

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Penelitian

5.1.1 Data Umum Proyek

Penelitian ini dilakukan pada proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Sungai Beremas, Sumatera Barat. Berikut adalah data proyek yang akan diteliti:

1. Nama Proyek : Proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Sungai Beremas,
2. Lokasi Proyek : Jor. Bungo Tanjung, Kec. Sungai Beremas, Kab. Pasaman Barat,
3. Luas Bangunan : $\pm 640 \text{ m}^2$,
4. Jumlah Lantai : 2 lantai,
5. Anggaran : Rp. 5.327.907.000,00 -,
6. Durasi Pengerjaan : 154 hari kalender.

Adapun data-data yang digunakan didalam penelitian ini yaitu:

1. Harga bahan dan upah pekerja,
2. Rencana Anggaran Biaya (RAB),
3. Jadwal rencana kegiatan pekerjaan pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Sungai Beremas.

5.1.2 Data Harga Bahan dan Upah Pekerja

Pada penelitian ini data data upah pekerja serta data harga bahan menjadi menjadi faktor penting dalam penentuan Rencana Anggaran Biaya (RAB), adapun data-data tersebut dapat dilihat pada Lampiran 1.

5.1.3 Data Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Proyek (RAB) total pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Sungai Beremas yaitu sebesar Rp.5.327.907.000,00. Adapun untuk rincian perencanaan anggaran per pekerjaan dapat dilihat pada Lampiran 2.

5.1.4 Data Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Sungai Beremas

Penjadwalan merupakan informasi atau hasil yang didapat setelah melakukan perhitungan sumber daya proyek dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan, informasi tersebut berupa estimasi lama pengerjaan proyek yang dapat menjadi tolak ukur keterlambatan ataupun *crashing* saat dilakukan pelaksanaan nantinya untuk mendapatkan waktu optimal. Jadwal yang dibahas yaitu penjadwalan pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Sungai Beremas dengan estimasi awal selama 154 hari kalender, untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

5.2 Perhitungan *Normal Cost*

Normal Cost adalah biaya dari masing-masing pekerjaan yang terdiri atas biaya upah dan biaya bahan. Data normal cost digunakan adalah data yang digunakan oleh kontraktor dan dapat dilihat pada data RAB proyek. Dalam proses perhitungan *normal cost*, diperlukan penentuan koefisien harga upah dan bahan serta harga satuan pekerjaan. Berikut harga satuan pekerjaan berdasarkan data yang ada di lapangan.

5.2.1 Menentukan nilai Koefisien Bahan Dan Upah

a. Contoh perhitungan akan dilakukan pada Pekerjaan Kolom K1 yang meliputi pekerjaan Pembesian dengan Besi Ulir/Polos, Pekerjaan Bekisting, Pekerjaan Beton Bertulang Ready Mix K-250 MPa.

1. Pembesian Ulir/Polos

Analisis Harga Pembesian besi Ulir/Polos dapat dilihat pada tabel 5.2 dibawah ini.

Tabel 5.1 Harga Satuan Pembesian dengan Besi Ulir/Polos per 1 kg.

1 Kg Pembesian Dengan Besi Ulir/Polos		Harga Satuan	Biaya Upah	Biaya Bahan	Total
1,05 Kg	Besi Beton Ulir/Polos	Rp 12.500,00		Rp 13.125,00	
0,015 Kg	Kawat Beton	Rp 20.000,00		Rp 300,00	
					Rp 13.425,00
0,007 Oh	Pekerja	Rp 100.000,00	Rp 700,00		
0,007 Oh	Tukang Besi	Rp 120.000,00	Rp 840,00		
0,0007 Oh	Kepala Tukang	Rp 140.000,00	Rp 98,00		
0,0004 Oh	Mandor	Rp 150.000,00	Rp 60,00		
					Rp 1.698
		Total			Rp 15.123
		Overhead 10 %			Rp 1.512
		Jumlah			Rp 16.635
		Dibulatkan			Rp 16.600

Pada tabel diatas harga upah, bahan dan rencana anggaran pekerjaan didapatkan dari data proyek. Volume pekerjaan yaitu sebesar 19,74 m³, lalu dilanjutkan dengan menghitung nilai koefisien bahan dan koefisien upah seperti dibawah ini.

- 1) Biaya bahan : Rp 13.425,00
- 2) Biaya upah : Rp. 1.698,00
- 3) Biaya bahan dan upah : Rp 15.123,00
- 4) Harga satuan pekerjaan : Rp. 16.600,00

$$\text{Koefisien Bahan} = \frac{13425}{15123} = 0.89$$

$$\text{Koefisien Upah} = \frac{1698}{15123} = 0.11$$

Dari data yang telah dirincikan diatas dapat disimpulkan bahwa biaya langsung proyek adalah senilai Rp. 15.123,00 dan harga satuan pekerjaan senilai Rp.16.600,00. Sehingga bobot biaya langsung dapat diketahui yaitu:

$$\text{Bobot Biaya Langsung} = \frac{15123}{16600} \times 100\% = 90\%$$

Maka, dapat dihitung bobot biaya tidak langsung = 100% - 90% = 10% dari RAB (Belum termasuk PPN)

2. Bekisting

Analisis Harga pekerjaan Bekisting dapat dilihat pada tabel 5.3 dibawah ini.

Tabel 5.2 Tabel Analisis Harga pada Pekerjaan Bekisting per 1 m².

1 M2 Pasang Bekisting Kolom				
0,04 M3	Papan Kls III	Rp 2.100.000		Rp 84.000
0,4 Kg	Paku 5 - 12 cm	Rp 15.000		Rp 6.000
0,2 Ltr	Minyak Bekisting	Rp 7.000		Rp 1.400
0,015 M3	Balok Kls II	Rp 2.500.000		Rp 37.500
0,35 Lbr	Triplek 9 mm	Rp 130.000		Rp 45.500
2 Btng	Dolken	Rp 30.000		Rp 60.000
				Rp 234.400
0,66 Oh	Pekerja	Rp 100.000	Rp 66.000	
0,33 Oh	Tukang Kayu	Rp 120.000	Rp 39.600	
0,033 Oh	Kepala Tukang	Rp 140.000	Rp 4.620	
0,033 Oh	Mandor	Rp 150.000	Rp 4.950	
				Rp 115.170
	Total			Rp 349.570
	Overhead 10 %			Rp 34.957
	Jumlah			Rp 384.527
	Dibulatkan			Rp 384.500

Volume Pekerjaan : 159 m²

- a) Biaya Bahan : Rp. 234.400,00
- b) Biaya Upah : Rp. 115.170,00
- c) Biaya Bahan dan Upah : Rp. 349.570
- d) Harga Satuan Pekerjaan : Rp. 384.500

$$\text{Koefisien Bahan} = \frac{234400}{349570} = 0,67$$

$$\text{Koefisien Upah} = \frac{115170}{349570} = 0,33$$

$$\text{Bobot biaya langsung} = \frac{349570}{384500} \times 100\% = 90\%$$

Maka, dapat dihitung bobot biaya tidak langsung = 100% - 90% = 10% dari RAB (Belum termasuk PPN)

3. Pekerjaan Beton Bertulang Ready Mix K-250 MPa

Analisis Harga Pekerjaan Beton Ready Mix K-250 MPa pada kolom K1 dapat dilihat pada tabel 5.4 dibawah ini.

Tabel 5.3 Analisis harga pekerjaan Beton Ready Mix K-250 Mpa per 1 m³.

1 M3 Membuat beton mutu f'c = 21,7 MPa(K 250), slump (12 ± 2) cm, w/c = 0.56 Beton Ready Mixed			
1 M3	Beton Ready Mixed K.250	Rp 1.295.000	Rp 1.295.000
1 M3	Sewa Pompa Beton / Concrete Pump	Rp 35.000	Rp 35.000
			Rp 1.330.000
1,65 Oh	Pekerja	Rp 100.000	Rp 165.000
0,275 Oh	Tukang batu	Rp 120.000	Rp 33.000
0,028 Oh	Kepala tukang	Rp 140.000	Rp 3.920
0,083 Oh	Mandor	Rp 150.000	Rp 12.450
			Rp 214.370
		Total	Rp 1.544.370
		Overhead 10 %	Rp 154.437
		Jumlah	Rp 1.698.807
		Dibulatkan	Rp 1.698.800

Volume Pekerjaan = 14,91 m³.

- Biaya Bahan : Rp. 1.330.000,00
- Biaya Upah : Rp. 214.370,00
- Biaya Bahan dan Upah : Rp. 1.544.370,00
- Harga Satuan Pekerjaan : Rp. 1.698.800,00

$$\text{Koefisien Bahan} = \frac{1330000}{1544370} = 0,86$$

$$\text{Koefisien Upah} = \frac{214370}{1544370} = 0,14$$

$$\text{Bobot Biaya Langsung} = \frac{1544370}{1698800} \times 100\% = 90\%$$

Maka, dapat dihitung bobot biaya tidak langsung = 100% - 90% = 10% dari RAB (Belum termasuk PPN).

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan untuk mendapatkan nilai koefisien bahan dan koefisien upah, dalam penelitian ini koefisien bahan dan koefisien upah diambil nilai rata-rata, seperti pada tabel 5.5 dibawah ini.

Tabel 5.4 Nilai koefisien bahan dan koefisien upah.

Pekerjaan ditinjau	Koefisien Bahan	Koefisien Upah
Pembesian Dengan Besi Ulir/Polos	0,89	0,11
Bekisting Kolom	0,67	0,33
Beton K-250 Ready Mix	0,86	0,14
Nilai Koefisien Rata-Rata	0,81	0,19

5.2.2 Menghitung Biaya Normal Bahan Dan Upah

Contoh perhitungan untuk biaya normal bahan dan upah akan dilakukan pada Pekerjaan Kolom K1 yang meliputi pekerjaan Pembesian Dengan Besi Ulir/Polos, Pekerjaan Bekisting, dan Pekerjaan Beton Bertulang K-250 ready mix.

1. Perhitungan pada pekerjaan Pembesian dengan besi ulir/polos.

Pekerjaan pembesian memiliki volume kerja yaitu sebesar 4417,19 kg, dengan Biaya bahan dan upah senilai Rp. 15.123,00.

- a. Perhitungan *normal cost* bahan.

Total *normal cost* bahan:

= koef. Bahan x biaya bahan dan upah x volume pekerjaan

= 0,81 x 4417,19 x 15.123

= Rp. 47.826.197,08

- b. Perhitungan *normal cost* upah.

Total *normal cost* upah:

= koef. Upah x biaya bahan dan upah x volume pekerjaan

= 0,19 x 4417,19 x 15.123

= Rp. 1.451.479,64

2. Perhitungan pada pekerjaan Bekisting Kolom K1

Pekerjaan bekisting memiliki volume kerja yaitu sebesar 159 m², dengan biaya bahan dan upah sebesar senilai Rp. 349.570,00.

- a. Perhitungan *normal cost* bahan

Total *normal cost* bahan:

= koef. Bahan x biaya bahan dan upah x volume pekerjaan

$$= 0,81 \times 349.570 \times 159$$

$$= \text{Rp. } 30.057.328,26$$

b. Perhitungan *normal cost* upah

Total *normal cost* upah:

$$= \text{koef. Upah} \times \text{biaya bahan dan upah} \times \text{volume pekerjaan}$$

$$= 0,19 \times 349.570 \times 159$$

$$= \text{Rp. } 3.543.674,64$$

3. Perhitungan pada pekerjaan Beton Bertulang K-250 ready mix

Pekerjaan bekisting memiliki volume kerja yaitu sebesar 14,91 m³, dengan biaya bahan dan upah sebesar senilai Rp. 1.544.370,00

a. Perhitungan *normal cost* bahan

Total *normal cost* bahan:

$$= \text{koef. Bahan} \times \text{biaya bahan dan upah} \times \text{volume pekerjaan}$$

$$= 0,81 \times 1.544.370 \times 14,91$$

$$= \text{Rp. } 15.992.815,50$$

b. Perhitunga *normal cost* upah

Total *normal cost* bahan:

$$= \text{koef. Bahan} \times \text{biaya bahan dan upah} \times \text{volume pekerjaan}$$

$$= 0,19 \times 1.544.370 \times 14,91$$

$$= \text{Rp. } 618.527,48$$

Menghitung *normal cost* pada pekerjaan lainnya dilakukan dengan menggunakan rumus dan cara penghitungan yang sama seperti yang telah dilakukan diatas dan akan didapatkan *normal cost* bahan dan *normal cost* upah keseluruhan. Pada penelitian ini *normal cost* bahan total didapatkan senilai Rp. 3.884.044.203 dan *normal cost* upah total senilai Rp. 911.072.097, *normal cost* bahan dan *normal cost* upah dikategorikan sebagai biaya langsung (*Direct cost*).

5.3 Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja

Setelah melakukan penentuan jaringan kerja dan didapatkan pekerjaan-pekerjaan yang berada di jalur kritis maka dapat dilakukan analisis *crashing* pada pekerjaan di jalur kritis tersebut. Sebelum *crashing* dilakukan, analisis kebutuhan tenaga kerja harus dilakukan terlebih dahulu. Analisis jumlah kebutuhan tenaga kerja pada pekerjaan normal berdasarkan koefisien yang ada pada analisis harga satuan proyek.

5.3.1 Kebutuhan Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Kolom Struktur LT2 (K1) Ready Mix

Contoh analisis perhitungan tenaga kerja pada pekerjaan Kolom Struktur Lt2 (K1).

1. Data yang dibutuhkan

a. Volume pekerjaan = 14,91 m³.

b. Koefisien tenaga kerja

Pekerja = 1,65 OH

Tukang batu = 0,275 OH

Kepala tukang = 0,028 OH

Mandor = 0,083 OH

Nilai koefisien didapatkan dari AHS proyek.

c. Durasi pekerjaan = 15 hari

d. Upah

Pekerja = Rp. 100.000,00

Tukang batu = Rp. 120.000,00

Kepala tukang = Rp. 140.000,00

Mandor = Rp. 150.000,00

Biaya upah pekerja didapat dari harga satuan proyek.

2. Analisis kebutuhan tenaga kerja

a. Jumlah pekerja yang dibutuhkan = volume x koefisien
 = 14,91 x 1,65
 = 24,6

- = 25 orang
- b. Jumlah tukang batu yang dibutuhkan = volume x koefisien
 = $14,91 \times 0,275$
 = 4,1
 = 4 orang
- c. Jumlah kepala tukang yang dibutuhkan = volume x koefisien
 = $14,91 \times 0,028$
 = 0,417
 = 1 orang
- d. Jumlah mandor yang dibutuhkan = volume x koefisien
 = $14,91 \times 0,083$
 = 1,24
 = 1 orang
3. Harga upah tenaga kerja
- a. Jumlah harga pekerja = jumlah tenaga kerja x upah
 = 25×100.000
 = Rp. 2.500.000,00
- b. Jumlah harga tukang batu = jumlah tenaga kerja x upah
 = 4×120.000
 = Rp. 480.000,00
- c. Jumlah harga kepala tukang = jumlah tenaga kerja x upah
 = 1×140.000
 = Rp. 140.000,00
- d. Jumlah harga mandor = jumlah tenaga kerja x upah
 = 1×150.000
 = Rp. 150.000,00

5.3.2 Kebutuhan Tenaga Kerja Pada Pek. Sloof (S1) K-250 Ready Mix

Contoh analisis perhitungan tenaga kerja pada pekerjaan Pek. Sloof (S1) K-250 ready mix.

1. Data yang dibutuhkan

a. Volume pekerjaan = $26,61 \text{ m}^3$.

b. Koefisien tenaga kerja

Pekerja = $1,65 \text{ OH}$

Tukang batu = $0,275 \text{ OH}$

Kepala tukang = $0,028 \text{ OH}$

Mandor = $0,083 \text{ OH}$

Nilai koefisien didapatkan dari AHS proyek.

c. Durasi pekerjaan = 15 hari

d. Upah

Pekerja = $\text{Rp. } 100.000,00$

Tukang batu = $\text{Rp. } 120.000,00$

Kepala tukang = $\text{Rp. } 140.000,00$

Mandor = $\text{Rp. } 150.000,00$

Biaya upah pekerja didapat dari harga satuan proyek.

2. Analisis kebutuhan tenaga kerja

a. Jumlah pekerja yang dibutuhkan = volume x koefisien
 $= 26,61 \times 1,65$
 $= 43,906$

$= 44 \text{ orang}$
 b. Jumlah tukang batu yang dibutuhkan = volume x koefisien
 $= 26,61 \times 0,275$
 $= 7,317$
 $= 8 \text{ orang}$

c. Jumlah kepala tukang yang dibutuhkan = volume x koefisien
 $= 26,61 \times 0,028$
 $= 0,745$
 $= 1 \text{ orang}$

$$\begin{aligned}
 \text{d. Jumlah mandor yang dibutuhkan} &= \text{volume} \times \text{koefisien} \\
 &= 26,61 \times 0,083 \\
 &= 2,208 \\
 &= 3 \text{ orang}
 \end{aligned}$$

3. Harga upah tenaga kerja

$$\begin{aligned}
 \text{a. Jumlah harga pekerja} &= \text{jumlah tenaga kerja} \times \text{upah} \\
 &= 44 \times 100.000 \\
 &= \text{Rp. } 4.400.000,00 \\
 \text{b. Jumlah harga tukang batu} &= \text{jumlah tenaga kerja} \times \text{upah} \\
 &= 8 \times 120.000 \\
 &= \text{Rp. } 960.000,00 \\
 \text{c. Jumlah harga kepala tukang} &= \text{jumlah tenaga kerja} \times \text{upah} \\
 &= 1 \times 140.000 \\
 &= \text{Rp. } 140.000,00 \\
 \text{d. Jumlah harga mandor} &= \text{jumlah tenaga kerja} \times \text{upah} \\
 &= 3 \times 150.000 \\
 &= \text{Rp. } 450.000,00
 \end{aligned}$$

5.3.3 Kebutuhan Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Balok Struktur (B1) 30 x 45 cm K-250

Contoh analisis perhitungan tenaga kerja pada pekerjaan Balok Struktur

(B1) 30 x 45 cm K-250

1. Data yang dibutuhkan

$$\text{a. Volume pekerjaan} = 24,57 \text{ m}^3.$$

b. Koefisien tenaga kerja

$$\text{Pekerja} = 1,65 \text{ OH}$$

$$\text{Tukang batu} = 0,275 \text{ OH}$$

$$\text{Kepala tukang} = 0,028 \text{ OH}$$

$$\text{Mandor} = 0,083 \text{ OH}$$

Nilai koefisien didapatkan dari AHS proyek.

c. Durasi pekerjaan = 16 hari

d. Upah

Pekerja = Rp. 100.000,00

Tukang batu = Rp. 120.000,00

Kepala tukang = Rp. 140.000,00

Mandor = Rp. 150.000,00

Biaya upah pekerja didapat dari harga satuan proyek.

2. Analisis kebutuhan tenaga kerja

a. Jumlah pekerja yang dibutuhkan = volume x koefisien

$$= 24,57 \times 1,65$$

$$= 44,929$$

$$= 45 \text{ orang}$$

b. Jumlah tukang batu yang dibutuhkan = volume x koefisien

$$= 24,57 \times 0,275$$

$$= 7,488$$

$$= 8 \text{ orang}$$

c. Jumlah kepala tukang yang dibutuhkan = volume x koefisien

$$= 24,57 \times 0,028$$

$$= 0,762$$

$$= 1 \text{ orang}$$

d. Jumlah mandor yang dibutuhkan = volume x koefisien

$$= 24,57 \times 0,083$$

$$= 2,260$$

$$= 3 \text{ orang}$$

3. Harga upah tenaga kerja

a. Jumlah harga pekerja = jumlah tenaga kerja x upah

$$= 45 \times 100.000$$

$$= \text{Rp. } 4.500.000,00$$

b. Jumlah harga tukang batu = jumlah tenaga kerja x upah

$$= 8 \times 120.000$$

$$= \text{Rp. } 960.000,00$$

- c. Jumlah harga kepala tukang = jumlah tenaga kerja x upah
 = 1 x 140.000
 = Rp. 140.000,00
- d. Jumlah harga mandor = jumlah tenaga kerja x upah
 = 3 x 150.000
 = Rp. 450.000,00

Perhitungan kebutuhan tenaga kerja dan upah tenaga kerja pada pekerjaan lainnya yang berada di jalur kritis terlampir pada Lampiran 5 .

5.4 Analisis Produktifitas Tenaga Kerja

5.4.1 Menentukan Produktifitas Kerja Harian

Sebelum dilakukan perhitungan pada angka produktifitas kerja harian, harus diketahui kapasitas kerja dari tenaga kerja tersebut. Kapasitas kerja harian digunakan untuk mendapatkan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dalam pekerjaan yang dilaksanakan. Kapasitas kerja dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Produktifitas Kerja} = \frac{1}{\text{Koefisien tenaga kerja}} \dots \dots \dots (5.1)$$

1. Produktifitas tenaga kerja harian pada pekerjaan Beton Bertulang mutu f'c = 21,7 MPa(K 250), slump (12 ± 2) cm, w/c = 0.56 Beton Ready Mixed

Koefisien tenaga kerja:

Pekerja = 1,65 OH

Tukang batu = 0,275 OH

Kepala tukang = 0,028 OH

Mandor = 0,083 OH

(Nilai koefisien didapat dari AHS proyek).

Pekerja = $\frac{1}{1,65} = 0,606 \text{ m}^3/\text{hari}$

Tukang batu = $\frac{1}{0,275} = 3,636 \text{ m}^3/\text{hari}$

Kepala tukang = $\frac{1}{0,028} = 35,714 \text{ m}^3/\text{hari}$

Mandor = $\frac{1}{0,083} = 12,048 \text{ m}^3/\text{hari}$

2. Produktifitas tenaga kerja harian pada pekerjaan Pembesian dengan besi ulir/polos.

Koefisien tenaga kerja:

$$\text{Pekerja} = 0,0070 \text{ OH}$$

$$\text{Tukang Besi} = 0,0070 \text{ OH}$$

$$\text{Kepala Tukang} = 0,0007 \text{ OH}$$

$$\text{Mandor} = 0,0004 \text{ OH}$$

(Nilai koefisien didapat dari AHS proyek).

$$\text{Pekerja} = \frac{1}{0,0070} = 142,857 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Tukang besi} = \frac{1}{0,0070} = 142,857 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{1}{0,0007} = 1428,571 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{0,0004} = 2500 \text{ kg/hari}$$

3. Produktifitas tenaga kerja pada pekerjaan bekisting kolom K1.

$$\text{Pekerja} = 0,660 \text{ OH}$$

$$\text{Tukang kayu} = 0,330 \text{ OH}$$

$$\text{Kepala tukang} = 0,033 \text{ OH}$$

$$\text{Mandor} = 0,033 \text{ OH}$$

(Nilai koefisien didapat dari AHS proyek).

$$\text{Pekerja} = \frac{1}{0,660} = 1,515 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Tukang kayu} = \frac{1}{0,330} = 3,030 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{1}{0,033} = 30,303 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{0,033} = 30,303 \text{ m}^2/\text{hari}$$

4. Produktifitas tenaga kerja pada pekerjaan Sloof S1 30x45 K-250 Ready Mix

$$\text{Pekerja} = 1,65 \text{ OH}$$

$$\text{Tukang batu} = 0,275 \text{ OH}$$

$$\text{Kepala tukang} = 0,028 \text{ OH}$$

$$\text{Mandor} = 0,083 \text{ OH}$$

(Nilai koefisien didapat dari AHS proyek).

$$\text{Pekerja} = \frac{1}{1,65} = 0,606 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Tukang batu} = \frac{1}{0,275} = 3,636 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{1}{0,028} = 35,714 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{0,083} = 12,048 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Perhitungan kapasitas kerja dari tenaga kerja pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Sungai Beremas pada seluruh pekerjaan yang ada di jalur kritis terlampir pada Lampiran 6.

5.4.2 Menentukan Jumlah Tenaga Kerja Harian

Setelah kapasitas kerja dari tenaga kerja didapatkan, langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah tenaga kerja harian. Jumlah tenaga kerja harian dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Jumlah tenaga kerja} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas kerja} \times \text{Duras pekerjaan}} \dots \dots \dots (5.2)$$

1. Jumlah tenaga kerja harian pada pekerjaan Beton mutu f'c = 21,7 MPa(K 250), slump (12 ± 2) cm, w/c = 0.56 Beton Ready Mixed

$$\text{Volume pekerjaan} = 14,91 \text{ m}^3.$$

$$\text{Durasi pekerjaan} = 15 \text{ hari}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{14,91}{0,606 \times 15} = 1,640 \text{ OH}$$

$$\text{Tukang batu} = \frac{14,91}{3,636 \times 15} = 0,273 \text{ OH}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{14,91}{35,714 \times 15} = 0,0278 \text{ OH}$$

$$\text{Mandor} = \frac{14,91}{12,048 \times 15} = 0,0825 \text{ OH}$$

2. Jumlah tenaga kerja harian pada pekerjaan Pembesian dengan besi ulir/polos pada Kolom K1.

$$\text{Volume pekerjaan} = 14,91 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi Pekerjaan} = 15 \text{ hari}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{14,91}{142,857 \times 15} = 0,0069 \text{ OH}$$

$$\text{Tukang besi} = \frac{14,91}{142,857 \times 15} = 0,0069 \text{ OH}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{14,91}{1428,571 \times 15} = 0,0007 \text{ OH}$$

$$\text{Mandor} = \frac{14,91}{2500 \times 15} = 0,0004 \text{ OH}$$

3. Jumlah tenaga kerja harian pada pekerjaan Bekisting pada kolom K1.

$$\text{Volume pekerjaan} = 14,91 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi Pekerjaan} = 15 \text{ hari}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{14,91}{1,515 \times 15} = 0,65 \text{ OH}$$

$$\text{Tukang kayu} = \frac{14,91}{3,030 \times 15} = 0,33 \text{ OH}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{14,91}{30,303 \times 15} = 0,03 \text{ OH}$$

$$\text{Mandor} = \frac{14,91}{30,303 \times 15} = 0,03 \text{ OH}$$

4. Jumlah tenaga kerja harian pada pekerjaan Sloof S1 30x45 K-250

$$\text{Volume pekerjaan} = 26,61 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi pekerjaan} = 12 \text{ hari}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{26,61}{0,606 \times 12} = 3,659 \text{ OH}$$

$$\text{Tukang batu} = \frac{26,61}{3,636 \times 12} = 0,609 \text{ OH}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{14,91}{35,714 \times 12} = 0,062 \text{ OH}$$

$$\text{Mandor} = \frac{14,91}{12,048 \times 12} = 0,103 \text{ OH}$$

Perhitungan jumlah tenaga kerja harian pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Sungai Beremas pada seluruh pekerjaan yang ada di jalur kritis terlampir pada Lampiran 6.

5.4.3 Menghitung Upah Harian Tenaga Kerja Pekerjaan Normal

Dalam perhitungan untuk menentukan upah tenaga kerja pada pekerjaan normal, jumlah tukang pada pekerjaan normal yang telah dihitung sebelumnya menjadi variabel pengali. Rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah sebagai berikut:

$$\text{Harga upah} = \text{jumlah tenaga kerja} \times \text{harga satuan tenaga kerja} \dots (5.3)$$

1. Harga upah tenaga kerja harian pada pekerjaan Kolom K1 mutu $f'c = 21,7$ MPa(K 250), slump (12 ± 2) cm, $w/c = 0.56$ Beton Ready Mixed

Pekerja	= 1,640 x 100.000	= Rp.164.000,00
Tukang batu	= 0,273 x 120.000	= Rp. 32.760,00
Kepala tukang	= 0,0278 x 140.000	= Rp. 3.892,00
Mandor	= 0,0825 x 150.000	= Rp. 12.375,00
2. Harga upah tenaga kerja harian pada pekerjaan Pembesian dengan besi ulir/polos

Pekerja	= 0,0069 x 100.000	= Rp. 690,00
Tukang besi	= 0,0069 x 120.000	= Rp. 690,00
Kepala tukang	= 0,0007 x 140.000	= Rp. 98,00
Mandor	= 0,0004 x 150.000	= Rp. 60,00
3. Harga upah tenaga kerja harian pada pekerjaan Bekisting kolom K1.

Pekerja	= 0,65 x 100.000	= Rp. 65.000,00
Tukang kayu	= 0,33 x 120.000	= Rp. 39.600,00
Kepala tukang	= 0,03 x 140.000	= Rp. 4.200,00
Mandor	= 0,03 x 150.000	= Rp. 4.500,00
4. Harga upah tenaga kerja harian pada pekerjaan Sloof S1

Pekerja	= 1,640 x 100.000	= Rp.164.000,00
Tukang batu	= 0,273 x 120.000	= Rp. 32.760,00
Kepala tukang	= 0,0278 x 140.000	= Rp. 3.892,00
Mandor	= 0,0825 x 150.000	= Rp. 12.375,00

Perhitungan upah harian tenaga kerja pada proyek Proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Sungai Beremas pada seluruh pekerjaan yang ada di jalur kritis terlampir pada Lampiran 6.

5.5 Menentukan Jalur Kritis

Dalam menentukan jalur kritis dibutuhkan informasi tentang setiap pekerjaan dan penentuan jalur kritis dapat dilakukan dengan melihat kurva-S penjadwalan proyek sebagai acuan dan mempertimbangkan volume pekerjaan yang

ada. Adapun pekerjaan² yang berada di dalam jalur kritis dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.5 Pekerjaan yang berada didalam jalur kritis

No.	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Durasi (hari)
1	P. Pendahuluan	m'	105	14
2	P. Pondasi Sumuran	m ³	415,89	14
3	P. Pondasi Batu Kali	m ³	183,46	14
4	P. Sloof (S1) 30x45	m ³	26,61	14
5	P. Kolom Struktur (K1) 30x50	m ³	19,74	15
6	P. Balok Struktur LT1 (B1) 30x45	m ³	24,57	16
7	P. Plat Lantai t=12 cm	m ³	34,74	24
8	P. Kolom Struktur Lt. 2 (K1) 30x50	m ³	14,91	14
9	P. Balok Struktur Lt. 2 (B1) 30x45	m ³	27,23	14
10	Pekerjaan kuda-kuda dan rangka atap baja ringan	m ²	490,63	5
11	P. pasang Nok Perabung	m'	58,93	2

5.5.1 Keterkaitan Antar Pekerjaan

Setelah didapatkan durasi masing-masing pekerjaan, langkah selanjutnya adalah membuat keterkaitan antar pekerjaan. Dalam penentuan pekerjaan yang mendahului pekerjaan lainnya dan pekerjaan yang baru akan bisa dilakukan jika ada pekerjaan sebelumnya, dapat dilakukan dengan pemilihan konstran yang sesuai dengan metode kerja yang akan dilakukan antara *Start to start* (SS), *finish to start* (FS), *finish to finish* (FF), ataupun *start to finish* (FS). Pemilihan konstran yang tepat akan mempengaruhi kecepatan ataupun keterlambatan proyek yang dikelola. Pada proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Sungai Beremas hubungan antar pekerjaan yang digunakan pada pekerjaan struktur dapat dilihat pada Tabel 5.2

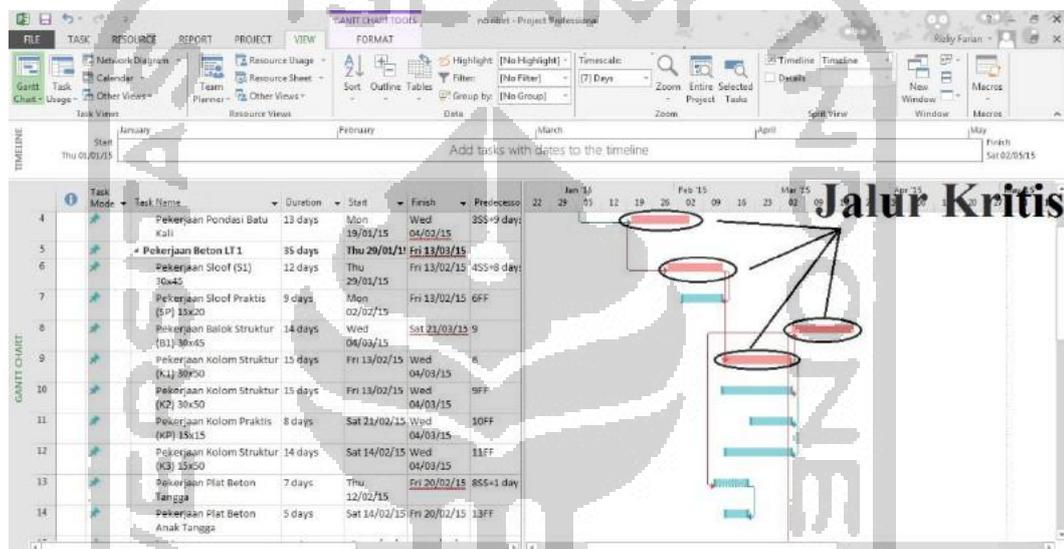
Tabel 5.6 Keterkaitan Antar Pekerjaan

No.	Nama Pekerjaan	Durasi (Hari)	Predecessor
1	P. Pendahuluan	14	-
2	P. Pondasi Sumuran	14	1SS+7
3	P. Pondasi Batu Kali	14	2SS+9
4	P. Sloof (S1) 30x45	14	3SS+8
5	P. Kolom Struktur (K1) 30x50	15	4SS+7
6	P. Balok Struktur LT1 (B1) 30x45	15	5SS+7
7	P. Plat Lantai t=12 cm	24	6SS+7
8	P. Kolom Struktur Lt. 2 (K1) 30x50	12	7SS+12
9	P. Balok Struktur Lt. 2 (B1) 30x45	14	8SS+12
10	Pekerjaan kuda-kuda dan rangka atap baja ringan	5	9FS
11	P. pasang Nok Perabung	2	10SS+1

Pada Tabel 5.6 terlihat bahwa keterkaitan antar pekerjaan yang banyak digunakan didalam lintasan kritis adalah *Start to Start* (SS). Karena pekerjaan yang dianalisa adalah pekerjaan struktural, maka pengerjaan menggunakan material berupa beton sehingga pekerjaan setelahnya dapat dilakukan setelah beberapa waktu. Pekerjaan yang menggunakan material beton ditambahkan waktu tunggu selama kurang lebih 7 hari pada pekerjaan beton struktural dengan konstran *Start to Start*, hal ini dilakukan untuk memberikan cukup waktu agar beton mengeras dan mampu menahan berat sendiri, dan untuk menghindari terjadinya skenario dimana pekerjaan j mengalami penurunan waktu tunggu akibat *crashing* sehingga penggunaan konstran lain dengan memberikan waktu tunggu 7 hari dinilai kurang tepat karena pada kondisi *crashing* akan mengakibatkan terjadinya perpendekan pada waktu tunggu. Pada pekerjaan kuda-kuda dan rangka atap baja digunakan konstrain *Finish to Start* (FS) tanpa *lead* maupun *lag*, hal ini disebabkan karena

dalam pengerjaan rangka atap baja ringan balok penyangga atap sudah harus terikat secara keseluruhan dan tersambung dengan kolom dibawahnya.

Setelah keterkaitan antar pekerjaan telah ditentukan, langkah selanjutnya yaitu melakukan pemodelan kedalam perangkat lunak *Microsoft Project* dan di dalam pemodelan, jalur kritis diberi warna merah sebagaimana terlihat pada gambar 5.1. Pada jalur kritis inilah akan dilakukan upaya *crashing*.



Gambar 5.1 Jalur Kritis

Data lengkap yang diolah menggunakan perangkat lunak *Microsoft Project 2013* dapat dilihat pada Lampiran 4.

5.6 Analisis Biaya Dan Durasi *Crashing*

Crashing akan dilakukan dengan menerapkan sistem *shift* pada pekerjaan di jalur kritis. Produktifitas pekerjaan pada saat *shift* akan dibedakan dengan produktifitas pada pekerjaan normal. Nilai penurunan produktifitas tenaga kerja pada saat *shift* diambil pada angka 11% yaitu penurunan produktifitas dari rentan 11%-17%. Penggunaan angka 11% didasarkan pada tenaga kerja yang diekspektasikan dapat melakukan pekerjaan dalam potensi maksimal, sehingga durasi tercepat dan potensi maksimal dalam penggunaan *shifting system* dapat terlihat.

5.6.1 Menentukan Produktifitas Tenaga Kerja *shift*

1. Menentukan produktifitas tenaga kerja dengan penerapan sistem *shift* pada pekerjaan Beton Bertulang mutu $f'c = 21,7 \text{ Mpa(K 250)}$, slump $(12 \pm 2) \text{ cm}$, $w/c = 0.56$ Beton Ready Mixed

Produktifitas tenaga kerja = prod. Kerja harian normal + (prod. Kerja harian normal - (prod. Kerja Harian normal x 11%)) . . . (5.4)

$$\text{Pekerja} = 0,606 + (0,606 - (0,606 \times 11\%)) = 1,145 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Tukang batu} = 3,636 + (3,636 - (3,636 \times 11\%)) = 6,872 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= 35,714 + (35,714 - (35,714 \times 11\%)) \\ &= 67,499 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 12,048 + (12,048 - (12,048 \times 11\%)) \\ &= 24,771 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

2. Menentukan produktifitas tenaga kerja dengan penerapan sistem *shift* pada pekerjaan Bekisting kolom K1.

$$\text{Pekerja} = 1,515 + (1,515 - (1,515 \times 11\%)) = 2,863 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Tukang kayu} = 3,030 + (3,030 - (3,030 \times 11\%)) = 5,727 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= 30,303 + (30,303 - (30,303 \times 11\%)) \\ &= 57,273 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 30,303 + (30,303 - (30,303 \times 11\%)) \\ &= 57,273 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

3. Menentukan produktifitas tenaga kerja dengan penerapan sistem *shift* pada pekerjaan sloof S1 30x45 K-250

$$\text{Pekerja} = 0,606 + (0,606 - (0,606 \times 11\%)) = 1,145 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Tukang batu} = 3,636 + (3,636 - (3,636 \times 11\%)) = 6,872 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= 35,714 + (35,714 - (35,714 \times 11\%)) \\ &= 67,499 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 12,048 + (12,048 - (12,048 \times 11\%)) \\ &= 24,771 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

5.6.2 Menentukan Biaya Tambahan dan Upah Tenaga Kerja

Pekerja yang bekerja saat *shift* malam akan ditambahkan sebesar 15% dari upah normal.

Contoh perhitungan upah tenaga kerja yaitu pada pekerjaan Beton mutu f'c = 21,7 MPa(K 250), slump (12 ± 2) cm, w/c = 0.56 Beton Ready Mixed.

1. Upah *shift* pagi

Pekerja = Rp. 100.000,00

Tukang batu = Rp. 120.000,00

Kepala tukang = Rp. 140.000,00

Mandor = Rp. 150.000,00

2. Upah *shift* malam

Pekerja = 100.000 + (100.000 x 15%) = Rp. 115.000,00

Tukang batu = 120.000 + (120.000 x 15%) = Rp. 138.000,00

Kepala tukang = 140.000 + (140.000 x 15%) = Rp. 161.000,00

Mandor = 150.000 + (150.000 x 15%) = Rp. 172.500,00

Untuk perhitungan upah pekerja lebih lengkap terlampir pada Lampiran 7.

5.6.3 Menentukan Durasi Kerja *Crashing*

Crashing pekerjaan dilakukan pada pekerjaan yang berada di jalur kritis, adapun durasi kerja *crashing* dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Durasi kerja Crashing} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{prod. tenaga kerja shift} \times \text{jumlah tenaga kerja}} \dots (5.5)$$

1. Menghitung durasi *crashing* pada pekerjaan Kolom K1 mutu f'c = 21,7 MPa(K 250), slump (12 ± 2) cm, w/c = 0.56 Beton Ready Mixed.

$$\text{Pekerja} = \frac{14,91}{1,145 \times 1,640} = 8 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang batu} = \frac{14,91}{6,872 \times 0,273} = 8 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{14,91}{67,499 \times 0,0278} = 8 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{14,91}{24,771 \times 0,0825} = 8 \text{ hari}$$

Durasi pekerjaan Beton mutu $f'c = 21,7 \text{ MPa (K 250)}$, slump $(12 \pm 2) \text{ cm}$, $w/c = 0.56$ Beton Ready Mixed yang semulanya adalah 15 hari dapat dipercepat hingga 8 hari.

2. Menghitung durasi *crashing* pada pekerjaan Sloof S1 30x45 mutu K-250

$$\text{Pekerja} = \frac{26,61}{1,145 \times 3,659} = 7 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang batu} = \frac{26,61}{6,872 \times 0,609} = 7 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{26,61}{67,499 \times 0,062} = 7 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{26,61}{24,771 \times 0,103} = 7 \text{ hari}$$

Perhitungan durasi pekerjaan pada proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Sungai Beremas pada seluruh pekerjaan yang ada di jalur kritis terlampir pada Lampiran 7.

Tabel 5.7 Rekapitulasi durasi normal dan durasi *crashing*

No.	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Durasi (hari)	Durasi Dapat Dipercepat (hari)
1	P. Pendahuluan	m'	105	14	10
2	P. Pondasi Sumuran	m ³	415,89	14	9
3	P. Pondasi Batu Kali	m ³	183,46	14	8
4	P. Sloof (S1) 30x45	m ³	26,61	14	8
5	P. Kolom Struktur (K1) 30x50	m ³	19,74	15	9
6	P. Balok Struktur LT1 (B1) 30x45	m ³	24,57	16	9
7	P. Plat Lantai t=12 cm	m ³	34,74	24	13
8	P. Kolom Struktur Lt. 2 (K1) 30x50	m ³	14,91	12	8
9	P. Balok Struktur Lt. 2 (B1) 30x45	m ³	27,23	14	8
10	Pekerjaan kuda-kuda dan rangka atap baja ringan	m ²	490,63	5	3
11	P. pasang Nok Perabung	m'	58,93	2	1

5.6.4 Menghitung *Cost Slope*

Cost slope merupakan selisih dari penjumlahan biaya dan *crashing* waktu yang dihitung dari hasil pengurangan antara biaya *crashing* dan biaya normal. *Cost slope* dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Cost slope} = \frac{\text{biaya percepatan} - \text{biaya normal}}{\text{durasi normal} - \text{durasi percepatan}} \dots \dots \dots (5.6)$$

1. Contoh perhitungan *cost slope* harian dan *cost slope* total pekerjaan pada pekerjaan Kolom K1

$$\text{Cost slope per hari} = \frac{5.458.846 - 4.231.664}{15 - 9}$$

$$= \text{Rp. } 204.530,00$$

$$\text{Cost slope total pekerjaan} = \text{cost slope per hari} \times (\text{durasi normal} - \text{durasi crashing})$$

$$= 204.530 \times (15 - 9)$$

$$= \text{Rp. } 1.227.183,00$$

2. Contoh perhitungan *cost slope* harian dan *cost slope* total pekerjaan pada pekerjaan Sloof S1

$$\text{Cost slope per hari} = \frac{7.154.250 - 5.704.386}{12 - 7}$$

$$= \text{Rp. } 289.973,00$$

$$\text{Cost slope total pekerjaan} = \text{cost slope per hari} \times (\text{durasi normal} - \text{durasi crashing})$$

$$= 289.973 \times (12 - 7)$$

$$= \text{Rp. } 1.449.865,00$$

Perhitungan *cost slope* pada proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Sungai Beremas pada seluruh pekerjaan yang ada di jalur kritis terlampir pada Lampiran 8.

5.7 Dampak *Crashing* Terhadap Durasi Dan Biaya Total

Setelah diketahui durasi *crashing* serta *cost slope* sebagai variabel penentu yang mempengaruhi biaya total, maka selanjutnya akan dilakukan simulasi percobaan untuk melihat perubahan yang terjadi pada durasi total proyek, serta dampaknya pada biaya total proyek.

5.7.1 Perubahan Durasi Total Dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Pasang Nok Perabung

Pada Pekerjaan Pasang Nok Perabung, *crashing* durasi pekerjaan dapat dilakukan sampai dengan 1 hari pemendekan, namun tidak berdampak pada durasi total proyek. *cost slope* senilai Rp.970.430 jika durasi pekerjaan dipercepat 1 hari, sehingga terjadi kenaikan pada biaya total yang semula senilai Rp.5.327.907.000 menjadi Rp.5.328.877.430. Karena *crashing* pada pekerjaan Nok perabung tidak menimbulkan pemendekan pada durasi total namun memberikan kenaikan biaya total, maka *crashing* tidak dilakukan karena dinilai tidak optimal sehingga kenaikan biaya akibat *cost slope* diabaikan. Analisa durasi menggunakan metode PDM dapat dilihat pada lampiran 10

Tabel 5.8 Perubahan Durasi Total dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Nok Perabung

No	Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Crashing	Durasi Total Setelah Crashing (Hari)	Biaya Total Normal	Cost Slope	Biaya Total Crashing	Keterangan
11	Nok Perabung	2	1	88	Rp5.327.907.000	Rp 970.430	Rp5.328.877.430	Durasi Total Tidak Berkurang

5.7.2 Perubahan Durasi Total Dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Kuda-kuda Dan Rangka Atap Baja Ringan

Pada Pekerjaan Kuda-kuda dan rangka atap baja ringan, *crashing* durasi pekerjaan dapat dilakukan sampai dengan 2 hari pemendekan, dan mengurangi waktu total proyek yang sebelumnya 154 hari menjadi 152 hari. Jika *crashing* dilakukan, maka akan menimbulkan *cost slope* senilai Rp.5.641.509, sehingga terjadi kenaikan pada biaya total yang semula senilai Rp.5.327.907.000 menjadi Rp.5.333.548.509. Karena *crashing* pada pekerjaan Kuda-kuda dan rangka atap baja ringan didapatkan hasil yaitu pemendekan pada durasi total, serta dianggap memberikan kenaikan biaya total yang optimal, maka dinilai *crashing* dapat dilakukan karena dinilai efektif. Analisa durasi menggunakan metode PDM dapat dilihat pada lampiran 11

Tabel 5.9 Perubahan Durasi Total dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Kuda-kuda dan Rangka Atap Baja Ringan

No	Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Crashing	Durasi Total Setelah Crashing (Hari)	Biaya Total Normal	Cost Slope	Biaya Total Crashing	Keterangan
10	Kuda-kuda dan Rangka Atap Baja	5	3	86	Rp5.327.907.000	Rp 5.641.509	Rp5.333.548.509	Durasi Total Berkurang

5.7.3 Perubahan Durasi Total Dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Balok Struktur Lt. 2 (B1) 30x45

Pada Pekerjaan Balok struktur lantai 2 (B1) 30x45, *crashing* durasi pekerjaan dapat dilakukan sampai dengan 8 hari pemendekan, dan mengurangi waktu total proyek yang sebelumnya 154 hari menjadi 148 hari. Jika *crashing* dilakukan, maka akan menimbulkan *cost slope* senilai Rp.3.024.838, sehingga terjadi kenaikan pada biaya total yang semulanya senilai Rp.5.327.907.000 menjadi Rp.5.330.931.838. Karena *crashing* pada pekerjaan Balok struktur Lt.2 (B1) didapatkan hasil yaitu pemendekan pada durasi total, serta dianggap memberikan kenaikan biaya total yang optimal, maka dinilai *crashing* dapat dilakukan karena dinilai efektif. Analisa durasi menggunakan metode PDM dapat dilihat pada lampiran 12

Tabel 5.10 Perubahan Durasi Total dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Balok Struktur Lt.2 (B1) 30x45

No	Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Crashing	Durasi Total Setelah Crashing (Hari)	Biaya Total Normal	Cost Slope	Biaya Total Crashing	Keterangan
9	Balok B1 Lt.2	14	8	82	Rp5.327.907.000	Rp 3.024.838	Rp5.330.931.838	Durasi Total Berkurang

5.7.4 Perubahan Durasi Total Dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Kolom Struktur Lt. 2 (K1) 30x50

Pada Pekerjaan Kolom struktur lantai 2 (B1) 30x50, *crashing* durasi pekerjaan dapat dilakukan sampai dengan 4 hari pemendekan, dan mengurangi waktu total proyek yang sebelumnya 154 hari menjadi 150 hari. Jika *crashing* dilakukan, maka akan menimbulkan *cost slope* senilai Rp.10.768.924, sehingga terjadi kenaikan pada biaya total yang semulanya senilai Rp.5.327.907.000 menjadi Rp.5.338.675.924. Karena *crashing* pada pekerjaan Kolom struktur Lt.2 (B1)

didapatkan hasil yaitu pemendekan pada durasi total, serta dianggap memberikan kenaikan biaya total yang optimal, maka dinilai *crashing* dapat dilakukan karena dinilai efektif. Analisa durasi menggunakan metode PDM dapat dilihat pada lampiran 13

Tabel 5.11 Perubahan Durasi Total dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Kolom Struktur Lt.2 (B1) 30x50

No	Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Crashing	Durasi Total Setelah Crashing (Hari)	Biaya Total Normal	Cost Slope	Biaya Total Crashing	Keterangan
8	Kolom K1 Lt.2	12	8	84	Rp5.327.907.000	Rp 10.768.924	Rp5.338.675.924	Durasi Total Berkurang

5.7.5 Perubahan Durasi Total Dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Plat Lantai t=12 cm

Pada Pekerjaan Plat lantai, *crashing* durasi pekerjaan dapat dilakukan sampai dengan 11 hari pemendekan, namun tidak berdampak pada durasi total proyek. Jika *crashing* tetap dilakukan, maka akan menimbulkan *cost slope* senilai Rp7.549.010, sehingga terjadi kenaikan pada biaya total yang semula senilai Rp.5.327.907.000 menjadi Rp.5.335.456.010. Karena *crashing* pada pekerjaan Plat lantai tidak menimbulkan pemendekan pada durasi total namun memberikan kenaikan pada biaya total, maka *crashing* tidak dilakukan karena dinilai tidak optimal sehingga kenaikan biaya akibat *cost slope* diabaikan. Analisa durasi menggunakan metode PDM dapat dilihat pada lampiran 14

Tabel 5.12 Perubahan Durasi Total dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Plat Lantai

No	Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Crashing	Durasi Total Setelah Crashing (Hari)	Biaya Total Normal	Cost Slope	Biaya Total Crashing	Keterangan
7	Plat Lantai	24	13	88	Rp5.327.907.000	Rp 7.549.010	Rp5.335.456.010	Durasi Total Tidak Berkurang

5.7.6 Perubahan Durasi Total Dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Balok Struktur LT1 (B1) 30x45

Pada Pekerjaan Balok struktur lt.1 (B1) 30x45, *crashing* durasi dapat dilakukan sampai dengan 6 hari pemendekan, namun tidak berdampak pada durasi total proyek. Jika *crashing* tetap dilakukan, maka akan menimbulkan *Cost slope*

senilai Rp.7.457.004, sehingga terjadi kenaikan pada biaya total yang semula senilai Rp.5.327.907.000 menjadi Rp.5.335.364.004. Karena *crashing* pada pekerjaan Balok struktur Lt.1 (B1) tidak menimbulkan pemendekan pada durasi total namun memberikan kenaikan pada biaya total, maka *crashing* tidak dilakukan karena dinilai tidak optimal sehingga kenaikan biaya akibat *cost slope* diabaikan. Analisa durasi menggunakan metode PDM dapat dilihat pada lampiran 15

Tabel 5.13 Perubahan Durasi Total dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Balok Struktur Lt.1 (B1)

No	Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Crashing	Durasi Total Setelah Crashing (Hari)	Biaya Total Normal	Cost Slope	Biaya Total Crashing	Keterangan
6	Balok B1 Lt.1	15	9	88	Rp5.327.907.000	Rp 7.457.004	Rp5.335.364.004	Durasi Total Tidak Berkurang

5.7.7 Perubahan Durasi Total dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Kolom Struktur (K1) 30x50

Pada Pekerjaan Kolom struktur Lt.1 (K1), *crashing* durasi dapat dilakukan sampai dengan 6 hari pemendekan, namun tidak berdampak pada durasi total proyek. Jika *crashing* tetap dilakukan, maka akan menimbulkan *Cost slope* senilai Rp.10.768.924, sehingga terjadi kenaikan pada biaya total yang semula senilai Rp.5.327.907.000 menjadi Rp.5.338.675.924. Karena *crashing* pada Pekerjaan Kolom struktur Lt.1 (K1) tidak menimbulkan pemendekan pada durasi total namun memberikan kenaikan pada biaya total, maka *crashing* tidak dilakukan karena dinilai tidak optimal sehingga kenaikan biaya akibat *cost slope* diabaikan. Analisa durasi menggunakan metode PDM dapat dilihat pada lampiran 16

Tabel 5.14 Perubahan Durasi Total dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Kolom Struktur Lt.1 (K1)

No	Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Crashing	Durasi Total Setelah Crashing (Hari)	Biaya Total Normal	Cost Slope	Biaya Total Crashing	Keterangan
5	Kolom K1 Lt.1	15	9	88	Rp5.327.907.000	Rp 10.768.924	Rp5.338.675.924	Durasi Total Tidak Berkurang

5.7.8 Perubahan Durasi Total Dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Sloof (S1) 30x45

Pada Pekerjaan Sloof (S1), *crashing* durasi dapat dilakukan sampai dengan 6 hari pemendekan, namun tidak berdampak pada durasi total proyek. Jika *crashing* tetap dilakukan, maka akan menimbulkan *Cost slope* senilai Rp.5.165.191, sehingga terjadi kenaikan pada biaya total yang semula senilai Rp.5.327.907.000 menjadi Rp.5.333.072.191. Karena *crashing* pada pekerjaan Sloof (S1) tidak menimbulkan pemendekan pada durasi total namun memberikan kenaikan pada biaya total, maka *crashing* tidak dilakukan karena dinilai tidak optimal sehingga kenaikan biaya akibat *cost slope* diabaikan. Analisa durasi menggunakan metode PDM dapat dilihat pada lampiran 17

Tabel 5.15 Perubahan Durasi Total dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Sloof (S1)

No	Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Crashing	Durasi Total Setelah Crashing (Hari)	Biaya Total Normal	Cost Slope	Biaya Total Crashing	Keterangan
4	Sloof S1	14	8	88	Rp5.327.907.000	Rp 5.165.191	Rp5.333.072.191	Durasi Total Tidak Berkurang

5.7.9 Perubahan Durasi Total Dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Pondasi Batu Kali

Pada Pekerjaan pondasi batu kali, *crashing* durasi dapat dilakukan sampai dengan 6 hari pemendekan, namun tidak berdampak pada durasi total proyek. Jika *crashing* tetap dilakukan, maka akan menimbulkan *Cost slope* senilai Rp.7.518.988, sehingga terjadi kenaikan pada biaya total yang semula senilai Rp.5.327.907.000 menjadi Rp.5.335.425.988. Karena *crashing* pada pekerjaan Pondasi batu kali tidak menimbulkan pemendekan pada durasi total namun memberikan kenaikan pada biaya total, maka *crashing* tidak dilakukan karena dinilai tidak optimal sehingga kenaikan biaya akibat *cost slope* diabaikan. Analisa durasi menggunakan metode PDM dapat dilihat pada lampiran 18

Tabel 5.16 Perubahan Durasi Total dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Pondasi Batu Kali

No	Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Crashing	Durasi Total Setelah Setelah Crashing (Hari)	Biaya Total Normal	Cost Slope	Biaya Total Crashing	Keterangan
3	Pondasi Batu Kali	14	8	88	Rp5.327.907.000	Rp 7.518.988	Rp5.335.425.988	Durasi Total Tidak Berkurang

5.7.10 Perubahan Durasi Total Dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Pondasi Sumuran

Pada pekerjaan Pondasi sumuran, *crashing* durasi dapat dilakukan sampai dengan 5 hari pemendekan, namun tidak berdampak pada durasi total proyek. Jika *crashing* tetap dilakukan, maka akan menimbulkan *Cost slope* senilai Rp.61.015.515, sehingga terjadi kenaikan pada biaya total yang semula senilai Rp.5.327.907.000 menjadi Rp.5.388.922.515. Karena *crashing* pada pekerjaan Pondasi sumuran tidak menimbulkan pemendekan pada durasi total namun memberikan kenaikan pada biaya total, maka *crashing* tidak dilakukan karena dinilai tidak optimal sehingga kenaikan biaya akibat *cost slope* diabaikan. Analisa durasi menggunakan metode PDM dapat dilihat pada lampiran 19

Tabel 5.17 Perubahan Durasi Total dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Pondasi Sumuran

No	Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Crashing	Durasi Total Setelah Setelah Crashing (Hari)	Biaya Total Normal	Cost Slope	Biaya Total Crashing	Keterangan
2	Pondasi Sumuran	14	9	88	Rp5.327.907.000	Rp 61.015.515	Rp5.388.922.515	Durasi Total Tidak Berkurang

5.7.11 Perubahan Durasi Total Dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Pendahuluan

Pada pekerjaan Pendahuluan, *crashing* durasi dapat dilakukan sampai dengan 4 hari pemendekan, namun tidak berdampak pada durasi total proyek. Jika *crashing* tetap dilakukan, maka akan menimbulkan *Cost slope* senilai Rp.1.358.438 sehingga terjadi kenaikan pada biaya total yang semula senilai Rp.5.327.907.000 menjadi Rp.5.329.265.438. Karena *crashing* pada pekerjaan Pendahuluan tidak menimbulkan pemendekan pada durasi total namun memberikan kenaikan pada biaya total, maka *crashing* tidak dilakukan karena dinilai tidak

optimal sehingga kenaikan biaya akibat *cost slope* diabaikan. Analisa durasi menggunakan metode PDM dapat dilihat pada lampiran 20

Tabel 5.17 Perubahan Durasi Total dan Biaya Total Akibat *Crashing* Pada Pekerjaan Pendahuluan

No	Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi <i>Crashing</i>	Durasi Total Setelah <i>Crashing</i> (Hari)	Biaya Total Normal	<i>Cost Slope</i>	Biaya Total <i>Crashing</i>	Keterangan
1	P. Pendahuluan	14	10	88	Rp5.327.907.000	Rp 1.358.438	Rp5.329.265.438	Durasi Total Tidak Berkurang

Pada pekerjaan kritis yang telah dianalisa dapat disimpulkan bahwa durasi waktu total pada pekerjaan-pekerjaan yang berada di lintasan kritis dapat dipercepat hingga 10 hari kerja dengan *cost slope* total senilai Rp.19.435.272, sehingga durasi total pekerjaan yang berada di jalur kritis mengalami pemendekan yang semula 88 hari menjadi 77 hari dan biaya total naik menjadi Rp.5.347.342.272. Adapun rekapitulasi analisis dampak perubahan durasi total dan biaya total akibat *crashing* pada setiap pekerjaan yang berada di jalur kritis dapat dilihat pada Tabel 5.18 dibawah ini. Analisa durasi menggunakan metode PDM pada seluruh pekerjaan di jalur kritis yang telah dilakukan *crashing* dapat dilihat pada lampiran 21

Tabel 5.18 Rekapitulasi Analisis Dampak Perubahan Durasi Total dan Biaya Total Akibat *Crashing*

No	Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi <i>Crashing</i>	Durasi Total Setelah <i>Crashing</i> (Hari)	Biaya Total Normal	<i>Cost Slope</i>	Biaya Total <i>Crashing</i>	Keterangan
1	P. Pendahuluan	14	10	88	Rp5.327.907.000	Rp 1.358.438	Rp5.327.907.000	Tidak Di <i>Crashing</i>
2	Pondasi Sumuran	14	9	88	Rp5.327.907.000	Rp 61.015.515	Rp5.327.907.000	Tidak Di <i>Crashing</i>
3	Pondasi Batu Kali	14	8	88	Rp5.327.907.000	Rp 7.518.988	Rp5.327.907.000	Tidak Di <i>Crashing</i>
4	Sloof S1	14	8	88	Rp5.327.907.000	Rp 5.165.191	Rp5.327.907.000	Tidak Di <i>Crashing</i>
5	Kolom K1 Lt.1	15	9	88	Rp5.327.907.000	Rp 10.768.924	Rp5.327.907.000	Tidak Di <i>Crashing</i>
6	Balok B1 Lt.1	15	9	88	Rp5.327.907.000	Rp 7.457.004	Rp5.327.907.000	Tidak Di <i>Crashing</i>
7	Plat Lantai	24	13	88	Rp5.327.907.000	Rp 7.549.010	Rp5.327.907.000	Tidak Di <i>Crashing</i>
8	Kolom K1 Lt.2	12	8	84	Rp5.327.907.000	Rp 10.768.924	Rp5.338.675.924	Dilakukan <i>Crashing</i>
9	Balok B1 Lt.2	14	8	79	Rp5.327.907.000	Rp 3.024.838	Rp5.341.700.763	Dilakukan <i>Crashing</i>
10	Kuda-kuda dan Rangka Atap Baja	5	3	77	Rp5.327.907.000	Rp 5.641.509	Rp5.347.342.272	Dilakukan <i>Crashing</i>
11	Nok Perabung	2	1	77	Rp5.327.907.000	Rp 970.430	Rp5.347.342.272	Tidak Di <i>Crashing</i>

Berdasarkan tabel 5.18 dapat disimpulkan bahwa apabila *crashing* dilakukan, tidak seluruh pekerjaan yang berada di jalur kritis akan memberikan perubahan terhadap durasi total. Pekerjaan yang menimbulkan perubahan pada durasi total yaitu pekerjaan Kolom K1 Lt.2 dengan pemendekan durasi total 4 hari kerja, pekerjaan

Balok B1 lt.2 dengan pemendekan durasi total 5 hari kerja, dan pekerjaan kuda-kuda dan rangka atap baja mempendek durasi total 2 hari kerja sehingga durasi total jalur kritis menjadi 77 hari kerja yang sebelumnya 88 hari kerja, *cost slope* pada pekerjaan-pekerjaan yang tidak optimal untuk dilakukan *crashing* diabaikan.

5.8 Analisis Biaya Langsung Dan Biaya Tidak Langsung

Setelah proses perhitungan durasi *crashing* dan biaya setelah *crashing* dilakukan, maka durasi total keseluruhan pekerjaan dan biaya total dari keseluruhan pekerjaan perlu dihitung. Dari biaya yang telah dihitung, dapat diketahui berapa total biaya langsung dan biaya tidak langsung dari proyek. Perhitungan biaya total proyek adalah sebagai berikut.

5.8.1 Pada Kondisi Normal

Durasi normal	= 154 hari
Rencana Anggaran Biaya	= Rp. 5.327.907.000,00

Biaya diatas adalah biaya keseluruhan proyek yang terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya tidak langsung adalah biaya yang dari *overhead* dan keuntungan proyek, biaya *overhead* terdiri dari biaya gaji, biaya operasional, biaya listrik, dan lain sebagainya. Berdasarkan perpres nomor 70 tahun 2012 tentang keuntungan penyedia jasa yaitu berkisar dari 0 hingga 15%. Pada perhitungan sebelumnya telah didapat bahwa biaya langsung proyek adalah sebesar 90%, maka dapat disimpulkan bahwa biaya tidak langsung ada pada nilai 10% dari biaya proyek. Pada penelitian ini nilai keuntungan (*profit*) diambil pada angka 6% dari biaya total proyek, berdasarkan PP no. 51 tahun 2008 dan 4% dari biaya total proyek digunakan untuk biaya *overhead*, kemudian biaya *profit* dan *overhead* dijumlahkan dan menjadi Biaya tidak langsung. Berdasarkan uraian diatas maka nilai keuntungan dan *overhead* dapat dihitung dengan rumus seperti dibawah ini.

1. *Profit* = Total biaya proyek x 6% (5.7)
 = Rp. 5.327.907.000,00 x 6%
 = Rp. 319.674.200,00
2. *Biaya Overhead* = Total biaya proyek x 4% (5.8)
 = Rp. 5.327.907.000,00 x 4%

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp. } 213.116.280,00 \\
 3. \text{ Overhead per hari} &= \frac{\text{biaya overhead}}{\text{durasi normal}} \dots\dots\dots (5.9) \\
 &= \frac{213.116.280}{154} \\
 &= \text{Rp. } 1.383.871,00
 \end{aligned}$$

Setelah nilai *overhead* dan keuntungan didapat, maka biaya langsung dan tidak langsung dapat dihitung dengan rumus seperti berikut.

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Biaya Langsung} &= 90\% \times \text{biaya total proyek} \dots\dots\dots (5.10) \\
 &= 90\% \times 5.327.907.000,00 \\
 &= \text{Rp. } 4.795.116.300,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Biaya Tidak Langsung} &= \text{Profit} + \text{Overhead} \dots\dots\dots (5.11) \\
 &= 319.674.200 + 213.116.280 \\
 &= \text{Rp. } 532.790.480,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Biaya Total Proyek} &= \text{Biaya Langsung} \\
 &\quad + \text{Biaya Tidak Langsung} \dots\dots\dots (5.12) \\
 &= 4.795.116.300 + 532.790.480 \\
 &= \text{Rp. } 5.327.907.000,00
 \end{aligned}$$

Dari analisis biaya normal yang telah dilakukan sebelumnya telah didapatkan nilai koefisien rata-rata sebagai perbandingan antara biaya bahan dan biaya upah, yaitu koefisien bahan senilai 0,81 dan koefisien upah senilai 0,19 maka dapat dihitung biaya upah dan biaya bahan dengan cara seperti berikut ini.

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Biaya bahan} &= \text{Biaya langsung} \times \text{koefisien bahan} \dots\dots\dots (5.13) \\
 &= \text{Rp. } 4.795.116.300 \times 0,81 \\
 &= \text{Rp. } 3.884.044.203,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Biaya upah} &= \text{Biaya langsung} \times \text{koefisien upah} \dots\dots\dots (5.14) \\
 &= \text{Rp. } 4.795.116.300 \times 0,19 \\
 &= \text{Rp. } 911.072.097
 \end{aligned}$$

5.8.2 Kondisi Dipercepat

Karena dilakukan *crashing*, akan terjadi perubahan biaya pekerjaan dan durasi pekerjaan dibandingkan pada saat kondisi normal. Penerapan yang digunakan agar terjadinya *crashing*, yaitu dengan menggunakan sistem *shift*. Setelah diterapkan *crashing*, akan terjadi penambahan biaya sehingga biaya langsung akan bertambah. Sebaliknya, karena adanya pemangkasan durasi pekerjaan, akan mengurangi biaya tidak langsung proyek.

Pada perhitungan yang dilakukan sebelumnya, diketahui nilai *cost slope* sebesar Rp.19.435.272, dan durasi proyek setelah *crashing* yaitu 144 hari, lebih cepat 10 hari dari durasi normal. Biaya langsung dan biaya tidak langsung dari kondisi dipercepat dapat dihitung dengan cara seperti berikut.

1. Biaya Langsung *Crashing*

$$= \text{Biaya normal} + \text{cost slope} \dots \dots \dots (5.15)$$

$$= 4.795.116.300 + 19.435.272$$

$$= \text{Rp. } 4.814.551.572,00$$
2. Biaya Tidak Langsung *Crashing*

$$= (\text{durasi } \textit{crashing} \times \textit{overhead} \text{ per hari}) + \textit{profit} \dots \dots \dots (5.16)$$

$$= (144 \times 1.383.871) + 319.674.200$$

$$= \text{Rp. } 518.951.624,00$$
3. Total Biaya Proyek *Crashing*

$$= \text{Biaya langsung } \textit{crashing} + \text{Biaya tidak langsung } \textit{crashing} \dots \dots \dots (5.17)$$

$$= \text{Rp. } 4.814.551.572,00 + \text{Rp. } 518.951.624,00$$

$$= \text{Rp. } 5.333.503.196,00$$

5.9 Pembahasan

5.9.1 Hasil Analisis *Crashing* Penyelesaian Proyek

Crashing yang dilakukan dengan menggunakan sistem *shift* pada proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Sungai Beremas didapatkan durasi setelah *crashing* yaitu selama 144 hari atau lebih cepat 10 hari untuk keseluruhan durasi pekerjaan, dan didapatkan *cost slope* sebesar Rp.19.435.272,00. Maka dapat

disimpulkan bahwa penerapan sistem *shift* dapat mempercepat waktu proyek dibandingkan dengan kondisi normal, namun biaya langsung proyek akan bertambah akibat upaya *crashing* sehingga mengakibatkan kenaikan pada biaya total proyek.

5.9.2 Perbandingan Durasi Dan Biaya Proyek

Proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Sungai Beremas direncanakan berlangsung selama 154 hari dengan rancangan anggaran sebesar Rp.5.327.907.000. Dengan mempercepat durasi pekerjaan pada pekerjaan yang berada di jalur kritis, memberikan dampak berupa perubahan biaya tidak langsung (*indirect cost*), namun mengakibatkan penambahan pada biaya langsung (*direct cost*)

Berikut tabel rekapitulasi durasi dan biaya antara proyek pada kondisi normal dan proyek yang telah dipercepat dengan menerapkan sistem *shift*.

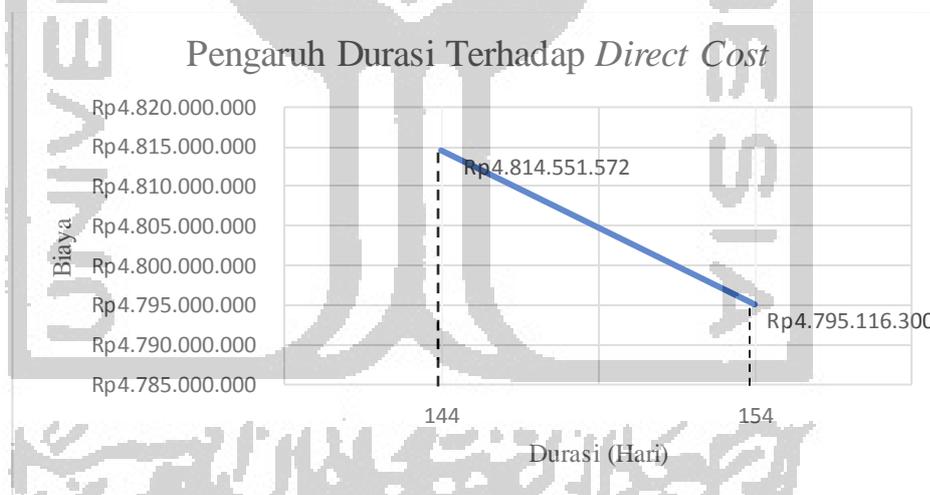
Tabel 5.19 Rekapitulasi Perbandingan Biaya dan Durasi Proyek

	Durasi	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
Proyek Normal	154	Rp 4.795.116.300	Rp 532.790.480	Rp 5.327.907.000
Proyek Dipercepat	144	Rp 4.814.551.572	Rp 518.951.624	Rp 5.333.503.196
Selisih	10	Rp 19.435.272	Rp 13.838.856	Rp 5.596.196

Dari analisis *crashing* yang dilakukan, didapatkan bahwa durasi proyek dapat dipercepat 10 hari dari durasi proyek normal, yaitu menjadi 144 hari atau lebih cepat 6,5% dari kondisi normal. Setelah dilakukan *crashing*, biaya langsung proyek mengalami peningkatan yang semula Rp.4.795.116.300,00 menjadi Rp.4.814.551.572,00 atau terjadi peningkatan biaya sebesar 0,4%. Sedangkan pada biaya tidak langsung mengalami penurunan biaya yang semula senilai Rp.532.790.480 menurun menjadi Rp.518.951.624 dengan persentase penurunan yaitu sebesar 2,6% penurunan biaya tidak langsung ini disebabkan oleh durasi pekerjaan proyek yang menjadi lebih singkat. Akibat perubahan biaya langsung dan biaya tidak langsung yang menjadi variabel biaya total proyek, terjadi perubahan pada rancangan anggaran yang semula Rp.5.327.907.000 meningkat menjadi Rp.5.333.503.196, terdapat selisih dengan nilai sebesar Rp.5.596.196 yaitu

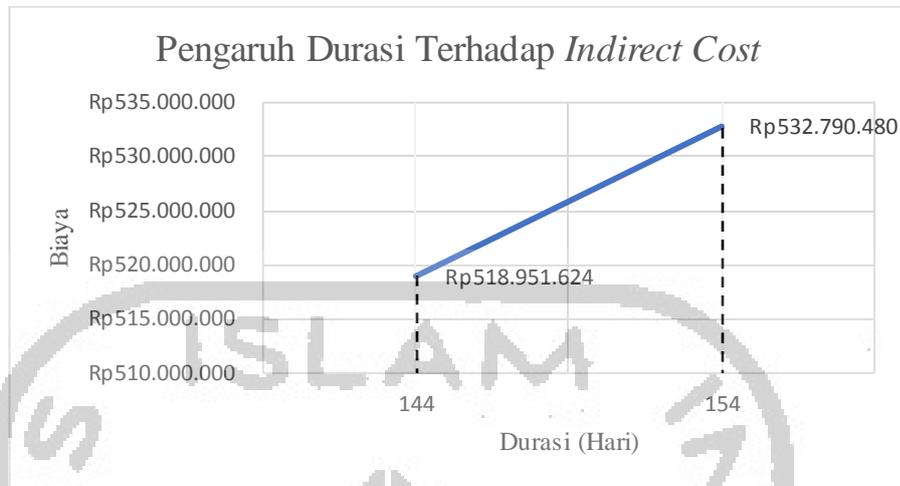
meningkat 0,115% dari biaya total normal proyek. Hasil analisis menunjukkan dengan menerapkan sistem *shift* akan menurunkan biaya total proyek.

Berikut dibawah ini ditampilkan grafik hubungan antara durasi waktu proyek terhadap biaya langsung (*direct cost*), biaya tidak langsung (*indirect cost*), dan biaya total proyek. Komponen yang termasuk dalam biaya langsung antara lain adalah upah pekerja, biaya material, peralatan, dan peralatan pekerja. Sedangkan biaya tidak langsung (*indirect cost*) dalam analisis yang digunakan yaitu biaya keuntungan (*profit*) dan biaya *overhead* yang dapat berupa fasilitas sementara yang ada di proyek seperti gudang penyimpanan material, direksi kit, dan *barrack* pekerja serta biaya untuk menjalankan usaha seperti biaya sewa kantor, ijin usaha, dan lain sebagainya. Adapun grafik pengaruh durasi *crashing* terhadap biaya langsung (*direct cost*) dapat dilihat pada gambar 5.2 dan grafik pengaruh durasi *crashing* terhadap biaya tidak langsung (*indirect cost*) pada gambar 5.3



Gambar 5.2 Pengaruh durasi terhadap biaya langsung (*direct cost*)

Dari gambar 5.2 dapat diambil kesimpulan bahwa *crashing* durasi proyek yang semula selama 154 hari mejadi 144 hari mengakibatkan kenaikan biaya langsung (*direct cost*) senilai Rp.19.435.272 yaitu mengalami kenaikan sebesar 0,4%.



Gambar 5.3 Pengaruh durasi terhadap biaya tidak langsung (*indirect cost*)

Dari gambar diatas dapat diambil kesimpulan bahwa *crashing* durasi dari 154 hari menjadi 144 hari mengakibatkan penurunan biaya tidak langsung senilai Rp.13.838.856,00. Biaya tidak langsung yang semula senilai Rp.532.790.480,00 turun menjadi Rp.518.951.624,00 atau turun sebesar 2,6% sehingga menjadi berbanding lurus dengan biaya.



Gambar 5.4 Rekapitulasi Pengaruh Durasi Terhadap Biaya

Dari gambar 5.4 dapat diambil kesimpulan, setelah terjadi penurunan durasi kerja yang semula adalah 154 hari menjadi 144 hari mengakibatkan naiknya

biaya langsung (*direct cost*) dari biaya semula yaitu Rp.4.795.116.300 menjadi Rp.4.814.551.572. Namun pada biaya tidak langsung (*indirect cost*) mengalami penurunan biaya seiring berkurangnya durasi proyek, biaya menurun dari Rp.532.790.480 menjadi Rp.518.951.624, sehingga mengakibatkan perubahan biaya total proyek dari Rp.5.327.907.000 menjadi Rp.5.333.503.196 atau meningkat Rp.5.596.196 dari biaya total proyek semula.

Berdasarkan pembahasan diatas, didapatkan hasil bahwa upaya peningkatan produktifitas dengan menggunakan metode *shifting system* pada tenaga kerja memberikan dampak pada biaya proyek dan penjadwalan yang ada. Perubahan yang terjadi pada penjadwalan antara lain adalah.

1. Dalam upaya peningkatan produktifitas pekerjaan dengan menggunakan metode *shifting*, durasi pekerjaan dapat dilakukan pemendekans.
2. Dalam penggunaan metode *shifting* terdapat tambahan waktu kerja untuk pekerjaan pada *shift* malam sehingga perlu dilakukan penjadwalan terhadap tenaga kerja berbeda pada *shift* normal dan *shift* malam.
3. Dalam penggunaan metode *shift*, *shift* malam mengalami Penurunan produktifitas yang dapat dipicu oleh akibat kurangnya komunikasi saat *shift* malam, penurunan kesehatan mental dan fisik akibat perubahan jam istirahat yang tidak dalam siklus wajar atau tidak terbiasa oleh tubuh, hingga keamanan pekerja. Siklus tidur yang tidak normal yang dirasakan tubuh menyebabkan penurunan produktifitas dari pekerja, dibutuhkan waktu 7-12 hari bagi tubuh untuk menyesuaikan aktifitas baru dan waktu istirahat yang berubah, penyesuaian itu dapat berlanjut hingga 30 hari menurut pakar kesehatan. Pada penelitian ini penurunan produktifitas pada *shift* malam yaitu sebesar 11%.
4. Pemilihan jadwal berbeda yang akan dilakukan *crashing* dapat menghasilkan durasi yang berbeda sehingga proyek dapat memiliki skenario yang beberapa dengan *output* durasi dan jadwal yang berbeda.
5. Pemilihan hubungan antar pekerjaan (*constraint*) pada pekerjaan *crashing* dapat menghasilkan durasi yang berbeda tergantung *constraint* yang digunakan.

Dan perubahan yang terjadi pada pembiayaan proyek antara lain adalah.

1. Tambahan biaya pada pekerjaan yang dipercepat dapat dilihat pada *cost slope* masing-masing pekerjaan, sehingga dalam pengambilan skenario *crashing* yang akan dilakukan dapat menghasilkan biaya total proyek yang berbeda-beda. Dalam skenario yang digunakan, grafik naiknya biaya total proyek dapat dilihat pada Gambar 5.4.
2. Biaya tidak langsung adalah komponen biaya yang terdiri dari biaya *overhead* dan *profit* (keuntungan). Biaya *overhead* dibagi menjadi 2 kelompok biaya yaitu Overhead di Lapangan, diantaranya adalah biaya personil lapangan, fasilitas sementara seperti gudang, kantor lapangan, pagar, penerangan, transportasi, dan komunikasi, biaya bank, izin bangunan, peralatan habis pakai, biaya untuk rapat lapangan, biaya pengukuran, serta biaya kualitas kontrol. Overhead Kantor, diantaranya sewa kantor dan fasilitasnya, gaji pegawai, izin usaha, referensi bank, dan lain sebagainya. Biaya *overhead* bergantung pada lamanya durasi pengerjaan proyek sehingga dengan upaya penambahan produktifitas kerja menggunakan metode *shifting* mengakibatkan terjadinya pemendekan durasi total dan menyebabkan turunnya biaya yang disebabkan oleh biaya *overhead*. Sedangkan nilai keuntungan proyek (*profit*) tidak mengalami perubahan karena bergantung pada nilai total kontrak proyek. Grafik hubungan antara biaya tidak langsung terhadap durasi dapat dilihat pada Gambar 5.3.
3. Biaya langsung adalah biaya yang terdiri dari biaya material, biaya alat, dan biaya upah pekerja. Dalam upaya peningkatan produktifitas dengan menggunakan metode *shifting* tenaga kerja, biaya material dan biaya alat tidak mengalami peningkatan biaya. Biaya upah pekerja mengalami peningkatan akibat penggunaan *shift* pada pekerjaan yang di skenarioikan sehingga biaya upah pekerja harian menjadi dua kali yaitu biaya upah pada saat *shift* normal dan biaya upah saat *shift* malam. Serta terdapat tambahan biaya upah sebesar 15% pada pekerjaan *shift* malam sebagai kompensasi

atau tambahan biaya upah dan menyebabkan peningkatan terhadap biaya langsung. Peningkatan biaya langsung digambarkan melalui grafik yang dapat dilihat pada gambar 5.2.

Terdapat 3 alternatif yang dapat dilakukan dalam upaya *crashing* yaitu Lembur, Penambahan jumlah tenaga kerja, dan penerapan *shift* pada tenaga kerja. Adapun masing-masing alternatif memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.20 dibawah ini.

Tabel 5.20 Kelebihan dan Kekurangan Pada Alternatif *Crashing* Tersedia

Alternatif <i>Crashing</i>	Kelebihan	Kekurangan
Penambahan Jam Kerja (Lembur)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mempercepat durasi proyek 2. Dapat menghindari biaya rekrutmen berlebih. 3. Pada Pekerja, Pekerja akan mendapatkan upah tambahan (uang lembur). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penurunan produktifitas karyawan karna tambahan jam kerja yang membuat letih. 2. Apabila lembur sudah tidak lagi diperlukan, sehingga jam kerja kembali menjadi normal dan gaji karyawan akan kembali normal (tidak mendapat upah tambahan). 3. Upah tambahan akan diperlukan karna penerapan jam tambah (lembur).

Lanjutan Tabel 5.20 Kelebihan dan Kekurangan Pada Alternatif *Crashing* Tersedia

Alternatif <i>Crashing</i>	Kelebihan	Kekurangan
Penambahan Tenaga Kerja	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mempercepat durasi proyek. 2. Tidak adanya penurunan produktifitas pada tenaga kerja. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sulitnya mencari tenaga kerja tambahan. 2. Upah tenaga kerja akan lebih besar akibat penambahan tenaga kerja dan menjadi pemicu naiknya biaya langsung proyek. 3. Tidak selalu efektif dalam mempercepat durasi pekerjaan, karena akan bergantung pada besar atau kecilnya bobot kegiatan/aktifitas yang dilakukan.
Sistem <i>Shifting</i> Tenaga Kerja	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mempercepat durasi proyek. 2. Kemungkinan terjadinya penurunan produktifitas akan relatif lebih kecil karena tenaga kerja yang digunakan tidak sama. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penambahan upah karena bertambahnya tenaga kerja 2. Upah pekerja <i>shift</i> diluar jam kerja normal akan lebih tinggi.

Dengan pertimbangan antara 3 alternatif yang tersedia, *crashing* yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menerapkan metode *shifting* tenaga kerja, karena jumlah pekerja pada *shift* malam yang tidak jauh berbeda sehingga produktifitas tenaga kerja yang dihasilkan dapat dikatakan yang paling besar diantara alternatif penambahan jam kerja ataupun penambahan jumlah tenaga kerja.

Pekerjaan Proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Sungai Beremas berlokasi di Provinsi Sumatera Barat. Provinsi Sumatera Barat adalah Provinsi dengan tingkat ancaman bencana alam yang tinggi karena letak geografisnya yang berada di atas patahan lempeng tektonik dan cincin api yang membuat Sumatera Barat menjadi daerah rawan gempa, serta kondisi geografis yang berdekatan dengan gunung api membuat Sumatera Barat memiliki ancaman letusan gunung api dan sebagai Provinsi yang dikelilingi oleh laut membuat Sumatera Barat menjadi wilayah yang berpotensi tsunami. Tidak jarang pula terjadi bencana alam seperti gempa dan tsunami di Provinsi Sumatera Barat, oleh karena itu upaya melakukan *crashing* pada pekerjaan Proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Sungai Beremas adalah usaha *preventive* bencana dengan tujuan mencegah hal-hal yang mengancam keterlambatan proyek sehingga pekerjaan proyek dapat terselesaikan dan dapat terhindar dari ancaman bencana tidak terduga.