BAB IV
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Proyek

Pada bab ini akan dipaparkan tahap-tahap penelitian yang dilakukan, dimulai dengan pemeriksaan data, pengelolaan data, hingga pembahasan hasil studi yang dilakukan. Selanjutnya dilakukan analisa data untuk mengetahui bagaimana percepatan pelaksanaan proyek pembangunan Rumah Sakit Islam Unisma Malang menggunakan jaringan kerja berupa CPM sehingga dapat diperoleh pekerjaan-pekerjaan pada lintasan kritis. Pekerjaan yang berada pada lintasan kritis akan diterapkan *Crashing*. Sub bab ini akan memaparkan data awal proyek serta data-data yang selanjutnya akan dianalisis :

4.1.1 *Time Schedule/Kurva s*

Dari data proyek Time Schedule atau kurva s dibuat oleh pihak konsultan perencana dan digunakan untuk menentukan kegiatan pelaksanaan pekerjaan, dapat dianalisa untuk mencari *Critical Path Method* (CPM) bertujuan untuk menunjukan keterkaitan pekerjaan satu dengan yang lainnya. Secara umum pekerjaan pada proyek pembangunan Rumah Sakit Islam Unisma Malang tertera pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Rekapitulasi Pekerjaan Struktur

No.	Uraian Pekerjaan Struktur	Durasi (minggu)
A	Pekerjaan Persiapan	8
B	Pekerjaan Tanah	8
C	Pekerjaan Pondasi	8
D	Pekerjaan Beton Lantai I	10
E	Pekerjaan Beton Lantai II	9
F	Pekerjaan Beton Lantai III	8
G	Pekerjaan Beton Lantai IV	8

H	Pekerjaan Beton Lantai V	8
I	Pekerjaan Beton Lantai VI	8
J	Pekerjaan Beton Lantai VII	8
K	Pekerjaan Beton Lantai VIII	8
L	Pekerjaan Beton Lantai IX	8

(Sumber : Data Proyek)

4.1.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya pada proyek pembangunan Rumah Sakit Islam Unisma Malang yang terdiri dari harga satuan upah pekerja, analisa harga satuan, harga satuan bahan, estimasi rencana anggaran biaya, dan rekap rencana anggaran biaya. Data Rencana Anggaran Biaya tertera pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Daftar Harga Satuan Upah Harian

HARGA SATUAN UPAH PEKERJA		
URAIAN	SATUAN	JUMLAH (Rp)
Pekerja	OH	86.625
Tukang Kayu	OH	105.000
Tukang Batu	OH	105.000
Tukang Besi	OH	105.000
Tukang Cat	OH	105.000
Tukang Gali	OH	105.000
Tukang Pipa	OH	105.000
Kepala Tukang	OH	120.443
Mandor	OH	131.250

(Sumber : Data Proyek)

HARGA UPAH, MATERIAL DAN ALAT

NO	KODE	JENIS UPAH	SPEC/MERK	HARGA	UNIT
A	UPAH PEKERJA				
1	U001	Mandor		Rp 131.250	Oh
2	U002	Kepala tukang		Rp 122.345	Oh
3	U003	Kepala tukang batu		Rp 122.345	Oh
4	U004	Kepala tukang kayu		Rp 122.345	Oh
5	U005	Kepala tukang besi		Rp 122.345	Oh
6	U006	Kepala tukang cat		Rp 122.345	Oh
7	U007	Tukang		Rp 105.000	Oh
8	U008	Tukang batu		Rp 105.000	Oh
9	U009	Tukang Kayu		Rp 105.000	Oh
10	U010	Tukang besi		Rp 105.000	Oh
11	U011	Tukang Cat		Rp 105.000	Oh
12	U012	Tukang gali		Rp 105.000	Oh
13	U013	Tukang aspalt		Rp 105.000	Oh
14	U014	Pekerja		Rp 86.625	Oh
15	U015	Instalator		Rp 105.000	Oh
16	U016	Pembantu instalator		Rp 86.625	Oh
17	U017	Tukang babat rumput		Rp 75.000	Oh
18	U018	Tukang taman		Rp 80.000	Oh

Page 1

(Sumber : Data Proyek)

Tabel 4.3 Rekap Rencana Anggaran Biaya

NO.	URAIAN PEKERJAAN	TOTAL PEKERJAAN
I	PEKERJAAN STRUKTUR LT.9	22.146.927.808,45
II	PEKERJAAN ARSITEKTUR DAN ME-P GEDUNG 9 LT.	20.171.199.686,16
III	PEKERJAAN FIRE ALARM	500.389.000,00
IV	PEKERJAAN SOUND SYSTEM	150.127.050,00
V	PEKERJAAN AIR CONDITIONING 2-4-5-6-7-8-9	4.346.850.380,00
VI	PEKERJAAN FIRE HYDRANT	1.250.013.432,50
VII	PEKERJAAN TEKNOLOGI INFORMASI	150.239.850,00
VIII	PEKERJAAN CCTV	200.038.525,00
IX	PEKERJAAN JARINGAN TV	-
X	PEKERJAAN FAÇADE/ EXKTERIOR	3.001.209.730,00
XI	PEKERJAAN LIFT	3.500.000.000,00
XII	CANOPY LANTAI 7 DAN LANTAI 9	504.900.000,00
XIII	PEKERJAAN GAS MEDIS DAN NURSE CALL	1.391.360.208,28
	JUMLAH TOTAL	57.313.255.670,38
	DIBULATKAN	57.300.000.000,00

4.1.3 Laporan Progress Proyek

Laporan Progress Proyek pada proyek pembangunan Rumah Sakit Islam Unisma Malang yaitu laporan progress mingguan dengan analisa sebagai berikut :

Gambar 4.2 Laporan Progress Proyek

LAPORAN HARIAN								Hari	:	MINGGU	
								Tanggal	:	17 Mei 2020	
PEKERJAAN		: PEMBANGUNAN RSI UNISMA TAHAP 3 (9 Lt)									
LOKASI		: RUMAH SAKIT ISLAM UNIVERSITAS ISLAM MALANG JL. MT. HARYONO NO. 163 - MALANG									
TAHUN ANGGARAN		2020									
Tenaga Kerja		Jumlah (org)	Material					Alat-Alat			Jumlah
			Jenis	Jumlah	Sat	Diterima	Ditolak				
No								No			
1	Site Manager	1						1	Alat gali tanah (set)		40
2	Keuangan	1						2	Jack hamer		2
3	Pelaksana Lapangan	1						3	Palu besar		10
4	Logistik	1						4	Bar bender		2
5	Administrasi	1						5	Bar cutter		1
6	Mandor	1						6	Cutting well		2
7	Gudang	1						7	Mesin gergaji		2
8	Security	1						8	Mesin bor		4
9	Kepala tukang besi	2						9	Alat bantu cor (set)		1
10	Tukang besi	30						10	Selang air @ 100 m / roll		2
11	Kepala tukang batu	1						11	Arco		5
12	Tukang batu	15						12	Kaleng cor		50
13	Kepala tukang kayu	1						13	Stamper		1
14	Tukang kayu	25						14	Pipe support		100
15	Pekerja	20						15	Tie Rod 16 mm		540
								16	Scaffolding MF.170		400
								17	Scaffolding LF.90		200
								18	Jack-base 60		800
								19	U-Head 60		800
								20	Cross Brace		600
	Jumlah	59									
	Bekerja mulai jam :	07.30	Berakhir jam : 16.00					Perubahan Pelaksanaan			Nomor Gambar
	Hari sepenuhnya dapat / sebagian tidak dapat - dipergunakan bekerja karena cuaca	: CERAH / ~~GERIMIS / HUJAN~~									

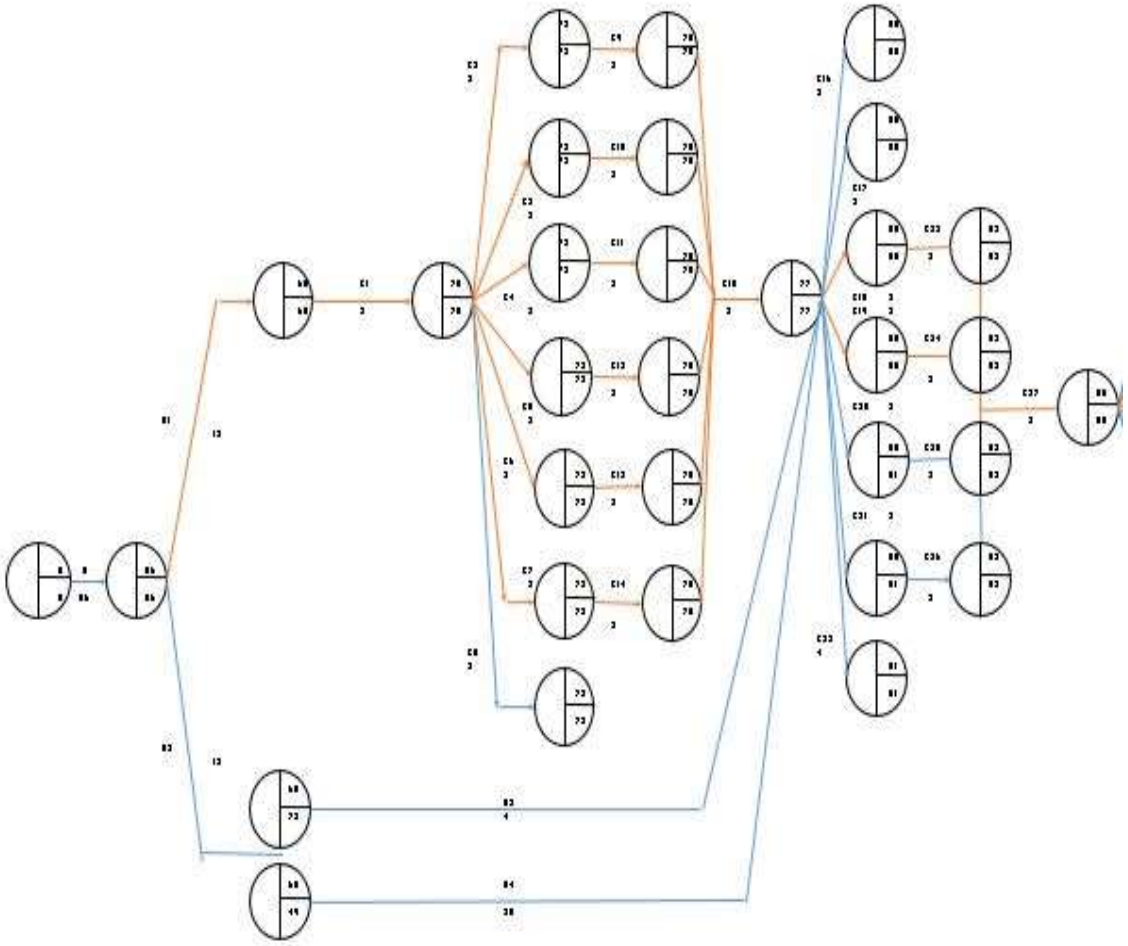
(Sumber : Data Proyek)

4.2 Lintasan Kritis (*Critical Path Method*)

Diagram batang (Bar chart) dan kurva s dengan menggunakan durasi normal dapat dibuat jaringan kerja sehingga didapatkan waktu normal penyelesaian proyek. Untuk menyusun jaringan kerja dengan cara manual disebut CPM *(Critical Path Method*). Dari CPM ini diperoleh waktu penyelesaian proyek dengan kondisi normal adalah 125 hari. Dari hasil jaringan kerja CPM pekerjaan normal juga diperoleh kegiatan-kegiatan yangn kritis, yang membentuk sebuah lintasan kritis (*Critical Path*).

Sedangkan kegiatan-kegiatan yang akan di *crashing* dengan penambahan jam kerja (lembur) 3 jam dan penambahan tenaga kerja ditunjukan pada Gambar 4.3

Gambar 4.3 Critical Path Method (CPM)
CPM selengkapnya terdapat pada lampiran



(Sumber : Daftar Pekerjaan Pada Lintasan Kritis)
Daftar Pekerjaan selengkapnya terdapat pada lampiran

Tabel 4.4.1 Pekerjaan Kritis Normal

LINTASAN KRITIS				
NO.	Kode	URAIAN PEKERJAAN	Volume	Durasi
A		PEKERJAAN DASAR		
I		PEKERJAAN PERSIAPAN		
1	A	Pembersihan Lahan	1.274,00	56
III		PEKERJAAN TANAH		
1	B1	Galian Tanah Pondasi Pelat	773,65	12
B		PEKERJAAN BETON		
IV		PEKERJAAN BETON LANTAI I		
1	C1	Pondasi Tiang Pancang/ d.40 cm/ h	599,87	2
2	C2	Pelat Pondasi Type P.1 (360x480x1	393,98	2
3	C3	Pelat Pondasi Type P.2 (360x480x1	108,86	2
4	C4	Pelat Pondasi Type 3 (900x580x120	62,64	2
5	C5	Pelat Pondasi Type 4 (460x580x120	44,50	2
6	C6	Pelat Pondasi Type 4.a (500x620x1	62,00	2
7	C7	Pelat Pondasi Type 5 (140x1440x12	40,32	2
8	C8	Pelat Pondasi Type 6 (360x480x120	36,75	2
9	C9	Kolom pondasi 90/90 beton K-300	17,09	3
10	C10	Kolom pondasi 70/70 beton K-300 (	5,64	3
11	C11	Kolom pondasi 40/60 beton K-300 (	2,78	3
12	C12	Kolom pondasi 30/30 beton K-300 (	1,26	3

Tabel 4.4.2 Pekerjaan Kritis dengan penambahan jam kerja

LINTASAN KRITIS TAMBAH JAM KERJA				
NO.	Kode	URAIAN PEKERJAAN	Volume	Durasi
A		PEKERJAAN DASAR		
I		PEKERJAAN PERSIAPAN		
1	A	Pembersihan Lahan	1.274,00	56
III		PEKERJAAN TANAH		
1	B1	Galian Tanah Pondasi Pelat	773,65	12
B		PEKERJAAN BETON		
IV		PEKERJAAN BETON LANTAI I		
1	C1	Pondasi Tiang Pancang/ d.4	599,87	2
2	C2	Pelat Pondasi Type P.1 (360	393,98	2
3	C3	Pelat Pondasi Type P.2 (360	108,86	2
4	C4	Pelat Pondasi Type 3 (900x	62,64	2
5	C5	Pelat Pondasi Type 4 (460x	44,50	2
6	C6	Pelat Pondasi Type 4.a (500	62,00	2
7	C7	Pelat Pondasi Type 5 (140x	40,32	2
8	C8	Pelat Pondasi Type 6 (360x	36,75	2
9	C9	Kolom pondasi 90/90 beton	17,09	3
10	C10	Kolom pondasi 70/70 beton	5,64	3
11	C11	Kolom pondasi 40/60 beton	2,78	3
12	C12	Kolom pondasi 30/30 beton	1,26	3

Tabel 4.4.3 Pekerjaan Kritis dengan penambahan tenaga kerja

LINTASAN KRITIS TAMBAH TENAGA KERJA				
NO.	Kode	URAIAN PEKERJAAN	Volume	Durasi
A		PEKERJAAN DASAR		
I		PEKERJAAN PERSIAPAN		
1	A	Pembersihan Lahan	1.274,00	56
III		PEKERJAAN TANAH		
1	B1	Galian Tanah Pondasi Pelat	773,65	12
B		PEKERJAAN BETON		
IV		PEKERJAAN BETON LANTAI I		
1	C1	Pondasi Tiang Pancang/ d.40 cm	599,87	2
2	C2	Pelat Pondasi Type P.1 (360x480	393,98	2
3	C3	Pelat Pondasi Type P.2 (360x480	108,86	2
4	C4	Pelat Pondasi Type 3 (900x580x1	62,64	2
5	C5	Pelat Pondasi Type 4 (460x580x1	44,50	2
6	C6	Pelat Pondasi Type 4.a (500x620	62,00	2
7	C7	Pelat Pondasi Type 5 (140x1440x	40,32	2
8	C8	Pelat Pondasi Type 6 (360x480x1	36,75	2
9	C9	Kolom pondasi 90/90 beton K-30	17,09	3
10	C10	Kolom pondasi 70/70 beton K-30	5,64	3
11	C11	Kolom pondasi 40/60 beton K-30	2,78	3
12	C12	Kolom pondasi 30/30 beton K-30	1,26	3

(Sumber : Daftar Pekerjaan Pada Lintasan Kritis)
Daftar Pekerjaan selengkapnya terdapat pada lampiran

4.3Analisa Jumlah Tenaga dan Upah Pekerja Normal

Untuk mengetahui jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan juga durasi suatu pekerjaan proyek dapat diketahui koefisien sumber daya dan durasi normal pekerjaan proyek.

Tabel 4.5 Analisa Perhitungan Upah Normal dan Tenaga Kerja

ANALISA TENAGA KERJA DAN UPAH NORMAL																
No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Koefisien	Produktifitas org/hari	Jumlah enaga Ker	Prod. Total per hari	Volume Pekerjaan	Waktu pelaksanaan		Hari Kerja Per Orang		l Pekerja Per	Upah	Upah Pekerja Per Hari		Upah Total	
								Hari	Pembulatan	Hari	Pembulatan	Pembulatan					
	PEKERJAAN BETON LANTAI 2																
	Kolom 30/30 beton	m^3															
	Pekerja	OH	1,65000	0,61	2	[illegible]	56,70	46,778	47	93,555	94	19	86.625	Rp	1.645.875,00	Rp	8.229.375,00
	Tukang Kayu	OH	0,27500	3,64	2	[illegible]		7,796	8	15,593	16	4	105.000	Rp	420.000,00	Rp	2.100.000,00
	Kepala Tukang	OH	0,02800	35,71	1	[illegible]		1,588	2	1,588	2	1	120.443	Rp	120.443,00	Rp	602.215,00
	Mandor	OH	0,08300	12,05	1	[illegible]		4,706	5	4,706	5	1	131.250	Rp	131.250,00	Rp	656.250,00
														Rp	2.317.568,00	Rp	11.587.840,00
	Kolom 70/70 beton	m^3															
	Pekerja	OH	1,65000	0,61	2	[illegible]	29,40	24,255	25	48,510	49	10	86.625	Rp	866.250,00	Rp	4.331.250,00
	Tukang Kayu	OH	0,27500	3,64	2	[illegible]		4,043	5	8,085	9	2	105.000	Rp	210.000,00	Rp	1.050.000,00
	Kepala Tukang	OH	0,02800	35,71	1	[illegible]		0,823	1	0,823	1	1	120.443	Rp	120.443,00	Rp	602.215,00
	Mandor	OH	0,08300	12,05	1	[illegible]		2,440	3	2,440	3	1	131.250	Rp	131.250,00	Rp	656.250,00
														Rp	1.327.943,00	Rp	6.639.715,00
	Kolom 40/60 beton	m^3															
	Pekerja	OH	1,65000	0,61	2	[illegible]	9,60	7,920	8	15,840	16	4	86.625	Rp	346.500,00	Rp	1.732.500,00
	Tukang Kayu	OH	0,27500	3,64	2	[illegible]		1,320	2	2,640	3	1	105.000	Rp	105.000,00	Rp	525.000,00
	Kepala Tukang	OH	0,02800	35,71	1	[illegible]		0,269	1	0,269	1	1	120.443	Rp	120.443,00	Rp	602.215,00
	Mandor	OH	0,08300	12,05	1	[illegible]		0,797	1	0,797	1	1	131.250	Rp	131.250,00	Rp	656.250,00
														Rp	703.193,00	Rp	3.515.965,00

(Sumber : Analisa Tenaga Kerja)
Analisa selengkapnya terdapat pada lampiran

Pada Tabel 4.5 menunjukan perhitungan total kapasitas produktivitas per hari sehingga didapatkan durasi pelaksanaan pekerjaan tersebut.

Dalam perhitungan jumlah tenaga kerja normal, penulis mengambil contoh pada Pekerjaan Persiapan. Dari koefisien sumber daya dan juga durasi normal pekerjaan suatu proyek dapat digunakan untuk mengetahui waktu dan pekerja yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu kegiatan pekerjaan dapat diselesaikan.

Contoh analisa pada pekerjaan Kolom 90/90 beton K-300 Lantai III menggunakan Permen PUPR No 28/2016 akan diuraikan sebagai berikut :

Koefesien :

1. Pekerja = 0,660
2. Tukang Batu = 0,330
3. Kepala Tukang = 0,033
4. Mandor = 0,033

Dari koefesien di atas, Durasi yang dibutuhkan 1 orang pekerja untuk menyelesaikan volume 56,70 m² Pekerjaan Kolom 90/90 beton K-300 sebagai berikut :

1. Pekerja = 0,660 x 56,70 m² = 37,422 ≈ 38 hari
2. Tukang Batu = 0,330 x 56,70 m² = 18,711 ≈ 19 hari
3. Kepala Tukang = 0,033 x 56,70 m² = 1,871 ≈ 2 hari
4. Mandor = 0,033 x 56,70 m² = 1,871 ≈ 2 hari

Dari hasil perhitungan diatas, jika pekerjaan Kolom 90/90 beton K-300 dikerjakan 5 hari dengan volume 56,70 m², maka jumlah pekerja yang dibutuhkan yaitu :

1. Pekerja = 38 hari : 5 hari = 7,6 ≈ 8 Pekerja
2. Tukang Batu = 19 hari : 5 hari = 3,8 ≈ 4 Tukang Batu
3. Kepala Tukang = 2 hari : 5 hari = 0,4 ≈ 1 Kepala Tukang
4. Mandor = 2 hari : 5 hari = 0,4 ≈ 1 Mandor

Upah pada pekerjaan normal (upah harian pekerja PPN)

1. Pekerja = Rp 86.625,00
2. Tukang Batu = Rp 105.000,00
3. Kepala Tukang = Rp 120.443,00
4. Mandor = Rp 131.125,00

Upah perhari = (Upah harian pekerja x Jumlah pekerja perhari)

1. Pekerja = Rp 86.625 x 8 pekerja
   = Rp 693.000,00
2. Tukang Batu = Rp 105.000 x 4 tukang batu
   = Rp 420.000,00
3. Kepala Tukang = Rp 120.443 x 1 kepala tukang
   = Rp 120.443,00
4. Mandor = Rp 131.125 x 1 mandor
   = Rp 131.125,00+Rp 1.354.568,00

Dari perhitungan diatas, upah normal pada pekerjaan Pengukuran Uitset & Bowplank sebesar :

∑ upah normal harian x durasi normal pekerjaan = Rp 1.354.568,00 x 5 Hari

= Rp 6.822.840,00

4.4 Analisa Percepatan Waktu Proyek Dengan Penambahan Jam Kerja

Pada penelitian percepatan proyek ini penulis akan melekukan percepatan *Crashing* dengan melakukan penambahan jam kerja. Penambahan jam kerja ini dilakukan untuk mendapatkan durasi percepatan yang diinginkan , penambahan jam kerja pada penelitian ini yaitu 3 jam kerja .

Sehingga apabila dilakukannya penambahan jam kerja maka produktivitas pada pekerja juga berbeda dengan produktivitas normal yaitu 7 jam/hari dengan penambahan 3 jam kerja/hari. Maka durasi penambahan jam kerja akan dihitung dengan pertimbangan menurunnya produktivitas tenaga kerja pada saat jam lembur kerja.

4.4.1 Durasi Crash

Dalam perhitungan percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) 3 jam kerja maka, Pada Tabel 2.2 menunjukan indeks penurunan produktifitas menjadi 0,70 dari produktifitas pada jam kerja normal .Jika jumlah jam per hari dan hari per minggu bertambah. Perhitungan penurunan produktivitas pekerjaan Balok 30/50 beton K-300 lantai IX menggunakan Permen PUPR No 28/2016 sebagai berikut :

Volume pekerjaan = 57,96 m²

Jumlah tenaga Kerja = 14 orang

Durasi normal = 3 hari

Jam kerja normal per hari = 7 jam/hari

Menghitung produktifitas pada pekerjaan durasi normal

Produktifitas per hari $= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Durasi normal}}$

$= \frac{57{,}96}{3 \text{ hari}}$

= 19,32 m²/hari

Produktifitas normal per jam $= \frac{\text{Prod.harian}}{\text{Jumlah jam kerja normal harian}}$

$= \frac{19,32}{7 \text{ jam}}$

= 2,76 m^1/jam

Produktifitas lembur

1 jam kerja = Jam lembur x koef. Produktifitas x prod/jam

= 1 x 0,9 x 3,77

= 3,393 m^1

2 jam kerja = Jam lembur x koef. Produktifitas x prod/jam

= 2 x 0,8 x 3,77

= 6,032 m^1

3 jam kerja = Jam lembur x koef. Produktifitas x prod/jam

= 3 x 0,7 x 3,77

= 7,917 m^1

Produktifitas harian setelah di *Crashing*

Prod. *Crashing* = Produktifitas harian + Produktifitas lembur

= 19,32 + 7,917

= 27,237 m^1

Crashing duration $= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktifitas setelah } Crashing}$

$= \frac{57,96}{27,237}$

= 2,127 ≈ 2 hari

Dari perhitungan diatas, didapatkan durasi *Crash* maksimun adalah 3 hari atau dapat dipercepat 1 hari dari durasi normal. Perhitungan dengan cara yang sama untuk hasil analisa percepatan durasi proyek dengan penambahan 3 jam kerja pada pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan kritis lainnya dapat dilihat pada lampiran.

4.4.2 Biaya Crash

Pada pelaksanaan proyek, pekerjaan normal dilakukan 8 jam/hari dimana 7 jam bekerja (08:00-16:00) dengan 1 jam istirhat. Namun dalam hal ini penulis akan menambahkan jam kerja (lembur) selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Jadi pada pelaksanaan penambahan jam kerja pasti aka nada penambahan biaya dari segi upah pekerjaan dan lain hal. Dalam peraturan yang berlaku untuk upah pekerja yaitu lembur pada jam pertama upah 1,5 kali upah sejam, dan untuk jam kerja lembur selanjutnya dibayar dua kali lipat upah satu jam pada pekerjaan normal.

Dalam peneliitian ini, penulis akan mengaplikasikan tiga jam kerja untuk menghitung percepatan proyek . Alternatif ini merupakan salah satu cara jika perhitungan percepatan proyek dengan kebutuhan tenaga kerja tidak tersedia. Berikut contoh pekerjaan Balok 30/50 beton K-300 lantai IX menggunakan Permen PUPR No 28/2016 yaitu :

Biaya Normal Pekerjaan (Cn) = Rp 2.112.818,00

Durasi Normal (Dn) = 3 hari

Durasi *Crash* (Cc) = 2 hari

Biaya yang dibutuhkan ketika *crash* pekerjaan

a. Upah normal perjam

1. Pekerja $= \frac{\text{Rp } 86.625}{7 \text{ jam}}$

   = Rp 12.375,00

2. Tukang Batu $= \frac{\text{Rp } 105.000}{7 \text{ jam}}$

   = Rp 15.000,00

3. Kepala Tukang $= \frac{\text{Rp } 120.443}{7 \text{ jam}}$

   = Rp 17.206,14

4. Mandor $= \frac{\text{Rp } 131.125}{7 \text{ jam}}$

   = Rp 18.750,00

b. Upah lembur jam pertama

1. Pekerja = Rp 12.375,00 x 1,5 = Rp 18.562,50
2. Tukang Batu = Rp 15.000,00 x 1,5 = Rp 22.500,00
3. Kepala Tukang = Rp 17.206,14 x 1,5 = Rp 25.809,21
4. Mandor = Rp 18.750,00 x 1,5 = Rp 28.125,00

c. Upah lembur jam ke 2 dan jam ke 3

1. Pekerja = Rp 12.375,00 x 2 x 2
   = Rp 49.500,00
2. Tukang Batu = Rp 15.000,00 x 2 x 2
   = Rp 60.000,00
3. Kepala Tukang = Rp 17.206,14 x 2 x 2
   = Rp 68.824,57
4. Mandor = Rp 18.750,00 x 2 x 2
   = Rp 75.000,00

d. Total cost perhari (Upah harian + Upah lembur jam ke 1 + Upah lembur jam ke 2 dan jam ke 3)

1. Pekerja = Rp 68.062,50
2. Tukang Batu = Rp 82.500,00
3. Kepala Tukang = Rp 94.633,79
4. Mandor = Rp 103.125,00

e. Jumlah biaya (Jumlah pekerja x total cost perhari)

1. Pekerja = 13 orang x Rp 68.062,50 = Rp 882.812,50
2. Tukang Batu = 7 orang x Rp 82.500,00 = Rp 577.500,00
3. Kepala Tukang = 1 orang x Rp 94.633,79 = Rp 94.633,79
4. Mandor = 1 orang x Rp 103.125,00= Rp 103.125,00 +
   Rp 1.660.071,29

f. Total biaya lembur = Jumlah biaya (Cc) + Upah normal (Cn)
   = Rp 1.660.071,29 + Rp 2.112.818,00
   = Rp 3.772.889,29

g. Cn total = Cn x Dn

= Rp 2.112.818,00 x 3 hari

= Rp 4.980.213,87

h. Cc total = Cc x Dc

= Rp 3.772.889,29 x 2 hari

= Rp 7.545.778,58

Cost Slope $= \frac{Crash\ Cost - Normal\ cost}{Normal\ duration - Crash\ duration}$

$= \frac{\text{Rp } 7.545.778,58 - \text{ Rp } 4.980.213,87}{3-2}$

= Rp 1.710.376,47 .

Dari perhitungan di atas maka akan didapatkan hasil *cost slope* yang didapatkan dengan melakukan penambahan jam kerja sebanyak 3 jam kerja per hari .

4.4.3 Biaya Tambahan Akibat Penambahan Jam Kerja

Pertambahan biaya dilakukan pada perhitungan analisa karena percepatan durasi proyek ni menggunakan sistem penambahan jam kerja selama 3 jam kerja yang dimulai pukul 18.00-21.00. Perhitungan untuk tambahan biaya lembur dengan durasi percepatan yaitu 185 hari atau dipercepat 5 hari dari durasi normal. Berikut ini perhitungan penambahan biaya akibat kerja lembur berdasarkan asumsi-asumsi.

1. Biaya Tambahan Penerangan :

a. Data yang dibutuhkan :

- Lampu Tembak lampu sorot Kaiser 400 watt

  Jumlah = 5 buah

  Harga = Rp 1.043.504,00
- Kabel NYM (2 X 2,5 mm²)

  Panjang = 150 m

  Harga = Rp 11.650,00
- Steker Neewer 13310 (Broco)

  Jumlah = 4 buah

  Harga = Rp 18.620,00
- Stop Kontak 400 VA (Broco)

Harga = Rp 25.000,00

- Listrik selama masa percepatan

  Spesifikasi = 400 watt

  = 0,4 Kwh

  Jumlah = 4 buah

  Harga perKwh = Rp 1.467,28 (sumber pln.co.id Maret 2020)

  Lembur Per hari = 3 jam (18.00-21.00)

b. Perhitungan :

1. Biaya Lampu = Harga Lampu x Jumlah Lampu
   = Rp 1.043.504,00 x 5
   = Rp 5.217.520,00
2. Biaya Kabel = Harga kabel x panjang
   = Rp 11.650,00 x 150 m
   = Rp 1.747.500,00
3. Biaya Steker = Harga Steker x Jumlah
   = Rp 18.620,00 x 4
   = Rp 74.480,00
4. Biaya Stop kontak = Rp 25.000,00
5. Biaya listrik selama masa percepatan
   =Rp 114.447,84

c. Total biaya untuk penerangan

1. Biaya Lampu = Rp 5.217.520,00
2. Biaya Kabel = Rp 1.747.500,00
3. Biaya Steker = Rp 74.480,00
4. Biaya Stop Kontak = Rp 25.000,00
5. Biaya Listrik percepatan = Rp 114.447,84

   Total biaya = Rp 6.135.443,84

2. Biaya Tambahan Manajemen :

a. Data yang dibutuhkan :

1. Jumlah = 1 orang/hari

2. Upah lmbur/jam= Rp 17.500,00
3. Lembur = 3 jam/hari

b. Perhitungan :

Upah lembur/hari = Rp 17.500,00 x 3

= Rp 52.500,00/hari

Upah lembur/hari = Rp 52.500,00 x 1 orang

= Rp. 52.500,00 per hari

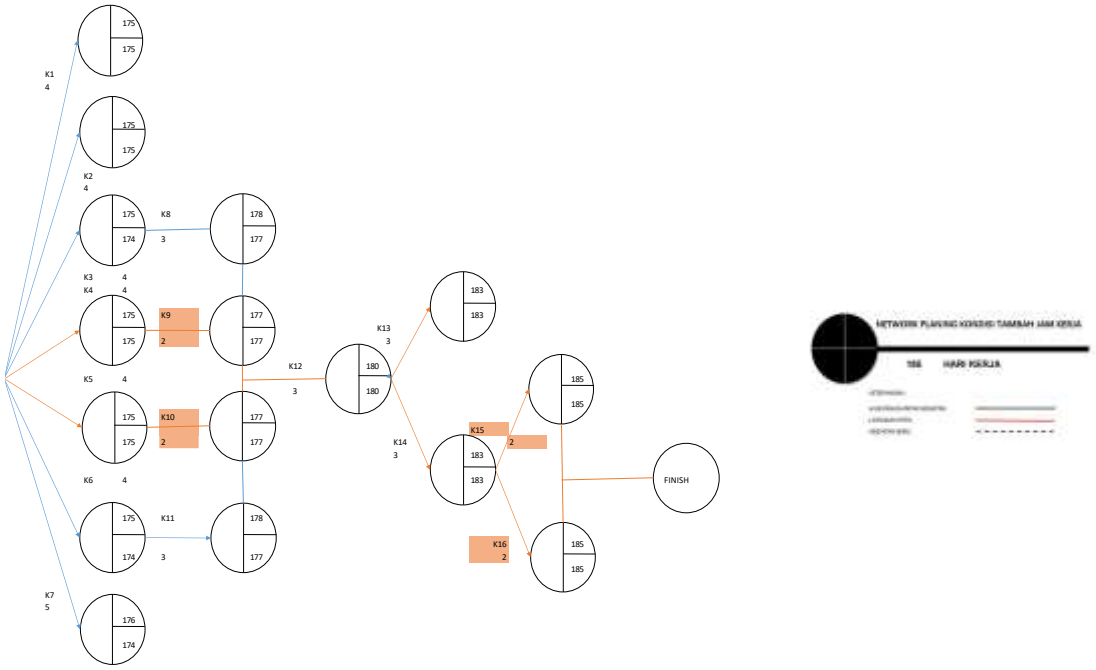
Total biaya manajemen = Rp 52.500,00 x 26 hari

= Rp 1.365.000,00

No		Item yang dibutuhkan	satuan	jumlah	harga	Total
		Alat Penerangan				
1		Lampu Tembak Lampu Sorot KAISER 400 Watt	buah	5	Rp 1.043.504,00	Rp 5.217.520,00
2		Kabel Suprime (NYM 2 x 2,5)	m	150	Rp 11.650,00	Rp 1.747.500,00
3		Steker Neewgee 13310 (Broco)	buah	4	Rp 18.620,00	Rp 74.480,00
4		3) Stop Kontak 400 VA (Broco)	buah	1	Rp 25.000,00	Rp 25.000,00
5		Listrik Selama Masa Percepatan	KWh	4	Rp 1.467,28	Rp 152.597,12
jumlah						Rp 7.217.097,12
6		Administrasi	orang	1	Rp 17.500,00	Rp 1.365.000,00
	Jumlah					Rp 8.582.097,12

4.4.4 Analisa Critical Path Method Penambahan Jam kerja

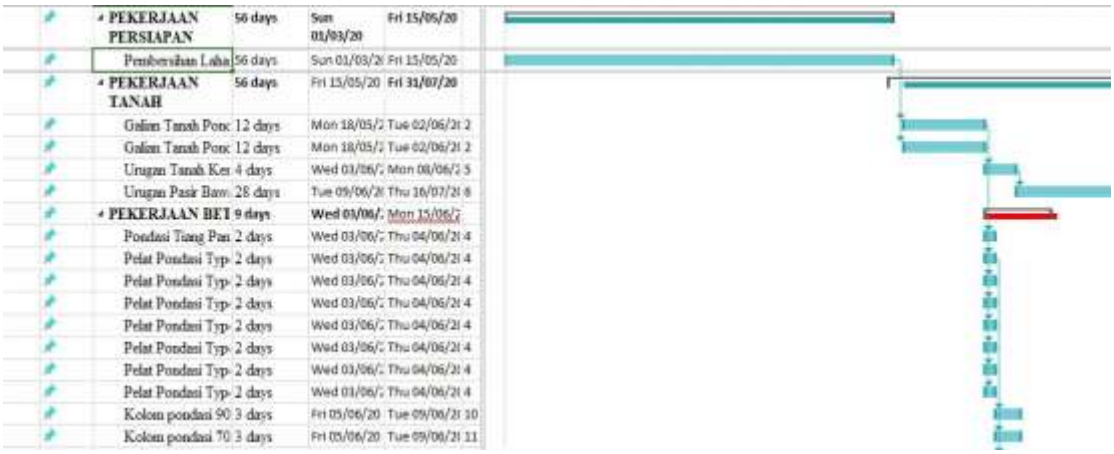
Dari hasil penambahan jam kerja yang telah di analisa,dapat dilihat durasi pekerjaan dengan pengurangan durasi selama 5 hari dari waktu normal 190 hari menjadi 185 hari.



Gambar 4.4 *Critical Path Method* Penambahan Tenaga Kerja
Penambahan Tenaga Kerja selengkapnya terdapat pada lampiran

4.5 Analisa Percepatan Waktu Proyek dengan Tenaga Kerja

Pada penelitian percepatan proyek ini penulis juga akan melekukan perceptan *Crashing* dengan melakukan penambahan Tenaga kerja. Penambahan Tenaga kerja ini dilakukan untuk mendapatkan durasi percepatan yang diinginkan .



Gambar 4.5 Durasi Percepatan (Sumber : Durasi Pekerjaan Normal)

4.5.1 Durasi Crash

Dalam perhitungan *crashing* dengan melakukan penambahan tenaga kerja angka produktifitas akan menurun jika terjadi kepadatan area kerja tenaga kerja. Dengan titik optimal 200 ft²/orang dengan indeks produktifitas nya maksimal =1. Jika makin padat 150 ft²/orang atau 100 ft²/orang maka indeks produktivitas nya akan menurun menjadi 1,2 dan 1,3. Maka dapat dianalisa sebagai berikut :

Indeks produktivitas 1 = 200 ft²/orang = 18,5806 m²/orang

Indeks produktivitas 1,2 = 150 ft²/orang = 13,9355 m²/orang

Indeks produktivitas 1,3 = 100 ft²/orang = 9,2903 m²/orang

Dengan dasar kepadatan yang ideal yaitu 9,2903 m²/orang dengan indeks produktifitas = 1. Luas area per tenaga kerja akan semakin padat yaitu 18,5806/2 m² = 9,2903 m²/orang dengan indeks produktivitas = 1,3 . Maka efektifitas tenaga kerja dapat dihitung dengan :

Efektifitas tenaga kerja $= \frac{1}{1,3}\ x\ 100\ \%$

= 77% = 0,77

Penurunan produktivitas= 23 %

Total tenaga kerja maksimal didapat dari luas area pekerjaan dan luas area proyek dengan perhitungan :

Luas area proyek = Luas gedung + luas halaman

= 1293.6 + 1328.7

= 2662.3 m²

Jumlah pek. Max $= \frac{Luas\ area\ proyek}{Kepadatan\ max}$

$= \frac{2662.3}{9,2903}$

= 286.56 dibulatkan 287 tenaga kerja maksimal 1 hari

Gambar 4.6 Jumlah Tenaga Kerja
(Sumber : Analisis Jumlah tenaga kerja)

Pada gambar 4.6 di atas memperlihatkan jumlah tenaga kerja yang dilaksanakan pada tangga 26 mei 2020 sampai 17 juni 2020 belum mencapai batas maksimal penggunaan tenaga kerja yaitu 287 orang pekerja. Sehingga masih bisa ditambah 131 orang pekerja ditanggal tersebut. Distribusi tenaga kerja di atas dapat dilihat pada lampiran.

Contoh perhitungan Jumlah Pekerja *Crash* pada pekerjaan Plat Lantai Beton t = 12 cm beton K-300 Lantai IV adalah sebagai berikut :

Volume pekerjaan = 141,25 m²

Durasi normal = 4 hari

Durasi percepatan = 3 hari

Jumlah pekerja normal = 20 orang

Jumlah Tukang Kayu normal = 12 orang

Jumlah Kepala Tukang normal = 1 orang

Jumlah mandor normal = 1 orang

Efektifitas tenaga kerja = $\frac{1}{1,3}$x 100%

= 77% = 0,77

Koefisien :

a. Pekerja = 0,660
b. Tukang Batu = 0,330
c. Kepala Tukang = 0,033
d. Mandor = 0,033

Pekerjaan untuk produktivitas 1 orang satu hari pekerjaan 141,25 m² pada pekerjaan Plat Lantai Beton t = 12 cm beton K-300 Lantai IV adalah sebagai berikut :

Produktivitas $= \frac{1}{Koefisien}$ x Efektifitas Tenaga Kerja

a. Pekerja $= \frac{1}{0,660}$ x 0,77 = 1,17 orang/hari`

b. Tukang Batu $= \frac{1}{0,330}$ x 0,77 = 2,33 orang/hari

c. Kepala Tukang $= \frac{1}{0,033}$ x 0,77 = 23,31 orang/hari

d. Mandor $= \frac{1}{0,033}$ x 0,77 = 23,31 orang/hari

Pekerjaan Plat Lantai Beton t = 12 cm beton K-300 Lantai IV pada Durasi untuk 1 orang pekerja untuk menyelesaikan 141,25 m² sebagai berikut :

a. Pekerja $= \frac{141,25}{0,660}$ = 90,52 ≈ 91 hari

b. Tukang Batu $= \frac{141,25}{0,330}$ = 45,26 ≈ 46 hari

c. Kepala Tukang $= \frac{141,25}{0,033}$ = 4,53 ≈ 5 hari

d. Mandor $= \frac{105,50}{0,033}$ = 4,53 ≈ 5 hari

Apabila pekerjaan Plat Lantai Beton t = 12 cm beton K-300 Lantai IV pada dikerjakan untuk 105,50 m² dengan waktu pengerjaan 7 hari, maka jumlah jumlah Tenaga Kerja dibutuhkan sebagai berikut :

a. Pekerja = 91 hari : 7 hari
= 13 ≈ 13 Pekerja

b. Tukang Batu = 46 hari : 7 hari
= 6,57 ≈ 7 Tukang kayu

c. Kepala Tukang = 5 hari : 7 hari

= 0,72 ≈ 1 Kepala tukang

d. Mandor = 5 hari : 7 hari

= 0,72 ≈ 1 Mandor

Perhitungan dengan cara yang sama unutk hasil analisis percepatan durasi proyek dengan penambahan tenaga kerja pada pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan kritis dapat dilihat pada lampiran

4.5.2 Biaya Crash (Cc)

Contoh perhitungan biaya *Crash* pekerjaan Kolom 90/90 beton K-300 untuk 56,70 m²

Biaya Normal (Cn) = Rp 1.364.693,00

Durasi Normal (Dn) = 9 hari

Durasi *Crash* (Dc) = 7 hari

Biaya *Crash* Pekerjaan(Cc)

1) Upah harian tenaga kerja
   a. Pekerja = Rp 693.000,00
   b. Tukang Batu = Rp 420.000,00
   c. Kepala Tukang = Rp 120.443,00
   d. Mandor = Rp 131.250,00
2) Kebutuhan tenaga kerja durasi dipercepat
   a. Pekerja = 13 Orang
   b. Tukang Batu = 7 Orang
   c. Kepala Tukang = 1 Orang
   d. Mandor = 1 Orang
3) Biaya upah tenaga kerja = Jumlah tenaga x Upah harian
   a. Pekerja = 13 x Rp 173.250,00 = Rp 9.009.000,00
   b. Tukang Batu = 7 x Rp 210.000,00 = Rp 2.940.000,00
   c. Kepala Tukang = 1 x Rp 120.443,00 = Rp 120.443,00
   d. Mandor = 1 x Rp 131.250,00 = Rp 131.250,00 +
   Rp 12.200.693,00

4) Total biaya tambah tenaga kerja = Biaya Upah Tenaga Kerja x Durasi *crash*

= Rp 12.200.693,00 x 7 minggu

= Rp 85.404.851,00

5) *Cost Slope* $= \frac{Crash\ Cost - Normal\ Cost}{Norma\ Duration - Crash\ Duration}$

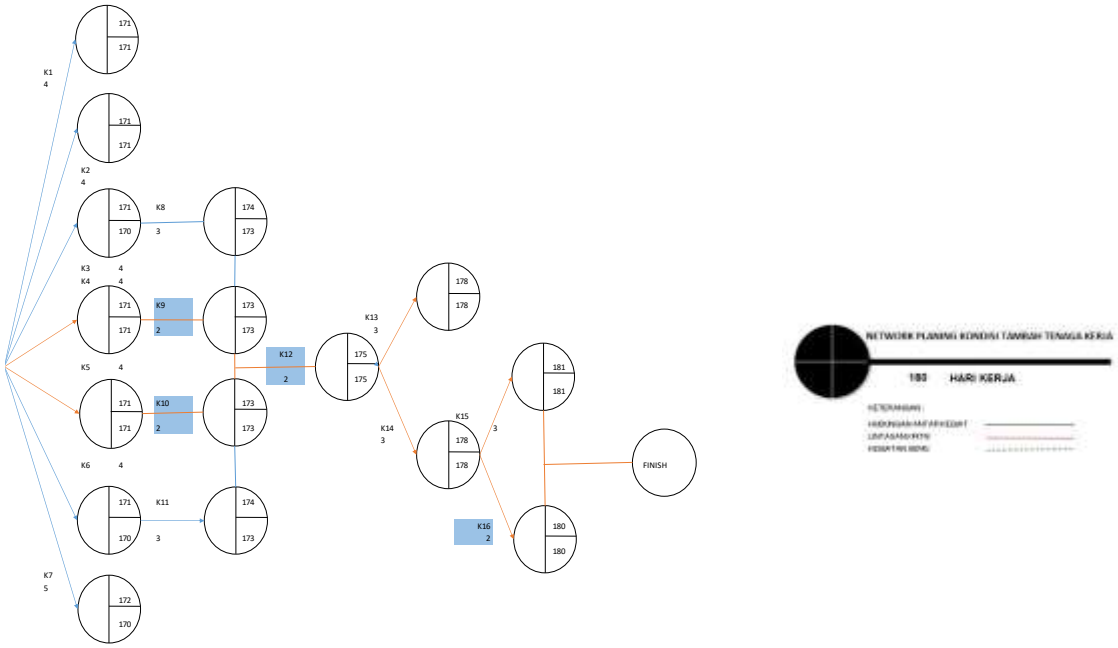
$= \frac{\text{Rp } 12.200.693{,}00 - \text{Rp } 12.282.237{,}00}{9-7}$

= Rp 35.744,50 .

Perhitungan dengan cara yang sama untuk hasil analisis percepatan proyek dengan penambahan tenaga kerja pada pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan kritis dapat dilihat pada lampiran.

4.5.3 Analisa Critical Path Method Penambahan Tenaga Kerja

Dari hasil penambahan tenaga kerja yang telah di analisa,dapat dilihat durasi pekerjaan dengan pengurangan durasi selama 10 hari dari waktu normal 190 hari menjadi 180 hari.



Gambar 4.7 *Critical Path Method* Penambahan Jam Kerja
Penambahan Jam Kerja selengkapnya terdapat pada lampiran

4.6 Pekerjaan percepatan

Pada pekerjaan percepatan (crashing project) dilakukan pekerjaan dengan lebih cepat dari durasi pekerjaan normal. Proses crashing yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menabahkan tenaga kerja dan jam kerja. Dari penambahan tenaga kerja dan tenaga kerja pada proses crashing maka upah yang dikeluarkan akan lebih banyak sehingga biaya langsung (direct cost) meningkat, maka sebaliknya karena durasi setelah dilakukan crashing berubah lebih singkat maka pengeluaran biaya tak langsung (indirect cost) lebih kecil.

Perhitungan crashing dengan menambahkan jam kerja didapatkan durasi proyek 123 hari kerja, selisih 11 hari dengan durasi normal dengan 112 hari kerja. Sedangkan pada perhitungan crashing dengan penambahan tenaga kerja didapatkan durasi proyek 99 hari kerja, selisih 24 hari dibandingkan dengan pekerjaan normal dengan 123 hari kerja. Perbedaan ini cukup signifikan sehingga ada kemungkinan jika proyek yang dipercepat lebih efesien dibandingkan pekerjaan normal.

1. Biaya Langsung (direct cost)

a) Crashing dengan menambah jam kerja

= Biaya langsung + biaya langsung penambahan jam kerja

= Rp 56.815.447.063,82

b) Crashing dengan menambah tenaga kerja

= Biaya langsung + biaya langsung penambahan tenaga kerja

= Rp 56.804.042.855,33

2. Biaya Tak Langsung (Indirect cost)

a) Crashing dengan menambah jam kerja

= Biaya langsung + biaya langsung penambahan jam kerja

= Rp 511.550.666,67

b) Crashing dengan menambah tenaga kerja

= Biaya langsung + biaya langsung penambahan tenaga kerja

= Rp 56.784.242.333,33 + Rp 56.804.042.855,33

= Rp 507.944.666,67

3. Total biaya proyek normal dan setelah crashing

a) Total biaya pekerjaan normal

= Direct cost – Indirect cost

= Rp 56.784.242.333,33 + Rp 515.757.666,67

= Rp 57.300.000.000,00

b) Total biaya crashing dengan menambah jam kerja

= Direct cost – Indirect cost

= Rp 56.815.447.063,82+ Rp 511.550.666,67

= Rp 57.326.997.730,48

C) Total biaya crashing dengan menambah tenaga kerja

=Direct cost – Indirect cost

= Rp 56.804.042.855,33 + Rp 507.944.666,67

= Rp 57.311.987.522,00

4.7 Rekapitulasi Waktu Proyek

Perbandingan waktu hasil analisa waktu dan biaya dapat diketahui dengan jelas yang dilakukan percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur)) 3 jam dan penambahan tenaga kerja ditunjukan pada table 4.6

Tabel 4.6 Perbandingan Waktu pada pekerjaan normal dan Crashing

Kegiatan	**Durasi (hari)**	**Direct Cost**	**Indirect Cost**	**Total Cost**
Normal	190	Rp 56.784.242.333,33	Rp 515.757.666,67	Rp 57.300.000.000,00
Penambahan Jam Kerja	185	Rp 56.815.447.063,82	Rp 511.550.666,67	Rp 57.326.997.730,48
Penambahan Tenaga Kerja	180	Rp 56.804.042.855,33	Rp 507.944.666,67	Rp 57.311.987.522,00

(Sumber : Hasil Perhitungan)

4.8 Pembahasan

4.8.1 Percepatan Waktu Proyek Normal

Proyek Pembangunan Gedung Rumah Sakit Islam Unisma Malang pada saat dilakukan penelitian tidak mempunyai jaringan kerja berupa *Critical Path Method* (CPM). Proyek hanya memiliki data sekunder yaitu Rencana Anggaran Biaya (RAB), *Time Schedule/Kurva S*. Tahap awal analisis adalah dengan membuat diagram jaringan kerja berupa *Critical Path Method* dengan durasi normal kemudian dilakukan urutan berdasarkan kegiatan yang ada pada *Kurva S*. Waktu penyelesaian proyek dengan kondisi normal pekerjaan selama 190 hari juga memperoleh kegiatan-kegiatan yang kritis, yang membentuk sebuah lintasan kritis (*Critical Path*) dengan total biaya pada pekerjaan normal .

4.8.2 Percepatan Waktu dengan Penambahan Jam Kerja

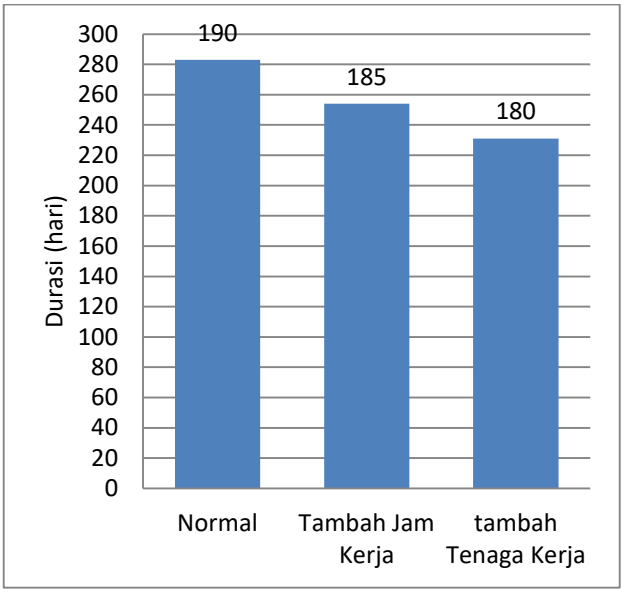
Percepatan durasi *Crash* diperoleh waktu penyelesaian proyek dengan melakukan lembur dari 7 jam kerja normal dan 3 jam kerja lembur yaitu 185 hari_atau dipercepat 5 hari_dari durasi normal, menggunakan CPM biaya crash pada penambahan jam kerja untuk upah tenaga kerja yang dikeluarkan akibat adanya 3 jam perhari adalah sebesar Rp 57.300.000.000,00 namun penambhan biaya membutuhkan biaya operasional lapangan seperti biaya penerangan pada malam hari saat lembur kerja agar membantu pekerja dalam keterbatasan pandangan pada malam hari yaitu Rp 8.582.097,12 . Total biaya untuk percepatan dengan jam kerja lembur adalah sebesar Rp 57.326.997.730,48 dan untuk hasil *Crashing* durasi penambahan jam kerja(lembur) dapat dilihat pada lampiran.

4.8.3 Percepatan Waktu dengan Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan Tenaga kerja dengan percepatan durasi *Crash* diperoleh waktu penyelesaian proyek yaitu 180 hari atau dipercepat 10 hari dari durasi normal menggunakan CPM.Biaya *Crash* pada penambahan tenaga kerja untuk upah tenaga kerja yang dikeluarkan akibat adanya penambahan tenaga kerja selama 10 hari adalah sebesar Rp 57.311.987.522,00. Pengaruh dari perubahan waktu dan biaya sebelum dilakukan percepatan proyek dibandingkan setelah dilakukan ny percepatan proyek ialah naiknya biaya. Sehingga berpengaruh terhadap biaya total proyek yang semula hanya Rp 57.300.000.000,00 setelah di *Crashing* naik menjadi Rp 57.311.987.522,00 atau naik sebesar 0,21% dari biaya total proyek.

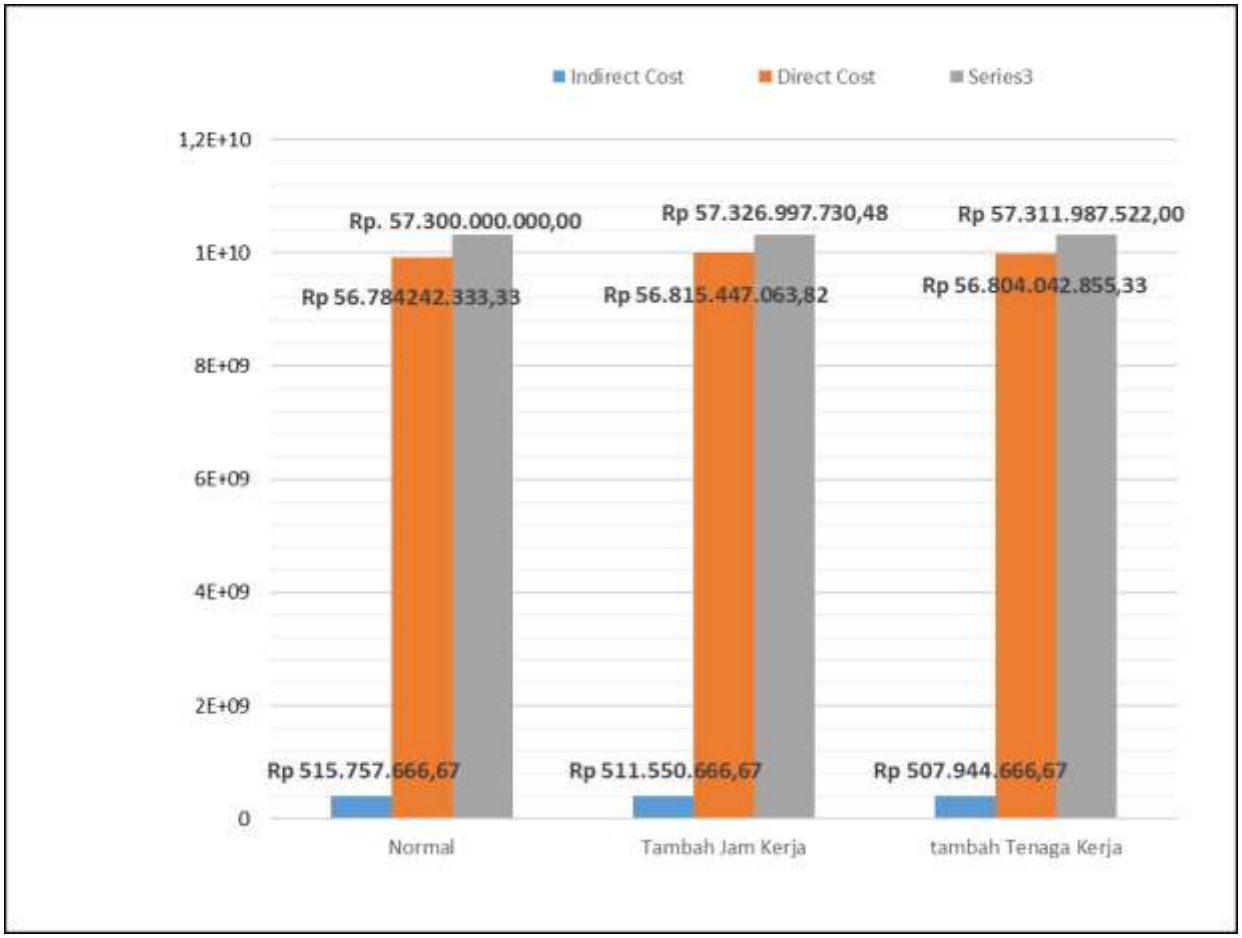
4.8.4 Perbandingan Waktu Optimal

Dari hasil analisa waktu yang diperoleh lalu dibandingkan antara waktu normal dengan waktu dipercepat dengan penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja yang telah diperhitungkan. Pada Gambar 4.7 yaitu diagram perbandingan waktu



Gambar 4.8 Perbandingan Durasi Pekerjaan Normal dan Dipercepat

Perbandingan antara cost normal dengan cost dipercepat dengan penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja yang telah diperhitungkan. Pada Gambar 4.7 yaitu diagram perbandingan cost



Gambar 4.9 Perbandingan *Cost* Pekerja

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis percepatan dengan penambahan jam lembur kerja dan penambahan tenaga kerja pada proyek Rumah Sakit Islam Unisma Malang dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Perubahan durasi pekerjaan percepatan (*Crashing*) dengan penambahan 3 jam kerja didapat pengurangan durasi selama 5 hari dari waktu normal 190 hari menjadi 185 hari.
2. Perubahan durasi pekerjaan percepatan (*Crashing*) dengan penambahan tenaga kerja didapat pengurangan durasi selama 10 hari dari waktu normal 190 hari menjadi 180 hari.
3. .Dari perhitungan percepatan waktu proyek dapat dibandingkan percepatan penambahan 3 jam kerja dengan pengurangan durasi 5 hari dari waktu penyelesaian proyek menjadi 185 hari, sedangkan dengan penambahan tenaga kerja dengan pengurangan durasi 10 hari dari waktu penyelesaian proyek menjadi 180 hari. Sehingga hasil *Crash* yang optimum adalah dengan penambahan tenaga kerja.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, saran yang dapat disampaikan penulis untuk

A. pembaca yaitu, Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menghitung variable yang berbeda misalnya seperti melakukan system shift kerja
B. Pihak Kontraktor proyek sebaiknya lebih meningkatkan ketersediaan tenaga kerja agar mudah mempercepat keterlambatan proyek sesuai dengan rencana.

DAFTAR PUSTAKA

Adi,Bayu & Traulia,E D 2016. Analisis Percepatan Proyek Metode Crash Program Proyek Pembangunan Gedung Mixed Use Sentraland.

Anggaraeni, R.E & Hartono,W. 2016. Analisis Percepatan Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha Yogyakarta Menggunakan Metode Crashing Dengan Penambahan Tenaga Kerja Dan Shift Kerja Universitas Semarang.

Ervianto I Wulfram, 2005. Manajemen Proyek Konstruksi

Khinasih,P Arum .2018. Evaluasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode Crashing Pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII.

Malifa,Yusuf & Dundu,A.K.T 2019. Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Crashing Pada Proyek Pembangunan Rusun IAIN Manado.

Oetomo,W & Priyoto 2017. Analisis Waktu dan Biaya Dengan Metode Crashing Duration Pada Keterlambatan Proyek Pembangunan Jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas.

Putra,H. & Andriansyah Arief 2014. Penarapan Metode Crashing Proyek Pembangunan Elizabeth Building RS. Santo Borromeus paket 1 . Bandung.

Saputra,Rahmat 2020. Analisis Waktu Dan Biaya Menggunaka Shift Dan Penambahan Tenaga Kerja Pada Proyek Pembangunan Lanjutan Laboratrium FKIP Universitas Jambi Tahap IV Universitas Bung Hatta.

Soeharto Imam, 1995. Manajemen Proyek

Stefanus,Yohannes 2017. Analisis Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek Menggunakan Metode Fast Track dan Crash Program Studi Kasus : Proyek Hotel Dewarta Bojonegoro.

Wijayaningtyas,M & Iskandar,T 2019. Pengaruh Faktor Eksternal Dan Internal Terhadap Produktivitas Tenaga Kerja Proyek Pembangunan Gedung