

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penyajian Data Proyek

Penelitian ini menggunakan studi kasus pada proyek pembangunan Mitra10 Bintaro. Proyek ini dipilih karena pada proses pelaksanaannya mengalami keterlambatan, sehingga perlu dilakukan percepatan proyek untuk memastikan proyek dapat selesai tepat waktu sesuai jadwal perencanaan atau bahkan lebih cepat. Proyek pembangunan Mitra10 Bintaro dimulai pada tanggal 18 Juli 2022 – 03 September 2023 dengan durasi 413 hari dan mulai mengalami keterlambatan pada minggu ke-29 sampai dengan minggu ke-41 dengan durasi proyek yang sudah berjalan selama 287 hari. Sehingga diperlukan alternatif percepatan agar tidak melebihi waktu rencana. Percepatan pada penelitian ini dilakukan pada minggu ke-42 hingga minggu ke-59 dengan total sisa durasi 126 hari.

Data pada penelitian ini didapatkan melalui hasil observasi lapangan dan wawancara dengan pihak kontraktor proyek yaitu PT Citra Graha Selaras. Data-data yang diberikan oleh pihak proyek meliputi gambar kerja, *Work Breakdown Structure* (WBS), Rencana Anggaran Biaya (RAB), daftar harga upah pekerja, kurva S, dan *time schedule*.

4.1.1 Data Umum Proyek

Proyek pembangunan Mitra10 Bintaro dibangun oleh kontraktor yaitu PT Citra Graha Selaras. Adapun informasi umum pada proyek ini meliputi nama proyek, lokasi proyek, *owner* hingga anggaran proyek. Data umum proyek pembangunan Mitra10 Bintaro adalah sebagai berikut:

1. Nama Proyek : Pembangunan Gedung Mitra10 Bintaro
2. Lokasi : Emerald Bintaro
3. Pemilik/*Owner* : PT Catur Mitra Sejati Sentosa
4. Kontraktor : PT Citra Graha Selaras

5. Luas Lahan : 1,2 ha
6. Luas Bangunan : 12.622 m²
7. Durasi Proyek : 413 hari kalender
8. Tanggal Pelaksanaan : 18 Juli 2022 – 03 September 2023
9. Hari Kerja : Senin – Minggu
10. Jam Kerja : 07:30 – 16:30 dengan waktu istirahat 1 jam
11. Anggaran Proyek : Rp63.500.025.839,00

4.1.2 Data Harga Upah Harian Normal

Pada pelaksanaan proyek konstruksi, terdapat pengembangan sumber daya manusia atau tenaga kerja melalui pembayaran upah kerja. Pada data ini, upah tenaga kerja dibagi berdasarkan kategori peran pekerjaan sehingga jumlah upah yang diberikan kepada pekerja akan sesuai dengan peran pekerja. Data ini telah disesuaikan dengan data lapangan yang diperoleh dari PT Citra Graha Selaras pada pelaksanaan pembangunan Mitra10 Bintaro. Harga upah didapatkan melalui hasil observasi lapangan dan kegiatan wawancara dengan pihak proyek. Berikut merupakan daftar upah tenaga kerja normal per hari yang digunakan pada proyek pembangunan Mitra10 Bintaro yang terdapat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 *Daftar Harga Upah Per Hari*

Kategori Tenaga Kerja	Satuan	Harga Upah
Pekerja	Oh	Rp130.000,00
Tukang	Oh	Rp150.000,00
Kepala Tukang	Oh	Rp200.000,00
Mandor	Oh	Rp250.000,00

Sumber: Data Proyek PT Citra Graha Selaras

4.1.3 Data Rencana Anggaran Biaya Proyek

Rencana Anggaran Biaya (RAB) berisi dokumen yang memuat estimasi biaya lengkap dan daftar pekerjaan yang diperlukan dari suatu proyek konstruksi, termasuk biaya material, biaya tenaga kerja, biaya peralatan, dan biaya lainnya.

Berikut merupakan Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek pembangunan Mitra10 Bintaro yang terdapat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Rekapitulasi *Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pembangunan Mitra10 Bintaro*

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	
A	Pekerjaan Persiapan	Rp	577.875.000,00
B	Pekerjaan Struktur	Rp	49.406.322.750,17
C	Pekerjaan Arsitektur	Rp	11.353.066.579,00
D	Pekerjaan Bangunan Utility	Rp	2.162.761.510,00
	Total	Rp	63.500.025.839,17

Sumber: Data Proyek PT Citra Graha Selaras

4.1.4 Data Durasi Normal Proyek

Pada penelitian rencana percepatan durasi proyek ini, dilakukan pembuatan jaringan kerja dengan menggunakan *Precedence Diagram Method* (PDM) dari data durasi normal proyek yang terdapat pada sisa pekerjaan struktur dan arsitektur. Proses pembuatan PDM ini dilakukan menggunakan aplikasi Microsoft Project 2019. Kegiatan dilakukan pukul 07:30 – 12:00 WIB kemudian dilanjutkan pada pukul 13:00 – 16:30 WIB. Berikut merupakan contoh data durasi normal proyek pembangunan Mitra10 Bintaro yang terdapat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 *Durasi Normal Pembangunan Mitra10 Bintaro*

No.	Pekerjaan	Satuan	Volume	Durasi Normal (Hari)
1	Pekerjaan Retaining Wall Area Parkir			14
	a. Pek. Bekisting	m2	749,14	10
	b. Pek. Pembesian	kg	6.263,57	10
	c. Pek. Pengecoran	m3	74,91	1
2	Pekerjaan Plat Lantai area Parkir Elv-(-1,60)			7
	a. Pek. Bekisting	m2	24,97	1
	b. Pek. Pembesian	kg	13.027,33	4
	c. Pek. Pengecoran	m3	148,19	2
3	Pekerjaan Plat Lantai Area Parkir As-1-2/E-I' Elv-(+1,40)			7
	a. Pek. Bekisting	m2	409,65	4
	b. Pek. Pembesian	kg	5.342,78	2
	c. Pek. Pengecoran	m3	59,11	1

No.	Pekerjaan	Satuan	Volume	Durasi Normal (Hari)
4	Pekerjaan Plat Area Lantai Dasar As-5-6/E-I' Elv-(-0,10)			7
	a. Pek. Bekisting	m2	21,31	1
	b. Pek. Pembesian	kg	4.252,76	5
	c. Pek. Pengecoran	m3	58,25	1
5	Pekerjaan Plat Area Lantai Dasar As-6-20/ F-I' Elv-(-0,05)			14
	a. Pek. Bekisting	m2	94,91	2
	b. Pek. Pembesian	kg	57.569,34	10
	c. Pek. Pengecoran	m3	901,98	2

Sumber: Data Proyek PT Citra Graha Selaras

Data durasi normal sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 4.

4.2 Analisis Data

4.2.1 Identifikasi Jalur Kritis dan Pengolahan Jaringan Kerja PDM

Pada proses penelitian ini, tahapan pertama akan dilakukan pembuatan jaringan kerja dengan menggunakan *Precedence Diagram Method* (PDM) berdasarkan pada data durasi dan *time schedule* normal sisa pekerjaan struktur dan arsitektur. Hal tersebut dilakukan bertujuan untuk mengetahui total durasi normal proyek dan mengetahui lintasan kritis dari kegiatan proyek ini. Pada tahapan pengolahan jaringan kerja akan menggunakan program Microsoft Project 2019 dengan hubungan setiap pekerjaan meliputi *Finish to Start*, *Start to Start*, *Finish to Finish*, *Start to Finish*. Gambar 4.1 merupakan contoh jaringan kerja PDM yang dikerjakan menggunakan program Microsoft Project 2019 dan Tabel 4.4 merupakan pekerjaan yang berada di jalur kritis.



Gambar 4.1 Contoh Jaringan Kerja PDM (Data Microsoft Project 2019)

Tabel 4.4 Daftar Pekerjaan Pada Lintasan Kritis

No.	Pekerjaan	Satuan	Volume	Durasi
1	Pekerjaan Plat Area Lantai Dasar As-12-19/A-F' Elv-(-0,05)			14
	a. Bekisting	m ²	58,11	2
	b. Pembesian	kg	52.038,73	10
	c. Pengecoran	m ³	611,09	2
2	Pekerjaan Plat Area Lantai Dasar As-6-20/F-I' Elv-(-0,05)			14
	a. Bekisting	m ²	94,91	2
	b. Pembesian	kg	57.569,34	10
	c. Pengecoran	m ³	901,98	2
3	Pekerjaan Plat Area Lantai Dasar As-5-6/F-I' Elv-(-0,10)			7
	a. Bekisting	m ²	21,31	1
	b. Pembesian	kg	4.252,76	5
	c. Pengecoran	m ³	58,25	1
4	Pekerjaan Kolom Praktis			28
	a. Bekisting	m ²	1.034,04	18
	b. Pembesian	kg	11.438,04	22
	c. Pengecoran	m ³	64,63	4
5	Pekerjaan Ring Balok			28
	a. Bekisting	m ²	480,00	18
	b. Pembesian	kg	9.799,73	24
	c. Pengecoran	m ³	60,00	4
6	Pekerjaan Dinding Lt. Dasar			21
	a. Pasangan Dinding	m ²	3.743,04	16
	b. Plesteran	m ²	7.416,10	16
	c. Acian	m ²	7.416,10	16

No.	Pekerjaan	Satuan	Volume	Durasi
	d. Pengecatan	m ²	10.797,77	7
7	Pekerjaan Dinding Lt. Mezzanine Lt. Dasar			7
	a. Pasangan Dinding	m ²	1.228,62	4
	b. Plesteran	m ²	2.751,72	4
	c. Acian	m ²	2.162,72	4
	d. Pengecatan	m ²	4.686,32	3
8	Pekerjaan Dinding Lt. Satu			7
	a. Pasangan Dinding	m ²	1.293,67	4
	b. Plesteran	m ²	2.584,36	4
	c. Acian	m ²	2.584,36	4
	d. Pengecatan	m ²	3.205,08	3
9	Pekerjaan Dinding Lt. Mezzanine Lt. Satu			7
	Pasangan Dinding	m ²	1.227,30	4
	Plesteran	m ²	2.445,16	4
	Acian	m ²	2.445,16	4
	Pengecatan	m ²	2.486,64	3
10	Pekerjaan <i>Facade</i>			
	a. Pemasangan ACP Seven + Rangka	m ²	5.633,90	56
11	Pekerjaan <i>Waterproofing</i>	m ²	1.372,94	7
12	Pekerjaan Pemasangan Atap	m ²	6.501,10	42

Sumber: Data Proyek PT Citra Graha Selaras

4.2.2 Analisis Perhitungan Produktivitas Tenaga Kerja, Jumlah Tenaga Kerja, dan Biaya Normal Tenaga Kerja Per Hari

Pada proyek pembangunan Mitra10 Bintaro akan dilakukan percepatan berupa penambahan jumlah tenaga kerja dan penerapan *shift* kerja untuk mengetahui perbedaan waktu dan biaya pada proyek. Oleh karena itu, untuk menganalisis percepatan tersebut diperlukan langkah awal yaitu menghitung produktivitas, jumlah, dan biaya tenaga kerja normal pada setiap pekerjaan. Analisis perhitungan ini bertujuan untuk memahami kondisi normal sebelum dilakukannya penerapan metode percepatan atau *crash program*. Analisis perhitungan ini dilakukan pada tenaga kerja proyek dengan melakukan dua simulasi untuk mencari durasi dan biaya yang lebih efektif dan efisien untuk menyelesaikan proyek, analisis pertama yang akan dilakukan adalah pekerjaan yang berada di

lintasan kritis pada sisa pekerjaan struktur dan arsitektur bangunan utama dan analisis selanjutnya akan dilakukan pada seluruh pekerjaan yang terdapat pada sisa pekerjaan struktur dan arsitektur bangunan utama.

4.2.2.1 Analisis Perhitungan Pada Lintasan Kritis Sisa Pekerjaan

1. Produktivitas Tenaga Kerja Normal Per Hari

Perhitungan nilai produktivitas tenaga kerja per hari dilakukan untuk menentukan jumlah tenaga kerja yang diperlukan pada setiap pekerjaan. Nilai produktivitas ini diperoleh dari angka koefisien setiap tenaga kerja yang tercantum dalam PERMEN PUPR No.1 Tahun 2022. Nilai produktivitas tenaga kerja dapat dihitung menggunakan rumus 2.9.

Berikut merupakan contoh analisis perhitungan nilai produktivitas tenaga kerja normal per hari:

- a. Pekerjaan bekisting plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

Diketahui nilai koefisien tenaga kerja sebagai berikut:

$$\text{Pekerja} = 0,66 \text{ oh}$$

$$\text{Tukang} = 0,33 \text{ oh}$$

$$\text{Kepala Tukang} = 0,033 \text{ oh}$$

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

Perhitungan nilai produktivitas:

$$\text{Pekerja} = \frac{1}{0,66} = 1,515 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{1}{0,33} = 3,030 \text{ m}^2/\text{hari}$$

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

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

- b. Pekerjaan pembesian plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

Diketahui nilai koefisien tenaga kerja sebagai berikut:

$$\text{Pekerja} = 0,7 \text{ oh}$$

$$\text{Tukang} = 0,7 \text{ oh}$$

$$\text{Kepala Tukang} = 0,07 \text{ oh}$$

Mandor = 0,04 oh

Perhitungan nilai produktivitas:

Pekerja = $\frac{1}{0,7} = 1,429$ kg/hari

Tukang = $\frac{1}{0,7} = 1,429$ kg/hari

Kepala Tukang = $\frac{1}{0,07} = 14,286$ kg/hari

Mandor = $\frac{1}{0,04} = 25,000$ kg/hari

c. Pekerjaan pengecoran plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

Diketahui nilai koefisien tenaga kerja sebagai berikut:

Pekerja = 0,064 oh

Tukang = 0,244 oh

Kepala Tukang = 0,034 oh

Mandor = 0,073 oh

Perhitungan nilai produktivitas:

Pekerja = $\frac{1}{0,064} = 15,625$ m³/hari

Tukang = $\frac{1}{0,244} = 4,098$ m³/hari

Kepala Tukang = $\frac{1}{0,034} = 29,412$ m³/hari

Mandor = $\frac{1}{0,073} = 13,699$ m³/hari

Tabel 4.5 Daftar Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Normal Pada Lintasan Kritis

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Nilai Produktivitas	
1	Pekerjaan plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).	Pekerja	m ² /hari	1,515	
		Tukang	m ² /hari	3,030	
		Kepala Tukang	m ² /hari	30,303	
		Mandor	m ² /hari	30,303	
		a. Bekisting	Pekerja	kg/hari	1,429
			Tukang	kg/hari	1,429
			Kepala Tukang	kg/hari	14,286
			Mandor	kg/hari	25,000
		b. Pembesian	Pekerja	m ³ /hari	15,625
			Tukang	m ³ /hari	4,098

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Nilai Produktivitas
		Kepala Tukang	m ³ /hari	29,412
		Mandor	m ³ /hari	13,699

Hasil dari nilai produktivitas tenaga kerja normal pada lintasan kritis sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 7.

2. Analisis Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja Normal Per Hari

Setelah menghitung nilai produktivitas tenaga kerja, langkah berikutnya adalah melakukan perhitungan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan per hari. Untuk melakukan perhitungan jumlah tenaga kerja, diperlukan nilai volume dan durasi setiap pekerjaan. Jumlah tenaga kerja dapat dihitung menggunakan rumus 2.10.

Berikut merupakan contoh analisis perhitungan jumlah tenaga kerja normal per hari:

- a. Pekerjaan bekisting plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv(-0,50).

Diketahui nilai produktivitas tenaga kerja serta volume dan durasi pekerjaan (data didapatkan dari Rencana Anggaran Biaya dan Kurva S proyek pembangunan Mitra10).

$$\text{Volume} = 58,11 \text{ m}^2$$

$$\text{Durasi} = 2 \text{ hari}$$

Nilai produktivitas:

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

$$\text{Tukang} = 3,030 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = 30,303 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Mandor} = 30,303 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Perhitungan jumlah tenaga kerja:

$$\text{Pekerja} = \frac{58,11}{1,515 \times 2} = 19,178 \approx 20 \text{ oh}$$

$$\text{Tukang} = \frac{58,11}{3,030 \times 2} = 9,589 \approx 10 \text{ oh}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{58,11}{30,303 \times 2} = 0,958 \approx 1 \text{ oh}$$

$$\text{Mandor} = \frac{58,11}{30,303 \times 2} = 0,958 \approx 1 \text{ oh}$$

- b. Pekerjaan pembesian plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

Diketahui nilai produktivitas tenaga kerja serta volume dan durasi pekerjaan (data didapatkan dari Rencana Anggaran Biaya dan Kurva S proyek pembangunan Mitra10).

$$\text{Volume} = 52.038,73 \text{ kg}$$

$$\text{Durasi} = 10 \text{ hari}$$

Nilai produktivitas:

$$\text{Pekerja} = 1,429 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Tukang} = 1,429 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = 14,286 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Mandor} = 25,000 \text{ kg/hari}$$

Perhitungan jumlah tenaga kerja:

$$\text{Pekerja} = \frac{52.038,73}{1,429 \times 10} = 36,416 \approx 37 \text{ oh}$$

$$\text{Tukang} = \frac{52.038,73}{1,429 \times 10} = 36,416 \approx 37 \text{ oh}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{52.038,73}{14,286 \times 10} = 3,642 \approx 4 \text{ oh}$$

$$\text{Mandor} = \frac{52.038,73}{25,000 \times 10} = 2,081 \approx 3 \text{ oh}$$

- c. Pekerjaan pengecoran plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

Diketahui nilai produktivitas tenaga kerja serta volume dan durasi pekerjaan (data didapatkan dari Rencana Anggaran Biaya dan Kurva S proyek pembangunan Mitra10).

$$\text{Volume} = 611,09 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi} = 2 \text{ hari}$$

Nilai produktivitas:

$$\text{Pekerja} = 15,625 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Tukang} = 4,098 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = 29,412 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Mandor} = 13,699 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Perhitungan jumlah tenaga kerja:

$$\text{Pekerja} = \frac{611,09}{15,625 \times 2} = 19,554 \approx 20 \text{ oh}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= \frac{611,09}{4,098 \times 2} = 74,559 \approx 75 \text{ oh} \\ \text{Kepala Tukang} &= \frac{611,09}{29,412 \times 2} = 10,388 \approx 11 \text{ oh} \\ \text{Mandor} &= \frac{611,09}{13,699 \times 2} = 22,304 \approx 23 \text{ oh} \end{aligned}$$

Tabel 4.6 Daftar Rekapitulasi Jumlah Tenaga Kerja Normal Pada Lintasan Kritis

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Jumlah Tenaga Kerja	
1	Pekerjaan plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).	Pekerja	oh	20	
		Tukang	oh	10	
		Kepala Tukang	oh	1	
		Mandor	oh	1	
		a. Bekisting	Pekerja	oh	37
			Tukang	oh	37
			Kepala Tukang	oh	4
		b. Pembesian	Mandor	oh	3
			Pekerja	oh	20
			Tukang	oh	75
		c. Pengecoran	Kepala Tukang	oh	11
			Mandor	oh	23

Hasil dari nilai jumlah tenaga kerja normal pada lintasan kritis sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 7.

3. Analisis Perhitungan Biaya Normal Tenaga Kerja Per Hari (Normal Cost)

Setelah menghitung produktivitas tenaga kerja dalam satuan hari dan jumlah tenaga kerja per hari setiap pekerjaan, langkah selanjutnya adalah menghitung biaya normal untuk setiap tenaga kerja pada setiap pekerjaan (*Normal Cost*). Perhitungan biaya normal tenaga kerja dapat dihitung menggunakan rumus 2.11 dan 2.12.

Berikut merupakan contoh analisis perhitungan biaya normal pada setiap pekerjaan:

- a. Pekerjaan bekisting plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

Diketahui hasil perhitungan jumlah tenaga kerja setiap pekerjaan, durasi pekerjaan, dan harga upah tenaga kerja per hari (data didapatkan dari daftar harga upah harian dan Kurva S proyek pembangunan Mitra10).

Harga upah per hari:

Durasi = 2 hari

Jumlah Tenaga Kerja:

Pekerja = 20 oh

Tukang = 10 oh

Kepala Tukang = 1 oh

Mandor = 1 oh

Perhitungan total upah tenaga kerja atau biaya normal:

Pekerja = Rp130.000,00 × 20 oh × 2 hari

= Rp5.200.000,00

Tukang = Rp150.000,00 × 10 oh × 2 hari

= Rp3.000.000,00

Kepala Tukang = Rp200.000,00 × 1 oh × 2 hari

= Rp400.000,00

Mandor = Rp250.000,00 × 1 oh × 2 hari

= Rp500.000,00

Total Biaya Normal (*Normal Cost*) = Rp9.100.000,00

- b. Pekerjaan pembesian plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

Diketahui hasil perhitungan jumlah tenaga kerja setiap pekerjaan, durasi pekerjaan, dan harga upah tenaga kerja per hari (data didapatkan dari daftar harga upah harian dan Kurva S proyek pembangunan Mitra10).

Harga upah per hari:

Durasi = 10 hari

Jumlah Tenaga Kerja:

Pekerja = 37 oh

Tukang = 37 oh

Kepala Tukang = 4 oh

Mandor = 3 oh

Perhitungan total upah tenaga kerja:

Pekerja = Rp130.000,00 × 37 oh × 10 hari

= Rp48.100.000,00

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= \text{Rp}150.000,00 \times 37 \text{ oh} \times 10 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}55.500.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala Tukang} &= \text{Rp}200.000,00 \times 4 \text{ oh} \times 10 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}8.000.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{Rp}250.000,00 \times 3 \text{ oh} \times 10 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}7.500.000,00 \end{aligned}$$

$$\text{Total Biaya Normal (Normal Cost)} = \text{Rp}119.100.000,00$$

c. Pekerjaan pengecoran plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

Diketahui hasil perhitungan jumlah tenaga kerja setiap pekerjaan, durasi pekerjaan, dan harga upah tenaga kerja per hari (data didapatkan dari daftar harga upah harian dan Kurva S proyek pembangunan Mitra10).

$$\text{Durasi} = 2 \text{ hari}$$

Jumlah Tenaga Kerja:

$$\text{Pekerja} = 20 \text{ oh}$$

$$\text{Tukang} = 75 \text{ oh}$$

$$\text{Kepala Tukang} = 11 \text{ oh}$$

$$\text{Mandor} = 23 \text{ oh}$$

Perhitungan total upah tenaga kerja:

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{Rp}130.000,00 \times 20 \text{ oh} \times 2 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}5.200.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= \text{Rp}150.000,00 \times 75 \text{ oh} \times 2 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}22.500.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala Tukang} &= \text{Rp}200.000,00 \times 11 \text{ oh} \times 2 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}4.400.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{Rp}250.000,00 \times 23 \text{ oh} \times 2 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}11.500.000,00 \end{aligned}$$

$$\text{Total Biaya Normal (Normal Cost)} = \text{Rp}43.600.000,00$$

Tabel 4.7 Daftar Rekapitulasi Biaya Normal Tenaga Kerja Pada Lintasan Kritis

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Total Upah Tenaga Kerja (Rp)	Biaya Normal (Normal Cost) (Rp)
1	Pekerjaan plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).			
		Pekerja	5.200.000,00	
		Tukang	3.000.000,00	
	a. Bekisting	Kepala Tukang	400.000,00	9.100.000,00
		Mandor	500.000,00	
		Pekerja	48.100.000,00	
		Tukang	55.500.000,00	119.100.000,00
	b. Pembesian	Kepala Tukang	8.000.000,00	
		Mandor	7.500.000,00	
		Pekerja	5.200.000,00	
		Tukang	22.500.000,00	43.600.000,00
	c. Pengecoran	Kepala Tukang	4.400.000,00	
		Mandor	11.500.000,00	

Setelah dilakukan perhitungan untuk biaya normal yang berada di lintasan kritis pada sisa pekerjaan struktur dan arsitektur didapatkan hasil biaya normal sebesar Rp3.486.420.000,00. Hasil dari nilai biaya normal pada lintasan kritis sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 7.

4.2.2.2 Analisis Perhitungan Pada Seluruh Sisa Pekerjaan

1. Produktivitas Tenaga Kerja Normal Per Hari

Perhitungan nilai produktivitas tenaga kerja per hari dilakukan untuk menentukan jumlah tenaga kerja yang diperlukan pada setiap pekerjaan. Nilai produktivitas ini diperoleh dari angka koefisien setiap tenaga kerja yang tercantum dalam PERMEN PUPR No.1 Tahun 2022. Nilai produktivitas tenaga kerja dapat dihitung menggunakan rumus 2.9.

Berikut merupakan contoh analisis perhitungan nilai produktivitas tenaga kerja normal per hari:

- a. Pekerjaan bekisting *retaining wall* area parkir.

Diketahui nilai koefisien tenaga kerja sebagai berikut:

Pekerja = 0,66 oh

Tukang = 0,33 oh

Kepala Tukang = 0,033 oh

Mandor = 0,033 oh

Perhitungan nilai produktivitas:

Pekerja = $\frac{1}{0,66} = 1,515 \text{ m}^2/\text{hari}$

Tukang = $\frac{1}{0,33} = 3,030 \text{ m}^2/\text{hari}$

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

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

b. Pekerjaan pembesian *retaining wall* area parkir.

Diketahui nilai koefisien tenaga kerja sebagai berikut:

Pekerja = 0,7 oh

Tukang = 0,7 oh

Kepala Tukang = 0,07 oh

Mandor = 0,04 oh

Perhitungan nilai produktivitas:

Pekerja = $\frac{1}{0,7} = 1,429 \text{ kg/hari}$

Tukang = $\frac{1}{0,7} = 1,429 \text{ kg/hari}$

Kepala Tukang = $\frac{1}{0,07} = 14,286 \text{ kg/hari}$

Mandor = $\frac{1}{0,04} = 25,000 \text{ kg/hari}$

c. Pekerjaan pengecoran *retaining wall* area parkir.

Diketahui nilai koefisien tenaga kerja sebagai berikut:

Pekerja = 0,061 oh

Tukang = 0,213 oh

Kepala Tukang = 0,033 oh

Mandor = 0,073 oh

Perhitungan nilai produktivitas:

Pekerja = $\frac{1}{0,061} = 16,393 \text{ m}^3/\text{hari}$

Tukang = $\frac{1}{0,213} = 4,695 \text{ m}^3/\text{hari}$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{1}{0,033} = 30,303 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{0,073} = 13,699 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Tabel 4.8 *Daftar Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Normal Pada Seluruh Sisa Pekerjaan*

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Nilai Produktivitas
1	Pekerjaan <i>Retaining Wall</i>			
		Pekerja	m ² /hari	1,515
		Tukang	m ² /hari	3,030
	a. Bekisting	Kepala Tukang	m ² /hari	30,303
		Mandor	m ² /hari	30,303
		Pekerja	kg/hari	1,429
		Tukang	kg/hari	1,429
	b. Pembesian	Kepala Tukang	kg/hari	14,286
		Mandor	kg/hari	25,000
		Pekerja	m ³ /hari	16,393
		Tukang	m ³ /hari	4,695
	c. Pengecoran	Kepala Tukang	m ³ /hari	30,303
		Mandor	m ³ /hari	13,699

Hasil dari nilai produktivitas tenaga kerja normal pada seluruh sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 12.

2. Analisis Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja Normal Per Hari

Setelah menghitung nilai produktivitas tenaga kerja, langkah berikutnya adalah melakukan perhitungan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan per hari. Untuk melakukan perhitungan jumlah tenaga kerja, diperlukan nilai volume dan durasi setiap pekerjaan. Jumlah tenaga kerja dapat dihitung menggunakan rumus 2.10.

Berikut merupakan contoh analisis perhitungan jumlah tenaga kerja normal per hari:

a. Pekerjaan bekisting *retaining wall* area parkir

Diketahui nilai produktivitas tenaga kerja serta volume dan durasi pekerjaan (data didapatkan dari Rencana Anggaran Biaya dan Kurva S proyek pembangunan Mitra10).

$$\text{Volume} = 749,14 \text{ m}^2$$

$$\text{Durasi} = 10 \text{ hari}$$

Nilai produktivitas:

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

$$\text{Tukang} = 3,030 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = 30,303 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Mandor} = 30,303 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Perhitungan jumlah tenaga kerja:

$$\text{Pekerja} = \frac{749,14}{1,515 \times 10} = 49,448 \approx 50 \text{ oh}$$

$$\text{Tukang} = \frac{749,14}{3,030 \times 10} = 24,724 \approx 25 \text{ oh}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{749,14}{30,303 \times 10} = 2,472 \approx 3 \text{ oh}$$

$$\text{Mandor} = \frac{749,14}{30,303 \times 10} = 2,472 \approx 3 \text{ oh}$$

b. Pekerjaan pembesian *retaining wall* area parkir

Diketahui nilai produktivitas tenaga kerja serta volume dan durasi pekerjaan (data didapatkan dari Rencana Anggaran Biaya dan Kurva S proyek pembangunan Mitra10).

$$\text{Volume} = 6.263,57 \text{ kg}$$

$$\text{Durasi} = 10 \text{ hari}$$

Nilai produktivitas:

$$\text{Pekerja} = 1,429 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Tukang} = 1,429 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = 14,286 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Mandor} = 25,000 \text{ kg/hari}$$

Perhitungan jumlah tenaga kerja:

$$\text{Pekerja} = \frac{6.263,57}{1,429 \times 10} = 4,383 \approx 5 \text{ oh}$$

$$\text{Tukang} = \frac{6.263,57}{1,429 \times 10} = 4,383 \approx 5 \text{ oh}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{6.263,57}{14,286 \times 10} = 0,438 \approx 1 \text{ oh}$$

$$\text{Mandor} = \frac{6.263,57}{25,000 \times 10} = 0,25 \approx 1 \text{ oh}$$

c. Pekerjaan pengecoran *retaining wall* area parkir

Diketahui nilai produktivitas tenaga kerja serta volume dan durasi pekerjaan (data didapatkan dari Rencana Anggaran Biaya dan Kurva S proyek pembangunan Mitra10).

$$\text{Volume} = 74,91 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi} = 1 \text{ hari}$$

Nilai produktivitas:

$$\text{Pekerja} = 16,393 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Tukang} = 4,695 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = 30,303 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Mandor} = 13,699 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Perhitungan jumlah tenaga kerja:

$$\text{Pekerja} = \frac{74,91}{16,393 \times 1} = 4,569 \approx 5 \text{ oh}$$

$$\text{Tukang} = \frac{74,91}{4,695 \times 1} = 15,955 \approx 16 \text{ oh}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{74,91}{30,303 \times 1} = 2,472 \approx 3 \text{ oh}$$

$$\text{Mandor} = \frac{74,91}{13,699 \times 1} = 5,468 \approx 6 \text{ oh}$$

Tabel 4.9 Daftar Rekapitulasi Jumlah Tenaga Kerja Normal Pada Seluruh Sisa Pekerjaan

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Jumlah Tenaga Kerja
1	Pekerjaan <i>Retaining Wall</i>			
		Pekerja	oh	50
		Tukang	oh	25
a.	Bekisting	Kepala Tukang	oh	3
		Mandor	oh	3
		Pekerja	oh	5
b.	Pembesian	Tukang	oh	5
		Kepala Tukang	oh	1
		Mandor	oh	1
		Pekerja	oh	5
c.	Pengecoran	Tukang	oh	16
		Kepala Tukang	oh	3
		Mandor	oh	6

Hasil dari nilai jumlah tenaga kerja normal pada seluruh sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 12.

3. Analisis Perhitungan Biaya Normal Tenaga Kerja Per Hari (*Normal Cost*)

Setelah menghitung produktivitas tenaga kerja dalam satuan hari dan jumlah tenaga kerja per hari setiap pekerjaan, langkah selanjutnya adalah menghitung biaya normal untuk setiap tenaga kerja pada setiap pekerjaan (*Normal Cost*). Perhitungan biaya normal tenaga kerja dapat dihitung menggunakan rumus 2.11 dan 2.12.

Berikut merupakan contoh analisis perhitungan biaya normal pada setiap pekerjaan:

a. Pekerjaan bekisting *retaining wall* area parkir.

Diketahui hasil perhitungan jumlah tenaga kerja setiap pekerjaan, durasi pekerjaan, dan harga upah tenaga kerja per hari (data didapatkan dari daftar harga upah harian dan Kurva S proyek pembangunan Mitra10).

Harga upah per hari:

Durasi = 10 hari

Jumlah Tenaga Kerja:

Pekerja = 50 oh

Tukang = 25 oh

Kepala Tukang = 3 oh

Mandor = 3 oh

Perhitungan total upah tenaga kerja atau biaya normal:

Pekerja = Rp130.000,00 × 50 oh × 10 hari
= Rp65.000.000,00

Tukang = Rp150.000,00 × 25 oh × 10 hari
= Rp37.500.000,00

Kepala Tukang = Rp200.000,00 × 3 oh × 10 hari
= Rp6.000.000,00

Mandor = Rp250.000,00 × 3 oh × 10 hari
= Rp7.500.000,00

Total Biaya Normal (*Normal Cost*) = Rp116.000.000,00

b. Pekerjaan pembesian *retaining wall* area parkir.

Diketahui hasil perhitungan jumlah tenaga kerja setiap pekerjaan, durasi pekerjaan, dan harga upah tenaga kerja per hari (data didapatkan dari daftar harga upah harian dan Kurva S proyek pembangunan Mitra10).

Harga upah per hari:

Durasi = 10 hari

Jumlah Tenaga Kerja:

Pekerja = 5 oh

Tukang = 5 oh

Kepala Tukang = 1 oh

Mandor = 1 oh

Perhitungan total upah tenaga kerja:

Pekerja = Rp130.000,00 × 5 oh × 10 hari

= Rp6.500.000,00

Tukang = Rp150.000,00 × 5 oh × 10 hari

= Rp7.500.000,00

Kepala Tukang = Rp200.000,00 × 1 oh × 10 hari

= Rp2.000.000,00

Mandor = Rp250.000,00 × 1 oh × 10 hari

= Rp2.500.000,00

Total Biaya Normal (*Normal Cost*) = Rp18.500.000,00

c. Pekerjaan pengecoran *retaining wall* area parkir.

Diketahui hasil perhitungan jumlah tenaga kerja setiap pekerjaan, durasi pekerjaan, dan harga upah tenaga kerja per hari (data didapatkan dari daftar harga upah harian dan Kurva S proyek pembangunan Mitra10).

Durasi = 1 hari

Jumlah Tenaga Kerja:

Pekerja = 5 oh

Tukang = 16 oh

Kepala Tukang = 3 oh

Mandor = 6 oh

Perhitungan total upah tenaga kerja:

Pekerja = Rp130.000,00 × 5 oh × 1 hari

= Rp650.000,00

Tukang = Rp150.000,00 × 16 oh × 1 hari

= Rp2.400.000,00

Kepala Tukang = Rp200.000,00 × 3 oh × 1 hari

= Rp600.000,00

Mandor = Rp250.000,00 × 6 oh × 1 hari

= Rp1.500.000,00

Total Biaya Normal (*Normal Cost*) = Rp5.150.000,00

Tabel 4.10 *Daftar Rekapitulasi Biaya Normal Tenaga Kerja Pada Seluruh Sisa Pekerjaan*

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Total Upah Tenaga Kerja (Rp)	Biaya Normal (<i>Normal Cost</i>) (Rp)
1	Pekerjaan <i>Retaining Wall</i>			
		Pekerja	65.000.000,00	
		Tukang	37.500.000,00	
	a. Bekisting	Kepala Tukang	6.000.000,00	116.000.000,00
		Mandor	7.500.000,00	
		Pekerja	6.500.000,00	
		Tukang	7.500.000,00	
	b. Pembesian	Kepala Tukang	2.000.000,00	18.500.000,00
		Mandor	2.500.000,00	
		Pekerja	650.000,00	
		Tukang	2.400.000,00	
	c. Pengecoran	Kepala Tukang	600.000,00	5.150.000,00
		Mandor	1.500.000,00	

Setelah dilakukan perhitungan untuk biaya normal pada seluruh sisa pekerjaan struktur dan arsitektur didapatkan hasil biaya normal sebesar Rp5.360.300.000,00. Hasil dari nilai biaya normal pada seluruh sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 12.

4.2.3 Analisis Perhitungan Alternatif Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek

Pada penelitian ini, akan dilakukan percepatan proyek dengan metode *crash program* menggunakan dua alternatif yaitu penambahan tenaga kerja sebanyak 20%, 40%, dan 60% dan penerapan *shift* kerja sebanyak 2 *shift* kerja yang terbagi menjadi dua sesi, yaitu sesi pertama akan dilaksanakan dari pukul 07:00 – 15.00 dan sesi kedua akan dilaksanakan dari pukul 15:00 – 23:00 dengan masing-masing 1 jam istirahat yang dilakukan oleh tenaga kerja yang berbeda pada setiap *shift*. Analisis perhitungan alternatif percepatan ini akan dilakukan pada kedua simulasi, analisis pertama yang akan dilakukan adalah pekerjaan yang berada di lintasan kritis pada sisa pekerjaan struktur dan arsitektur bangunan utama dan analisis selanjutnya akan dilakukan pada seluruh pekerjaan yang terdapat pada sisa pekerjaan struktur dan arsitektur bangunan utama. Selanjutnya akan dilakukan perbandingan antara hasil dari kedua alternatif yang diteliti dengan biaya dan durasi proyek pada kondisi normal.

4.2.3.1 Analisis Perhitungan Alternatif Percepatan dengan Penambahan Tenaga Kerja Sebanyak 20%

Pada penelitian mengenai keterlambatan durasi proyek, digunakan alternatif pertama yaitu penambahan jumlah tenaga kerja sebanyak 20% dari jumlah tenaga kerja normal untuk setiap pekerjaan. Dengan menggunakan alternatif penambahan tenaga kerja sebesar 20% dari jumlah tenaga kerja normal, diharapkan dapat meningkatkan nilai produktivitas tenaga kerja per hari pada setiap pekerjaan sehingga dapat mempercepat durasi pekerjaan.

4.2.3.1.1 Analisis Perhitungan Pada Lintasan Kritis Sisa Pekerjaan

1. Analisis Perhitungan Penambahan Jumlah Tenaga Kerja

Penambahan jumlah tenaga kerja dapat dihitung menggunakan rumus 2.15.

Berikut merupakan contoh analisis perhitungan penambahan tenaga kerja sebesar 20% pada setiap pekerjaan:

a. Pekerjaan bekisting plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = (20 \times 20\%) + 20 = 24 \text{ orang}$$

$$\text{Tukang} = (10 \times 20\%) + 10 = 12 \text{ orang}$$

$$\text{Kepala Tukang} = (1 \times 20\%) + 1 = 2 \text{ orang}$$

$$\text{Mandor} = (1 \times 20\%) + 1 = 2 \text{ orang}$$

b. Pekerjaan pembesian plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = (37 \times 20\%) + 37 = 45 \text{ orang}$$

$$\text{Tukang} = (37 \times 20\%) + 37 = 45 \text{ orang}$$

$$\text{Kepala Tukang} = (4 \times 20\%) + 4 = 5 \text{ orang}$$

$$\text{Mandor} = (3 \times 20\%) + 3 = 4 \text{ orang}$$

c. Pekerjaan pengecoran plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = (20 \times 20\%) + 20 = 24 \text{ orang}$$

$$\text{Tukang} = (75 \times 20\%) + 76 = 90 \text{ orang}$$

$$\text{Kepala Tukang} = (11 \times 20\%) + 11 = 14 \text{ orang}$$

$$\text{Mandor} = (23 \times 20\%) + 23 = 28 \text{ orang}$$

Tabel 4.11 Daftar Rekapitulasi Penambahan Jumlah Tenaga Kerja 20% Pada Lintasan Kritis

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Jumlah Tenaga Kerja	
1	Pekerjaan plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).	Pekerja	oh	24	
		Tukang	oh	12	
		a. Bekisting	Kepala Tukang	oh	2
		Mandor	oh	2	
		b. Pembesian	Pekerja	oh	45
			Tukang	oh	45
			Kepala Tukang	oh	5
			Mandor	oh	4
		c. Pengecoran	Pekerja	oh	24
			Tukang	oh	90
			Kepala Tukang	oh	14
			Mandor	oh	28

Hasil dari penambahan tenaga kerja sebanyak 20% pada lintasan kritis sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 8.

2. Analisis Perhitungan Durasi Percepatan (*Crash Duration*)

Durasi percepatan (*crash duration*) dapat dihitung menggunakan rumus 2.16. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan durasi percepatan pada setiap pekerjaan:

a. Pekerjaan bekisting plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = \frac{58,11}{1,515 \times 24} = 1,6 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{58,11}{3,030 \times 12} = 1,6 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{58,11}{30,303 \times 2} = 1,0 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{58,11}{30,303 \times 2} = 1,0 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 1,6 hari.

b. Pekerjaan pembesian plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = \frac{52.038,73}{1,429 \times 45} = 8,1 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{52.038,73}{1,429 \times 45} = 8,1 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{52.038,73}{14,286 \times 5} = 7,3 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{52.038,73}{25,000 \times 4} = 5,2 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 8,1 hari.

c. Pekerjaan pengecoran plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = \frac{611,09}{15,625 \times 24} = 1,6 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{611,09}{4,098 \times 90} = 1,7 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{611,09}{29,412 \times 14} = 1,3 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{611,09}{13,699 \times 28} = 1,4 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 1,7 hari.

Tabel 4.12 *Daftar Rekapitulasi Durasi Percepatan Penambahan Jumlah Tenaga Kerja 20% Pada Lintasan Kritis*

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Durasi Percepatan	
1	Pekerjaan plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).	Pekerja	hari	1,6	
		Tukang	hari	1,6	
		a. Bekisting	Kepala Tukang	hari	1,0
			Mandor	hari	1,0
		b. Pembesian	Pekerja	hari	8,1
			Tukang	hari	8,1
			Kepala Tukang	hari	7,3
			Mandor	hari	5,2
		c. Pengecoran	Pekerja	hari	1,6
			Tukang	hari	1,7
			Kepala Tukang	hari	1,5
			Mandor	hari	1,6

Setelah dilakukan analisis perhitungan penambahan tenaga kerja sebanyak 20% pada setiap pekerjaan didapatkan hasil durasi percepatan yaitu 104 hari dari total 126 hari untuk sisa waktu penyelesaian proyek. Hasil dari durasi percepatan setelah penambahan tenaga kerja sebanyak 20% pada lintasan kritis sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 8.

3. Analisis Perhitungan Biaya Percepatan (*Crash Cost*)

Biaya percepatan (*crash cost*) dapat dihitung menggunakan rumus 2.11, rumus 2.12, dan rumus 2.14. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan durasi percepatan pada setiap pekerjaan:

- a. Pekerjaan bekisting plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

Perhitungan harga upah per hari (menggunakan persamaan 2.11):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}130.000,00 \times 24 = \text{Rp}3.120.000,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}150.000,00 \times 12 = \text{Rp}1.800.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}200.000,00 \times 2 = \text{Rp}400.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}250.000,00 \times 2 = \text{Rp}500.000,00$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{Rp}3.120.000,00 \times 1,6 = \text{Rp}4.985.966,70 \\ \text{Tukang} &= \text{Rp}1.800.000,00 \times 1,6 = \text{Rp}2.876.519,25 \\ \text{Kepala Tukang} &= \text{Rp}400.000,00 \times 1,6 = \text{Rp}639.226,50 \\ \text{Mandor} &= \text{Rp}500.000,00 \times 1,6 = \text{Rp}799.033,13 \\ \text{Total upah} &= \text{Rp}9.300.745,58 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\begin{aligned} \text{Cost slope/hari} &= \frac{\text{Rp}9.300.745,58 - \text{Rp}9.100.000,00}{2 - 1,6} \\ &= \text{Rp}100.371,19 \\ \text{Cost slope total} &= \text{Rp}100.371,19 \times (2 - 1,6) \\ &= \text{Rp}40.342,57 \end{aligned}$$

b. Pekerjaan pembesian plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

Perhitungan harga upah per hari (menggunakan persamaan 2.11):

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{Rp}130.000,00 \times 45 = \text{Rp}5.850.000,00 \\ \text{Tukang} &= \text{Rp}150.000,00 \times 45 = \text{Rp}6.750.000,00 \\ \text{Kepala Tukang} &= \text{Rp}200.000,00 \times 5 = \text{Rp}1.000.000,00 \\ \text{Mandor} &= \text{Rp}250.000,00 \times 4 = \text{Rp}1.000.000,00 \end{aligned}$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{Rp}6.760.000,00 \times 8,1 = \text{Rp}47.355.244,28 \\ \text{Tukang} &= \text{Rp}7.800.000,00 \times 8,1 = \text{Rp}54.640.666,47 \\ \text{Kepala Tukang} &= \text{Rp}1.200.000,00 \times 8,1 = \text{Rp}8.094.913,55 \\ \text{Mandor} &= \text{Rp}1.250.000,00 \times 8,1 = \text{Rp}8.094.913,55 \\ \text{Total upah} &= \text{Rp}118.185.737,86 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\begin{aligned} \text{Cost slope/hari} &= \frac{\text{Rp}118.185.737,86 - \text{Rp}119.100.000,00}{10 - 8,1} \\ &= - \text{Rp}91.434,31 \\ \text{Cost slope total} &= - \text{Rp}91.434,31 \times (10 - 8,1) \\ &= - \text{Rp}174.190,26 \end{aligned}$$

- c. Pekerjaan pengecoran plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv(-0,50).

Perhitungan harga upah per hari (menggunakan persamaan 2.11):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}130.000,00 \times 24 = \text{Rp}3.120.000,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}150.000,00 \times 90 = \text{Rp}13.500.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}200.000,00 \times 14 = \text{Rp}2.800.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}250.000,00 \times 28 = \text{Rp}7.000.000,00$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}3.640.000,00 \times 1,7 = \text{Rp}5.169.015,07$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}15.750.000,00 \times 1,7 = \text{Rp}22.365.930,60$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}3.200.000,00 \times 1,7 = \text{Rp}4.638.859,68$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}8.250.000,00 \times 1,7 = \text{Rp}11.597.149,20$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp}43.770.954,55$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\text{Cost slope/hari} = \frac{\text{Rp}43.770.954,55 - \text{Rp}43.600.000,00}{2 - 1,7}$$

$$= \text{Rp}85.475,62$$

$$\text{Cost slope total} = \text{Rp}85.475,62 \times (2 - 1,7)$$

$$= \text{Rp}29.340,74$$

Tabel 4.13 Daftar Rekapitulasi Biaya Percepatan dengan Penambahan Tenaga Kerja 20% Pada Lintasan Kritis

No.	Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Biaya Crash (Rp)	Cost Slope per Hari (Rp)	Total Cost Slope (Rp)
1	Peekerjaan plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv(-0,50)				
a.	Bekisting	9.100.000,00	9.300.745,58	100.371,19	40.342,57
b.	Pembesian	119.100.000,00	118.185.737,86	-91.434,31	-174.190,26
c.	Pengecoran	43.600.000,00	43.770.954,55	85.475,62	56.433,87

Setelah dilakukan analisis perhitungan biaya percepatan akibat penambahan tenaga kerja sebanyak 20% pada setiap pekerjaan diketahui terdapat hasil dengan nilai minus (-) yang menunjukkan bahwa terdapat penghematan atau efisiensi biaya. Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan hasil biaya percepatan sebesar Rp3.489.517.030,35 dan total nilai *cost slope* sebesar Rp874.574,44. Hasil dari nilai

biaya percepatan penambahan tenaga kerja sebanyak 20% pada lintasan kritis sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 8.

4.2.3.1.2 Analisis Perhitungan Pada Seluruh Sisa Pekerjaan

1. Analisis Perhitungan Penambahan Jumlah Tenaga Kerja

Penambahan jumlah tenaga kerja dapat dihitung menggunakan rumus 2.15. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan penambahan tenaga kerja sebesar 20% pada setiap pekerjaan:

a. Pekerjaan bekisting *retaining wall*

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= (50 \times 20\%) + 50 = 60 \text{ orang} \\ \text{Tukang} &= (25 \times 20\%) + 25 = 30 \text{ orang} \\ \text{Kepala Tukang} &= (3 \times 20\%) + 3 = 4 \text{ orang} \\ \text{Mandor} &= (3 \times 20\%) + 3 = 4 \text{ orang} \end{aligned}$$

b. Pekerjaan pembesian *retaining wall*

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= (5 \times 20\%) + 5 = 6 \text{ orang} \\ \text{Tukang} &= (5 \times 20\%) + 5 = 6 \text{ orang} \\ \text{Kepala Tukang} &= (1 \times 20\%) + 1 = 2 \text{ orang} \\ \text{Mandor} &= (1 \times 20\%) + 1 = 2 \text{ orang} \end{aligned}$$

c. Pekerjaan pengecoran *retaining wall*

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= (5 \times 20\%) + 5 = 6 \text{ orang} \\ \text{Tukang} &= (16 \times 20\%) + 16 = 20 \text{ orang} \\ \text{Kepala Tukang} &= (3 \times 20\%) + 3 = 4 \text{ orang} \\ \text{Mandor} &= (6 \times 20\%) + 6 = 8 \text{ orang} \end{aligned}$$

Tabel 4.14 Daftar Rekapitulasi Penambahan Jumlah Tenaga Kerja 20% Pada Seluruh Sisa Pekerjaan

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Jumlah Tenaga Kerja
1	Pekerjaan <i>Retaining Wall</i>			
	a. Bekisting	Pekerja	oh	60
		Tukang	oh	30
		Kepala Tukang	oh	4

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Jumlah Tenaga Kerja
b. Pembesian		Mandor	oh	4
		Pekerja	oh	6
		Tukang	oh	6
		Kepala Tukang	oh	2
		Mandor	oh	2
c. Pengecoran		Pekerja	oh	6
		Tukang	oh	20
		Kepala Tukang	oh	4
		Mandor	oh	8

Hasil dari penambahan tenaga kerja sebanyak 20% pada seluruh sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 13.

2. Analisis Perhitungan Durasi Percepatan (*Crash Duration*)

Durasi percepatan (*crash duration*) dapat dihitung menggunakan rumus 2.16. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan durasi percepatan pada setiap pekerjaan:

a. Pekerjaan bekisting *retaining wall*

$$\text{Pekerja} = \frac{749,14}{1,515 \times 60} = 8,2 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{749,14}{3,030 \times 30} = 8,2 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{749,14}{30,303 \times 4} = 6,2 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{749,14}{30,303 \times 4} = 6,2 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 8,2 hari.

b. Pekerjaan pembesian *retaining wall*

$$\text{Pekerja} = \frac{6.263,57}{1,429 \times 6} = 7,3 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{6.263,57}{1,429 \times 6} = 7,3 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{6.263,57}{14,286 \times 2} = 2,2 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{6.263,57}{25,000 \times 2} = 1,3 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 7,3 hari.

c. Pekerjaan pengecoran *retaining wall*

$$\text{Pekerja} = \frac{74,91}{16,393 \times 6} = 0,8 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{74,91}{4,695 \times 20} = 0,8 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{74,91}{30,303 \times 4} = 0,6 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{74,91}{13,699 \times 8} = 0,7 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 0,8 hari.

Tabel 4.15 *Daftar Rekapitulasi Durasi Percepatan Penambahan Jumlah Tenaga Kerja 20% Pada Seluruh Sisa Pekerjaan*

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Durasi Percepatan
1	Pekerjaan <i>Retaining Wall</i>	Pekerja	hari	8,2
		Tukang	hari	8,2
		Kepala Tukang	hari	6,2
		Mandor	hari	6,2
		Pekerja	hari	7,3
		Tukang	hari	7,3
		Kepala Tukang	hari	2,2
		Mandor	hari	1,3
		Pekerja	hari	0,8
		Tukang	hari	0,8
		Kepala Tukang	hari	0,6
		Mandor	hari	0,7

Setelah dilakukan analisis perhitungan penambahan tenaga kerja sebanyak 20% pada setiap pekerjaan didapatkan hasil durasi percepatan yaitu 102 hari dari total 126 hari untuk sisa waktu penyelesaian proyek. Hasil dari durasi percepatan setelah penambahan tenaga kerja sebanyak 20% pada seluruh sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 13.

3. Analisis Perhitungan Biaya Percepatan (*Crash Cost*)

Biaya percepatan (*crash cost*) dapat dihitung menggunakan rumus 2.11, rumus 2.12, dan rumus 2.14. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan durasi percepatan pada setiap pekerjaan:

a. Pekerjaan bekisting *retaining wall* area parkir.

Perhitungan harga upah per hari (menggunakan persamaan 2.11):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}130.000,00 \times 60 = \text{Rp}7.800.000,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}150.000,00 \times 30 = \text{Rp}4.500.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}200.000,00 \times 4 = \text{Rp}800.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}250.000,00 \times 4 = \text{Rp}1.000.000,00$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}7.800.000,00 \times 8,2 = \text{Rp}64.275.868,80$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}4.500.000,00 \times 8,2 = \text{Rp}37.082.232,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}800.000,00 \times 8,2 = \text{Rp}6.592.396,80$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}1.000.000,00 \times 8,2 = \text{Rp}8.240.496,00$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp}116.190.993,60$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\text{Cost slope/hari} = \frac{\text{Rp}116.190.993,60 - \text{Rp}116.000.000,00}{10 - 8,2}$$

$$= \text{Rp}19.091,12$$

$$\text{Cost slope total} = \text{Rp}19.091,12 \times (10 - 8,2)$$

$$= \text{Rp}33.590,90$$

b. Pekerjaan pembesian *retaining wall* area parkir.

Perhitungan harga upah per hari (menggunakan persamaan 2.11):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}130.000,00 \times 6 = \text{Rp}780.000,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}150.000,00 \times 6 = \text{Rp}900.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}200.000,00 \times 2 = \text{Rp}400.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}250.000,00 \times 2 = \text{Rp}500.000,00$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}780.000,00 \times 7,3 = \text{Rp}5.699.851,81$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}900.000,00 \times 7,3 = \text{Rp}6.576.752,09$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}400.000,00 \times 7,3 = \text{Rp}2.923.000,93$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}500.000,00 \times 7,3 = \text{Rp}3.653.751,16$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp}18.853.355,99$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\text{Cost slope/hari} = \frac{\text{Rp}18.853.355,99 - \text{Rp}18.500.000,00}{10 - 7,3}$$

$$= \text{Rp}35.328,29$$

$$\text{Cost slope total} = \text{Rp}35.328,29 \times (10 - 7,3)$$

$$= \text{Rp}95.121,34$$

c. Pekerjaan pengecoran *retaining wall* area parkir.

Perhitungan harga upah per hari (menggunakan persamaan 2.11):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}130.000,00 \times 6 = \text{Rp}780.000,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}150.000,00 \times 20 = \text{Rp}3.000.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}200.000,00 \times 4 = \text{Rp}800.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}250.000,00 \times 8 = \text{Rp}2.000.000,00$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}780.000,00 \times 0,8 = \text{Rp}622.307,28$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}3.000.000,00 \times 0,8 = \text{Rp}2.393.489,52$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}800.000,00 \times 0,8 = \text{Rp}638.263,87$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}2.000.000,00 \times 0,8 = \text{Rp}1.595.659,68$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp}5.249.720,35$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\text{Cost slope/hari} = \frac{\text{Rp}5.249.720,35 - \text{Rp}5.150.000,00}{1 - 0,8}$$

$$= \text{Rp}99.719,55$$

$$\text{Cost slope total} = \text{Rp}99.719,55 \times (1 - 0,8)$$

$$= \text{Rp}20.160,32$$

Tabel 4.16 Daftar Rekapitulasi Biaya Percepatan dengan Penambahan Tenaga Kerja 20% Pada Seluruh Sisa Pekerjaan

No.	Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Biaya Crash (Rp)	Cost Slope per Hari (Rp)	Total Cost Slope (Rp)
1	Peekerjaan Retaining Wall				
	a. Bekisting	116.000.000,00	116.190.993,60	19.091,12	33.590,90
	b. Pembesian	18.500.000,00	18.853.355,99	35.328,29	95.121,34

No.	Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Biaya Crash (Rp)	Cost Slope per Hari (Rp)	Total Cost Slope (Rp)
c.	Pengecoran	5.150.000,00	5.249.720,35	99.719,55	20.160,32

Setelah dilakukan analisis perhitungan biaya percepatan akibat penambahan tenaga kerja sebanyak 20% pada setiap pekerjaan diketahui terdapat hasil dengan nilai minus (-) yang menunjukkan bahwa terdapat penghematan atau efisiensi biaya. Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan hasil biaya percepatan sebesar Rp5.375.812.027,33 dan total nilai *cost slope* sebesar -Rp163.708,24. Hasil dari nilai biaya percepatan penambahan tenaga kerja sebanyak 20% pada seluruh pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 13.

4.2.3.2 Analisis Perhitungan Alternatif Percepatan dengan Penambahan Tenaga Kerja Sebanyak 40%

Pada penelitian mengenai keterlambatan durasi proyek, digunakan alternatif pertama yaitu penambahan jumlah tenaga kerja sebanyak 40% dari jumlah tenaga kerja normal untuk setiap pekerjaan. Persentase penambahan tenaga kerja sebesar 40% didapatkan dari hasil wawancara dengan pihak kontraktor proyek dan observasi lapangan dengan memperkirakan agar mobilisasi pekerja dapat berjalan dengan optimal. Dengan menggunakan alternatif penambahan tenaga kerja sebesar 40% dari jumlah tenaga kerja normal, diharapkan dapat meningkatkan nilai produktivitas tenaga kerja per hari pada setiap pekerjaan sehingga dapat mempercepat durasi pekerjaan.

4.2.3.2.1 Analisis Perhitungan Pada Lintasan Kritis Sisa Pekerjaan

1. Analisis Perhitungan Penambahan Jumlah Tenaga Kerja

Penambahan jumlah tenaga kerja dapat dihitung menggunakan rumus 2.15. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan penambahan tenaga kerja sebesar 40% pada setiap pekerjaan:

a. Pekerjaan bekisting plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = (20 \times 40\%) + 20 = 28 \text{ orang}$$

$$\text{Tukang} = (10 \times 40\%) + 10 = 14 \text{ orang}$$

$$\text{Kepala Tukang} = (1 \times 40\%) + 1 = 2 \text{ orang}$$

$$\text{Mandor} = (1 \times 40\%) + 1 = 2 \text{ orang}$$

b. Pekerjaan pembesian plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = (37 \times 40\%) + 37 = 52 \text{ orang}$$

$$\text{Tukang} = (37 \times 40\%) + 37 = 52 \text{ orang}$$

$$\text{Kepala Tukang} = (4 \times 40\%) + 4 = 6 \text{ orang}$$

$$\text{Mandor} = (3 \times 40\%) + 3 = 5 \text{ orang}$$

c. Pekerjaan pengecoran plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = (20 \times 40\%) + 20 = 28 \text{ orang}$$

$$\text{Tukang} = (75 \times 40\%) + 76 = 105 \text{ orang}$$

$$\text{Kepala Tukang} = (11 \times 40\%) + 11 = 16 \text{ orang}$$

$$\text{Mandor} = (23 \times 40\%) + 23 = 33 \text{ orang}$$

Tabel 4.17 Daftar Rekapitulasi Penambahan Jumlah Tenaga Kerja 40% Pada Lintasan Kritis

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Jumlah Tenaga Kerja
1	Pekerjaan plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).	Pekerja	oh	28
		Tukang	oh	14
		Kepala Tukang	oh	2
		Mandor	oh	2
a. Bekisting		Pekerja	oh	52
		Tukang	oh	52
		Kepala Tukang	oh	6
		Mandor	oh	5
b. Pembesian		Pekerja	oh	28
		Tukang	oh	105
		Kepala Tukang	oh	16
		Mandor	oh	33
c. Pengecoran		Pekerja	oh	28
		Tukang	oh	105
		Kepala Tukang	oh	16
		Mandor	oh	33

Hasil dari penambahan tenaga kerja sebanyak 40% pada lintasan kritis sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 9.

2. Analisis Perhitungan Durasi Percepatan (*Crash Duration*)

Durasi percepatan (*crash duration*) dapat dihitung menggunakan rumus 2.16. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan durasi percepatan pada setiap pekerjaan:

a. Pekerjaan bekisting plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = \frac{58,11}{1,515 \times 28} = 1,4 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{58,11}{3,030 \times 14} = 1,4 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{58,11}{30,303 \times 2} = 1,0 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{58,11}{30,303 \times 2} = 1,0 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 1,4 hari.

b. Pekerjaan pembesian plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = \frac{52.038,73}{1,429 \times 52} = 7,0 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{52.038,73}{1,429 \times 52} = 7,0 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{52.038,73}{14,286 \times 6} = 6,1 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{52.038,73}{25,000 \times 5} = 4,2 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 7,0 hari.

c. Pekerjaan pengecoran plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = \frac{611,09}{15,625 \times 28} = 1,4 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{611,09}{4,098 \times 105} = 1,4 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{611,09}{29,412 \times 16} = 1,3 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{611,09}{13,699 \times 33} = 1,4 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 1,4 hari.

Tabel 4.18 *Daftar Rekapitulasi Durasi Percepatan Penambahan Jumlah Tenaga Kerja 40% Pada Lintasan Kritis*

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Durasi Percepatan	
1	Pekerjaan plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).	Pekerja	hari	1,4	
		Tukang	hari	1,4	
		a. Bekisting	Kepala Tukang	hari	1,0
			Mandor	hari	1,0
		b. Pembesian	Pekerja	hari	7,0
			Tukang	hari	7,0
			Kepala Tukang	hari	6,1
			Mandor	hari	4,2
		c. Pengecoran	Pekerja	hari	1,4
			Tukang	hari	1,4
			Kepala Tukang	hari	1,3
			Mandor	hari	1,4

Setelah dilakukan analisis perhitungan penambahan tenaga kerja sebanyak 40% pada setiap pekerjaan didapatkan hasil durasi percepatan yaitu 94 hari dari total 126 hari untuk sisa waktu penyelesaian proyek. Hasil dari durasi percepatan setelah penambahan tenaga kerja sebanyak 40% pada lintasan kritis sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 9.

3. Analisis Perhitungan Biaya Percepatan (*Crash Cost*)

Biaya percepatan (*crash cost*) dapat dihitung menggunakan rumus 2.11, rumus 2.12, dan rumus 2.14. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan durasi percepatan pada setiap pekerjaan:

- a. Pekerjaan bekisting plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

Perhitungan harga upah per hari (menggunakan persamaan 2.11):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}130.000,00 \times 28 = \text{Rp}3.640.000,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}150.000,00 \times 14 = \text{Rp}2.100.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}200.000,00 \times 2 = \text{Rp}400.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}250.000,00 \times 2 = \text{Rp}500.000,00$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{Rp}3.640.000,00 \times 1,4 = \text{Rp}4.985.966,70 \\ \text{Tukang} &= \text{Rp}2.100.000,00 \times 1,4 = \text{Rp}2.876.519,25 \\ \text{Kepala Tukang} &= \text{Rp}400.000,00 \times 1,4 = \text{Rp}547.908,43 \\ \text{Mandor} &= \text{Rp}500.000,00 \times 1,4 = \text{Rp}684.885,54 \\ \text{Total upah} &= \text{Rp}9.095.279,91 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\begin{aligned} \text{Cost slope/hari} &= \frac{\text{Rp}9.095.279,91 - \text{Rp}9.100.000,00}{2 - 1,4} \\ &= - \text{Rp}2.361,41 \\ \text{Cost slope total} &= - \text{Rp}2.361,41 \times (2 - 1,4) \\ &= - \text{Rp}1.488,23 \end{aligned}$$

- b. Pekerjaan pembesian plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

Perhitungan harga upah per hari (menggunakan persamaan 2.11):

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{Rp}130.000,00 \times 52 = \text{Rp}6.760.000,00 \\ \text{Tukang} &= \text{Rp}150.000,00 \times 52 = \text{Rp}7.800.000,00 \\ \text{Kepala Tukang} &= \text{Rp}200.000,00 \times 6 = \text{Rp}1.200.000,00 \\ \text{Mandor} &= \text{Rp}250.000,00 \times 5 = \text{Rp}1.250.000,00 \end{aligned}$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{Rp}6.760.000,00 \times 7,0 = \text{Rp}47.355.244,28 \\ \text{Tukang} &= \text{Rp}7.800.000,00 \times 7,0 = \text{Rp}54.640.666,47 \\ \text{Kepala Tukang} &= \text{Rp}1.200.000,00 \times 7,0 = \text{Rp}8.406.256,38 \\ \text{Mandor} &= \text{Rp}1.250.000,00 \times 7,0 = \text{Rp}8.756.517,06 \\ \text{Total upah} &= \text{Rp}119.158.684,20 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\begin{aligned} \text{Cost slope/hari} &= \frac{\text{Rp}119.158.684,20 - \text{Rp}119.100.000,00}{10 - 7,0} \\ &= \text{Rp}5.861,41 \\ \text{Cost slope total} &= \text{Rp}5.861,41 \times (10 - 7,0) \\ &= \text{Rp}17.553,68 \end{aligned}$$

c. Pekerjaan pengecoran plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

Perhitungan harga upah per hari (menggunakan persamaan 2.11):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}130.000,00 \times 28 = \text{Rp}3.640.000,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}150.000,00 \times 105 = \text{Rp}15.750.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}200.000,00 \times 16 = \text{Rp}3.200.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}250.000,00 \times 33 = \text{Rp}8.250.000,00$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}3.640.000,00 \times 1,4 = \text{Rp}5.169.015,07$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}15.750.000,00 \times 1,4 = \text{Rp}22.365.930,60$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}3.200.000,00 \times 1,4 = \text{Rp}4.544.189,07$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}8.250.000,00 \times 1,4 = \text{Rp}11.715.487,46$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp}43.794.622,20$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\text{Cost slope/hari} = \frac{\text{Rp}43.794.622,20 - \text{Rp}43.600.000,00}{2 - 1,4}$$

$$= \text{Rp}97.309,68$$

$$\text{Cost slope total} = \text{Rp}97.309,68 \times (2 - 1,4)$$

$$= \text{Rp}56.433,87$$

Tabel 4.19 Daftar Rekapitulasi Biaya Percepatan dengan Penambahan Tenaga Kerja 40% Pada Lintasan Kritis

No.	Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Biaya Crash (Rp)	Cost Slope per Hari (Rp)	Total Cost Slope (Rp)
1	Peekerjaan plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50)				
	a. Bekisting	9.100.000,00	9.095.279,91	-2.361,41	-1.488,23
	b. Pembesian	119.100.000,00	119.158.684,20	5.861,41	17.553,68
	c. Pengecoran	43.600.000,00	43.794.622,20	97.309,68	56.433,87

Setelah dilakukan analisis perhitungan biaya percepatan akibat penambahan tenaga kerja sebanyak 40% pada setiap pekerjaan diketahui terdapat hasil dengan nilai minus (-) yang menunjukkan bahwa terdapat penghematan atau efisiensi biaya. Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan hasil biaya percepatan sebesar Rp3.470.742.360,98 dan total nilai *cost slope* sebesar -Rp5.038.981,88. Hasil dari

nilai biaya percepatan penambahan tenaga kerja sebanyak 40% pada lintasan kritis sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 9.

4.2.3.2.2 Analisis Perhitungan Pada Seluruh Sisa Pekerjaan

1. Analisis Perhitungan Penambahan Jumlah Tenaga Kerja

Penambahan jumlah tenaga kerja dapat dihitung menggunakan rumus 2.15. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan penambahan tenaga kerja sebesar 40% pada setiap pekerjaan:

- a. Pekerjaan bekisting *retaining wall*
 - Pekerja = $(50 \times 40\%) + 50 = 70$ orang
 - Tukang = $(25 \times 40\%) + 25 = 35$ orang
 - Kepala Tukang = $(3 \times 40\%) + 3 = 5$ orang
 - Mandor = $(3 \times 40\%) + 3 = 5$ orang
- b. Pekerjaan pembesian *retaining wall*
 - Pekerja = $(5 \times 40\%) + 5 = 7$ orang
 - Tukang = $(5 \times 40\%) + 5 = 7$ orang
 - Kepala Tukang = $(1 \times 40\%) + 1 = 2$ orang
 - Mandor = $(1 \times 40\%) + 1 = 2$ orang
- c. Pekerjaan pengecoran *retaining wall*
 - Pekerja = $(5 \times 40\%) + 5 = 7$ orang
 - Tukang = $(16 \times 40\%) + 16 = 23$ orang
 - Kepala Tukang = $(3 \times 40\%) + 3 = 5$ orang
 - Mandor = $(6 \times 40\%) + 6 = 9$ orang

Tabel 4.20 Daftar Rekapitulasi Penambahan Jumlah Tenaga Kerja 40% Pada Seluruh Sisa Pekerjaan

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Jumlah Tenaga Kerja
1	Pekerjaan <i>Retaining Wall</i>			
	a. Bekisting	Pekerja	oh	70
		Tukang	oh	35
		Kepala Tukang	oh	5

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Jumlah Tenaga Kerja
		Mandor	oh	5
		Pekerja	oh	7
		Tukang	oh	7
		Kepala Tukang	oh	2
	b. Pembesian	Mandor	oh	2
		Pekerja	oh	7
		Tukang	oh	23
		Kepala Tukang	oh	5
	c. Pengecoran	Mandor	oh	9

Hasil dari penambahan tenaga kerja sebanyak 40% pada seluruh sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 14.

2. Analisis Perhitungan Durasi Percepatan (*Crash Duration*)

Durasi percepatan (*crash duration*) dapat dihitung menggunakan rumus 2.16. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan durasi percepatan pada setiap pekerjaan:

a. Pekerjaan bekisting *retaining wall*

$$\text{Pekerja} = \frac{749,14}{1,515 \times 70} = 7,1 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{749,14}{3,030 \times 35} = 7,1 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{749,14}{30,303 \times 5} = 4,9 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{749,14}{30,303 \times 5} = 4,9 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 7,1 hari.

b. Pekerjaan pembesian *retaining wall*

$$\text{Pekerja} = \frac{6.263,57}{1,429 \times 7} = 6,3 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{6.263,57}{1,429 \times 7} = 6,3 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{6.263,57}{14,286 \times 2} = 2,2 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{6.263,57}{25,000 \times 2} = 1,3 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 6,3 hari.

c. Pekerjaan pengecoran *retaining wall*

$$\text{Pekerja} = \frac{74,91}{16,393 \times 7} = 0,7 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{74,91}{4,695 \times 23} = 0,7 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{74,91}{30,303 \times 5} = 0,5 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{74,91}{13,699 \times 9} = 0,6 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 0,7 hari.

Tabel 4.21 *Daftar Rekapitulasi Durasi Percepatan Penambahan Jumlah Tenaga Kerja 40% Pada Seluruh Sisa Pekerjaan*

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Durasi Percepatan	
1	Pekerjaan <i>Retaining Wall</i>	Pekerja	hari	7,1	
		Tukang	hari	7,1	
		a. Bekisting	Kepala Tukang	hari	4,9
			Mandor	hari	4,9
		b. Pembesian	Pekerja	hari	6,3
			Tukang	hari	6,3
			Kepala Tukang	hari	2,2
			Mandor	hari	1,3
		c. Pengecoran	Pekerja	hari	0,7
			Tukang	hari	0,7
			Kepala Tukang	hari	0,5
			Mandor	hari	0,6

Setelah dilakukan analisis perhitungan penambahan tenaga kerja sebanyak 40% pada setiap pekerjaan didapatkan hasil durasi percepatan yaitu 94 hari dari total 126 hari untuk sisa waktu penyelesaian proyek. Hasil dari durasi percepatan setelah penambahan tenaga kerja sebanyak 40% pada seluruh sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 14.

3. Analisis Perhitungan Biaya Percepatan (*Crash Cost*)

Biaya percepatan (*crash cost*) dapat dihitung menggunakan rumus 2.11, rumus 2.12, dan rumus 2.14. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan durasi percepatan pada setiap pekerjaan:

a. Pekerjaan bekisting *retaining wall* area parkir.

Perhitungan harga upah per hari (menggunakan persamaan 2.11):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}130.000,00 \times 70 = \text{Rp}9.100.000,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}150.000,00 \times 35 = \text{Rp}5.250.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}200.000,00 \times 5 = \text{Rp}1.000.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}250.000,00 \times 5 = \text{Rp}1.250.000,00$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}9.100.000,00 \times 7,1 = \text{Rp}64.275.868,80$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}5.250.000,00 \times 7,1 = \text{Rp}37.082.232,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}1.000.000,00 \times 7,1 = \text{Rp}7.063.282,29$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}1.250.000,00 \times 7,1 = \text{Rp}8.829.102,86$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp}117.250.485,94$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\text{Cost slope/hari} = \frac{\text{Rp}117.250.485,94 - \text{Rp}116.000.000,00}{10 - 7,1}$$

$$= \text{Rp}125.041,53$$

$$\text{Cost slope total} = \text{Rp}125.041,53 \times (10 - 7,1)$$

$$= \text{Rp}367.211,68$$

b. Pekerjaan pembesian *retaining wall* area parkir.

Perhitungan harga upah per hari (menggunakan persamaan 2.11):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}130.000,00 \times 7 = \text{Rp}910.000,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}150.000,00 \times 7 = \text{Rp}1.050.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}200.000,00 \times 2 = \text{Rp}400.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}250.000,00 \times 2 = \text{Rp}500.000,00$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}910.000,00 \times 6,3 = \text{Rp}5.699.851,81$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}1.050.000,00 \times 6,3 = \text{Rp}6.576.752,09$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}400.000,00 \times 6,3 = \text{Rp}2.505.429,37$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}500.000,00 \times 6,3 = \text{Rp}3.131.786,71$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp}17.913.819,98$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\text{Cost slope/hari} = \frac{\text{Rp}17.913.819,98 - \text{Rp}18.500.000,00}{10 - 6,3}$$

$$= - \text{Rp}58.624,27$$

$$\text{Cost slope total} = - \text{Rp}58.624,27 \times (10 - 6,3)$$

$$= - \text{Rp}219.045,27$$

c. Pekerjaan pengecoran *retaining wall* area parkir.

Perhitungan harga upah per hari (menggunakan persamaan 2.11):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}130.000,00 \times 7 = \text{Rp}910.000,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}150.000,00 \times 23 = \text{Rp}3.450.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}200.000,00 \times 5 = \text{Rp}1.000.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}250.000,00 \times 9 = \text{Rp}2.250.000,00$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}910.000,00 \times 0,7 = \text{Rp}631.326,22$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}3.450.000,00 \times 0,7 = \text{Rp}2.393.489,52$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}1.000.000,00 \times 0,7 = \text{Rp}693.765,08$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}2.250.000,00 \times 0,7 = \text{Rp}1.560.971,43$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp}5.279.552,25$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\text{Cost slope/hari} = \frac{\text{Rp}5.279.552,25 - \text{Rp}5.150.000,00}{1 - 0,7}$$

$$= \text{Rp}129.551,55$$

$$\text{Cost slope total} = \text{Rp}129.551,55 \times (1 - 0,7)$$

$$= \text{Rp}39.673,21$$

Tabel 4.22 Daftar Rekapitulasi Biaya Percepatan dengan Penambahan Tenaga Kerja 40% Pada Seluruh Sisa Pekerjaan

No.	Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Biaya Crash (Rp)	Cost Slope per Hari (Rp)	Total Cost Slope (Rp)
1	Peekerjaan Retaining Wall				
	a. Bekisting	116.000.000,00	117.250.485,94	125.041,53	367.211,68
	b. Pembesian	18.500.000,00	17.913.819,98	-58.624,27	-219.045,27

No.	Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Biaya Crash (Rp)	Cost Slope per Hari (Rp)	Total Cost Slope (Rp)
c.	Pengecoran	5.150.000,00	5.279.552,25	129.551,55	39.673,21

Setelah dilakukan analisis perhitungan biaya percepatan akibat penambahan tenaga kerja sebanyak 40% pada setiap pekerjaan diketahui terdapat hasil dengan nilai minus (-) yang menunjukkan bahwa terdapat penghematan atau efisiensi biaya. Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan hasil biaya percepatan sebesar Rp5.335.094.230,97 dan total nilai *cost slope* sebesar -Rp12.318.574,85. Hasil dari nilai biaya percepatan penambahan tenaga kerja sebanyak 40% pada seluruh pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 14.

4.2.3.3 Analisis Perhitungan Alternatif Percepatan dengan Penambahan Tenaga Kerja Sebanyak 60%

Pada penelitian mengenai keterlambatan durasi proyek, digunakan alternatif pertama yaitu penambahan jumlah tenaga kerja sebanyak 60% dari jumlah tenaga kerja normal untuk setiap pekerjaan. Dengan menggunakan alternatif penambahan tenaga kerja sebesar 60% dari jumlah tenaga kerja normal, diharapkan dapat meningkatkan nilai produktivitas tenaga kerja per hari pada setiap pekerjaan sehingga dapat mempercepat durasi pekerjaan.

4.2.3.3.1 Analisis Perhitungan Pada Lintasan Kritis Sisa Pekerjaan

1. Analisis Perhitungan Penambahan Jumlah Tenaga Kerja

Penambahan jumlah tenaga kerja dapat dihitung menggunakan rumus 2.15. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan penambahan tenaga kerja sebesar 60% pada setiap pekerjaan:

- a. Pekerjaan bekisting plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = (20 \times 60\%) + 20 = 32 \text{ orang}$$

$$\text{Tukang} = (10 \times 60\%) + 10 = 16 \text{ orang}$$

$$\text{Kepala Tukang} = (1 \times 60\%) + 1 = 2 \text{ orang}$$

$$\text{Mandor} = (1 \times 60\%) + 1 = 2 \text{ orang}$$

b. Pekerjaan pembesian plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = (37 \times 60\%) + 37 = 60 \text{ orang}$$

$$\text{Tukang} = (37 \times 60\%) + 37 = 60 \text{ orang}$$

$$\text{Kepala Tukang} = (4 \times 60\%) + 4 = 7 \text{ orang}$$

$$\text{Mandor} = (3 \times 60\%) + 3 = 5 \text{ orang}$$

c. Pekerjaan pengecoran plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = (20 \times 60\%) + 20 = 32 \text{ orang}$$

$$\text{Tukang} = (75 \times 60\%) + 76 = 120 \text{ orang}$$

$$\text{Kepala Tukang} = (11 \times 60\%) + 11 = 18 \text{ orang}$$

$$\text{Mandor} = (23 \times 60\%) + 23 = 37 \text{ orang}$$

Tabel 4.23 Daftar Rekapitulasi Penambahan Jumlah Tenaga Kerja 60% Pada Lintasan Kritis

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Jumlah Tenaga Kerja	
1	Pekerjaan plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).	Pekerja	oh	32	
		Tukang	oh	16	
		Kepala Tukang	oh	2	
		Mandor	oh	2	
		a. Bekisting	Pekerja	oh	60
			Tukang	oh	60
			Kepala Tukang	oh	7
			Mandor	oh	5
		b. Pembesian	Pekerja	oh	32
			Tukang	oh	120
			Kepala Tukang	oh	18
			Mandor	oh	37

Hasil dari penambahan tenaga kerja sebanyak 60% pada lintasan kritis sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 10.

2. Analisis Perhitungan Durasi Percepatan (*Crash Duration*)

Durasi percepatan (*crash duration*) dapat dihitung menggunakan rumus 2.16. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan durasi percepatan pada setiap pekerjaan:

- a. Pekerjaan bekisting plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = \frac{58,11}{1,515 \times 32} = 1,2 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{58,11}{3,030 \times 16} = 1,2 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{58,11}{30,303 \times 2} = 1,0 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{58,11}{30,303 \times 2} = 1,0 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 1,2 hari.

- b. Pekerjaan pembesian plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = \frac{52.038,73}{1,429 \times 60} = 6,1 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{52.038,73}{1,429 \times 60} = 6,1 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{52.038,73}{14,286 \times 7} = 5,2 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{52.038,73}{25,000 \times 5} = 4,2 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 6,1 hari.

- c. Pekerjaan pengecoran plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = \frac{611,09}{15,625 \times 32} = 1,2 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{611,09}{4,098 \times 120} = 1,2 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{611,09}{29,412 \times 18} = 1,2 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{611,09}{13,699 \times 37} = 1,2 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 1,2 hari.

Tabel 4.24 Daftar Rekapitulasi Durasi Percepatan Penambahan Jumlah Tenaga Kerja 60% Pada Lintasan Kritis

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Durasi Percepatan
1	Pekerjaan plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).	Pekerja	hari	1,2
		Tukang	hari	1,2
		Kepala Tukang	hari	1,0
		Mandor	hari	1,0
		Pekerja	hari	6,1
		Tukang	hari	6,1
		Kepala Tukang	hari	5,2
		Mandor	hari	4,2
		Pekerja	hari	1,2
		Tukang	hari	1,2
		Kepala Tukang	hari	1,2
		Mandor	hari	1,2
		Pekerja	hari	1,2
		Tukang	hari	1,2
		Kepala Tukang	hari	1,2
Mandor	hari	1,2		

Setelah dilakukan analisis perhitungan penambahan tenaga kerja sebanyak 60% pada setiap pekerjaan didapatkan hasil durasi percepatan yaitu 84 hari dari total 126 hari untuk sisa waktu penyelesaian proyek. Hasil dari durasi percepatan setelah penambahan tenaga kerja sebanyak 60% pada lintasan kritis sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 10.

3. Analisis Perhitungan Biaya Percepatan (*Crash Cost*)

Biaya percepatan (*crash cost*) dapat dihitung menggunakan rumus 2.11, rumus 2.12, dan rumus 2.14. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan durasi percepatan pada setiap pekerjaan:

- a. Pekerjaan bekisting plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

Perhitungan harga upah per hari (menggunakan persamaan 2.11):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}130.000,00 \times 32 = \text{Rp}4.160.000,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}150.000,00 \times 16 = \text{Rp}2.400.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}200.000,00 \times 2 = \text{Rp}400.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}250.000,00 \times 2 = \text{Rp}500.000,00$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}4.160.000,00 \times 1,2 = \text{Rp}4.985.966,70$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}2.400.000,00 \times 1,2 = \text{Rp}2.876.519,25$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala Tukang} &= \text{Rp}400.000,00 \times 1,2 = \text{Rp}479.419,88 \\ \text{Mandor} &= \text{Rp}500.000,00 \times 1,2 = \text{Rp}599.274,84 \\ \text{Total upah} &= \text{Rp}8.941.180,67 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\begin{aligned} \text{Cost slope/hari} &= \frac{\text{Rp}8.941.180,67 - \text{Rp}9.100.000,00}{2 - 1,2} \\ &= - \text{Rp}79.410,86 \\ \text{Cost slope total} &= - \text{Rp}79.410,86 \times (2 - 1,2) \\ &= - \text{Rp}63.643,86 \end{aligned}$$

b. Pekerjaan pembesian plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

Perhitungan harga upah per hari (menggunakan persamaan 2.11):

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{Rp}130.000,00 \times 60 = \text{Rp}7.800.000,00 \\ \text{Tukang} &= \text{Rp}150.000,00 \times 60 = \text{Rp}9.000.000,00 \\ \text{Kepala Tukang} &= \text{Rp}200.000,00 \times 7 = \text{Rp}1.400.000,00 \\ \text{Mandor} &= \text{Rp}250.000,00 \times 5 = \text{Rp}1.250.000,00 \end{aligned}$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{Rp}7.800.000,00 \times 6,1 = \text{Rp}47.355.244,28 \\ \text{Tukang} &= \text{Rp}9.000.000,00 \times 6,1 = \text{Rp}54.640.666,47 \\ \text{Kepala Tukang} &= \text{Rp}1.400.000,00 \times 6,1 = \text{Rp}8.499.659,23 \\ \text{Mandor} &= \text{Rp}1.250.000,00 \times 6,1 = \text{Rp}7.588.981,45 \\ \text{Total upah} &= \text{Rp}118.084.551,44 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\begin{aligned} \text{Cost slope/hari} &= \frac{\text{Rp}118.084.551,44 - \text{Rp}119.100.000,00}{10 - 6,1} \\ &= - \text{Rp}101.550,93 \\ \text{Cost slope total} &= - \text{Rp}101.550,93 \times (10 - 6,1) \\ &= - \text{Rp}398.974,79 \end{aligned}$$

c. Pekerjaan pengecoran plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

Perhitungan harga upah per hari (menggunakan persamaan 2.11):

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{Rp}130.000,00 \times 32 = \text{Rp}4.160.000,00 \\ \text{Tukang} &= \text{Rp}150.000,00 \times 120 = \text{Rp}18.000.000,00 \\ \text{Kepala Tukang} &= \text{Rp}200.000,00 \times 18 = \text{Rp}3.600.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} &= \text{Rp}250.000,00 \times 37 = \text{Rp}9.250.000,00 \\
 \text{Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):} & \\
 \text{Pekerja} &= \text{Rp}4.160.000,00 \times 1,2 = \text{Rp}5.169.015,07 \\
 \text{Tukang} &= \text{Rp}18.000.000,00 \times 1,2 = \text{Rp}22.365.930,60 \\
 \text{Kepala Tukang} &= \text{Rp}3.600.000,00 \times 1,2 = \text{Rp}4.473.186,12 \\
 \text{Mandor} &= \text{Rp}9.250.000,00 \times 1,2 = \text{Rp}11.493.603,23 \\
 \text{Total upah} &= \text{Rp}43.501.735,02 \\
 \text{Perhitungan nilai } \textit{cost slope} \text{ (menggunakan persamaan 2.14):} & \\
 \textit{Cost slope/hari} &= \frac{\text{Rp}43.501.735,02 - \text{Rp}43.600.000,00}{2 - 1,2} \\
 &= - \text{Rp}49.133,73 \\
 \textit{Cost slope total} &= - \text{Rp}49.133,73 \times (2 - 1,2) \\
 &= - \text{Rp}37.216,26
 \end{aligned}$$

Tabel 4.25 Daftar Rekapitulasi Biaya Percepatan dengan Penambahan Tenaga Kerja 60% Pada Lintasan Kritis

No.	Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Biaya Crash (Rp)	Cost Slope per Hari (Rp)	Total Cost Slope (Rp)
1	Pekekerjaan plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50)				
	a. Bekisting	9.100.000,00	8.941.180,67	-79.410,86	-63.643,86
	b. Pembesian	119.100.000,00	118.084.551,44	-101.550,93	-398.974,79
	c. Pengecoran	43.600.000,00	43.770.954,55	-49.133,73	-37.216,26

Setelah dilakukan analisis perhitungan biaya percepatan akibat penambahan tenaga kerja sebanyak 60% pada setiap pekerjaan diketahui terdapat hasil dengan nilai minus (-) yang menunjukkan bahwa terdapat penghematan atau efisiensi biaya. Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan hasil biaya percepatan sebesar Rp3.461.779.898,04 dan total nilai *cost slope* sebesar - Rp10.215.325,01. Hasil dari nilai biaya percepatan penambahan tenaga kerja sebanyak 60% pada lintasan kritis sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 10.

4.2.3.3.2 Analisis Perhitungan Pada Seluruh Sisa Pekerjaan

1. Analisis Perhitungan Penambahan Jumlah Tenaga Kerja

Penambahan jumlah tenaga kerja dapat dihitung menggunakan rumus 2.15. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan penambahan tenaga kerja sebesar 60% pada setiap pekerjaan:

- a. Pekerjaan bekisting *retaining wall*
- Pekerja = $(50 \times 60\%) + 50 = 80$ orang
 Tukang = $(25 \times 60\%) + 25 = 40$ orang
 Kepala Tukang = $(3 \times 60\%) + 3 = 5$ orang
 Mandor = $(3 \times 60\%) + 3 = 5$ orang
- b. Pekerjaan pembesian *retaining wall*
- Pekerja = $(5 \times 60\%) + 5 = 8$ orang
 Tukang = $(5 \times 60\%) + 5 = 8$ orang
 Kepala Tukang = $(1 \times 60\%) + 1 = 2$ orang
 Mandor = $(1 \times 60\%) + 1 = 2$ orang
- c. Pekerjaan pengecoran *retaining wall*
- Pekerja = $(5 \times 60\%) + 5 = 8$ orang
 Tukang = $(16 \times 60\%) + 16 = 26$ orang
 Kepala Tukang = $(3 \times 60\%) + 3 = 5$ orang
 Mandor = $(6 \times 60\%) + 6 = 10$ orang

Tabel 4.26 Daftar Rekapitulasi Penambahan Jumlah Tenaga Kerja 20% Pada Seluruh Sisa Pekerjaan

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Jumlah Tenaga Kerja
1	Pekerjaan <i>Retaining Wall</i>			
		Pekerja	oh	80
		Tukang	oh	40
a.	Bekisting	Kepala Tukang	oh	5
		Mandor	oh	5
		Pekerja	oh	8
		Tukang	oh	8
b.	Pembesian	Kepala Tukang	oh	2
		Mandor	oh	2

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Jumlah Tenaga Kerja
		Pekerja	oh	8
		Tukang	oh	26
		Kepala Tukang	oh	5
		Mandor	oh	10
c.	Pengecoran			

Hasil dari penambahan tenaga kerja sebanyak 60% pada seluruh sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 15.

2. Analisis Perhitungan Durasi Percepatan (*Crash Duration*)

Durasi percepatan (*crash duration*) dapat dihitung menggunakan rumus 2.16. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan durasi percepatan pada setiap pekerjaan:

a. Pekerjaan bekisting *retaining wall*

$$\text{Pekerja} = \frac{749,14}{1,515 \times 80} = 6,2 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{749,14}{3,030 \times 40} = 6,2 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{749,14}{30,303 \times 5} = 4,9 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{749,14}{30,303 \times 5} = 4,9 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 6,2 hari.

b. Pekerjaan pembesian *retaining wall*

$$\text{Pekerja} = \frac{6.263,57}{1,429 \times 8} = 5,5 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{6.263,57}{1,429 \times 8} = 5,5 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{6.263,57}{14,286 \times 2} = 2,2 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{6.263,57}{25,000 \times 2} = 1,3 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 5,5 hari.

c. Pekerjaan pengecoran *retaining wall*

$$\text{Pekerja} = \frac{74,91}{16,393 \times 8} = 0,6 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{74,91}{4,695 \times 26} = 0,6 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{74,91}{30,303 \times 5} = 0,5 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{74,91}{13,699 \times 10} = 0,5 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 0,6 hari.

Tabel 4.27 *Daftar Rekapitulasi Durasi Percepatan Penambahan Jumlah Tenaga Kerja 60% Pada Seluruh Sisa Pekerjaan*

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Durasi Percepatan
1	Pekerjaan <i>Retaining Wall</i>			
		Pekerja	hari	6,2
		Tukang	hari	6,2
a.	Bekisting	Kepala Tukang	hari	4,9
		Mandor	hari	4,9
		Pekerja	hari	5,5
		Tukang	hari	5,5
b.	Pembesian	Kepala Tukang	hari	2,2
		Mandor	hari	1,3
		Pekerja	hari	0,6
		Tukang	hari	0,6
c.	Pengecoran	Kepala Tukang	hari	0,5
		Mandor	hari	0,5

Setelah dilakukan analisis perhitungan penambahan tenaga kerja sebanyak 60% pada setiap pekerjaan didapatkan hasil durasi percepatan yaitu 84 hari dari total 126 hari untuk sisa waktu penyelesaian proyek. Hasil dari durasi percepatan setelah penambahan tenaga kerja sebanyak 60% pada seluruh sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 15.

3. Analisis Perhitungan Biaya Percepatan (*Crash Cost*)

Biaya percepatan (*crash cost*) dapat dihitung menggunakan rumus 2.11, rumus 2.12, dan rumus 2.14. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan durasi percepatan pada setiap pekerjaan:

- a. Pekerjaan bekisting *retaining wall* area parkir.

Perhitungan harga upah per hari (menggunakan persamaan 2.11):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}130.000,00 \times 80 = \text{Rp}10.400.000,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}150.000,00 \times 40 = \text{Rp}6.000.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}200.000,00 \times 5 = \text{Rp}1.000.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}250.000,00 \times 5 = \text{Rp}1.250.000,00$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}10.400.000,00 \times 6,2 = \text{Rp}64.275.868,80$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}6.000.000,00 \times 6,2 = \text{Rp}37.082.232,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}1.000.000,00 \times 6,2 = \text{Rp}6.180.372,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}1.250.000,00 \times 6,2 = \text{Rp}7.725.465,00$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp}115.263.937,80$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\text{Cost slope/hari} = \frac{\text{Rp}115.263.937,80 - \text{Rp}116.000.000,00}{10 - 6,2}$$

$$= - \text{Rp}73.612,40$$

$$\text{Cost slope total} = - \text{Rp}73.612,40 \times (10 - 6,2)$$

$$= - \text{Rp}281.171,99$$

- b. Pekerjaan pembesian *retaining wall* area parkir.

Perhitungan harga upah per hari (menggunakan persamaan 2.11):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}130.000,00 \times 8 = \text{Rp}1.040.000,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}150.000,00 \times 8 = \text{Rp}1.200.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}200.000,00 \times 2 = \text{Rp}400.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}250.000,00 \times 2 = \text{Rp}500.000,00$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}780.000,00 \times 5,5 = \text{Rp}5.699.851,81$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}900.000,00 \times 5,5 = \text{Rp}6.576.752,09$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}400.000,00 \times 5,5 = \text{Rp}2.192.250,70$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}500.000,00 \times 5,5 = \text{Rp}2.740.313,37$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp}17.209.167,97$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\text{Cost slope/hari} = \frac{\text{Rp}17.209.167,97 - \text{Rp}18.500.000,00}{10 - 5,5}$$

$$= - \text{Rp}129.088,68$$

$$\text{Cost slope total} = - \text{Rp}129.088,68 \times (10 - 5,5)$$

$$= - \text{Rp}583.399,95$$

c. Pekerjaan pengecoran *retaining wall* area parkir.

Perhitungan harga upah per hari (menggunakan persamaan 2.11):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}130.000,00 \times 8 = \text{Rp}1.040.000,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}150.000,00 \times 26 = \text{Rp}3.900.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}200.000,00 \times 5 = \text{Rp}1.000.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}250.000,00 \times 10 = \text{Rp}2.500.000,00$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}1.040.000,00 \times 0,6 = \text{Rp}638.263,87$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}3.900.000,00 \times 0,6 = \text{Rp}2.393.489,52$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}1.000.000,00 \times 0,6 = \text{Rp}613.715,26$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}2.500.000,00 \times 0,6 = \text{Rp}1.534.288,15$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp}5.179.756,81$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\text{Cost slope/hari} = \frac{\text{Rp}5.179.756,81 - \text{Rp}5.150.000,00}{1 - 0,6}$$

$$= \text{Rp}29.756,19$$

$$\text{Cost slope total} = \text{Rp}29.756,19 \times (1 - 0,6)$$

$$= \text{Rp}11.494,36$$

Tabel 4.28 Daftar Rekapitulasi Biaya Percepatan dengan Penambahan Tenaga Kerja 60% Pada Seluruh Sisa Pekerjaan

No.	Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Biaya Crash (Rp)	Cost Slope per Hari (Rp)	Total Cost Slope (Rp)
1	Peekerjaan <i>Retaining Wall</i>				
	a. Bekisting	116.000.000,00	115.263.937,80	-73.612,40	-281.171,99
	b. Pembesian	18.500.000,00	17.209.167,97	-129.088,68	-583.399,95
	c. Pengecoran	5.150.000,00	5.179.756,81	29.756,19	11.494,36

Setelah dilakukan analisis perhitungan biaya percepatan akibat penambahan tenaga kerja sebanyak 60% pada setiap pekerjaan diketahui terdapat hasil dengan nilai minus (-) yang menunjukkan bahwa terdapat penghematan atau efisiensi biaya. Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan hasil biaya percepatan sebesar Rp5.313.453.767,02 dan total nilai *cost slope* sebesar -Rp24.448.791,71. Hasil dari nilai biaya percepatan penambahan tenaga kerja sebanyak 60% pada seluruh pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 15.

4.2.3.4 Analisis Perhitungan Alternatif Percepatan dengan Penerapan Sistem 2 Shift Kerja

Pada penelitian mengenai keterlambatan durasi proyek, digunakan alternatif kedua yaitu penerapan *shift* kerja sebanyak 2 *shift* kerja yang terbagi menjadi dua sesi, yaitu sesi pertama akan dilaksanakan dari pukul 07:00 – 15.00 dan sesi kedua akan dilaksanakan dari pukul 15:00 – 23:00 yang dilakukan oleh tenaga kerja yang berbeda pada setiap *shift*. Setiap *shift* kerja memiliki durasi 7 jam dan 1 jam istirahat. Alternatif ini merupakan hasil dari wawancara dengan pihak kontraktor proyek dan observasi lapangan agar dapat menganalisa kondisi proyek pada malam hari. Dengan menggunakan alternatif penerapan *shift* kerja sebanyak 2 *shift* kerja, diharapkan dapat meningkatkan nilai produktivitas tenaga kerja per hari dengan membagi rata nilai produktivitas tenaga kerja agar optimal selama 7 jam dalam sehari sehingga dapat mempercepat durasi pekerjaan.

4.2.3.2.1 Analisis Perhitungan Pada Lintasan Kritis Sisa Pekerjaan

1. Analisis Perhitungan Produktivitas Tenaga Kerja

Produktivitas tenaga kerja penerapan *shift* kerja dapat dihitung menggunakan rumus 2.18. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan produktivitas tenaga kerja pada setiap pekerjaan:

- a. Pekerjaan bekisting plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = 1,515 + 1,515 = 3,030 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= 3,030 + 3,030 = 6,061 \text{ m}^2/\text{hari} \\ \text{Kepala Tukang} &= 30,303 + 30,303 = 60,606 \text{ m}^2/\text{hari} \\ \text{Mandor} &= 30,303 + 30,303 = 60,606 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

b. Pekerjaan pembesian plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 1,429 + 1,429 = 2,857 \text{ kg/hari} \\ \text{Tukang} &= 1,429 + 1,429 = 2,857 \text{ kg/hari} \\ \text{Kepala Tukang} &= 14,286 + 14,286 = 28,571 \text{ kg/hari} \\ \text{Mandor} &= 25,000 + 25,000 = 50,000 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

c. Pekerjaan pengecoran plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 15,625 + 15,625 = 31,250 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Tukang} &= 4,098 + 4,098 = 8,197 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Kepala Tukang} &= 29,412 + 29,412 = 58,824 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Mandor} &= 13,699 + 13,699 = 27,397 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Tabel 4.29 Daftar Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Penerapan Shift Kerja Pada Lintasan Kritis

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Nilai Produktivitas
1	Pekerjaan plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50)	Pekerja	m ² /hari	3,030
		Tukang	m ² /hari	6,061
		Kepala Tukang	m ² /hari	60,606
		Mandor	m ² /hari	60,606
		Pekerja	kg/hari	2,857
		Tukang	kg/hari	2,857
		Kepala Tukang	kg/hari	28,571
		Mandor	kg/hari	50,000
		Pekerja	m ³ /hari	31,250
		Tukang	m ³ /hari	8,197
		Kepala Tukang	m ³ /hari	58,824
		Mandor	m ³ /hari	27,397

Hasil dari nilai produktivitas tenaga kerja saat penerapan *shift* kerja pada lintasan kritis sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 11.

2. Analisis Perhitungan Durasi Percepatan (*Crash Duration*)

Durasi percepatan (*crash duration*) dapat dihitung menggunakan rumus 2.19. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan durasi percepatan pada setiap pekerjaan:

- a. Pekerjaan bekisting plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = \frac{58,11}{3,030 \times 20} = 0,96 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{58,11}{6,061 \times 10} = 0,96 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{58,11}{60,606 \times 1} = 0,96 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{58,11}{60,606 \times 1} = 0,96 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 0,96 hari.

- b. Pekerjaan pembesian plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = \frac{52.038,73}{2,857 \times 37} = 4,9 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{52.038,73}{2,857 \times 37} = 4,9 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{52.038,73}{28,571 \times 4} = 4,6 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{52.038,73}{50,000 \times 3} = 3,5 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 4,9 hari.

- c. Pekerjaan pengecoran plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

$$\text{Pekerja} = \frac{611,09}{31,250 \times 20} = 0,98 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{611,09}{8,197 \times 75} = 0,99 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{611,09}{58,824 \times 11} = 0,94 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{611,09}{27,397 \times 23} = 0,97 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 0,99 hari.

Tabel 4.30 Daftar Rekapitulasi Durasi Percepatan Penerapan Shift Kerja Pada Lintasan Kritis

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Durasi Percepatan	
1	Pekerjaan plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50)	Pekerja	hari	0,96	
		Tukang	hari	0,96	
		Kepala Tukang	hari	0,96	
		Mandor	hari	0,96	
		Pekerja	hari	4,9	
		Tukang	hari	4,9	
		Kepala Tukang	hari	4,6	
		Mandor	hari	3,5	
		Pekerja	hari	0,98	
		Tukang	hari	0,99	
		Kepala Tukang	hari	0,94	
		Mandor	hari	0,97	
		a. Bekisting			
		b. Pembesian			
		c. Pengecoran			

Setelah dilakukan analisis perhitungan penerapan *shift* kerja pada setiap pekerjaan didapatkan hasil durasi percepatan yaitu 74 hari dari total 126 hari untuk sisa waktu penyelesaian proyek. Hasil dari durasi percepatan setelah penerapan *shift* kerja pada lintasan kritis sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 11.

3. Analisis Perhitungan Biaya Percepatan (*Crash Cost*)

Biaya percepatan (*crash cost*) dapat dihitung menggunakan rumus 2.20, rumus 2.12, dan rumus 2.14. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan durasi percepatan pada setiap pekerjaan:

- a. Pekerjaan bekisting plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

Perhitungan harga upah *shift* kerja per hari (menggunakan persamaan 2.20):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}130.000,00 + \text{Rp}130.000,00 = \text{Rp}260.000,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}150.000,00 + \text{Rp}150.000,00 = \text{Rp}300.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}200.000,00 + \text{Rp}200.000,00 = \text{Rp}400.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}250.000,00 + \text{Rp}200.000,00 = \text{Rp}500.000,00$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}260.000,00 \times 20 \times 0,96 = \text{Rp}4.985.966,70$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}300.000,00 \times 10 \times 0,96 = \text{Rp}2.876.519,25$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala Tukang} &= \text{Rp}400.000,00 \times 1 \times 0,96 = \text{Rp}383.535,90 \\ \text{Mandor} &= \text{Rp}500.000,00 \times 1 \times 0,96 = \text{Rp}479.419,88 \\ \text{Total upah} &= \text{Rp}8.725.441,73 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\begin{aligned} \text{Cost slope/hari} &= \frac{\text{Rp}8.725.441,73 - \text{Rp}9.100.000,00}{2 - 0,96} \\ &= - \text{Rp}187.280,10 \\ \text{Cost slope total} &= - \text{Rp}187.280,10 \times (2 - 0,96) \\ &= - \text{Rp}194.988,59 \end{aligned}$$

b. Pekerjaan pembesian plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

Perhitungan harga upah *shift* kerja per hari (menggunakan persamaan 2.20):

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{Rp}130.000,00 + \text{Rp}130.000,00 = \text{Rp}260.000,00 \\ \text{Tukang} &= \text{Rp}150.000,00 + \text{Rp}150.000,00 = \text{Rp}300.000,00 \\ \text{Kepala Tukang} &= \text{Rp}200.000,00 + \text{Rp}200.000,00 = \text{Rp}400.000,00 \\ \text{Mandor} &= \text{Rp}250.000,00 + \text{Rp}200.000,00 = \text{Rp}500.000,00 \\ \text{Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):} \\ \text{Pekerja} &= \text{Rp}260.000,00 \times 37 \times 4,9 = \text{Rp}47.355.244,28 \\ \text{Tukang} &= \text{Rp}300.000,00 \times 37 \times 4,9 = \text{Rp}54.640.666,47 \\ \text{Kepala Tukang} &= \text{Rp}400.000,00 \times 4 \times 4,6 = \text{Rp}7.876.132,10 \\ \text{Mandor} &= \text{Rp}500.000,00 \times 3 \times 3,5 = \text{Rp}7.383.873,85 \\ \text{Total upah} &= \text{Rp}117.255.916,70 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\begin{aligned} \text{Cost slope/hari} &= \frac{\text{Rp}117.255.916,70 - \text{Rp}119.100.000,00}{10 - 4,9} \\ &= - \text{Rp}184.413,25 \\ \text{Cost slope total} &= - \text{Rp}184.413,25 \times (10 - 4,9) \\ &= - \text{Rp}936.343,06 \end{aligned}$$

c. Pekerjaan pengecoran plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50).

Perhitungan harga upah *shift* kerja per hari (menggunakan persamaan 2.20):

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{Rp}130.000,00 + \text{Rp}130.000,00 = \text{Rp}260.000,00 \\ \text{Tukang} &= \text{Rp}150.000,00 + \text{Rp}150.000,00 = \text{Rp}300.000,00 \\ \text{Kepala Tukang} &= \text{Rp}200.000,00 + \text{Rp}200.000,00 = \text{Rp}400.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Mandor} &= \text{Rp}250.000,00 + \text{Rp}200.000,00 = \text{Rp}500.000,00 \\
\text{Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):} & \\
\text{Pekerja} &= \text{Rp}260.000,00 \times 20 \times 0,99 = \text{Rp}5.169.015,07 \\
\text{Tukang} &= \text{Rp}300.000,00 \times 75 \times 0,99 = \text{Rp}22.365.930,60 \\
\text{Kepala Tukang} &= \text{Rp}400.000,00 \times 11 \times 0,99 = \text{Rp}4.373.781,98 \\
\text{Mandor} &= \text{Rp}500.000,00 \times 23 \times 0,99 = \text{Rp}11.431.475,64 \\
\text{Total upah} &= \text{Rp}43.340.203,30 \\
\text{Perhitungan nilai } \textit{cost slope} \text{ (menggunakan persamaan 2.14):} & \\
\textit{Cost slope/hari} &= \frac{\text{Rp}43.340.203,30 - \text{Rp}43.600.000,00}{2 - 0,99} \\
&= -\text{Rp}129.899,35 \\
\textit{Cost slope total} &= -\text{Rp}129.899,35 \times (2 - 0,99) \\
&= -\text{Rp}132.790,18
\end{aligned}$$

Tabel 4.31 *Daftar Rekapitulasi Biaya Percepatan dengan Penerapan Shift Kerja Pada Lintasan Kritis*

No.	Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Total Upah Penambahan Tenaga Kerja (Rp)	Cost Slope per Hari (Rp)	Total Cost Slope (Rp)
1	Pekerjaan plat area lantai dasar as-12-19/A-F' elv-(-0,50)				
	a. Bekisting	9.100.000,00	8.725.441,73	- 187.280,10	- 194.988,59
	b. Pembesian	119.100.000,00	117.255.916,70	- 184.413,25	- 936.343,06
	c. Pengecoran	43.600.000,00	43.340.203,30	- 129.899,35	- 132.790,18

Setelah dilakukan analisis perhitungan biaya percepatan akibat penerapan *shift* kerja pada setiap pekerjaan diketahui terdapat hasil dengan nilai minus (-) yang menunjukkan bahwa terdapat penghematan atau efisiensi biaya. Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan hasil biaya percepatan sebesar Rp3.433.042.714,36 dan total nilai *cost slope* sebesar -Rp27.528.566,69. Hasil dari nilai biaya percepatan penerapan *shift* kerja pada lintasan kritis sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 11.

4.2.3.2.2 Analisis Perhitungan Pada Seluruh Sisa Pekerjaan

1. Analisis Perhitungan Produktivitas Tenaga Kerja

Produktivitas tenaga kerja penerapan *shift* kerja dapat dihitung menggunakan rumus 2.18. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan produktivitas tenaga kerja pada setiap pekerjaan:

a. Pekerjaan bekisting *retaining wall* area parkir.

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 1,515 + 1,515 = 3,030 \text{ m}^2/\text{hari} \\ \text{Tukang} &= 3,030 + 3,030 = 6,061 \text{ m}^2/\text{hari} \\ \text{Kepala Tukang} &= 30,303 + 30,303 = 60,606 \text{ m}^2/\text{hari} \\ \text{Mandor} &= 30,303 + 30,303 = 60,606 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

b. Pekerjaan pembesian *retaining wall* area parkir.

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 1,429 + 1,429 = 2,857 \text{ kg/hari} \\ \text{Tukang} &= 1,429 + 1,429 = 2,857 \text{ kg/hari} \\ \text{Kepala Tukang} &= 14,286 + 14,286 = 28,571 \text{ kg/hari} \\ \text{Mandor} &= 25,000 + 25,000 = 50,000 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

c. Pekerjaan pengecoran *retaining wall* area parkir.

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 16,393 + 16,393 = 32,787 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Tukang} &= 4,695 + 4,695 = 9,390 \text{ m}^2/\text{hari} \\ \text{Kepala Tukang} &= 30,303 + 30,303 = 60,606 \text{ m}^2/\text{hari} \\ \text{Mandor} &= 13,699 + 13,699 = 27,397 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

Tabel 4.32 Daftar Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Penerapan Shift Kerja Pada Seluruh Sisa Pekerjaan

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Nilai Produktivitas
1	Pekerjaan <i>Retaining Wall</i>			
		Pekerja	m ² /hari	3,030
		Tukang	m ² /hari	6,061
a.	Bekisting	Kepala Tukang	m ² /hari	60,606
		Mandor	m ² /hari	60,606
		Pekerja	kg/hari	2,857
		Tukang	kg/hari	2,857
b.	Pembesian	Kepala Tukang	kg/hari	28,571
		Mandor	kg/hari	50,000

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Nilai Produktivitas
c. Pengecoran		Pekerja	m ³ /hari	32,787
		Tukang	m ³ /hari	9,390
		Kepala Tukang	m ³ /hari	60,606
		Mandor	m ³ /hari	27,397

Hasil dari nilai produktivitas tenaga kerja saat penerapan *shift* kerja pada seluruh sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 16.

2. Analisis Perhitungan Durasi Percepatan (*Crash Duration*)

Durasi percepatan (*crash duration*) dapat dihitung menggunakan rumus 2.19. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan durasi percepatan pada setiap pekerjaan:

a. Pekerjaan bekisting *retaining wall*

$$\text{Pekerja} = \frac{749,14}{3,030 \times 50} = 4,9 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{749,14}{6,061 \times 25} = 4,9 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{749,14}{60,606 \times 3} = 4,1 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{749,14}{60,606 \times 3} = 4,1 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 4,9 hari.

b. Pekerjaan pembesian *retaining wall*

$$\text{Pekerja} = \frac{6.263,57}{2,857 \times 5} = 4,4 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{6.263,57}{2,857 \times 5} = 4,4 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{6.263,57}{28,571 \times 1} = 2,2 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{6.263,57}{50,000 \times 1} = 1,3 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 4,4 hari.

c. Pekerjaan pengecoran *retaining wall*

$$\text{Pekerja} = \frac{74,91}{32,787 \times 5} = 0,5 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{74,91}{9,390 \times 16} = 0,5 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{74,91}{60,606 \times 3} = 0,4 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{74,91}{27,397 \times 6} = 0,5 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan diatas, selanjutnya akan digunakan hasil nilai terbesar yaitu 0,5 hari.

Tabel 4.33 Daftar Rekapitulasi Durasi Percepatan Penerapan Shift Kerja Pada Seluruh Sisa Pekerjaan

No.	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Satuan	Durasi Percepatan
1	Pekerjaan <i>Retaining Wall</i>			
		Pekerja	hari	4,9
		Tukang	hari	4,9
a.	Bekisting	Kepala Tukang	hari	4,1
		Mandor	hari	4,1
		Pekerja	hari	4,4
		Tukang	hari	4,4
b.	Pembesian	Kepala Tukang	hari	2,2
		Mandor	hari	1,3
		Pekerja	hari	0,5
c.	Pengecoran	Tukang	hari	0,5
		Kepala Tukang	hari	0,4
		Mandor	hari	0,5

Setelah dilakukan analisis perhitungan penerapan *shift* kerja pada setiap pekerjaan didapatkan hasil durasi percepatan yaitu 70 hari dari total 126 hari untuk sisa waktu penyelesaian proyek. Hasil dari durasi percepatan setelah penerapan *shift* kerja pada seluruh sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 16.

3. Analisis Perhitungan Biaya Percepatan (*Crash Cost*)

Biaya percepatan (*crash cost*) dapat dihitung menggunakan rumus 2.20, rumus 2.12, dan rumus 2.14. Berikut merupakan contoh analisis perhitungan durasi percepatan pada setiap pekerjaan:

a. Pekerjaan bekisting *retaining wall* area parkir.

Perhitungan harga upah *shift* kerja per hari (menggunakan persamaan 2.20):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}130.000,00 + \text{Rp}130.000,00 = \text{Rp}260.000,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}150.000,00 + \text{Rp}150.000,00 = \text{Rp}300.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}200.000,00 + \text{Rp}200.000,00 = \text{Rp}400.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}250.000,00 + \text{Rp}200.000,00 = \text{Rp}500.000,00$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}260.000,00 \times 50 \times 4,9 = \text{Rp}64.275.868,80$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}300.000,00 \times 25 \times 4,9 = \text{Rp}37.082.232,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}400.000,00 \times 3 \times 4,9 = \text{Rp}5.933.157,12$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}500.000,00 \times 3 \times 4,9 = \text{Rp}7.416.446,40$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp}114.707.704,32$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\text{Cost slope/hari} = \frac{\text{Rp}114.707.704,32 - \text{Rp}116.000.000,00}{10 - 4,9}$$

$$= - \text{Rp}129.234,51$$

$$\text{Cost slope total} = - \text{Rp}129.234,51 \times (10 - 4,9)$$

$$= - \text{Rp}653.371,23$$

b. Pekerjaan pembesian *retaining wall* area parkir.

Perhitungan harga upah *shift* kerja per hari (menggunakan persamaan 2.20):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}130.000,00 + \text{Rp}130.000,00 = \text{Rp}260.000,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}150.000,00 + \text{Rp}150.000,00 = \text{Rp}300.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}200.000,00 + \text{Rp}200.000,00 = \text{Rp}400.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}250.000,00 + \text{Rp}200.000,00 = \text{Rp}500.000,00$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}260.000,00 \times 5 \times 4,4 = \text{Rp}5.699.851,81$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}300.000,00 \times 5 \times 4,4 = \text{Rp}6.576.752,09$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}400.000,00 \times 1 \times 4,4 = \text{Rp}1.753.800,56$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}500.000,00 \times 1 \times 4,4 = \text{Rp}2.192.250,70$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp}16.222.655,15$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\text{Cost slope/hari} = \frac{\text{Rp}16.222.655,15 - \text{Rp}18.500.000,00}{10 - 4,4}$$

$$= - \text{Rp}227.738,87$$

$$\text{Cost slope total} = - \text{Rp}227.738,87 \times (10 - 4,4)$$

$$= - \text{Rp}1.278.867,30$$

c. Pekerjaan pengecoran *retaining wall* area parkir.

Perhitungan harga upah *shift* kerja per hari (menggunakan persamaan 2.20):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}130.000,00 + \text{Rp}130.000,00 = \text{Rp}260.000,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}150.000,00 + \text{Rp}150.000,00 = \text{Rp}300.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}200.000,00 + \text{Rp}200.000,00 = \text{Rp}400.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}250.000,00 + \text{Rp}200.000,00 = \text{Rp}500.000,00$$

Perhitungan total upah tenaga kerja (menggunakan persamaan 2.12):

$$\text{Pekerja} = \text{Rp}260.000,00 \times 5 \times 0,5 = \text{Rp}648.236,75$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp}300.000,00 \times 16 \times 0,5 = \text{Rp}2.393.489,52$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp}400.000,00 \times 3 \times 0,5 = \text{Rp}598.372,38$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp}500.000,00 \times 6 \times 0,5 = \text{Rp}1.495.930,95$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp}5.136.029,60$$

Perhitungan nilai *cost slope* (menggunakan persamaan 2.14):

$$\text{Cost slope/hari} = \frac{\text{Rp}5.136.029,60 - \text{Rp}5.150.000,00}{1 - 0,5}$$

$$= - \text{Rp}13.970,90$$

$$\text{Cost slope total} = - \text{Rp}13.970,90 \times (1 - 0,5)$$

$$= - \text{Rp}7.004,40$$

Tabel 4.34 Daftar Rekapitulasi Biaya Percepatan dengan Penerapan Shift Kerja Pada Seluruh Sisa Pekerjaan

No.	Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Total Upah Penambahan Tenaga Kerja (Rp)	Cost Slope per Hari (Rp)	Total Cost Slope (Rp)
1	Peekerjaan <i>Retaining Wall</i>				
	a. Bekisting	116.000.000,00	114.707.704,32	- 129.234,51	- 653.371,23
	b. Pembesian	18.500.000,00	16.222.655,15	- 227.783,87	- 1.278.867,30
	c. Pengecoran	5.150.000,00	5.136.029,60	- 13.970,90	- 7.004,40

Setelah dilakukan analisis perhitungan biaya percepatan akibat penerapan *shift* kerja pada setiap pekerjaan diketahui terdapat hasil dengan nilai minus (-) yang menunjukkan bahwa terdapat penghematan atau efisiensi biaya. Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan hasil biaya percepatan sebesar Rp5.252.701.017,59 dan total nilai *cost slope* sebesar -Rp59.809.630,95. Hasil dari nilai biaya percepatan penerapan *shift* kerja pada seluruh sisa pekerjaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 16.

4.2.4 Analisis Perhitungan Biaya Tambahan

Pada pelaksanaan pembangunan Mitra10 Bintaro, diterapkan metode percepatan dengan alternatif penerapan *shift* kerja yang berakhir hingga pukul 23:00 WIB. Untuk mendukung kegiatan percepatan tersebut, perlu dilakukan analisis perhitungan biaya tambahan untuk menyediakan beberapa alat bantu penerangan yang memadai di malam hari. Sistem penerangan menggunakan lampu sorot LED COB IP66 300W dengan harga Rp1.550.000,00 dan dibutuhkan lampu sebanyak 10 unit. Berdasarkan hasil diskusi bersama pihak proyek untuk biaya perlengkapan dan pemasangan 1 unit lampu diperlukan biaya sebesar Rp400.000,00. Perhitungan biaya tambahan untuk sistem penerangan pada malam hari dapat dilihat pada Tabel 4.35.

Tabel 4.35 Daftar Biaya Tambahan Alat Penerangan

Uraian	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Lampu Sorot LED COB IP66 300W	unit	10	1.550.000,00	15.500.000,00
Perlengkapan dan Pemasangan Lampu	unit	10	400.000,00	4.000.000,00
Total (Rp)				19.500.000,00

Pemasangan lampu sorot sebagai sistem penerangan perlu diperhitungkan besaran biaya listrik yang dibutuhkan untuk penggunaan lampu tersebut. Listrik yang digunakan pada proyek pembangunan Mitra10 Bintaro adalah sebesar 32000 VA, berdasarkan data dari Perusahaan Listrik Nasional kebutuhan listrik untuk

bidang bisnis dengan besaran listrik yaitu 6600 VA – 200 kVA dikenakan tarif per kWh sebesar Rp1.444,70. Berikut merupakan perhitungan biaya listrik untuk sistem penerangan pada alternatif percepatan penerapan *shift* kerja.

4.2.4.1 Analisis Perhitungan Pada Lintasan Kritis Sisa Pekerjaan

Berikut merupakan rincian biaya untuk memperhitungkan kebutuhan listrik pada malam hari:

Daya Lampu	= 300 watt = 0,3 kW
Jumlah Lampu	= 10 unit
Jumlah Durasi Jam	= 5 jam
Jumlah Durasi Hari	= 74 hari
Tarif Listrik per kWh	= Rp 1.444,70
Total Biaya Penerangan	= $0,3 \text{ kW} \times 10 \text{ unit} \times 5 \text{ jam} \times 74 \text{ hari} \times \text{Rp}1.444,70$ = Rp1.603.617,00

Berdasarkan hasil perhitungan diatas didapatkan besaran kebutuhan biaya listrik untuk penerangan pada proyek di malam hari ketika dilakukan alternatif percepatan penerapan *shift* kerja yaitu sebesar Rp1.603.317,00.

Berikut merupakan daftar rekapitulasi biaya penerangan untuk menunjang kegiatan alternatif percepatan penerapan *shift* kerja yang terdapat pada Tabel 4.37.

Tabel 4.36 *Daftar Rekapitulasi Biaya Tambahan Sistem Penerangan Pada Lintasan Kritis*

Uraian	Jumlah	Total Harga (Rp)
Biaya Alat Penerangan	1	19.500.000,00
Biaya Listrik Penerangan	1	1.603.317,00
Grand Total (Rp)		21.103.617,00

4.2.4.2 Analisis Perhitungan Pada Seluruh Sisa Pekerjaan

Berikut merupakan rincian biaya untuk memperhitungkan kebutuhan listrik pada malam hari:

Daya Lampu	= 300 watt = 0,3 kW
------------	---------------------

Jumlah Lampu = 10 unit
 Jumlah Durasi Jam = 5 jam
 Jumlah Durasi Hari = 72 hari
 Tarif Listrik per kWh = Rp 1.444,70
 Total Biaya Penerangan = $0,3 \text{ kW} \times 10 \text{ unit} \times 5 \text{ jam} \times 72 \text{ hari} \times \text{Rp}1.444,70$
 = Rp1.560.276,00

Berdasarkan hasil perhitungan diatas didapatkan besaran kebutuhan biaya listrik untuk penerangan pada proyek di malam hari ketika dilakukan alternatif percepatan penerapan *shift* kerja yaitu sebesar Rp1.560.276,00.

Berikut merupakan daftar rekapitulasi biaya penerangan untuk menunjang kegiatan alternatif percepatan penerapan *shift* kerja yang terdapat pada Tabel 4.37.

Tabel 4.37 *Daftar Rekapitulasi Biaya Tambahan Sistem Penerangan Pada Seluruh Sisa Pekerjaan*

Uraian	Jumlah	Total Harga (Rp)
Biaya Alat Penerangan	1	19.500.000,00
Biaya Listrik Penerangan	1	1.560.276,00
Grand Total (Rp)		21.060.276,00

4.2.5 Analisis Perhitungan Biaya Langsung (*Direct Cost*) dan Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Setelah proses *crashing* dilakukan, langkah berikutnya adalah menghitung biaya total, dengan menghitung terlebih dahulu biaya langsung (*direct cost*) serta menghitung biaya tidak langsung (*indirect cost*). Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 70 Tahun 2012 menyebutkan bahwa apabila besaran biaya keuntungan (*profit*) dan *overhead* tidak dicantumkan dalam Rencana Anggaran Biaya (RAB), maka biaya tersebut dianggap sebesar 15% dari total nilai Rencana Anggaran Biaya (RAB). Dalam analisis ini, akan dilakukan perhitungan biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*) untuk pekerjaan pada kondisi normal dan setelah penerapan alternatif percepatan, berikut merupakan perhitungannya.

4.2.5.1 Analisis Biaya Langsung (*Direct Cost*) dan Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*) Normal

Pada proses perhitungan biaya biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*), diperlukan langkah awal yaitu menghitung besaran nilai *profit* dan nilai *overhead*. Perhitungan tersebut dapat menggunakan rumus 2.5, rumus 2.6, dan rumus 2.7.

$$\begin{aligned}\text{Nilai RAB} &= \text{Rp}63.500.025.839,17 \\ \text{Durasi Normal} &= 126 \text{ hari} \\ \text{Profit } 10\% &= \text{Rp}63.500.025.839,17 \times 10\% \\ &= \text{Rp}6.350.002.583,92 \\ \text{Overhead } 5\% &= \text{Rp}63.500.025.839 \times 5\% \\ &= \text{Rp}3.175.001.291,96 \\ \text{Overhead per hari} &= \frac{\text{Rp}3.175.001.291,96}{126} \\ &= \text{Rp}25.198.422,95\end{aligned}$$

Setelah didapatkan nilai *profit* dan *overhead* pada perhitungan diatas, maka selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk mengetahui biaya tidak langsung (*indirect cost*) dan total biaya proyek yang dapat dihitung menggunakan rumus 2.3 dan rumus 2.8.

$$\begin{aligned}\text{Direct Cost} &= \text{Rp}63.500.025.839,17 - (\text{Rp}6.350.002.583,92 + \\ &\quad \text{Rp}3.175.001.291,96) \\ &= \text{Rp}53.975.021.936,29 \\ \text{Indirect Cost} &= \text{Rp}63.500.025.839,17 - \text{Rp}53.975.021.936,29 \\ &= \text{Rp}9.525.003.875,87 \\ \text{Total biaya proyek} &= \text{Rp}53.975.021.936,29 + \text{Rp}9.525.003.875,87 \\ &= \text{Rp}63.500.025.839,17\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, diketahui bahwa besaran biaya langsung (*direct cost*) sebesar Rp53.975.021.936,29 dan besaran biaya tidak langsung (*indirect cost*) sebesar Rp9.525.003.875,87 sehingga di dapatkan total biaya proyek sebesar Rp63.500.025.839,17 untuk pekerjaan normal.

4.2.5.2 Analisis Biaya Langsung (*Direct Cost*) dan Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*) Setelah Percepatan

4.2.5.2.1 Analisis Perhitungan Pada Lintasan Kritis Sisa Pekerjaan

1. Perhitungan Besaran Nilai Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Perhitungan biaya langsung (*direct cost*) untuk alternatif percepatan dapat dihitung menggunakan rumus 2.2

- a. Penambahan Tenaga Kerja sebanyak 20%

$$\begin{aligned} \text{Direct Cost} &= \text{Rp}53.975.021.936,29 + (\text{Rp}874.319,78) \\ &= \text{Rp}53.975.896.283,08 \end{aligned}$$

- b. Penambahan Tenaga Kerja sebanyak 40%

$$\begin{aligned} \text{Direct Cost} &= \text{Rp}53.975.021.936,29 + (- \text{Rp}12.318.574,85) \\ &= \text{Rp}53.962.703.388,44 \end{aligned}$$

- c. Penambahan Tenaga Kerja sebanyak 40%

$$\begin{aligned} \text{Direct Cost} &= \text{Rp}53.975.021.936,29 + (- \text{Rp}10.215.325,01) \\ &= \text{Rp}53.964.806.638,28 \end{aligned}$$

- d. Penerapan Sistem *Shift* Kerja sebanyak 2 *shift*

$$\begin{aligned} \text{Direct Cost} &= \text{Rp}53.975.021.936,29 + (- \text{Rp}59.809.630,95) + \\ &\quad \text{Rp}21.103.617,00) \\ &= \text{Rp}53.936.315.949,34 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan nilai biaya langsung (*direct cost*) dari kedua alternatif percepatan, berikut merupakan daftar rekapitulasi nilai biaya langsung (*direct cost*) yang terdapat pada Tabel 4.38.

Tabel 4.38 Daftar Rekapitulasi Biaya Langsung (*Direct Cost*) Alternatif Percepatan Pada Lintasan Kritis

Alternatif Percepatan	Biaya Langsung Normal (Rp)	Cost Slope (Rp)	Biaya Tambahan (Rp)	Biaya Langsung Percepatan (Rp)
Penambahan Tenaga Kerja 20%	53.975.021.963,29	- 163.708,24	-	53.974.858.255,05
Penambahan Tenaga Kerja 40%	53.975.021.963,29	- 12.318.574,85	-	53.962.703.388,44

Alternatif Percepatan	Biaya Langsung Normal (Rp)	Cost Slope (Rp)	Biaya Tambahan (Rp)	Biaya Langsung Percepatan (Rp)
Penambahan Tenaga Kerja 60%	53.975.021.963,29	- 24.448.791,71	-	53.950.573.171,59
Penerapan Sistem Shift Kerja	53.975.021.963,29	- 59.809.630,95	21.103.617,00	53.936.315.949,34

2. Perhitungan Besaran Nilai Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Perhitungan biaya tidak langsung (*indirect cost*) untuk alternatif percepatan dapat dihitung menggunakan rumus 2.4.

- a. Penambahan Tenaga Kerja sebanyak 20%

$$\begin{aligned} \text{Indirect Cost} &= \text{Rp}6.350.002.583,92 + (104 \times \text{Rp}25.198.422,95) \\ &= \text{Rp}8.970.638.570,93 \end{aligned}$$

- b. Penambahan Tenaga Kerja sebanyak 40%

$$\begin{aligned} \text{Indirect Cost} &= \text{Rp}6.350.002.583,92 + (94 \times \text{Rp}25.198.422,95) \\ &= \text{Rp}8.718.654.341,41 \end{aligned}$$

- c. Penambahan Tenaga Kerja sebanyak 60%

$$\begin{aligned} \text{Indirect Cost} &= \text{Rp}6.350.002.583,92 + (84 \times \text{Rp}25.198.422,95) \\ &= \text{Rp}8.466.670.111,89 \end{aligned}$$

- d. Penerapan Sistem *Shift* Kerja sebanyak 2 *shift*

$$\begin{aligned} \text{Indirect Cost} &= \text{Rp}6.350.002.583,92 + (74 \times \text{Rp}25.198.422,95) \\ &= \text{Rp}8.214.684.882,37 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan nilai biaya tidak langsung (*indirect cost*) dari kedua alternatif percepatan, berikut merupakan daftar rekapitulasi nilai biaya tidak langsung (*indirect cost*) yang terdapat pada Tabel 4.39.

Tabel 4.39 Daftar Rekapitulasi Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*) Alternatif Percepatan Pada Lintasan Kritis

Alternatif Percepatan	Total Durasi Percepatan (Hari)	Overhead per Hari (Rp)	Profit (Rp)	Biaya Tidak Langsung Percepatan (Rp)
Penambahan Tenaga Kerja 20%	104	25.198.422,95	6.350.002.583,92	8.970.638.570,93

Alternatif Percepatan	Total Durasi Percepatan (Hari)	Overhead per Hari (Rp)	Profit (Rp)	Biaya Tidak Langsung Percepatan (Rp)
Penambahan Tenaga Kerja 40%	94	25.198.422,95	6.350.002.583,92	8.718.654.341,41
Penambahan Tenaga Kerja 60%	84	25.198.422,95	6.350.002.583,92	8.466.670.111,89
Penerapan Sistem <i>Shift</i> Kerja	74	25.198.422,95	6.350.002.583,92	8.214.685.882,37

3. Perhitungan Total Nilai Biaya Proyek

Perhitungan total biaya proyek untuk alternatif percepatan dapat dihitung menggunakan rumus 2.8.

- a. Penambahan Tenaga Kerja sebanyak 20%

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya} &= \text{Rp}53.975.896.283,08 + \text{Rp}8.970.638.570,93 \\ &= \text{Rp}62.946.534.854,01 \end{aligned}$$

- b. Penambahan Tenaga Kerja sebanyak 40%

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya} &= \text{Rp}53.962.703.388,44 + \text{Rp}8.718.654.341,41 \\ &= \text{Rp}62.681.357.729,85 \end{aligned}$$

- c. Penambahan Tenaga Kerja sebanyak 60%

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya} &= \text{Rp}53.964.806.638,28 + \text{Rp}8.466.670.111,89 \\ &= \text{Rp}62.431.476.750,17 \end{aligned}$$

- d. Penerapan Sistem *Shift* Kerja sebanyak 2 *shift*

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya} &= \text{Rp}53.936.315.949,34 + \text{Rp}8.214.685.882,37 \\ &= \text{Rp}62.151.001.831,70 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan nilai biaya tidak langsung (*indirect cost*) dari kedua alternatif percepatan, berikut merupakan daftar rekapitulasi nilai biaya tidak langsung (*indirect cost*) yang terdapat pada Tabel 4.40 Daftar Rekapitulasi Total Biaya Percepatan Alternatif Percepatan Pada Lintasan Kritis.

Tabel 4.40 Daftar Rekapitulasi Total Biaya Percepatan Alternatif Percepatan Pada Lintasan Kritis

Alternatif Percepatan	Biaya Langsung (<i>Direct Cost</i>) (Rp)	Biaya Tidak Langsung (<i>Indirect Cost</i>) (Rp)	Total Biaya Percepatan (Rp)
Penambahan Tenaga Kerja 20%	53.975.896.283,08	8.970.638.570,93	62.946.534.854,01
Penambahan Tenaga Kerja 40%	53.962.703.388,44	8.718.654.341,41	62.681.357.729,85
Penambahan Tenaga Kerja 60%	53.964.806.638,28	8.466.670.111,89	62.431.476.750,17
Penerapan Sistem <i>Shift</i> Kerja	53.936.315.949,34	8.214.685.882,37	62.151.001.831,70

4.2.5.2.2 Analisis Perhitungan Pada Seluruh Sisa Pekerjaan

1. Perhitungan Besaran Nilai Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Perhitungan biaya langsung (*direct cost*) untuk alternatif percepatan dapat dihitung menggunakan rumus 2.2

- a. Penambahan Tenaga Kerja sebanyak 20%

$$\begin{aligned} \text{Direct Cost} &= \text{Rp}53.975.021.936,29 + (- \text{Rp}163.708,24) \\ &= \text{Rp}53.974.858.255,05 \end{aligned}$$

- b. Penambahan Tenaga Kerja sebanyak 40%

$$\begin{aligned} \text{Direct Cost} &= \text{Rp}53.975.021.936,29 + (- \text{Rp}12.318.574,85) \\ &= \text{Rp}53.962.703.388,44 \end{aligned}$$

- c. Penambahan Tenaga Kerja sebanyak 60%

$$\begin{aligned} \text{Direct Cost} &= \text{Rp}53.975.021.936,29 + (- \text{Rp}24.448.791,71) \\ &= \text{Rp}53.950.573.171,59 \end{aligned}$$

- d. Penerapan Sistem *Shift* Kerja sebanyak 2 *shift*

$$\begin{aligned} \text{Direct Cost} &= \text{Rp}53.975.021.936,29 + (- \text{Rp}59.809.630,95) + \\ &\quad \text{Rp}21.060.276,00) \\ &= \text{Rp}53.936.272.608,34 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan nilai biaya langsung (*direct cost*) dari kedua alternatif percepatan, berikut merupakan daftar rekapitulasi nilai biaya langsung (*direct cost*) yang terdapat pada Tabel 4.41.

Tabel 4.41 *Daftar Rekapitulasi Biaya Langsung (Direct Cost) Alternatif Percepatan Pada Seluruh Sisa Pekerjaan*

Alternatif Percepatan	Biaya Langsung Normal (Rp)	Cost Slope (Rp)	Biaya Tambahan (Rp)	Biaya Langsung Percepatan (Rp)
Penambahan Tenaga Kerja 20%	53.975.021.963,29	-163.708,24	-	53.974.858.255,05
Penambahan Tenaga Kerja 40%	53.975.021.963,29	-12.318.574,85	-	53.962.703.388,44
Penambahan Tenaga Kerja 60%	53.975.021.963,29	-24.448.791,71	-	53.950.573.171,59
Penerapan Sistem <i>Shift</i> Kerja	53.975.021.963,29	-59.809.630,95	21.060.276,00	53.936.272.608,34

2. Perhitungan Besaran Nilai Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Perhitungan biaya tidak langsung (*indirect cost*) untuk alternatif percepatan dapat dihitung menggunakan rumus 2.4

- a. Penambahan Tenaga Kerja sebanyak 20%

$$\begin{aligned} \text{Indirect Cost} &= \text{Rp}6.350.002.583,92 + (102 \times \text{Rp}25.198.422,95) \\ &= \text{Rp}8.920.241.725,03 \end{aligned}$$

- b. Penambahan Tenaga Kerja sebanyak 40%

$$\begin{aligned} \text{Indirect Cost} &= \text{Rp}6.350.002.583,92 + (94 \times \text{Rp}25.198.422,95) \\ &= \text{Rp}8.718.654.341,41 \end{aligned}$$

- c. Penambahan Tenaga Kerja sebanyak 60%

$$\begin{aligned} \text{Indirect Cost} &= \text{Rp}6.350.002.583,92 + (84 \times \text{Rp}25.198.422,95) \\ &= \text{Rp}8.466.670.111,89 \end{aligned}$$

- d. Penerapan Sistem *Shift* Kerja sebanyak 2 *shift*

$$\begin{aligned} \text{Indirect Cost} &= \text{Rp}6.350.002.583,92 + (72 \times \text{Rp}25.198.422,95) \\ &= \text{Rp}8.164.289.036,46 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan nilai biaya tidak langsung (*indirect cost*) dari kedua alternatif percepatan, berikut merupakan daftar rekapitulasi nilai biaya tidak langsung (*indirect cost*) yang terdapat pada Tabel 4.42.

Tabel 4.42 Daftar Rekapitulasi Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*) Alternatif Percepatan Pada Seluruh Sisa Pekerjaan

Alternatif Percepatan	Total Durasi Percepatan (Hari)	Overhead per Hari (Rp)	Profit (Rp)	Biaya Tidak Langsung Percepatan (Rp)
Penambahan Tenaga Kerja 20%	102	25.198.422,95	6.350.002.583,92	8.920.241.725,03
Penambahan Tenaga Kerja 40%	94	25.198.422,95	6.350.002.583,92	8.718.654.341,41
Penambahan Tenaga Kerja 60%	84	25.198.422,95	6.350.002.583,92	8.466.670.111,89
Penerapan Sistem <i>Shift</i> Kerja	72	25.198.422,95	6.350.002.583,92	8.164.289.036,46

3. Perhitungan Total Nilai Biaya Proyek

Perhitungan total biaya proyek untuk alternatif percepatan dapat dihitung menggunakan rumus 2.8

- a. Penambahan Tenaga Kerja sebanyak 20%

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya} &= \text{Rp}53.974.858.255,05 + \text{Rp}8.920.241.725,03 \\ &= \text{Rp}62.895.099.980,08 \end{aligned}$$

- b. Penambahan Tenaga Kerja sebanyak 40%

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya} &= \text{Rp}53.962.703.388,44 + \text{Rp}8.718.654.341,41 \\ &= \text{Rp}62.681.357.729,85 \end{aligned}$$

- c. Penambahan Tenaga Kerja sebanyak 60%

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya} &= \text{Rp}53.950.573.171,59 + \text{Rp}8.466.670.111,89 \\ &= \text{Rp}62.417.243.283,47 \end{aligned}$$

- d. Penerapan Sistem *Shift* Kerja sebanyak 2 *shift*

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya} &= \text{Rp}53.936.272.608,34 + \text{Rp}8.164.289.036,46 \\ &= \text{Rp}62.100.561.644,80 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan nilai biaya tidak langsung (*indirect cost*) dari kedua alternatif percepatan, berikut merupakan daftar rekapitulasi nilai biaya tidak langsung (*indirect cost*) yang terdapat pada Tabel 4.43.

Tabel 4.43 *Daftar Rekapitulasi Total Biaya Percepatan Alternatif Percepatan Pada Seluruh Sisa Pekerjaan*

Alternatif Percepatan	Biaya Langsung (Direct Cost) (Rp)	Biaya Tidak Langsung (Indirect Cost) (Rp)	Total Biaya Percepatan (Rp)
Penambahan Tenaga Kerja 20%	53.974.858.255,05	8.920.241.725,03	62.895.099.980,08
Penambahan Tenaga Kerja 40%	53.962.703.388,44	8.718.654.341,41	62.681.357.729,85
Penambahan Tenaga Kerja 60%	53.950.573.171,59	8.466.670.111,89	62.417.243.283,47
Penerapan Sistem Shift Kerja	53.936.272.608,34	8.164.289.036,46	62.100.561.644,80

4.3 Pembahasan

Penelitian ini dilakukan pada pembangunan proyek Mitra10 Bintaro yang dimulai dari tanggal 18 Juli 2022 sampai 3 September 2023 dengan total durasi 413 hari. Pada penelitian ini proses percepatan dimulai pada minggu ke-42 – minggu ke-59 yaitu pada tanggal 1 Mei 2023 – 03 September 2023, sehingga menyisakan total durasi 126 hari untuk penyelesaian proyek dengan total nilai RAB proyek sebesar Rp63.500.025.839,17.

Berikut merupakan hasil perhitungan durasi percepatan setelah dilakukan 2 alternatif percepatan yaitu penambahan tenaga kerja sebanyak 20%, 40%, 60%, dan penerapan sistem *shift* kerja sebanyak 2 *shift* dalam satu hari pada lintasan kritis sisa pekerjaan struktur dan arsitektur yang terdapat pada Tabel 4.44.

Tabel 4.44 *Daftar Rekapitulasi Durasi Percepatan Pada Lintasan Kritis*

Alternatif Percepatan	Durasi Normal (Hari)	Durasi Percepatan (Hari)	Persentase Durasi Dipercepat
Penambahan Tenaga Kerja 20%	126	104	17,46%
Penambahan Tenaga Kerja 40%	126	94	25,40%
Penambahan Tenaga Kerja 60%	126	54	33,33%
Penerapan Sistem Shift Kerja	126	74	41,27%

Berdasarkan hasil analisis perhitungan durasi percepatan pada lintasan kritis sisa pekerjaan diketahui pada alternatif penambahan tenaga kerja 20% jumlah durasi proyek dapat di percepat menjadi 104 hari atau 17,46% dari total durasi normal 126 hari, pada alternatif penambahan tenaga kerja 40% jumlah durasi proyek dapat di percepat menjadi 94 hari atau 25,40% dari total durasi normal 126 hari, pada alternatif penambahan tenaga kerja 60% jumlah durasi proyek dapat di percepat menjadi 84 hari atau 33,33% dari total durasi normal 126 hari, dan pada alternatif penerapan sistem *shift* kerja sebanyak 2 *shift* jumlah durasi proyek dapat dipercepat menjadi 74 hari atau 41,27% dari total durasi normal 126 hari.

Setelah melakukan analisis perhitungan durasi percepatan (*crash duration*), selanjutnya adalah perhitungan biaya proyek setelah dilakukan percepatan. Berikut merupakan hasil perhitungan biaya percepatan setelah dilakukan 2 alternatif percepatan yaitu penambahan tenaga kerja sebanyak 20%, 40%, 60%, dan penerapan sistem *shift* kerja sebanyak 2 *shift* dalam satu hari pada lintasan kritis sisa pekerjaan struktur dan arsitektur yang terdapat pada Tabel 4.45.

Tabel 4.45 *Daftar Rekapitulasi Biaya Percepatan Pada Lintasan Kritis*

Alternatif Percepatan	Total Biaya Normal (Rp)	Total Biaya Percepatan (Rp)	Persentase Kenaikan Biaya Percepatan
Penambahan Tenaga Kerja 40%	63.500.025.839,17	62.946.534.854,01	-0,88%
Penambahan Tenaga Kerja 40%	63.500.025.839,17	62.681.357.729,85	-1,31%
Penambahan Tenaga Kerja 40%	63.500.025.839,17	62.431.476.750,17	-1,71%
Penerapan Sistem Shift Kerja	63.500.025.839,17	62.151.001.831,70	-2,17%

Berdasarkan hasil dari analisis perhitungan biaya percepatan pada lintasan kritis sisa pekerjaan, diketahui bahwa pada alternatif penambahan tenaga kerja 20% menghasilkan jumlah biaya proyek sebesar Rp62.946.534.854,01, jumlah biaya tersebut diketahui mengalami penghematan biaya yaitu sebesar 0,88% dari total biaya normal proyek sebesar Rp63.500.025.839,17, pada alternatif penambahan tenaga kerja 40% didapat jumlah biaya proyek sebesar Rp62.681.357.729,85, jumlah biaya tersebut diketahui mengalami penghematan biaya yaitu sebesar 1,31% dari total biaya normal proyek sebesar Rp63.500.025.839,17, pada alternatif

penambahan tenaga kerja 60% didapat jumlah biaya proyek sebesar Rp62.431.476.750,17, jumlah biaya tersebut diketahui mengalami penghematan biaya yaitu sebesar 1,31% dari total biaya normal proyek sebesar Rp63.500.025.839,17, dan pada alternatif penerapan sistem *shift* kerja sebanyak 2 *shift* didapat jumlah biaya proyek sebesar Rp62.151.001.831,70, jumlah biaya tersebut diketahui mengalami penghematan biaya yaitu sebesar 2,17% dari total biaya normal proyek sebesar Rp63.500.025.839,17.

Selanjutnya analisis dilakukan pada seluruh sisa pekerjaan struktur dan arsitektur. Berikut merupakan hasil perhitungan durasi percepatan setelah dilakukan 2 alternatif percepatan yaitu penambahan tenaga kerja sebanyak 20%, 40%, 60%, dan penerapan sistem *shift* kerja sebanyak 2 *shift* dalam satu hari pada seluruh sisa pekerjaan struktur dan arsitektur yang terdapat pada Tabel 4.46.

Tabel 4.46 *Daftar Rekapitulasi Durasi Percepatan Pada Seluruh Sisa Pekerjaan*

Alternatif Percepatan	Durasi Normal	Durasi Percepatan	Persentase Durasi Dipercepat
Penambahan Tenaga Kerja 20%	126	102	19,05%
Penambahan Tenaga Kerja 40%	126	94	25,40%
Penambahan Tenaga Kerja 60%	126	84	33,33%
Penerapan Sistem Shift Kerja	126	72	42,86%

Berdasarkan hasil analisis perhitungan durasi percepatan pada seluruh sisa pekerjaan diketahui pada alternatif penambahan tenaga kerja 20% jumlah durasi proyek dapat dipercepat menjadi 102 hari atau 19,05% dari total durasi normal 126 hari, pada alternatif penambahan tenaga kerja 40% jumlah durasi proyek dapat dipercepat menjadi 94 hari atau 25,40% dari total durasi normal 126 hari, pada alternatif penambahan tenaga kerja 60% jumlah durasi proyek dapat dipercepat menjadi 84 hari atau 33,33% dari total durasi normal 126 hari, dan pada alternatif penerapan sistem *shift* kerja sebanyak 2 *shift* jumlah durasi proyek dapat dipercepat menjadi 72 hari atau 42,86% dari total durasi normal 126 hari.

Setelah melakukan analisis perhitungan durasi percepatan (*crash duration*), selanjutnya adalah perhitungan biaya proyek setelah dilakukan percepatan. Berikut

merupakan hasil perhitungan biaya percepatan setelah dilakukan 2 alternatif percepatan yaitu penambahan tenaga kerja sebanyak 20%, 40%, 60%, dan penerapan sistem *shift* kerja sebanyak 2 *shift* dalam satu hari pada seluruh sisa pekerjaan struktur dan arsitektur yang terdapat pada Tabel 4.47.

Tabel 4.47 Daftar Rekapitulasi Biaya Percepatan Pada Seluruh Sisa Pekerjaan

Alternatif Percepatan	Total Biaya Normal (Rp)	Total Biaya Percepatan (Rp)	Persentase Kenaikan Biaya Percepatan
Penambahan Tenaga Kerja 20%	63.500.025.839,17	62.895.099.980,08	-0,96%
Penambahan Tenaga Kerja 40%	63.500.025.839,17	62.681.357.729,85	-1,31%
Penambahan Tenaga Kerja 60%	63.500.025.839,17	62.417.243.283,47	-1,73%
Penerapan Sistem Shift Kerja	63.500.025.839,17	62.100.561.644,80	-2,25%

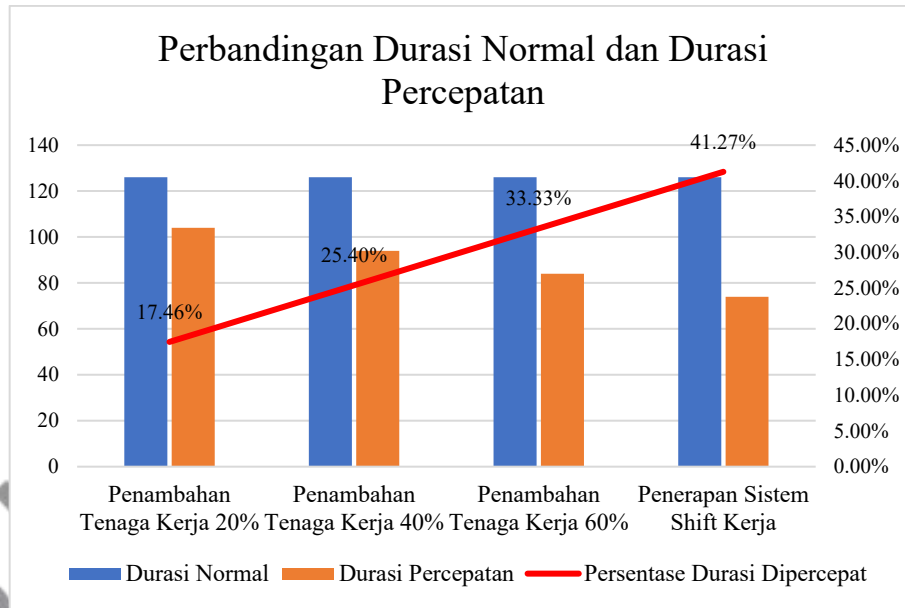
Berdasarkan hasil dari analisis perhitungan biaya percepatan pada lintasan kritis sisa pekerjaan, diketahui bahwa pada alternatif penambahan tenaga kerja 20% menghasilkan jumlah biaya proyek sebesar Rp62.895.099.980,09, jumlah biaya tersebut diketahui mengalami penghematan biaya yaitu sebesar 0,96% dari total biaya normal proyek sebesar Rp63.500.025.839,17, pada alternatif penambahan tenaga kerja 40% didapat jumlah biaya proyek sebesar Rp62.681.357.729,85, jumlah biaya tersebut diketahui mengalami penghematan biaya yaitu sebesar 1,31% dari total biaya normal proyek sebesar Rp63.500.025.839,17, pada alternatif penambahan tenaga kerja 60% didapat jumlah biaya proyek sebesar Rp62.417.243.283,47, jumlah biaya tersebut diketahui mengalami penghematan biaya yaitu sebesar 1,73% dari total biaya normal proyek sebesar Rp63.500.025.839,17, dan pada alternatif penerapan sistem *shift* kerja sebanyak 2 *shift* didapat jumlah biaya proyek sebesar Rp62.100.561.644,80, jumlah biaya tersebut diketahui mengalami penghematan biaya yaitu sebesar 2,25% dari total biaya normal proyek sebesar Rp63.500.025.839,17.

Dari hasil analisis pekerjaan yang berada di lintasan kritis dan seluruh sisa pekerjaan struktur dan arsitektur, pada alternatif penambahan tenaga kerja 40%, durasi proyek pada kedua analisis dapat di percepat menjadi 94 hari dengan total biaya Rp62.681.357.729,85, meskipun keduanya mempunyai percepatan durasi

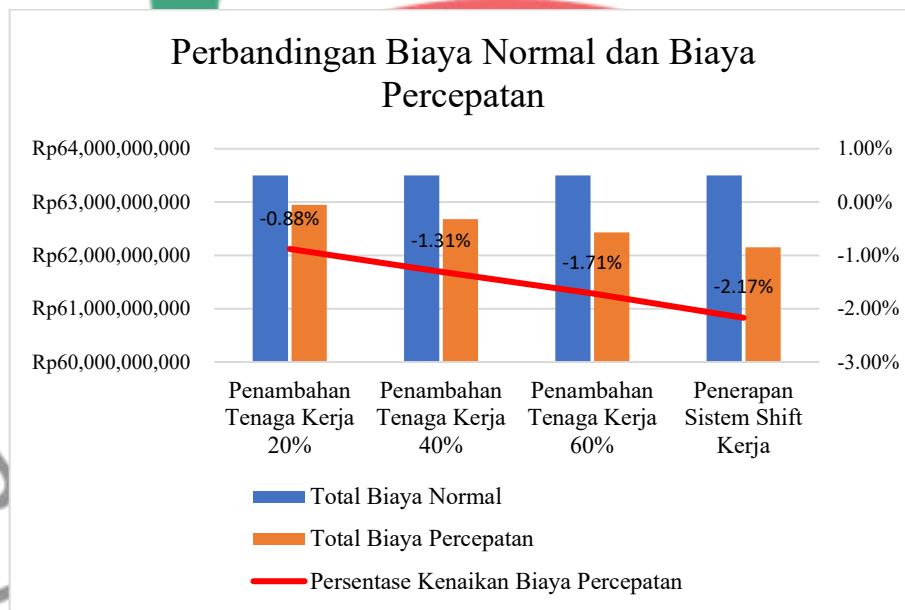
yang sama tetapi terdapat *slack time* yang berbeda pada setiap pekerjaan. Pada alternatif penambahan tenaga kerja 60%, durasi proyek pada kedua analisis dapat di percepat menjadi 84 hari dengan total biaya yang berbeda, perbedaan biaya tersebut dikarenakan jumlah pekerjaan yang dipercepat berbeda dan terdapat *slack time* yang berbeda juga.

Sedangkan pada alternatif penambahan tenaga kerja 20% untuk seluruh sisa pekerjaan durasi proyek dapat dipercepat menjadi 102 hari, lebih cepat dibandingkan dengan pekerjaan pada lintasan kritis yang dipercepat menjadi 104 hari. Selain itu, total biaya pada seluruh sisa pekerjaan lebih hemat yaitu sebesar Rp62.417.243.283,47 dibandingkan dengan pekerjaan yang berada di lintasan kritis yaitu sebesar Rp62.431.476.750,17. Pada alternatif penerapan sistem *shift* kerja sebanyak 2 *shift*, untuk seluruh sisa pekerjaan durasi proyek dapat dipercepat menjadi 72 hari, lebih cepat dibandingkan dengan pekerjaan pada lintasan kritis yang dipercepat menjadi 74 hari. Selain itu, total biaya pada seluruh sisa pekerjaan lebih hemat yaitu sebesar Rp62.100.561.644,80 dibandingkan dengan pekerjaan yang berada di lintasan kritis yaitu sebesar Rp62.151.001.831,70.

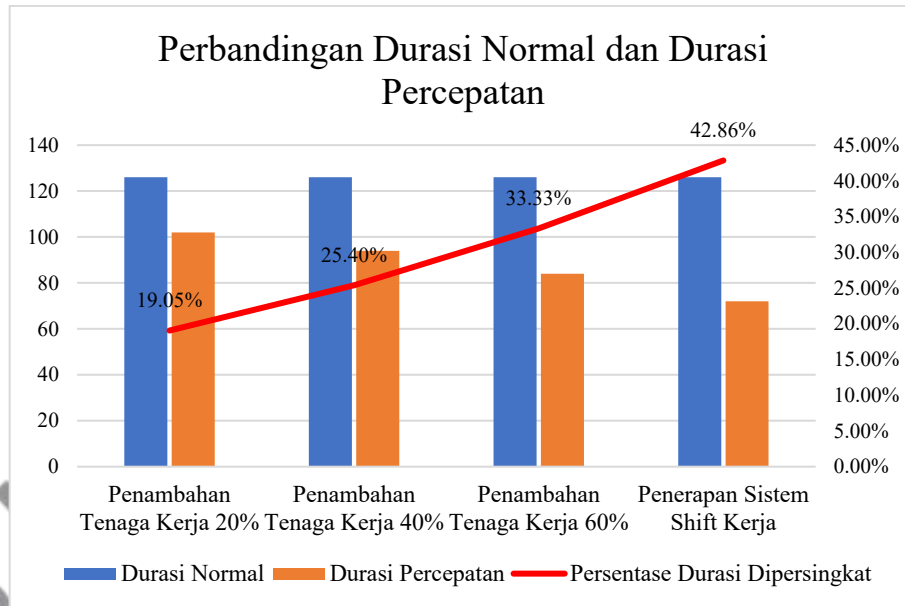
Dari keempat alternatif pada dua analisis yang telah dilakukan, metode percepatan dengan alternatif penerapan sistem *shift* kerja sebanyak 2 *shift* yang dilakukan pada seluruh sisa pekerjaan dapat menjadi alternatif percepatan yang lebih efektif dan efisien, karena memiliki durasi penyelesaian yang lebih cepat dan biaya yang lebih hemat dibandingkan dengan alternatif yang lainnya. Berikut merupakan penyajian grafik perbandingan waktu dan biaya proyek pada kondisi normal dan kondisi setelah dilakukan percepatan.



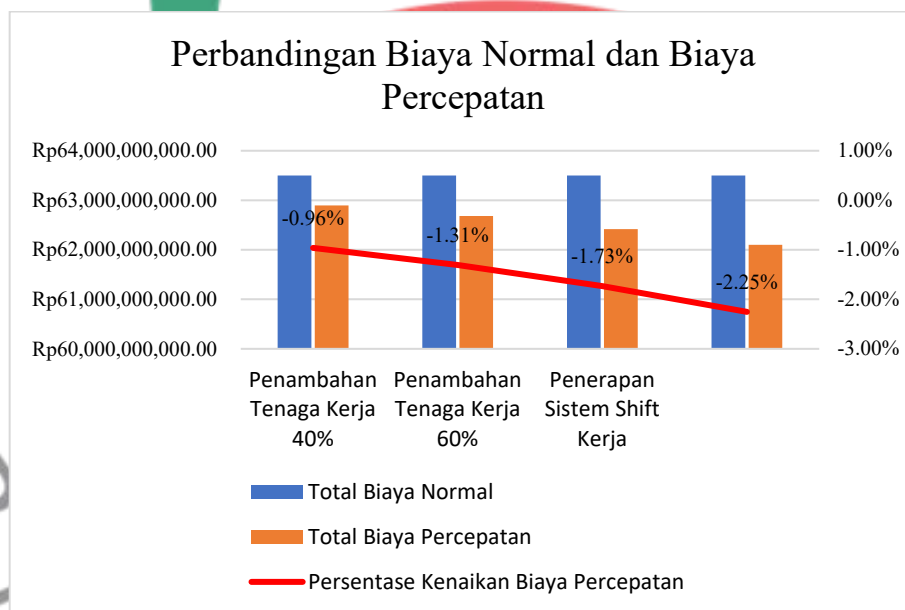
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Durasi Proyek Pada Lintasan Kritis Sisa Pekerjaan



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Biaya Proyek Pada Lintasan Kritis Sisa Pekerjaan



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Durasi Proyek Pada Seluruh Sisa Pekerjaan



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Biaya Proyek Pada Seluruh Sisa Pekerjaan