

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 HASIL PENELITIAN

Hotel merupakan sarana akomodasi tempat menginap sementara bagi tamu yang datang dari berbagai tempat. Namun seiring berkembangnya zaman fungsi hotel tidak hanya sebagai tempat menginap saja, akan tetapi sekarang ini fungsi hotel juga sebagai tempat melakukan pertemuan bisnis, seminar, tempat berlangsungnya pesta pernikahan, lokakarya dan kegiatan lainnya. Hotel yang nyaman sangat dipengaruhi perencanaan baik oleh perencananya dan disesuaikan dengan tujuan hotel tersebut, sehingga dengan adanya hotel yang nyaman diharapkan konsumen puas dan mau menggunakan jasa hotel kembali dilain waktu.

Pembangunan Hotel Java Village Resort memiliki peranan yang amat penting untuk menunjang industri pariwisata di Jogja. Hotel Java Village Resort dikerjakan oleh PT. Cipta Rekayasa Bumi dengan waktu pelaksanaan proyek sesuai dengan dokumen kontrak yaitu 23 minggu 1 hari (162 hari kalender), terhitung mulai tanggal 14 September 2015 sampai dengan tanggal 24 Februari 2016. Anggaran biaya pelaksanaan proyek ini adalah sebesar Rp 11.000.226.292 (*Sebelas Milyar Dua Ratus Dua Puluh Enam Ribu Dua Ratus Sembilan Puluh Dua Rupiah*).

5.2 ANALISIS DATA

Dalam membuat penjadwalan ulang menggunakan metode PDM pada proyek Hotel Java Village Resort, dianalisa berdasarkan data-data penjadwalan yang didapat dari proyek tersebut. Dimana data-data tersebut berupa data sekunder, data tersebut diperoleh dari PT. Cipta Rekayasa Bumi. Data sekunder didapatkan dari dokumen-dokumen proyek sebagai berikut.

1. Rencana anggaran biaya proyek Hotel Java Village Resort.
2. Kurva S meliputi jenis kegiatan, persentase kegiatan dan durasi kegiatan.
3. *Schedule Proyek* digunakan untuk mendapatkan deskripsi pekerjaan, durasi pekerjaan.
4. Laporan mingguan proyek digunakan untuk mendapatkan tingkat progress aktual dari pekerjaan.

5.2.1 Deskripsi Pekerjaan

Pekerjaan dalam proyek Hotel Java Village Resort ini terdiri dari 11 kelompok pekerjaan induk (*summary task*) yang memiliki sub-sub pekerjaan (*subordinate task*) seperti yang dijelaskan dengan kurva S yang menyediakan suatu kerangka yang umum untuk merencanakan dan mengendalikan pekerjaan untuk dilaksanakan, secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan beberapa diantara pekerjaan adalah pekerjaan persiapan struktur, pekerjaan tanah, pekerjaan lantai 1, pekerjaan lantai 2, pekerjaan lantai 3, pekerjaan lantai atap, pekerjaan beton gwt, pekerjaan beton rumah genset dan pekerjaan struktur atap.

5.2.2 Durasi Proyek

Durasi proyek adalah 162 hari kalender yang berada dalam rentang waktu tanggal 14 September 2015 s/d 24 Februari 2016 untuk menyelesaikan seluruh lingkup pekerjaan pada proyek Hotel Java Village Resort. Durasi dan waktu mulai serta selesai untuk masing-masing pekerjaan dapat dilihat pada lampiran. Dimana perhitungan durasi pekerjaan yang akan dikembangkan dengan metode PDM berdasarkan pada data existing kegiatan proyek Hotel Java Village Resort.

5.2.3 Hubungan Antar Pekerjaan

Pada penjadwalan proyek Hotel Java Village Resort hubungan ketergantungan / keterkaitan antara pekerjaan dapat dilihat pada diagram batang (*bar chart*) pada program penjadwalan *microsoft project* yang berprinsip pada perhitungan PDM dan dengan tampilan *bar chart* yang dapat menunjukkan hubungan keterkaitan tiap pekerjaan pada tabel dibawah ini.

Tabel 5. 1 Hubungan Antar Pekerjaan

No	Jenis Pekerjaan	Predecessors
1	PEKERJAAN PERSIAPAN STRUKTUR	
	Pengukuran koordinat pondasi pilecap	
	PEKERJAAN STRUKTUR	
2	PEKERJAAN TANAH	
	Pek. Galian tanah pilecap	
	Pek. Galian tanah pondasi batu belah	5FF
	Pek. Urugan tanah kembali galian pondasi + pemadatan	5FS+18 days
	Pek. Urugan tanah peninggian lantai dari	6FS+6 days
	Pek. Urugan tanah peninggian lantai dari tanah + aanstamping	7FS-6 days
3	PEKERJAAN BETON	
4	LANTAI SATU, Elev. +0,00 M	
	Pek. pondasi pancang 250x250	2FS+18 days
	Pek. Pilecap 160x160x70 cm P3, P4	12SS+6 days
	Pek. Pilecap 290x273x30 cm P6	12
	Pek. Pilecap 290x511x30 cm P10	12SS+12 days
	Pek. Pondasi batu belah 1:5	13FS-6 days
	Pek. Sloof beton 30/40	13SS+12 days
	Pek. Kolom beton 30/80 K1	13SS+12 days
	Pek. Kolom beton 30/50 K2	13SS+12 days
	Pek. Kolom beton 50/50 K4	13SS+12 days
	Pek. Kolom Beton 15/15 KP	13SS+18 days
	Pek. Tangga beton	21FF
5	LANTAI DUA, Elev. +4,00 M	
	Pek. Balok beton 30/45 B1	19SS+12 days
	Pek. Balok beton 20/45 B2,B3,B4	18SS+12 days
	Pek. Balok beton 35/55 B5	21SS+12 days
	Pek. Balok beton 25/55 B6	21FS+6 days

Lanjutan Tabel 5. 1 Hubungan Antar Pekerjaan

No	Jenis Pekerjaan	Predecessors
	Pek. Balok beton 15/25 BA1	19SS+12 days
	Pek. Balok beton 15/35 BA2	18SS+12 days
	Pek. Balok beton 20/35 BA3	21FS+12 days
	Pek. Plat lantai beton	18SS+12 days
	Pek. beton rumah lift	32SS+6 days
	Pek. Kolom beton 30/80 K1	21FS-6 days
	Pek. Kolom beton 30/50 K2	19FS-12 days
	Pek. Kolom beton 35/35 K3	32FF
	Pek. Kolom beton 50/50 K4a	21FS-6 days
	Pek. Kolom Beton 15/15 KP	22
	Pek. Tangga beton	38FF
6	LANTAI TIGA, Elev. +8,00 M	
	Pek. Balok beton 30/45 B1	38FS-6 days
	Pek. Balok beton 20/45 B2,B3,B4	38FS-6 days
	Pek. Balok beton 35/55 B5	37FS-6 days
	Pek. Balok beton 25/55 B6	41FF
	Pek. Balok beton 15/25 BA1	38FS-6 days
	Pek. Balok beton 15/35 BA2	38FS-6 days
	Pek. Balok beton 20/35 BA3	41FF
	Pek. Plat lantai beton	38FS-6 days
	Pek. beton rumah lift	38
	Pek. Kolom beton 30/80 K1	38FS-6 days
	Pek. Kolom beton 30/50 K2	35;42SS+3days
	Pek. Kolom beton 35/35 K3	43SS+6 days
	Pek. Kolom beton 50/50 K4a	43SS+6 days
	Pek. Kolom Beton 15/15 KP	43SS+6 days
	Pek. Tangga beton	51FF

Lanjutan Tabel 5. 1 Hubungan Antar Pekerjaan

7	LANTAI ATAP, Elev. +12,00 M	
	Pek. Balok beton 30/45 B1	53SS+12 days
	Pek. Balok beton 20/45 B2,B3,B4	54SS+12 days
	Pek. Balok beton 35/55 B5	54SS+12 days
	Pek. Balok beton 25/55 B6	58FF
	Pek. Balok beton 15/25 BA1	54SS+12 days
	Pek. Balok beton 15/35 BA2	54SS+12 days
	Pek. Balok beton 20/35 BA3	58FF
	Pek. Plat Atap beton tbl. 10 cm	57SS+6 days
	Waterproofing membrane	64SS
	Screeding	64SS
	Pas. Roofdrain besi	64SS
	Talang tegak PVC dia. 3" lkp. Assesories	64SS
	Assesories pemipaan	64SS+6 days
8	Pek. Beton GWT	
	Sloof S1 200x300	6FS-6 days
	Balok B1 200x300	71
	Kolom K1 250x250	71SS
	Dinding Beton	71SS
	Plat lantai GWT	71SS
	Plat Tutup GWT	74FS-12 days
9	Pek. Beton Rumah Genset	
	Sloof S1 200x300	86
	Balok B1 200x500	80SS
	Kolom K1 250x250	83SS+6 days
	Plat lantai R. Genset	83SS+6 days
	Plat Atap R. Genset	79FF
	Pek. Pondasi footplate	6FS+36 days
	Pek. Pondasi trapesium	83SS

Lanjutan Tabel 5. 1 Hubungan Antar Pekerjaan

No	Jenis Pekerjaan	<i>Predecessors</i>
	Pek. Pondasi batu belah 1:5	83SS
	Pek. Aanstamping pondasi batu belah	83SS
10	PEK. STRUKTUR ATAP	
	Pek. Rangka atap baja ringan Zinc alume, bentang 16 m	64FS-6 days
	Pas. Aluminium foil single side	64FS-6 days
	Pek. Penutup atap genteng keramik M-class	64FS-6 days
	Pek. Genteng bubung/nok	88FF
	Pas. Talang miring	64FS-6 days
	Pas. Listplank woodplank 20 cm, t. 8 mm + dudukan	64FS-6 days

5.2.4 Tingkat *Progress* Pekerjaan

Tingkat *progress* untuk masing-masing aktivitas dihitung berdasarkan persentase perbandingan biaya masing-masing aktifitas dengan biaya total proyek Rp 11.000.226.292. Persentase tersebut kemudian dialokasikan secara merata pada durasi pelaksanaan masing-masing aktifitas. Dimana untuk mengukur tingkat *progress* pekerjaan digambarkan dalam bentuk kurva S (lampiran), yaitu dengan cara membandingkan kurva S perencanaan pekerjaan dan realisasi pekerjaan aktual. Jika kedua kurva tersebut digabungkan maka akan terlihat jelas *progress* pekerjaan, apakah proyek mengalami keterlambatan atau tidak dan seberapa besar kemiringan kurva tersebut. Selain itu juga digunakan program microsoft project untuk melihat pekerjaan mana saja yang mengalami waktu kritis dan yang dapat menyebabkan keterlambatan.

Dari evaluasi hasil laporan mingguan rata-rata kemajuan pekerjaan proyek antara rencana awal dengan realisasi menunjukkan nilai positif (+) yang menunjukkan pekerjaan tersebut terlambat dari pada waktu yang telah direncanakan, hal ini perlu dilakukan crashing programme dari master schedule sehingga waktu pelaksanaan tidak terlambat dari pada *master schedule*. Namun hal ini dapat menyebabkan kebutuhan sumber daya yang meningkat dan

multitasking sehingga menyulitkan dalam menjadwalkan sumber daya proyek apabila sumber daya yang tersedia dibatasi.

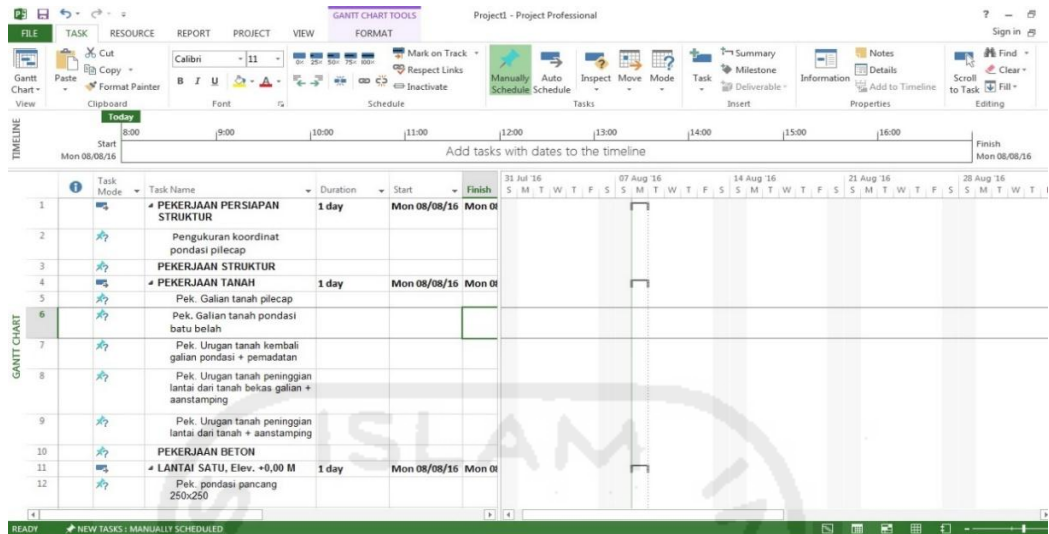
5.3 PENJADWALAN ULANG PROYEK DI *MS. PROJECT*

Untuk membentuk suatu diagram jaringan kerja dengan metode PDM maka dibutuhkan hubungan ketergantungan antar pekerjaan yang satu dengan pekerjaan lainnya dimana hubungan pekerjaan tersebut merupakan kendala (*constraints*) yang dapat mempengaruhi kemampuan sumber daya untuk melaksanakan proyek.

Hubungan antar pekerjaan memiliki ketergantungan yang disebabkan sumber daya dan ketergantungan yang disebabkan oleh sifat kegiatan itu sendiri. Pada proyek Hotel Java Village Resort sebagian besar pekerjaan memiliki hubungan ketergantungan disebabkan oleh sifat kegiatan itu sendiri. Sebagai contoh untuk memulai pekerjaan lantai 1, pekerjaan tanah sebagian sudah selesai, demikian pula dengan pekerjaan sub struktur, pekerjaan pondasi dan galian harus selesai sebagian.

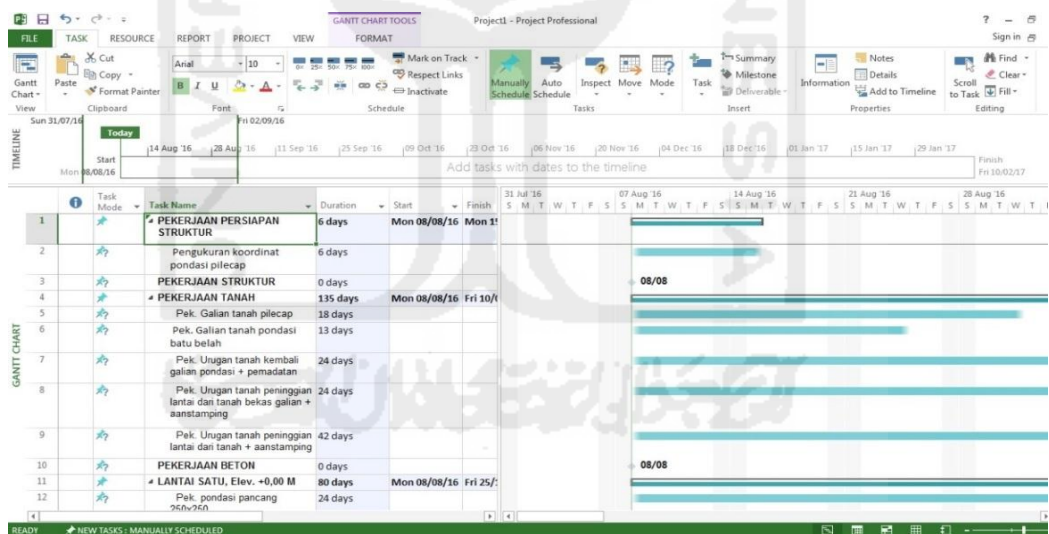
Dalam mengembangkan jadwal dengan metode PDM hubungan ketergantungan antar pekerjaan dilakukan dengan hubungan *Finish to Start*, *Start to Start*, *Finish to Start* dan *Start to Start* dan langkah pertama yang perlu dilakukan adalah memasukan daftar pekerjaan proyek Hotel Java Village Resort ke dalam program *ms. project* selanjutnya mengisi informasi disetiap pekerjaan (durasi, resource, hubungan antar pekerjaan).

Hal pertama yang dilakukan setelah mengatur *project options* yaitu memasukan semua jenis pekerjaan yang ada dalam proyek ke dalam *MS. Project* yang ditunjukkan pada Gambar 5.1 dibawah ini.



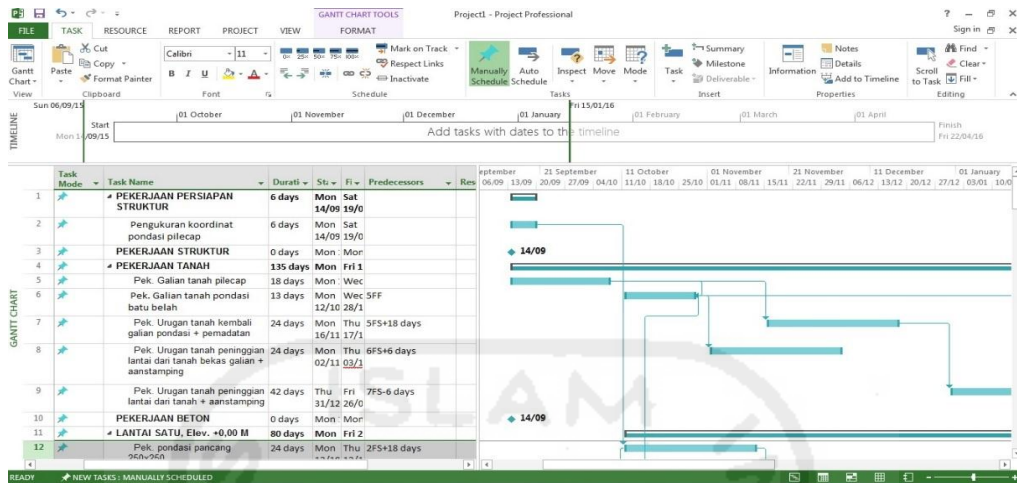
Gambar 5.1 Daftar Pekerjaan

Setelah memasukan daftar pekerjaan proyek selesai maka hal selanjutnya adalah memasukan durasi pekerjaan ke tiap masing – masing pekerjaan sesuai data yang didapatkan yang ditunjukkan pada Gambar 5.2 dibawah ini



Gambar 5.2 Memasukan Durasi ke Tiap Pekerjaan

Setelah memasukan semua durasi pekerjaan maka selanjutnya adalah membuat hubungan antar pekerjaan yang menunjukkan ketergantungan antar pekerjaan yang ditunjukkan pada Gambar 5.3 dibawah ini.



Gambar 5.3 Membuat Hubungan Antar Pekerjaan

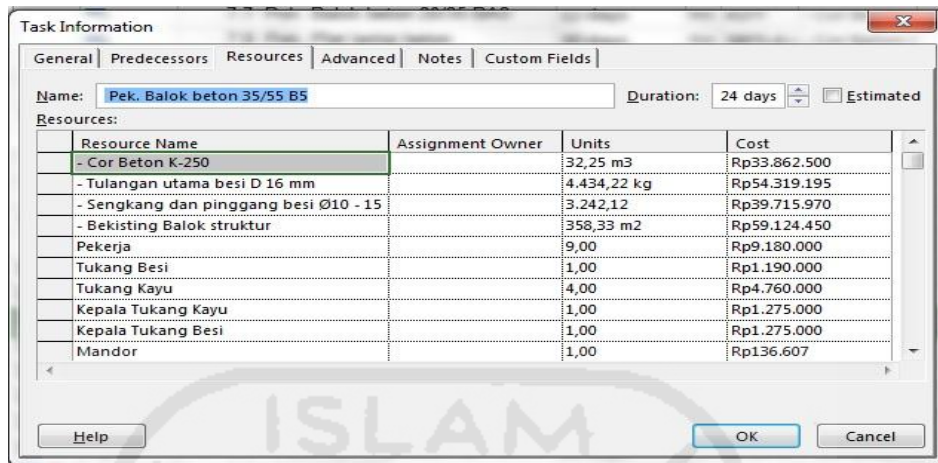
Setelah selesai membuat hubungan antar pekerjaan maka langkah selanjutnya adalah membuat daftar resource yang dibutuhkan material tenaga kerja yang ditunjukkan pada Gambar 5.4 seperti berikut.

The screenshot shows the Resource Sheet view in Microsoft Project Professional. The table lists resources with the following columns: Resource Name, Type, Material Label, Initials, Group, Max. Units, Std. Rate, Ovt. Rate, Cost/Use, Accrue At, Base Calendar, Code, and Add New Color.

Resource ID	Resource Name	Type	Material Label	Initials	Group	Max. Units	Std. Rate	Ovt. Rate	Cost/Use	Accrue At	Base Calendar	Code
56	Pek. Urugan tanah kembali galian pondasi + pemadatan	Material	m3	p			Rp18.000		Rp0	Prorated		
57		Material	m3				Rp92.000		Rp0	Prorated		
58	Pek. Urugan tanah peninggian lantai dan tanah bekas galian + aanstamping	Material	m3				Rp18.000		Rp0	Prorated		
59	Pek. Urugan tanah peninggian lantai dan tanah + aanstamping	Material	m3				Rp92.000		Rp0	Prorated		
1	Mandor	Work				2	Rp85.000/day	Rp24.286/hr	Rp0	Prorated	Standard	
2	Tukang Besi	Work				100	Rp70.000/day	Rp20.000/hr	Rp0	Prorated	Standard	
3	Tukang Batu	Work				100	Rp70.000/day	Rp20.000/hr	Rp0	Prorated	Standard	
4	Pekerja	Work				300	Rp60.000/day	Rp17.143/hr	Rp0	Prorated	Standard	
60	Tukang Kayu	Work				150	Rp70.000/day	Rp20.000/hr	Rp0	Prorated	Standard	
61	Kepala Tukang Besi	Work				50	Rp75.000/day	Rp21.429/hr	Rp0	Prorated	Standard	
62	Kepala Tukang Batu	Work				50	Rp75.000/day	Rp21.429/hr	Rp0	Prorated	Standard	
63	Kepala Tukang Kayu	Work				50	Rp75.000/day	Rp21.429/hr	Rp0	Prorated	Standard	
64	Tukang cat	Work				100	Rp70.000/day	Rp20.000/hr	Rp0	Prorated	Standard	
65	kepala tukang cat	Work				100	Rp75.000/day	Rp21.429/hr	Rp0	Prorated	Standard	
66												
67	tukang	Work				100	Rp70.000/day	Rp20.000/hr	Rp0	Prorated	Standard	
68	Kepala tukang	Work				10	Rp75.000/day	Rp21.429/hr	Rp0	Prorated	Standard	

Gambar 5.4 Membuat Daftar Resource Proyek

Setelah selesai membuat daftar resource proyek selanjutnya adalah mengisi resource yang dibutuhkan pada tiap pekerjaan yang ditunjukkan pada Gambar 5.5 dibawah ini.



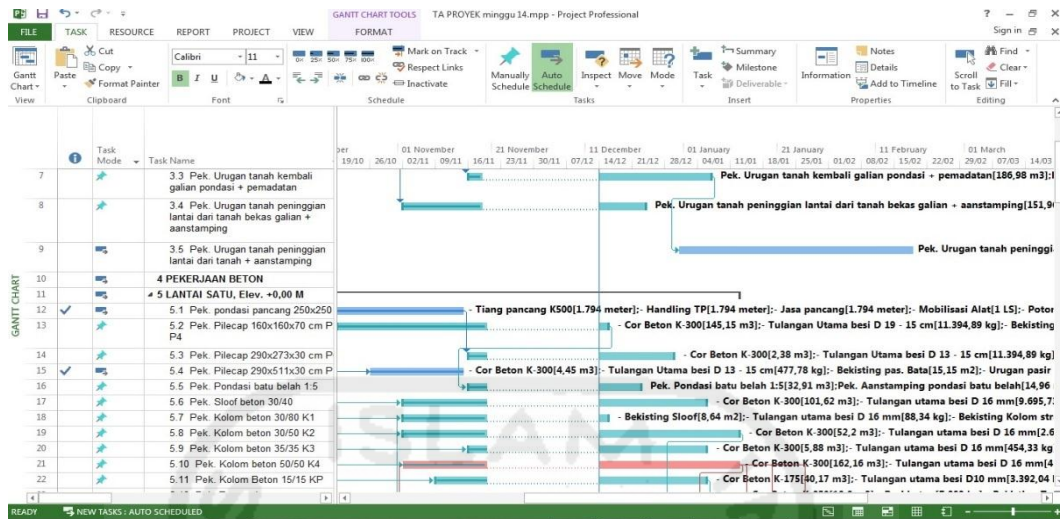
Gambar 5.5 Memasukan Resource pada Tiap Pekerjaan

5.4 PENGUKURAN DAN PENGENDALIAN PROYEK

Setelah membentuk suatu diagram kerja dengan metode PDM maka langkah selanjutnya adalah melakukan evaluasi terhadap hasil laporan proyek (laporan mingguan) yang dapat digunakan untuk pengukuran kinerja proyek (*updating*). Pengukuran kinerja dilakukan berdasarkan tingkat *progress* pekerjaan yaitu dengan menghitung berapa persentase volume pekerjaan yang sudah diselesaikan dari volume keseluruhan pada tiap-tiap item pekerjaan dan berapa hari waktu yang telah dipakai untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

$$\% \text{ Prestasi} = \frac{\text{Volume yang diselesaikan}}{\text{Volume pekerjaan keseluruhan}} \times 100\% \quad (5.1)$$

Setelah mendapatkan data laporan mingguan diagram kerja awal proyek dapat diupdate sesuai laporan di lapangan. Berdasarkan progress pekerjaan minggu ke 13 (6-12 desember) bobot rencana seharusnya mencapai 27,915% hanya tercapai 16,199%, sehingga dapat diketahui deviasi -11,176%. Untuk itu, dari semua aktivitas sisa tersebut perlu dilakukan analisa agar waktu penyelesaian proyek dapat kembali sesuai jadwal rencana atau paling tidak keterlambatan waktu proyek dapat dikurangi sehingga biaya yang dikeluarkan akibat keterlambatan tersebut dapat ditekan seminimum mungkin. Adapun tahapan update pekerjaan seperti pada Gambar 5.6 dibawah ini.



Gambar 5. 6 Memasukan *Resource* pada Tiap Pekerjaan

Setelah dilakukan update pekerjaan pada ms.project sesuai dengan laporan mingguan. Dapat dilihat proyek mengalami keterlambatan sehingga dapat dipastikan waktu selesai proyek mengalami kemunduran dari jadwal. Yang seharusnya proyek selesai pada tanggal 24 february 2016 menjadi 4 april 2016 dan menyisakan durasi selama 141 hari.

5.5 PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS HARIAN NORMAL

Produktivitas didapat dari data alokasi sumber daya yang berupa jumlah sumber daya pada tiap-tiap aktivitas dilapangan.

Produktivitas dihitung dengan cara sebagai berikut.

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi}} \quad (5.2)$$

Volume didapatkan dari Rencana Anggaran Biaya Proyek pada lampiran Contoh perhitungan produktifitas pada Pekerjaan galian tanah batu belah :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &: 82,28 \text{ m}^3 \\ \text{Durasi} &: 12 \text{ hari} \\ \text{Maka produktivitas} &: \frac{82,28}{12} = 6,86 \text{ m}^3/\text{hr} \end{aligned}$$

5.6 MENENTUKAN NORMAL COST

Biaya proyek dapat dibedakan menjadi 2 yaitu : normal cost dan crash cost. Normal cost merupakan biaya total dari aktivitas sisa. Perhitungan normal cost dalam tugas akhir ini dibedakan menjadi normal cost upah dan normal cost alat peralatan dan bahan. Sebelum normal cost didapatkan, terlebih dahulu harga satuan upah, peralatan dan bahan ditentukan. Kemudian ditentukan jumlah harga satuan total dari masing – masing item pekerjaan dengan cara menjumlahkan harga satuan upah, peralatan dan bahan.

1. Jumlah harga satuan upah

Jumlah harga satuan upah diperoleh dari perkalian antara harga satuan upah dengan koefisien tenaga kerja. Jumlah harga upah didapat dari analisa harga yang diperoleh dari data proyek.

Contoh perhitungan harga satuan upah satu paket pekerjaan.

Misal Pekerjaan urugan tanah kembali :

Koefisien tenaga kerja adalah sebagai berikut.

$$\text{Pekerja} = 0,75$$

$$\text{Mandor} = 0,025$$

$$\text{Harga satuan upah} = \frac{\text{Rp } 60.000}{7} \quad (5.3)$$

$$\text{a. Pekerja} = \frac{\text{Rp } 60.000}{7} = \text{Rp } 8.571,42 \text{ /jam}$$

$$\text{b. Mandor} = \frac{\text{Rp } 85.000}{7} = \text{Rp } 12142,85 \text{ /jam}$$

$$\begin{aligned} \sum \text{ harga satuan upah} &= \text{ koefisien tenaga kerja} \times \text{ harga satuan upah} & (5.4) \\ &= (0,75 \times 8.571,42) + (0,025 \times 12142,85) \\ &= \text{Rp } 6.732,14 \end{aligned}$$

2. Jumlah harga satuan per volume (bahan + alat)

Contoh perhitungan harga satuan upah satu paket pekerjaan.

Misal Pekerjaan urugan tanah kembali :

$$\text{Harga pekerjaan galian} = \text{Rp } 18.000/\text{m}^3$$

$$\text{Koefisien bahan} = 1,2$$

$$\begin{aligned} \sum \text{harga satuan bahan} &= \text{koefisien bahan} \times \text{harga satuan bahan} & (5.5) \\ &= 1,2 \times \text{Rp } 18.000 \\ &= \text{Rp } 21.600 \end{aligned}$$

3. Harga satuan peralatan

Harga satuan peralatan juga didapatkan dari data proyek. Khusus untuk harga satuan pekerjaan, tiap item pekerjaan mempunyai perkiraan koefisien dan harga satuan yang berbeda-beda. Contoh perhitungan harga satuan pekerjaan satu paket kegiatan. Misal Aktivitas urugan tanah kembali Koefisien alat :

a. Wheel Loader 10-15 HP	= 0,0268
b. Dump Truck 8-10 m ³	= 0,1877
c. Motor Grader > 100 HP	= 0,0007
d. Vibrator Roller 4-6 ton	= 0,0017
e. Water Tank Truck 3-5k Ltr	= 0,0301
f. Alat Bantu	= 1,0000

Harga Satuan

a. Wheel Loader 10-15 HP	= Rp 175.860/jam
b. Dump Truck 8-10 m ³	= Rp 70.343/jam
c. Motor Grader > 100 HP	= Rp 175.130/jam
d. Vibrator Roller 4-6 ton	= Rp 122.750/jam
e. Water Tank Truck 3-5k Ltr	= Rp 19.563/jam
f. Alat Bantu	= Rp 100/Ls

\sum harga satuan peralatan :

$$\begin{aligned} &\text{Koefisien alat} \times \text{Harga Satuan} & (5.6) \\ &= (0,0268 \times 175.860) + (0,1877 \times 70.343) + (0,0007 \times 175.130) + \\ &\quad (0,0017 \times 122.750) + (0,0301 \times 19.563) + (1,000 \times 100) \\ &= \text{Rp } 18.935,15 \end{aligned}$$

Sehingga jumlah harga satuan total untuk aktivitas pekerjaan urugan tanah kembali adalah :

$$\begin{aligned}\sum \text{satuan total} &= 6.732,14 + 21.600 + 18.935,15 \\ &= \text{Rp } 47.267,29\end{aligned}$$

Untuk perhitungan harga satuan pekerjaan total :

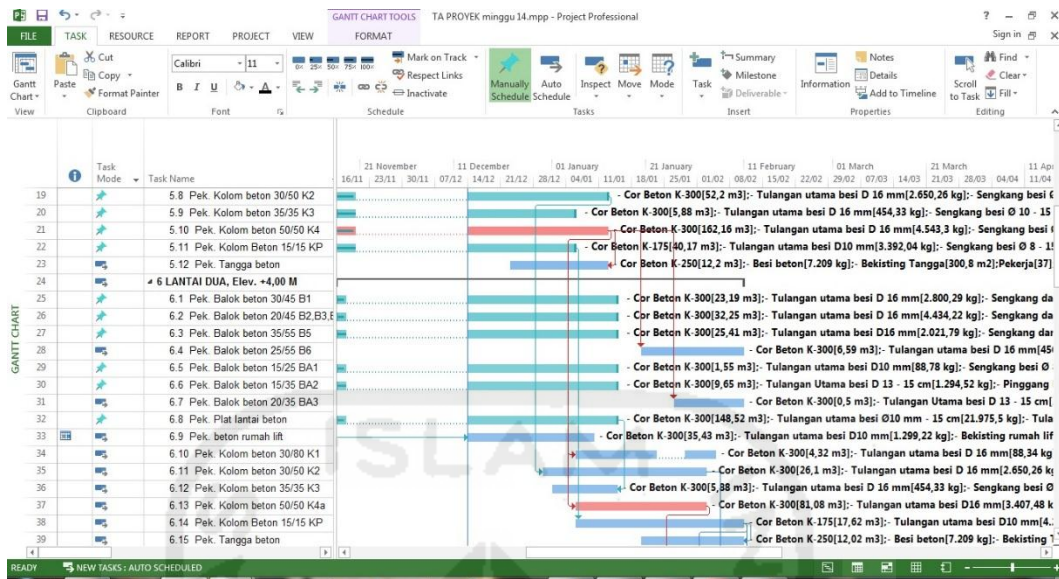
$$\begin{aligned}\sum \text{Satuan total} + \text{Keuntungan } 10\% \text{ dari } \sum \text{Harga Sat total} & \quad (5.7) \\ = 47.267,29 + (10\% \times 47.267,29) \\ = \text{Rp } 51.994,02\end{aligned}$$

Biaya normal dihitung dengan cara :

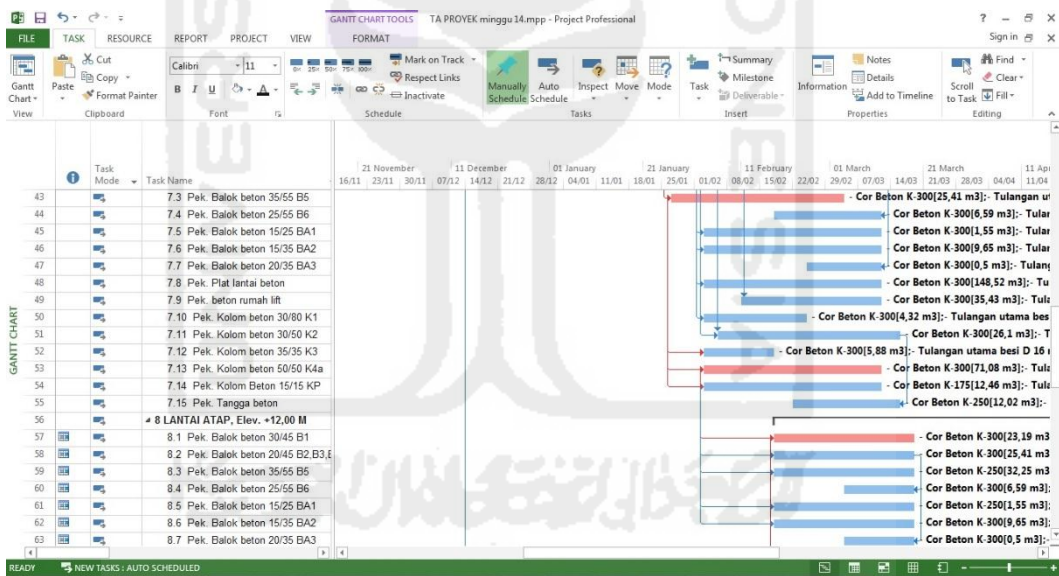
$$\begin{aligned}\text{Volume Pekerjaan} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan Total} & \quad (5.8) \\ = 186,98 \times 51.994,02 \\ = \text{Rp } 9.721.841,86\end{aligned}$$

5.7 LINTAS KRITIS

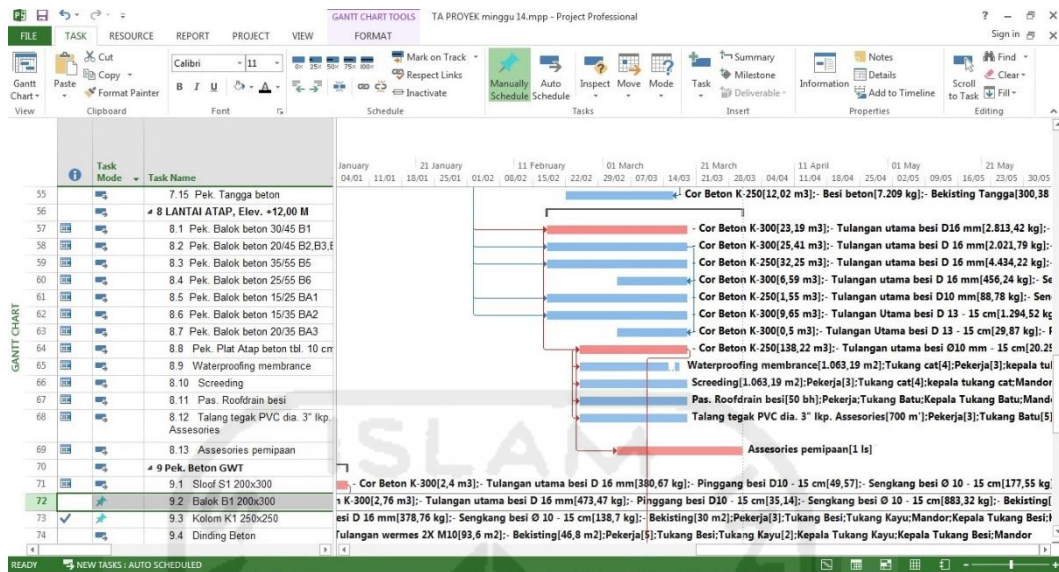
Dari hasil *network planning*, dapat diketahui durasi sisa pekerjaan yaitu 141 hari, dapat dilihat pada lampiran *Schedule MS Project*. Penjadwalan ulang dengan total durasi aktivitas sisa 141 hari dan detail lintasan kritis dapat dilihat pada gambar *schedule MS Project*. Bar berwarna merah menunjukkan bahwa pekerjaan tersebut dalam lintasan kritis.



Gambar 5.7 Lintasan Kritis Proyek



Gambar 5.8 Lintasan Kritis Proyek



Gambar 5. 9 Lintasan Kritis Proyek

Dari gambar diatas dipilih lintasan kritis mana yang dilakukan percepatan dengan mempertimbangkan pengaruh yang paling signifikan terhadap durasi selesainya proyek. Sehingga ditentukan 3 pekerjaan yang dilakukan percepatan yaitu pekerjaan kolom beton 50/50 K4 elevasi 0, pekerjaan kolom beton 50/50 K4a elevasi +4 m dan pekerjaan plat atap beton tebal 10 cm elevasi +12m.

Dalam perhitungan durasi proyek, dipakai sebagai berikut ini.

1. Jam kerja normal yang dipakai 7 jam/hari
2. Dalam satu minggu dipakai 6 hari kerja
3. Durasi yang dipakai yaitu durasi hasil *schedule* ulang dengan aktivitas sisa yaitu 141 hari kerja, dan dengan alternative percepatan nantinya akan bisa mengejar keterlambatan atau paling tidak biaya dapat ditekan seminimum mungkin akibat keterlambatan.

5.8 ALTERNATIF PERCEPATAN

Untuk menghitung *crash cost* dan *crash duration*, maka perlu terlebih dahulu dilakukan alternatif percepatan untuk masing-masing aktivitas. Pada prinsipnya percepatan dilakukan untuk meningkatkan produktivitas, sehingga durasi dapat dipercepat. Skenario crashing dilakukan berdasarkan kebutuhan

sumber daya pada pada tiap-tiap pekerjaan agar durasinya dapat dipercepat. Tetapi dapat juga berdasarkan lama durasi dan besarnya volume pekerjaan. Pada analisis ini percepatan dilakukan dengan mengikat lama durasi percepatan pekerjaan sama setiap alternatif dan membandingkan biaya yang dikeluarkan tiap alternatif. Dalam hal ini menggunakan 3 alternatif yaitu sebagai berikut.

1. Penambahan Tenaga Kerja

Asumsi yang digunakan pada alternative percepatan dengan penambahan tenaga kerja adalah tidak ada kesulitan dalam mendatangkan tenaga kerja. Namun konsekuensinya adalah perlu adanya penambahan biaya akibat mendatangkan tenaga kerja.

2. Penambahan Jam Kerja

Asumsi yang digunakan untuk penambahan jam kerja adalah sebagai berikut.

- a. Dalam 1 hari, aktivitas normal 7 jam dan 1 jam istirahat (08.00 – 16.00 WIB), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal (17.00 – 21.00).
- b. Upah kerja lembur adalah 1,5x upah normal untuk satu jam pertama dan 2x upah normal untuk jam selanjutnya, sesuai KEPMEN No.102 tahun 2004.
- c. Jumlah regu yang digunakan adalah tetap, yaitu sama dengan jumlah regu pada saat kerja normal.
- d. Produktivitas untuk kerja lembur diperhitungkan berkurang 10% tiap satu jam lembur. Penurunan ini disebabkan oleh kelelahan dan keterbatasan pandangan pekerja pada malam hari.

3. Penambahan tenaga kerja dan jam kerja

Alternatif ini menggunakan kombinasi antara penambahan tenaga kerja dan penambahan jam kerja. Dengan tetap mengikuti aturan sesuai alternative keduanya.

5.8.1 Alternatif Penambahan Tenaga Kerja

Contoh perhitungan produktivitas dengan penambahan tenaga kerja: Misal Aktivitas Pek. Plat atap beton Penulangan (Baja Tulangan D16) dengan asumsi percepatan menjadi 12 hari.

1. Volume = 33.217,08 kg
2. *Normal Duration* = 18 hari
3. Produktivitas harian = $\frac{33.217,08}{18}$ (5.2)
= 1845 kg/hari

4. Produktivitas setelah penambahan 6 pekerja, 6 tukang besi durasi 12 hari

$$\text{Produktivitas} = \frac{33.217,08}{12} \quad (5.2)$$

$$= 2768 \text{ kg/hari}$$

5. Durasi setelah *crash* = $\frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas}}$ (5.9)
= $\frac{33.217,08}{2768} = 12$ hari

Mencari kebutuhan penambahan tenaga kerja :

$$\text{Penambahan pekerja} = \frac{\text{Volume} \times \text{Koefisien tenaga kerja}}{\text{Durasi}} \quad (5.10)$$

$$= \frac{33.217,08 \times 0,007}{12} = 18 \text{ orang}$$

Sehingga terjadi penambahan pekerja sebanyak 6 orang dari rencana awal.

Untuk rekapitulasi perhitungan produktivitas dengan penambahan tenaga kerja dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Rekapitulasi Penambahan Tenaga Kerja

Pekerjaan	Durasi normal (hari)	Durasi setelah <i>crash</i> (hari)	Jumlah Penambahan Tenaga Kerja
Kolom beton 50/50 K4	26	21	Pekerja 6 orang Tukang besi 1 orang Tukang kayu 4 orang
Kolom beton 50/50 K4a	30	24	Pekerja 10 orang Tukang besi 1 orang Tukang kayu 5 orang
Plat atap beton 10cm	24	18	Pekerja 26 orang Tukang besi 6 orang Tukang Kayu 10 orang

5.8.2 Alternatif Penambahan Jam Kerja

Contoh perhitungan produktivitas dengan penambahan jam kerja, misal :
Aktivitas Pek. Plat atap beton (Baja Tulangan D16) dengan asumsi percepatan menjadi 12 hari.

1. Volume = 33.217,08 kg
2. *Normal Duration* = 18 hari
3. Produktivitas harian = $\frac{33.217,08}{18}$
= 1845 kg/hari
4. Produktifitas per jam = $\frac{1845}{7}$
= 264 kg/jam
5. Produktivitas setelah penambahan jam lembur selama 4 jam
= 264 x 7 jam + (0,6 x 4 x 264)
= 2504 kg/hari
6. Durasi setelah *crash* = $\frac{Volume}{Produktifitas}$
= $\frac{33.217,08}{2504}$
= 13 hari

Untuk rekapitulasi perhitungan produktivitas dengan penambahan jam lembur dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5. 3 Rekapitulasi Penambahan Jam Lembur

Pekerjaan	Durasi Normal (hari)	Durasi Setelah <i>Crash</i> (hari)	Penambahan Jam Lembur
Kolom beton 50/50 K4	26	21	2 jam
Kolom beton 50/50 K4a	30	24	3 jam
Plat atap beton 10 cm	24	18	3 jam

5.8.3 Alternatif Penambahan Tenaga Kerja dan Jam Kerja

Contoh perhitungan produktivitas dengan penambahan jam kerja: Misal Aktivitas Pek. Plat atap beton (Baja Tulangan D16) dengan asumsi percepatan menjadi 12 hari.

1. Volume = 33.217,08 kg
2. Normal Duration = 18 hari
3. Produktivitas harian = $\frac{33.217,08}{18}$ = 1845 kg/hari
4. Produktivitas setelah penambahan 4 pekerja, 4 tukang besi durasi 14 hari
= $\frac{33.217,08}{14}$ = 2372,64 kg/hari
5. Produktifitas perjam = $\frac{2372,64}{7}$ = 338 kg/jam
6. Produktivitas setelah penambahan jam lembur selama 1 jam
= (338 x 7) + (0,9 x 1 x 338) = 2678 kg/hari
7. Produktivitas setelah penambahan jam lembur selama 1 jam = 2678 kg/hari
8. Durasi setelah crash = $\frac{33.217,08}{2678}$ = 12 hari

Mencari kebutuhan penambahan tenaga kerja = $\frac{\text{Volume} \times \text{Koefisien tenaga kerja}}{\text{Durasi}}$

$$\text{Pekerja} = \frac{33.217,08 \times 0,007}{14} = 16 \text{ orang}$$

Sehingga terjadi penambahan pekerja sebanyak 4 orang dari rencana awal.

Untuk rekapitulasi perhitungan produktivitas dengan penambahan tenaga kerja dan jam lembur dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.4 Rekapitulasi penambahan tenaga kerja dan jam lembur

Pekerjaan	Durasi normal	Durasi stlh crash	Jumlah penambahan tenaga kerja	Penamhan jam lembur
Kolom beton 50/50 K4	26	21	Pekerja 2 orang Tukang besi 1 orang Tukang kayu 2 orang	1 jam
Kolom beton 50/50 K4a	30	24	Pekerja 6 orang Tukang besi 1 orang Tukang kayu 3 orang	1 jam
Plat atap beton 10cm	24	18	Pekerja 15 orang Tukang besi 4 orang Tukang Kayu 6 orang	1 jam

5.9 PERHITUNGAN TENAGA KERJA

5.9.1 Alternatif Penambahan Tenaga Kerja

Berikut merupakan contoh perhitungan normal *cost* pekerjaan Plat atap beton tebal 10 cm :

1. Durasi normal = 24 hari
2. Harga satuan upah

= pekerja	= Rp 60.000
= Tukang besi	= Rp 70.000
= Tukang kayu	= Rp 70.000
= Kepala tukang	= Rp 75.000
= Mandor	= Rp 85.000

3. Harga satuan upah lembur jam pertama

= pekerja	= Rp 12.857
= Tukang besi	= Rp 15.000
= Tukang kayu	= Rp 15.000
= Kepala tukang	= Rp 16.071
= Mandor	= Rp 18.214

4. Harga satuan upah lembur jam kedua dan selanjutnya

= pekerja	= Rp 17.143
= Tukang besi	= Rp 20.000
= Tukang kayu	= Rp 20.000
= Kepala tukang	= Rp 21.429
= Mandor	= Rp 24.286

5. Biaya normal

= 52 Pekerja	= Rp 60.000 x 52 x 24	= Rp 74.880.000
= 12 Tukang besi	= Rp 70.000 x 12 x 24	= Rp 20.160.000
= 19 Tukang kayu	= Rp 70.000 x 19 x 24	= Rp 31.920.000
= 1 Kepala tukang	= Rp 75.000 x 1 x 24	= Rp 2.040.000
= 1 Mandor	= Rp 85.000 x 1 x 24	= Rp 1.800.000

5.9.2 Perhitungan *Crash* dengan Penambahan Tenaga Kerja

- Durasi *crash* = 18 hari
- Biaya *crash* dengan penambahan tenaga kerja

= 78 Pekerja	= Rp 60.000 x 78 x 18	= Rp 84.240.000
= 18 Tukang besi	= Rp 70.000 x 18 x 18	= Rp 22.680.000
= 29 Tukang kayu	= Rp 70.000 x 29 x 18	= Rp 36.540.000
= 1 Kepala tukang	= Rp 75.000 x 1 x 18	= Rp 1.530.000
= 1 Mandor	= Rp 85.000 x 1 x 18	= Rp 1.350.000

5.9.3 Perhitungan *Crash* dengan Penambahan Jam Lembur

1. Durasi *crash* = 18 hari
2. Biaya *crash* dengan lembur (3 jam)
 - = 52 Pekerja = $(Rp\ 60.000 \times 52 \times 18) + (1 \times Rp\ 12.857 \times 18)$
 $+ (2 \times Rp\ 17.143 \times 18)$
 $= Rp\ 58.611.429$
 - = 12 Tukang besi = $(Rp\ 70.000 \times 12 \times 18) + (1 \times Rp\ 15.000 \times 18)$
 $+ (2 \times Rp\ 20.000 \times 18)$
 $= Rp\ 15.780.000$
 - = 19 Tukang kayu = $(Rp\ 70.000 \times 19 \times 18) + (1 \times Rp\ 15.000 \times 18)$
 $+ (2 \times Rp\ 20.000 \times 18)$
 $= Rp\ 24.985.000$
 - = 1 Kepala tukang = $(Rp\ 75.000 \times 1 \times 18) + (1 \times Rp\ 16.071 \times 18)$
 $+ (2 \times Rp\ 21.429 \times 18)$
 $= Rp\ 1.408.929$
 - = 1 Mandor = $(Rp\ 85.000 \times 1 \times 18) + (1 \times Rp\ 18.214 \times 18)$
 $+ (2 \times Rp\ 24.286 \times 18)$
 $= Rp\ 1.596.786$

5.9.4 Perhitungan *Crash* dengan Penambahan Tenaga Kerja dan Jam Lembur

1. Durasi *crash* = 18 hari
2. Biaya *crash* dengan kombinasi (Penambahan tenaga kerja dan lembur 1 jam)
 - = 67 Pekerja = $(Rp\ 60.000 \times 67 \times 18) + (1 \times Rp\ 12.857 \times 18)$
 $= Rp\ 73.221.429$
 - = 16 Tukang besi = $(Rp\ 70.000 \times 16 \times 18) + (1 \times Rp\ 15.000 \times 18)$
 $= Rp\ 20.400.000$
 - = 25 Tukang kayu = $(Rp\ 70.000 \times 25 \times 18) + (1 \times Rp\ 15.000 \times 18)$
 $= Rp\ 31.875.000$

$$\begin{aligned}
 &= 1 \text{ Kepala tukang} &&= (\text{Rp } 75.000 \times 1 \times 18) + (1 \times \text{Rp } 16.071 \times 18) \\
 &&&= \text{Rp } 1.366.071 \\
 &= 1 \text{ Mandor} &&= (\text{Rp } 85.000 \times 1 \times 18) + (1 \times \text{Rp } 18.214 \times 18) \\
 &&&= \text{Rp } 1.548.214
 \end{aligned}$$

Untuk rekapitulasi perhitungan biaya *crashing* tiap pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut ini.

Tabel 5. 5 Rekapitulasi Perhitungan Biaya *Crashing*

Pekerjaan	Biaya normal	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Kolom beton 50/50 K4	Rp 74.880.000	Rp 75.390.000	Rp 61.920.000	Rp 63.855.000
Kolom beton 50/50 K4a	Rp 90.300.000	Rp 96.720.000	Rp 74.605.000	Rp 91.287.857
Plat atap beton 10cm	Rp 130.800.000	Rp 146.340.000	Rp 102.382.143	Rp 128.410.714
Total	Rp 295.980.000	Rp 318.450.000	Rp 238.907.143	Rp 283.553.571

Perhitungan tingkat efisiensi biaya alternatif terhadap biaya normal

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Penambahan tenaga kerja} &= \frac{318.450.000 - 295.980.000}{295.980.000} \times 100\% = 7,59\% \\
 2. \text{ Penambahan jam kerja} &= \frac{238.907.143 - 295.980.000}{295.980.000} \times 100\% = -19,28\% \\
 3. \text{ Penambahan tenaga dan jam kerja} &= \frac{283.553.571 - 295.980.000}{295.980.000} \times 100\% = -4,19\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa alternatif dengan penambahan jam kerja lebih hemat 19,28% dari biaya normal. Tanda minus (-) pada hasil perhitungan menandakan biaya lebih hemat dari biaya normal.

5.10 PERHITUNGAN *COST SLOPE*

Dengan adanya percepatan durasi pelaksanaan pada aktivitas tertentu, maka akan terjadi penambahan biaya akibat percepatan durasi tersebut. Pertambahan biaya percepatan tersebut tergantung besarnya durasi percepatan yang direncanakan serta total biaya setelah percepatan (*crash cost*). Semakin besar

crash costnya, maka akan semakin besar nilai cost slopenya. Contoh perhitungan *Cost Slope* Penambahan tenaga kerja, misal : Aktivitas Plat atap beton 10cm.

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}}$$

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Rp } 146.340.000 - \text{Rp } 130.800.000}{24 - 18} = \text{Rp } 2.590.000$$

Untuk rekapitulasi perhitungan cost slope tiap pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut ini.

Tabel 5. 6 Rekapitulasi Perhitungan *Cost Slope*

Pekerjaan	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Kolom beton 50/50 K4	Rp 102.000	-Rp 2.592.000	-Rp 2.205.000
Kolom beton 50/50 K4a	Rp 1.070.000	-Rp 2.615.833	Rp 164.643
Plat atap beton 10cm	Rp 2.590.000	-Rp 4.736.310	-Rp 398.214
Total	Rp 3.762.000	-Rp 9.944.143	-Rp 2.438.571

Hasil ini telah divalidasi oleh Ir. Faisol A M, M.S. sebagai pakar manajemen proyek yang sangat berpengalaman dalam bidangnya menyatakan bahwa percepatan proyek ini sangat memungkinkan untuk diterapkan untuk proyek swakelola maupun kontraktor.