

BAB V

ANALISIS, HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Proyek

Sebelum dilakukan penelitian, terlebih dahulu dilakukan analisis data proyek yang berupa:

1. *Time Schedule*
2. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Data yang diperoleh dari proyek tersebut akan dianalisis kembali untuk mendapatkan waktu penyelesaian proyek yang lebih cepat dengan cara membuat jam kerja sistem *shift*. Analisis hanya difokuskan pada jam kerja sistem *shift*, sedangkan material dalam kondisi normal dan pada kondisi dipercepat adalah sama. Biaya total proyek adalah jumlah biaya langsung dan biaya tidak langsung yang didapat dari RAB, dengan biaya tidak langsung nilainya sebesar 15% dari total biaya proyek (RAB). Hal tersebut berdasarkan contoh perhitungan analisa harga satuan pekerjaan pada SNI-2013. Analisis dilakukan untuk mengetahui selisih waktu dan biaya antara kondisi normal dan kondisi setelah dipercepat. Proses mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan melakukan kompresi durasi pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis dan memungkinkan untuk dilakukannya jam kerja sistem *shift*. Proyek yang dijadikan studi kasus dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah Proyek Pembangunan Max One Hotel Glodok Jakarta Barat. Adapun data proyek adalah sebagai berikut:

1. Nama Proyek : Proyek Pengembangan Max One Hotel
2. Lokasi Proyek : Glodok ,Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta
3. Pemilik Proyek : Pimpinan Max One Group
4. Pelaksana Proyek : PT. Sinar Waringin Adikarya
5. Luas Bangunan : 1465.35 m²
6. Durasi Proyek : 159 hari
7. Periode : 14 September – 21 Maret 2018

8. Hari Kerja : Senin – Sabtu
9. Jam Kerja Normal : 08.00-12.00 dan 13.00-17.00
10. Hari Libur : Minggu
11. Jam Kerja *Shift* : Pagi, 08.00-17.00 dan Malam 18.00-24.00

Untuk menganalisis biaya proyek menggunakan program *Microsoft Excel 2013* dan mencari perubahan biaya proyek sebelum dan setelah percepatan, diperlukan data-data yang akan di *input* ke dalam *Microsoft Excel 2013*. Data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Daftar upah tenaga kerja untuk setiap pekerjaan
2. Daftar harga bahan dan material untuk setiap pekerjaan

5.1.1 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No	URAIAN PEKERJAAN		JUMLAH
			(Rp)
A	PEKERJAAN PERSIAPAN STRUKTUR		Rp 33,800,000.00
B	PEKERJAAN STRUKTUR		
I	PEKERJAAN TANAH		Rp 98,889,588.92
II	PEKERJAAN BETON		
a.	LANTAI SATU, Elev. +0,00 M		Rp 2,623,982,558.77
b.	LANTAI DUA, Elev. +4,00 M		Rp 2,373,925,899.34
c.	LANTAI TIGA, Elev. +8,00 M		Rp 2,304,728,869.63
d.	LANTAI EMPAT, Elev. +12,00 M		Rp 2,295,055,007.13
d.	LANTAI ATAP, Elev. +12,00 M	ATAP, Elev. +16,00 M	Rp 1,539,378,517.20

	e.	BETON GWT	Rp 139,388,748.28
	f.	BETON RUMAH GENSET DAN RUMAH POMPA	Rp 185,506,438.25
III.		PEKERJAAN STRUKTUR ATAP	Rp 700,605,100.00

Lanjutan Tabel 5.1 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

E	PEKERJAAN LAIN-LAIN		
I	PEKERJAAN PAGAR KELILING		Rp 468,520,845.41
II	PEKERJAAN LANDSCAPE		Rp 26,438,200.00
III	PEKERJAAN JALAN		Rp 196,257,140.00
	JUMLAH TOTAL		Rp 13,307,180,296.54
	PPN 10%		Rp 1,330,718,029.65
	TOTAL		Rp 14,637,898,326.20
	DIBULATKAN		Rp 14,637,000,000.00

5.1.2 Durasi Pekerjaan

Dalam penjadwalan pelaksanaan proyek pengembangan MaxOne Hotel digunakan aplikasi Microsoft Excell dalam pembuatan time schedule nya *Microsft*

Excel sendiri merupakan alat bantu yang paling sering digunakan oleh sebagian besar kontraktor dalam membuat *time schedule* suatu proyek konstruksi. Berdasarkan *time schedule* yang didapat dari kontraktor pelaksana, penyelesaian proyek pembangunan MaxOne Hotel memakan waktu 159 hari terhitung dari tanggal 14 September 2017 sampai 21 Maret 2018. Durasi setiap pekerjaan yang didapatkan dari *bar chart*

5.1.3 Asumsi Dasar yang Digunakan

Asumsi-asumsi dasar yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kondisi Proyek

- a. Proyek direncanakan dilaksanakan selama 159 hari kalender, mulai dari 14 September 2017 sampai dengan 21 Maret 2018.

2. Waktu Kerja

- a. Pada waktu kerja normal, dalam seminggu ada 6 hari kerja dengan waktu kerja 8 jam per hari. Pekerjaan dimulai dari jam 08.00-17.00 dengan waktu istirahat pada jam 12.00-13.00.
- b. Pada waktu kerja dipercepat, dalam seminggu ada 6 hari kerja sama dengan pada waktu kerja normal. Dengan pembagian *shift* pagi adalah 8 jam pada jam 08.00-17.00 dan *shift* malam adalah 6 jam pada jam 18.00-24.00.

3. Sumber Daya yang Digunakan

Upah tenaga kerja dan material disesuaikan dengan Daftar Harga Satuan Bahan Bangunan dan Upah Tenaga dari Pelaksana Proyek.

5.2 Perhitungan Biaya Normal (*Normal Cost*)

Normal cost merupakan biaya total dari masing-masing aktivitas pekerjaan, yang terdiri dari *normal cost* bahan dan *normal cost* upah. *Normal cost* dapat diambil dari RAB yang digunakan. *Overhead* diambil 15%, menurut Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2012 tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Presiden Nomor 54 Tahun 2010 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah dan profit diambil 5%. Akan tetapi sebelum menghitung koefisien biaya

bahan dan upah, dicari terlebih dahulu harga satuan pekerjaan berdasarkan data dilapangan dan koefisien SNI 2013. Berikut ini adalah hasil wawancara dengan kontraktor didapat biaya upah tenaga kerja seperti tabel 5.1 dibawah ini.

Tabel 5.2 Daftar Harga Upah

Daftar Harga Upah	
Uraian	Harga
Mandor	Rp 100.000,00
Kepala Tukang	Rp 90.000,00
Tukang Batu	Rp 75.000,00
Pekerja	Rp 60.000,00
Tukang Besi	Rp 75.000,00
Tukang Kayu	Rp 75.000,00

(Sumber : Data didapat dari harga upah SNI wilayah DKI Jakarta)

Berikut merupakan perhitungan *normal cost* untuk bahan dan *normal cost* untuk upah.

1. Pekerjaan tulangan pokok kolom beton 30/50 K2 K-300

Contoh perhitungan harga satuan pekerjaan tulangan pokok kolom beton 30/50 K2 K-300 seperti tabel 5.4 dibawah ini.

Tabel 5.3 Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Cor Beton Kolom Beton 30/50 K2 K-300

No	Uraian Pekerjaan Cor Beton K-300	Volume	Koefisien	Harga	Satuan	Bahan	Upah	Total Harga
1	Pek. Kolom beton 30/50 K2	52.35			m ³			
	BAHAN							
	Semen Portland		413	Rp 1,250	kg	Rp 516,250		
	Pasir Beton		0.550	Rp 120,000	m ³	Rp 66,000		
	Kerikil		0.700	Rp 150,000	m ³	Rp 105,000		
	TENAGA							
	Pekerja		1.65	Rp 60,000	OH		Rp 99,000	
	Tukang Batu		0.275	Rp 75,000	OH		Rp 20,625	
	Kepala Tukang		0.028	Rp 90,000	OH		Rp 2,520	
	Mandor		0.083	Rp 100,000	OH		Rp 8,300	
						Rp 687,250	Rp 130,445	Rp 817,695

Overhead dan Profit (25%)							204,423.75
Harga Satuan Pekerjaan (HSP)							Rp 1,022,119

Berdasarkan perhitungan harga satuan pekerjaan tulangan pokok kolom beton 30/50 K2 K-300, didapatkan hasil sebagai berikut.

- a. Volume Pekerjaan = 52.35 m³
- b. Total Harga Upah = Rp 130,445
= Rp 130.445
- c. Total Harga Bahan = Rp 687.350
- d. Total Harga Upah dan Bahan = Rp 817.695
- e. Overhead dan Profit 25% = Rp 204.423.75
- f. HSP = Rp 1,022,119
- = Rp 1.022.119

Dari contoh perhitungan diatas maka dapat diketahui biaya langsung proyek sebesar Rp 817.695, biaya tidak langsung proyek sebesar Rp 204.423., dan Harga Satuan Pekerjaan proyek sebesar Rp 1.022.119. Sehingga koefisien biaya langsung bahan dan upah dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Koefisien Bahan} = \frac{\text{Biaya Bahan}}{\text{Biaya Upah dan Bahan}} = \frac{687.350}{817.695} = 0,85$$

$$\begin{aligned} \text{Total Normal Cost Bahan} &= \text{Koef bahan} \times \text{Biaya bahan} \times \text{Volume pekerjaan} \\ &= 0.84 \times \text{Rp } 687.350 \times 52.35 \\ &= \text{Rp } 30.225,5289 \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien Upah} = \frac{\text{Biaya Upah}}{\text{Biaya Upah dan Bahan}} = \frac{\text{Rp } 130.445}{\text{Rp } 817.695} = 0,161$$

$$\begin{aligned} \text{Total Normal Cost Upah} &= \text{Koef bahan} \times \text{Biaya Upah} \times \text{Volume pekerjaan} \\ &= 0.160 \times \text{Rp } 130.445 \times 52.35 \\ &= \text{Rp } 1.092,60732 \end{aligned}$$

2. Pekerjaan tulangan sengkang kolom beton 30/50 K2 K-300

Contoh perhitungan harga satuan pekerjaan tulangan sengkang kolom beton 30/50 K2 K-300 seperti tabel 5.6 dibawah ini.

Tabel 5.4 Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Tulangan Pokok Beton Kolom Beton 30/50 K2 K-300

No	Uraian Pekerjaan Tul Pokok	Volume	Koefisien	Harga	Satuan	Bahan	Upah	Total Harga
2	Pek. Kolom beton 30/50 K2	2650.26			m ³			
	BAHAN							
	Besi Beton		1.05	Rp 12,000	kg	Rp 12,600		
	Kawat Beton		0.015	Rp 15,000	m ³	Rp 225		
					m ³	Rp -		
	TENAGA							
	Pekerja		0.007	Rp 60,000	OH		Rp 420	
	Tukang Batu		0.007	Rp 75,000	OH		Rp 525	
	Kepala Tukang		0.0007	Rp 90,000	OH		Rp 63	
	Mandor		0.0004	Rp 100,000	OH		Rp 40	
						Rp 12,825	Rp 1,048	Rp 13,875
	Overhead dan Profit (25%)							3,468.25
	Harga Satuan Pekerjaan (HSP)							Rp 17,341

Berdasarkan perhitungan harga satuan pekerjaan tulangan pokok kolom beton 30/50 K2 K-300, didapatkan hasil sebagai berikut.

- Volume Pekerjaan = 2650,26 Kg
- Total Harga Upah = Rp 1,048,00 = Rp 1.048,00
- Total Harga Bahan = Rp 12.825,00
- Total Harga Upah dan Bahan = Rp 13.875,00
- Overhead dan Profit 25% = Rp 3.468,00
- HSP = Rp 17.341,00

= Rp 17.341,00

Dari contoh perhitungan diatas maka dapat diketahui biaya langsung proyek sebesar Rp 13.873,00, biaya tidak langsung proyek sebesar Rp 3.468,00, dan Harga Satuan Pekerjaan proyek sebesar Rp 17.341,00. Sehingga koefisien biaya langsung bahan dan upah dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Koefisien Upah} = \frac{\text{Biaya Upah}}{\text{Biaya Upah dan Bahan}} = \frac{\text{Rp } 1.048,00}{\text{Rp } 13.875,00} = 0,08$$

$$\begin{aligned} \text{Total Normal Cost Upah} &= \text{Koef Upah} \times \text{Total harga upah} \times \text{Volume} \\ \text{Pekerjaan} &= 0.08 \times \text{Rp } 1.048.00 \times 2650,26 \text{ kg} \\ &= \text{Rp } 222.176.00 \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien Bahan} = \frac{\text{Biaya Bahan}}{\text{Biaya Upah dan Bahan}} = \frac{\text{Rp } 12.825,00}{\text{Rp } 13.873,00} = 0,99$$

$$\begin{aligned} \text{Total Normal Cost Bahan} &= \text{Koef Bahan} \times \text{Total Harga Bahan} \times \text{Volume} \\ \text{Pekerjaan} &= 0,98 \times \text{Rp } 12,825.00 \times 2650,26\text{kg} \\ &= \text{Rp } 33.309792,81 \end{aligned}$$

Tabel 5.5 Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Tulangan Senggang Kolom Beton 30/50 K2 K-300

No	Uraian Pekerjaan Tul Senggang	Volume	Koefisien	Harga	Satuan	Bahan	Upah	Total Harga	
3	Pek. Kolom beton 30/50 K2	1,281,75			kg				
	BAHAN								
	Besi Beton		1.05	Rp 12,000	kg	Rp 12,600			
	Kawat Beton		0.015	Rp 15,000	m ³	Rp 225			
					m ³	Rp -			
	TENAGA								
	Pekerja		0.007	Rp 60,000	OH		Rp 420		
	Tukang Batu		0.007	Rp 75,000	OH		Rp 525		
	Kepala Tukang		0.0007	Rp 90,000	OH		Rp 63		
	Mandor		0.0004	Rp 100,000	OH		Rp 40		
							Rp 12,825	Rp 1,048	Rp 13,873

Overhead dan Profit (25%)								3,468.25
Harga Satuan Pekerjaan (HSP)								Rp 17,341

Berdasarkan perhitungan harga satuan pekerjaan tulangan sengkang kolom beton 30/50 K2 K-300, didapatkan hasil sebagai berikut.

- a. Volume Pekerja = 1,281,75 Kg
- b. Total Harga Upah = 1,048 = Rp 1.048,00
- c. Total Harga Bahan = Rp 12.825,00
- d. Total Harga Upah dan Bahan = Rp 13.873,00
- e. Overhead dan Profit 25% = Rp 3.468,00
- f. HSP = Rp 17,341,00

Dari contoh perhitungan diatas maka dapat diketahui biaya langsung proyek sebesar Rp 13.873,00, biaya tidak langsung proyek sebesar Rp 3.468,00, dan Harga Satuan Pekerjaan proyek sebesar Rp 17.341,00. Sehingga koefisien biaya langsung bahan dan upah dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Koefisien Upah} = \frac{\text{Biaya Upah}}{\text{Biaya Upah dan Bahan}} = \frac{\text{Rp 1.048,00}}{\text{Rp 13.873,00}} = 0,08$$

Total Normal Cost Upah = Koef Upah x Total harga upah x Volume Pekerjaan

$$= 0.08 \times \text{Rp 1.048.00} \times 2650,26 \text{ kg}$$

$$= \text{Rp 222.176.00}$$

$$\text{Koefisien Bahan} = \frac{\text{Biaya Bahan}}{\text{Biaya Upah dan Bahan}} = \frac{\text{Rp12.825,00}}{\text{Rp 13.873,00}} = 0,99$$

Total Normal Cost Bahan = Koef Bahan x Total Harga Bahan x Volume Pekerjaan

$$= 0,98 \times \text{Rp 12,825.00} \times 2650,26\text{kg}$$

$$= \text{Rp 33.309792,81}$$

Tabel 5.6 Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Bekisting Kolom Beton 30/50 K2

No	Uraian Pekerjaan Bekisting	Volume	Koefisien	Harga	Satuan	Bahan	Upah	Total Harga
3	Pek. Kolom beton 30/50 K2	1619 m2			m3			
	BAHAN							
	Kayu Kelas III		0.04	Rp 1,050,000	m3	Rp 42,000		

Paku 5cm -2cm		0.400	Rp 16,000	kg	Rp 6,400		
Minyak Bekisting		0.200	Rp 5,500	liter	Rp 1,100		
Balok Kayu Kelas II		0.015	Rp 1,050,000	m3	Rp 15,750		
Plywood Tebal 9mm		0.350	Rp 55,000	lbr	Rp 19,250		
Dolken Kayu 8-10cm		2.000	Rp 18,500	batang	Rp 37,000		
TENAGA							
Pekerja		0.6600	Rp 60,000	OH		Rp 39,600	
Tukang Batu		0.33	Rp 75,000	OH		Rp 24,750	Rp 24,750 ,00
Kepala Tukang		0.033	Rp 90,000	OH		Rp 2,970	Rp 6,187.50
Mandor		0.033	Rp 100,000	OH		Rp 3,300	Rp 30,938 ,00
					Rp 121,500	Rp 70,620	Rp 192,120
Overhead dan Profit (25%)							Rp 48,030,00
Harga Satuan Pekerjaan (HSP)							Rp 240,150 ,00

Berdasarkan perhitungan harga satuan bekisting kolom beton 30/50 K2 K-300, didapatkan hasil sebagai berikut.

- a. Volume Pekerjaan = 1619 m²
- b. Total Harga Upah = Rp 70,620
- c. Total Harga Bahan = Rp 122.500,00
- d. Total Harga Upah dan Bahan = Rp 192.120,00
- e. Overhead dan Profit 25% = Rp 48.030,00
- f. HSP = Rp 240,150,00

= Rp 240.150,00

Dari contoh perhitungan diatas maka dapat diketahui biaya langsung proyek sebesar Rp 192.120,00, biaya tidak langsung proyek sebesar Rp 48.030,00, dan Harga Satuan Pekerjaan proyek sebesar Rp 240.150,00. Sehingga koefisien biaya langsung bahan dan upah dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Koefisien Upah} = \frac{\text{Biaya Upah}}{\text{Biaya Upah dan Bahan}} = \frac{\text{Rp } 70.620,00}{\text{Rp } 192.120,00} = 0,37$$

$$\begin{aligned} \text{Total Normal Cost Upah} &= \text{Koef Upah} \times \text{Biaya Upah} \times \text{Volume Pekerjaan} \\ &= 0,37 \times \text{Rp } 70,620,00 \times 1619 \\ &= \text{Rp } 42.303498,00 \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien Bahan} = \frac{\text{Biaya Bahan}}{\text{Biaya Upah dan Upah}} = \frac{\text{Rp } 121.500,00}{\text{Rp } 192.120,00} = 0,63$$

$$\begin{aligned} \text{Total Normal Cost Bahan} &= \text{Koef Upah} \times \text{Biaya Bahan} \times \text{Volume Pekerjaan} \\ &= 0,63 \times \text{Rp } 122.500,00 \times 1619 \\ &= \text{Rp } 124.946325,00 \end{aligned}$$

Berdasarkan Contoh perhitungan harga satuan diatas pada penelitian ini diambil koefisien rata rata dari harga upah 0,161 , 0.08, 0.08, 0.37 didapat 0.172 dari harga pekerjaan.Sedangkan untuk koefisien bahan nilai rata rata 0.85 ,0.99, 0.99 dan 0.63 didapat nilai rata rata sebesar 0.865

1. Pekerjaan Cor kolom beton 30/50 K2 K-300

$$\begin{aligned} \text{Normal Cost Upah} &= \text{Koef. Upah} \times \text{Biaya Upah dan Bahan} \times \text{Vol. Pekerjaan} \\ &= 0,172 \times \text{Rp } 817.695 \times 52.35 \\ &= \text{Rp } 7.362.689,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Normal Cost Bahan} &= \text{Koef. Bahan} \times \text{Biaya Upah dan Bahan} \times \text{Vol. Pekerjaan} \\ &= 0,865 \times \text{Rp } 817.695 \times 52.35 \\ &= \text{Rp } 37.027.478,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Direct Cost} &= \text{Normal Cost Bahan} + \text{Normal Cost Upah} \\ &= \text{Rp } 37.027.478,00 + \text{Rp } 7.362.689,00 \\ &= \text{Rp } 44.390.167,00 \end{aligned}$$

2. Pekerjaan tulangan pokok kolom beton 30/50 K2 K-300

$$\begin{aligned} \text{Normal Cost Upah} &= \text{Koef. Upah} \times \text{Biaya Upah dan Bahan} \times \text{Vol. Pekerjaan} \\ &= 0,172 \times \text{Rp } 13.875,00 \times 2650,26 \\ &= \text{Rp } 6.324.845,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Normal Cost Bahan} &= \text{Koef. Bahan} \times \text{Biaya Upah dan Bahan} \times \text{Vol. Pekerjaan} \\ &= 0,865 \times \text{Rp } 13.875,00 \times 2650,26 \\ &= \text{Rp } 31.808.089,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Total Direct Cost} &= \text{Normal Cost Bahan} + \text{Normal Cost Upah} \\
&= \text{Rp } 31.808.089,00 + \text{Rp } 6.324.845,00 \\
&= \text{Rp } 38.132.934,00
\end{aligned}$$

3. Pekerjaan tulangan sengkang kolom beton 30/50 K2 K-300

$$\begin{aligned}
\text{Normal Cost Upah} &= \text{Koef. Upah} \times \text{Biaya Upah dan Bahan} \times \text{Vol. Pekerjaan} \\
&= 0,172 \times \text{Rp } 13.875,00 \times 1,281,75 \\
&= \text{Rp } 3.0588.96,00
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Normal Cost Bahan} &= \text{Koef. Bahan} \times \text{Biaya Upah dan Bahan} \times \text{Vol. Pekerjaan} \\
&= 0,865 \times \text{Rp } 13.875,00 \times 1,281,75 \\
&= \text{Rp } 15.383.403,00
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Total Direct Cost} &= \text{Normal Cost Bahan} + \text{Normal Cost Upah} \\
&= \text{Rp } 15.383.403,00 + \text{Rp } 3.0588.96,00 \\
&= \text{Rp } 18.442.300,00
\end{aligned}$$

4. Pekerjaan bekisting kolom beton 30/50 K2 K-300

$$\begin{aligned}
\text{Normal Cost Upah} &= \text{Koef. Upah} \times \text{Biaya Upah dan Bahan} \times \text{Vol. Pekerjaan} \\
&= 0,172 \times \text{Rp } 192.120,00 \times 1619 \\
&= \text{Rp } 53.499.272,00
\end{aligned}$$

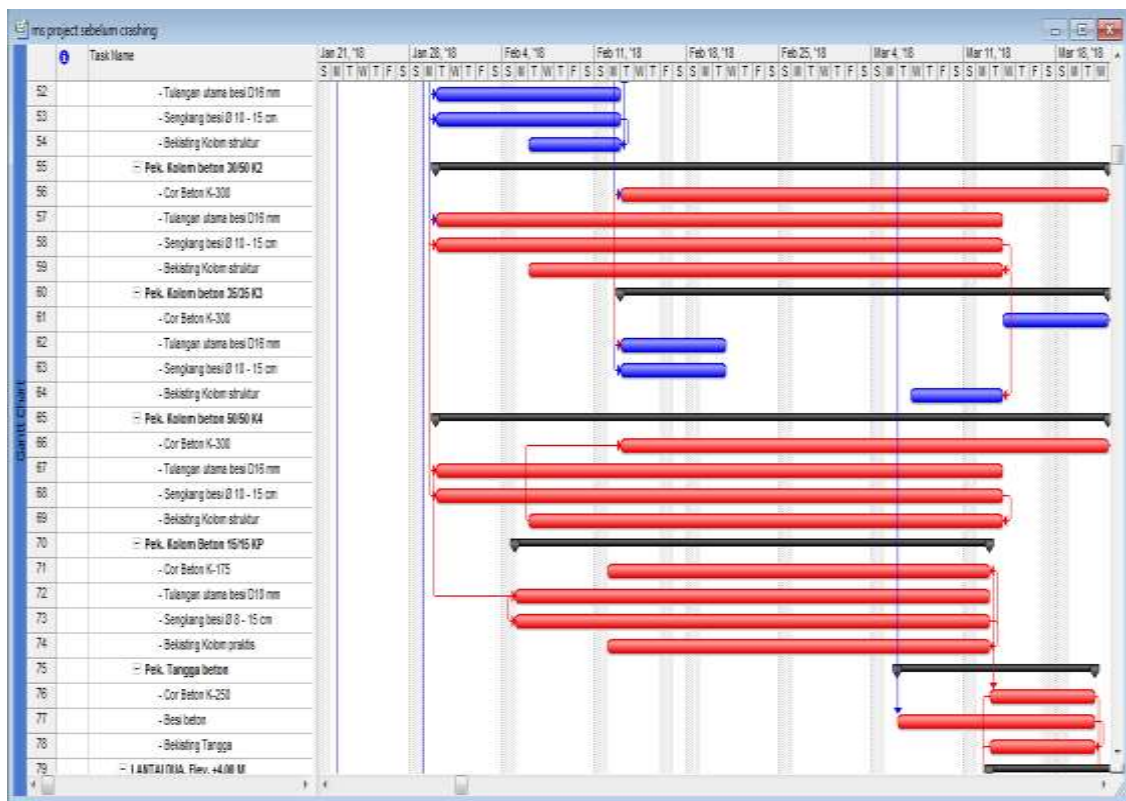
$$\begin{aligned}
\text{Normal Cost Bahan} &= \text{Koef. Bahan} \times \text{Biaya Upah dan Bahan} \times \text{Vol. Pekerjaan} \\
&= 0,865 \times \text{Rp } 192.120,00 \times 1619 \\
&= \text{Rp } 269.051.572,00
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Total Direct Cost} &= \text{Normal Cost Bahan} + \text{Normal Cost Upah} \\
&= 269.051.572,00 + \text{Rp } 53.499.272,00 \\
&= \text{Rp } 322.550.844,00
\end{aligned}$$

1.3 Penjadwalan dan Penentuan Kegiatan Kritis

Untuk mengerjakan tahap ini terlebih dahulu mengetahui durasi masing-masing pekerjaan dan urutan pekerjaan pada proyek yang sedang Dianalisis, dalam Tugas Akhir ini untuk mengetahui durasi masing-masing pekerjaan dilakukan dengan cara membaca time schedule melalui bar chart. Setelah mengetahui durasi tiap pekerjaan, selanjutnya yang dilakukan adalah menentukan hubungan tiap pekerjaan atau pekerjaan yang mendahului dari setiap pekerjaan yang sedang ditinjau, setelah membuat jaringan kerja tiap-tiap pekerjaan tersebut selesai

diinputkan kedalam Microsoft Project 2007 maka akan dihasilkan beberapa pekerjaan yang berada pada lintasan kritis, pekerjaan inilah yang nantinya akan di crashing (dipercepat). Contoh pekerjaan pada lintasan kritis tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.1, dan untuk rekapitulasi pekerjaan yang berada pada lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.



Gambar 5.1 Lintasan Kritis pada Microsoft Project 2007

Tabel 5.7 Pekerjaan yang Berada di Lintasan Kritis

No	Pekerjaan	Durasi (Hari)
1	LANTAI 1, Elevasi. +0,00 M	60
2	Pek. Kolom beton 30/50 K1	42
	- Tulangan utama besi D16 mm	36
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	36
	- Bekisting Kolom struktur	30
	- Cor Beton K-300	30
3	Pek. Kolom beton 50/50 K3	42
	- Tulangan utama besi D16 mm	30
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	36
	- Bekisting Kolom struktur	36
	- Cor Beton K-300	30
4	Pek. Kolom Beton 15/15	30
	- Tulangan utama besi D10 mm	30
	- Sengkang besi Ø 8 - 15 cm	30
	- Bekisting Kolom praktis	30
	- Cor Beton K-175	30
5	Pek. Tangga beton	18
	- Besi beton	6
	- Bekisting Tangga	12
	- Cor Beton K-250	6
6	LANTAI 2, Elevasi. +4,00 M	30
	Pek. Balok beton 30/45 B1	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	Bekisting Balok struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
7	Pek. Balok beton 20/45 B2,B3,B4	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	Bekisting Balok struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
8	Pek. Balok beton 35/55 B5	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	Bekisting Balok struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
9	Pek. Balok beton 25/55 B6	18
	- Tulangan utama besi D16 mm	12
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	12
	-Bekisting Balok struktur	12

	- Cor Beton K-300	12
10	Pek. Balok beton 15/25 BA1	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	18
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	Bekisting Balok struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
11	Pek. Balok beton 15/35 BA2	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	Bekisting Balok struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
	- Bekisting Balok struktur	24
12	Pek. Balok beton 20/35 BA3	12
	- Tulangan utama besi D13 mm	6
	- Pinggang besi D10 - 15 cm	6
	- Sengkang besi Ø8 - 15 cm	6
	- Bekisting Balok struktur	6
	- Cor Beton K-300	6
13	Pek. Plat lantai beton	30
	- Tulangan utama besi Ø10 mm - 15 cm	24
	- Tulangan utama besi Ø8 mm - 15 cm	30
	- Bekisting Plat Lantai	30
	- Cor Beton K-300	30
14	Pek. beton rumah lift	24
	- Tulangan besi Ø10 mm	18
	- Bekisting rumah lift	18
	- Cor Beton K-300	18
15	Pek. Kolom beton 30/80 K1	12
	- Tulangan utama besi D16 mm	6
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	6
	- Bekisting Kolom struktur	12
	- Cor Beton K-300	6
16	Pek. Kolom beton 30/50 K2	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	- Bekisting Kolom struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
17	Pek. Kolom beton 35/35 K3	12
	- Tulangan utama besi D16 mm	6
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	6
	- Bekisting Kolom struktur	6
	- Cor Beton K-300	6

18	Pek. Kolom beton 50/50 K4a	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	- Bekisting Kolom struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
19	Pek. Kolom Beton 15/15 KP	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	- Bekisting Kolom struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
20	Pek. Tangga beton	18
	- Besi beton	6
	- Bekisting Tangga	12
	- Cor Beton K-250	6
21	LANTAI 3, Elevasi. +8,00 M	30
22	Pek. Balok beton 30/45 B1	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	Bekisting Balok struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
23	Pek. Balok beton 20/45 B2,B3,B4	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	Bekisting Balok struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
24	Pek. Balok beton 35/55 B5	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	Bekisting Balok struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
25	Pek. Balok beton 25/55 B6	18
	- Tulangan utama besi D16 mm	12
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	12
	-Bekisting Balok struktur	12
	- Cor Beton K-300	12
26	Pek. Balok beton 15/25 BA1	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	18
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	Bekisting Balok struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
27	Pek. Balok beton 15/35 BA2	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24

	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	Bekisting Balok struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
	- Bekisting Balok struktur	24
28	Pek. Balok beton 20/35 BA3	12
	- Tulangan utama besi D13 mm	6
	- Pinggang besi D10 - 15 cm	6
	- Sengkang besi Ø8 - 15 cm	6
	- Bekisting Balok struktur	6
	- Cor Beton K-300	6
29	Pek. Plat lantai beton	30
	- Tulangan utama besi Ø10 mm - 15 cm	24
	- Tulangan utama besi Ø8 mm - 15 cm	30
	- Bekisting Plat Lantai	30
	- Cor Beton K-300	30
30	Pek. beton rumah lift	24
	- Tulangan besi Ø10 mm	18
	- Bekisting rumah lift	18
	- Cor Beton K-300	18
31	Pek. Kolom beton 30/80 K1	12
	- Tulangan utama besi D16 mm	6
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	6
	- Bekisting Kolom struktur	12
	- Cor Beton K-300	6
32	Pek. Kolom beton 30/50 K2	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	- Bekisting Kolom struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
33	Pek. Kolom beton 35/35 K3	12
	- Tulangan utama besi D16 mm	6
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	6
	- Bekisting Kolom struktur	6
	- Cor Beton K-300	6
34	Pek. Kolom beton 50/50 K4a	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	- Bekisting Kolom struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
35	Pek. Kolom Beton 15/15 KP	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24

	- Bekisting Kolom struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
36	Pek. Tangga beton	18
	- Besi beton	6
	- Bekisting Tangga	12
	- Cor Beton K-250	6
21	LANTAI 4, Elevasi. +12,00 M	30
22	Pek. Balok beton 30/45 B1	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	Bekisting Balok struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
23	Pek. Balok beton 20/45 B2,B3,B4	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	Bekisting Balok struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
24	Pek. Balok beton 35/55 B5	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	Bekisting Balok struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
25	Pek. Balok beton 25/55 B6	18
	- Tulangan utama besi D16 mm	12
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	12
	-Bekisting Balok struktur	12
	- Cor Beton K-300	12
26	Pek. Balok beton 15/25 BA1	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	18
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	Bekisting Balok struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
27	Pek. Balok beton 15/35 BA2	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	Bekisting Balok struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
	- Bekisting Balok struktur	24
28	Pek. Balok beton 20/35 BA3	12
	- Tulangan utama besi D13 mm	6
	- Pinggang besi D10 - 15 cm	6
	- Sengkang besi Ø8 - 15 cm	6

	- Bekisting Balok struktur	6
	- Cor Beton K-300	6
29	Pek. Plat lantai beton	30
	- Tulangan utama besi Ø10 mm - 15 cm	24
	- Tulangan utama besi Ø8 mm - 15 cm	30
	- Bekisting Plat Lantai	30
	- Cor Beton K-300	30
30	Pek. beton rumah lift	24
	- Tulangan besi Ø10 mm	18
	- Bekisting rumah lift	18
	- Cor Beton K-300	18
31	Pek. Kolom beton 30/80 K1	12
	- Tulangan utama besi D16 mm	6
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	6
	- Bekisting Kolom struktur	12
	- Cor Beton K-300	6
32	Pek. Kolom beton 30/50 K2	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	- Bekisting Kolom struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
33	Pek. Kolom beton 35/35 K3	12
	- Tulangan utama besi D16 mm	6
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	6
	- Bekisting Kolom struktur	6
	- Cor Beton K-300	6
34	Pek. Kolom beton 50/50 K4a	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	- Bekisting Kolom struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
35	Pek. Kolom Beton 15/15 KP	30
	- Tulangan utama besi D16 mm	24
	- Sengkang besi Ø 10 - 15 cm	24
	- Bekisting Kolom struktur	24
	- Cor Beton K-300	24
36	Pek. Tangga beton	18
	- Besi beton	6
	- Bekisting Tangga	12
	- Cor Beton K-250	6
37	LANTAI ATAP, Elevasi. +14,00 M	30
38	Pek. Balok beton 30/45 B1	24

	- Cor Beton K-300	18
	- Tulangan utama besi D16 mm	18
	- Sengkang dan pinggang besi Ø10 - 15 cm	18
	- Bekisting Balok struktur	18
39	Pek. Balok beton 20/45 B2,B3,B4	24
	- Cor Beton K-300	18
	- Tulangan utama besi D16 mm	18
	- Sengkang dan pinggang besi Ø10 - 15 cm	18
	- Bekisting Balok	18
40	Pek. Balok beton 35/55 B5	24
	- Cor Beton K-300	18
	- Tulangan utama besi D16 mm	18
	- Sengkang dan pinggang besi Ø10 - 15 cm	18
	- Bekisting Balok struktur	18
41	Pek. Balok beton 25/55 B6	12
	- Cor Beton K-300	6
	- Tulangan utama besi D16 mm	6
	- Sengkang dan pinggang besi Ø10 - 15 cm	6
	- Bekisting Balok struktur	6
42	Pek. Balok beton 15/25 BA1	24
	- Cor Beton K-300	18
	- Tulangan utama besi D10 mm	18
	- Sengkang besi Ø8 - 15 cm	18
	- Bekisting Balok struktur	18
43	Pek. Balok beton 15/35 BA2	24
	- Cor Beton K-300	18
	- Tulangan utama besi D13 mm	18
	- Pinggang besi D10 - 15 cm	18
	- Sengkang besi Ø8 - 15 cm	18
	- Bekisting Balok struktur	18
44	Pek. Balok beton 20/35 BA3	12
	- Cor Beton K-300	6
	- Tulangan utama besi D13 mm	6
	- Pinggang besi D10 - 15 cm	6
	- Sengkang besi Ø8 - 15 cm	6
	- Bekisting Balok struktur	6
45	Pek. Plat Atap beton tbl. 10 cm	24
	- Cor Beton K-250	18
	- Tulangan utama besi Ø10 mm - 15 cm	18
	- Tulangan utama besi Ø8 mm - 15 cm	18
	- Bekisting Plat Lantai	18

Setelah hubungan antar pekerjaan dimasukkan ke dalam kolom prodescesor pada aplikasi .Microsoft project maka akan didapat lintasan kritis kegiatan proyek yang ditandai dengan garis garis yang bewarna merah dan dapat dilihat di lampiran. Selanjutnya kegiatan kegiatan yang berada dilintasan kritis tersebut selanjutnya dipercepat dengan menggunakan metode shift.

5.4 Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja

5.4.1 Kebutuhan Tenaga Kerja pada Pekerjaan Tulangan Pokok

Kolom beton 30 x 50 K1

Kebutuhan tenaga kerja (*resource*) untuk pekerjaan pembuatan sloof beton bertulang adalah sebagai berikut

1. Data yang Dibutuhkan

- a. Volume pekerjaan = 2710,26 kg
- b. Durasi pekerjaan = 36 hari kerja
- c. Koefisien tenaga kerja
 - 1) Pekerja = 0,007
 - 2) Tukang bes I =0,007
 - 3) Kepala tukang =0,0007
 - 4) Mandor =0,0004
- d. Upah tenaga kerja
 - 1) Pekerja = Rp 60,000
 - 2) Tukang besi = Rp 75,000
 - 3) Kepala tukang =Rp 90,000
 - 4) Mandor =Rp 100,000

2. Perhitungan kebutuhan Tenaga Kerja

Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan =

$$\frac{\text{volume pekerjaan} \times \text{koefisien}}{\text{durasi pekerjaan}}$$

$$\text{a. Jumlah tukang} = \frac{0,007 \times 2710,26}{36} = 0,526 = 1 \text{ orang}$$

$$\text{b. Jumlah tukang besi} = \frac{0,007 \times 2710,26}{36} = 0,526 = 1 \text{ orang}$$

$$c. \text{ Jumlah kepala tukang} = \frac{0,0007 \times 2710,26}{36} = 0,0526 = 1 \text{ orang}$$

$$d. \text{ Jumlah mandor} = \frac{0,0004 \times 2710,26}{36} = 0,0301 = 1 \text{ orang}$$

Jumlah upah tenaga kerja = upah tenaga kerja x jumlah tenaga

$$a. \text{ Upah tukang} = 60.000 \times 1 = \text{Rp } 60,000$$

$$b. \text{ Upah tukang besi} = 75,000 \times 1 = \text{Rp } 75,000$$

$$c. \text{ Upah kepala tukang} = 90,000 \times 1 = \text{Rp } 90,000$$

$$d. \text{ Upah mandor} = 100,000 \times 1 = \text{Rp } 100,000$$

Perhitungan sama juga berlaku untuk item pekerjaan lain yang termasuk dalam rangkaian pekerjaan untuk melihat perhitungan kebutuhan tenaga dan perhitungan upah item pekerjaan lain bisa dilihat di bagian dilampiran

5.5 Analisis Jumlah Indeks Tenaga Kerja

5.5.1 Menentukan Kapasitas Kerja Per Hari

Sebelum menentukan indeks tenaga kerja maka terlebih dahulu menentukan kapasitas kerja pada pekerjaan yang dipercepat Menentukan kapasitas pekerjaan dapat menggunakan rumus berikut

$$\text{Kapasitas kerja} = \frac{1}{\text{koefisien tenaga kerja}}$$

1. Kapasitas kerja pada pekerjaan cor tangga beton lantai 1

a. Koefisien tenaga kerja

$$1) \text{ Pekerja} = 1,650$$

$$2) \text{ Tukang batu} = 0,275$$

$$3) \text{ Kepala tukang} = 0,028$$

$$4) \text{ Mandor} = 0,083$$

b. Perhitungan Kapasitas Kerja

$$1) \text{ Pekerja} = \frac{1}{1,650} = 0,606 \text{ m3/hari}$$

$$2) \text{ Tukang batu} = \frac{1}{0,275} = 3,63 \text{ m3/hari}$$

$$3) \text{ Kepala Tukang} = \frac{1}{0,028} = 35,714 \text{ m3/hari}$$

$$4) \text{ Mandor} = \frac{1}{0,083} = 12,04 \text{ m3/hari}$$

2. Kapasitas kerja pada pekerjaan bekisting tangga beton

a. Koefisien Tenaga Kerja

1) Pekerja = 0,660

2) Tukang kayu = 0,330

3) Kepala tukang = 0,033

4) Mandor = 0,033

b. Perhitungan Kapasitas Kerja

1) Pekerja = $\frac{1}{0,660} = 1,515$ m3/hari

2) Tukang kayu = $\frac{1}{0,330} = 3,030$ m3/hari

3) Kepala tukang = $\frac{1}{0,033} = 30,303$ m3/hari

4) Mandor = $\frac{1}{0,033} = 30,303$ m3/hari

3. Kapasitas kerja pada pekerjaan tulangan pokok tangga beton lantai 1

a. Koefisien tenaga kerja

1) Pekerja = 0,007

2) Tukang besi = 0,007

3) Kepala tukang = 0,0007

4) Mandor = 0,0004

b. Perhitungan kapasitas kerja

1) Pekerja = $\frac{1}{0,007} = 142,85$ m3/hari

2) Tukang besi = $\frac{1}{0,007} = 142,85$ m3/hari

3) Kepala tukang = $\frac{1}{0,0007} = 1428,57$ m3/hari

4) Mandor = $\frac{1}{0,0004} = 2500$ m3/hari

Perhitungan yang sama juga berlaku untuk item pekerjaan yang lainnya yang masih dalam rangkaian pekerjaan, Untuk melihat perhitungan pekerjaan lainnya dapat dilihat di bagian lampiran

5.5.2 Menentukan Jumlah Indeks Tenaga Kerja Per Hari

Setelah menentukan jumlah kapasitas kerja maka selanjutnya adalah menentukan jumlah indeks tenaga kerja per hari, Menentukan jumlah indeks tenaga kerja dapat dicari menggunakan rumus berikut

$$\text{Jumlah indeks tenaga kerja} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{kapasitas kerja} \times \text{durasi pekerjaan}}$$

1. Jumlah Indeks Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Cor Beton Tangga Lantai 1

a. Volume Pekerjaan = 11,38 m³

b. Durasi pekerjaan = 6 hari

c. Kapasitas Tenaga Kerja

1) Pekerja = 0,606

2) Tukang batu = 3,63

3) Kepala tukang = 35,714

4) Mandor = 12,04

d. Perhitungan jumlah indeks tenaga kerja per hari

1) Pekerja = $\frac{11,38}{0,606 \times 6} = 3,129 \text{ OH}$

2) Tukang batu = $\frac{11,38}{3,63 \times 6} = 0,522 \text{ OH}$

3) Kepala tukang = $\frac{11,38}{35,714 \times 6} = 0,0531 \text{ OH}$

4) Mandor = $\frac{11,38}{12,04 \times 6} = 0,157 \text{ OH}$

2. Jumlah Indeks Tenaga Kerja Per Hari Pekerjaan Bekisting Tangga Lantai 1

a. Volume pekerjaan = 301,90 m³

b. Durasi pekerjaan = 6 hari

c. Kapasitas tenaga kerja

1) Pekerja = 1,515 m³/hari

2) Tukang kayu = 3,030 m³/hari

3) Kepala tukang = 30,303 m³/hari

$$4) \text{ Mandor} = 30,303 \text{ m}^3/\text{hari}$$

d. Perhitungan jumlah indeks tenaga per hari

$$1) \text{ Pekerja} = \frac{301,90}{1,515 \times 6} = 33,212 \text{ OH}$$

$$2) \text{ Tukang kayu} = \frac{301,90}{3,030 \times 6} = 16,606 \text{ OH}$$

$$3) \text{ Kepala tukang} = \frac{301,90}{30,303 \times 6} = 1,6604 \text{ OH}$$

$$4) \text{ Mandor} = \frac{301,90}{30,303 \times 6} = 1,6604 \text{ OH}$$

3. Jumlah Indeks Tenaga Kerja Per Hari Tulangan Pokok Pekerjaan Tangga Lantai 1

a. Volume pekerjaan = 7,875.67 kg

b. Durasi = 12 hari

c. Kapasitas tenaga kerja

1) Pekerja = 142,85 m³/hari

2) Tukang besi = 142,85 m³/hari

3) Kepala tukang = 1428,57 m³/hari

4) Mandor = 2500 m³/hari

d. Perhitungan jumlah indeks per hari

$$1) \text{ Pekerja} = \frac{7,875.67}{142,85 \times 12} = 4,594 \text{ OH}$$

$$2) \text{ Tukang besi} = \frac{7,875.67}{142,85 \times 12} = 4,594 \text{ OH}$$

$$3) \text{ Kepala tukang} = \frac{7,875.67}{1428,57 \times 12} = 0,4594 \text{ OH}$$

$$4) \text{ Mandor} = \frac{7,875.67}{2500 \times 12} = 0,2625 \text{ OH}$$

Perhitungan yang sama juga berlaku untuk pekerjaan lain yang termasuk dalam rangkaian pekerjaan. Untuk melihat perhitungan jumlah indeks tenaga kerja dapat dilihat pada lampiran.

5.5.3 Menghitung Upah Per hari Tenaga Kerja

Data yang digunakan untuk menghitung upah adalah data jumlah indeks tenaga kerja dan harga satuan pekerjaan. Berikut ini merupakan daftar harga satuan pekerjaan.

1. Pekerja = Rp 60.000,00
2. Tukang Batu = Rp 75.000,00
3. Tukang Kayu = Rp 75.000,00
4. Tukang Besi = Rp 75.000,00
5. Kepala Tukang = Rp 90.000,00
6. Mandor = Rp 100.000,00

Perhitungan upah per hari tenaga kerja dengan menggunakan rumus seperti berikut.

Harga upah = Jumlah indeks tenaga kerja x Harga satuan tenaga kerja

1. Harga upah per hari pada pekerjaan cor beton tangga beton lantai 1

- a. Pekerja = $3,129 \times \text{Rp } 60.000,00 = \text{Rp } 187.740,00$
- b. Tukang batu = $0,522 \times \text{Rp } 75.000,00 = \text{Rp } 39.150,94$
- c. Kepala tukang = $0,0531 \times \text{Rp } 90.000,00 = \text{Rp } 4.779,00$
- d. Mandor = $0,157 \times \text{Rp } 100.000,00 = \text{Rp } 15.700,25$

Total = Rp 247.389,00

2. Harga upah per hari pada pekerjaan bekisting tangga Beton lantai 1

- a. Pekerja = $33,212 \times \text{Rp } 60.000,00 = \text{Rp } 199.272,00$
- b. Tukang batu = $16,606 \times \text{Rp } 75.000,00 = \text{Rp } 124.545,00$
- c. Kepala tukang = $1,6604 \times \text{Rp } 90.000,00 = \text{Rp } 149.436,00$
- d. Mandor = $1,6604 \times \text{Rp } 100.000,00 = \text{Rp } 166.040,00$

Total = Rp 639.293,00

3. Harga upah per hari pada pekerjaan tulangan utama tangga Beton lantai 1

- a. Pekerja = $4,594 \times \text{Rp } 60.000,00 = \text{Rp } 275.640,00$
- b. Tukang batu = $4,594 \times \text{Rp } 75.000,00 = \text{Rp } 344.550,00$
- c. Kepala tukang = $0,4594 \times \text{Rp } 90.000,00 = \text{Rp } 41.349,00$
- d. Mandor = $0,2625 \times \text{Rp } 100.000,00 = \text{Rp } 26.250,00$

Total = Rp 687.736,00

Perhitungan yang sama juga berlaku untuk pekerjaan lain yang termasuk dalam rangkaian pekerjaan. Untuk melihat perhitungan upah per hari untuk tenaga kerja dapat dilihat pada lampiran.

5.6 Analisis Durasi dan Biaya Percepatan

Percepatan durasi yang dilakukan pada penelitian ini dengan menambahkan jam kerja sistem shift yaitu shift pagi dan malam. Dengan adanya jam kerja sistem shift diharapkan produktivitas pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan kritis menjadi dua kali lebih besar, sehingga pengerjaannya menjadi lebih cepat. Pekerjaan yang melibatkan pihak ketiga seperti pekerjaan cor beton dianggap dapat mengikuti rencana shift pekerjaan cor beton pada malam hari.

Produktivitas pada pekerjaan shift malam adalah 80% dari produktivitas normal atau shift pagi. Nilai 80% didapatkan dari rata-rata yang diambil dari hasil wawancara kepada beberapa narasumber dan juga didapatkan dari jurnal, dengan nilai produktivitas shift malam adalah 95% dan 70% dari produktivitas shift pagi didapatkan dari hasil wawancara kepada 2 narasumber serta 75% dari produktivitas shift pagi didapatkan dari jurnal. Sehingga nilai produktivitas shift malam diasumsikan dari rata-rata ketiga nilai diatas, yaitu sebesar 80%.

Biaya upah untuk shift malam dianggap sama dengan biaya upah untuk shift pagi, tetapi shift malam hanya bekerja selama 6 jam dari jam 18.00-24.00 sedangkan shift pagi bekerja selama 8 jam dari jam 08.00-17.00. Jadi untuk biaya upah shift malam dan shift pagi dianggap sama dengan perbandingan lamanya jam kerja

5.6.1 Analisis Produktivitas *Shift* Pagi dan Malam

1. Menentukan produktivitas *shift* pagi

Produktivitas *shift* pagi dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Produktivitas shift pagi} = \frac{\text{volume}}{\text{durasi proyek normal}}$$

- a. Produktivitas *shift* pagi pada pekerjaan cor tangga beton lantai 1

$$\text{Produktivitas shift pagi} = \frac{11,38}{6} = 1,896 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- b. Produktivitas *shift* pagi pada pekerjaan bekisting tangga beton 1 lantai 1

$$\text{Produktivitas shift pagi} = \frac{301,90}{6} = 50,316 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- c. Produktivitas *shift* pagi pada pekerjaan tulangan pokok tangga beton lantai 1

$$\text{Produktivitas shift pagi} = \frac{7,875,67}{12} = 656,305 \text{ m}^3/\text{hari}$$

2. Menentukan produktivitas *shift* malam

Produktivitas *shift* malam dapat dicari dengan rumus berikut .

Produktivitas *shift* malam = 80% x produktivitas *shift* pagi

- a. Produktivitas *shift* malam pada pekerjaan cor tangga beton lantai 1

$$\text{Produktivitas shift malam} = 80\% \times 1,896 = 1,516 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- b. Produktivitas *shift* malam pada pekerjaan bekisting tangga beton lantai 1

$$\text{Produktivitas shift malam} = 80\% \times 50,316 = 40,252 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- c. Produktivitas *shift* malam pada pekerjaan tulangan pokok tangga beton lantai 1

$$\text{Produktivitas shift malam} = 80\% \times 656,305 = 525,044 \text{ m}^3$$

3. Produktivitas total per hari

Produktivitas total per hari dapat dicari dengan menjumlahkan produktivitas *shift* pagi dan malam

Produktivitas total per hari = produktivitas *shift* pagi + produktivitas *shift* malam

- a. Produktivitas total pekerjaan cor tangga beton lantai 1

$$= 1,896 + 1,516 = 3,412 \text{ m}^3/\text{hari}$$

b. Produktivitas total pekerjaan bekisting tangga beton lantai 1

$$= 50,316 + 40,252 = 90,568 \text{ m}^3/\text{hari}$$

c. Produktivitas total pekerjaan tulangan pokok tangga beton lantai 1

$$= 656,305 + 525,044 = 1181,349 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Perhitungan yang sama juga berlaku untuk kegiatan- kegiatan yang lain ,Untuk melihat pehitungan produktivitas shift pagi dan malam dapat dilihat di bagian lampiran

5.6.2. Analisis Percepatan Durasi Proyek

Durasi proyek setelah dilakukanya percepatan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut

$$\text{Durasi pekerjaan dipercepat} = \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas total}}$$

a. Pekerjaan cor tangga beton lantai 1 = $\frac{11,38}{3,412} = 3,335 = 4 \text{ hari}$

b. Pekerjaan bekisting tangga lantai 1 = $\frac{301,90}{90,568} = 3,333 = 4 \text{ hari}$

c. Pekerjaan tulangan pokok tangga lantai 1 = $\frac{7875,67}{1181,349} = 6,66 = 7 \text{ hari}$

Perhitungan yang sama juga berlaku untuk pekerjaan yang lain,Untuk melihat perhitungan durasi pekerjaan setelah dipercepat dapat dilihat di lampiran

5.6.3 Analisis Upah Tenaga Setelah Dipercepat

Setelah mendapatkan durasi pekerjaan yang dipercepat, maka dapat dihitung biaya upah tenaga kerja shift pagi dan shift malam setelah dipercepat. Pada penelitian ini upah shift pagi dan shift malam adalah sama, tetapi jam kerja antara shift pagi dan shift malam berbeda. Jam kerja untuk shift pagi adalah 8 jam dan jam kerja untuk shift malam adalah 6 jam. Jam kerja untuk shift malam diambil 6 jam dan dengan upah sama dengan shift pagi berdasarkan hasil wawancara.Perhitungan upah tenaga kerja setelah dilakukan percepatan adalah sebagai berikut.

1. Pekerjaan cor tangga beton lantai 1

a. Durasi = 4 hari

b. Jumlah indeks tenaga kerja

1) Pekerja = 3,129 OH

2) Tukang batu = 0,522 OH

3) Kepala tukang = 0,0531 OH

4) Mandor = 0,157 OH

c. Upah normal

1) Pekerja = Rp 60,000,00

2) Tukang batu = Rp 75,000,00

3) Kepala tukang = Rp 90,000,00

4) Mandor = Rp 100,000,00

d. Perhitungan upah tenaga kerja

1) Upah tenaga kerja shift pagi

Upah tenaga kerja = durasi x indeks tenaga kerja x upah normal

a) Pekerja = $4 \times 3,129 \times \text{Rp } 60,000,00 = \text{Rp } 750,960,00$

b) Tukang batu = $4 \times 0,522 \times \text{Rp } 75,000,00 = \text{Rp } 156,600,00$

c) Kepala tukang = $4 \times 0,0531 \times \text{Rp } 90,000,00 = \text{Rp } 19,116,00$

d) Mandor = $4 \times 0,157 \times \text{Rp } 100,000,00 = \text{Rp } 62,800,00$

Total = Rp 989,476.00

2) Perhitungan upah shift malam

Upah tenaga shift malam = upah tenaga shift pagi

Upah tenaga shift malam = Rp 989,476.00

3) Total upah tenaga shift pagi dan shift malam

Total upah tenaga = Rp 989,476.00 + Rp 989,476.00 =

Rp 1,978,952.00

2. Pekerjaan bekisting tangga beton lantai 1

a. Durasi = 4 hari

b. Jumlah indeks tenaga kerja

1) Pekerja = 33,212 OH

2) Tukang kayu = 16,606 OH

3) Kepala tukang = 1,6604 OH

4) Mandor = 1,6604 OH

c. Upah normal

1) Pekerja = Rp 60,000.00

2) Tukang kayu = Rp 75,000.00

3) Kepala tukang = Rp 90,000.00

4) Mandor = Rp 100,000.00

d. Perhitungan upah tenaga kerja

1) Upah tenaga kerja shift pagi

Upah tenaga kerja = durasi x indeks tenaga kerja x upah normal

a) Pekerja = $4 \times 33,212 \times \text{Rp } 60,000.00 =$
Rp 7,970.880.00

b) Tukang kayu = $4 \times 16,606 \times \text{Rp } 75,000.00 =$
Rp 4,981.800

c) Kepala tukang = $4 \times 1,6604 \times \text{Rp } 90,000.00 =$
Rp 597,744.00

d) Mandor = $4 \times 1,6604 \times \text{Rp } 100,000.00 =$
Rp 664,160.00

Total = Rp 14,214.584.00

2) Perhitungan upah shift malam

Upah tenaga kerja shift malam = upah tenaga shift pagi

Upah tenaga kerja shift malam = Rp 14,214.584.00

3) Upah tenaga kerja total

Upah tenaga kerja total = upah tenaga shift malam + upah tenaga shift pagi

$$\begin{aligned}\text{Upah tenaga total} &= \text{Rp } 14,214,584.00 + \text{Rp } 14,214,584.00 \\ &= \text{Rp } 28,429.168.00\end{aligned}$$

3. Pekerjaan tulangan pokok tangga beton lantai 1

a. Durasi = 7 hari

b. Jumlah indeks tenaga kerja

1) Pekerja = 4,594 OH

2) Tukang besi = 4,594 OH

3) Kepala tukang = 0,4594 OH

4) Mandor = 0,2625 OH

c. Upah normal

1) Pekerja = Rp 60,000.00

2) Tukang besi = Rp 75,000.00

3) Kepala tukang = Rp 90,000.00

4) Mandor = Rp 100,000.00

d. Pehitungan upah tenaga kerja

1) Perhitungan upah tenaga kerja shift pagi

Upah tenaga kerja = Durasi x Indeks tenaga kerja x Upah normal

a) Pekerja = $7 \times 4,594 \times \text{Rp } 60,000.00 =$
Rp 1,929,480.00

b) Tukang besi = $7 \times 4,594 \times \text{Rp } 75,000.00 =$
Rp 2,411,850.00

c) Kepala tukang = $7 \times 0,4594 \times \text{Rp } 90,000.00 =$
Rp 289,422.00

d) Mandor = $7 \times 0,2625 \times \text{Rp } 100,000.00 =$
Rp 183,750.0

Total = Rp 4,814,502.00

2) Perhitungan upah tenaga shift malam

Upah tenaga shift malam = upah tenaga shift pagi

Upah tenaga shift malam = Rp 4,814,502.00

3) Upah tenaga total = upah tenaga shift malam + upah tenaga shift pagi

Upah tenaga total = Rp 4,814,502.00 + Rp 4,814,502.00 =
Rp 9,626,004.00

5.6.4. Cost Slope (Slope Biaya)

Cost Slope (Slope Biaya) dihitung dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Cost Slope (per hari)} = \frac{\text{Biaya dipercepat} - \text{Biaya Normal}}{\text{Waktu Dipercepat} - \text{Waktu Normal}}$$

Total cost slope = cost slope (per hari) x (waktu dipercepat – waktu normal)

1. Cost slope pada pekerjaan cor tangga beton lantai 1

$$\text{Cost slope} = \frac{1,978,952 - 1,484,160}{4 - 6} = \text{Rp } 247,360.00$$

Total cost slope = Rp 247,360.00 x (4-6) = Rp 494,720.00

2. Cost slope pada pekerjaan bekisting tangga beton lantai 1

$$\text{Cost slope} = \frac{28,429.168 - 21,319,872}{4 - 6} = \text{Rp } 3,554.648.00$$

Total cost slope = Rp 3,554.648.00 x (4 – 6) = Rp 7,106,624.00

3. Cost slope pada pekerja tulangan pokok tangga beton lantai 1

$$\text{Cost slope} = \frac{8,814,204 - 7,555,032}{7 - 12} = \text{Rp } 251,834.00$$

Total cost slope = Rp 251,834.00 x (7-12) = Rp 1,259,170.00

5.7 Biaya tambahan

5.7.1. Biaya tambahan untuk penerangan shift malam

Setelah mengetahui durasi percepatan yang akan dilakukan pada lintasan kritis, maka selanjutnya menghitung biaya tambahan yang diperlukan untuk mempercepat durasi proyek. Percepatan dilakukan dengan jam kerja shift, maka perlu biaya tambahan untuk penerangan pada shift malam yang perhitungannya berdasarkan asumsi-asumsi.

Lampu penerangan yang digunakan adalah lampu LED merk Cityson 250W dan 400W dengan harga Rp 550.000,00, digunakan sejumlah 4 buah. Untuk perhitungan alat penerangan yang dibutuhkan akan ditampilkan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.8 Harga alat untuk penerangan

Harga Alat Untuk Penerangan				
Alat	Spesifikasi	Jumlah	Harga	Total
Stop Kontak	Broco Standard 15340	1	Rp 40,000	Rp 40,000
Lampu Sorot	250 - 400 watt Citison	4	Rp 550,000	Rp 2,200,000
Steker	Broco	4	Rp 9,900	Rp 39,600
Kabel	Suprime (NYM 2 x 2,5)	150 m	Rp 1,200,000	Rp 1,200,000
Biaya Pasang	Pertitik	4	Rp 70,000	Rp 280,000
Total				Rp 3,759,600

Sedangkan untuk biaya listrik dihitung berdasarkan dari jumlah lampu yang dipakai, watt yang digunakan setiap lampu, jumlah hari pengerjaan, dan juga harga listrik per kWh (Tarif Dasar Listrik). Berdasarkan dari sumber pln.co.id per Juni 2017, tarif dasar listrik adalah sebesar Rp 1.467,28 /kWh. Maka perhitungan untuk biaya listrik yang digunakan adalah sebagai berikut:

Jumlah lampu sorot = 4 buah

Daya lampu = 400 watt
= 0,4 kW

Jumlah durasi percepatan = 29 hari

Jam kerja shift malam = 6 jam

Tarif dasar listrik = Rp 1.467,28 /kWh

Total biaya untuk listrik (untuk penerangan) selama masa percepatan

= Jumlah lampu x daya lampu x durasi percepatan x jam kerja x TDL

= 4 x 0,4 x 29 hari x 6 jam x Rp 1.467,28

= Rp 408,490.752

Setelah didapatkan biaya untuk alat penerangan dan juga biaya listrik untuk alat penerangan, maka akan didapatkan total biaya tambahan yang dibutuhkan untuk mempercepat durasi proyek dengan sistem shift. Berikut ini merupakan rekapitulasi biaya tambahan yang diperlukan pada Tabel 5.6.

Table 5.9 Rekapitulasi biaya tambahan untuk penerangan

Uraian	Jumlah
Alat penerangan	Rp 3,759,600
Biaya listrik penerangan	Rp 408,490,752
Total	Rp 4,805,760

5.7.2. Biaya Tambahan untuk Upah Lembur Pelaksana

Dalam pelaksanaan shift malam ,pelaksana juga ikut mengawasi jalanya pekerjaan yang sedang dikerjakan tetapi untuk pelaksana dihitung sebagai lembur, Tiap harinya ada 4 orang dari pihak pelaksana yang bekerja selama 4 jam sehari selama masa percepatan 29 hari .Untuk upah lembur akan diberikan sebesar Rp 20,000.00 per jam yang didapat dari hasil wawancara upah lembur di Jakarta.Untuk perhitungan upah lembur sebagai berikut:

Jumlah hari = 29 hari

Jumlah pelaksana = 4 orang

Jumlah jam kerja = 4 jam

Upah lembur = Rp 20,000,00 /jam

Total biaya upah lembur pelaksana selama masa percepatan

= jumlah hari x jumlah pelaksana x jumlah jam kerja x upah lembur

= 29 hari x 4 orang x 4 jam x Rp 20,000,00 = Rp 9,280,000.00

5.7.3. Biaya Tambahan untuk Security

Untuk Biaya keamanan dari security diberikan upah sebesar Rp 80,000,00 perhari dengan jumlah security 1 orang,Untuk perhitungan upah keamanan sebagai berikut :

Jumlah hari percepatan = 29 hari

Jumlah Security = 1 orang

Upah perhari = Rp 80,000.00

Total biaya upah security

= jumlah hari x jumlah security x upah perhari

= 29 x 1 x Rp 80,000,00

$$= \text{Rp } 2,320,000$$

5.8 Pembahasan

Setelah dilakukannya percepatan menggunakan jam kerja sistem shift pada kegiatan-kegiatan kritis, maka biaya langsung mengalami kenaikan, sementara itu pada biaya tidak langsung mengalami penurunan. Pada penelitian ini, besarnya overhead diambil 15% dan profit diambil 5% dari RAB.

Nilai RAB	= Rp 14,657,000,000
Overhead (15%)	= Rp 2,198,550,000
Profit (5%)	= Rp 732,850,000
Biaya langsung	= Nilai RAB – (Overhead + profit)
	= Rp 14,637,000,000 – (Rp 2,195,550,000 + Rp 731,850,000)
	= Rp 11,725,600,000
Biaya bahan	= 80% dari Biaya Langsung
	= 80% x Rp 11,725,600,000
	= Rp 9,380,480,000
Biaya upah	= 20% dari Biaya Langsung
	= 20% x Rp 11,725,600,000
	= Rp 2,345,120,000
Durasi proyek	= 159 hari
Overhead perhari	= $\frac{\text{Biaya overhead}}{\text{durasi proyek}}$
	= $\frac{\text{Rp } 2,195,550,000}{159 \text{ hari}} = \text{Rp } 13,827,358$

Berikut adalah perhitungan pada keadaan normal dan setelah dilakukannya percepatan

5.8.1. Biaya Proyek Pada Keadaan Normal

Perhitungan biaya proyek pada saat normal atau sebelum dilakukannya percepatan adalah sebagai berikut

Biaya proyek kondisi normal = Biaya langsung + Biaya tidak langsung

Biaya langsung meliputi : Biaya bahan = Rp 9,380,480,000

Biaya upah = Rp 2,345,120,000

Biaya tidak langsung meliputi : Overhead = Rp 13,827,358 x 159 hari

Provit = Rp 732,850,000

Total Biaya Proyek Normal = Rp 14,657,000,000

5.8.2. Biaya Proyek Setelah Dipercepat

Perhitungan Biaya proyek setelah dipercepat pada kegiatan kegiatan yang termasuk dalam lintasan kritis sebagai berikut

Durasi proyek setelah dipercepat = 130 hari

Biaya langsung meliputi : Biaya bahan = Rp 9,380,480,000

Biaya upah = Rp 2,462,042,685

Biaya Tambahan = Rp16,405,760

Total Cost Slope = Rp 303,109,339

Biaya tidak langsung meliputi : Overhead = Rp 13,654,717 x 130 hari

Provit = Rp 723,700,000

Total Biaya Proyek dipercepat = Rp 14,708,850,147

Rekapitulasi perbandingan waktu dan biaya proyek sebelum dipercepat dan setelah dipercepat dapat dilihat di Tabel 5.7 berikut

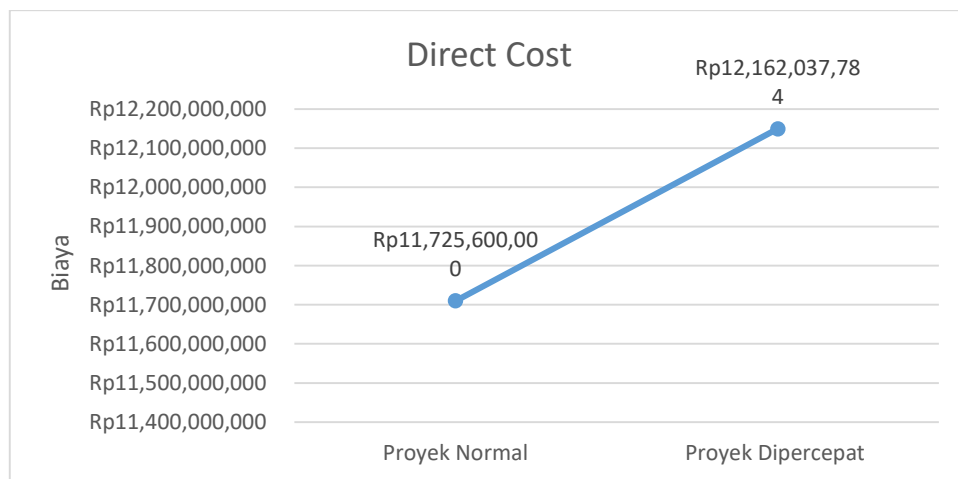
Tabel 5.10 Perbandingan durasi dan biaya sebelum dan sesudah dipercepat

	Durasi	Direct Cost	Indirect Cost	Total Biaya
Proyek Normal	159	Rp11,725,600,000	Rp2,931,400,000	Rp14,657,000,000
Proyek Dipercepat	130	Rp12,162,037,784	Rp2,530,406,604	Rp14,708,850,147
selisih	29	Rp436,437,784	Rp400,993,396	Rp(51,850,147)

Dari hasil analisis crash program yang dilakukan dengan sistem shift, ternyata proyek dapat dipercepat selama 29 hari. Sehingga durasi proyek yang semula 159 hari menjadi 130 hari. Namun akibat percepatan sistem shift ini menyebabkan naiknya biaya langsung proyek yang semula Rp 11,725,600,000 naik menjadi Rp 12,162,037,784 (sudah termasuk biaya cost slope total) atau naik sebesar 3,7%. Maka dari itu durasi proyek yang lebih singkat menyebabkan turunnya biaya tidak langsung proyek yang semula Rp

2.931,400,000,00 menjadi Rp 2.530,406,604,00 atau turun sebesar 14%. Sehingga berpengaruh terhadap biaya total proyek yang semula Rp 14,657,000.000 menjadi Rp 14,708,850,147 dengan kenaikan sebesar Rp 51,850,147. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa dengan dilakukannya penambahan jam kerja sistem shift menyebabkan kenaikan biaya proyek. Lain hal nya yang terjadi pada penelitian Safrielian (2018), biaya total proyek yang ditelitinya mengalami penurunan dengan alternatif percepatan yang dilakukan menggunakan penambahan jam kerja sistem shift. Berikut ini merupakan grafik perbandingan durasi proyek terhadap biaya langsung (direct cost), biaya tidak langsung (indirect cost) dan biaya total proyek

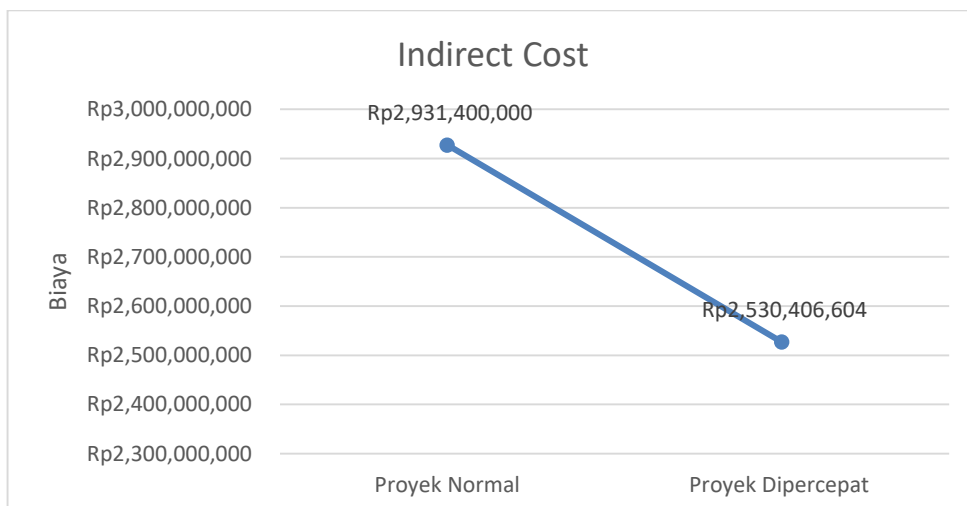
1. Pengaruh durasi proyek terhadap biaya langsung (direct cost)



Gambar 5.1 Grafik Biaya Langsung (Direct Cost)

(Sumber Analisis Data Ms Excel)

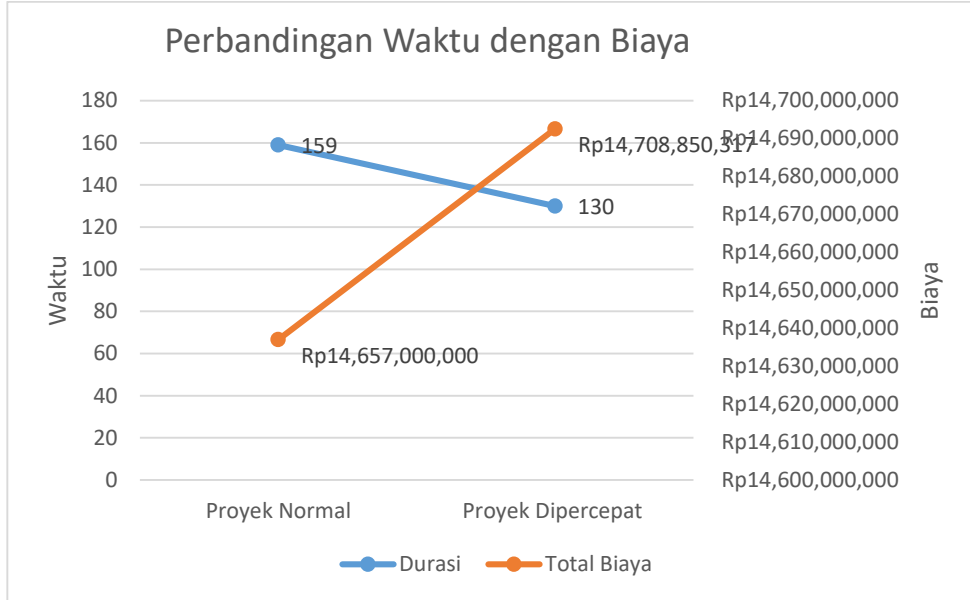
2. Pengaruh Durasi proyek terhadap biaya tidak langsung (indirect cost)



Gambar 5.2 Grafik Biaya Tidak Langsung (Indirect Cost)

(Sumber Analisis Data Ms Excel)

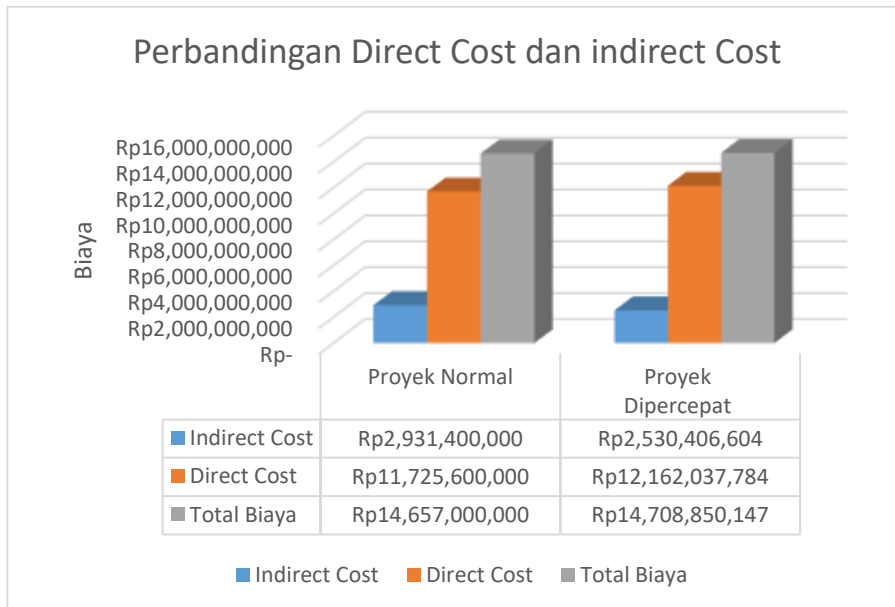
3. Pengaruh durasi proyek terhadap biaya total proyek



Gambar 5.3 Grafik Biaya Total (Total Cost)

(Sumber Analisis Data Ms Excel)

4. Perbandingan Direct cost, Indirect cost,dan Total Biaya Proyek



Gambar 5.4 Grafik Perbandingan Direct Cost, Indirect Cost, dan Biaya Proyek (Total Cost)

(Sumber Analisis Data Ms Excell)

