

ANALISIS PENERAPAN KERJA LEMBUR DAN PENAMBAHAN TENAGA KERJA PADA PROYEK APARTEMEN URBAN SIGNATURE - LRT CITY CIRACAS

Maulana Ramadhan¹, Radhia Jatu Noviarsita Sakti², Fadjar Purnomo³

Mahasiswa Program Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Program Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang², Dosen Program Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang³

Email: ramamaul19@gmail.com radhia.jatu@polinema.ac.id fadjar.purnomo@polinema.ac.id

ABSTRAK

Pada pembangunan Gedung Bertingkat, khususnya Apartemen, *owner* sering kalimeminta pengerjaan proyeknya dipercepat sehingga bisa mendahului pesaingnya. Apartemen Urban Signature – LRT City di Ciracas adalah salah satu contoh proyek konstruksi yang bersaing dengan pesaing lainnya khususnya di Ibu Kota Jakarta. Upaya seperti penambahan jam kerja (lembur) dan peningkatan jumlah tenaga kerja dibutuhkan untuk memastikan ketepatan dan kecepatan waktu penyelesaian konstruksi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk: menghitung produktivitas kerja lembur; mengukur percepatan waktu akibat penambahan tenaga kerja dan jam lembur; menentukan perubahan biaya setelah percepatan waktu akibat penambahan tenaga kerja dan jam lembur; menguji hubungan antara biaya dan waktu penyelesaian proyek, dan; menentukan apakah penerapan metode *Time Cost Trade Off* lebih efisien diterapkan pada penambahan tenaga kerja lembur atau penambahan tenaga kerja. Objek penelitian ini adalah proyek Apartemen Urban Signature – LRT City Ciracas. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: *Bill of Quantity*; kurun waktu penyelesaian proyek; *monitoring* tenaga kerja, dan; biaya per unit tenaga kerja, bahan, dan peralatan. Analisis data dilakukan dengan menerapkan metode *Time Cost Trade Off* pada penambahan tenaga kerja maupun jam lembur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan setiap tenaga kerja dan jam lembur mempercepat penyelesaian proyek selama sembilan hari. Selain itu, penambahan tenaga kerja menghasilkan tingkat efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan jam kerja lembur

Kata kunci : penambahan jam kerja (lembur), penerapan tenaga kerja, *time cost trade off* perkotaan

ABSTRACT

In the construction of high-rise buildings, especially apartments, owners often ask for accelerated project work so that they can get ahead of their competitors. The Urban Signature – LRT City Apartment in Ciracas is an example of a construction project that competes with other competitors, especially in the capital city of Jakarta. Efforts such as accurate labor hours implementation and increase of manpower are desirable to ensure the timeliness of such construction. This research aims to: calculate the productivity of overtime labors; measure the time acceleration resulted from the increase of manpower and overtime; determine the changes of cost after the accelerated time caused by the additional manpower and overtime hours; examine the relationship between cost and project completion time; and indicate whether the implementation of Time Cost Trade Off method is more efficient on overtime labor increase or manpower increase. The object of this study is the Apartemen Urban Signature – LRT City Ciracas project. The data used in this research include the project's: Bill of Quantity; time schedule; manpower monitoring, and; unit costs of labor, materials, and equipment. Data analysis was performed by implementing the Time Cost Trade Off method on the addition of either manpower or overtime hours. The results show that the addition of each manpower and overtime hours accelerates the completion of the project by nine day. Furthermore, the increase of manpower resulted in a higher level of efficiency compared to the

Keyword : increase of overtime hours, increase of manpower, *time cost trade off*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Selain aspek waktu dan aspek sumber daya, biaya juga memegang peranan sangat penting dalam penyelenggaraan suatu proyek. Oleh karena itu, biaya yang timbul harus dikendalikan. Dalam pengendalian biaya ini, hal lain yang harus diperhatikan adalah faktor waktu, karena waktu mendapati hubungan yang erat dengan biaya proyek.

Sering terjadi dalam proyek, sebuah proyek konstruksi harus dilakukan lebih cepat. Hal tersebut terjadi karena beberapa faktor, salah satunya adalah telah terjadi keterlambatan pada proyek tersebut. Keterlambatan pada proyek dapat berakibat membengkaknya biaya yang dikeluarkan sehingga terjadi kerugian yang seharusnya kerugian tersebut tidak terjadi apabila proyek berjalan secepat dengan waktu rencana. Selain itu ada hal lain yang mengharuskan proyek berjalan lebih cepat dari waktu rencananya, yaitu karena owner meminta lebih cepat karena persaingan pasar. Sehingga apabila proyek tersebut diselesaikan lebih cepat maka *owner* akan lebih mendahului pesaingnya dalam target pasar yang ditargetkan.

Oleh karena itu, dengan mempertimbangkan aspek biaya dan waktu seorang pimpinan proyek diharapkan mengambil keputusan yang tepat bagaimana untuk mempercepat proyek dengan biaya yang minimal. Dalam permasalahan ini dapat diselesaikan dengan melakukan studi optimasi.

Terdapat dua macam biaya proyek yang perlu diperhatikan untuk melakukan optimasi biaya proyek. Yaitu biaya langsung (*direct cost*) yang terdiri dari semua biaya yang dapat dinyatakan keterlibatannya secara langsung dalam aktivitas – aktivitas proyek seperti biaya bahan, pekerja, dan peralatan. Sementara itu, biaya tidak langsung (*indirect cost*) yaitu semua biaya proyek yang tidak dapat dinyatakan keterlibatannya secara langsung dalam aktivitas – aktivitas pendukung proyek seperti upah, bunga investasi, bonus dan lain – lain. Dan apabila waktu penyelesaian suatu aktivitas dipercepat, maka biaya langsung akan bertambah sedangkan biaya tak langsung akan berkurang (Nugraha, dkk, 1986).

Hal-hal yang dapat dilakukan untuk melakukan kompresi atau mempercepat waktu pelaksanaan proyek adalah beberapa dari atau semua kegiatan berikut ini, yaitu peningkatan laju penyediaan bahan, peningkatan jumlah pekerja, penugasan pekerja untuk bekerja lembur dan peningkatan jumlah satuan peralatan (Peurifoy, dkk, 1988). Dari kegiatan-kegiatan tersebut yang mungkin dapat dilakukan untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek

dengan kenaikan biaya yang minimum adalah penerapan waktu lembur. Karena dengan waktu lembur peningkatan jumlah pekerja dapat diminimalkan dan produktivitas pekerja dapat tetap terjaga dengan adanya pengaturan kerja.

Sementara itu ada proyek pembangunan gedung bertingkat, biasanya aktivitas yang memerlukan waktu penyelesaian cukup lama adalah pekerjaan struktur. Karena itu dalam suatu jaringan kerja, pekerjaan, struktur lebih banyak terletak pada lintasan kritis yang menentukan lamanya waktu penyelesaian proyek. Sehingga dalam kajian ini akan dilakukan penekanan waktu terhadap pekerjaan struktur. Dengan pertimbangan hal tersebut, maka dalam kajian ini topik yang diambil adalah Pada Proyek Apartemen Urban Signature - LRT City Ciracas.

Rumusan Masalah

1. Berapa produktivitas tenaga lembur pada proyek Apartemen Urban Signature – LRT City Ciracas ?
2. Berapa percepatan waktu proyek setelah menggunakan metode *Time Cost Trade Off* dengan penambahan tenaga kerja dan penambahan jam kerja lembur ?
3. Berapa besar perubahan biaya proyek setelah waktu pelaksanaan dipersingkat dengan metode *Time Cost Trade Off* pada penambahan tenaga kerja dan penambahan jam kerja lembur ?
4. Bagaimana hubungan antara biaya dengan lama waktu pelaksanaan proye dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off* ?
5. Lebih efisien manakah antara melakukan metode *Time Cost Trade Off* pada penambahan jam kerja lembur dibandingkan dengan penambahan tenaga kerja?

Tujuan

1. Mengetahui berapa produktivitas tenaga lembur.
2. Mengetahui berapa percepatan waktu proyek setelah menggunakan metode TCTO (*Time Cost Trade Off*) pada penambahan jam kerja lembur dan penambahan tenaga kerja.
3. Mendapatkan biaya optimal dari durasi yang telah dipersingkat.
4. Mendapat hubungan antara biaya proyek dengan lama waktu pelaksanaan proyek.
5. Mengetahui metode mana yang lebih efisien antara penambahan jam kerja lembur dengan penambahan tenaga kerja

Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh pada penulisan jurnal ini adalah sebagai berikut:

Bagi Penulis :

1. Mempertakutkan teknik penjadwalan di dunia nyata dengan melihat keadaan di lapangan yang begitu rumit dan saling mempengaruhi
2. Mengetahui kegiatan mana yang harus bekerja keras diselesaikan agar jadwal dapat terpenuhi.
3. Dapat mendapatkan gelar Sarjana Terapan Teknik dengan menyelesaikan penulisan jurnal ini.

Bagi Perusahaan :

1. Menyelesaikan proyek tepat waktu sehingga penggunaan anggaran menjadi efisien dan tidak terjadi pemborosan.
2. Dapat mendahului pesaing dalam pasar dalam pemasaran unit apartemen.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Menentukan kondisi normal dari data yang sudah terkumpulkan.
2. Menyusun jaringan kerja
3. Mencari lintasan kritis dari jaringan kerja yang sudah terbentuk.
4. Menentukan durasi dipercepat dengan cara mencari *crash duration* dan *crash cost* kemudian akan diketahui *cost slope*.
5. Melakukan Analisis *Time Cost Trade Off*.
6. Penambahan jam kerja adalah salah satu strategi untuk mempercepat durasi .
7. Melakukan *crashing program* pada alternatif penambahan jam kerja (lembur) dengan cara sebagai berikut:
 - Menghitung produktivitas harian
 - Menghitung produktivitas perjam
 - Menghitung produktivitas harian sesudah *crash* produktivitas.
 - Menghitung *Crash Duration*.
8. Menghitung biaya tambahan pekerja dengan cara menentukan sebagai berikut :
 - Normal ongkos pekerja perhari
 - Normal ongkos pekerja perjam
 - Biaya lembur pekerja
 - *Crash cost* pekerja setiap hari
 - *Crash cost* total.
9. Menghitung pertambahan biaya akibat penambahan pekerja dapat dirumuskan sebagai berikut :
 - Upah kerja harian normal
 - Upah kerja setelah *crashing*
 - Menghitung *crash cost*
 - Menghitung *cost slope*
10. Membuat grafik hubungan biaya dan waktu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Produktivitas Tenaga Kerja dan Koefisien Tenaga Kerja

$$\text{Produktivitas tenaga kerja persatuan volume / jam org} = \frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{jumlah tenaga kerja} \times \text{waktu efektif (jam)}}$$

Setelah itu dilakukan perhitungan produktivitas pekerja perhari menggunakan rumus

Produktivitas tenaga kerja perhari = produktivitas tenaga kerja perjam x waktu efektif (jam)

Untuk menghitung koefisien tenaga kerja menggunakan rumus

$$\text{Koef tenaga kerja} = \frac{\text{waktu efektif (hari)} \times \text{jumlah tenaga kerja}}{\text{volume pekerjaan}}$$

Tabel 1. Produktivitas dan koefisien tenaga kerja

No	Tanggal	Item pekerjaan	Koefisien pekerja	Koefisien Tukang	Koefisien mandor
1	PLAT	Pek bekisting	0,0240	0,0321	0,0016
2		pembesian	0,0007	0,0011	0,0001
3		pek beton fc'35	0,0756		0,0038
4	BALOK	Pek bekisting	0,0256	0,0341	0,0017
5		pembesian	0,0004	0,0011	0,0000
6		pek beton fc'35	0,0851		0,0043
7	KOLOM	pembesian	0,0010	0,0010	0,0001
8		pek bekisting	0,0211	0,0035	0,0007
9		pek beton fc'35	0,1291		0,0043
10	COREWALL	pek beton fc'35	0,1370		0,0055

2. Penerapan Penambahan Jam Kerja (lembur)

Crash Duration

Langkah – langkah dalam menghitung crash duration adalah :

- Menghitung produktivitas harian
Produktifitas Harian = Volume Pekerjaan / Durasi Normal
- Menghitung produktivitas perjam :
Produktifitas Perjam = Produktifitas harian / Jam Kerja Normal harian
Di mana:
Jam kerja normal harian = 8 jam
- Menghitung produktifitas lembur :
Produktifitas Lembur = Jam kerja lembur x koef. Prod. x Prod. Perjam
Dimana:
Jam kerja lembur per hari = 2 jam
Koef. Produktifitas = 80%
indeks penurunan produktifitas = 0.2
- Menghitung Crash Duration
Crash Duration = Volume Pekerjaan / Prod. Harian setelah crash

3. Crash Cost Akibat Penambahan Jam Kerja

- Menghitung upah kerja harian normal.
Upah harian kerja normal = Prod. Harian x Harga satuan upah kerja
- Menghitung upah kerja perjam normal.
Upah kerja per jam normal = Prod. Per jam x harga satuan upah kerja
- Menghitung upah kerja lembur per hari.
Dimana penambahan jam kerja adalah 2 jam kerja

$$\text{Upah kerja lembur per hari (2 jam)} = (1,5 \times \text{upah sejam normal}) + (2 \times \text{upah sejam normal})$$

- Menghitung crash cost tenaga kerja per hari
Crash Cost Tenaga kerja per hari = Upah harian + upah kerja lembur per hari
- Menghitung crash cost total
- Crash cost total = crash cost per hari x crash duration.

4. Cost Slope Penambahan jam kerja (lembur)

Cost slope merupakan pertambahan biaya untuk mempercepat suatu aktifitas per satuan waktu. Cost slope dapat dihitung dengan menggunakan

$$\frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal duration} - \text{Crash Duration}}$$

Berikut adalah hasil perhitungan *cost slope* dari penambahan jam kerja (lembur)

Tabel 2. Cost slope akibat penambahan jam kerja

NO	PEKERJAAN	COST SLOPE
LANTAI 19		
1 ZONA 5		
a. PLAT LANTAI		
	pek. Bekisting	Rp6.120.248
	pek. Pembesian	Rp3.579.650
	pek. Beton mutu fc'35	Rp797.732
b BALOK		
	pek. Bekisting	Rp6.120.248
	pek. Pembesian	Rp4.974.922
	pek. Beton mutu fc'35	Rp797.732
c. KOLOM		
	pek. Pembesian	Rp3.570.257
	pek. Bekisting	Rp1.371.686
	pek. Beton mutu fc'35	Rp1.173.849
d. COREWALL		
	pek. Beton mutu fc'35	Rp985.790

5. Analisa Pertukaran Waktu dan Biaya (Time Cost Trade Off)

Berikut urutan kegiatan dengan cost slope terendah sampai dengan tertinggi yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Cost slope terendah – tertinggi

NO	PEKERJAAN	COST SLOPE
1	pek. Beton mutu fc'35 plat	Rp. 797.732
2	pek. Beton mutu fc'35 balok	Rp. 797.732
3	pek. Beton mutu fc'35 corewall	Rp. 985.790
4	pek. Beton mutu fc'35 kolom	Rp. 1.173.849
5	pek. Bekisting kolom	Rp. 1.371.686
6	pek. Pembesian plat	Rp. 3.570.257
7	pek. Pembesian kolom	Rp. 3.579.650
8	pek. Pembesian balok	Rp. 4.974.922
9	pek. Bekisting plat	Rp. 6.120.248
10	pek. Bekisting balok	Rp. 6.120.248

Setelah diketahui kegiatan yang memiliki cost slope terendah – tertinggi, maka selanjutnya dilakukan penekanan (kompresi) durasi proyek.

$$\begin{aligned} \text{Durasi Normal} &= 117 \text{ hari} \\ \text{Biaya langsung} &= \text{Rp } 3,936,152,200.82 \\ \text{Biaya tak langsung} &= \text{Rp } 437,350,244.54 \\ \text{Total Biaya} &= (\text{Rp } 3,936,152,200.82) + (\text{Rp } 437,350,244.54) \\ &= \text{Rp } 4,373,502,445.36 \end{aligned}$$

Berikut adalah contoh perhitungan kompresi (penekanan) dengan durasi percepatan maksimal pada pekerjaan pembesian plat lantai 19 zona 5.

$$\begin{aligned} \text{Cost slope} &= \text{Rp } 3,570,257.0 \\ \text{Durasi normal} &= 2 \text{ hari} \\ \text{Crash Duration} &= 1.67 \text{ hari} \\ \text{Total percepatan} &= 2 - 1.67 \\ &= 0.33 \sim 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{perlantai} & \\ \text{Total percepatan 9 lantai} &= 9 \text{ hari} \\ \text{Total durasi proyek} &= 117 - 9 \text{ hari} \\ &= 108 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tambahan biaya} &= \text{Rp } 3,570,257.0 \times 1 \\ &= \text{Rp } 3,570,257.0 \\ \text{Biaya langsung} &= \text{Rp } 3,936,152,200.82 \\ + \text{Rp } 3,570,257.0 & \\ &= \text{Rp } 3.968.284.514,08 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya tak langsung} &= (\text{Rp } 437,350,244.54 / 117) \\ \times 108 & \\ &= \text{Rp } 403.707.918,03 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{Rp } 3.946.843.140,25 \\ + \text{Rp } 403.707.918,03 & \\ &= \text{Rp } 4.371.992.432,11,15 \end{aligned}$$

Tabel 4. Durasi dan biaya optimal penerapan penambahan jam kerja

DURAS I (HK)	BIAYA LANGSUNG	BIAYA TAK LANGSUNG	TOTAL BIAYA
1 113	3.943.331.784,8 5	422.398.099,4 2	4.365.729.884,2 7
2 112	3.943.331.784,8 5	418.660.063,1 5	4.361.991.847,9 9
3 111	3.945.024.314,7 9	414.922.026,8 7	4.359.946.341,6 6
4 110	3.946.716.844,7 4	411.183.990,5 9	4.357.900.835,3 3
5 109	3.948.497.377,5 6	407.445.954,3 1	4.355.943.331,8 7
6 108	3.968.284.514,0 8	403.707.918,0 3	4.371.992.432,1 1
7 108	3.968.369.054,2 2	403.707.918,0 3	4.372.076.972,2 6
8 106	3.980.926.496,2 5	396.231.845,4 8	4.377.158.341,7 2
9 105	3.991.234.431,6 7	392.493.809,2 0	4.383.728.240,8 7
1 104	3.991.234.431,6 7	388.755.772,9 2	4.379.990.204,5 9

6. Penerapan Penambahan Tenaga Kerja

Setelah dilakukan penerapan kerja lembur, selanjutnya akan dilanjutkan dengan penerapan penambahan tenaga kerja. Jumlah pekerja yang ada pada pekerjaan struktur atas lantai 19 zona 5 – lantai 27 zona 5 menurut data monitoring tenaga kerja akan dicantumkan dalam tabel 7. Berikut

Tabel 5. Jumlah tenaga kerja

NO	PEKERJAAN	JML PEKERJA
a.	PLAT LANTAI	
	pek. Bekisting	8
	pek. Pembesian	6
	pek. Beton mutu fc'35	5
B	BALOK	
	pek. Bekisting	8
	pek. Pembesian	8
	pek. Beton mutu fc'35	5
c.	KOLOM	
	pek. Pembesian	5
	pek. Bekisting	6
	pek. Beton mutu fc'35	6
d.	COREWALL	
	pek. Beton mutu fc'35	5

Sumber : Pengolahan data monitoring tenaga kerja.

7. Crash Produktivity Penambahan Tenaga Kerja

Pada penambahan tenaga kerja dilakukan penambahan sebanyak 1 orang pekerja pada tiap tiap kegiatan. Berikut adalah cara untuk menghitung Crash productivity.

$$Crash\ Productivity = \frac{Produktivitas\ harian \times Total\ t.\ kerj\ crashing}{Total\ tenaga\ kerja\ normal}$$

Hasil dari *crash produktivity* akan dicantumkan bersamaan dengan hasil dari perhitungan *crash duration* pada tabel 8.

8. Crash Duration Penambahan Tenaga Kerja

Setelah diketahui *crash productivity*, maka langkah selanjutnya adalah menghitung *crash duration*. Berikut adalah cara untuk menghitung *crash duration*.

$$Crash\ duration = \frac{Volume}{Crash\ productivity}$$

9. Crash Cost Penambahan Tenaga Kerja

Setelah diketahui hasil dari perhitungan *crash duration*, maka langkah selanjutnya adalah menghitung *crash cost* akibat penambahan 1 orang tenaga kerja. Langkah untuk menghitung *crash cost* adalah sebagai berikut :

- Menentukan biaya normal pekerja perhari
Biaya normal pekerja perhari telah diketahui berdasarkan pengolahan data harga satuan upah pekerja proyek Apartemen Urban Signature LRT – City Ciracas.
- Menghitung biaya crashing
biaya crashing dapat dihitung dengan cara harga satuan upah x crash produktivitas
- Menghitung crash cost
Crash cost = Biaya crashing x Crash duration
Hasil perhitungan dari ketiga tahap untuk mengetahui crash cost akan dicantumkan pada tabel perhitungan crash cost

10. Cost Slope Penambahan Tenaga Kerja

Setelah diketahui hasil dari perhitungan crash cost maka langkah selanjutnya adalah mencari cost slope. Cost slope dapat dicari dengan menggunakan persamaan :

$$Cost\ Slope = \frac{(Biaya\ dipercepat - Biaya\ Normal)}{(Waktu\ normal - Waktu\ dipercepat)}$$

Tabel 6. Cost Slope akibat penambahan tenaga kerja.

KODE	PEKERJAAN	DURASI (hari)	COST SLOPE
	LANTAI 19 ZONA 5	13	
a.	PLAT LANTAI	8	
	pek. Bekisting	3	Rp 7.078.841
	pek. Pembesian	2	Rp 2.991.947
	pek. Beton mutu fc'35	1	-Rp 0
b	BALOK	8	
	pek. Bekisting	3	Rp 7.078.841
	pek. Pembesian	2	Rp 5.346.185
	pek. Beton mutu fc'35	1	Rp 0
c.	KOLOM	5	
	pek. Pembesian	3	Rp 1.819.245
	pek. Bekisting	1	Rp 3.268.034
	pek. Beton mutu fc'35	1	Rp -
d.	COREWALL	5	
	pek. Beton mutu fc'35	1	Rp -

Dari hasil perhitungan cost slope penambahan tenaga kerja, terdapat beberapa item pekerjaan yang mendapatkan nilai cost slope Rp 0.

11. Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya (Time Cost Trade Off) Pada Penambahan Tenaga Kerja

Setelah memperoleh nilai *cost slope* dari masing – masing kegiatan pada lintasan kritis, maka dilakukan penekanan (kompresi) durasi proyek pada setiap kegiatan di lintasan kritis yang dimulai dari kegiatan dengan *cost slope* terendah – tertinggi. Berikut urutan kegiatan dengan *cost slope* terendah sampai dengan tertinggi yang dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 7. Cost slope urut terendah – tertinggi penambahan tenaga kerja

PEKERJAAN	COST SLOPE
1 pek. Beton mutu fc'35 kolom	-Rp 0
2 pek. Beton mutu fc'35 corewall	Rp -
3 pek. Beton mutu fc'35 plat	Rp 425.888
4 pek. Beton mutu fc'35 balok	Rp 875.534
5 pek. Pembesian kolom	Rp 1.819.245
6 pek. Bekisting kolom	Rp 2.991.947
7 pek. Pembesian plat	Rp 3.268.034
8 pek. Pembesian balok	Rp 5.346.185
9 pek. Bekisting plat	Rp 7.078.841
10 pek. Bekisting balok	Rp 7.078.841

Setelah diketahui kegiatan yang memiliki *cost slope* terendah – tertinggi, maka selanjutnya dilakukan penekanan (kompresi) durasi proyek.

Kondisi normal

Durasi Normal = 117 hari
 Biaya langsung = Rp 3,936,152,200.82
 Biaya tak langsung = Rp 437,350,244.54
 Total Biaya = (Rp 3,936,152,200.82)+(Rp 437,350,244.54)
 = Rp 4,373,502,445.36

Berikut adalah contoh perhitungan kompresi (penekanan) dengan durasi percepatan maksimal pada pekerjaan pembesian kolom dari lantai 19 zona 5

Cost slope = Rp 1.819,245
 Durasi normal = 3 hari
 Crash Duration = 2.5 hari
 Total percepatan = 3 – 2.5
 = 0.5 ≈ 1 hari per

lantai

Total percepatan 9 lantai = 9 hari
 Total durasi proyek = 117 – 9 hari
 = 108 hari

Tambahan biaya = Rp1.819,245 x 1
 = Rp1.819,245

Biaya langsung = Rp 3,936,152,200.82
 + Rp1.819,245
 = Rp 3.952.525.409,42

Biaya tak langsung = (Rp 437,350,244.54/117) x 108
 = Rp 403.707.918,03
 Total biaya = Rp 3,958,042,401,32
 + Rp 403.707.918,03
 = Rp 4,356,233,327.46,36

Demikian seterusnya sampai pekerjaan 1 lantai selesai dan juga bisa diterapkan pada lantai atasnya sampai dengan lantai 27 zona 5.

Tabel 8. Durasi dan biaya optimal penerapan penambahan tenaga kerja

NO	DURASI (HK)	BIAYA LANGSUNG	BIAYA TAK LANGSUNG	TOTAL BIAYA
			418.660.063,15	
1	112	3.936.152.200,82		4.354.812.263,97
2	111	3.936.152.200,82	414.922.026,87	4.351.074.227,69
3	110	3.939.985.192,82	411.183.990,59	4.351.169.183,41
4	109	3.944.032.006,82	407.445.954,31	4.351.477.961,13
5	108	3.952.525.409,42	403.707.918,03	4.356.233.327,46
6	108	3.963.079.720,08	403.707.918,03	4.360.856.342,00
7	108	3.965.564.502,89	403.707.918,03	4.369.272.420,92
8	105	3.984.267.861,58	392.493.809,20	4.376.761.670,78
9	104	3.999.861.769,04	388.755.772,92	4.388.617.541,96
10	103	3.999.861.769,04	385.017.736,64	4.384.879.505,68

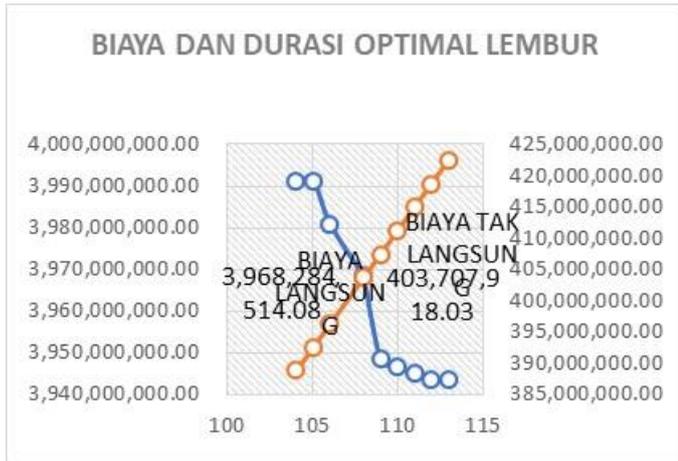
Dari tabel 8. dapat diketahui bahwa dengan durasi percepatan 9 hari pada pekerjaan pembesian kolom adalah yang paling efektif yaitu dengan durasi 108 hari kerja dengan total biaya Rp 4,356,233,327.46,36.

12. Grafik Hubungan Biaya dan Waktu

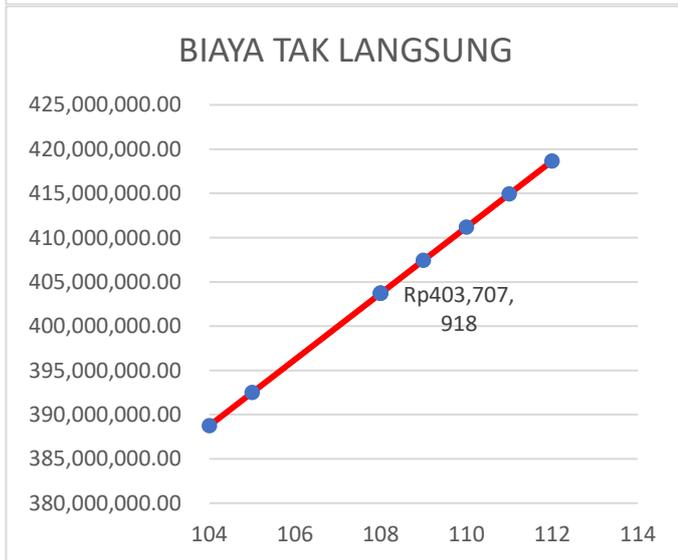
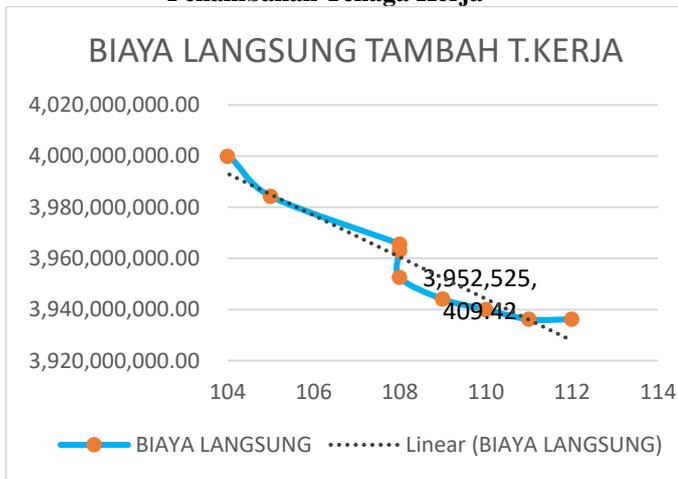
Setelah dilakukan analisis percepatan menggunakan metode *time cost trade off* pada penerapan penambahan jam kerja (lembur) dan penerapan penambahan tenaga kerja, dilakukan pembuatan grafik hubungan antara biaya dan waktu.

Grafik 1. Grafik Hubungan Biaya dan Waktu Akibat Penambahan Jam Kerja(Lembur)





Grafik 2. Grafik Hubungan Biaya dan Waktu Akibat Penambahan Tenaga Kerja



13. Perbandingan Hasil Percepatan Antara Penambahan Jam Kerja (lembur) dengan Penambahan Tenaga Kerja

Dari hasil perhitungan analisis penerapan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja diatas diadaptkan perbandingan total biaya proyek setelah dilakukan percepatan dengan menggunakan metode TCTO seperti yang cantumkan pada tabel 12 berikut.

Tabel 12. Perbandingan biaya total akibat penerapan penambahan tenaga kerja dan penambahan jam kerja (lembur)

DURASI PROYEK	BIAYA TOTAL	SELISIH DG BIAYA NORMAL
117	Rp 4.373.502.445	
Penambahan jam kerja 108	Rp4.371.992.432,11	Rp 1.510.013,25
Penambahan tenaga kerja 108	Rp 4.356.233.327,46	Rp 17.269.117,90

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian hasil analisis penerapan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja untuk percepatan durasi dan optimalisasi biaya pada pembangunan Proyek Apartemen Urban Signature LRT City Ciracas dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) yang dipusatkan pada pekerjaan *upper structure* yaitu pekerjaan lantai 19 zona 5 sampai dengan lantai 27 zona 5 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan perhitungan produktivitas tenaga lembur dengan penambahan 2 jam kerja (lembur) didapatkan produktivitas lembur.
2. Durasi optimum proyek setelah dilakukan percepatan dengan melakukan penerapan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja menggunakan metode *time cost trade off*, didapatkan hasil durasi optimum pada penerapan penambahan tenaga kerja dengan durasi 108 hari kerja.

3. Biaya optimum proyek setelah dilakukan percepatan dengan melakukan penerapan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja didapatkan biaya optimum pada penerapan penambahan tenaga kerja dengan total biaya Rp 4,356,233,327.46. Biaya setelah percepatan dilakukan lebih sedikit dibandingkan biaya pada durasi normal yaitu Rp 4.373.502.445,36 dengan selisih biaya antara durasi normal dan durasi setelah dilakukan percepatan melakukan penambahan tenaga kerja yaitu Rp **17.269.117,90**
4. Hubungan biaya dan waktu pada penerapan penambahan tenaga kerja dan penambahan jam kerja (lembur) yaitu apabila waktu pelaksanaan berkurang, maka biaya langsung akan bertambah karena berkaitan dengan pekerja yang langsung berhubungan dengan pelaksanaan proyek di lapangan. Kemudian untuk biaya tak langsungnya apabila dilakukan percepatan mengalami penurunan biaya, hal ini berkaitan dengan durasi yang semakin berkurang.
5. Setelah dilakukan analisis penerapan penambahan tenaga kerja dan penambahan jam kerja (lembur)

menggunakan metode *time cost trade off* maka didapatkan yang lebih efisien adalah penerapan penambahan tenaga kerja karena dengan berkurangnya durasi 9 hari kerja didapatkan biaya optimum yaitu Rp 4,356,233,327.46

DAFTAR PUSTAKA

1. **Badri, S. 1997.** Dasar-dasar *Network Planing*. Jakarta : **PT Rika Cipta.**
2. **Dipohusodo. 1996.** Manajemen Proyek dan Konstruksi – Jilid 1. **Yogyakarta Kanisius.**
3. **Dimiyati. 1999.** Belajar dan Pembelajaran. **Jakarta : Rineka Cipta.**
4. **Dimiyati, N. 2014.** Manajemen Proyek. **Bandung : Pustaka Setia.**
5. **Ervianto, W. 2004.** Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi. **Jakarta : CV. Andi Offset.**
6. **Hayun. 2005.** “Perencanaan dan Pengendalian Proyek dengan Metode PERT-CPM : Studi Kasus Fly Over Ahmad Yani, Karawang.” **Journal The Winners, Vol. 6, No,2, h. 155-174.**
7. **Husen. 2009.** Manajemen Proyek. **Yogyakarta : CV Andi Offset**