan kritis.





Gambar 5.2 PDM Proyek Pembangunan Workshop PT BMM

Tabel 5.6 Daftar Kegiatan, Durasi, Predecessor dan Konstrains Proyek

No	Nama Kegiatan	Durasi	Predecessor	Hubungan	Keterangan
1	Pekerjaan Tanah Cut & Fill	14			Kritis
2	Pekerjaan DPT Keliling	20	Pekerjaan Tanah Cut & Fill	FS-7	Kritis
3	Pekerkerjaan Pagar Kavling Precon	12	Pekerjaan Tanah Cut & Fill	FS+0	Kritis
4	Pekerjaan Jalan Masuk dan Saluran	21	Pekerkerjaan Pagar Kavling Precon	SS+0	Kritis
5	Pekerjaan Bowplank & Pengukuran	10	Pekerkerjaan Pagar Kavling Precon	SS+0	Kritis
6	Pembuatan Gudang Bahan & Peralatan	6	Pekerjaan DPT Keliling	FF+0	Kritis
7	Pekerjaan Tiang Pancang	21	Pekerjaan Bowplank & Pengukuran	FS+0	Kritis
8	Pekerjaan Pilecap	12	Pekerjaan Tiang Pancang	FS-5	Kritis
9	Pekerjaan Pendestal	10	Pekerjaan Pilecap	FS+0	Kritis
10	Pekerjaan Sloof	20	Pekerjaan Pendestal	SS+0	Kritis
11	Pekerjaan Lantai Beton	54	Pekerjaan Pendestal	FS+0	Kritis
12	Pekerjaan Pasangan Bata	20	Pekerjaan Sloof	FS+0	Kritis
13	Pekerjaan Plesteran	12	Pekerjaan Pasangan Bata	FF+0	Kritis
14	Pemasangan Kolom	35	Pekerjaan Pendestal	FS-4	Kritis
15	Pemasangan Rafter	35	Pemasangan Kolom	SS+0	Kritis
16	Pemasangan Gording	16	Pemasangan Rafter	FS-5	Kritis
17	Pemasangan Clading C 150	12	Pekerjaan Pasangan Bata	FS+0	Kritis
18	Pemasangan Sagrod dan Tali Angin	5	Pemasangan Gording	FS+0	Kritis
19	Pemasangan Atap	12	Pemasangan Sagrod dan Tali Angin	FS+0	Kritis
20	Pemasangan Clading Zincalume	20	Pemasangan Clading C 150	FS-6	Kritis
21	Pemasangan Nok Zincalume	5	Pemasangan Atap	FF+0	Kritis
22	Pemasangan Talang	12	Pemasangan Nok Zincalume	FF+0	Kritis

PDM harus dibuat dengan mengacu pada aturan agar memenuhi syarat sebagai diagram network. Aturan tersebut adalah hanya ada satu titik *START* tempat dimulainya pekerjaan dan satu titik *FINISH* yang merupakan akhir dari pekerjaan. Pekerjaan kritis dalam gambar 5.2 ditandai dengan arsiran merah pada node pekerjaannya. Sedangkan total penyelesaian proyek adalah 121 hari.

Dari PDM pada gambar 5.2 terlihat semua pekerjaan terdapat pada jalur kritis. Hal ini bisa saja terjadi karena semua pekerjaan tidak memiliki waktu jeda dengan pekerjaan sebelumnya, sehingga sangat memungkinkan jika semua pekerjaan diatas termasuk dalam jalur kritis. Pekerjaan-pekerjaan kritis ditabulasikan seperti yang dapat dilihat di Tabel 5.6 untuk nantinya dicari jalur kritis yang memiliki *cost slope* terendah.

Tabel 5.7 Pekerjaan Kritis dan Durasi Normal Pekerjaan

No	Pekerjaan	Durasi Normal (Hari)
1	Pekerjaan Tanah Cut & Fill	14
2	Pekerjaan DPT Keliling	20
3	Pekerkerjaan Pagar Kavling Precon	12
4	Pekerjaan Jalan Masuk dan Saluran	21
5	Pekerjaan Bowplank & Pengukuran	10
6	Pembuatan Gudang Bahan & Peralatan	6
7	Pekerjaan Tiang Pancang	21
8	Pekerjaan Pilecap	12
9	Pekerjaan Pendestal	10
10	Pekerjaan Sloof	20
11	Pekerjaan Lantai Beton	54
12	Pekerjaan Pasangan Bata	20
13	Pekerjaan Plesteran	12
14	Pemasangan Kolom	35
15	Pemasangan Rafter	35
16	Pemasangan Gording	12
17	Pemasangan Clading C 150	12
18	Pemasangan Sagrod dan Tali Angin	5
19	Pemasangan Atap	12
20	Pemasangan Clading Zincalume	20
21	Pemasangan Nok Zincalume	5
22	Pemasangan Talang	12

5.2.2 Durasi *Crash*

Crashing di dalam penelitian ini menggunakan metode penambahan jam kerja sebagai cara optimasi penjadwalannya. Pekerjaan-pekerjaan kritis mengalami penyesuaian harga satuan dan durasi pekerjaan akibat penambahan jam kerja.

1. Durasi *Crash* Pekerjaan Pemasangan Gording

Pekerjaan pemasangan gording dengan durasi normal 16 hari dengan jam kerja normal 7 jam untuk 6 hari kerja dan waktu lembur selama 3 jam. Indeks produktivitas ditentukan sebesar 1,31 yang didapat dari grafik Gambar 3.5. Dengan kata lain efisiensi lemburnya adalah kebalikan dari indeks produktivitas $1/1,31 = 0,76$

$$D_c = \frac{16 \times 7}{7 + (3 \times 0,76)} = 12,069 = 12$$

2. Durasi *Crash* Pekerjaan Pemasangan Atap

Pekerjaan pemasangan atap dengan durasi normal 12 hari dengan jam kerja normal 7 jam untuk 6 hari kerja dan waktu lembur selama 3 jam. Indeks produktivitas ditentukan sebesar 1,31 yang didapat dari grafik Gambar 5.3. Dengan kata lain efisiensi lemburnya adalah kebalikan dari indeks produktivitas $1/1,31 = 0,76$

$$D_c = \frac{12 \times 7}{7 + (3 \times 0,76)} = 9,051 = 9$$

Tabel 5.8 Pekerjaan Kritis, Durasi Normal, dan Durasi *Crash* Pekerjaan

No	Pekerjaan	Durasi Normal (Hari)	Durasi Crash (Hari)
1	Pekerjaan Tanah Cut & Fill	14	11
2	Pekerjaan DPT Keliling	20	15
3	Pekerkerjaan Pagar Kavling Precon	12	9
4	Pekerjaan Jalan Masuk dan Saluran	21	16
5	Pekerjaan Bowplank & Pengukuran	10	8
6	Pembuatan Gudang Bahan & Peralatan	6	5
7	Pekerjaan Tiang Pancang	21	16
8	Pekerjaan Pilecap	12	9
9	Pekerjaan Pendestal	10	8
10	Pekerjaan Sloof	20	15
11	Pekerjaan Lantai Beton	54	41
12	Pekerjaan Pasangan Bata	20	15
13	Pekerjaan Plesteran	12	9
14	Pemasangan Kolom	35	26
15	Pemasangan Rafter	35	26
16	Pemasangan Gording	12	9
17	Pemasangan Clading C 150	12	9
18	Pemasangan Sagrod dan Tali Angin	5	4
19	Pemasangan Atap	12	9
20	Pemasangan Clading Zincalume	20	15
21	Pemasangan Nok Zincalume	5	4
22	Pemasangan Talang	12	9

5.2.3 Upah Lembur

Upah lembur adalah upah yang berhak diterima oleh pekerja atau buruh di luar waktu kerja yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini digunakan waktu kerja 7 jam sehari selama satu minggu untuk 6 hari kerja. formula yang digunakan untuk menghitung upah lembur dapat dilihat pada formula 5.2 dan 5.3

$$\text{Upah lembur Jam ke -1} = 1,5 \times \frac{\text{Upah Harian} \times 25}{173} \quad (5.3)$$

$$\text{Upah lembur Jam ke -2} = 2 \times \frac{\text{Upah Harian} \times 25}{173} \quad (5.4)$$

Faktor perkalian 25 adalah faktor hari kerja dalam satu bulan jika satu minggu kerja terdiri dari 6 hari. Angka 1/173 didasarkan pada perhitungan dalam satu tahun ada 52 minggu. Jadi dalam satu bulan ada 52/12 minggu atau 4,333 minggu. Dengan total jam kerja per minggu yang 40 jam, maka total jam kerja dalam 1 bulan adalah $40 \times 4,333 = 173,333$ dibulatkan menjadi 173. Maka untuk menghitung upah per jam, upah perbulan dikalikan dengan 1/173.

Dalam penelitian ini akan digunakan upah harian pekerja sebesar Rp 65.000,00 setiap harinya sebagai acuan upah normal pekerjaan. Dengan besar upah normal sebesar Rp 65.000,00 maka dapat dihitung upah lembur per jamnya yaitu:

$$\text{Upah lembur Jam ke -1} = 1,5 \times \frac{65.000 \times 25}{173} = 14.089,59$$

$$\text{Upah lembur Jam ke -2} = 2 \times \frac{65.000 \times 25}{173} = 18.786,13$$

Jika pekerja tersebut bekerja lembur selama 3 jam maka *breakdown* upah perjamnya sesuai dengan peraturan yang berlaku dapat dilihat pada Tabel 5.8

Tabel 5.9 Upah Lembur Personil Kerja Per Jam

Jam ke	Upah Lembur	
1	Rp	14.089,60
2	Rp	18.786,13
3	Rp	18.786,13
Total Upah Lembur		Rp 51.661,85

Maka total upah perharinya jika pekerja tersebut melakukan lembur pada durasi *crash* adalah :

$$\begin{aligned} \text{Total upah pada durasi } Crash &= \text{Upah normal} + \text{Upah lembur 3 jam} && (5.5) \\ &= 65.000 + 51.661,85 \\ &= \text{Rp } 116.661,85 \end{aligned}$$

5.2.4 Biaya Langsung (*Direct Cost*) durasi normal

Biaya langsung pada penelitian ini adalah sebesar 90% dari besaran RAB masing-masing item pekerjaan yang dapat dilihat pada Tabel 5.1. Diambil contoh perhitungan biaya langsung untuk pekerjaan pagar kavling precon dan pekerjaan pemasangan kolom.

1. *Direct Cost* Pekerjaan Pemasangan Atap

Diketahui RAB untuk pekerjaan pagar kavling precon adalah sebesar Rp 437.580.000,00 yang bisa dilihat pada Tabel 5.1. Maka besar dari *direct cost* pekerjaan pagar kavling precon adalah :

$$\begin{aligned} \text{Biaya langsung durasi normal} &= 90\% \times 437.580.000,00 \\ &= \text{Rp } 393.822.000,00 \end{aligned}$$

2. *Direct Cost* Pekerjaan Pemasangan Gording

Diketahui RAB untuk pekerjaan pemasangan gording adalah sebesar Rp 520.309.000,00 yang bisa dilihat pada Tabel 5.3. Maka besar dari *direct cost* pekerjaan pemasangan gording adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya langsung durasi normal} &= 90\% \times 520.309.000,00 \\ &= \text{Rp } 468.278.100,00 \end{aligned}$$

Direct cost pada durasi normal masing-masing item pekerjaan kritis pada kondisi normal ditunjukkan pada Tabel 5.9

Tabel 5.10 *Direct Cost* Pekerjaan Kritis pada Durasi Normal

NO	PEKERJAAN	Biaya Normal
1	Pekerjaan Tanah Cut & Fill	Rp 351.000.000,00
2	Pekerjaan DPT Keliling	Rp 999.000.000,00
3	Pekerkerjaan Pagar Kavling Precon	Rp 287.707.500,00
4	Pekerjaan Jalan Masuk dan Saluran	Rp 270.000.000,00
5	Pekerjaan Bowplank & Pengukuran	Rp 4.500.000,00
6	Pembuatan Gudang Bahan & Peralatan	Rp 5.400.000,00
7	Pekerjaan Tiang Pancang	Rp 109.350.000,00
8	Pekerjaan Pilecap	Rp 229.500.000,00
9	Pekerjaan Pendestal	Rp 57.735.000,00
10	Pekerjaan Sloof	Rp 528.750.000,00
11	Pekerjaan Lantai Beton	Rp 2.835.000.000,00
12	Pekerjaan Pasangan Bata	Rp 46.019.700,00
13	Pekerjaan Plesteran	Rp 25.233.300,00
14	Pemasangan Kolom	Rp 1.213.036.650,00
15	Pemasangan Rafter	Rp 995.088.600,00
16	Pemasangan Gording	Rp 468.278.100,00
17	Pemasangan Clading C 150	Rp 191.758.500,00
18	Pemasangan Sagrod dan Tali Angin	Rp 59.534.100,00
19	Pemasangan Atap	Rp 393.822.000,00
20	Pemasangan Clading Zincalume	Rp 227.722.500,00
21	Pemasangan Nok Zincalume	Rp 14.094.000,00
22	Pemasangan Talang	Rp 67.207.500,00

5.2.5 Biaya Langsung (*Direct Cost*) durasi crash

Menurut Abdurrahman (2014), diasumsikan besaran upah adalah sebesar 25% dari *direct cost*, maka bisa diperkirakan jumlah pekerja per hari untuk kegiatan tersebut.

1. Biaya *Crash* Pekerjaan Pemasangan Rafter

Diketahui durasi normal pekerjaan pemasangan rafter adalah 35 hari, dengan *direct cost* sebesar Rp 995.088.600,00 pada kondisi normal. Upah harian sebesar Rp 65.000,00 dan jika ditambah upah lembur selama 3 jam menjadi sebesar Rp 116.661,85. Maka dapat dihitung *direct cost* pada kondisi *crash* sebagai berikut :

$$\text{Biaya per hari} = \text{Biaya normal} / \text{Durasi normal} \quad (5.6)$$

$$\begin{aligned}
 &= 995.088.600,00 / 35 \\
 &= \text{Rp } 28.431.102,86 \\
 \text{Upah per hari} &= \text{Biaya per hari} \times 25\% \quad (5.7) \\
 &= 28.431.102,86 \times 25\% \\
 &= \text{Rp } 7.107.775,71 \\
 \text{Jumlah pekerja} &= \text{Upah per hari} / \text{Upah harian} \quad (5.8) \\
 &= 7.107.775,71 / 65.000 \\
 &= 109 \text{ orang} \\
 \text{Upah } crash &= \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah lembur} \times \text{Durasi } crash \quad (5.9) \\
 &= 109 \times 116.611,85 \times 26 \\
 &= \text{Rp } 330.619.682,90 \\
 \text{Upah normal} &= \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah harian} \times \text{Durasi normal} \quad (5.10) \\
 &= 109 \times 65.000 \times 35 \\
 &= \text{Rp } 247.975.000,00 \\
 \text{Kenaikan biaya} &= \text{Upah } crash - \text{Upah normal} \quad (5.11) \\
 &= 330.619.682,90 - 247.975.000,00 \\
 &= \text{Rp } 82.644.682,90 \\
 \text{Biaya } crash &= \text{Biaya normal} + \text{Kenaikan biaya} \quad (5.12) \\
 &= 995.088.600,00 + 82.644.682,90 \\
 &= \text{Rp } 1.077.733.282,90
 \end{aligned}$$

2. Biaya *Crash* Pekerjaan Pemasangan Sagrod & Tali Angin

Diketahui durasi normal pekerjaan pemasangan rafter adalah 5 hari, dengan *direct cost* sebesar Rp 59.534.100,00 pada kondisi normal. Upah harian sebesar Rp 65.000,00 dan jika ditambah upah lembur selama 3 jam menjadi sebesar Rp 116.661,85. Maka dapat dihitung *direct cost* pada kondisi *crash* sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya per hari} &= \text{Biaya normal} / \text{Durasi normal} \\
 &= 59.534.100,00 / 5 \\
 &= \text{Rp } 11.906.820,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Upah per hari} &= \text{Biaya per hari} \times 25\% \\
 &= 11.906.820,00 \times 25\% \\
 &= \text{Rp } 2.976.705,00 \\
 \\
 \text{Jumlah pekerja} &= \text{Upah per hari} / \text{Upah harian} \\
 &= 2.976.705,00 / 65.000 \\
 &= 46 \text{ orang} \\
 \\
 \text{Upah } crash &= \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah lembur} \times \text{Durasi } crash \\
 &= 46 \times 116.611,85 \times 4 \\
 &= \text{Rp } 21.465.780,40 \\
 \\
 \text{Upah normal} &= \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah harian} \times \text{Durasi normal} \\
 &= 46 \times 65.000 \times 5 \\
 &= \text{Rp } 14.950.000,00 \\
 \\
 \text{Kenaikan biaya} &= \text{Upah } crash - \text{Upah normal} \\
 &= 21.465.780,40 - 14.950.000,00 \\
 &= \text{Rp } 6.515.780,40 \\
 \\
 \text{Biaya } crash &= \text{Biaya normal} + \text{Kenaikan biaya} \\
 &= 59.534.100,00 + 6.515.780,40 \\
 &= \text{Rp } 66.049.880,40
 \end{aligned}$$

3. Biaya *Crash* Pekerjaan Pemasangan Gording

Diketahui durasi normal pekerjaan pemasangan rafter adalah 16 hari, dengan *direct cost* sebesar Rp 468.278.100,00 pada kondisi normal. Upah harian sebesar Rp 65.000,00 dan jika ditambah upah lembur selama 3 jam menjadi sebesar Rp 116.661,85. Maka dapat dihitung *direct cost* pada kondisi *crash* sebagai berikut :

$$\text{Biaya per hari} = \text{Biaya normal} / \text{Durasi normal}$$

$$\begin{aligned}
 &= 468.278.100,00 / 16 \\
 &= \text{Rp } 29.267.381,25 \\
 \text{Upah per hari} &= \text{Biaya per hari} \times 25\% \\
 &= 29.267.381,25 \times 25\% \\
 &= \text{Rp } 7.316.845,31 \\
 \text{Jumlah pekerja} &= \text{Upah per hari} / \text{Upah harian} \\
 &= 7.316.845,31 / 65.000 \\
 &= 113 \text{ orang} \\
 \text{Upah } crash &= \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah lembur} \times \text{Durasi } crash \\
 &= 113 \times 116.611,85 \times 12 \\
 &= \text{Rp } 158.193.468,60 \\
 \text{Upah normal} &= \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah harian} \times \text{Durasi normal} \\
 &= 113 \times 65.000 \times 16 \\
 &= \text{Rp } 117.520.000,00 \\
 \text{Kenaikan biaya} &= \text{Upah } crash - \text{Upah normal} \\
 &= 158.193.468,60 - 117.520.000,00 \\
 &= \text{Rp } 40.673.468,60 \\
 \text{Biaya } crash &= \text{Biaya normal} + \text{Kenaikan biaya} \\
 &= 468.278.100,00 + 40.673.468,60 \\
 &= \text{Rp } 508.951.568,6
 \end{aligned}$$

4. Biaya *Crash* Pekerjaan Pemasangan Atap

Diketahui durasi normal pekerjaan pemasangan rafter adalah 12 hari, dengan *direct cost* sebesar Rp 393.822.000,00 pada kondisi normal. Upah harian sebesar Rp 65.000,00 dan jika ditambah upah lembur selama 3 jam menjadi

sebesar Rp 116.661,85. Maka dapat dihitung *direct cost* pada kondisi *crash* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Biaya per hari} &= \text{Biaya normal} / \text{Durasi normal} \\ &= 393.822.000,00 / 12 \\ &= \text{Rp } 32.818.500,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah per hari} &= \text{Biaya per hari} \times 25\% \\ &= 32.818.500,00 \times 25\% \\ &= \text{Rp } 8.204.625,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pekerja} &= \text{Upah per hari} / \text{Upah harian} \\ &= 8.204.625,00 / 65.000 \\ &= 126 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah } crash &= \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah lembur} \times \text{Durasi } crash \\ &= 126 \times 116.611,85 \times 9 \\ &= \text{Rp } 132.294.537,90 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah normal} &= \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah harian} \times \text{Durasi normal} \\ &= 126 \times 65.000 \times 12 \\ &= \text{Rp } 98.280.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kenaikan biaya} &= \text{Upah } crash - \text{Upah normal} \\ &= 132.294.537,90 - 98.280.000,00 \\ &= \text{Rp } 34.014.537,90 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya } crash &= \text{Biaya normal} + \text{Kenaikan biaya} \\ &= 393.822.000,00 + 34.014.537,90 \\ &= \text{Rp } 427.836.537,90 \end{aligned}$$

5. Biaya *Crash* Pekerjaan Pemasangan Nok Zincalume

Diketahui durasi normal pekerjaan pemasangan rafter adalah 5 hari, dengan *direct cost* sebesar Rp 14.094.000,00 pada kondisi normal. Upah harian sebesar Rp 65.000,00 dan jika ditambah upah lembur selama 3 jam menjadi sebesar Rp 116.661,85. Maka dapat dihitung *direct cost* pada kondisi *crash* sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya per hari} &= \text{Biaya normal} / \text{Durasi normal} \\
 &= 14.094.000,00 / 5 \\
 &= \text{Rp } 2.818.800,00 \\
 \text{Upah per hari} &= \text{Biaya per hari} \times 25\% \\
 &= 2.818.800,00 \times 25\% \\
 &= \text{Rp } 704.700,00 \\
 \text{Jumlah pekerja} &= \text{Upah per hari} / \text{Upah harian} \\
 &= 704.700,00 / 65.000 \\
 &= 11 \text{ orang} \\
 \text{Upah } \textit{crash} &= \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah lembur} \times \text{Durasi } \textit{crash} \\
 &= 11 \times 116.611,85 \times 4 \\
 &= \text{Rp } 5.133.121,40 \\
 \text{Upah normal} &= \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah harian} \times \text{Durasi normal} \\
 &= 11 \times 65.000 \times 5 \\
 &= \text{Rp } 3.575.000,00 \\
 \text{Kenaikan biaya} &= \text{Upah } \textit{crash} - \text{Upah normal} \\
 &= 5.133.121,40 - 3.575.000,00 \\
 &= \text{Rp } 1.558.121,40 \\
 \text{Biaya } \textit{crash} &= \text{Biaya normal} + \text{Kenaikan biaya}
 \end{aligned}$$

$$= 14.094.000,00 + 1.558.121,40$$

$$= \text{Rp } 15.652.121,40$$

6. Biaya *Crash* Pekerjaan Pemasangan Talang

Diketahui durasi normal pekerjaan pemasangan gording adalah 12 hari, dengan *direct cost* sebesar Rp 67.207.500,00 pada kondisi normal. Upah harian sebesar Rp 65.000,00 dan jika ditambah upah lembur selama 3 jam menjadi sebesar Rp 116.661,85. Maka dapat dihitung *direct cost* pada kondisi *crash* sebagai berikut :

$$\text{Biaya per hari} = \text{Biaya normal} / \text{Durasi normal}$$

$$= 67.207.500,00 / 12$$

$$= \text{Rp } 5.600.625,00$$

$$\text{Upah per hari} = \text{Biaya per hari} \times 25\%$$

$$= 5.600.625,00 \times 25\%$$

$$= \text{Rp } 1.400.156,25$$

$$\text{Jumlah pekerja} = \text{Upah per hari} / \text{Upah harian}$$

$$= 1.400.156,25 / 65.000$$

$$= 12 \text{ orang}$$

$$\text{Upah } crash = \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah lembur} \times \text{Durasi } crash$$

$$= 12 \times 116.661,85 \times 9$$

$$= \text{Rp } 12.599.479,80$$

$$\text{Upah normal} = \text{Jumlah pekerja} \times \text{Upah harian} \times \text{Durasi normal}$$

$$= 12 \times 65.000 \times 12$$

$$= \text{Rp } 9.360.000,00$$

$$\text{Kenaikan biaya} = \text{Upah } crash - \text{Upah normal}$$

$$= 12.599.479,80 - 9.360.000,00$$

= Rp 3.239.479,80

Biaya *crash* = Biaya normal + Kenaikan biaya

= 67.207.500,00 + 3.239.479,80

= Rp 70.446.979,80

Biaya *crash* masing-masing item pekerjaan kritis pada kondisi normal ditunjukkan pada Tabel 5.10

Tabel 5.11 *Direct Cost* Pekerjaan Kritis pada Durasi *Crash*

NO	PEKERJAAN	Biaya <i>Crash</i>
1	Pekerjaan Tanah Cut & Fill	Rp 386.834.913,60
2	Pekerjaan DPT Keliling	Rp 1.085.386.128,00
3	Pekerkerjaan Pagar Kavling Precon	Rp 312.543.511,80
4	Pekerjaan Jalan Masuk dan Saluran	Rp 294.577.890,40
5	Pekerjaan Bowplank & Pengukuran	Rp 5.066.589,60
6	Pembuatan Gudang Bahan & Peralatan	Rp 5.979.927,75
7	Pekerjaan Tiang Pancang	Rp 119.381.792,00
8	Pekerjaan Pilecap	Rp 249.476.792,10
9	Pekerjaan Pendestal	Rp 63.967.485,60
10	Pekerjaan Sloof	Rp 574.642.630,50
11	Pekerjaan Lantai Beton	Rp 3.092.173.441,70
12	Pekerjaan Pasangan Bata	Rp 50.069.049,75
13	Pekerjaan Plesteran	Rp 27.392.953,20
14	Pemasangan Kolom	Rp 1.313.878.327,30
15	Pemasangan Rafter	Rp 1.077.733.282,90
16	Pemasangan Gording	Rp 508.951.568,60
17	Pemasangan Clading C 150	Rp 208.225.855,65
18	Pemasangan Sagrod dan Tali Angin	Rp 66.049.880,40
19	Pemasangan Atap	Rp 427.836.537,90
20	Pemasangan Clading Zincalume	Rp 247.519.321,00
21	Pemasangan Nok Zincalume	Rp 15.652.121,40
22	Pemasangan Talang	Rp 70.446.979,80

5.2.6 Project Crashing

Untuk melakukan *crashing* harus dilakukan secara selektif kegiatan-kegiatan mana yang dilakukan *crash* agar pertambahan biayanya minimal (minimal cost). Pertambahan biaya minimal ditunjukkan oleh *cost slope* (R_{ij}).

$$R_{ij} = \frac{C_{Cij} - C_{nij}}{D_{nij} - D_{Cij}} \quad (5.13)$$

Keterangan :

R_{ij} = *Cost slope* = Arah kemiringan biaya

D_{nij} = Durasi normal

D_{Cij} = Durasi *crash*

C_{Cij} = *Cost normal*

C_{nij} = *Cost crash*

1. *Cost Slope* Pekerjaan Pemasangan Rafter

$$R = \frac{1.077.733.282,90 - 995.088.600,00}{35 - 26} = \text{Rp } 9.182.742,54$$

2. *Cost Slope* Pekerjaan Pemasangan Gording

$$R = \frac{468.278.100,00 - 508.951.568,60}{16 - 12} = \text{Rp } 10.168.367,15$$

3. *Cost Slope* Pekerjaan Pemasangan Sagrod & Tali Angin

$$R = \frac{66.049.880,40 - 59.534.100,00}{5 - 4} = \text{Rp } 6.515.780,40$$

4. *Cost Slope* Pekerjaan Pemasangan Atap

$$R = \frac{428.658.949,29 - 393.822.000,00}{12 - 9} = \text{Rp } 11.338.179,30$$

5. *Cost Slope* Pekerjaan Pemasangan Nok Zincalume

$$R = \frac{15.652.121,40 - 14.094.000,00}{5 - 4} = \text{Rp } 11.816.041,28$$

6. *Cost Slope* Pekerjaan Pemasangan Talang

$$R = \frac{70.446.979,80 - 67.207.500,00}{12 - 9} = \text{Rp } 1.079.826,60$$

Untuk melakukan selektif *crash* maka kegiatan kritis, durasi normal, durasi *crash*, *cost* normal, *cost crash*, dan *cost slope* disusun dalam sebuah tabel Pekerjaan Pembangunan Workshop PT. BMM yang menunjukkan data waktu (durasi) dan biaya (*cost*) kegiatan sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 5.11



Tabel 5.12 Rangkuman Data Durasi dan Biaya Pekerjaan Pembangunan *Workshop*

NO	PEKERJAAN	DURASI (HARI)		BIAYA		DURASI CRASH MAKSIMAL	COST SLOPE
		NORMAL	CRASH	NORMAL	CRASH		
1	Pekerjaan Tanah Cut & Fill	14	11	Rp 351.000.000,00	Rp 386.834.913,60	3	Rp 11.944.971,20
2	Pekerjaan DPT Keliling	20	15	Rp 999.000.000,00	Rp 1.085.386.128,00	5	Rp 17.277.225,60
3	Pekerkerjaan Pagar Kavling Precon	12	9	Rp 287.707.500,00	Rp 312.543.511,80	3	Rp 8.278.670,60
4	Pekerjaan Jalan Masuk dan Saluran	21	16	Rp 270.000.000,00	Rp 294.577.890,40	5	Rp 4.915.578,08
5	Pekerjaan Bowplank & Pengukuran	10	8	Rp 4.500.000,00	Rp 5.066.589,60	2	Rp 283.294,80
6	Pembuatan Gudang Bahan & Peralatan	6	5	Rp 5.400.000,00	Rp 5.979.927,75	1	Rp 579.927,75
7	Pekerjaan Tiang Pancang	21	16	Rp 109.350.000,00	Rp 119.381.792,00	5	Rp 2.006.358,40
8	Pekerjaan Pilecap	12	9	Rp 229.500.000,00	Rp 249.476.792,10	3	Rp 6.658.930,70
9	Pekerjaan Pendestal	10	8	Rp 57.735.000,00	Rp 63.967.485,60	2	Rp 3.116.242,80
10	Pekerjaan Sloof	20	15	Rp 528.750.000,00	Rp 574.642.630,50	5	Rp 9.178.526,10
11	Pekerjaan Lantai Beton	54	41	Rp 2.835.000.000,00	Rp 3.092.173.441,70	13	Rp 19.782.572,44
12	Pekerjaan Pasangan Bata	20	15	Rp 46.019.700,00	Rp 50.069.049,75	5	Rp 809.869,95
13	Pekerjaan Plesteran	12	9	Rp 25.233.300,00	Rp 27.392.953,20	3	Rp 719.884,40
14	Pemasangan Kolom	35	26	Rp 1.213.036.650,00	Rp 1.313.878.327,30	9	Rp 11.204.630,81
15	Pemasangan Rafter	35	26	Rp 995.088.600,00	Rp 1.077.733.282,90	9	Rp 9.182.742,54
16	Pemasangan Gording	16	12	Rp 468.278.100,00	Rp 508.951.568,60	4	Rp 10.168.367,15
17	Pemasangan Clading C 150	12	9	Rp 191.758.500,00	Rp 208.225.855,65	3	Rp 5.489.118,55
18	Pemasangan Sagrod dan Tali Angin	5	4	Rp 59.534.100,00	Rp 66.049.880,40	1	Rp 6.515.780,40
19	Pemasangan Atap	12	9	Rp 393.822.000,00	Rp 427.836.537,90	3	Rp 11.338.179,30
20	Pemasangan Clading Zinalume	20	15	Rp 227.722.500,00	Rp 247.519.321,00	5	Rp 3.959.364,20
21	Pemasangan Nok Zinalume	5	4	Rp 14.094.000,00	Rp 15.652.121,40	1	Rp 1.558.121,40
22	Pemasangan Talang	12	9	Rp 67.207.500,00	Rp 70.446.979,80	3	Rp 1.079.826,60

Dengan metode jalur kritis Heuristic *Crash*, yaitu metode jalur kritis secara bertahap dengan tetap mempertahankan jalur kritisnya jika pekerjaan tersebut sudah dilaksanakan, dari data Tabel 5.12 dan PDM yang telah dibuat, dapat diolah lebih lanjut sehingga dapat diketahui durasi *crash* optimal yang akan menghasilkan biaya/*cost* minimal.

Crash dapat dilakukan pada semua kegiatan yang terdapat pada jalur kritis dan yang memiliki *cost slope* terendah. Dari Tabel 5.11 dapat diketahui biaya *crash* pada semua kegiatan yang terletak dalam jalur kritis dengan durasi *crash* setiap pekerjaan adalah durasi *crash* maksimal.

1. *Crashing* Pekerjaan Bowplank & Pengukuran, Pembuatan Gudang Bahan & Peralatan, Pekerjaan Pasangan Bata, dan Pekerjaan Plesteran.

Pengurangan waktu maksimal yang didapat dari *crashing* pekerjaan diatas adalah 2 hari,

Durasi Normal = 121 hari

Pengurangan waktu = 2 hari

Durasi *Crash* = 119 hari

Tabel 5.13 Kenaikan Biaya pada Durasi *Crash* 119 hari

No	Pekerjaan	BIAYA	
		NORMAL	CRASH
1	Pekerjaan Bowplank & Pengukuran	Rp 4.500.000,00	Rp 5.066.589,60
2	Pembuatan Gudang Bahan & Peralatan	Rp 5.400.000,00	Rp 5.979.927,75
3	Pekerjaan Pasangan Bata	Rp 46.019.700,00	Rp 50.069.049,75
4	Pekerjaan Plesteran	Rp 25.233.300,00	Rp 27.392.953,20
	Biaya Total	Rp 81.153.000,00	Rp 88.508.520,30
	Kenaikan Biaya		Rp 7.355.520,30

2. *Crashing* Pekerjaan Bowplank & Pengukuran, Pekerjaan Tiang Pancang, Pemasangan Nok Zincalume, dan Pemasangan Talang.

Pengurangan waktu maksimal yang didapat dari *crashing* pekerjaan diatas adalah 7 hari.

Durasi Normal = 121 hari

Pengurangan waktu = 7 hari

Durasi *Crash* = 114 hari

Tabel 5.14 Kenaikan Biaya pada Durasi *Crash* 114 hari

No	Pekerjaan	BIAYA	
		NORMAL	CRASH
1	Pekerjaan Bowplank & Pengukuran	Rp 4.500.000,00	Rp 5.066.589,60
2	Pekerjaan Tiang Pancang	Rp 109.350.000,00	Rp 119.381.792,00
3	Pemasangan Nok Zincalume	Rp 14.094.000,00	Rp 15.652.121,40
4	Pemasangan Talang	Rp 67.207.500,00	Rp 70.446.979,80
	Biaya Total	Rp 195.151.500,00	Rp 210.547.482,80
	Kenaikan Biaya		Rp 15.395.982,80

3. *Crashing* Pekerjaan Bowplank & Pengukuran, Pekerjaan Tiang Pancang, Pekerjaan Pendestal, dan Pekerjaan Pilecap.

Pengurangan waktu maksimal yang didapat dari *crashing* pekerjaan diatas adalah 12 hari.

Durasi Normal = 121 hari

Pengurangan waktu = 12 hari

Durasi *Crash* = 109 hari

Tabel 5.15 Kenaikan Biaya pada Durasi *Crash* 109 hari

No	Pekerjaan	BIAYA	
		NORMAL	CRASH
1	Pekerjaan Bowplank & Pengukuran	Rp 4.500.000,00	Rp 5.066.589,60
2	Pekerjaan Tiang Pancang	Rp 109.350.000,00	Rp 119.381.792,00
3	Pekerjaan Pendestal	Rp 57.735.000,00	Rp 63.967.485,60
4	Pekerjaan Pilecap	Rp 229.500.000,00	Rp 249.476.792,10
	Biaya Total	Rp 401.085.000,00	Rp 437.892.659,30
	Kenaikan Biaya		Rp 36.807.659,30

4. *Crashing* Pekerjaan Bowplank & Pengukuran, Pekerjaan Tiang Pancang, Pekerjaan Pendestal, dan Pekerjaan Rafter.

Pengurangan waktu maksimal yang didapat dari *crashing* pekerjaan diatas adalah 18 hari.

Durasi Normal = 121 hari

Pengurangan waktu = 18 hari

Durasi *Crash* = 103 hari

Tabel 5.16 Kenaikan Biaya pada Durasi *Crash* 103 hari

No	Pekerjaan	BIAYA	
		NORMAL	CRASH
1	Pekerjaan Bowplank & Pengukuran	Rp 4.500.000,00	Rp 5.066.589,60
2	Pekerjaan Tiang Pancang	Rp 109.350.000,00	Rp 119.381.792,00
3	Pekerjaan Pendestal	Rp 57.735.000,00	Rp 63.967.485,60
4	Pemasangan Rafter	Rp 995.088.600,00	Rp 1.077.733.282,90
	Biaya Total	Rp 1.166.673.600,00	Rp 1.266.149.150,10
	Kenaikan Biaya		Rp 99.475.550,10

5.2.7 Biaya Overhead

Menurut Soemardi dan Kusumawardani (2010), semakin besar nilai proyek maka semakin kecil nilai presentase biaya tidak langsung. Bentuk kecenderungan seperti ini dikarenakan untuk mengakomodir penggunaan sumber daya yang sedikit akan mengakibatkan biaya tidak langsung yang cukup besar dibandingkan penggunaan sumber daya yang banyak dengan harga jauh lebih murah dibandingkan membeli dalam jumlah sedikit. Pada kontraktor menengah dan kecil besarnya proporsi biaya tidak langsung terhadap nilai proyek relatif tetap pada kisaran 12% hingga 10% pada nilai kontrak hingga Rp 1 Milyar dan berkisar di antara 10% hingga 2% untuk proyek dengan nilai kontrak di atas Rp 1 Milyar.

Perhitungan biaya yang berhubungan dengan proyek secara keseluruhan atau biaya tak langsung (*overhead*) untuk penelitian diestimasi dari besaran RAB sebesar Rp 10.421.930.500,00. Dengan estimasi *direct cost* sebesar 90% dari RAB dan biaya *overhead* sebesar 3% dari RAB. Sedangkan untuk laba atau keuntungan dengan estimasi sebesar 7% dari RAB. Maka perhitungan biaya *overhead* adalah sebagai berikut:

$$\text{Total biaya overhead} = 3\% \times 10.421.930.500,00 = \text{Rp } 312.657.915,00$$

$$\text{Estimasi laba yang didapat} = 7\% \times 10.421.930.500,00 = \text{Rp } 729.535.135,00$$

Durasi pelaksanaan proyek direncanakan selama 121 hari

Biaya *overhead* proyek Pembangunan Workshop PT BMM per hari adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Overhead Per Hari} &= \frac{\text{Total Biaya Overhead}}{\text{Durasi Normal Proyek}} & (5.14) \\
 &= \frac{312.657.915,00}{121} \\
 &= \text{Rp } 2.583.949,71
 \end{aligned}$$

5.3 PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisa terhadap waktu dan biaya pada Pekerjaan Pembangunan *Workshop* PT BMM dengan menggunakan Metode *Least Cost Scheduling* dihasilkan 4 kemungkinan percepatan yang dapat dilaksanakan dengan durasi *crash* maksimumnya adalah 103 hari. Kenaikan *direct cost* pada beberapa kegiatan untuk mempercepat waktu proyek menjadi 103 hari dihitung dengan perhitungan:

$$\begin{aligned}
 \text{Kenaikan Biaya} &= \text{Direct Cost Crash} - \text{Direct Cost Normal} & (5.15) \\
 &= 1.266.149.150,10 - 1.166.673.600,00 \\
 &= \text{Rp } 99.475.550,10
 \end{aligned}$$

Dari durasi *crash* 103 hari dapat ditemukan biaya *overhead* proyek yang dipercepat dengan perhitungan:

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Overhead (103 hari)} &= \text{Durasi Crash} \times \text{Biaya Overhead per Hari} & (5.16) \\
 &= 103 \times 2.583.949,71 \\
 &= \text{Rp } 266.146.820,13
 \end{aligned}$$

Dengan biaya RAB seluruh kegiatan Pekerjaan Pembangunan Workshop PT BMM sebesar Rp 10.421.930.500,00 untuk durasi normal 121 hari, dapat ditentukan *direct cost*nya untuk durasi *crash* maksimum selama 103 hari yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{Direct Cost Normal Proyek} &= 90\% \times \text{RAB} & (5.17) \\
 &= 90\% \times 10.421.930.500,00 \\
 &= \text{Rp } 9.379.737.450,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Direct Cost Crash Proyek} &= \text{Direct Cost Normal} + \text{Kenaikan Biaya} & (5.18) \\
 &= 9.379.737.450,00 + 99.475.550,10
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp } 9.479.213.000,10 \\
 \text{RAP Crash Proyek} &= \text{Direct Cost Crash Proyek} + \text{Biaya Overhead (103 hari)} \\
 & \hspace{15em} (5.19) \\
 &= 9.479.213.000,10 + 266.146.820,13 \\
 &= \text{Rp } 9.745.359.820,23
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Perkiraan Laba Proyek} &= \text{RAB} - \text{RAP Crash Proyek} \\
 &= 10.421.930.500,00 - 9.745.359.820,23 \\
 &= \text{Rp } 676.570.679,77
 \end{aligned}$$

Direct Cost proyek dan hubungannya dengan durasi proyek dapat dimasukkan ke dalam tabel dan grafik, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.14 dan Gambar 5.7.

Tabel 5.17 Hubungan Durasi dengan *Direct Cost* (Durasi 103 Hari)

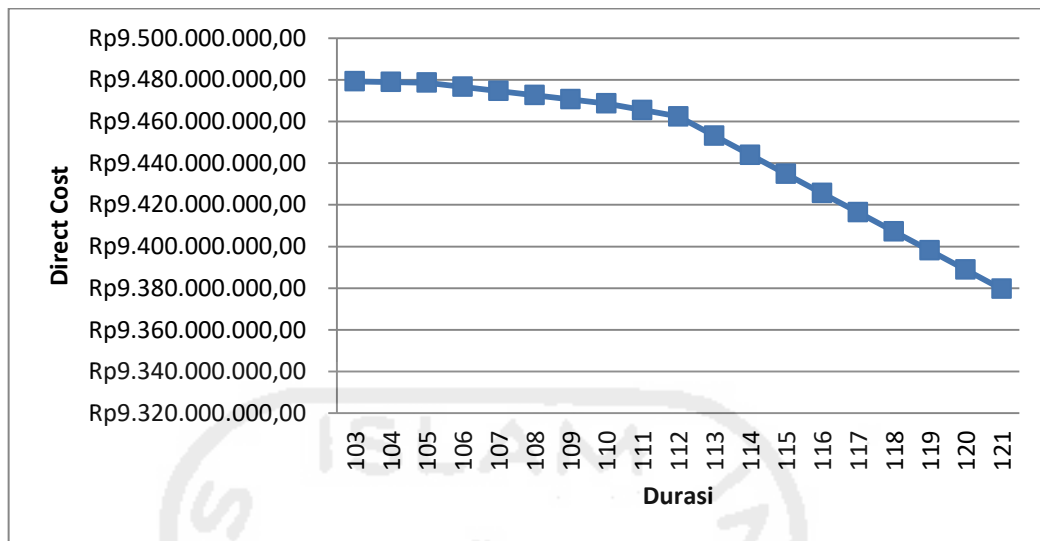
Durasi	Cost Slope	Direct Cost Kumulatif
121	Rp -	Rp 9.379.737.450,00
120	Rp 9.182.742,54	Rp 9.388.920.192,54
119	Rp 9.182.742,54	Rp 9.398.102.935,09
118	Rp 9.182.742,54	Rp 9.407.285.677,63
117	Rp 9.182.742,54	Rp 9.416.468.420,18
116	Rp 9.182.742,54	Rp 9.425.651.162,72
115	Rp 9.182.742,54	Rp 9.434.833.905,27
114	Rp 9.182.742,54	Rp 9.444.016.647,81
113	Rp 9.182.742,54	Rp 9.453.199.390,36
112	Rp 9.182.742,54	Rp 9.462.382.132,90
111	Rp 3.116.242,80	Rp 9.465.498.375,70
110	Rp 3.116.242,80	Rp 9.468.614.618,50
109	Rp 2.006.358,40	Rp 9.470.620.976,90
108	Rp 2.006.358,40	Rp 9.472.627.335,30
107	Rp 2.006.358,40	Rp 9.474.633.693,70
106	Rp 2.006.358,40	Rp 9.476.640.052,10
105	Rp 2.006.358,40	Rp 9.478.646.410,50
104	Rp 283.294,80	Rp 9.478.929.705,30
103	Rp 283.294,80	Rp 9.479.213.000,10

Tabel 5.17 menunjukkan hubungan antara *direct cost* dengan durasi. Pada durasi 120 hari, *direct cost* proyek adalah sebesar Rp 9.388.920.192,54 dikarenakan ada pengurangan hari pada pekerjaan pemasangan rafter sehingga ada penambahan biaya dari *cost slope* pekerjaan pemasangan rafter.

$$\begin{aligned} \text{Direct Cost 120 hari} &= \text{Direct Cost Normal} + (\text{Cost Slope Pemasangan Rafter}) \\ &= 9.379.737.450,00 + (9.182.742,54) \\ &= \text{Rp } 9.388.920.192,54 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Direct Cost 111 hari} &= \text{Direct Cost 112 hari} + (\text{Cost Slope Pekerjaan Pendestal}) \\ &= 9.462.382.132,90 + (3.116.242,80) \\ &= \text{Rp } 9.465.498.375,70 \end{aligned}$$

Pada *direct cost* 120 hari sampai 112 hari dilakukan percepatan pekerjaan pemasangan rafter. Sedangkan untuk *direct cost* 111 hari dan 110 hari menggunakan *cost slope* pekerjaan pedestal. Untuk *direct cost* 109 hari sampai 105 hari menggunakan *cost slope* pekerjaan tiang pancang. Untuk *direct cost* 104 hari dan 103 hari menggunakan *cost slope* pekerjaan bowplank & pengukuran.



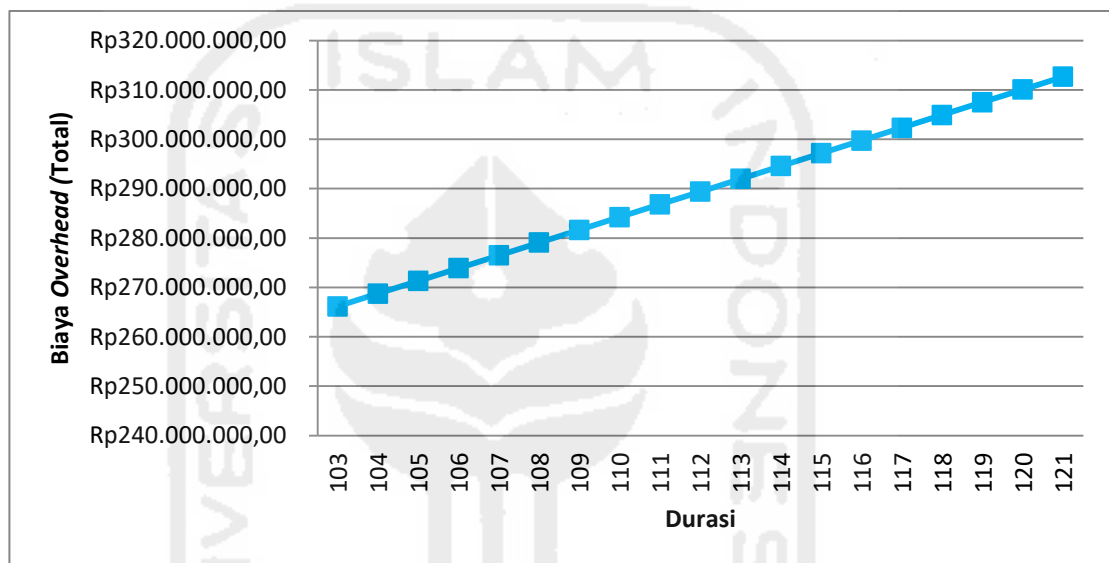
Gambar 5.3 Grafik Hubungan Durasi dengan Biaya Langsung (Durasi 103 Hari)

Biaya *Overhead* proyek dan hubungannya dengan durasi proyek hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.18 dan Gambar 5.5.

Tabel 5.18 Hubungan Durasi dengan Biaya *Overhead* (Durasi 103 Hari)

Durasi	Biaya Overhead per hari	Biaya overhead total
121	Rp 2.583.949,71	Rp 312.657.914,91
120	Rp 2.583.949,71	Rp 310.073.965,20
119	Rp 2.583.949,71	Rp 307.490.015,49
118	Rp 2.583.949,71	Rp 304.906.065,78
117	Rp 2.583.949,71	Rp 302.322.116,07
116	Rp 2.583.949,71	Rp 299.738.166,36
115	Rp 2.583.949,71	Rp 297.154.216,65
114	Rp 2.583.949,71	Rp 294.570.266,94
113	Rp 2.583.949,71	Rp 291.986.317,23
112	Rp 2.583.949,71	Rp 289.402.367,52
111	Rp 2.583.949,71	Rp 286.818.417,81
110	Rp 2.583.949,71	Rp 284.234.468,10
109	Rp 2.583.949,71	Rp 281.650.518,39
108	Rp 2.583.949,71	Rp 279.066.568,68
107	Rp 2.583.949,71	Rp 276.482.618,97
106	Rp 2.583.949,71	Rp 273.898.669,26
105	Rp 2.583.949,71	Rp 271.314.719,55
104	Rp 2.583.949,71	Rp 268.730.769,84
103	Rp 2.583.949,71	Rp 266.146.820,13

Biaya *overhead* adalah hasil perkalian dari durasi dengan biaya *overhead* per hari yang jumlahnya sebesar Rp 2.583.949,71. Karena itu jumlah biaya *overhead* pada durasi normal 121 hari adalah Rp 312.657.914,91, ketika proyek dipercepat dan durasi mengecil maka biaya *overhead* juga akan mengecil secara linear hingga akhirnya pada durasi *crash* 103 hari biaya *overhead*nya sebesar Rp 266.146.820,13

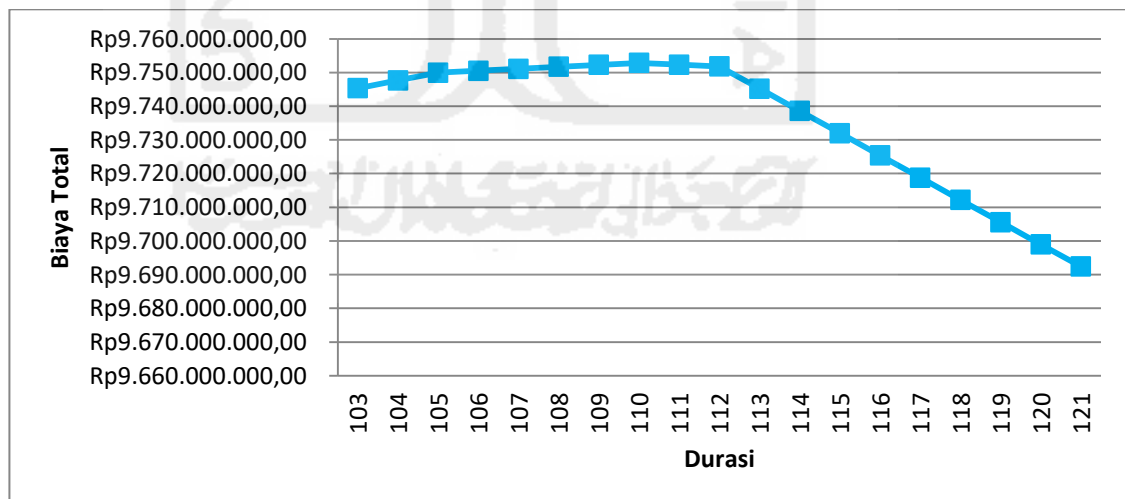


Gambar 5.4 Grafik Hubungan Durasi dengan Biaya *Overhead* (Durasi 103 Hari)

Total biaya adalah hasil dari penjumlahan dari *direct cost* dengan biaya *overhead* proyek dan hubungannya dengan durasi proyek dapat dilihat pada Tabel 5.19 dan Gambar 5.6.

Tabel 5.19 Hubungan Durasi dengan Biaya Total (Durasi 103 Hari)

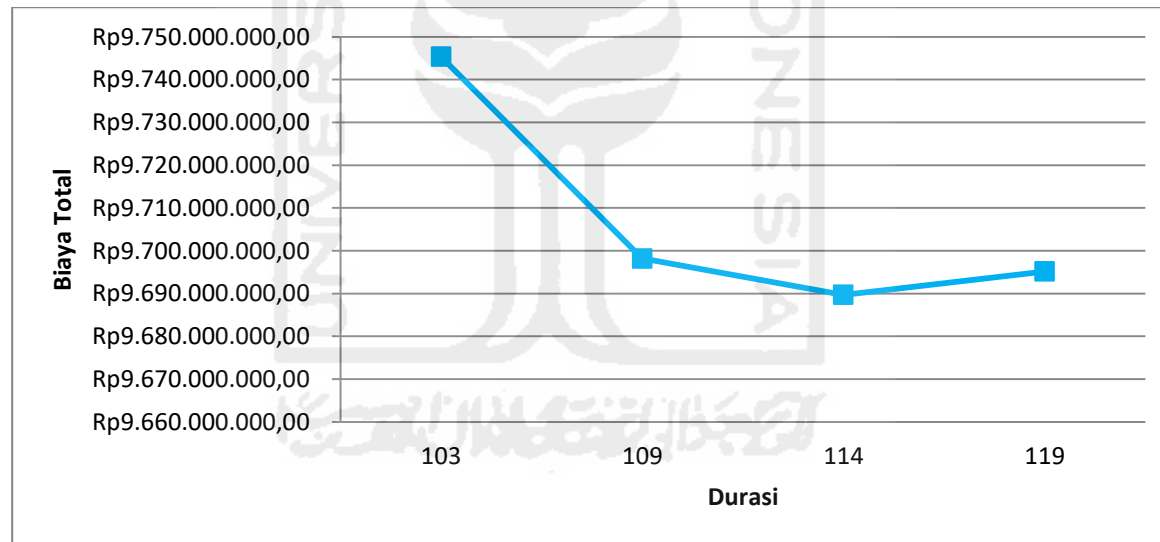
Durasi	Direct Cost Kumulatif	Biaya overhead total	Biaya Total
121	Rp 9.379.737.450,00	Rp 312.657.914,91	Rp 9.692.395.364,91
120	Rp 9.388.920.192,54	Rp 310.073.965,20	Rp 9.698.994.157,74
119	Rp 9.398.102.935,09	Rp 307.490.015,49	Rp 9.705.592.950,58
118	Rp 9.407.285.677,63	Rp 304.906.065,78	Rp 9.712.191.743,41
117	Rp 9.416.468.420,18	Rp 302.322.116,07	Rp 9.718.790.536,25
116	Rp 9.425.651.162,72	Rp 299.738.166,36	Rp 9.725.389.329,08
115	Rp 9.434.833.905,27	Rp 297.154.216,65	Rp 9.731.988.121,92
114	Rp 9.444.016.647,81	Rp 294.570.266,94	Rp 9.738.586.914,75
113	Rp 9.453.199.390,36	Rp 291.986.317,23	Rp 9.745.185.707,59
112	Rp 9.462.382.132,90	Rp 289.402.367,52	Rp 9.751.784.500,42
111	Rp 9.465.498.375,70	Rp 286.818.417,81	Rp 9.752.316.793,51
110	Rp 9.468.614.618,50	Rp 284.234.468,10	Rp 9.752.849.086,60
109	Rp 9.470.620.976,90	Rp 281.650.518,39	Rp 9.752.271.495,29
108	Rp 9.472.627.335,30	Rp 279.066.568,68	Rp 9.751.693.903,98
107	Rp 9.474.633.693,70	Rp 276.482.618,97	Rp 9.751.116.312,67
106	Rp 9.476.640.052,10	Rp 273.898.669,26	Rp 9.750.538.721,36
105	Rp 9.478.646.410,50	Rp 271.314.719,55	Rp 9.749.961.130,05
104	Rp 9.478.929.705,30	Rp 268.730.769,84	Rp 9.747.660.475,14
103	Rp 9.479.213.000,10	Rp 266.146.820,13	Rp 9.745.359.820,23



Gambar 5.6 Grafik Hubungan Durasi dengan Biaya Total (Durasi 103 Hari)

Tabel 5.20 Rangkuman Data Total Biaya pada Durasi *Crash*

Durasi Normal (Hari)	Durasi Crash (Hari)	RAB Proyek	Direct Cost Proyek	Biaya Overhead Proyek	Biaya Overhead Perhari	Kenaikan Biaya	Biaya Overhead (Durasi Crash)	Direct Cost Crash Proyek	RAP Crash Proyek	Perkiraan Laba Proyek
121	103	Rp 10.421.930.500,00	Rp 9.379.737.450,00	Rp 312.657.915,00	Rp 2.583.949,71	Rp 99.475.550,10	Rp 266.146.820,21	Rp 9.479.213.000,10	Rp 9.745.359.820,31	Rp 676.570.679,69
121	109	Rp 10.421.930.500,00	Rp 9.379.737.450,00	Rp 312.657.915,00	Rp 2.583.949,71	Rp 36.807.659,30	Rp 281.650.518,47	Rp 9.416.545.109,30	Rp 9.698.195.627,77	Rp 723.734.872,23
121	114	Rp 10.421.930.500,00	Rp 9.379.737.450,00	Rp 312.657.915,00	Rp 2.583.949,71	Rp 15.395.982,80	Rp 294.570.266,94	Rp 9.395.133.432,80	Rp 9.689.703.699,74	Rp 732.226.800,26
121	119	Rp 10.421.930.500,00	Rp 9.379.737.450,00	Rp 312.657.915,00	Rp 2.583.949,71	Rp 7.355.520,30	Rp 307.490.015,58	Rp 9.387.672.898,05	Rp 9.695.162.913,63	Rp 726.767.586,37

Gambar 5.7 Grafik Hubungan Durasi *Crash* dengan Biaya Total

Dari Tabel 5.20 dan Gambar 5.7 terlihat bahwa dengan metode *least cost scheduling* menggunakan metode waktu lembur sebagai cara percepatannya, penyelesaian proyek dari yang tadinya membutuhkan waktu 121 hari, dapat dipercepat dengan durasi maksimal 103 hari dengan biaya total sebesar Rp 9.745.359.820,23.

Sedangkan untuk durasi dan biaya paling optimum terdapat pada durasi 114 hari dengan total biaya Rp 9.689.703.699,74. Dapat dikatakan optimum karena memiliki laba paling besar daripada durasi *crash* yang lain.

