

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Objek Dan Subjek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah proyek Renovasi Gedung Pengadilan Negeri Wonosari, Gunung Kidul, Yogyakarta, sedangkan subjek penelitiannya adalah analisis percepatan durasi proyek dengan melakukan penambahan tenaga kerja.

4.2 Teknik Pengumpulan Data

Dalam melakukan penelitian ini, digunakan metode observasi yaitu mengadakan wawancara langsung dengan pihak yang terkait dengan sumber data, dalam hal ini adalah wawancara dengan pelaksana Proyek Renovasi Gedung Pengadilan Negeri Wonosari. Untuk mendukung keperluan analisis data, maka diperlukan sejumlah data pendukung, yaitu sebagai berikut.

1. Data Primer

Data primer dapat berupa data-data teknis dari proyek pelaksanaan pembangunan Perumahan Pinang Ranti. Adapun data primer pada penelitian ini ialah durasi pekerjaan, volume pekerjaan, urutan pekerjaan proyek.

2. Data Sekunder

Data sekunder pada penelitian ini adalah *time schedule* proyek, RAB proyek, gambar dan desain perencanaan proyek.

4.3 Analisis Data

Dalam melakukan percepatan terhadap durasi proyek dilakukan dengan cara menambah tenaga kerja, sehingga diharapkan dalam sehari *volume* pekerjaan yang dihasilkan lebih besar. Pada penelitian ini digunakan *precedence diagram method* (PDM) dengan bantuan *Microsoft Project* untuk mengetahui lintasan kritis

pada proyek, yang selanjutnya akan dilakukan perhitungan percepatan proyek pada kegiatan-kegiatan yang kritis.

4.4 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan – tahapan yang perlu dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data primer dan data sekunder
 - a. Data Primer, dilakukan dengan wawancara dan observasi, data primer pada penelitian ini diantaranya adalah Durasi pekerjaan, volume pekerjaan, urutan pekerjaan proyek.
 - b. Data Sekunder, dikumpulkan berdasarkan data yang telah ada atau dari orang lain yang telah dikumpulkan, data sekunder pada penelitian ini berupa: *Time schedule* proyek, Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek, Gambar dan Desain perencanaan proyek.
2. Penyusunan Network Diagram

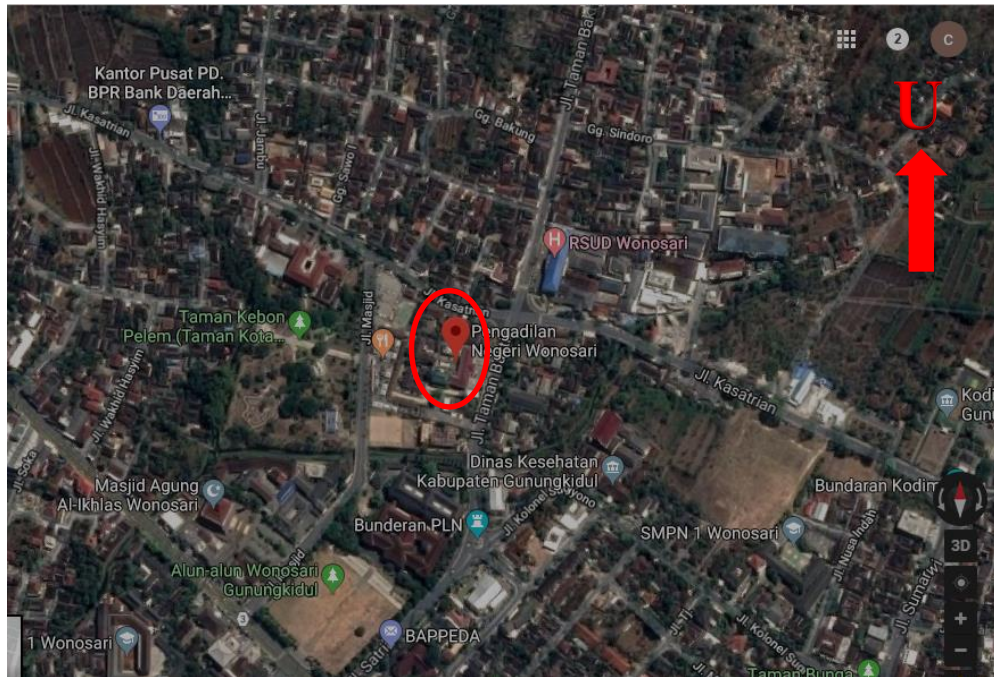
Penyusunan ini berdasarkan durasi tiap pekerjaan, analisis durasi dapat dihitung dari produktivitas tenaga kerja. Langkah – langkah penyusunan network diagram ialah:

 - a. Menentukan / menguraikan setiap item pekerjaan.
 - b. Menentukan kegiatan yang saling berkaitan, kegiatan yang mendahului kegiatan yang lainnya.
 - c. Menyusun durasi tiap tiap item pekerjaan berdasarkan data penjadwalan masing-masing kegiatan.
 - d. Menentukan lintasan kritis.
3. Menghitung biaya normal masing-masing kegiatan
4. Menerapkan skenario percepatan

Perhitungan *crash cost* dan *crash duration* menggunakan alternatif percepatan yang telah dipilih yaitu penambahan tenaga kerja. Dari alternatif tersebut maka akan didapat waktu dan biaya setelah adanya percepatan selanjutnya dibandingkan dengan biaya dan waktu normal.

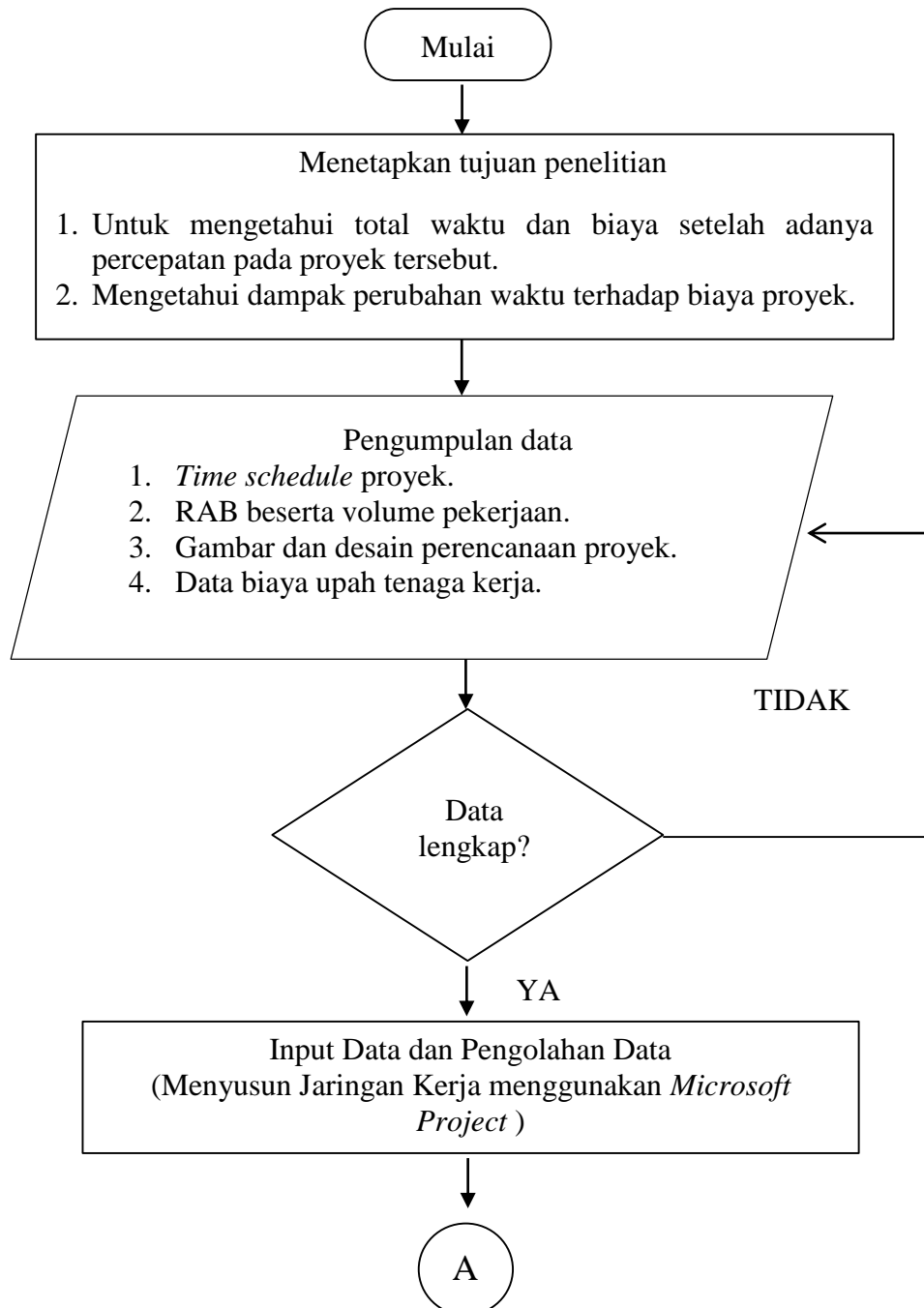
4.5 Lokasi Penelitian

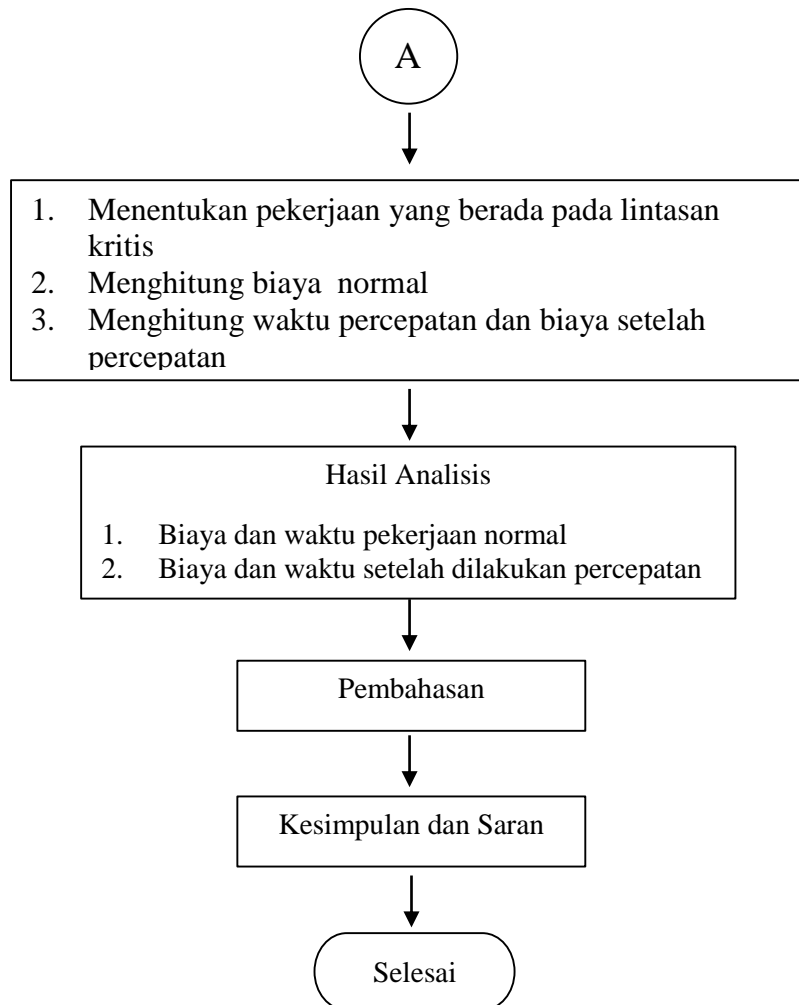
Berikut lokasi proyek renovasi gedung Pengadilan Negeri Wonosari, Gunung Kidul, Yogyakarta. dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Lokasi Proyek Renovasi Gedung Pengadilan Negeri Wonosari
(Sumber: <https://www.google.co.id/maps>)

4.6 Diagram Alir Penelitian (*Flow Chart*)





Gambar 4. 2 Diagram alir tahapan penelitian

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Penelitian

5.1.1 Data Proyek

Data penelitian ini diambil dari proyek renovasi gedung Pengadilan Negeri Wonosari, Gunung Kidul, Yogyakarta. Data proyek diperoleh berdasarkan wawancara kepada pihak pelaksana proyek yaitu bapak Irfan Faris (24 tahun).

Berikut adalah data proyek pembangunan yang menjadi objek dalam pengerjaan Tugas Akhir saya :

| | |
|-------------------|--|
| Nama Proyek | : Renovasi Gedung Pengadilan Negeri Wonosari |
| Jumlah Lantai | : 2 Lantai |
| Lokasi | : Jl. Taman Bhakti, Wonosari, Gunung Kidul, Yogyakarta |
| Pelaksana Proyek | : CV. Goro Jaya Pratama |
| Anggaran Struktur | : Rp 273.723.728,50 |
| Waktu Mulai | : 3 Agustus 2017 |
| Waktu Selesai | : 20 November 2017 |

Untuk menganalisis biaya proyek pada program *microsoft excel 2013* dan mengetahui perubahan biaya proyek sebelum dan setelah percepatan, diperlukan data-data yang dimasukkan kedalam *microsoft excel 2013*, data tersebut adalah sebagai berikut:

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

5.1.2 Daftar Harga Upah

Upah tenaga kerja yang digunakan disesuaikan dengan upah yang digunakan pada proyek.

Tabel 5. 1 Daftar Harga Satuan Upah Pekerja Harian Daftar Harga Upah

| Uraian | Harga |
|--------------------|--------------|
| Pekerja | 55.000,00 |
| Tukang batu | 60.000,00 |
| Tukang kayu | 60.000,00 |
| Tukang besi | 60.000,00 |
| Tukang cat | 60.000,00 |
| Tukang las | 70.000,00 |
| Kepala tukang batu | 70.000,00 |
| Kepala tukang kayu | 70.000,00 |
| Kepala tukang besi | 70.000,00 |
| Kepala tukang cat | 70.000,00 |
| Kepala tukang las | 80.000,00 |
| Mandor | 80.000,00 |

(Sumber: Data Proyek, 2017)

5.1.3 Durasi Normal Kegiatan

Langkah awal dalam menyelesaikan masalah adalah membuat jaringan kerja berupa PDM dengan durasi normal berdasarkan *time schedule*. PDM dibuat untuk menunjukkan keterkaitan antara pekerjaan yang satu dengan pekerjaan lainnya, secara lebih jelas. Durasi normal adalah 8 jam/hari dan bekerja setiap hari, pekerjaan dimulai dari pukul 08.00 – 12.00 kemudian dilanjutkan lagi pukul 13.00 – 17.00. Secara umum, pekerjaan proyek yang dilakukan terdapat dalam Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5. 2 Durasi Normal Pekerjaan

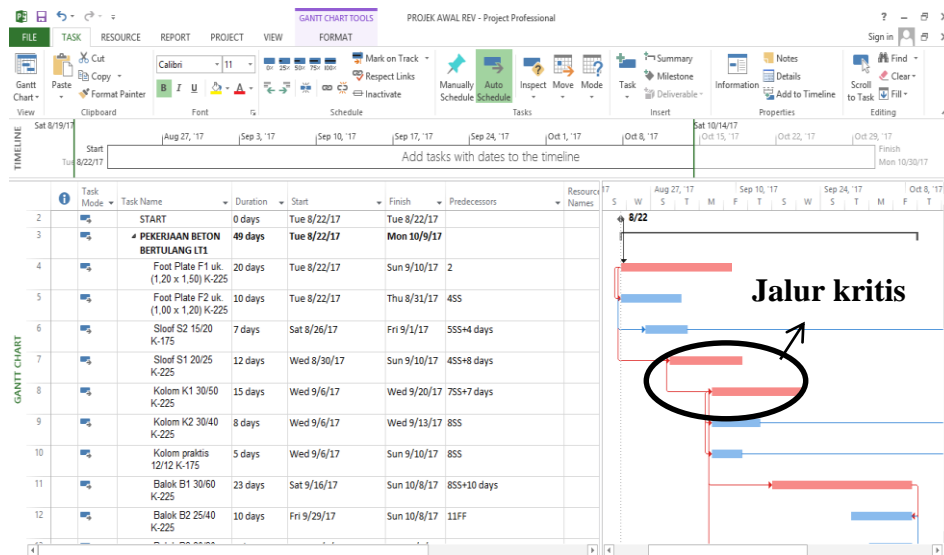
| DESKRIPSI | DURASI (HARI) |
|--|---------------|
| PEKERJAAN STRUKTUR | |
| PEKERJAAN LANTAI 1 | |
| Foot Plate F1 uk. (1,20 x 1,50) K-225 | 20 |
| Foot Plate F2 uk. (1,00 x 1,20) K-225 | 10 |
| Sloof S2 15/20 K-175 | 7 |
| Sloof S1 20/25 K-225 | 12 |
| Kolom K1 30/50 K-225 | 15 |
| Kolom K2 30/40 K-225 | 10 |
| Kolom praktis 12/12 K-175 | 7 |
| Balok B1 30/60 K-225 | 23 |
| Balok B2 25/40 K-225 | 10 |
| Balok B3 20/30 K-225 | 7 |
| Lisplank beton 6/60 K-225 | 4 |
| Balok latiu 12/15 K-175 | 4 |
| Plat lantai tb. 12 cm K-225 | 23 |
| Plat tangga tb. 16 cm K-225 | 3 |
| Pondasi tangga 100 x 120 cm K-225 | 3 |
| Balok bordes 20/30 K-225 | 3 |
| PEKERJAAN LANTAI 2 | |
| Kolom K3 20/30 K-225 | 12 |
| Peninggian kolom lama 20/30 K-225 | 5 |
| Sloof peninggian lantai S2 15/20 K-175 | 5 |
| Kolom praktis 12/12 K-175 | 4 |
| Balok latiu 12/15 K-175 | 4 |
| Balok ring R1 20/35 K-225 | 5 |
| Balok ring R2 20/25 K-225 | 3 |
| Balok ring R3 15/20 K-175 | 3 |

(Sumber: Data Proyek, 2017)

5.2 Jaringan Kerja PDM

Pada saat dilakukan penelitian, proyek Renovasi Gedung Pengadilan Negeri Wonosari tidak mempunyai jaringan kerja, baik diagram jaringan kerja *Precedence Diagram Method* (PDM). Dimana data Rencana Anggaran Biaya (RAB), *time schedule* berupa diagram batang (*BarChart*) dan kurva S. Dari hasil jaringan kerja

PDM pekerjaan normal diperoleh kegiatan-kegiatan yang kritis ditunjukkan pada Tabel 5.3. kegiatan kritis dengan ciri pada *bar chart* maupun *network diagram* ditunjukkan dengan garis berwarna merah seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.1. Sedangkan kegiatan-kegiatan yang akan di *crashing* dengan penambahan tenaga kerja ditunjukkan pada Tabel 5.3 berikut.



Gambar 5.1 Contoh Analisis Pada Microsoft Project

Tabel 5. 3 Pekerjaan-pekerjaan pada jalur kritis

| DESKRIPSI | DURASI (HARI) | DESKRIPSI |
|---------------------------------------|---------------|--------------|
| PEKERJAAN LANTAI 1 | | |
| Foot Plate F1 uk. (1,20 x 1,50) K-225 | 20 | Kritis |
| Foot Plate F2 uk. (1,00 x 1,20) K-225 | 10 | Tidak kritis |
| Sloof S2 15/20 K-175 | 7 | Tidak kritis |
| Sloof S1 20/25 K-225 | 12 | Kritis |
| Kolom K1 30/50 K-225 | 15 | Kritis |
| Kolom K2 30/40 K-225 | 10 | Tidak kritis |
| Kolom praktis 12/12 K-175 | 7 | Tidak kritis |
| Balok B1 30/60 K-225 | 23 | Kritis |
| Balok B2 25/40 K-225 | 10 | Tidak kritis |
| Balok B3 20/30 K-225 | 7 | Tidak kritis |

Lanjutan Tabel 5. 4 Pekerjaan-pekerjaan pada jalur kritis

| | | |
|--|----|--------------|
| Lisplank beton 6/60 K-225 | 4 | Tidak kritis |
| Balok latiu 12/15 K- 175 | 4 | Tidak kritis |
| Plat lantai tb. 12 cm K-225 | 23 | Kritis |
| Plat tangga tb. 16 cm K-225 | 3 | Tidak kritis |
| Pondasi tangga 100 x 120 cm K-225 | 3 | Tidak kritis |
| Balok bordes 20/30 K-225 | 3 | Tidak kritis |
| PEKERJAAN LANTAI 2 | | Tidak kritis |
| Kolom K3 20/30 K-225 | 12 | Kritis |
| Peninggian kolom lama 20/30 K-225 | 5 | Tidak kritis |
| Sloof peninggian lantai S2 15/20 K-175 | 5 | Tidak kritis |
| Kolom praktis 12/12 K-175 | 4 | Tidak kritis |
| Balok latiu 12/15 K-175 | 4 | Kritis |
| Balok ring R1 20/35 K-225 | 5 | Kritis |
| Balok ring R2 20/25 K-225 | 3 | Tidak kritis |
| Balok ring R3 15/20 K-175 | 3 | Tidak kritis |

(Sumber: Data Proyek,2017)

Pada Tabel 5.3 pekerjaan yang masuk jalur kritis harus diuraikan lagi lebih detail yang mana ada pekerjaan pembesian, pekerjaan bekisting, dan pekerjaan pengecoran. Menentukan pekerjaan mana yang perlu dilakukan percepatan dapat dilihat dari durasinya. Untuk pekerjaan pengecoran tidak dilakukan percepatan karena durasinya relatif singkat. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5. 4 Uraian pekerjaan

| No | Jenis Pekerjaan | Duration | tulangan (day) | bekisting(day) | pengecoran (day) |
|----|---------------------------------------|----------|----------------|----------------|------------------|
| 1 | Foot Plate F1 uk. (1,20 x 1,50) K-225 | 20 days | 15 | 3 | 2 |
| 2 | Sloof S1 20/25 K-225 | 12 days | 10 | 8 | 2 |
| 3 | Kolom K1 30/50 K-225 | 15 days | 10 | 3 | 2 |

Lanjutan Tabel 5. 4 Uraian pekerjaan

| | | | | | |
|---|-----------------------------|---------|----|----|---|
| 4 | Balok B1 30/60 K-225 | 23 days | 17 | 15 | 1 |
| 5 | Plat lantai tb. 12 cm K-225 | 23 days | 20 | 15 | 1 |
| 6 | Kolom K3 20/30 K-225 | 12 days | 7 | 3 | 2 |
| 7 | Balok latiu 12/15 K-175 | 4 days | 3 | 2 | 1 |
| 8 | Balok ring R1 20/35 K-225 | 5 days | 4 | 3 | 1 |

(Sumber: Data Proyek, 2017)

Tabel 5. 5 Pekerjaan-pekerjaan yang dipercepat

| No | PEKERJAAN | DURASI (HARI) |
|----|---|---------------|
| 1 | Pembesian Foot Plate F1 uk. (1,20 x 1,50) K-225 | 15 |
| 2 | Pembesian Sloof S1 20/25 K-225 | 10 |
| 3 | Bekisting Sloof S1 20/25 K-225 | 8 |
| 4 | Pembesian Kolom K1 30/50 K-225 | 10 |
| 5 | Pembesian Balok B1 30/60 K-225 | 17 |
| 6 | Bekisting Balok B1 30/60 K-225 | 15 |
| 7 | Pembesian Plat lantai tb. 12 cm K-225 | 20 |
| 8 | Bekisting Plat lantai tb. 12 cm K-225 | 15 |
| 9 | Pembesian Kolom K3 20/30 K-225 | 7 |
| 10 | Pembesian Balok latiu 12/15 K-175 | 3 |
| 11 | Pembesian Balok ring R1 20/35 K-225 | 4 |

(Sumber: Data Proyek, 2017)

5.3 Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Normal

Setelah mengetahui pekerjaan-pekerjaan yang berada pada jalur kritis dari *Microsoft Project 2013* maka diketahuilah pekerjaan-pekerjaan yang dapat dilakukan percepatan. Sebelum melakukan percepatan dilakukan analisis jumlah kebutuhan tenaga kerja dengan menggunakan *Microsoft Excel 2013*.

Contoh perhitungan jumlah tenaga kerja pada pekerjaan Bekisting Plat lantai tb. 12 cm K-225.

1. Data kebutuhan tenaga kerja

a. Volume pekerjaan = 137,0124 m² (didapat dari data proyek)

b. Koefisien tenaga kerja :

1) Pekerja = 0,660

2) Tukang Kayu = 0,330

3) Kepala Tukang Kayu = 0,033

4) Mandor = 0,033

Nilai koefisien didapatkan berdasarkan data proyek

c. Durasi pekerjaan = 15 hari

d. Upah :

1) Pekerja = Rp. 55.000,00

2) Tukang Kayu = Rp. 60.000,00

3) Kepala Tukang Kayu = Rp. 70.000,00

4) Mandor = Rp. 80.000,00

2. Analisis kebutuhan tenaga kerja

a. Jumlah pekerja yang dibutuhkan = Volume x Koefisien
 = 137,0124 x 0,660
 = 90 orang

b. Jumlah tukang batu yang dibutuhkan = Volume x Koefisien
 = 137,0124 x 0,330
 = 45 orang

c. Jumlah kepala tukang batu dibutuhkan = Volume x Koefisien
 = 137,0124 x 0,033
 = 4 orang

$$\begin{aligned}
 \text{d. Jumlah mandor yang dibutuhkan} &= \text{Volume} \times \text{Koefisien} \\
 &= 137,0124 \times 0,033 \\
 &= 4 \text{ orang}
 \end{aligned}$$

3. Harga Upah

$$\begin{aligned}
 \text{a. Jumlah harga upah pekerja} &= \text{jumlah pekerja} \times \text{upah} \\
 &= 90 \times \text{Rp } 55.000,00 \\
 &= \text{Rp } 4.950.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Jumlah harga upah tukang kayu} &= \text{jumlah tukang batu} \times \text{upah} \\
 &= 45 \times \text{Rp } 60.000,00 \\
 &= \text{Rp } 2.700.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. Jumlah harga upah kepala tukang} &= \text{jumlah kepala tukang} \times \text{upah} \\
 &= 4 \times \text{Rp } 70.000,00 \\
 &= \text{Rp } 280.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d. Jumlah harga upah mandor} &= \text{jumlah mandor} \times \text{upah} \\
 &= 4 \times \text{Rp } 80.000,00 \\
 &= \text{Rp } 320.000,00
 \end{aligned}$$

Tabel 5. 6 Kebutuhan Tenaga Kerja Pekerjaan Bekisting Plat lantai tb. 12 cm K-225

| NO | URAIAN | KOEF | VOL. PEK | Duration (day) | jml total | jumlah pak | upah | harga |
|----|-----------------------------|-------|------------------------|----------------|-----------|------------|--------------|-----------------|
| 8 | Plat lantai tb. 12 cm K-225 | | 137.012 m ² | 15 | | | | |
| | TENAGA | | | | | | | |
| | Pekerja | 0.66 | OH | | 90.43 | 90.00 | Rp 55.000.00 | Rp 4.950.000.00 |
| | tukang kayu | 0.33 | OH | | 45.21 | 45.00 | Rp 60.000.00 | Rp 2.700.000.00 |
| | Kepala tukang | 0.033 | OH | | 4.52 | 4.00 | Rp 70.000.00 | Rp 280.000.00 |
| | Mandor | 0.033 | OH | | 4.52 | 4.00 | Rp 80.000.00 | Rp 320.000.00 |

(Sumber: Analisis Data, 2018)

5.4 Analisis Produktivitas Tenaga Kerja

5.4.1 Menentukan Kapasitas Kerja

Untuk menentukan jumlah tenaga kerja (*resource*) yang akan ditambahkan dibutuhkan nilai produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan yang akan dilakukan percepatan (*crashing*). Sebelum mendapatkan angka produktivitas dibutuhkan nilai dari kapasitas kerja.

Contoh perhitungan kapasitas kerja pada pekerjaan Bekisting Plat lantai tb. 12 cm K-225.

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas tenaga kerja} &= \frac{1}{\text{koef. tenaga kerja}} \\ \text{a. Pekerja} &= \frac{1}{0,66} = 1,515 \text{ m}^2/\text{hari} \\ \text{b. Tukang kayu} &= \frac{1}{0,33} = 3,030 \text{ m}^2/\text{hari} \\ \text{c. Kepala tukang} &= \frac{1}{0,033} = 30,303 \text{ m}^2/\text{hari} \\ \text{d. Mandor} &= \frac{1}{0,033} = 30,303 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

5.4.2 Menentukan Jumlah Tenaga Kerja Per Hari

Setelah mendapatkan nilai kapasitas kerja langkah selanjutnya adalah menentukan nilai produktifitas per hari.

Contoh perhitungan jumlah *resource* per hari pada pekerjaan Bekisting Plat lantai tb. 12 cm K-225.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tenaga kerja} &= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Kerja} \times \text{Durasi Pekerjaan}} \\ \text{a. Pekerja} &= \frac{137,0124}{1,515 \times 15} = 6,029 \text{ OH} \\ \text{b. Tukang kayu} &= \frac{137,0124}{3,030 \times 15} = 3,014 \text{ OH} \\ \text{c. Kepala tukang} &= \frac{137,0124}{30,303 \times 15} = 0,301 \text{ OH} \\ \text{d. Mandor} &= \frac{137,0124}{30,303 \times 15} = 0,301 \text{ OH} \end{aligned}$$

1.4.3 Menghitung Upah Berdasarkan Jumlah Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Normal

Untuk mendapatkan upah harian berdasarkan produktifitas digunakan rumus:

Contoh perhitungan upah pada pekerjaan Bekisting Plat lantai tb. 12 cm K-225.

Harga upah = Jumlah tenaga kerja per-hari x harga satuan tenaga kerja

1. Upah per hari

$$\begin{aligned} \text{a. Pekerja} &= 6,029 \times \text{Rp } 55.000,00 = \text{Rp } 331.570,01 \\ \text{b. Tukang kayu} &= 3,014 \times \text{Rp } 60.000,00 = \text{Rp } 180.856,37 \\ \text{c. Kepala tukang} &= 0,301 \times \text{Rp } 70.000,00 = \text{Rp } 21.099,91 \end{aligned}$$

$$\text{d. Mandor} = 0,301 \times \text{Rp } 80.000,00 = \underline{\text{Rp } 24.114,18}$$

$$\text{Rp } 557.640,47$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Total upah} &= \text{Jumlah upah per hari} \times \text{Durasi} \\ &= \text{Rp } 557.640,47 \times 15 \\ &= \text{Rp } 8.364.607,02 \end{aligned}$$

Tabel 5. 7 Produktifitas Tenaga Kerja dan upah pekerjaan Bekisting Plat lantai tb. 12 cm K-225

| kapasitas kerja | jml (/d) | upah /hari | total |
|-----------------|----------|---------------|-----------------|
| | | | |
| 1.515 | 6.029 | Rp 331,570.01 | |
| 3.030 | 3.014 | Rp 180,856.37 | |
| 30.303 | 0.301 | Rp 21,099.91 | |
| 30.303 | 0.301 | Rp 24,114.18 | |
| | | Rp 557,640.47 | Rp 8,364,607.02 |

(Sumber: Analisis Data, 2018)

5.5 Analisis Percepatan Durasi Dan Biaya

Setelah mendapatkan angka produktifitas maka selanjutnya proyek bisa dihitung percepatannya dengan metode penambahan tenaga kerja agar durasi dapat dipersingkat. Berikut adalah cara mendapatkan hasil percepatan dari penambahan tenaga kerja (*resource*) hingga *cost* yang akan dikeluarkan jika dilakukan percepatan.

1. Menentukan jumlah resource yang akan ditambahkan

Dari perhitungan sebelumnya telah didapatkan jumlah *resource* pada pekerjaan normal. Jumlah *resource* pada pekerjaan normal dapat dijadikan patokan dalam menentukan jumlah *resource* yang akan ditambahkan. Dalam melakukan penambahan harus mempertimbangkan biaya dan waktu dicari yang paling optimal. Dari analisis didapatkan penambahan yang optimal adalah 50% dari jumlah pekerja normal.

| |
|---|
| Jumlah <i>resource</i> pekerjaan normal < Jumlah <i>resource</i> pekerjaan dipercepat |
|---|

Contoh perhitungan pada pekerjaan Bekisting Plat lantai tb. 12 cm K-225.

| | | | | |
|------------------|---------|---|---|---|
| a. Pekerja | = 6,029 | < | 9 | } Jumlah total pekerja setelah penambahan |
| b. Tukang kayu | = 3,014 | < | 5 | |
| c. Kepala tukang | = 0,301 | < | 1 | |
| d. Mandor | = 0,301 | < | 1 | |

2. Menentukan produktivitas per hari setelah dilakukan penambahan tenaga kerja
Setelah menentukan jumlah tenaga kerja yang akan ditambahkan dilakukan pencarian angka produktivitas. Nilai produktivitas akan digunakan untuk menentukan durasi pekerjaan setelah dilakukan *crashing* dengan menambahkan tenaga kerja. Nilai produktivitas dapat dicari dengan cara.

$$\text{Jumlah penambahan tenaga kerja} - \text{Jumlah tenaga kerja normal}$$

Contoh perhitungan pada pekerjaan Bekisting Plat lantai tb. 12 cm K-225.

| | | |
|------------------|-------------|---------|
| a. Pekerja | = 9 - 6,029 | = 2,971 |
| b. Tukang batu | = 5 - 3,014 | = 1,986 |
| c. Kepala tukang | = 1 - 0,301 | = 0,699 |
| d. Mandor | = 1 - 0,301 | = 0,699 |

3. Menentukan durasi setelah penambahan tenaga kerja.

Setelah mendapatkan nilai produktivitas per hari, selanjutnya adalah mencari durasi pekerjaan setelah dilakukan *crashing*. Durasi pekerjaan sangat berpengaruh terhadap biaya yang akan dikeluarkan. Durasi pekerjaan dapat dicari dengan cara.

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Kerja} \times \text{penambahan tenaga kerja}}$$

| | | | |
|------------------|--------------------------------------|----------|---|
| a. Pekerja | = $\frac{137,0124}{1,515 \times 9}$ | = 10,048 | } 11 hari (diambil angka terbesar dan dibulatkan) |
| b. Tukang kayu | = $\frac{137,0124}{3,030 \times 5}$ | = 9,043 | |
| c. Kepala tukang | = $\frac{137,0124}{30,303 \times 1}$ | = 4,521 | |
| d. Mandor | = $\frac{137,0124}{30,303 \times 1}$ | = 4,521 | |

4. Perhitungan upah setelah dilakukan penambahan tenaga kerja

Setelah mendapatkan durasi pekerjaan yang telah dilakukan *crashing*, langkah selanjutnya adalah mencari biaya yang akan dikeluarkan setelah dilakukan *crashing*.

1. Jumlah penambahan tenaga kerja x Biaya upah tenaga kerja
2. Total upah tenaga kerja x durasi *crashing*

Contoh perhitungan pada pekerjaan Bekisting Plat lantai tb. 12 cm K-225.

- a. Pekerja = 9 x 55.000 = Rp. 495.000,00
- b. Tukang batu = 5 x 60.000 = Rp. 300.000,00
- c. Kepala tukang = 1 x 70.000 = Rp. 70.000,00
- d. Mandor = 1 x 80.000 = Rp. 80.000,00
Rp. 945.000,00
- e. Total biaya upah = Rp. 945.000,00 x 11 = Rp. 10.395.000,00

Tabel 5. 8 Hasil Tenaga Kerja dan upah pekerjaan Bekisting Plat lantai tb. 12 cm K-225

| jml (/d) | penambahan | time (day) | upah /hari | total |
|----------|------------|------------|--------------|------------------|
| | | 11 | | |
| 2.971 | 9.000 | 10.048 | Rp495,000.00 | |
| 1.986 | 5.000 | 9.043 | Rp300,000.00 | |
| 0.699 | 1.000 | 4.521 | Rp 70,000.00 | |
| 0.699 | 1.000 | 4.521 | Rp 80,000.00 | |
| | | | Rp945,000.00 | Rp 10,395,000.00 |

(Sumber: Analisis Data, 2018)

Perhitungan diatas berlaku untuk semua pekerjaan yg dipercepat. Setelah didapatkan durasi percepatan tiap-tiap pekerjaan kemudian di analisis lagi menggunakan *Ms. Project* untuk mendapatkan total keseluruhan durasi setelah dipercepat. Didapat durasi setelah percepatan adalah 105 hari.

5. Perhitungan *Cost Slope* (Slope Biaya)

Cost slope (slope biaya) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

Contoh perhitungan pada pekerjaan Bekisting Plat lantai tb. 12 cm K-225.

$$\begin{aligned}
 \text{Cost Slope (per hari)} &= \frac{\text{biaya dipersingkat} - \text{biaya normal}}{\text{waktu normal} - \text{waktu dipersingkat}} \\
 \text{Cost slope} &= \frac{\text{Rp } 10.395.000,00 - \text{Rp } 8.364.607,02}{15 - 11} \\
 &= \text{Rp } 507.598,25 \\
 \text{Total Cost slope} &= \text{Rp } 507.598,25 \times (15 - 11) \\
 &= \text{Rp } 2.030.392,98
 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama juga berlaku untuk pekerjaan lain yang termasuk dalam rangkaian pekerjaan. Untuk melihat perhitungan *cost slope* (slope biaya) dapat dilihat pada lampiran 5.

5.6 Analisis Direct Cost Dan Indirect Cost

5.6.1 Pekerjaan Normal (*Normal Cost*)

Pekerjaan normal merupakan pekerjaan yang sesuai dengan perencanaan dan data dilapangan. Untuk menentukan bobot biaya langsung (*direct cost*) bahan dan upah dibutuhkan data rencana anggaran biaya dari pekerjaan normal. Bobot biaya bahan dan upah digunakan untuk mencari *direct cost* biaya bahan dan upah pada pekerjaan ini. Sebelum menghitung bobot biaya bahan dan upah dicari terlebih dahulu harga satuan pekerjaan. Berikut hasil perhitungan harga satuan pekerjaan berdasarkan data proyek. Perhitungan upah dan bahan berdasarkan hasil dari koefisien pekerjaan dikali dengan harga satuan.

Tabel 5. 9 Perhitungan harga satuan pekerjaan Bekisting Plat lantai tb. 12 cm K-225

| URAIAN | KOEF | satuan | harga | upah | bahan | Total |
|------------------------|--------|----------------|-----------------|--------------|---------------|---------------|
| BAHAN | | | | | | |
| Kayu begesting | 0.0150 | m ³ | Rp 700.000.00 | | Rp 10.500.00 | |
| Kayu glugu balok | 0.0150 | m ³ | Rp 1.500.000.00 | | Rp 22.500.00 | |
| Paku | 0.4000 | kg | Rp 15.000.00 | | Rp 6.000.00 | |
| Dolken | 6.0000 | btg | Rp 8.000.00 | | Rp 48.000.00 | |
| Triplek 6 mm | 0.3500 | lbr | Rp 120.000.00 | | Rp 42.000.00 | |
| Minyak bekisting | 0.2000 | liter | Rp 15.000.00 | | Rp 3.000.00 | |
| TENAGA | | | | | | |
| Tukang kayu | 0.33 | OH | Rp 60.000.00 | Rp 19.800.00 | | |
| Kep. Tk. Kayu | 0.033 | OH | Rp 70.000.00 | Rp 2.310.00 | | |
| Pekerja | 0.66 | OH | Rp 55.000.00 | Rp 36.300.00 | | |
| Mandor | 0.033 | OH | Rp 80.000.00 | Rp 2.640.00 | | |
| | | | | Rp 61.050.00 | Rp 132.000.00 | Rp 193.050.00 |
| Jasa 10% | | | | | | Rp 19.305.00 |
| harga satuan pekerjaan | | | | | | Rp 212.355.00 |

(Sumber: Analisis Data, 2018)

Berdasarkan Perhitungan harga satuan pekerjaan Bekisting Plat lantai tb. 12 cm K-225 didapat hasil sebagai berikut :

1. Volume pekerjaan : 137,0124 m²
2. Biaya bahan : Rp 132.000,00
3. Biaya upah : Rp 61.050,00
4. Biaya upah dan bahan : Rp. 193.050,00
5. *Overhead* dan *profit* 10% : Rp. 19.305,00
6. Harga Satuan Pekerjaan : Rp. 212.355,00

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui biaya langsung yang dikeluarkan adalah sebesar Rp. 193.050,00 dan harga satuan pekerjaan sebesar Rp. 212.355,00 sehingga bobot biaya langsung bahan bisa dihitung dengan.

1. Bobot bahan = $\frac{\text{Biaya bahan}}{\text{Biaya upah dan bahan}} = \frac{\text{Rp } 132.000,00}{\text{Rp.}193.050,00} = 0,68$
2. Bobot upah = $\frac{\text{Biaya upah}}{\text{Biaya upah dan bahan}} = \frac{61.050,00}{\text{Rp.}193.050,00} = 0,32$

Setelah mendapatkan nilai bobot pada perhitungan selanjutnya dapat dicari total *normal cost* bahan pada pekerjaan Bekisting Plat lantai tb. 12 cm K-225 dengan cara.

1. Biaya langsung bahan *Normal cost* = Bobot Bahan x *normal cost* x volume pekerjaan

$$= 0,68 \times \text{Rp. } 193.050,00 \times 137,0124$$

$$= \text{Rp } 18.085.636,80$$
2. Biaya langsung upah *Normal cost* = Bobot Bahan x *normal cost* x volume pekerjaan

$$= 0,32 \times \text{Rp. } 193.050,00 \times 137,0124$$

$$= \text{Rp } 8.364.607,02$$

Tabel 5. 10 Perhitungan harga satuan pekerjaan beton pondasi

| URAIAN | KOEF | satuan | harga | upah | bahan | Total |
|------------------------|----------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| BAHAN | | | | | | |
| Batu belah 15/20 c | 1.2000 | m ³ | Rp 120.000.00 | | Rp 144.000.00 | |
| PC | 136.0000 | kg | Rp 1.300.00 | | Rp 176.800.00 | |
| Pasir pasang | 0.5440 | m ³ | Rp 100.000.00 | | Rp 54.400.00 | |
| TENAGA | | | | | | |
| Tukang batu | 0.75 | OH | Rp 60.000.00 | Rp 45.000.00 | | |
| Kep. Tk. Batu | 0.075 | OH | Rp 70.000.00 | Rp 5.250.00 | | |
| Pekerja | 1.5 | OH | Rp 55.000.00 | Rp 82.500.00 | | |
| Mandor | 0.075 | OH | Rp 80.000.00 | Rp 6.000.00 | | |
| | | | | Rp 138.750.00 | Rp 375.200.00 | Rp 513.950.00 |
| Jasa 10% | | | | | | Rp 51.395.00 |
| harga satuan pekerjaan | | | | | | Rp 565.345.00 |

(Sumber: Analisis Data, 2018)

Berdasarkan Perhitungan harga satuan pekerjaan beton pondasi didapat hasil sebagai berikut :

1. Volume pekerjaan : 7,30 m³
2. Biaya bahan : Rp 375.200,00
3. Biaya upah : Rp 138.750,00
4. Biaya upah dan bahan : Rp. 513.950,00
5. *Overhead* dan *profit* 10% : Rp. 51.395,00
6. Harga Satuan Pekerjaan : Rp. 565.345,00

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui biaya langsung yang dikeluarkan adalah sebesar Rp. 513.950,00 dan harga satuan pekerjaan sebesar Rp. 565.345,00 sehingga bobot biaya langsung bahan bisa dihitung dengan.

1. Bobot bahan = $\frac{\text{Biaya bahan}}{\text{Biaya upah dan bahan}} = \frac{\text{Rp } 375.200,00}{\text{Rp } 513.950,00} = 0,73$
2. Bobot upah = $\frac{\text{Biaya upah}}{\text{Biaya upah dan bahan}} = \frac{\text{Rp } 138.750,00}{\text{Rp } 513.950,00} = 0,27$

Tabel 5. 11 Perhitungan harga satuan pekerjaan pembesian kolom k1

| URAIAN | KOEF | satuan | harga | upah | bahan | Total |
|------------------------|--------|----------------|--------------|-----------|-------------|-------------|
| BAHAN | | | | | | |
| Besi beton ulir | 1.0500 | m ³ | Rp 5.600.00 | | Rp 5.880.00 | |
| Kawat beton | 0.0150 | kg | Rp 15.000.00 | | Rp 225.00 | |
| TENAGA | | | | | | |
| Tukang besi | 0.007 | OH | Rp 60.000.00 | Rp 420.00 | | |
| Kep. Tk. Besi | 0.0007 | OH | Rp 70.000.00 | Rp 49.00 | | |
| Pekerja | 0.007 | OH | Rp 55.000.00 | Rp 385.00 | | |
| Mandor | 0.0003 | OH | Rp 80.000.00 | Rp 24.00 | | |
| | | | | Rp 878.00 | Rp 6.105.00 | Rp 6.983.00 |
| Jasa 10% | | | | | | Rp 698.30 |
| harga satuan pekerjaan | | | | | | Rp 7.681.30 |

(Sumber: Analisis Data, 2018)

Berdasarkan Perhitungan harga satuan pekerjaan pembesian didapat hasil sebagai berikut :

1. Volume pekerjaan : 7,20 m³
2. Biaya bahan : Rp 6.105,00
1. Biaya upah : Rp 878,00
2. Biaya upah dan bahan : Rp. 6.983,00
3. *Overhead* dan *profit* 10% : Rp. 698,30
4. Harga Satuan Pekerjaan : Rp. 7.681,30

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui biaya langsung yang dikeluarkan adalah sebesar Rp. 6.983,00 dan harga satuan pekerjaan sebesar Rp. 7.681,30 sehingga bobot biaya langsung bahan bisa dihitung dengan.

1. Bobot bahan = $\frac{\text{Biaya bahan}}{\text{Biaya upah dan bahan}} = \frac{\text{Rp } 6.105,00}{\text{Rp.}6.983,00} = 0,87$
2. Bobot upah = $\frac{\text{Biaya upah}}{\text{Biaya upah dan bahan}} = \frac{\text{Rp } 878,00}{\text{Rp.}6.983,00} = 0,13$

Berdasarkan contoh dari ketiga perhitungan tersebut, pada penelitian ini untuk bobot bahan diambil angka rata-rata dari 0,68 , 0,73 , 0,87 didapat nilai rata-rata sebesar 0,76, Dan untuk bobot upah diambil angka rata-rata dari 0,32 , 0,27 , 0,13 didapat nilai rata-rata sebesar 0,24.

Setelah didapat bobot bahan dan upah nilai total *direct cost* bahan dan upah tenaga kerja dapat dihitung dengan perhitungan berikut.

- a. Biaya Struktur = Rp. 273.723.728,50
- b. Durasi = 70 hari
- c. *Overhead* = Biaya x 10%
= Rp. 273.723.728,50 x 10%
= Rp. 27.372.372,85
- d. *Overhead* per hari = *Overhead* / Durasi
= Rp. 27.372.372,85/ 70
= Rp. 391.033,90
- e. *Direct cost* = Biaya total - *Overhead*
= Rp. 273.723.728,50 – Rp. 27.372.372,85
= Rp. 246.351.355,65

- f. Biaya bahan = Biaya langsung x bobot bahan
 = Rp. 246.351.355,65 x 0,76
 = Rp. 187.888.800,89
- g. Biaya upah = Biaya langsung x bobot upah
 = Rp. 246.351.355,65 x 0,24
 = Rp. 58.462.554,76
- h. *Indirect cost* = *overhead*
 = Rp. 27.372.372,85

5.6.2 Pekerjaan Percepatan (*Crashing*)

Pada perhitungan *crashing* dengan menambahkan tenaga kerja didapatkan biaya upah tambahan sebesar Rp 10.289.272,33 dapat dilihat pada Lampiran 5.

1. *Direct cost* = *Direct cost* normal + *Direct cost* penambahan tenaga kerja
 = Rp. 246.351.355,65 + Rp 10.289.272,33
 = Rp 256.640.627,99
2. *Indirect cost* = Durasi percepatan x *Overhead* per hari
 = 56 x Rp. 391.033,90
 = Rp. 21.897.898,28
3. Total biaya = *direct cost* + *indirect cost*
 = Rp 256.640.627,99 + Rp. 21.897.898,28
 = Rp. 278.538.526,27

5.7 Pembahasan

Pada pekerjaan percepatan, proyek dikerjakan dengan lebih cepat sehingga durasi yang dikerjakan lebih pendek dibandingkan dengan pekerjaan normal. Proses *crashing* yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah dengan menambahkan tenaga kerja. Karena proses *crashing* menambahkan tenaga kerja maka upah yang dikeluarkan akan lebih banyak sehingga biaya langsung meningkat. Sebaliknya, karena durasi setelah dilakukan *crashing* berubah lebih singkat maka pengeluaran biaya tak langsung lebih kecil.

Pada perhitungan *crashing* dengan menambahkan tenaga kerja didapatkan biaya upah tambahan sebesar Rp 10.289.272,33. Biaya upah tambahan tersebut berpengaruh terhadap *direct cost* sehingga biaya langsung yang dikeluarkan lebih banyak.

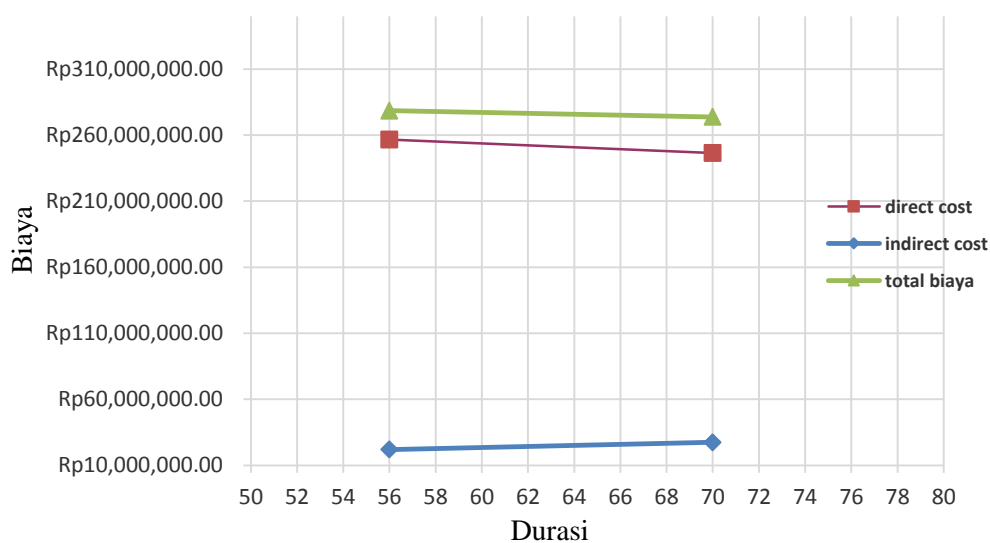
Pada perhitungan *crashing* dengan menambahkan tenaga kerja didapatkan durasi pekerjaan struktur selama 56 hari. Selisih 14 hari dibanding dengan pekerjaan normal dengan durasi 70 hari.

Tabel 5. 12 Rekapitulasi perbandingan durasi dan biaya proyek normal dan proyek dipercepat

| | durasi | <i>direct cost</i> | <i>indirect cost</i> | total biaya |
|------------------|--------|--------------------|----------------------|-------------------|
| pekerjaan normal | 70 | Rp 246,351,355.65 | Rp 27,372,372.85 | Rp 273,723,728.50 |
| percepatan | 56 | Rp 256,640,627.99 | Rp 21,897,898.28 | Rp 278,538,526.27 |

(Sumber: Analisis Data, 2018)

Berikut dibawah ini ditampilkan grafik pengaruh durasi proyek terhadap biaya langsung (*direct cost*), biaya tidak langsung (*indirect cost*) dan biaya total proyek.



Gambar 5. 2 Pengaruh durasi terhadap biaya
(Sumber: Analisis Data, 2018)

Dari grafik pada Gambar 5. 2 dapat diketahui setelah dilakukan percepatan nilai *indirect cost* menurun sedangkan nilai *direct cost* meningkat. Ini berpengaruh pada biaya total setelah percepatan lebih besar dari biaya normal dikarenakan nilai penurunan *indirect cost* lebih kecil dari pada peningkatan nilai *direct cost*. Dari hasil analisis diketahui bahwa hubungan durasi dan biaya proyek normal dan proyek dipercepat sudah sesuai dengan teori yang dapat dilihat pada Gambar 3.8.

Berdasarkan hasil pembahasan dapat diketahui bahwa untuk percepatan proyek terdapat penambahan biaya total sebesar Rp 4.814.797,77 dengan persentase kenaikan sebesar 2%. Namun demikian ada pengurangan durasi pelaksanaan pekerjaan struktur sebesar 14 hari dengan persentase penurunan sebesar 20%. Melihat bahwa dengan menambah biaya sedikit (2%) diperoleh percepatan durasi cukup signifikan (20%) maka direkomendasikan percepatan ini dapat diterapkan.

