

BAB V

ANALISA, HASIL dan PEMBAHASAN

1.1 Hasil Penelitian

Di kota-kota maju saat ini menjadi kebutuhan utama untuk memiliki rumah tinggal, terlebih di dalam area perumahan. Bagi para customer yang memiliki keluarga baru dan pekerja menjadi kebutuhan utama yang harus dipenuhi untuk mempunyai rumah. Bagi para pekerja mempunyai rumah tinggal dengan lokasi yang strategis, akses rumah, dan harga yang terjangkau menjadi yang utama. Oleh karena itu, para pengembang perumahan bersaing untuk mendapatkan customer yang ingin membeli salah satu rumah terlebih dengan manajemen konstruksi yang baik dalam segi material maupun efektifitas waktu pembangunan membuat customer dapat dengan cepat menempati rumah yang akan di beli nya.

Pembangunan Perumahan Permata Puri Amarta memiliki peranan penting untuk mengatasi kebutuhan customer yang melonjak terhadap pembelian rumah khususnya didaerah Semarang Barat. Pembangunan Perumahan Permata Puri Amarta dikerjakan oleh PT PEMBANGUNAN PERUMAHAN (PP) dengan waktu pekerjaan dalam RAB 29 minggu (223 hari) dengan perkiraan anggaran untuk satu rumah dengan dua lantai tipe 70 adalah Rp.284.587.000 (*Dua Ratus Delapan Puluh Empat Juta Lima Ratus Delapan Puluh Tujuh Ribu*).

Proyek yang dijadikan studi kasus dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah Proyek Perumahan Permata Puri Ngaliyan yang terletak di Kota Semarang. Adapun data proyek sebagai berikut:

1. Nama Proyek : Proyek Perumahan Permata Puri Ngaliyan
2. Pelaksana Proyek : PT. Pembangunan Perumahan (PP)

3. Lokasi Proyek : Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah
4. Durasi Proyek : 223 hari kalender
5. Hari Kerja : Senin s/d Minggu
6. Jam Kerja Normal : Senin–Kamis dan Sabtu (08.00-12.00 dan 13.00-17.00)
Jumat (08.00-11.30 dan 13.00-17.00)
Minggu (08.00-13.00)
7. Jam Kerja Shift : Pagi 08.00-17.00 dan Malam 18.00-02.00

untuk menganalisa biaya proyek yang dipakai program *Microsoft Excel* dan untuk mengetahui perubahan biaya proyek sebelum dan setelah percepatan diperlukan data-data yang dimasukkan kedalam *Microsoft Excel* , ialah:

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

1.2 Analisis Data

Dalam perencanaan percepatan pembanguana Perumahan Permata Puri dianalisa berdasarkan data-data dari proyek tersebut. Dimana data-data tersebut berupa data sekunder yang diperoleh dari PT.PEMBANGUNAN PERUMAHAN (PP). data sekunder yang didapatkan dari dokumen-dokumen proyek ialah :

1. Rencana Anggaran Biaya proyek pembangunan Perumahan Permata Puri (cluster Payon Residence) type 70 The Ayana
2. Schedule Proyek meliputi kegiatan, persentase kegiatan dan durasi dalam minggu.

5.2.1 Deskripsi Pekerjaan

Proyek Pembangunan Perumahan Permata Puri ini memiliki 7 bagian pekerjaan induk yang memiliki sub-sub yang menjelaskan pekerjaan-pekerjaan yang lebih detail. Bagian-bagian pekerjaan induk tersebut ialah:

1. Pekerjaan persiapan
2. Pekerjaan tanah
3. Pekerjaan pasangan dan beton
4. Pekerjaan aluminium, kayu, dan atap
5. Pekerjaan utilitas dan sanitasi
6. Pekerjaan kaca dan gantungan
7. Pekerjaan cat

5.2.2 Durasi Proyek

Durasi proyek pekerjaan perumahan ini adalah 29 minggu perkiraan awal 223 hari untuk menyelesaikan seluruh bagian pekerjaan pada proyek Perumahan Permata Puri mengacu pada *time schedule* yang diberikan dari proyek. Untuk penelitian ini perhitungan durasi pekerjaan dihitung kembali dengan mengacu koefisien setiap pekerjaan baik dari SNI Permen no.11 tahun 2013 ataupun koefisien proyek lain yang sejenis ketika koefisien pekerjaan tidak ada dalam SNI, untuk mengetahui durasi pekerjaan agar dapat dianalisa.

Contoh perhitungan untuk mencari durasi suatu pekerjaan, data yang diperlukan ialah volume suatu pekerjaan bisa dilihat pada lampiran tentang volume tiap pekerjaan dan harga satuannya. Berikut contoh pada perhitungan pembuatan pasangan dinding:

Volume pekerjaan : 24,79 m³

Pekerja : 0,3 OH

Tukang kayu : 0,1 OH

Kepala tukang : 0,001 OH

Mandor : 0,015 OH

Koefisien pekerjaan pasangan dinding terdapat di dalam SNI Permen No.11 Tahun 2013. Maka untuk mencari jumlah orang yang dibutuhkan adalah:

$$\text{Jumlah Orang} = \text{Koefisien} \times \text{Volume Pekerjaan}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 0,3 \text{ OH} \times 24,79 \text{ m}^3 \\ &= 7,437 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang kayu} &= 0,1 \text{ OH} \times 24,79 \text{ m}^3 \\ &= 2,479 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= 0,001 \times 24,79 \text{ m}^3 \\ &= 0,02479 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 0,015 \times 24,79 \text{ m}^3 \\ &= 0,37185 \text{ orang} \end{aligned}$$

Hasil diatas merupakan jumlah orang yang dapat menyelesaikan pekerjaan tersebut dalam waktu 1 hari kerja. Pada tabel 5.1 telah di uraikan durasi setiap pekerjaan proyek. Pada tabel 5.1 sampai 5.3 di bawah ini di ambil dari data sekunder laporan milik Rio Anggodho (2018).

Tabel 5.1 Durasi Pekerjaan

NO.	URAIAN PEKERJAAN	Durasi (Hari)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	
1	Pembersihan lapangan	3
2	Uitzet dan bouwplank	1
II	PEKERJAAN TANAH	
1	Galian pondasi batu kali	2
2	Galian tanah footplat	2
3	Urugan tanah pondasi & footplat	1
4	Urugan tanah bawah lantai (20 cm)	1
5	Urugan pasir bawah footplat (5 cm)	1
III	PEK. PASANGAN & BETON	
1	Pas. Pondasi batu kali	4
2	Pas. Rollag teras	1
3	Pas. Dinding	4
4	Plesteran dinding + acian + sponengan	42
5	Pek. Cor beton	
	- Footplate 80 x 80	3
	- Kolom pedestal	1
	- Sloof 15/25 ; Sloof 15/20	3
	- Kolom praktis 15/15 (10/15)	2
	- Kolom struktur	2
	- Ring balok 15/20 (10/25)	3
	- Balok struktur	3
	- Balok lantai	1
	- Plat lantai	8

Lanjutan 5.1 Durasi Pekerjaan

NO.	URAIAN PEKERJAAN	Durasi (Hari)
------------	-------------------------	----------------------

	- Plat/pet beton	1
	- Plat talang	1
6	Cor beton meja dapur	1
7	Pas. Granit tile 60x60 (ruang utama)	4
8	Pas. Granit tile 60x60 (tangga)	1
9	Pas. Keramik lantai 20x50 (teras)	3
10	Pas. Keramik lantai 30x30 KM	2
11	Pas. dinding keramik 30x60 KM	8
12	Pas. keramik meja dapur	1
13	Pas. Granit tile 60x120 (fasad)	2
14	Pas. keramik Carport	1
15	Plint lantai granit tile 10x60	2
16	Tali air aluminium 1cm	2
17	Rabat keramik	1
18	Rabat carport	1
19	Rabat berm	1
20	Batu sikat	1
21	Septiktank dan resapan	1
IV	PEKERJAAN ALUMINIUM, KAYU DAN ATAP	
1	Kusen pintu P1	1
2	Kusen pintu P2	1
3	Kusen pintu P3	1
4	Kusen + daun jendela J1	1
5	Kusen + daun jendela J2	1
6	Kusen + daun jendela J3	1
7	Kusen + daun jendela J4	1
8	Kusen + daun jendela J5	1
9	Kusen pintu, kusen + daun jendela PJ1	1
10	Kusen pintu, kusen + daun jendela PJ2	1
11	Daun pintu utama PJ1	1
12	Daun pintu utama PJ2	1

Lanjutan Tabel 5.1 Durasi Pekerjaan

NO.	URAIAN PEKERJAAN	Durasi (Hari)
13	Daun pintu P1	1

14	Daun pintu P2	1
15	Daun pintu P3 (KM)	1
16	Pas Rangka atap kuda2 baja ringan C.65	3
17	Pas. Listpank	1
18	Pas. Genteng beton	2
19	Pas. Kerpuk beton	1
20	Plafond gypsum	3
21	Plafond calciboard	1
22	Railing tangga	1
23	Railing open deck	1
24	Pintu besi	1
V PEK. UTILITAS & SANITASI		
1	saluran pemb air kotor & dapur	1
2	Saluran pembuangan kotoran	1
3	Saluran air hujan	1
4	Bak kontrol	1
5	Saluran air bersih	2
6	Titik instalasi saklar	1
7	Titik instalasi lampu	2
8	Titik stop kontak 100 watt	1
9	NCB + bok	1
10	Titik stop kontak AC	1
11	Titik instalasi telepon	1
12	Titik instalasi antena TV	1
13	Kran Shower	1
14	Shower	1
15	Wastafel	1
16	Closet Duduk	2
17	Kitchenzink	1

Lanjutan Tabel 5.1 Durasi Pekerjaan

NO.	URAIAN PEKERJAAN	Durasi (Hari)
18	Kran kitchenzink	1
19	Kran air jet shower (include shower)	1
20	Kran air taman & carport	1
21	Floor drain	1
22	Tandon air atas 650 ltr	1
23	Tandon air bawah	1
VI PEK. KACA & PENGANTUNG		
1	Slot + handle pintu PJ1	1
2	Slot + handle pintu PJ1	1
3	Slot + handle pintu P1	1
4	Slot + handle pintu P2	1
5	Slot + handle pintu P3 KM/WC	1
6	Engsel pintu	1
VII PEKERJAAN CAT		
1	Cat genteng	3
2	Cat plafond	5
3	Cat tembok	25
4	Cat listplank	1
5	Cat daun pintu	1
6	Waterproofing dak dan KM	2

Sumber: Anggodho (2018)

5.2.3 Hubungan Antar Pekerja

Di dalam penjadwalan proyek Perumahan Permata Puri, hubungan antar pekerja dapat dilihat pada diagram batang (*Bar Chart*) pada program *Microsoft Project* untuk mengetahui hubungan disetiap pekerjaan dan jalur kritisnya. Dalam penjadwalan antar pekerjaan dilakukan dengan menghubungkan setiap pekerjaan dengan metode *Finish to Start*, *Start to Start*. Hubungan pada setiap pekerjaan dapat dilihat pada table 5.2 dibawah ini.

Tabel 5.2 Hubungan Antar Pekerjaan

Task Name	Predecessors
PEKERJAAN PERSIAPAN	
Pembersihan lapangan	
Uitzet dan bouwplank	2
PEKERJAAN TANAH	
Galian pondasi batu kali	3
Galian tanah footplat	5SS
Urugan tanah pondasi & footplat	11;12;16
Urugan tanah bawah lantai (20 cm)	18
Urugan pasir bawah footplat (5 cm)	18
PEK. PASANGAN & BETON	
Pas. Pondasi batu kali	6;5;16
Pas. Rollag teras	11SS
Pas. Dinding	25
Plesteran dinding + acian + sponengan	13;51;52;53;54;55;56;57;58;59;50;45;46;47;48;49
Pek. Cor beton	
- Footplate 80 x 80	6
- Kolom pedestal	8;9
- Sloof 15/25 ; Sloof 15/20	7
- Kolom praktis 15/15 (10/15)	17
- Kolom struktur	19
- Ring balok 15/20 (10/25)	20
- Balok struktur	21
- Balok latei	22SS
- Plat lantai	22;23
- Plat tangga	24
- Plat/pet beton	24
- Plat talang	25;26;28

Lanjutan Tabel 5.2 Hubungan Antar Pekerjaan

Task Name	Predecessors
Pas. Granit tile 60x60 (tangga)	29
Pas. Keramik lantai 20x50 (teras)	37
Pas. Keramik lantai 30x30 KM	30
Pas. dinding keramik 30x60 KM	14
Pas. keramik meja dapur	32
Pas. Granit tile 60x120 (fasad)	33
Pas. keramik Carport	37
Plint lantai granit tile 10x60	38
Tali air aluminium 1cm	34
Rabat keramik	36SS
Rabat carport	36SS
Rabat berm	36;39;40;31
Batu sikat	41SS
Septiktank dan resapan	41;42
PEKERJAAN ALUMINIUM, KAYU DAN ATAP	
Kusen pintu P1	13SS+2 days
Kusen pintu P2	13SS+2 days
Kusen pintu P3	13SS+2 days
Kusen + daun jendela J1	13SS+2 days
Kusen + daun jendela J2	13SS+2 days
Kusen + daun jendela J3	13SS+2 days
Kusen + daun jendela J4	13SS+2 days
Kusen + daun jendela J5	13SS+2 days
Kusen pintu, kusen + daun jendela PJ1	13SS+2 days
Kusen pintu, kusen + daun jendela PJ2	13SS+2 days
Daun pintu utama PJ1	13SS+2 days
Daun pintu utama PJ2	13SS+2 days
Daun pintu P1	13SS+2 days
Daun pintu P2	13SS+2 days

Lanjutan Tabel 5.2 Hubungan Antar Pekerjaan

Task Name	Predecessors
Daun pintu P3 (KM)	13SS+2 days
Pas Rangka atap kuda2 baja ringan C.65	27
Pas. Listpank	60
Pas. Genteng beton	61
Pas. Kerpus beton	62SS
Plafond gypsum	62;63
Plafond calciboard	64SS
Railing tangga	103
Railing open deck	66SS
Pintu besi	66;67
PEK. UTILITAS & SANITASI	
Sal. Pemb. air kotor & dapur	43;35
Saluran pembuangan kotoran	70SS
Saluran air hujan	70SS
Bak control	70;71;72
Saluran air bersih	73
Titik instalasi saklar	65
Titik instalasi lampu	75
Titik stop kontak 100 watt	76
NCB + bok	77
Titik stop kontak AC	78SS
Titik instalasi telepon	78;79
Titik instalasi antena TV	80
Kran Shower	74
Shower	82SS
Wastafel	82;83;86;87
Closet Duduk	82;83;86;87
Kitchenzink	82SS
Kran kitchenzink	82SS

Lanjutan Tabel 5.2 Hubungan Antar Pekerjaan

Task Name	Predecessors
-----------	--------------

Kran air jet shower (include shower)	84;85
Kran air taman & carport	88SS
Floor drain	88SS
Tandon air atas 650 ltr	88;89;90
Tandon air bawah	88;89;90
PEK. KACA & PENGANTUNG	
Slot + handle pintu PJ1	81
Slot + handle pintu PJ2	94SS
Slot + handle pintu P1	94SS
Slot + handle pintu P2	94SS
Slot + handle pintu P3	94SS
KM/WC	94SS
Engsel pintu	94SS
PEKERJAAN CAT Cat genteng	
cat genteg	106
Cat plafond	105;104
Cat tembok	102
Cat listplank	101
Cat daun pintu	94;95;96;97;98;99
Waterproofing dak dan KM	91;92

Sumber: Anggodho (2018)

5.2.4 Jalur Kritis Pekerjaan

Dari hasil pengolahan data di *Microsoft Project* mengenai hubungan antar pekerjaan maka akan didapat lintasan kritis. Lintasan kritis ialah lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek. Dari lintasan lintasan kritis tersebut akan dipilih pekerjaan yang dapat dilakukan percepatan dengan mempertimbangkan pengaruh yang paling signifikan terhadap durasi selesainya proyek. Dalam perhitungan durasi proyek tersebut dipakai ketentuan sebagai berikut ini:

1. Jam kerja yang digunakan 8 jam /hari
2. Dalam satu minggu digunakan 7 hari kerja

3. Durasi yang dipakai hasil perhitungan ulang schedule dalam satuan hari.

Dari hasil analisa di *Microsoft Project* di dapat jalur kritis pada pengerjaan pembangunan perumahan dimana pada jalur kritis tersebut dipilih pekerjaan – pekerjaan yang dapat di perkirakan untuk dipercepat. Pada proyek ini diambil 12 pekerjaan pada jalur kritis, karena mempertimbangkan durasi pada setiap pekerjaan tersebut. Akan tetapi bisa di pilih kembali pekerjaan apa saja yang layak di *crashing*. Pekerjaan pilihan pada jalur kritis itu dapat di lihat pada tabel 5.3 di bawah ini. Volume pekerjaan diperoleh dari Rencana Anggaran Biaya proyek (lampiran 1 - 3)

Tabel 5.3 Pekerjaan Pada Jalur Kritis

No	Pekerjaan	Hari	Volume
1	Pasangan batu kali	4	7,73
2	Footplat	3	1,41
3	Sloof	3	1,54
4	Ring Balok	3	1,19
5	Balok Struktur	3	1,18
6	Plat Lantai	8	3,84
7	Pasangan Dinding	4	24,79
8	Plesteran + Acian	42	521,05
9	Pasangan Dinding Keramik	8	38,78
10	Cat Genteng	3	48,88
11	Cat Plafond	5	78,10
12	Cat Tembok	25	521,05

Sumber: RAB Proyek

1.3 Perhitungan Produktivitas Harian Normal

Perhitungan produktivitas dapat dihitung sebagai berikut

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi}}$$

Volume pekerjaan didapat dari data Rencana Anggaran Biaya, sebagai contoh perhitungan produktivitas pada pekerjaan pemasangan dinding:

$$\begin{aligned} \text{Volume} &: 24,79 \text{ m}^3 \\ \text{Durasi} &: 4 \text{ hari} \\ \text{Produktivitas} &: \frac{24,79}{4} = 6,1975 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

1.4 Perhitungan Biaya Normal (Normal Cost)

Normal Cost merupakan biaya total dari masing-masing aktivitas pekerjaan, yang terdiri dari *normal cost* bahan dan *normal cost* upah. *Normal Cost* dapat diambil dari RAB yang digunakan. *Normal cost* merupakan biaya total normal dalam suatu pekerjaan dan *normal cost* didapat dari satuan upah kemudian menjumlahkan harga satuan upah keseluruhan pekerjaan. Berikut ini adalah contoh perhitungan pekerjaan pemasangan dinding yang dikerjakan selama 4 hari

Koefisien tenaga kerja pada pekerjaan sloof

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &: 0,3 \text{ OH} \\ \text{Tukang batu} &: 0,1 \text{ OH} \\ \text{Kepala tukang} &: 0,01 \text{ OH} \\ \text{Mandor} &: 0,015 \text{ OH} \end{aligned}$$

5.4.1 Perhitungan Kapasitas Kerja Per Hari

Berikut ini cara untuk menghitung kapasitas kerja pada pekerjaan sloof:

$$\text{Kapasitas kerja perhari} : \frac{1}{\text{koefisien}}$$

a. Pekerja : $\frac{1}{0,3} = 3,333$ m/hari

b. Tukang batu : $\frac{1}{0,1} = 10$ m/hari

c. Kepala tukang : $\frac{1}{0,01} = 100$ m/hari

d. Mandor : $\frac{1}{0,015} = 66,67$ m/hari

5.4.2 Perhitungan Jumlah Pekerja Per Hari

Untuk menentukan jumlah pekerja pada pekerjaan pasangan dinding yang digunakan dalam 4 hari tersebut adalah

$$\text{Jumlah pekerja: } \frac{\text{volume}}{\text{Hari} \times \text{Kapasitas kerja}}$$

a. Pekerja : $\frac{24,79}{4 \times 3,333} = 1,86$ orang ~ 2 orang

b. Tukang batu : $\frac{24,79}{4 \times 10} = 0,62$ orang ~ 1 orang

c. Kepala tukang : $\frac{24,79}{4 \times 100} = 0,06$ orang ~ 1 orang

d. Mandor : $\frac{24,79}{4 \times 66,67} = 0,09$ orang ~ 1 orang

5.4.3 Perhitungan Total Normal Cost

dalam satu hari dibutuhkan 2 orang pekerja, 1 tukang batu, 1 kepala tukang dan 1 orang mandor dan setelah itu dihitung *cost* yang dikeluarkan dalam satu hari, yaitu sebagai berikut:

a. Pekerja : 2 (pekerja) x Rp.70.000 = Rp.140.000,00

b. Tukang batu : 1 (tukang batu) x Rp.80.000 = Rp.80.000,00

c. Kepala tukang : 1 (kepala tukang) x Rp.90.000 = Rp.90.000,00

d. Mandor : 1 (mandor) x Rp.100.000 = Rp.100.000,00

$$\begin{aligned} \text{Total normal cost satu hari} &= \text{Rp } 140.000,00 + \\ &80.000,00 + 90.000,00 + 100.000,00 = \text{Rp.410.000,00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total normal cost pekerjaan 4 hari} &= \text{Rp.410.000} \times 4 \text{ hari} \\ &= \text{Rp.1.640.000,00} \end{aligned}$$

1.5 Analisis Percepatan Durasi Proyek Dengan Sistem Shift

Produktivitas setiap tenaga kerja per hari sudah diketahui dari analisis sebelumnya dengan durasi jam kerja normal adalah delapan jam/hari. Pada penelitian ini koefisien produktivitas tenaga kerja pada *sistem shift* diambil angka 11% dari 11% - 17% (Hanna, 2008) dan upah tenaga kerja *shift* malam akan ditambah 15% dari upah normal.

1. Menentukan percepatan dengan *shift* pada pekerjaan pasangan dinding

a. Menentukan produktivitas tenaga kerja dengan *sistem shift*

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas tenaga kerja shift} &= \text{Prod. Kerja/hari normal} + [\text{Prod.} \\ &\text{Kerja/hari} - (\text{Prod. Kerja/hari} \times 11\%)] \end{aligned}$$

Sebagai contoh pada pekerjaan pasangan dinding:

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 3,333 + [3,333 - (3,333 \times 11\%)] \\ &= 6,30 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= 10 + [10 - (10 \times 11\%)] \\ &= 18,9 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= 100 + [100 - (100 \times 11\%)] \\ &= 189 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 66,67 + [66,67 - (66,67 \times 11\%)] \\ &= 125 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

b. Menentukan durasi kerja

$$\text{Durasi pekerjaan crashing} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Prod.tenaga kerja Shift} \times \text{Jumlah tenaga kerja}}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{24,79}{6,3 \times 2} = 1,97 \text{ hari} \sim 2 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{24,79}{18,9 \times 1} = 1,31 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{24,79}{189 \times 1} = 0,13 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{24,79}{126 \times 1} = 0,20 \text{ hari}$$

Digunakan durasi terbesar tenaga kerja, yaitu durasi pekerja. Maka didapat durasi *crashing* selama 2 hari

c. Menentukan biaya tambahan dan upah tenaga kerja

a) Upah *Shift* pagi

$$\text{Pekerja} = \text{Rp.70.000,00}$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp.80.000,00}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp.90.000,00}$$

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

b) Upah *Shift* malam

$$\text{Upah malam} = (15\% \times \text{upah normal per hari}) + \text{upah normal per hari}$$

$$\text{Pekerja} = (15\% \times \text{Rp.70.000}) + \text{Rp.70.000}$$

$$= \text{Rp.80.500}$$

$$\text{Tukang} = (15\% \times \text{Rp.80.000}) + \text{Rp.80.000}$$

$$= \text{Rp.92.000}$$

$$\text{Kepala Tukang} = (15\% \times \text{Rp.90.000}) + \text{Rp.90.000}$$

$$= \text{Rp.}103.500$$

$$\text{Mandor} = (15\% \times \text{Rp.}100.000) + \text{Rp.}100.000$$

$$= \text{Rp.}115.000$$

c) Total upah tenaga kerja

Total upah = [(upah *shift* pagi + upah *shift* malam) x durasi item pekerjaan x jumlah tenaga kerja]

$$\text{Pekerja} = (\text{Rp.}70.000 + \text{Rp.}80.500) \times 2 \times 2$$

$$= \text{Rp.}602.000,00$$

$$\text{Tukang} = (\text{Rp.}80.000 + \text{Rp.}92.000) \times 2 \times 1$$

$$= \text{Rp.}344.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = (\text{Rp.}90.000 + \text{Rp.}103.500) \times 2 \times 1$$

$$= \text{Rp.}387.000,00$$

$$\text{Mandor} = (\text{Rp.}100.000 + \text{Rp.}115.000) \times 2 \times 1$$

$$= \text{Rp.}430.000,00$$

$$\text{Total Upah} = \text{Rp.}602.000 + \text{Rp.}344.000 + \text{Rp.}387.000 + \text{Rp.}430.000$$

$$= \text{Rp.}1.763.000,00$$

d) *Cost Slope*

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal durasi} - \text{crash durasi}}$$

$$\text{Cost slope / hari} = \frac{1.763.000 - 655.000}{4 - 2} = \text{Rp.}554.000$$

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

$$= 554.000 \times (4-2)$$

$$= \text{Rp.1.108.000,00}$$

2. Menentukan percepatan dengan *shift* pada pekerjaan pasangan dinding acian

a. Menentukan produktivitas tenaga kerja dengan *sistem shift*

$$\text{Produktivitas tenaga kerja } \textit{shift} = \text{Prod. Kerja/hari normal} + [\text{Prod. Kerja/hari} - (\text{Prod. Kerja/hari} \times 11\%)]$$

Sebagai contoh pada pekerjaan pasangan dinding acian:

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 2,5 + [2,5 - (2,5 \times 11\%)] \\ &= 4,7 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= 5 + [5 - (5 \times 11\%)] \\ &= 9,5 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= 50 + [50 - (50 \times 11\%)] \\ &= 94,5 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 45,455 + [45,455 - (45,455 \times 11\%)] \\ &= 85,9 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

b. Menentukan durasi kerja

$$\text{Durasi pekerjaan } \textit{crashing} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Prod.tenaga kerja Shift} \times \text{Jumlah tenaga ker,}}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{521,05}{4,7 \times 5} = 22,1 \text{ hari} \sim 23 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang} = \frac{521,05}{9,5 \times 2,5} = 27,6 \text{ hari} \sim 28 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{521,05}{94,5 \times 0,2} = 5,5 \text{ hari} \sim 6 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{521,05}{85,9 \times 0,3} = 6,1 \text{ hari} \sim 7 \text{ hari}$$

Digunakan durasi tenaga kerja terbesar yaitu tukang. Maka didapat durasi *crashing* selama 28 hari

d. Menentukan biaya tambahan dan upah tenaga kerja

e) Upah *Shift* pagi

$$\text{Pekerja} = \text{Rp.}70.000,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp.}80.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp.}90.000,00$$

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

f) Upah *Shift* malam

$$\text{Upah malam} = (15\% \times \text{upah normal per hari}) + \text{upah normal per hari}$$

$$\text{Pekerja} = (15\% \times \text{Rp.}70.000) + \text{Rp.}70.000$$

$$= \text{Rp.}80.500$$

$$\text{Tukang} = (15\% \times \text{Rp.}80.000) + \text{Rp.}80.000$$

$$= \text{Rp.}92.000$$

$$\text{Kepala Tukang} = (15\% \times \text{Rp.}90.000) + \text{Rp.}90.000$$

$$= \text{Rp.}103.500$$

$$\text{Mandor} = (15\% \times \text{Rp.}100.000) + \text{Rp.}100.000$$

$$= \text{Rp.}115.000$$

a) Total upah tenaga kerja

Total upah = [(upah *shift* pagi + upah *shift* malam) x durasi item pekerjaan x jumlah tenaga kerja]

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= (\text{Rp.70.000} + \text{Rp.80.500}) \times 28 \times 5 \\ &= \text{Rp.21.070.000,00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= (\text{Rp.80.000} + \text{Rp.92.000}) \times 28 \times 3 \\ &= \text{Rp.14.448.000,00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala Tukang} &= (\text{Rp.90.000} + \text{Rp.103.500}) \times 28 \times 1 \\ &= \text{Rp.5.418.000,00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= (\text{Rp.100.000} + \text{Rp.115.000}) \times 28 \times 1 \\ &= \text{Rp.6.020.000,00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Upah} &= \text{Rp.21.070.000} + \text{Rp.14.448.000} + \\ &\text{Rp.5.418.000} + \text{6.020.000,00} \\ &= \text{Rp.46.956.000} \end{aligned}$$

b) *Cost Slope*

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal durasi} - \text{crash durasi}}$$

$$\text{Cost slope / hari} = \frac{46.956.000 - 19.260.000}{42 - 28} = \text{Rp.1.978.286}$$

Cost slope total = *cost slope* per hari x (durasi normal – durasi crash)

$$= 1.978.286 \times (42 - 28)$$

$$= \text{Rp.27.696.000}$$

Berikut di bawah ini adalah tabel rekapitulasi biaya pekerjaan normal dan pekerjaan setelah di *crashing* dengan metode *shift*. Pada penelitian ini yang dapat dilakukan pekerjaan *shift* ada 4 pekerjaan karena melihat dari faktor pekerjaannya dan durasinya.

Tabel 5.4 Rekapitulasi Biaya Pekerjaan Normal dan Crashing

Pekerjaan	Biaya Normal	Biaya Crashing	Durasi Normal	Durasi Crashing	Cost slope per hari	Cost slope total
Pasangan dinding acian	Rp.19.260.000	Rp. 46.956.000	42 hari	28 hari	Rp.1.978.286	Rp.27.696.000
Cat genteng	Rp. 1.000.000	Rp. 2.709.000	3 hari	2 hari	Rp.1.709.000	Rp.1.709.000
Cat plafond	Rp. 1.635.000	Rp. 4.063.500	5 hari	3 hari	Rp.1.214.250	Rp.2.428.500
Pasangan dinding	Rp.655.000	Rp.1.763.000	4 hari	2 hari	Rp.554.000	Rp.1.108.000
TOTAL	Rp.22.550.000	Rp.55.491.500	54 hari	35 hari		Rp.32.941.500

1.6 Pembahasan

Dari hasil analisis perhitungan seperti diatas, maka proyek perumahan Permata Puri di Ngaliyan yang direncanakan selesai dalam waktu 223 hari dengan total anggaran Rp.284.587.000 di percepat menjadi 188 hari dengan total biaya setelah di *crashing* Rp.340.078.500. Berikut besarnya penambahan biaya proyek setelah *Shift*:

$$\text{Penambahan Biaya dengan Shift} = \frac{340.078.500 - 284.587.000}{284.587.000} \times 100\% = 19\%$$

Untuk besaran perpendekan durasi setelah *shift* sebagai berikut:

$$\text{Perpendekan Durasi Setelah Shift} = \frac{223 - 188}{188} \times 100\% = 19\%$$

Berdasarkan perpendekan durasi 19% dengan kebutuhan penambahan biaya 19% maka untuk proyek Perumahan Permata Puri di Ngaliyan lebih menguntungkan menggunakan sistem *shift* apabila budget yang diberikan perusahaan masih sesuai, jika

budget yang di berikan perusahaan tidak sesuai dengan penambahan biaya *shift* maka sebaiknya menggunakan durasi normal.

