

BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Data Lapangan

Proyek yang ditinjau dalam penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Entrepreneurship Terpadu Tahap II Universitas Brawijaya, dengan :

Nilai Kontrak : Rp.24.050.124.000,-

Waktu Pelaksanaan : 150 Hari Kalender

Tanggal Pekerjaan dimulai : 25 Juli 2013

Tanggal Pekerjaan selesai : 21 Desember 2013

Pada penelitian ini, hanya dijabarkan secara terperinci tentang pekerjaan struktur proyek. Proyek ini terdapat 10 lantai yang akan dikerjakan, akan tetapi untuk penelitian ini dipotong menjadi 7 lantai. Sehingga pekerjaan mobilisasi dan pekerjaan pengembalian kondisi dan pekerjaan minor tidak dimasukkan, dengan rincian sebagai berikut:

Nilai kontrak struktur 10 lantai : Rp. 16,878,252,073.28

Nilai kontrak Struktur 7 lantai : Rp. 11,927,341,084.74

Waktu pelaksanaan : 95 hari kalender

Tanggal mulai pelaksanaan Struktur : 25 Juli 2013

PERINCIAN PEKERJAAN (BILL OF QUANTITY)

PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM ENTERPRENEURSHIP TERPADU

UNIVERSITAS BRAWIJAYA TAHAP II

LOKASI : UNIVERSITAS BRAWIJAYA JL. VETERAN, MALANG

LINGKUP PEKERJAAN : STRUKTUR

NO	ITEM PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (Rp)
REKAPITULASI		
A	PEKERJAAN STRUKTUR	
II	BANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM SOSIO ENTERPRENEURSHIP	
II.2	PEKERJAAN STRUKTUR BETON	
II.2.1	SUB STRUKTUR	60,484,952.99
II.2.2	UPPER STRUKTUR	
II.2.2.1	Lantai Semi Basement (El. - 3.500)	46,724,900.22
II.2.2.2	Lantai Satu (El. - 50)	2,239,059,152.44
II.2.2.3	Lantai Dua (El. + 4.150)	2,099,553,847.48
II.2.2.4	Lantai Tiga (El. + 8.350)	1,883,663,958.12
II.2.2.5	Lantai Empat (El. + 12.550)	1,381,635,418.40
II.2.2.6	Lantai Lima (El. + 16.750)	1,410,115,808.02
II.2.2.7	Lantai Enam (El. + 20.950)	1,413,075,490.54
II.2.2.8	Lantai Tujuh (El. + 25.150)	1,393,027,556.52
II.2.2.9	Lantai Delapan (El. + 29.350)	1,402,766,694.14
II.2.2.10	Lantai Sembilan (El. + 33.600)	1,364,319,517.16
II.2.2.11	Lantai Sepuluh (El. + 37.750)	1,322,463,098.71
I.3.2.12	Lantai RL.1 (El. +)	346,647,335.18
II.2.2.13	Lantai RL.2 (El. +)	514,714,343.35
TOTAL - II.BANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM SOSIO ENTERPRENEURSHIP :		11,927,341,084.74
TOTAL - II.BANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM SOSIO ENTERPRENEURSHIP :		16,878,252,073.28

Note: Highlight warna biru adalah hasil analisa MCO sementara

5.2. Analisis Data

Pada bab ini pula akan dijabarkan secara terperinci mengenai optimasi waktu dan biaya proyek dengan metode crash pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Entrepreneurship Terpadu Tahap II Universitas Brawijaya dengan program *Microsoft Project 2007*. Analisis data dilakukan dengan menginputkan data secara langsung ke dalam program *Microsoft Project 2007*, yang meliputi dua tahap yaitu:

1. Menyusun rencana jadwal dan biaya proyek (*baseline*)
2. Optimalisasi dengan (*actual overtime work*)

5.2.1 Menyusun Rencana Jadwal dan Biaya Proyek (*Baseline*)

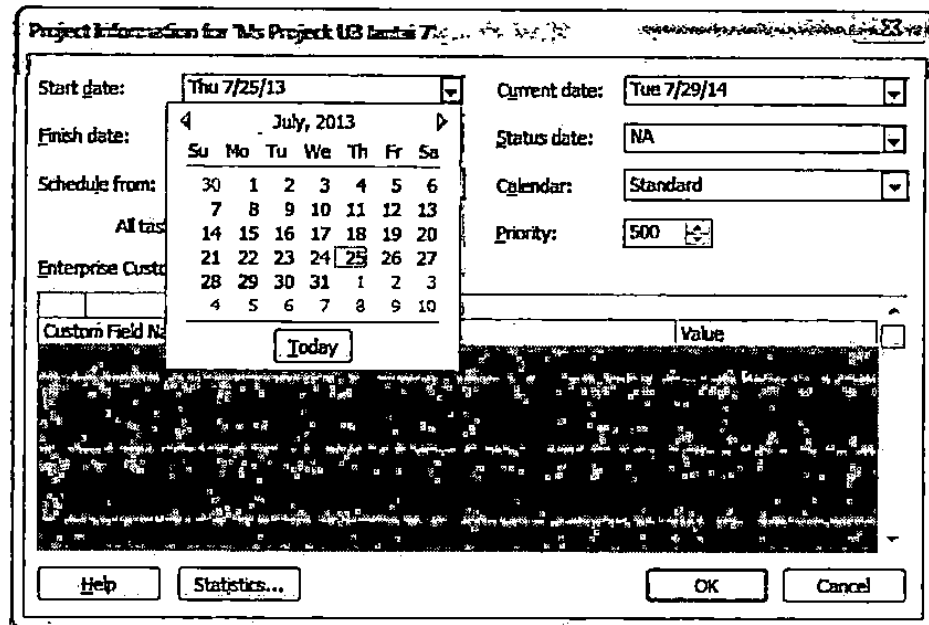
Langkah-langkah yang dilakukan untuk menyusun rencana jadwal dan biaya proyek pada *Microsoft Project 2007* sebagai berikut:

1. Membuat lembar kerja baru

Klik tombol **Start > Program > Microsoft Office > Microsoft Office Project 2007**.

2. Memasukan tanggal dimulai proyek

Mengaktifkan menu **Project > Project Information**. Pada kotak dialog **Project Information** dipilih **Schedule From : Project Start Date** dan memasukan tanggal dimulainya proyek yaitu 25 Juli 2013 pada kotak **Start Date**. Langkah



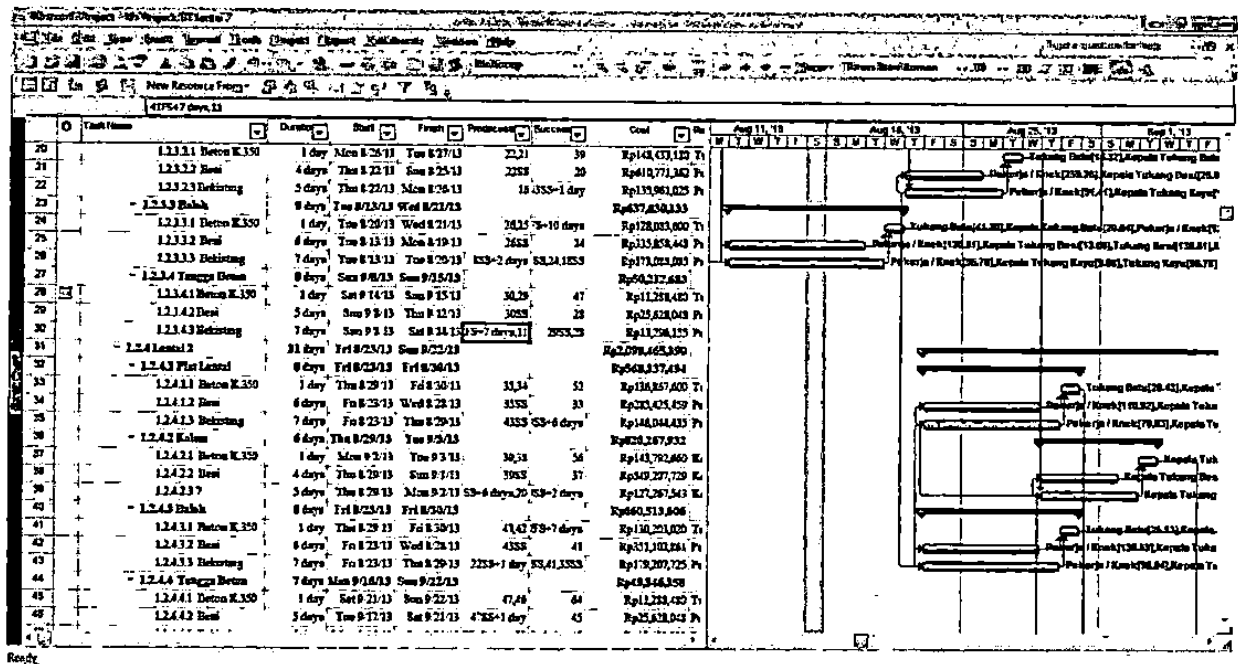
Gambar 5.2. Memasukan Tanggal Dimulainya Proyek

3. Memasukan data kegiatan proyek dengan mengetikannya pada kolom **Task Name** dan waktu kegiatan pada kolom **Durasi**. Setelah kolom durasi diisi, kolom **Start** dan **Finish** akan terisi secara otomatis.
4. Memasukan hubungan antara pekerjaan satu dengan yang lainnya pada kolom **Predecessor**.

Contoh pengisian:

- a. Pekerjaan beton cor K.350 (pada baris 16) dimulai setelah pekerjaan bekisting (pada baris ke 18) selesai dikerjakan (**Finish to Start**). Maka, pada kolom *predecessor* pekerjaan pekerjaan cor K.350 diisi 18FS.
- b. Pekerjaan bekisting tangga (pada baris 30) dapat dilakukan 7 hari setelah pekerjaan cor beton K.350 (pada baris 41). Maka, pada kolom *predecessor* pekerjaan bekisting tangga diisi 41FS+7days. Hasil langkah 3 dan 4 dapat

ditampilkan pada Gambar 5.3 dibawah.



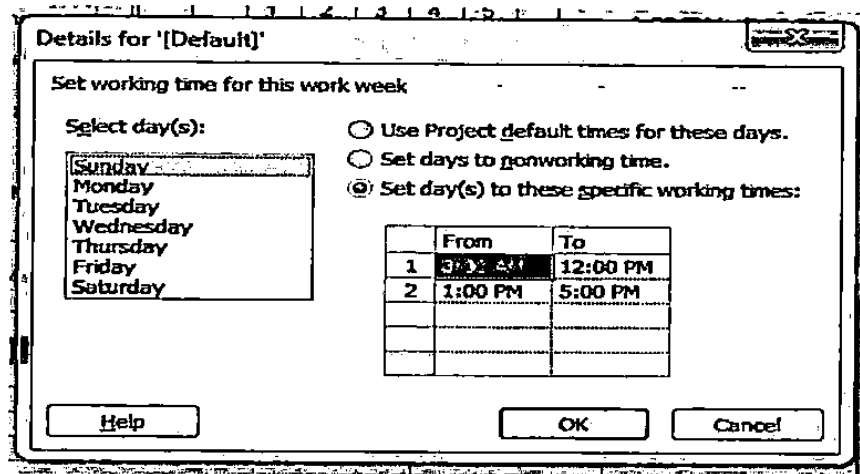
Gambar 5.3. Penyesunan Pekerjaan (Task)

5. Menyusun kalender kerja untuk menentukan hari kerja dan jam kerja.

Pada proyek ini hari kerja dalam seminggu adalah 7 hari. Sedangkan pada *Microsoft Project 2007* secara *default* adalah 5 hari kerja dalam seminggu.

Untuk mengubah maka dilakukan dengan cara :

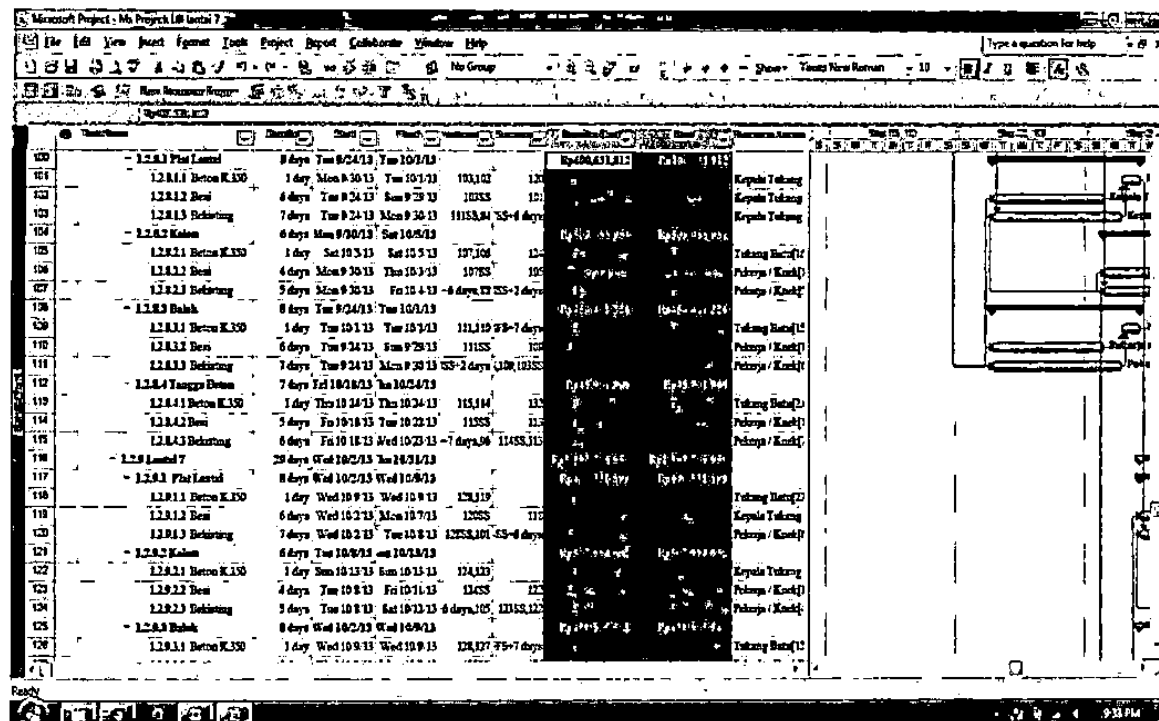
- Memilih menu **Tools > Change Working Time**.
- Klik tab **Work Weeks > Details**
- Pada select day(s), pilih **Sunday > set day(s) to these specific working times**.
- Mengisi **From: 08.00 To 12.00** dan **From: 13.00 To 17.00**.
- Untuk hari Sabtu maka dilakukan perubahan yang sama seperti hari



Gambar 5.4. Menyusun Kalender Kerja

6. Menyimpan rencana jadwal dan biaya sebagai *baseline*.

Klik menu **Tools > Tracking > Set baseline**, sehingga kolom *baseline* yang semula nol akan terisi sebagai target biaya yang nilainya sama dengan **Total Cost**.



Gambar 5.5. Penyimpanan Sebagai Baseline

5.2.2 Optimalisasi Dengan (*Actual Overtime Work*)

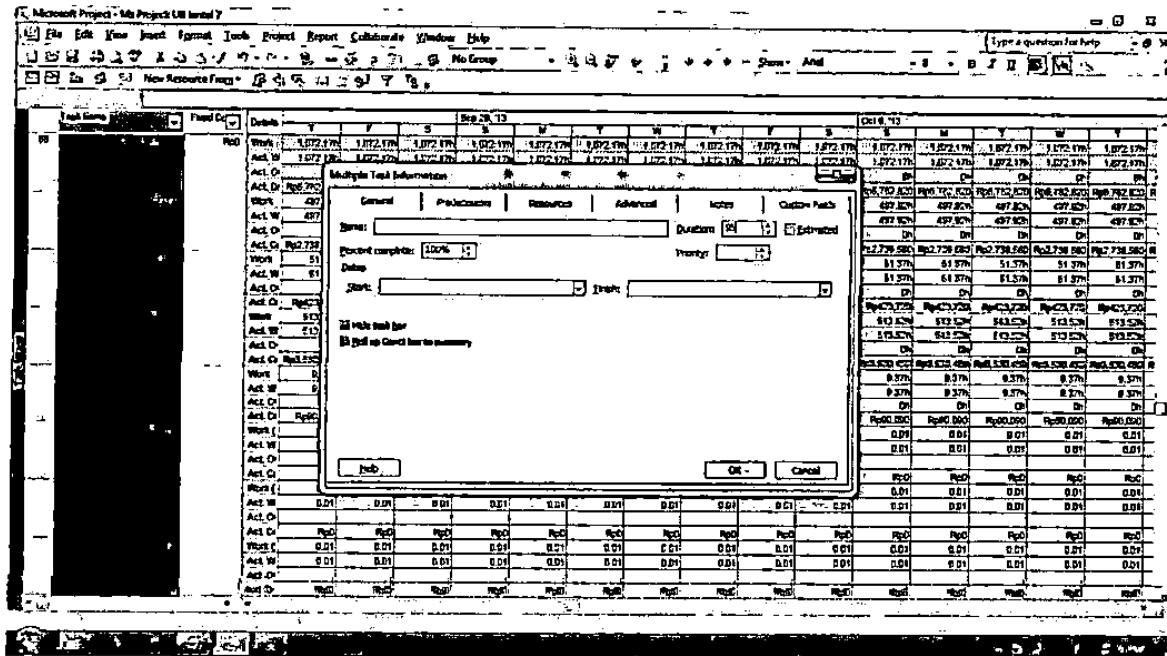
Optimalisasi dilakukan dengan mengisi data yang telah dioptimalkan untuk dibandingkan dengan rencana. Langkah-langkah pada tahap ini meliputi:

1. Membagi layar Microsoft Project menjadi dua (atas dan bawah) untuk memasukkan data *crash* perencanaan. Layaran atas berupa Gantt Chart View dua layar bawah dengan Task Usage, lalu klik View > Table : Cost.
2. Menambahkan baris pada bagian kanan Task Usage dengan menekan mouse kanan, pilih Detail Styles. Masukkan Actual Work (Show), Actual Overtime Work (Show), Actual Cost (Show), OK

Task Name	Resource	Start	Act W	Act O	Act C
Papan	Manpower	20-Sep-12			
Dapur	Manpower	20-Sep-12			
Lantai 1	Manpower	20-Sep-12			
Lantai 2	Manpower	20-Sep-12			
Pondok Lantai	Manpower	20-Sep-12			
Beton K.350	Manpower	20-Sep-12			

Gambar. 5.6. Hasil Task Usage.

3. Melakukan Tracking terlebih dahulu sebelum memasukkan jam lembur pada baris Actual Overtime Work yaitu dengan cara Klik Task > Task Information > General > Percent complete (100%) > Duration (sesuai



Gambar. 5.7. Langkah *Tracking*.

4. Memasukkan jam lembur *resources work* pada baris baris *actual overtime work*.

Cara pengisian :

Pekerjaan (Bekisting kolom lantai 1) task 22 dalam perhitungan dapat diselesaikan dengan 40 jam yang berarti pekerjaan dikerjakan dalam 5 hari dengan prediksi lembur 1 sampai 4 jam. Durasi 5 hari telah dimasukkan dalam Duration pada langkah 5. Langkah 6 hanya memasukkann jam lembur sesuai hasil pada percobaan jam lembur. **Actual Overtime Work** dengan menuliskan 4.49 hari untuk jam lembur 1 jam, 4.12 hari untuk lembur 2 jam, 3.85 hari untuk lembur 3 jam dan 3.64 hari untuk lembur 4 jam. Kemudian secara otomatis *microsoft project* akan menghitung dalam benntuk *days*.

Pekerjaan Bekisting Kolom Lantai 1 (Untuk lembur 1 jam):

Data

- Durasi /hari (Cd) = 5 hari
- Volume (V) = 1,014.11 m²
- Produktifitas Normal (Fn) = $\frac{V}{Cd} = \frac{1014.11}{5} = 202.82 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Produktifitas/jam (F) = $\frac{F}{Nd} = \frac{202.82}{8} = 25.35 \text{ m}^2/\text{jam}$

Crashing pada 1 jam pertama.

- Jam kerja/jam (Ndc) = 8 + 1 = 9 jam/hari
- Produktifitas/jam = 25.35 m²/jam (Jam kerja normal)
- Koefesien pengurangan produktivitas pada 1 jam lembur (0.9)
- Produktifitas Crash (Fc) = 25.35 * 0.9 = 22.82 m²/jam
- Produktifitas Normal (Fn) = (F*(Ndc-jam lembur)+Fc*jam lembur)
 = (25.35*(9-1)+22.82*1)
 = 225.62 m²/hari
- Durasi (Dc) = $\frac{V}{Fn} = \frac{1014.11}{225.62} = 4.49 \text{ hari}$

Jam lembur hanya untuk *resources work* (pekerja, tukang, kepala tukang, dan mandor).

Langkah memasukkan jam lembur pada *Microsoft Project* :

- Menampilkan layar seperti langkah nomer. 2 diatas.
- Kolom **Actual Work** diisi jumlah *resources* sesuai hitungan :

Jumlah pekerja normal

Pekerja = 91.41 orang

Kepala tukang = 10.06 orang

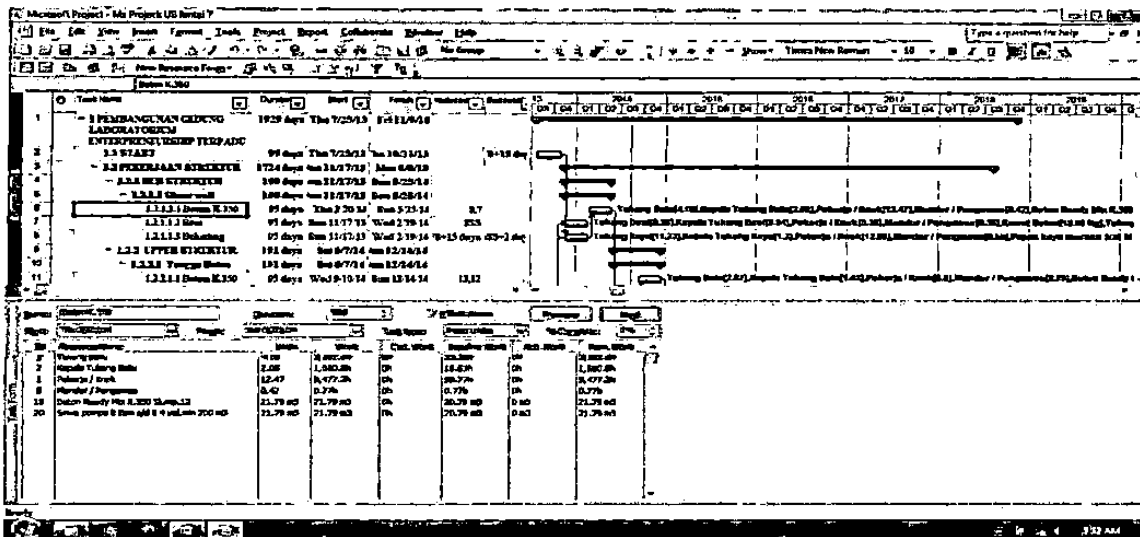
Tukang kayu = 100.55 orang

Mandor = 1.83 orang

- Total jam lembur = $N_d * D_c = (8 * 0.51) = 4.04$ jam
- Pekerja = $91.41 * 4.04 = 369.76$ orang
- Kepala tukang = $10.06 * 4.04 = 40.67$ orang
- Tukang kayu = $100.55 * 4.04 = 406.73$ orang
- Mandor = $1.83 * 4.04 = 7.40$ orang

(berlaku untuk *resources work* lain dan secara otomatis *Microsoft Project* akan menghitung dalam bentuk *days*).

- Kolom **Actual Cost** terisi jumlah biaya yang otomatis terhitung jika kolom **Actual Work** dan **Actual Overtime** telah terisi.
- Kolom **Work** terisi jumlah dari **Actual Work** dan **Actual Overtime**.



Gambar. 5.8. Input Durasi Lembur pada *Micosoft Project*.

Tabel. 5.1. Baseline

NO	Uraian Pekerjaan	Biaya (Rupiah)	Durasi (Hari)
A.	Pekerjaan Struktur		
II.	Bangunan Gedung Laboratorium Sosio Entrepreneurship		
II.2.	Pekerjaan Struktur Beton		
II.2.1.	Sub Struktur		

1	Shear Wail SW	60,414,274.20	10 Days
II.2.2.	Upper Struktur.		
1	Tangga Beton T = 15 Cm	46,621,639.80	7 Days
II.2.2.2.	Lantai Satu (El. - 50)		
1	Plat Lantai	656,539,606.80	8 Days
2	Pek.Kolom	895,165,507.20	6 Days
3	Balok	637,030,133.20	8 Days
4	Tangga Beton	50,212,683.00	8 Days
II.2.2.3.	Lantai Dua (El. + 4.150)		
1	Plat Lantai	568,337,494.00	8 Days
2	Pek.Kolom	820,267,932.00	6 Days
3	Balok	660,513,606.00	8 Days
4	Tangga Beton	49,346,358.00	7 Days
II.2.2.4.	Lantai Tiga (El. + 8.350)		
1	Plat Lantai	674,596,617.20	8 Days
2	Pek.Kolom	510,780,819.60	6 Days
3	Balok	648,130,365.40	8 Days
4	Tangga Beton	49,350,673.20	7 Days
II.2.2.5.	Lantai Empat (El. + 12.550)		
1	Plat Lantai	400,781,450.20	8 Days
2	Pek.Kolom	509,479,471.60	6 Days
3	Balok	423,257,013.00	8 Days
4	Tangga Beton	48,260,068.20	7 Days
II.2.2.6.	Lantai Lima (El. + 16.750)		
1	Plat Lantai	399,542,839.20	8 Days
2	Pek.Kolom	511,052,967.40	6 Days
3	Balok	450,762,743.20	8 Days
4	Tangga Beton	48,701,928.20	7 Days
II.2.2.7.	Lantai Enam (El. + 20.950)		
1	Plat Lantai	400,631,812.40	8 Days
2	Pek.Kolom	509,088,980.80	6 Days
3	Balok	454,401,325.80	8 Days
4	Tangga Beton	48,901,908.20	7 Days
II.2.2.8.	Lantai Tujuh (El. + 25.150)		
1	Plat Lantai	400,331,899.00	8 Days
2	Pek.Kolom	507,669,601.48	6 Days
3	Balok	436,805,541.20	8 Days
4	Tangga Beton	48,901,908.20	7 Days
Total		11,925,879,167.68	

5.3 Pembahasan

5.3.1. Percepatan Proyek (*Crash Program*)

Percepatan dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain : menambah sumber daya berkualitas. Penambahan waktu jam kerja (lembur), mengatur kembali jadwal yang terlambat maupun saling tukar tenaga kerja yang memiliki keahlian yang sama. Namun, pada penelitian ini hanya akan dilakukan percepatan dengan metode penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan sumber daya. Dalam metode inipun harus diperhatikan beberapa hal antara lain :

- a. Kondisi ruang gerak di tempat kerja yang mengharuskan menggunakan sejumlah pekerja tertentu.
- b. Penggunaan pekerja yang lebih banyak akan menurunkan productifitas kelompok kerja tersebut.

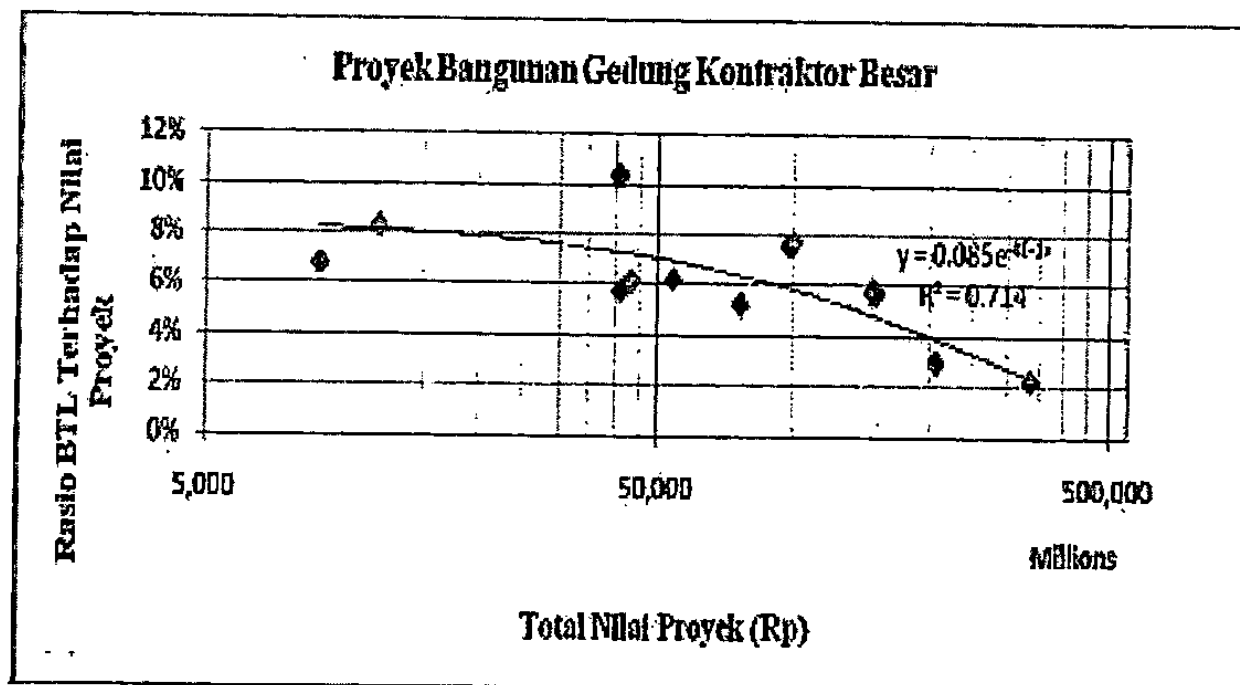
Berdasarkan bagan balok (*gantt chart*) pada *Microsoft Project* dapat dilihat lintasan kritis. Pada penelitian ini yang dipercepat hanya proyek bagian struktur dan diambil 7 lantai dari 10 lantai serta dilakukan *crash* sebanyak 4 kali hingga lintasan kritis telah jenuh.

5.3.2. Tahap-Tahap Percepatan

Berikut ini akan diuraikan tahap-tahap percepatan pada jadwal rencana proyek

5.3.2.1. Kondisi Normal

Pada kondisi normal waktu pelaksanaan proyek adalah 95 hari kalender dan terdapat beberapa jalur kritis yang terlihat dalam *gantt chart microsoft project*.



Gambar. 5.9 Biaya Tidak Langsung Kontraktor Besar (Biemo W.S. 2010)

Dari Gambar. 5.9. biaya tidak langsung dengan nilai proyek berkisar 24 milyar maka biaya tidak langsung sebesar 6.75 % yang di-indent dalam biaya langsung awal proyek dapat diketahui yaitu,

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Langsung} &= \text{Biaya total} - \left(\frac{6.75}{100} \times \text{Biaya Total} \right) \\
 &= \text{Rp. } 11,925,879,167.68 - \left(\frac{6.75}{100} \times \text{Rp. } 11,925,879,167.68 \right) \\
 &= \text{Rp. } 11,120,882,323.86
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Tidak Langsung} &= \frac{6.75}{100} \times \text{Biaya Total} \\
 &= \frac{6.75}{100} \times \text{Rp. } 11,925,879,167.68 \\
 &= \text{Rp. } 804,996,843.82
 \end{aligned}$$

$$\text{Biaya Tidak Langsung/hari} = \frac{\text{Biaya Tidak Langsung}}{\text{...}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp. } 8,473,650.99 \\
 \text{Biaya Total/hari} &= \frac{\text{Rp. } 11,925,879,167.68}{95 \text{ hari}} \\
 &= \text{Rp. } 125,535,570.19
 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan pekerjaan akibat crashing pada penambahan jam kerja.

1) Pekerjaan Bekisting Kolom Lantai 1 (Task 22)

$$\text{Nd} = 5 \text{ hari}$$

$$\text{Volume} = 1,014.11 \text{ m}^2$$

$$\text{SDM} =$$

$$\text{- Pekerja (P}_1\text{)} = 369.76 - 91.41 = 278.35 \text{ orang}$$

$$\text{- Kepala tukang (T}_1\text{)} = 40.67 - 10.06 = 30.61 \text{ orang}$$

$$\text{- Tukang kayu (K.T}_1\text{)} = 406.73 - 100.55 = 306.18 \text{ orang}$$

$$\text{- Mandor (M}_1\text{)} = 7.40 - 1.83 = 5.57 \text{ orang}$$

Biaya lembur Pekerjaan Bekisting Kolom Lantai 1 (data sesuai proyek)

$$\text{- Pekerja (P}_2\text{)} = \text{Rp. } 5.500/\text{jam}$$

$$\text{- Kepala tukang (T}_2\text{)} = \text{Rp. } 8.250/\text{jam}$$

$$\text{- Tukang kayu (K.T}_2\text{)} = \text{Rp. } 6.875/\text{jam}$$

$$\text{- Mandor (M}_2\text{)} = \text{Rp. } \underline{9625}/\text{jam}$$

Biaya total lembur

$$\text{- Pekerja} = 278.35 * 5500/\text{jam} = \text{Rp. } 1.530.925,00$$

$$\text{- Kepala tukang} = 30.61 * 8250/\text{jam} = \text{Rp. } 252.532,50$$

$$\text{- Mandor} = \frac{5.57 * 9625}{\text{jam}} = \text{Rp. } 53.611.25$$

$$\text{Total biaya lembur} = \text{Rp. } 3,942,056.25$$

$$\text{Produktifitas Normal (Fn)} = \frac{V}{Cd} = \frac{1014.11}{5} = 202.82 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Produktifitas (F)} = \frac{F}{Nd} = \frac{202.82}{8} = 25.35 \text{ m}^2/\text{jam}$$

$$\text{Produktifitas Crash (Fc)} = 25.35 * 0.9 = 22.82 \text{ m}^2/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktifitas Normal (Fn)} &= (F * (Ndc - \text{jam lembur}) + Fc * \text{jam lembur}) \\ &= (25.35 * (9 - 1) + 22.82 * 1) \\ &= 225.62 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\text{Durasi/hari (Dc)} = \frac{V}{Fn} = \frac{1014.11}{225.62} = 4.49 \text{ hari}$$

(Berarti pekerjaan bisa diselesaikan dalam waktu 4.49 hari dengan lembur 1 jam)

Harga Nonmaterial *crash*

$$= Cd * P1 * n. \text{pekerja} + (Cd * K. T1 * n. K. \text{tkg}) + (Cd * T1 * n. \text{tkg}) + (Cd * M1 * n. \text{mndr}) + \text{Total lembur.}$$

$$= (5 * 18.28 * \text{Rp. } 44.000.00) + (5 * 2.012 * \text{Rp. } 66.000.00) + (5 * 20.11 * \text{Rp. } 55.000.00) +$$

- Paku Segala ukuran (Rata - Rata)

$$= 310.8 \text{ kg} * \text{Rp. } 20,000.00 = \text{Rp. } 6.216.000.00$$

- Balok 8/15 & 6/15 (Kayu borneo)

$$= 11.65 \text{ m}^3 * \text{Rp. } 6,000,000.00 = \text{Rp. } 69.930.000.00$$

- Plywood t. 9 mm

$$= 271.95 \text{ lbr} * \text{Rp. } 145,000.00 = \text{Rp. } 39.424.750.00$$

- Dolken kayu dia. 8 - 400 cm

$$= 555.98 * \text{Rp. } 24,500.00 = \text{Rp. } 13.621.510.00$$

- Multiplek fenol film 18 mm

$$= 269.77 \text{ m}^3 * \text{Rp. } 329,600.00 = \underline{\underline{\text{Rp. } 88.917.642.24}}$$

$$\text{Total} = \text{Rp. } 218.117.902.2$$

$$2 \text{ kali pakai} = \text{Rp. } 109.058.951.1$$

Harga Total *Crash* = Harga Nonmaterial *Crash* + harga material

$$= \text{Rp. } 14.296.466.25 + \text{Rp. } 109.058.951.1$$

$$= \text{Rp. } 123.355.417.4$$

Slope = (Harga Nonmaterial *Crash* – Harga Nonmaterial)

(Nd-Cd)

$$= \frac{\text{Rp. } 14.296.466.25 - \text{Rp. } 10.354.410.00}{5 - 4.49}$$

$$= \text{Rp. } 7.720.522.050.00$$

Tabel 5.2 Perbedaan Biaya Berdasarkan kontraktor dengan *Microsoft Project*.

No	Item Pekerjaan	Kontraktor (Rupiah)	Ms Projeck (Rupiah)	Selisih (Rupiah)
1.	Sub Struktur	60,484,952.99	60,414,274.20	70,678.79
2.	Lantai Semi Basement	46,724,900.22	46,621,639.80	103,260.42
3.	Lantai Satu (El. - 50)	2,239,059,152.44	2,238,947,930.20	111,222.24
4.	Lantai Dua (El. + 4.150)	2,099,553,847.48	2,098,465,390.00	1,088,457.48
5.	Lantai Tiga (El. + 8.350)	1,883,663,958.12	1,882,858,475.40	805,482.72
6.	Lantai Empat (El. + 12.550)	1,381,635,418.40	1,381,778,003.00	-142,584.60
7.	Lantai Lima (El. + 16.750)	1,410,115,808.02	1,410,060,478.00	55,330.02
8..	Lantai Enam (El. + 20.950)	1,413,075,490.54	1,413,024,027.20	51,463.34
9.	Lantai Tujuh (El. + 25.150)	1,393,027,556.52	1,393,708,949.88	-681,393.37
Total			11,925,879,167.68	1.461.917.05

No	am	Crashing 3 Jam (Rupiah)	Crashing 4 Jam (Rupiah)
A.	Waktu Pelaksanaan 7 Days	92.38 Days	92.09 Days
B.	Pekerjaan Struktur		
I.	Bangunan Gedung		
II.2.	Pekerjaan Struktur		
II.2.1.	Sub Struktur	60,414,274.20	60,414,274.20
II.2.2.	Upper Struktur		
II.2.2.1.	Lantai Semi	46,621,639.80	46,621,639.80
II.2.2.2.	Lantai Satu	2,275,312,066.80	2,251,046,536.50
II.2.2.3.	Lantai Dua	2,107,669,877.60	2,108,957,479.30
II.2.2.4.	Lantai Tiga	1,907,402,911.80	1,915,749,424.70
II.2.2.5.	Lantai Empat	1,384,552,434.00	1,394,889,905.10
II.2.2.6.	Lantai Lima	1,416,781,603.40	1,426,736,539.60
II.2.2.7.	Lantai Enam	1,420,723,734.60	1,427,702,327.10
II.2.2.8.	Lantai Tujuh	1,394,511,399.88	1,403,905,182.08
Total		12,013,989,942.08	12,036,023,308.38
Selisih		88,110,774.40	110,144,140.70

Sumber : Hasil Perhitungan

Jam Lembur (Jam)	Durasi	Prosentase Perubahan Biaya (%)	Jumlah Pekerjaan Yang Dilemburkan (Pekerjaan)
Normal			
1		0.998	21
2		0.995	21
3		0.993	21
4		0.991	21

Sumber : Hasil Rekapitulasi

5.3.2.2. Kompresi dengan Penambahan Lembur 1 jam

Kompresi yang dimaksud adalah tahap percepatan dengan melakukan usaha pemendekan waktu pada pekerjaan yang dihasilkan tahap sebelumnya, yaitu tahap normal.

Perhitungan kebutuhan percepatan pada kondisi normal yang diinput pada Microsoft Project menyebabkan timbulnya lintasan kritis baru dengan pengurangan waktu pelaksanaan proyek dari 95 hari kerja menjadi 93.58 hari kerja. Percepatan pada tahap ini menyebabkan kebutuhan biaya proyek mengalami kenaikan hingga mencapai Rp. 29,627,115.10 dari biaya semula Rp. 11,925,879,167.68 menjadi Rp. 11,955,506,282.78. Uraian pekerjaan pada tahap ini dapat dilihat pada Tabel 5.3. Lintasan kritis itu antara lain task 8, 26, 18, 22, 43, 35, 39, 60, 52, 56, 77, 69, 73, 94, 86, 90, 111, 103, 107, 128, 115, 132..

Tabel 5.5 Penambahan jam kerja lembur 1 jam

No	No. Task	Uraian Pekerjaan	Durasi	
			Normal (Hari)	Crash 1 Jam (Hari)
1	8	Bekisting Shear wall	9	9
2	26	Bekisting balok lantai 1	7	6.29
3	18	Bekisting plat lantai 1	7	6.29
4	22	Bekisting kolom lantai 1	5	4.49
5	43	Bekisting balok lantai 2	7	6.29
6	35	Bekisting plat lantai 2	7	6.29
7	39	Bekisting kolom lantai 2	5	4.49
8	60	Bekisting balok lantai 3	7	6.29
9	52	Bekisting plat lantai 3	7	6.29
10	56	Bekisting kolom lantai 3	5	4.49
11	77	Bekisting balok lantai 4	7	6.29
12	69	Bekisting plat lantai 4	7	6.29
13	73	Bekisting kolom lantai 4	5	4.49

14	94	Bekisting balok lantai 5	7	6.29
15	86	Bekisting plat lantai 5	7	6.29
16	90	Bekisting kolom lantai 5	5	4.49
17	111	Bekisting balok lantai 6	7	6.29
18	103	Bekisting plat lantai 6	7	6.29
19	107	Bekisting kolom lantai 6	5	4.49
20	128	Bekisting balok lantai 7	7	6.29
21	115	Bekisting tangga beton lantai 6	6	6
22	132	Bekisting tangga benton lantai 7	6	6

Sumber : Hasil Perhitungan *Microsoft Project* 2014.

5.3.2.3. Kompresi dengan Penambahan Lembur 2 jam

Kompresi pada tahap ini dilakukan terdapat kondisi normal, dan didapatkan hasil waktu penyelesaian proyek yaitu 92.77 hari dengan total biaya yang diperlukan sebesar Rp. 11,980,664,889.88 yang berarti mengalami pertambahan sebesar Rp. 54,785,722.20 dari biaya rencana semula. Sedangkan untuk lintasan kritis baru pada tahap ini dapat dilihat pada Tabel 5.4. Lintasan kritis itu antara lain task 8, 26, 18, 22, 43, 35, 39, 60, 52, 56, 77, 69, 73, 94, 86, 90, 111, 103, 107, 128, 127, 115, 132.

Tabel 5.6 Penambahan jam kerja lembur 2 jam

No	No. Task	Uraian Pekerjaan	Durasi	
			Normal (Hari)	Crash 2 Jam (Hari)
1	6	Bekisting Shear wall	9	9
2	26	Bekisting balok lantai 1	7	5.77
3	18	Bekisting plat lantai 1	7	5.77
4	22	Bekisting kolom lantai 1	5	4.12
5	43	Bekisting balok lantai 2	7	5.77
6	35	Bekisting plat lantai 2	7	5.77
7	39	Bekisting kolom lantai 2	5	4.12

8	60	Bekisting balok lantai 3	7	5.77
9	52	Bekisting plat lantai 3	7	5.77
10	56	Bekisting kolom lantai 3	5	4.12
11	77	Bekisting balok lantai 4	7	5.77
12	69	Bekisting plat lantai 4	7	5.77
13	73	Bekisting kolom lantai 4	5	4.12
14	94	Bekisting balok lantai 5	7	5.77
15	86	Bekisting plat lantai 5	7	5.77
16	90	Bekisting kolom lantai 5	5	4.12
17	111	Bekisting balok lantai 6	7	5.77
18	103	Bekisting plat lantai 6	7	5.77
19	107	Bekisting kolom lantai 6	5	4.12
20	128	Bekisting balok lantai 7	7	5.77
21	127	Besi balok lantai 7	6	6
22	115	Bekisting tangga beton lantai 6	6	6
23	132	Bekisting tangga benton lantai 7	6	6

Sumber : Hasil Perhitungan *Microsoft Project* 2014.

5.3.2.4. Kompresi dengan Penambahan Lembur 3 jam

Kompresi pada tahap ini dilakukan terdapat kondisi normal, dan didapatkan hasil waktu penyelesaian proyek yaitu 92.38 hari dengan total biaya yang diperlukan sebesar Rp. 12,013,989,942.08 yang berarti mengalami penambahan sebesar Rp. 88,110,774.40 dari biaya rencana semula. Sedangkan untuk lintasan kritis baru pada tahap ini dapat dilihat pada Tabel 5.4. Lintasan kritis itu antara lain task 8, 26, 18, 22, 43, 35, 39, 60, 52, 56, 77, 69, 73, 94, 86,

00 111 103 107 108 107 106 115 110 100 100

Tabel 5.7 Penambahan jam kerja lembur 3 jam

No	No. Task	Uraian Pekerjaan	Durasi	
			Normal (Hari)	Crash 3 Jam (Hari)
1	6	Bekisting Shear wall	9	9
2	26	Bekisting balok lantai 1	7	5.38
3	18	Bekisting plat lantai 1	7	5.38
4	22	Bekisting kolom lantai 1	5	3.85
5	43	Bekisting balok lantai 2	7	5.38
6	35	Bekisting plat lantai 2	7	5.38
7	39	Bekisting kolom lantai 2	5	3.85
8	60	Bekisting balok lantai 3	7	5.38
9	52	Bekisting plat lantai 3	7	5.38
10	56	Bekisting kolom lantai 3	5	3.85
11	77	Bekisting balok lantai 4	7	5.38
12	69	Bekisting plat lantai 4	7	5.38
13	73	Bekisting kolom lantai 4	5	3.85
14	94	Bekisting balok lantai 5	7	5.38
15	86	Bekisting plat lantai 5	7	5.38
16	90	Bekisting kolom lantai 5	5	3.85
17	111	Bekisting balok lantai 6	7	5.38
18	103	Bekisting plat lantai 6	7	5.38
19	107	Bekisting kolom lantai 6	5	3.85
20	128	Bekisting balok lantai 7	7	5.38
21	127	Besi balok lantai 7	6	6
22	126	Beton balok k-350 lantai 7	1	1
23	115	Bekisting tangga beton lantai 6	6	6
24	113	Beton tangga k-350 lantai 6	1	1
25	132	Bekisting tangga benton lantai 7	6	6
26	130	Beton tangga k-350 lantai 7	1	1

5.3.2.5. Kompresi dengan Penambahan Lembur 4 jam

Kompresi pada tahap ini dilakukan terdapat kondisi normal, dan didapatkan hasil waktu penyelesaian proyek yaitu 92.09 hari dengan total biaya yang diperlukan sebesar Rp. 12,036,023,308.38 yang berarti mengalami pertambahan sebesar Rp. 110,144,140.70 dari biaya rencana semula. Sedangkan untuk lintasan kritis baru pada tahap ini dapat dilihat pada Tabel 5.4. Lintasan kritis itu antara lain task 8, 26, 18, 22, 43, 35, 39, 60, 52, 56, 77, 69, 73, 94, 86, 90, 111, 103, 107, 128, 127, 126, 115, 113, 132, 130.

Tabel 5.8 Penambahan jam kerja lembur 4 jam

No	No. Task	Uraian Pekerjaan	Durasi	
			Normal (Hari)	Crash 4 Jam (Hari)
1	6	Bekisting Shear wall	9	9
2	26	Bekisting balok lantai 1	7	5.09
3	18	Bekisting plat lantai 1	7	5.09
4	22	Bekisting kolom lantai 1	5	3.64
5	43	Bekisting balok lantai 2	7	5.09
6	35	Bekisting plat lantai 2	7	5.09
7	39	Bekisting kolom lantai 2	5	3.64
8	60	Bekisting balok lantai 3	7	5.09
9	52	Bekisting plat lantai 3	7	5.09
10	56	Bekisting kolom lantai 3	5	3.64
11	77	Bekisting balok lantai 4	7	5.09
12	69	Bekisting plat lantai 4	7	5.09
13	73	Bekisting kolom lantai 4	5	3.64
14	94	Bekisting balok lantai 5	7	5.09
15	86	Bekisting plat lantai 5	7	5.09
16	90	Bekisting kolom lantai 5	5	3.64
17	111	Bekisting balok lantai 6	7	5.09
18	103	Bekisting plat lantai 6	7	5.09

19	107	Bekisting kolom lantai 6	5	3.64
20	128	Bekisting balok lantai 7	7	5.09
21	127	Besi balok lantai 7	6	6
22	126	Beton balok k-350 lantai 7	1	1
23	115	Bekisting tangga beton lantai 6	6	6
24	113	Beton tangga k-350 lantai 6	1	1
25	132	Bekisting tangga benton lantai 7	6	6
26	130	Beton tangga k-350 lantai 7	1	1

Sumber : Hasil Perhitungan *Microsoft Project* 2014.

5.3.3. Perubahan Biaya Proyek

Dari keempat tahap *crash* yang telah dilakukan dapat dilihat besarnya biaya yang harus dikeluarkan untuk melakukan kerja lembur maupun penambahan tenaga kerja. Selain itu, dari pengolahan dengan *Microsoft Project* dengan menginputkan data kebutuhan lembur dan penambahan tenaga kerja berdasarkan tabulasi percepatan tahap 1 hingga tahap 4 diperoleh perubahan jumlah biaya total dan penambahan besarnya biaya tidak langsung yang dikeluarkan oleh proyek. Nominal perubahan biaya dapat dilihat pada lampiran *Microsoft Project*. Fluktuasi biaya total proyek ditampilkan pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9. Perubahan Biaya Total Proyek (*Total Cost*)

No	Tahap	Nd (Hari)	Selisih (Hari)	(%)	Ne (Rupiah)	Kenaikan (Rupiah)
1	Kondisi Normal	95.00			11,925,879,167.68	
2	Percepatan Tahap 1	93.58	1.42	1.015	11,747,618,658.02	178,260,509.66
3	Percepatan Tahap 2	92.77	2.23	1.024	11,645,934,846.17	101,683,811.85
4	Percepatan Tahap 3	92.38	2.62	1.028	11,596,975,973.79	48,958,872.38
5	Percepatan Tahap 4	92.09	2.91	1.032	11,560,570,658.44	36,405,315.35

Dari Tabel 5.9. terlihat bahwa percepatan pada tahap 1 sampai tahap 4 mengalami kenaikan biaya proyek yang cukup besar karena dengan penambahan biaya lembur akan memaksimalkan tenaga kerja sehingga biaya yang dikeluarkan lebih banyak.

Percepatan juga mengakibatkan kenaikan alokasi penggunaan biaya tidak langsung yang seiring dengan berkurangnya durasi pekerjaan. Kenaikan biaya tidak langsung di tampilkan dalam Tabel. 5.9.

Tabel 5.10. Perubahan Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

No	Tahap	Nd (Hari)	Selisih (Hari)	(%)	Ne (Rupiah)	Kenaikan (Rupiah)
1	Kondisi Normal	95.00			804,996,843.82	
2	Percepatan Tahap 1	93.58	1.42	1.015	792,964,259.42	12,032,584.40
3	Percepatan Tahap 2	92.77	2.23	1.024	786,100,602.12	6,863,657.30
4	Percepatan Tahap 3	92.38	2.62	1.028	782,795,878.23	3,304,723.89
5	Percepatan tahap 4	92.09	2.91	1.032	780,338,519.44	2,457,358.79

Sumber : Hasil Perhitungan 2014.

Besarnya biaya tidak langsung pada proyek perhari adalah Rp. 8,473,650.99 yang di dapat dari Gambar. 5.9 sebesar 6.75 % dari biaya total proyek yang dibbagi normal durasi awal proyek. Pada percepatan tahap 1 sampai tahap 4 didapat total biaya tidak langsung sebesar Rp. 19,080,073.29. Besarnya biaya langsung yang dikeluarkan proyek dapat diketahui dengan mengurangi biaya total proyek dengan biaya langsung setiap tahap.

Tabel 5.11. Perubahan Biaya Langsung (*Direct Cost*)

No	Tahap	D (hari)	B. Total (Rupiah)	B. T. Langsung (Rupiah)	B. Langsung (Rupiah)
1	Kondisi Normal	95.00	11,925,879,167.68	804,996,843.82	11,120,882,323.86
2	Percepatan tahap 1	93.58	11,747,618,658.02	792,964,259.42	10,954,654,398.60
3	Percepatan tahap 2	92.77	11,645,934,846.17	786,100,602.12	10,859,834,244.05
4	Percepatan tahap 3	92.38	11,596,975,973.79	782,795,878.23	10,814,180,095.56
5	Percepatan tahap 4	92.09	11,560,570,658.44	780,338,519.44	10,780,232,138.99

Sumber : Hasil Perhitungan 2014.

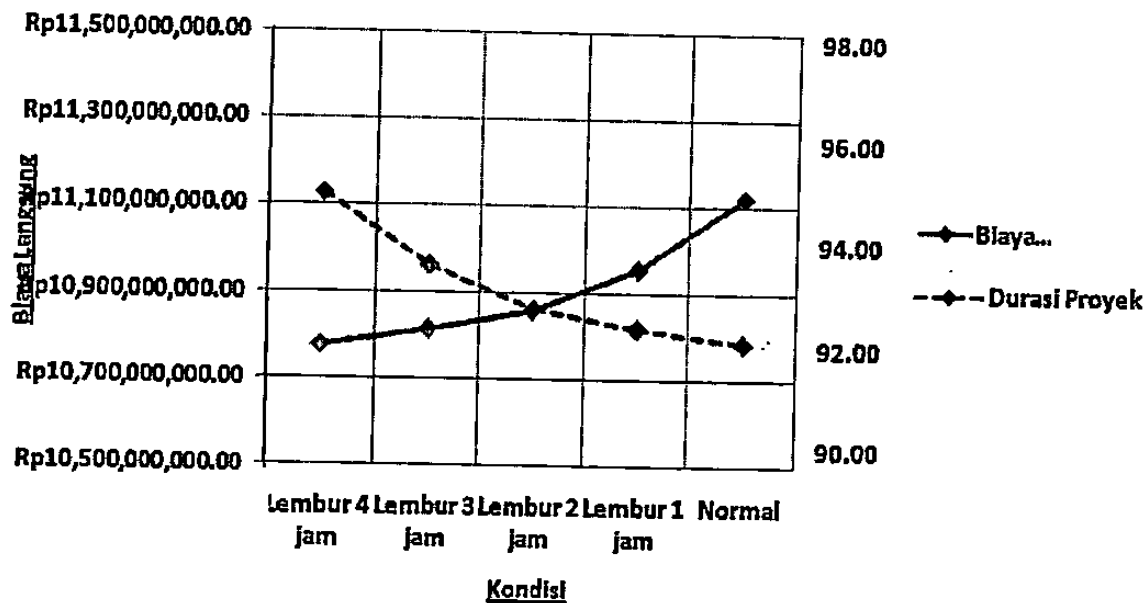
Tabel 5.12 Rekapitulasi Biaya dan Waktu Optimum dari Setiap Kompresi

No.	Kondisi	Durasi Proyek (Hari)	Perubahan Durasi (Hari)	Biaya Setelah Kompresi			Perubahan Biaya (Rupiah)
				Biaya Total (Rupiah)	Biaya Langsung (Rupiah)	Biaya Tidak Langsung (Rupiah)	
1	Normal	95		11,925,879,167.68	11,120,882,323.86	804,996,843.82	
2	Lembur 1 jam	93.58	1.42	11,747,618,658.02	10,954,654,398.60	792,964,259.42	14,311,904.74
3	Lembur 2 jam	92.77	2.23	11,645,934,846.17	10,859,834,244.05	786,100,602.12	21,054,985.68
4	Lembur 3 jam	92.38	2.62	11,596,975,973.79	10,814,180,095.56	782,795,878.23	26,450,005.05
5	Lembur 4 jam	92.09	2.91	11,560,570,658.44	10,780,232,138.99	780,338,519.44	29,998,856.31

Sumber : Hasil Perhitungan 2014.

Tabel 5.12 menunjukkan pada lembur satu jam sampai empat jam semakin terjadi penambahan biaya total proyek. Berdasarkan tabel 5.11, dibuat grafik

hubungan waktu dan biaya pelaksanaan proyek yang dapat dilihat pada Gambar 5.10. serta hubungan biaya total, biaya langsung dan biaya tidak langsung pada Gambar. 5.11.



Gambar 5.10 Grafik hubungan waktu dan biaya

Diantara keempat penambahan jam kerja (lembur), biaya yang paling minimal adalah biaya pada saat kondisi tanpa kompresi atau kondisi normal dengan biaya sebesar Rp. 11,925,879,168. Sedangkan waktu paling minimal didapat pada penambahan empat jam kerja lembur, pada kondisi ini terjadi pengurangan waktu proyek sebesar 2.91 hari dari 95 menjadi 92.09 hari akan tetapi sebagai konsekuensinya maka terjadi penambahan biaya sebesar Rp. 110,144,141 dari biaya total normal sebesar Rp. 11,925,879,168 menjadi sebesar Rp. Rp. 12,036,023,308. Selain itu penambahan biaya akibat kompresi pada semua kondisi lebih kecil dibandingkan dengan biaya denda apabila terjadi keterlambatan, hal ini berarti melakukan kompresi dengan menambah jam kerja dapat memberikan keuntungan bagi pelaksana proyek. Keuntungan terbesar didapatkan pada penambahan 2 jam kerja, pada kondisi ini penambahan biaya sebesar Rp 21,054,985.68 dengan biaya denda sebesar Rp 35,777,637.50 sehingga keuntungan yang dihasilkan sebesar Rp. 14,722,651.82.

Tabel 5.13. Perbandingan Penambahan Biaya dengan Biaya Denda

No	Kondisi	Durasi proyek (hari)	Perubahan durasi (hari)	Biaya Total (Rupiah)	Perubahan biaya (Rupiah)	Keterlambatan (hari)	Biaya Denda (Rupiah)	Keuntungan (Rupiah)
1	Normal	95		11,925,879,167.68				
2	Lembur 1 jam	93.58	1.42	11,747,618,658.02	14,311,904.74	2	23,851,758.34	9,539,853.60
3	Lembur 2 jam	92.77	2.23	11,645,934,846.17	21,054,985.68	3	35,777,637.50	14,722,651.82
4	Lembur 3 jam	92.38	2.62	11,596,975,973.79	26,450,005.05	3	35,777,637.50	9,327,632.46
5	Lembur 4 jam	92.09	2.91	11,560,570,658.44	29,998,856.31	3	35,777,637.50	5,778,781.20