BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Proyek

Pada bab ini akan dipaparkan bagaimana proses dan tahapan pada studi yang akan dilakukan. Dimulai dari memeriksa data yang akan digunakan pada studi ini, pengolahan data dan yang terakhir membahas mengenai hasil yang didapat. Selanjutnya dilakukan analisis data untuk mengetahui percepatan pelaksanaan proyek pembangunan Gedung Bank Nasional Komersial Dili. Mengguakan jarigan kerja yaitu *critical path method (CPM)* sehingga dapat diperleh pekerjaan-pekerjaan pada lintasan kritis.

Pekerjaan yang berada pada lintasan kritis dilakukan *crashing* dengan cara penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja, dari dua alternatif tersebut akan diperoleh percepatan waktu proyek dan biaya seoptimal mungkin.

4.1.1 Data awal proyek

Data awal proyek pembangunan gedung Bank Nasional Komersial di kota Dili sebagai berikut:

a. Lokasi : Rua Ave, Nicolau Lobato Mandarin Dili, Timor-Leste
b. Kontraktor pelaksana : China Shandon International Company Lda
c. Konsultan : Kai Watu Kmanek Consultan
d. Tahun kontrak : 2020
e. Luas bangunan : 290 m^2
f. Jumlah lantai : 2 lantai
g. Nilai konrak : Rp. 11.045.719.949,740

4.1.2 Daftar Harga Upah

Upah yang digunakan sesuai dengan upah pada proyek pembangunan Gedung Bank Nasional Komersial Dili dengan upah USD namun akan hitung dengan Rupiah dengan Kurs Rp. 14000 yang terdapat dalam tabel 4.1

Tabel 4.1 Daftar harga satuan upah Harian

URAIAN	SATUAN	USD	Rp
Mandor	Upah/Hari	$ 12.00	Rp. 168.000
Kepala Tukang	Upah/Hari	$ 12.00	Rp. 168.000
Tukang	Upah/Hari	$ 12.00	Rp. 168.000
Pekerja	Upah/Hari	$ 7.00	Rp. 98.000
Surveyor	Upah/Hari	$ 12.00	Rp. 168.000
Ass. Surveyor	Upah/Hari	$ 8.00	Rp. 112.000
Operator	Upah/Hari	$ 12.00	Rp. 168.000
Ass. Operator	Upah/Hari	$ 8.00	Rp. 112.000
Mekanik	Upah/Hari	$ 12.00	Rp. 168.000
Ass. Mekanik	Upah/Hari	$ 8.00	Rp. 112.000
Sopir	Upah/Hari	$ 9.00	Rp. 126.000

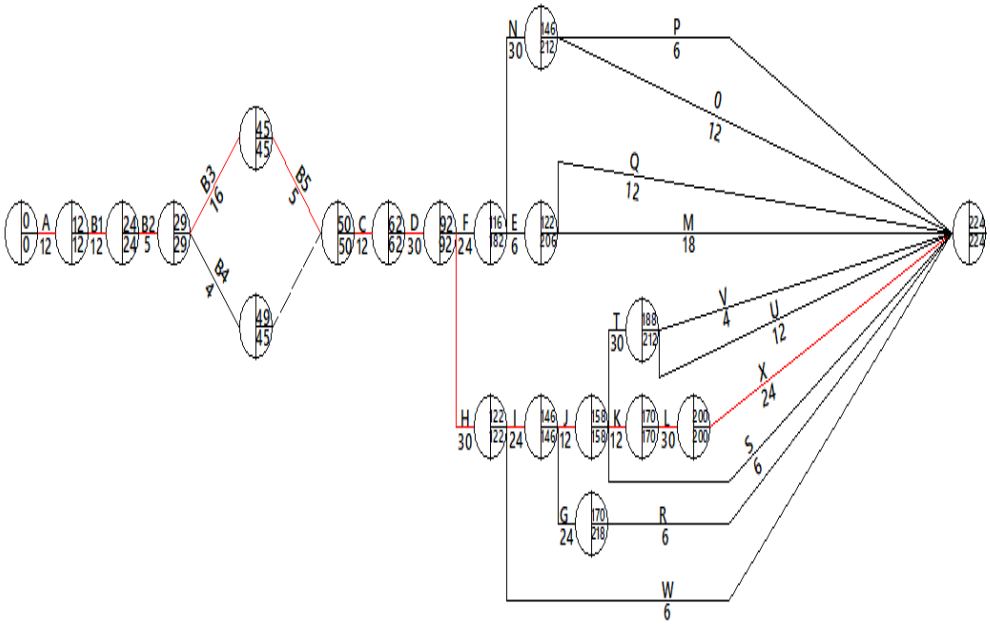
(sumber : Data proyek)

4.1.3 Durasi Normal Kegiatan

Menyelesaikan masalah dapat diawali dengan membuat jarigan kerja berupa CPM dengan durasi normal berdasarkan *time scvedule* yang dibuat oleh pihak konsutan perencana sehingga diperoleh waktu rencana yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. CPM dibuat untuk menunjukkan secara jelas keterkaitan pekerjaan satu dengan pekerjaan lainna. Pada hitungang maju, jika suatu kegiatan memiliki *predecessor* lebih dari satu, maka untuk menentukan ES dan EF diambil angka terbesar, sehingga pada hitungan mundur, jika kegiatan memilik *predecessor* lebih dari saru, maka untuk menentukan ES dan EF diambil angka yang paling kecil.

Durasi normal pekerja adalah 7 jam/hari dan 6 hari kerja setiap minggu, pekerjaan dimulai pukul 08.00-12.00 dimulai kembali setelah waktu istirahat pada pukul 13.00-17.00. durasi normal diperkiraan berdasarkan *time schedule* yang

disusun oleh pihat konsultan perencana. Secara umum pekerjaan pada proyek pembangunan Gedung Bank Nasional Komersial Dili dapat dilihat di tabel 4.2.



Gambar 4.1 Diagram CPM normal

Tabel 4.2 Durasi Normal pekerjaan

KODE	ITEM WORK DESCRIPTION	Durasi Normal
A	**Preliminary work**	**12**
B	Foundation work	
B1	**Bore pile foundation work: Type PB1**	**12**
	Deformed Reinforced steel diameter of 16 mm	**6**
B2	**Bore pile foundation work: Type SP2**	**5**
B3	**Pile cap : Type PB1**	**16**
B4	Pile cap : Type SP2	4
B5	**Concrete of foundation column type C1 350 x 350 mm**	**5**
C	Stone masonry foundation	12
D	**Ground beam**	**30**
E	Floor concrete t=12 cm	6

F	Column work	24
G	Concrete stair work	24
H	**Beam work**	**30**
I	**ReinforcemenT Concrete Slab T=12 Cm**	**24**
J	**Column work**	**12**
K	**Ring balk-roof beam (L=143 cm)**	**12**
L	**Structural roof frame**	**30**
M	Floor work	18
N	Wall work	30
O	Door window & boveligth including partision work	12
P	Ceiling work	6
Q	Sanitasion work	12
R	Railing work	6
S	Floor work	6
T	Wall work	30
U	Supply & install doors & window work	12
V	Supply & install ceiling work	4
W	Sanitasion work	6
X	**Roofing work**	**24**

Sumber: (Data Proyek)

Pada tabel 4.2 merupakan durasi pekerjaan normal yang meliputi pekerjaan persiapan dan pondasi hinga pekerjaan arsitektur pada proyek pembangunan gedung Bank Nasional Komersial Dili, untuk rincian data durasi normal secara detail ada setiap item pekerjaan dapat dilihat di ***lampiran 1***

4.2 Analisis Jumlah Tenaga dan upah pekerja Normal

Untuk mengetahui jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dan durasi normal pekerjaan proyek dapat diketahui dari koefisien sumber daya durasi normal. Koefisien merupakn angka atau jumlah kebutuhkan tenaga kerja, bahan, dan munking juga alat yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan per satuan waktu. Contoh pekerjaan Deformed Reinforced steel diameter of 16 mm.

Tabel 4.3 Analisa jumlah tenaga dan upah pekerjaan Normal

No	Nama Pekerjaan	Volume	satuan	Koef.	Prod. Hari (Normal)	Jumlah Orang (Normal)	Total Kapasitas Per Hari	Durasi	
								Hari	Pembulatan
1	**Deformed Reinforced steel diameter of 16 mm**	1971,84	Kg				382,3876	5,1567	6
	Tukang besi		O.H	0.0757	13.2100	2			
	pekerja		O.H	0.0950	10,5374	6			
	Kepala tukang		O.H	0.0109	91.7431	1			
	mandor		O.H	0.0050	200.0000	1			

(Sumber: Data Proyek)

Pada pekerjaan Deformed Reinforced steel diameter of 16 mm terdapat 6 orang pekerja

1 orang pekerja harus bisa menyelesaikan = (1: 0.0757) =13.2100 m^2 / hari

1 orang pekerja harus bisa menyelesaikan = (1: 0,095) = 10,5374 m^2 / hari

1 orang pekerja harus bisa menyelesaikan= (1: 0.0109) = 91.7431 m^2 / hari

1 orang pekerja harus bisa menyelesaikan=(1: 0.0050) =200.0000 m^2 / hari

Jadi untuk pekerjaan Deformed Reinforced steel diameter of 16 mm dengan 6 pekerja menyelesaikan.

= (2 x 13.2100) + (6 x 10,5374) + (1 x 91.7431) + (1 x 200.0000)

= 382,3876 kg / hari

Perhitungan durasi : $\frac{Volume}{1\ kelompok} = \frac{1971,84}{382,3876}$ = 5,1567= 6 hari

1. Upah pada pekerja normal upah hari pekerja
    a. Pekerja = Rp. 98.000,00
    b. Mandor = Rp. 168.000,00
    c. Tukang besi = Rp. 168.000,00
    d. Kepala tukang = Rp. 168.000,00

Upah perhari (Upah Harian pekerja x Jumlah pekerja perhari)

a. Pekerja = Rp. 98.000,00 x 6 = Rp. 588.000,00
b. Mandor = Rp. 168.000,00 x 1 = Rp. 168.000,00
c. Tukang besi = Rp. 168.000,00 x 2 = Rp. 336.000,00
d. Kepala tukang = Rp. 168.000,00 x 1 = Rp. 168.000,00

Rp. 1.260.000.00

Dari perhitungan di atas, upah normal pada pekerjaan Deformed Reinforced steel diameter of 16 mm

= ∑ upah perhari x durasi normal pekerja

= Rp. 1.260.000.00 x 6

= Rp. 7.560.000.00

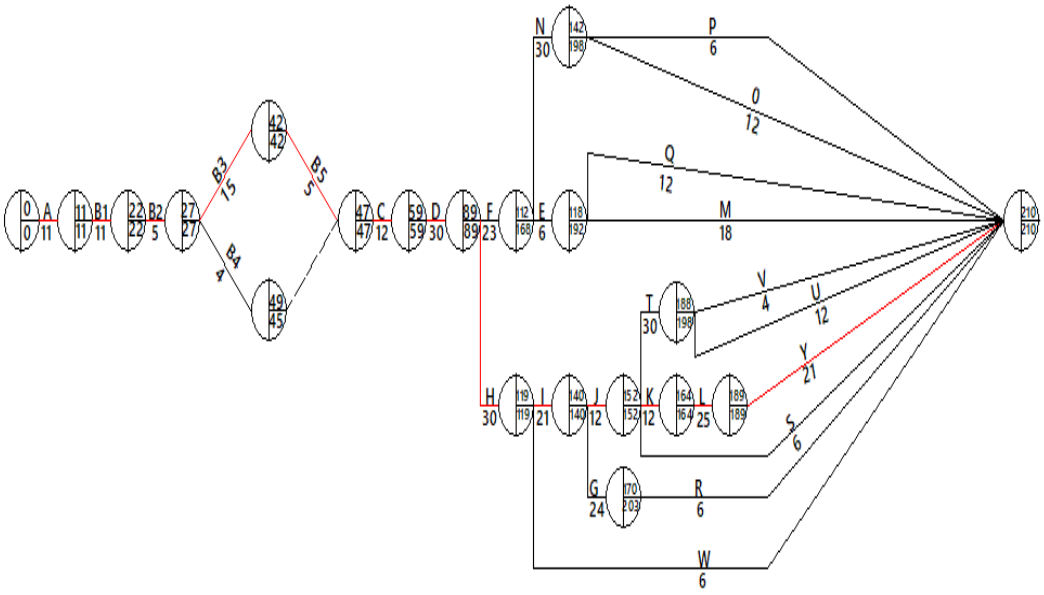
Dengan cara perhitungan yang sama untuk jumlah tenaga dan upah pada kondisi normal seluruh pekerjaan lainnya secara rinci dapat dilihat pada lampiran.

4.3 Penentuan Jalur kritis

Dalam penentuan jalur kritis, penulis menggunakan *diagram critical path.* Dapat dilihat pada gamba diagram CPM yang telah dibuat unutuk menentukan lintasan kritis suatu pekerjaan.

Pada diagram CPM yang sudah dibuat , pekerjaan yang melalui jalur kritis disimbolkan dengan garis warna merah.

Pekerjaan yang mealui jalur kritis antara lain:



Gambar 4.2 Diagram CPM

Tabel 4.4 Pekerjaan yang dipercepatat

KODE	ITEM WORK DESCRIPTION	Durasi Normal	Crash.
A	**Preliminary work**	**12**	**11**
B	Foundation work		
B1	**Bore pile foundation work: Type PB1**	**12**	**11**
	Deformed Reinforced steel diameter of 16 mm	**6**	**5**
B2	**Bore pile foundation work: Type SP2**	**5**	**5**
B3	**Pile cap : Type PB1**	**16**	**15**
B5	**Concrete of foundation column type C1 350 x 350 mm**	**5**	**5**
C	**Stone masonry foundation**	**12**	**12**
D	**Ground beam**	**30**	**30**
H	**Beam work**	**30**	**30**
I	**ReinforcemenT Concrete Slab T=12 Cm**	**24**	**21**
J	**Column work**	**12**	**12**
K	**Ring balk-roof beam (L=143 cm)**	**12**	**12**
L	**Structural roof frame**	**30**	**25**
X	**Roofing work**	**24**	**21**

(Sumber: Data Proyek)

Dari tabel diatas ada beberapa kegiatan yang dipercepat, adapun berapa kegiatan yang berada pada jalur kritis namun tidak dipercepat waktunya karena

hasilnya sama, untuk contoh perhitungan pada pekerjaan Bore pile foundation work: Type PB1 (Deformed Reinforced steel diameter of 16 mm) dapat dilihat pada ***halaman 47.***

Untuk gambar diagram perbedaan 1 jam 2 jam dan 3 jam bisa di lihat di ***lampiran 2***

4.4 Analisis Percepatan Dengan penambahan jam kerja.

Dalam studi percepatan proyek ini penulis akan melakukan percepatan *crashing* dengan melakukan penambahan jam kerja. Penambahan jam kerja ini dilakukan untuk mendapatkan durasi percepatan yang diiginkan. Penulis akan membandingkan penambahan jam kerja 1 jam, 2 jam dan 3 jam, untuk mencari yang efisien.

Ketika dilakukan penambahan jam kerja maka produktivitas pada pekerja juga berbeda dengan produktivitas normal dengan 8jam/hari dan juga dengan penambahan 1 jam kerja/hari, 2 jam kerja/hari, dan 3 jam kerja/hari. Maka dari itu durasi dengan penambahan jam kerja akan dihitung dengan pertimbangan menurunnya produktivitas tenaga kerja pada saat jam lembur.

Tabel 4.5 Koefisien produktivitas Penambahan jam kerja

Jam Lembur (jam)	Penurunan Indeks produktivitas	Penurunan pretasi kerja (Per jam)	Persentase penurunan prestasi Keja (%)	Koefisien produktivitas
a	b	c= a x b	d	e= 100%-d
Ke-1	0,1	0,1	10	0,9
Ke-2	0,1	0,2	20	08
Ke-3	0,1	0,3	30	0,7

(sumber: Soeharto,2005)

4.4.1 Durasi Crash

Pada perhitungan yang dilakukan dengan melakukan penambahan jam kerja 3 jam kerja maka dalam hal ini akan mempegaruhi produktivitas kerja 0,7

(dilihat di tabel) sebagai contoh penulis akan melakukan perhitungan penurunan produktivitas pada pekerjaan Deformed Reinforced steel diameter of 16 mm.

Volume = 1971,84 kg

Jumlah Tenaga Kerja = 6 orang

Durasi Normal = 6 hari

Jam kerja normal = 7 jam/hari

Menghitung produktivitas pada pekerjaan durasi normal

$$\text{Produktivitas per hari} = \frac{\text{Volume}}{Durasi\ Normal} = \frac{1971,84}{6}$$

$$= 328,64 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Prod. Normal perjam} = \frac{\text{produktivitas harian}}{jumlah\ jam\ kerja\ normal\ harian}$$

$$= \frac{328,64}{7\ jam} = 46,948 \text{ kg}$$

Produktivitivitas Lembur

1 jam kerja = jam lembur x koef. Produktivitas x prod./jam

= 1 x 0,9 x 46,948

= 32,8640 kg

2 jam kerja = jam lembur x koef. Produktivitas x prod./jam

= 2 x 0,8 x 46,948

= 75,1177 kg

3 jam kerja = jam lembur x koef. Produktivitas x prod./jam

= 3 x 0,7 x 46,948

= 98,5920 kg

Produktivitas Setelah crashing

Penambahan satu jam kerja:

Prod. Crashing = prod. Harian + prod. Lembur

= 328,64 + 32,8640

= 361,504 kg

$$DC = \frac{\text{volume pekerjaan}}{prod.per\ hari\ setelah\ crashing}$$

$$= \frac{1971,84}{361,504} = 5,4545 = 6 \text{ hari}$$

Penambahan dua jam kerja:

Prod. Crashing = prod. Harian + prod. Lembur

= 328,64 + 75,1177

= 403,7577 kg

$$DC = \frac{\text{volume pekerjaan}}{prod.per\ hari\ setelah\ crashing}$$

$$= \frac{1971,84}{403,7577} = 4,8837 = 5 \text{ hari}$$

Penambahan tiga jam kerja:

Prod. Crashing = prod. Harian + prod. Lembur

= 328,64 + 98,5920

= 427,232 kg

$$DC = \frac{\text{volume pekerjaan}}{prod.per\ hari\ setelah\ crashing}$$

$$= \frac{1971,84}{427,232} = 4,6154 = 5 \text{ hari}$$

Dari contoh perhitungan di atas untuk penambahan 1 jam kerja tidak mengalami percepatan dan pada penambahan dua dan tiga jam kerja mengalami percepatan satu hari dari 6 hari kerja menjadi 5 hari kerja.

4.4.2 Biaya *Crash*

Pada pelaksanaan kegiatan di lapangan, pekerjaan normal sehari maksimal bekerja 8 jam dimana 7 jam bekerja dan 1 jam istirahat, namun dalam hal ini penulis akan menambah jam kerja (lembur) selama 3 jam. Jadi dalam melaksanakan penambahan jam kerja pasti akan ada penambahan biaya dari segi upah pekerja dan hal lain. Menurut keputusan menteri Tenaga Kerja normal KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, pasal 7 dan pasal 11 standar upah lembur untuk upah pekerja yaitu pada lembur pada jam pertama upah 1,5 kali upah sejam, dan untuk jam kerja lembur selanjutnya dibayar sebesar 2 kali liat upah satu jam pada pekerjaan normal.

Analisis *crashing* dengan menambahkan jam kerja bisa menjadi sala satu alternatif percepatan proyek jika kebutuhan tenaga kerja yang akan ditambahkan tidak tersedia. Conto perhitungan biaya Deformed Reinforced steel diameter of 16 mm

A. Penambahan Satu Jam Kerja

Biaya Normal (Cn) pekerja = Rp. 1.260.000.00

Durasi Normal (Dn) = 6 hari

Durasi Crash (Cc) = 6 Hari

Biaya *Crash* (Cc) Pekerjaan

1. Upah normal perjam
   a. Mandor $= \frac{\text{Rp.168.000,00}}{\text{7 jam/hari}}$ = Rp. 24.000,00
   b. Pekerja $= \frac{\text{Rp.98.000,00}}{\text{7 jam/hari}}$ = Rp. 14.000,00
   c. Kepala tukang $= \frac{\text{Rp.168.000,00}}{\text{7 jam/hari}}$ = Rp. 24.000,00

d. Tukang besi $= \frac{\text{Rp.168.000,00}}{\text{7 jam/hari}}$ = Rp. 24.000,00

2. Upah jam lembur Pertama
   a. Mandor =Rp.24.000,00 x 1.5 = Rp. 36.000,00
   b. Pekerja =Rp.14.000,00 x 1.5 = Rp. 21.000,00
   c. Kepala tukang =Rp.24.000,00 x1.5 = Rp. 36.000,00
   d. Tukang besi =Rp.24.000,00 x 1.5 = Rp. 36.000,00
3. Total *cost* per hari

   (Upah Harian/jam + upah lembur jam ke 1)
   a. Mandor = Rp. 204.000,00
   b. Pekerja = Rp. 119.000,00
   c. Kepala tukang = Rp. 204.000,00
   d. Tukang besi = Rp. 204.000,00
4. Jumlah biaya

   (Jumlah pekerja x total *cost* pehari)
   a. Pekerja = 6 orang x Rp.204.000,00 = Rp. 714.000,00
   b. Mandor =1 orang x Rp. 119.000,00 = Rp. 204.000,00
   c. Kepala tukang =1 orang x Rp. 204.000,00 = Rp. 204.000,00
   d. Tukang besi =2 orang x Rp. 204.000,00 = Rp. 408.000,00

   Rp. 1.530.000,00
5. Total biaya lembur =Jumlah Biaya(Cc) + Upah Normal (Cn)

   =Rp. 1.530.000,00 + Rp. 1.260.000.00

   = Rp. 2.790.000,00
6. Cc Total = Cn x Dn

   = Rp. 1.260.000.00 x 6

   = Rp. 7.560.000,00
7. Cc Total = Cc x Dc

   = Rp. 2.790.000,00 x 6

   = Rp. 16.740.000,00

Cost Slope $= \frac{crash\ cost - normal\ cost}{normal\ durastion - crash\ duration}$

$$= \frac{\text{Rp } 16.740.000,00 - \text{Rp.}7.560.000,00}{6-6}$$

= Rp. 15.479.994,00

B. Penambahan Dua jam Kerja

Biaya Normal (Cn) pekerja = Rp. 1.260.000.00

Durasi Normal (Dn) = 6 hari

Durasi Crash (Cc) = 5 Hari

Biaya *Crash* (Cc) Pekerjaan

1. Upah harian tenaga kerja
   a. Mandor $= \frac{\text{Rp.}168.000,00}{7 \text{ jam/hari}} =$ Rp. 24.000,00
   b. Pekerja $= \frac{\text{Rp.}98.000,00}{7 \text{ jam/hari}} =$ Rp. 14.000,00
   c. Kepala tukang $= \frac{\text{Rp.}168.000,00}{7 \text{ jam/hari}} =$ Rp. 24.000,00
   d. Tukang besi $= \frac{\text{Rp.}168.000,00}{7 \text{ jam/hari}} =$ Rp. 24.000,00
2. Upah lembur jam ke 1
   a. Mandor =Rp.24.000,00 x 1.5 = Rp. 36.000,00
   b. Pekerja =Rp. 14.000,00 x1.5 = Rp. 21.000,00
   c. Kepala tukang =Rp.24.000,00 x1.5 = Rp. 36.000,00
   d. Tukang besi =Rp.24.000,00 x1.5 = Rp. 36.000,00
3. Upah lembur jam ke 2
   a. Mandor = 2 x Rp. 24.000,00
      = Rp. 48.000,00
   b. Pekerja = 2 x Rp. 14.000,00
      = Rp. 28.000,00
   c. Kepala tukang = 2 x Rp. 24.000,00
      = Rp. 48.000,00
   d. Tukang besi = 2 x Rp. 24.000,00
      = Rp. 48.000,00

4. Total *cost* per hari

   (Upah Harian/jam + upah lembur jam ke 1 + upah lembur jam ke2)

   a. Mandor = Rp. 252.000,00

   e. Pekerja = Rp. 147.000,00
   f. Kepala tukang = Rp. 252.000,00
   g. Tukang besi = Rp. 252.000,00

5. Jumlah biaya

   (Jumlah Biaya pekerja x total *cost* pekerjaan)

   e. Pekerja = 6 orang x Rp 147.000,00 = Rp. 882.000,00
   f. Mandor =1 orang x Rp. 252.000,00 = Rp. 252.000,00
   g. Kepala tukang =1 orang x Rp. 252.000,00 = Rp. 252.000,00
   h. Tukang besi =2 orang x Rp. 252.000,00 = Rp. 504.000,00

   Rp. 1.890.000,00

6. Total biaya lembur =Jumlah Biaya(Cc) + Upah Normal (Cn)

   = Rp. 630.000,00 + Rp. 1.260.000,00

   = Rp. 3.150.000,00

7. Cn Total = Cn x Dn

   = Rp. 1.260.000,00 x 6

   = Rp. 7.560.000,00

8. Cc Total = Cc x Dc

   = Rp. 3.150.000,00 x 5

   = Rp. 15.750.000,00

Cost Slope $= \frac{crash\ cost - normal\ cost}{normal\ durastion - crash\ duration}$

$= \frac{\text{Rp}15.750.000,00 - \text{Rp}.7.560.000,00}{6-5}$

= Rp. 14.489.995

C. Penambahan tiga jam Kerja

Biaya Normal (Cn) pekerja = Rp. 1.260.000.00

Durasi Normal (Dn) = 6 hari

Durasi Crash (Cc) = 5 Hari

Biaya *Crash* (Cc) Pekerjaan

1. Upah harian tenaga kerja
   a. Mandor $= \frac{\text{Rp.168.000,00}}{\text{7 jam/hari}}$ = Rp. 24.000,00
   b. Pekerja $= \frac{\text{Rp.98.000,00}}{\text{7 jam/hari}}$ = Rp. 14.000,00
   c. Kepala tukang $= \frac{\text{Rp.168.000,00}}{\text{7 jam/hari}}$ = Rp. 24.000,00
   d. Tukang besi $= \frac{\text{Rp.168.000,00}}{\text{7 jam/hari}}$ = Rp. 24.000,00
2. Upah lembur jam ke 1
   a. Mandor =Rp. 24.000,00 x1.5 = Rp. 36.000,00
   b. Pekerja =Rp. 14.000,00 x1.5 = Rp. 21.000.00
   c. Kepala tukang =Rp. 24.000,0 x1.5 = Rp. 36.000,00
   d. Tukang besi =Rp.24.000,00 x1.5 = Rp. 36.000,00
3. Upah lembur jam ke 2
   a. Mandor = 2 x 2 x Rp. 24.000,00
      = Rp. 96.000,00
   b. Pekerja = 2 x 2 x Rp. 14.000,00
      = Rp. 56.000,00
   c. Kepala tukang = 2 x 2 x Rp. 24.000,00
      = Rp. 96.000,00
   d. Tukang besi = 2 x 2 x Rp. 24.000,00
      = Rp. 96.000,00
4. Total *cost* per hari
   (Upah Harian/jam + upah lembur jam ke 1 + upah lembur jam ke2)

a. Mandor = Rp. 300.000.00
b. Pekerja = Rp. 175.000.00
c. Kepala tukang = Rp. 300.000.00
d. Tukang besi = Rp. 300.000.00

5. Jumlah biaya

(Jumlah Biaya pekerja x total *cost* pekerjaan)

a. Pekerja = 6 orang x Rp. 175.000,00
= Rp. 1.050.000,00
b. Mandor = 1 orang x Rp. 300.000.00
= Rp. 300.000,00
c. Kepala tukang = 1 orang x Rp. 300.000.00
= Rp. 300.000.00
d. Tukang besi = 2 orang x Rp. 300.000.00
= Rp. 300.000,00

Rp. 1.950.000

6. Total biaya lembur = Jumlah Biaya(Cc)+UpahNormal (Cn)
=Rp. 1.950.000 + Rp. 1.260.000.00

= Rp. 3.120.000,00

7. Cc Total = Cn x Dn
= Rp. 1.260.000.00 x 6
= Rp. 7.560.000,00
8. Cn Total = Cc x Dc
= Rp3.510.000,00 x 5
= Rp. 17.550.000,00

Cost Slope $= \frac{crash\ cost - normal\ cost}{normal\ durastion - crash\ duration}$

$= \frac{\text{Rp.17.550.000,00} - \text{Rp.7.560.000,00}}{6-5}$

= Rp. 16.289.995,00

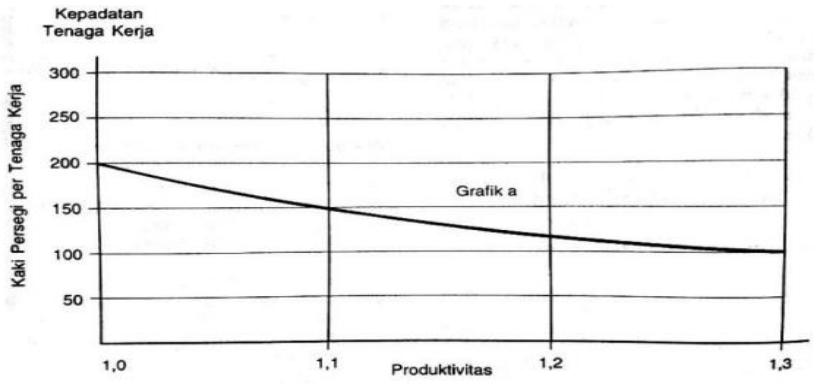
Untuk perhitungan upah lembur dan *cost slope* selanjutnya bisa lihat di ***lampiran.***

untuk melihat diagram CPM perbandingan 1 jam, 2 jam dan 3 jam bisa dilihat di ***lampiran.***

4.5 Analisis Percepatan proyek dengan Tambah Tenaga Kerja

4.5.1 Durasi Crash

Dalam perhitungan *crash* dengan melakukan penambahan tenaga kerja angka produktivitas akan menurun jika terjadi kepadatan area kerja tenaga kerja yang ditunjukkan ada gambar.



Gambar 4.3 Kepadatan Tenaga kerja dengan produktivitas

(Sumber: Soeharto,2005:168)

Contoh perhitungan durasi *crash* pada pekerjaan Deformed Reinforced steel diameter of 16 mm adalah sebagai berikut:

Volume pekerjaan = 1971,8 kg

Durasi normal = 6 hari

Tukang besi normal = 2 orang

Pekerja normal = 6 orang

Kepala tukang = 1 orang

Mandor = 1 orang

Produktivitas normal per hari $= \frac{Volume}{durasi\ normal} = \frac{1971{,}8\ \text{kg}}{6\ hari`} = 5{,}1567$ Kg/hari

Produktivitas tukang besi $= \frac{1}{0{,}0757} = 13{,}2100$ Kg/OH

Produktivitas pekerja $= \frac{1}{0{,}095} = 10{,}5374$ Kg/OH

Produktivitas kepala tukang $= \frac{1}{0{,}0109} = 191{,}7431$ Kg/OH

Produktivitas mandor $= \frac{1}{0{,}0050} = 200{,}00$ Kg/OH

Produktivitas = (prod. Tukang besi x jumlah) + (prod. Pekerja x jumlah) + (prod. Kepala tukang x jumlah) + (prod. Mandor x jumlah)

= (13,2100 x 2) + (10,5374 x 6) + (91,7431 x 1) + (200,000 x 1)

= 328,64 kg

$$Dc = \frac{\text{volume}}{produktivitas\ x\ penurunan\ produktivitas}$$

$$= \frac{1971{,}8}{328{,}64\ x\ 0{,}7} = 3{,}2385 \text{ hari} = 4 \text{ hari}$$

Dari contoh perhitungan di atas, didapatkan durasi *crash* adalah 6 hari dapat dipercepat 4 hari dari durasi normal. Dengan cara perhitungan yang sama untuk hasil analisis percepatan durasi proyek dengan penambahan tenaga kerja pada pekerjaan pekerjaan yang berada pada lintasan kritis.

4.5.1 Biaya Crash (Cc)

Contoh perhintungan biaya *crash* Deformed Reinforced steel diameter of 16 mm

Biaya Normal (Cn) pekerja = Rp. 7.560.000,00

Durasi Normal (Dn) = 6 hari

Durasi Crash (Cc) = 4 Hari

Biaya *crash* (Cc) Pekerjaan

1. Upah harian tenaga kerja
    a. Tukang besi = Rp. 168.000
    b. Pekerja = Rp. 98.000
    c. Kepala tukang = Rp. 168.000
    d. Mandor = Rp. 168.000
2. Kebutuhan tenaga kerja durasi dipercepat
    a. Tukang besi = 3 orang
    b. Pekerja = 9 orang
    c. Kepala tukang = 1 orang
    d. Mandor = 1 orang
3. Biaya upah tenaga kerja = jumlah tenaga x upah harian
    a. Tukang besi = 3 x Rp. 168.000 = Rp. 504.000
    b. Pekerja = 9 x Rp. 98.000 = Rp 882.000
    c. Kepala tukang = 1 x Rp. 168.000 = Rp 168.000
    d. Mandor = 1 x Rp. 168.000 = Rp 168.000

    = Rp. 1.722.00
4. Total biaya tambah tenaga kerja = biaya + biaya upah tenaga kerja

    =Rp. 7.560.000,00 + Rp. 1.722.000

    = Rp. 9.282.000,00

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

    $= \frac{\text{Rp.9.282.000,00 Rp 7.560.000,00}}{6-4}$

    = Rp. 8.021.996,00

Dengan cara perhitungan yang sama untuk hasil analisis percepatan dengan penambahan tenaga kerja pada pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan kritis lainnya dapat dilihat pada ***Lampiran 5***

4.6 Analisis Biaya langsung dan tidak lansung

4.6.1 Pekerjaan Normal dan biaya normal

Pekerjaan normal merupakan pekerjaan yang sesuai dengan perencanaan dan data di lapangan. Untuk menentukan koefisien biaya langsung (direct cost) bahan dan upah dibutuhkan data rencana anggaran biaya dari pekerjaan normal. Koefisien biaya bahan dan upah digunakan untuk mencari direct cost biaya bahan dan upah pada pekerjaan ini. Sebelum menghitung koefisien biaya bahan dan upah dicari terlebih dahulu harga satuan pekerjaan.

Tabel 4.6 Analisa Harga satuan pekerjaan deformed reinforced steel diameter of 16 mm

deformed reinforced steel diameter of 16 mm			1971.84	kg
Tenaga kerja				
Tukang besi	oh	0.0757	Rp. 168.000	Rp. 12.717,60
Pekerja	oh	0.0949	Rp. 98.000	Rp. 9.300,20
Kepala tukang	oh	0.0109	Rp. 168.000	Rp. 1.831,20
Mandor	oh	0.005	Rp. 168.00	Rp. 840,00
Jumlah				**Rp.24,689.00**
Bahan				
Besi beton (polos/ulir)	kg	1.10	Rp. 8.245	Rp. 9.069,50
Kawat beton	kg	0.015	Rp. 14.065	Rp. 210,98
Jumlah				**Rp. 9.280.48**

(Sumber: Data Perhitungan)

Berdasarkan perhitungan harga satuan pekerjaan *deformed reinforced steel diameter of 16 mm*, didapat hasil sebagai berikut :

Volume pekerjaan = 1971.84 Kg

Biaya bahan = Rp 9.280.48

Biaya upah = Rp 24,689.00

Biaya upah dan bahan = Rp 33,969.48

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui biaya langsung yang dikeluarkan adalah sebesar Rp 33,969.48 sehingga koefisien biaya langsung bahan dan upah dapat dihitung dengan :

1. $\text{Koefisien upah} = \frac{\text{Biaya upah}}{\text{biaya upah dan bahan}}$

$$= \frac{\text{Rp } 24{,}689.00}{\text{Rp } 33{,}969.48}$$

$$= 0{,}0726$$

2. $\text{Koefisien bahan} = \frac{\text{Biaya bahan}}{\text{biaya upah dan bahan}}$

$$= \frac{\text{Rp } 9.280.48}{\text{Rp } 33{,}969.48}$$

$$= 0{,}2732$$

Setelah mendapatkan nilai koefisien bahan dan upah, pada perhitungan selanjutnya dapat dicari total normal cost bahan pada pekerjaan *deformed reinforced steel diameter of 16 mm*.

1. Biaya langsung
   a. *Normal cost* upah

      = volume x biaya dan upah x koef

      = 1971.84 x Rp 33,969.48 x 0,0726

      = Rp. 48.629.207

   b. *Normal cost* bahan = Volume x biaya dan upah x koef

      = 1971.84 x Rp 33,969 x 0,2732

      = Rp. 18.299.586

c. *Direct cost*

$= Normal\ cost\ bahan\ x\ Normal\ cost\ upah$

$= Rp.48.629.207\ x\ Rp.18.299.586$

$= Rp.66.928.793$

Dengan cara perhitungan yang sama untuk mencari biaya langsung (*direct cost)* pada tiap pekerjaan lainnya dapat dilihat di lampiran. Sehingga didapatkan total *direct cost* sebesar Rp. 7.215.535.715

Perhitungan nilai total biaya lansung (*direct cost)* bahan dan upah tenaga dapat dicari dengan cara sebagai berikut.

Total biaya *direct cost* = Rp. 7.215.535.715

a. Total biaya bahan = Total biaya *direct cost* x kofisien bahan
   = Rp. 7.215.535.715 x 0,2732
   = Rp. 1.973.449.018
b. Total biaya upah = total biaya *direct cost* x kofisien upah
   = Rp. 7.215.535.715 x 0,726
   = Rp. 5.238.478.929

2. Biaya Tidak langsung

Setelah mendapatkan total biaya bahan dan upah, langkah selanjutnya mencari biaya tidak lansung. Biaya tidak lansung adalah biaya yang dikelaurkan secara tidak lansung seperti biaya listri, operasional dan lain-lain. Pada proyek pembangunan gedung Bank Nasional Komersial Dili untuk durasi normal adlah 7 jam/ hari dan bekerja setiap senin-sabtu. Adapun biaya tidak langsung proyek terdapat pada tabel. 4.6

Tabel 4.7 Daftar biaya Tidak Langsung

Uraian	Jumlah	Harga Satuan	Total
1. Gaji Staf Proyek			
Site Engineer	1 org	Rp. 8,400,000.00	Rp. 8,400,000.00
Electrical engineer	1 org	Rp. 8,400,000.00	Rp. 8,400,000.00
Architecture engineer	1 org	Rp. 8,400,000.00	Rp. 8,400,000.00
Operator	1 org	Rp. 4.200.000.00	Rp. 4.200.000.00
driver	1 org	Rp. 4.200.000.00	Rp. 4.200.000.00
Sub total (Gaji Staf Proyek)			**Rp 33.600.000.00**
2. Fasilitas			
Listrik	1 bln		Rp. 4,200,000.00
Air	1 bln		Rp. 1,400,000.00
transportasi	1 unit		Rp. 1,400,000.00
Sub total (Fasilitas)			**Rp. 7.000.000,00**
Total biaya tak lansung proyek (1+2)			Rp. **40.600.000,00**

(Sumber: Data Proyek)

Berdasarkan tabel 4.6 biaya tidak lansung Rp. 40.600.000,00 tiap bulan bulannya merupakan biaya gaji staf dan biaya fasilitas. Namun hanya biaya fasilitas yang dapat berkurang ketika proyek dilakukan dipercepatan, maka total biaya tidak lansung yang dikeluarkan pada kondisi durasi pekerjaan normal 224 hari kerja dapat dilihat pada uraian berikut:

Total biaya tidak lansung $= \frac{total\ biaya\ tidak\ lansung}{30\ hari\ (\ jumlah\ hari\ dalam\ 1\ bulan)}\ x\ 224\ HK$

$= (\frac{\text{Rp.}\mathbf{40.600.000,00}}{30\ hari}\ x\ 224\ HK)$

= Rp. 1,353,333.33 x 224

= Rp. 303.146.665,92

Biaya tidak lansung fasilitas = $\frac{\mathbf{Rp.7,000,000.00}}{30\ hari}$= Rp. 233.333,33/Hari

Biaya tidak langsung berupa gaji staf = ($\frac{\mathbf{Rp\ 33.600.000.00}}{30}\ x\ 224$)

= Rp. 250.880.000,00

Dari perhitungan biaya tak langsung yang sudah diperhitungkan, maka total biaya menjadi:

Biaya tidak langsung gaji staf + (durasi x biaya tak lansung fasilitas per hari)

a. Satu jam Kerja =Rp.250.880.000+ (220xRp. 233.333)
= Rp. 250.931.333

b. Dua jam kerja = Rp. 250.880.000+ (212 x Rp. 233.333,33)
= Rp. 250.929.466

c. Tiga jam kerja = Rp. 250.880.000 + (210 x Rp. 233.333,33)
=Rp 250.928.999

Total biaya proyek normal dan setelah *crashing* penambahan jam kerja biaya lansung- biaya tak langsung

a. Satu Jam Kerja = Rp. 6.912.389.049,55- Rp. 250.931.333
= Rp. 6.964.604.381

b. Dua jam kerja = Rp6.912.389.049,55- Rp. 250.929.466
= Rp. 6.964,606.248

c. Tiga jam kerja = Rp. 6.912.389.049,55 - Rp 250.928.999
= Rp. 6.964.606.715

4.6.2 Pekerjaan percepatan dan Biaya Percepatan

Pada pekerjaan percepatan (*crashing)*proyek dikerjakan dengan cepat sehingga durasi yang dikerjakan lebih pendek dibandingkan dengan pekerjaan normal. Proses *crashing* yang dilakukan pada studi ini adalah dengan

menambahkan tenaga kerja dan jam kerja. Karena proses *crashing* menambahkan tenaga kerja dan jam kerja maka upah dikeluarkan akan lebih banyak sehingga biaya lansung (*direct cost)* meningkat, maka sebaliknya karena durasi setelah dilakukan *crashing* berubah lebih singkat maka pengeluaran biaya tidak lansung *(indirect cost)* lebih kecil.

Pada perhintungan *crahing* dengan menambahkan jam kerja (lembur) didapatkan biaya tambahan sebesar Rp 7.749.150 sedangkan pada perhitungan *crashing* dengan menambahkan tenaga kerja didapatkan biaya tambahan sebesar Rp 5.440.349 Biaya uah tambahan tersebut berpengaruh terdapat biaya lansung (*direct cost)* sehingga biaya lansung yang dikeluarkan lebih banyak.

1. Biaya Lansung (*direct cost)*
   a. *Crashing* dengan menambah jam kerja
      = biaya langsung + biaya penambahan jam kerja
      = Rp 7.215.535.715+ Rp 7.749.150
      = Rp. 7.223.333.865
   b. *Crashing* debgan menambah tenaga kerja
      = biaya lansung + biaya lansung penambahan tenaga kerja
      = Rp. 7.215.535.715 + Rp 2.932.274.737
      = Rp. 7.220.976.064

2. Biaya tidak lansung (*indirect cost)*
   a. *Crashing* dengan menambah jam kerja
      = *indirect cost* gaji staf + (210 x *indirect cost* fasilitas per hari)
      = Rp. 250.880.000,00 + (210 x Rp. 233.333)
      = Rp. 299.879.999
   b. *Crashing* dengan menambah tenaga kerja
      = *indirect cost* gaji staf + (188 x *indirect cost* fasilitas per hari)
      = Rp. 250.880.000+ (188 x Rp. 233.333)
      =Rp. 294.746.666

3. Total biaya proyek normal dan setelah *crashing*
   a. Total biaya pekerjaan normal
      = *direct cost* + *indirect cost*
      = Rp. . 7.215.535.715 + Rp. 303.146.665
      = Rp. 7.518.682.380
   b. Total biaya *crashing* dengan menambah jam kerja
      = *direct cost* + *indirect cost*
      = Rp. 7.223.333.865 + Rp. 299.879.999
      = Rp.7.523.213.864
   c. Total biaya *crashing* dengan menambah tenaga kerja
      = *direct cost* + *indirect cost*
      = Rp. . 7.220.976.064 + Rp. 294.746.666
      = Rp. 7.525.722.730

4.7 Hasil Perhitungan penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja.

Pada perhingan *crashing* dengan penambahan jam kerja didapatkan durasi proyek selama 210 hari, selisih 14 hari dengan pekerjaan normal dengan durasi 224 hari. Sedangkan pada perhitungan *crashing* degan menambahkan tenaga kerja didapatkan durasi proyek selama 188 hari, selisih 36 hari dibandingkan dengan pekerjaan normal dengan durasi normal 224. Perbedaan durasi cukup signifikan sehingga ada kemungkinan jika proyek yang dipercepat lebih efisien dibandingkan pekerjaan normal.

4.8 Rekapitulasi Waktu dan Biaya Proyek

Untuk dapat diketahui dengan jelas mengenai perbandingan waktu dan biaya hasil analisis waktu dan biaya yang dilakukan perceptan dengan penambahan jam kerja (Lembur) 3 jam dan penambahan tenaga kerja.

Tabel 4.8 perbandingan waktu dan biaya normal *Crashin*

Kegiatan	Durasi (Hari)	*Direct cost*	*Indirect cost*	*Total cost*
Normal	224	Rp. 7.215.535.715	Rp. 303.146.665	Rp. 7.518.682.380
Tambah Jam Kerja	210	Rp. 7.223.333.865	Rp. 299.879.999	Rp. 7.523.213.864
Tambah Tenaga Kerja	188	Rp. 7.220.976.064	Rp. 294.746.666	Rp. 7.525.722.730

(sumber:Hasil Perhitungan)

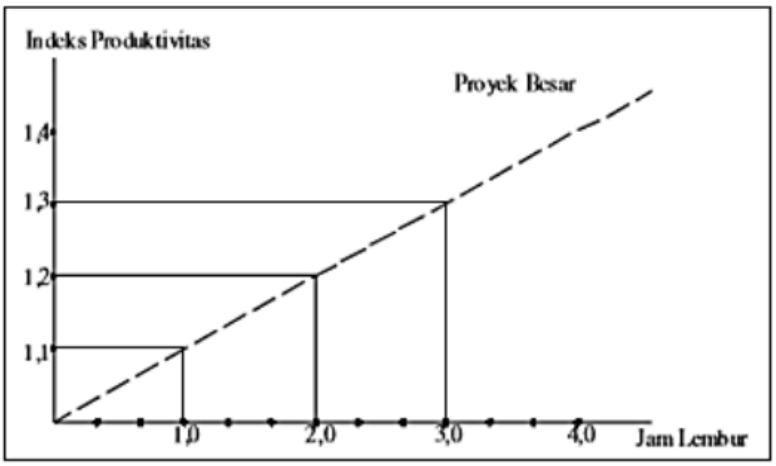
4.8 Pembahasan

4.8.1 Analisis Waktu dan Biaya Proyek normal

Pada saat dilakukan penelitian, proyek pambagunan Fedung bank nasional komersial Dili tidak mempunyai jarigan kerja berupa *Critical Path Method* (CPM). Dimana pihak hanya memiliki Rencana Anggaran biaya (RAB) , *time schedule* dan kurva S. langkah awal analisis dengan membuat diagram jarigan kerja berupa *critical path method* (CPM) menggunakan durasi normal pekerjaan yang dimulai 6 maret 2020, dan semua kegiatan dijadwalkan kemudian dilakukan urutuan logis kegitan berdasarkan kurva S. pembuatan jarigan CPM seperti lampiran diperoleh waktu penyelesaian proyek dengan kondisi normal pekerjan selama 224 hari, selesai pada tanggal 28 januari 2021. Dari hasil jarigan kerja CPM pekerjaan normal juga diperoleh kegiatan-kegiatan yang kritis, yang membentuk sebuah lintasan kritis (*critical path)* dengan total biaya pada pekerjaan normal pada tabel Rp. 7.518.682.380 terdiri dari biaya langsung sebesar Rp. 7.215.535.715 dan biaya tidak langsung Rp 303.146.665.

4.8.2 Indeks Produktivitas Akibat percepatan penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja.

a. Pengaruh penambahan jam kerja terhadap produktivitas. Percepatan dengan penambahan jam kerja menunjukkan indikasi penurunan produktivitas, jika jumlah jam per hari dan hari per minggu bertambah yag ditunjukkan pada gambar 4.2



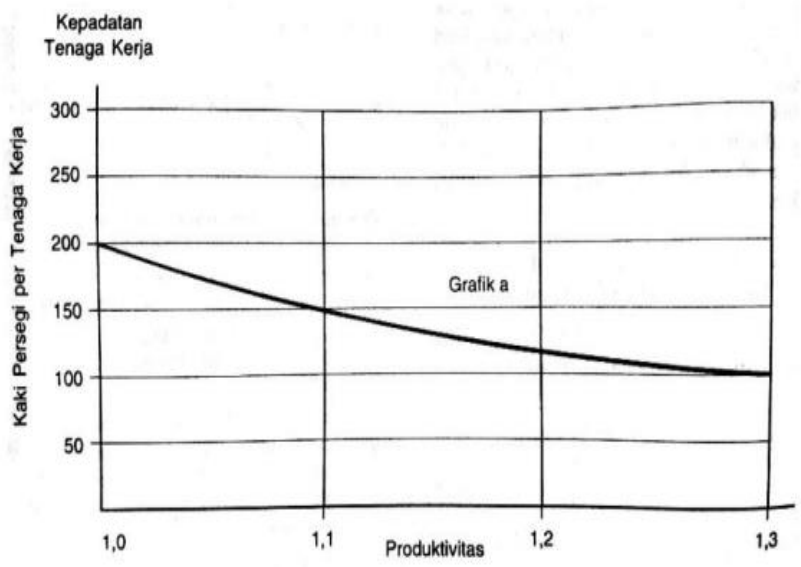
Gambar 4.4 Indikasi penurunan Produktivitas karena kerja lembur.

(Sumber: Dimyati dan Nurjaman, 2016:381)

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan jam kerja, maka semaki menurun indeks produktivitasnya. Setiap jam penambahan waktu kerja, selisih indeks produktivitasnya yaitu 0,1. Pada studi ini dilakukan penambahan jam kerja selama 3 jam, maka dari itu produktivitas selama lembur berkurang 0,3 dari jam kerja normal.

b. Pengaruh penambahan tenaga kerja terhadap produktivitas Percepatan dengan kerja penambahan tenaga kerja menunjukkan indikasi penurunan produktivitasnnya, jika makin tinggi jumlah tenaga kerja per area atau makin turun luas area per tenaga kerja, maka makin sibuk kegiatan per area yang menyebabkan penurunan produktivitasnya. Gambar 4.3merupakan hasil penelitian untuk

proyek-proyek berukurang sedang ke atas di USA dengan titik optimal 200 ft^2/tenaga kerja dengan indeks produktivitas maksimal=1, jika makin padat 150 ft^2/tenaga kerja atau 100 ft^2/tenaga kerja, maka produktivitasnya akan menurun ditunjukkan pada gambar



Gambar 4.5 kepadatan Tenaga kerja dengan produktivitas
(Sumber: Soeharto,2005:168)

Perhitungan efetifitas tenaga kerja dengan penambahan tenaga kerja dengan penambahan tenaga kerja menggunakan gambar 4.3 maka dasar kepadatan yang ideal adalah luas area per tenaga kerja diasumsikan 2 kali penambahan orang maka area kerja per tenaga kerja akan semakin padat 2 kali lipat dari kondisi normal. Hasil analisi untuk percepatan penambahan tenaga kerja dengan nilai efektifitasnya kerja yaitu sebesar 77% dengan penurunan produktivitas sebesar 23% untuk setiap tenaga kerja.

4.8.3 Analisi Percepatan penambahan jam kerja dan penamabah Tenaga Kerja.

a. Analisis Waktu dan biaya Penambahan Jam kerja

Percepatan durasi *crash* diperoleh waktu penyelesaian proyek dengan melakukan lembur (7 jam kerja normal + 3 jam kerja lembur) yaitu yaitu 210 hari atau dipercepat 14 hari dari durasi normal, selesai pada 7 januari 2021 menggunakan CPM untuk hasil *crashing* durasi penambahan jam kerja (lembur) dapat dilihat pada lampiran.

Biaya *crash* pada penambahan jam kerja (*Lembur)* untuk upah tenaga kerja yang dikeluarkan akibat adanya lembur 3 jam perhari selama 210 hari adalah sebesar Rp 7.749.150

Dampak atau pengaruh dari perubahan waktu dan biaya sebelum dilakukan percepatan proyek dibandingkan dengan ketika proyek dipercepat dengan penambahan jam kerja (lembur) ialah naiknya biaya langsung (*direct cost)* proyek yang semula hanya Rp. 7.215.535.715 menjadi Rp. 7.223.333.865 (0,1080%) sebaliknya karena durasi dipercepat selama 14 hari dari durasi normal menyebabkan turunnya biaya tidak lansung (*inderec cost)* yang semula Rp. 303.146.665 menjadi Rp. 299.879.999 (1,0893%) sehingga berpengaruh terhadap biaya total pryek yang semula hanya Rp. 7.518.682.380 naik menjadi Rp. 7.523.213.864 (0,0616 %)

b. Analisi waktu dan biaya penambahan tenaga kerja

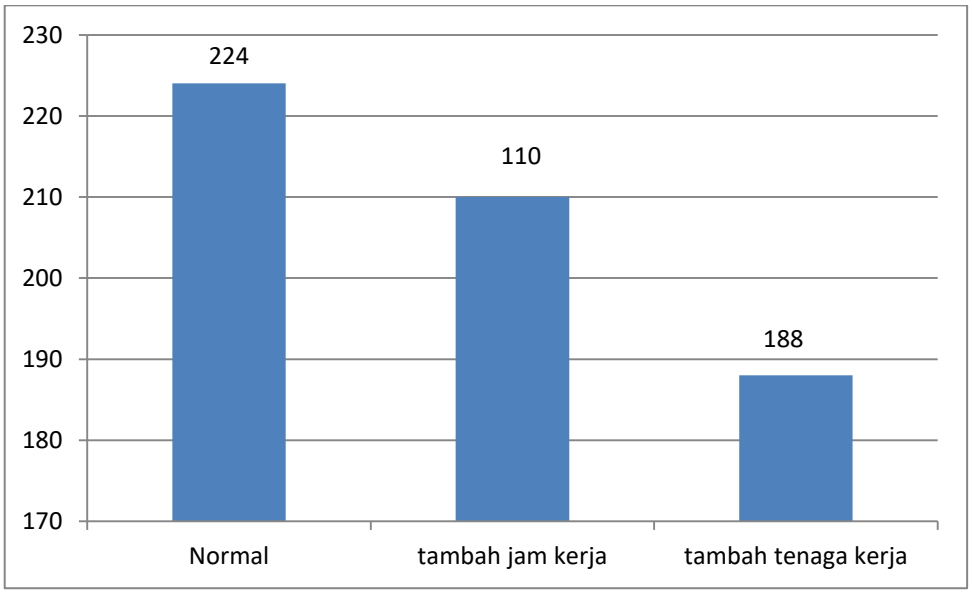
percepatan durasi *crash* diperoleh waktu penyelesaian proyek dengan melakukan penambahan tenaga kerja yaitu 188 hari atau dipercepat 36 hari dari durasi normal, selesai pada tanggal 26 agustus 2020 menggunakan CPM untuk hasil *crashing* durasi penambahan tenaga kerja dapat dilihat pada lampiran.

Biaya *crash* pada penambahan tenaga kerja untuk upah tenaga kerja dikeluarkan akibat adanya penambahan tenaga kerja selama 36 hari adalah sebesar Rp 2.932.274.732. Dampak atau pengaruh dari perubahan waktu dan biaya sebelum dilakukan percepatan proyek dibandingkan dengan ketika proyek dipercepat dengan penambahan tenaga kerjaa ialah naiknya biaya lansung (*direct cost)* proyek semula Rp. 7.215.535.715 menjadi Rp. 7.220.976.064 (0,0754%) sebaliknya karena durasi dipercepat

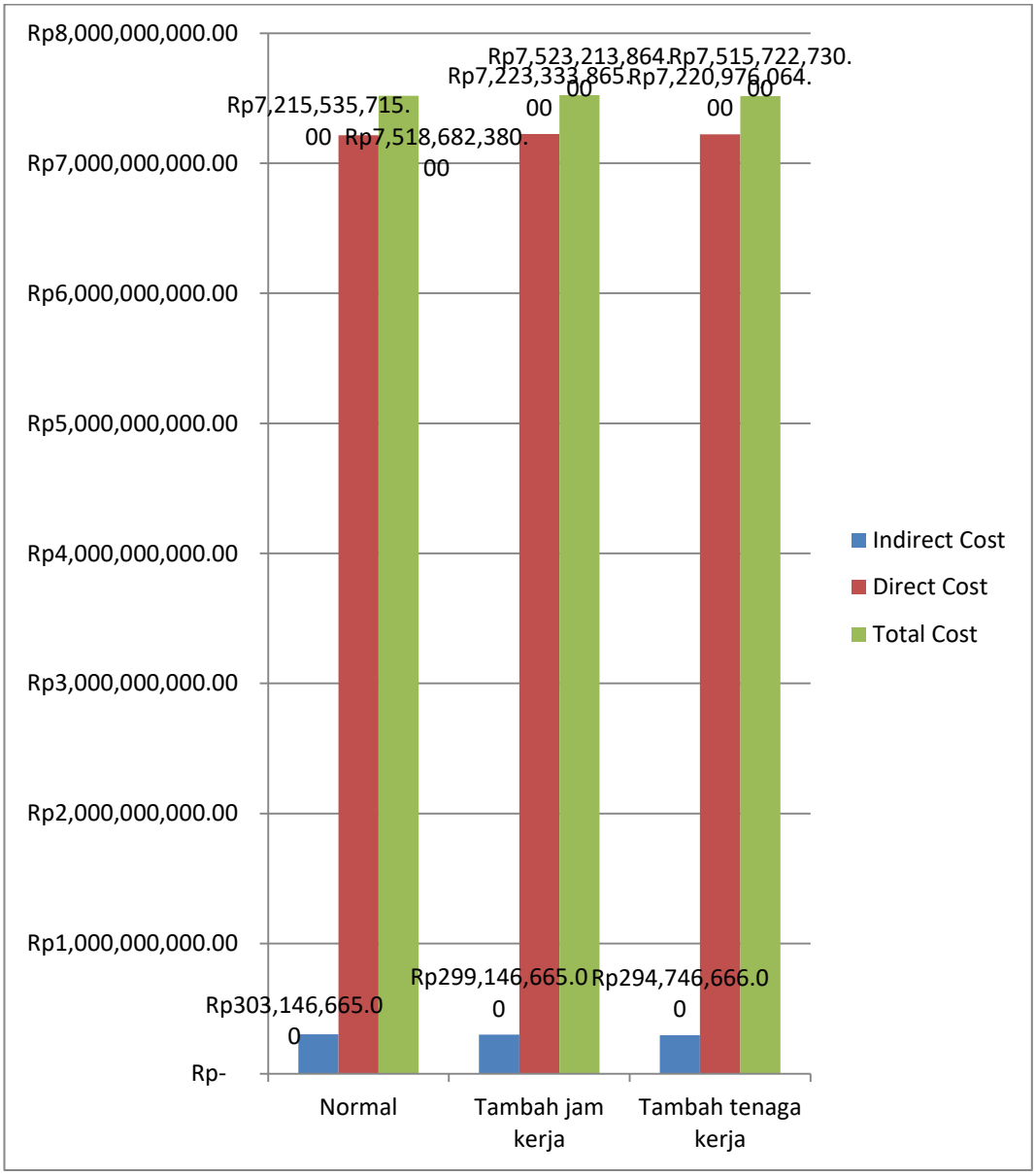
selama 36 hari dari durasi normal menyebabkan turunnya biaya tidak lansung (*indirect cost)* yang semula Rp. 303.146.665 menjadi Rp. 294.746.666 (2,8499%) sehingga berpengaruh terhadap biaya total proyek yang semula hanya Rp. 7.518.682.380 menjadi Rp. 7.525.722.730 (0,1068%).

c. Perbandingan waktu dan biaya normal dan percepatan

Perbandingan durasi normal terhadap durasi percepatan denganpenambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja dapat dilihat pada gambar 4.5 sedangkan untuk perbandingan biaya lansung, biaya tidak lansung dan total biaya antara durasi normal dengan dipercepat dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Perbandingan Durasi Pekerjaan Normal dan Dipercepat



Gambar 4.7 Perbandingan *Cost* Pekerja