

---

## METODE *CRASHING* TERHADAP PENAMBAHAN JAM KERJA OPTIMUM PADA PROYEK KONSTRUKSI

---

Aslinda Armalisa<sup>1</sup>, Dessy Triana<sup>2</sup>, dan Meassa Monikha Sari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya

Email : [Aslindaarmalisa@gmail.com](mailto:Aslindaarmalisa@gmail.com)

**Abstrak.** Proyek konstruksi merupakan suatu kegiatan yang waktu pelaksanaannya terbatas dan merupakan kegiatan yang sementara dimana sebelum proyek dilaksanakan biasanya telah ditetapkan awal dan akhir pelaksanaan pekerjaannya. Pada pelaksanaan proyek konstruksi berbagai hal dapat terjadi yang bisa menyebabkan bertambahnya waktu pelaksanaan sehingga penyelesaian proyek menjadi terlambat. Keterlambatan pekerjaan proyek dapat diantisipasi dengan melakukan percepatan dalam pelaksanaannya, namun harus tetap memperhatikan faktor biaya dan mutu, penambahan biaya yang dikeluarkan diharapkan seminimum mungkin. Metode *crashing* adalah salah satu program yang digunakan untuk mempersingkat durasi kegiatan suatu proyek, dimana kegiatan-kegiatan yang bisa dilakukan *crashing* adalah kegiatan yang berada pada jalur kritis, menerapkan metode *crashing* pada proyek untuk menentukan durasi optimum yang didapat dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) guna mengantisipasi keterlambatan yang terjadi pada proyek Pembangunan Ruang Rawat Inap Kelas III, Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Serang-Banten, dimana penjadwalan proyek ini menggunakan metode CPM. Dari analisis data dengan *crashing* ini diperoleh waktu optimum untuk 3 jam kerja lembur adalah percepatan durasi proyek dari 115 hari menjadi 83 hari dengan penambahan biaya Rp. 423.098.748 dari biaya normal, dan untuk 4 jam kerja lembur diperoleh waktu optimum dari 115 hari menjadi 80 hari dengan penambahan biaya biaya Rp. 496.684.545,4 dari biaya normal.

**Kata Kunci :** *Crashing, Keterlambatan, CPM.*

### 1. PENDAHULUAN

Proyek konstruksi merupakan suatu kegiatan yang waktu pelaksanaannya terbatas. Kegiatan pada proyek konstruksi merupakan kegiatan yang sementara dimana sebelum proyek dilaksanakan biasanya telah ditetapkan awal dan akhir pelaksanaan pekerjaannya.

Pelaksanaan pekerjaan pada suatu proyek membutuhkan tidak hanya sumber daya yang handal, tetapi juga suatu manajemen yang baik. Suatu proyek konstruksi dapat dikatakan berhasil apabila memenuhi tujuannya yaitu, selesai pada waktu yang ditentukan, sesuai dengan biaya yang direncanakan dan memenuhi kualitas yang disyaratkan. Manajemen proyek bertugas merencanakan, memimpin dan mengendalikan sumber daya yang ada agar dapat mencapai tujuan proyek.

Pada pelaksanaan proyek konstruksi berbagai hal dapat terjadi yang bisa menyebabkan bertambahnya waktu pelaksanaan sehingga penyelesaian proyek menjadi terlambat. Penyebab keterlambatan yang sering terjadi adalah akibat terjadinya perbedaan kondisi lokasi, perubahan disain, pengaruh cuaca, kurang terpenuhinya kebutuhan pekerja, material atau peralatan, kesalahan perencanaan atau spesifikasi, dan pengaruh keterlibatan pemilik proyek (*Owner*)

Keterlambatan pekerjaan proyek dapat diantisipasi dengan melakukan percepatan dalam pelaksanaannya, namun harus tetap memperhatikan faktor biaya. Pertambahan biaya yang dikeluarkan diharapkan seminimum mungkin dan tetap memperhatikan standar mutu. Percepatan dapat dilakukan dengan mengadakan penambahan jam kerja, alat bantu yang lebih produktif, penambahan jumlah pekerja, menggunakan material yang lebih cepat pemasangannya, dan metode konstruksi yang lebih cepat.

Salah satu upaya untuk mengatasi keterlambatan, diperlukan upaya percepatan penyelesaian proyek dengan menggunakan metode *crashing*. Metode *crashing* biasanya dilakukan untuk mengejar prestasi yang tertinggal pada waktu-waktu sebelumnya karena terjadinya perubahan atau penyimpangan. Akan tetapi metode *crashing* juga dapat dilakukan pada suatu penjadwalan karena memang diinginkan agar waktu penyelesaian suatu proyek lebih cepat dari yang direncanakan.

## 2. LANDASAN TEORI

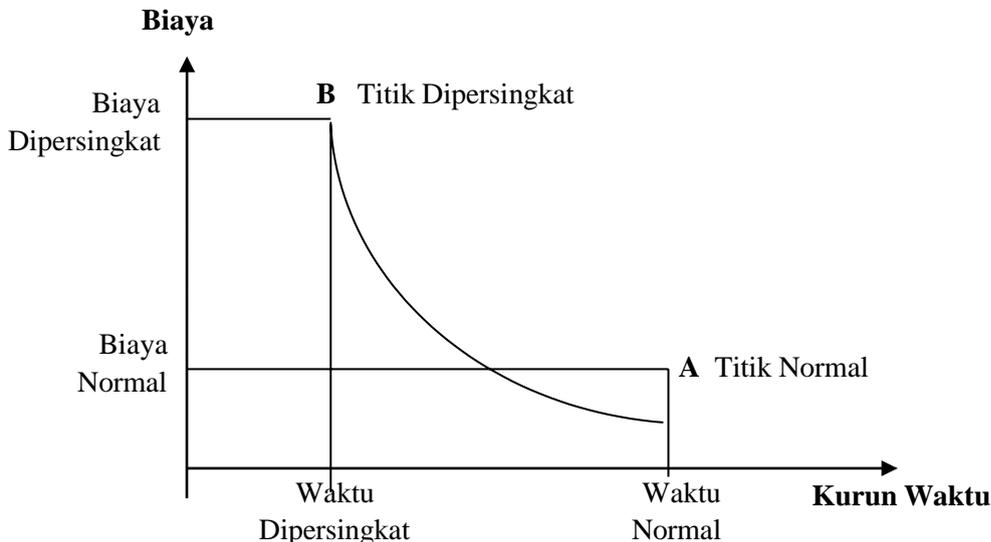
Menurut Soeharto 1999 dalam Dimiyati & Nurjaman (2014), manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisasikan, memimpin, dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya yang lain untuk mencapai sasaran organisasi (perusahaan) yang telah ditentukan.

Menurut Dimiyati & Nurjaman (2014), terminologi proses *crashing* adalah mereduksi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. *Crashing* adalah suatu proses disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Proses *crashing* adalah cara melakukan perkiraan dari variabel *cost* dalam menentukan pengurangan durasi yang paling maksimal dan paling ekonomis dari suatu kegiatan yang masih mungkin untuk direduksi (Erviyanto, 2004) dalam Dimiyati & Nurjaman (2014).

Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara biaya dengan waktu suatu kegiatan, digunakan beberapa istilah, yaitu: kurun waktu normal/*Normal Duration* (ND), kurun waktu dipersingkat/*Crash Duration* (CD), biaya normal/*Normal Cost* (NC), dan biaya untuk waktu dipersingkat/*Crash Cost* (CC).

- a. Menghitung *cost slope* masing-masing komponen kegiatan.
- b. Mempersingkat kurun waktu kegiatan, dimulai dari kegiatan kritis yang mempunyai *cost slope* terendah.
- c. Apabila dalam proses mempercepat waktu proyek terbentuk jalur kritis baru, mempercepat kegiatan-kegiatan kritis yang mempunyai kombinasi *slope* biaya terendah.
- d. Meneruskan mempersingkat waktu kegiatan sampai titik proyek dipersingkat.

- e. Buat tabulasi biaya versus waktu, gambarkan dalam grafik dan hubungan titik normal (biaya dan waktu normal), titik yang terbentuk setiap kali mempersingkat kegiatan, sampai dengan titik TPD.
- f. Periksa pasda grafik biaya total untuk mencapai waktu optimum, yaitu kurun waktu penyelesaian proyek dengan biaya terendah.



**Gambar 2.15** Grafik Hubungan Waktu-Biaya Normal dan Dipersingkat untuk Satu Kegiatan  
(Sumber :Dimiyati & Nurjaman 2014)

Titik A pada gambar 2.14 menunjukan titik normal, sedangkan titik B adalah titik dipersingkat. Garis yang menghubungkan titik A dengan B disebut kurva waktu-biaya. Pada umumnya, garis ini dapat dianggap sebagai garis lurus, jika tidak (misalnya, cekung), diadakan perhitungan per segmen yang terdiri atas beberapa garis lurus. Seandainya diketahui bentuk kurva waktu-biaya suatu kegiatan, artinya dengan mengetahui berapa *slope* atau sudut kemiringannya, dapat dihitung jumlah biaya untuk mempersingkat waktu satu hari.

Penambahan biaya langsung (*direct cost*) untuk mempercepat suatu aktivitas per satuan waktu disebut *cost slope*.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian terapan (*applied research*). Proses penelitian dimulai dengan kajian pustaka untuk mengetahui sejauh mana kajian terhadap masalah yang akan diteliti. Proses selanjutnya yaitu dengan melakukan pencarian proyek yang dapat dijadikan media penerapan masalah. Data yang diperlukan didapat langsung dari dokumen proyek. Setelah semua data yang diperlukan diperoleh, maka proses selanjutnya mengolah data.

Dalam penelitian ini yang menjadi subjek penelitian adalah melakukan percepatan waktu dengan menggunakan metode *Crashing*.

## **3.2. Tempat, Waktu dan Objek Penelitian**

### **3.2.1. Tempat dan Waktu**

Penelitian dilakukan di Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Serang-Banten yang beralamat di Jl. Rumah Sakit No. 1 Serang. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 01 Maret 2017 sampai 31 Agustus 2017.

### **3.2.2. Objek Penelitian**

Pada penelitian ini penulis mengambil judul "Program *Crashing* Terhadap Penambahan Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi" dengan objek penelitian yaitu Pembangunan Ruang Rawat Inap Kelas III, Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Serang-Banten.

## **3.3. Data**

### **3.3.1. Teknik Pengumpulan Data**

Proses pengumpulan data yang diperlukan pada penelitian ini melalui dua tahap penelitian, yaitu sebagai berikut:

#### **A. Studi Kepustakaan (*Library Reseach*)**

Studi kepustakaan digunakan untuk mengumpulkan data sekunder, landasan teori dan informasi yang berkaitan dengan penelitian ini dengan cara dokumentasi. Studi dilakukan antara lain dengan mengumpulkan data yang bersumber dari literatur-literatur, bahan kuliah, dan hasil penelitian lainnya yang ada hubungannya dengan objek penelitian. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan tambahan pengetahuan mengenai masalah yang sedang dibahas.

#### **B. Wawancara**

Wawancara adalah metode untuk mendapatkan data dengan cara melakukan tanya jawab secara langsung dengan pihak-pihak yang bersangkutan, yaitu pihak kontraktor pelaksana dilapangan guna mendapatkan data dan keterangan yang menunjang analisis dalam penelitian.

### **3.3.2. Data Primer**

Data primer, berupa pengamatan di lapangan dan wawancara dengan pihak kontraktor pelaksana dilapangan dalam pelaksanaan proyek seperti penyebab keterlambatan pelaksanaan.

### **3.3.3. Data Skunder**

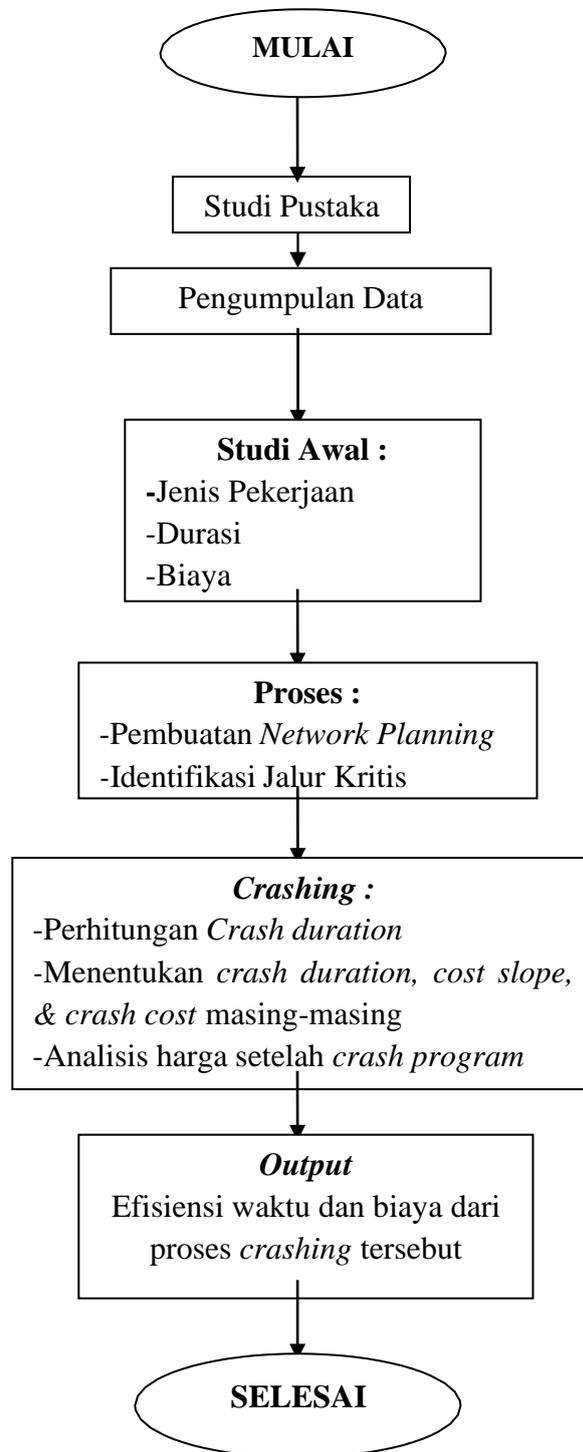
#### **a. *Schedule* Proyek**

*Schedule* proyek diperlukan untuk mengetahui waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan proyek dan mengetahui jadwal masing-masing aktivitas pekerjaan di lapangan. Maka *schedule* proyek sangat membantu dalam menentukan durasi tiap tiap aktivitas dan waktu penyelesaiannya juga dapat dipakai sebagai acuan durasi normal proyek.

#### **b. Rencana Anggaran Biaya Proyek**

Rencana anggaran biaya proyek berisi tentang volume, harga satuan dan harga tiap-tiap pekerjaan. Selain RAB Proyek diperlukan juga analisa harga satuan. Di dalam analisa harga satuan dapat dilihat jumlah bahan, jumlah tenaga kerja, harga bahan dan upah tenaga kerja untuk setiap pekerjaan. Berguna pula sebagai acuan biaya normal.

### 3.4. Bagan Alir



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.2.2. Hasil Pengolahan Data

Dari hasil pengamatan jadwal pelaksanaan dapat dilihat adanya keterlambatan pelaksanaan pekerjaan. Persentase keterlambatan pelaksanaan pekerjaan adalah 19,34 %. Dalam penelitian akan dilakukan penjadwalan kembali dari pekerjaan terlambat yaitu pekerjaan pada minggu ke 3. Untuk itu perlu pendataan semua kegiatan yang akan dilaksanakan pada minggu ke 3 dan selanjutnya.

##### 4.4. Barchart

No	Uraian Kegiatan	Simbol	Kegiatan yang Mendahului	Durasi (Minggu)
I	Pekerjaan Persiapan	A	-	2
II	Pek. Tanah & Urugan	B	-	6
III	Pekerjaan Struktur			
A	Pek. Pondasi Batu Kali	C	A, B	2
B	Pek. Beton			
a	Lantai <i>Basement</i>	D	A, B	6
b	Lantai 1	E	D	6
c	Lantai 2	F	F	6

S

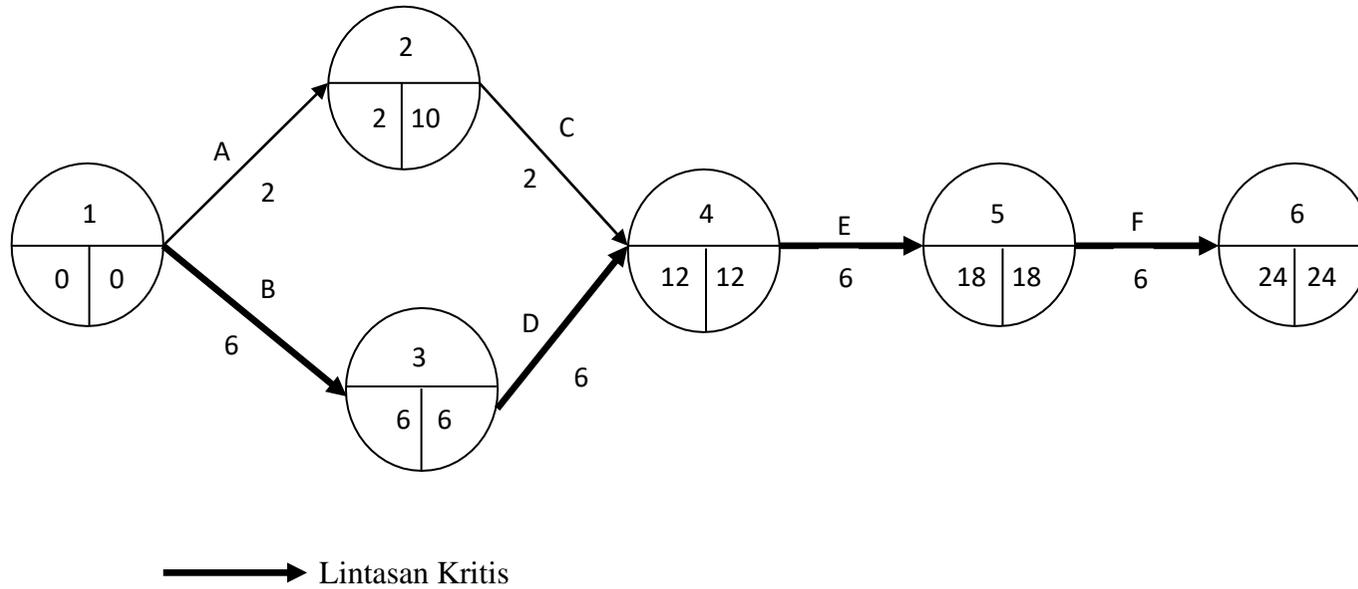
Sumber : Data Proyek

**Tabel 4.3** *Barchart* Pelaksanaan Pekerjaan Pembangunan Ruang Rawat Inap Kelas III, Kab. Serang

No	Kegiatan	Durasi	Waktu (Minggu)													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
I	Pekerjaan Persiapan	2														
II	Pek. Tanah dan Urugan	6														
III	Pekerjaan Struktur															
A	Pek. Pondasi Batu Kali	2														
B	Pekerjaan Beton															
1	Lantai <i>Basement</i>	6														
2	Lantai 1	6														
3	Lantai 2	6														

Sumber : Data Proyek

Lintasan Kritis



**Gambar 4.1** Diagram Jaringan Kerja Pelaksanaan Pekerjaan Pembangunan Ruang Rawat Inap Kelas III, Kab. Serang

*Sumber : Hasil Perhitungan*

#### 4.4.1. Penentuan *Crash Duration*

*Crash duration* pada penelitian ini dilakukan pada Pekerjaan yang berada di jalur kritis yang jika pelaksanaannya terlambat akan menyebabkan keterlambatan pada proyek secara keseluruhan. Untuk mempercepat durasi proyek dilakukan dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) 3 dan 4 jam. Adapun ketetapan rencana pada alternatif penambahan jam kerja ini adalah waktu kerja normal adalah 8 jam kerja per hari (08.00 – 17.00) dengan 1 jam istirahat (12.00 – 13.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal selama 4 jam per hari (18.30 – 22.30).

Berikut adalah langkah-langkah menentukan *Crash duration*, yaitu sebagai berikut:

- a. Menghitung produktivitas harian, yaitu volume pekerjaan : durasi normal Menghitung produktivitas per jam, yaitu produktivitas harian : jam kerja normal per hari
- b. Menghitung produktivitas lembur, yaitu jam kerja x koef. produktivitas x produktivitas per jam
- c. Menghitung produktivitas harian setelah di-*crash*, yaitu produktivitas harian + produktivitas lembur
- d. Menghitung *Crash Duration*, yaitu volume pekerjaan : produktivitas setelah *crash*

#### 4.4.2. Menentukan *Crash Cost*

Untuk menentukan *Crash Cost* dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

- a. Menghitung upah kerja harian normal, yaitu produktivitas harian x harga satuan upah kerja □ Menghitung upah kerja normal, yaitu produktivitas per jam x harga satuan upah kerja
- b. Menghitung upah kerja lembur per hari:  
 Untuk 3 jam lembur = (1,5 x upah sejam normal) + 2(2 x upah sejam normal)  
 Untuk 4 jam lembur = (1,5 x upah sejam normal) + 3(2 x upah sejam normal)
- c. Menghitung *Crash Cost* per hari, yaitu upah harian + upah kerja lembur per hari
- d. Menghitung *Crash Cost* total, yaitu *Crash Cost* per hari + *Crash Duration* Berikut adalah table nilai *Crash Cost* untuk masing-masing jam kerja lembur

#### 4.4.3. *Cost Slope*

Selanjutnya akan dicari nilai *Cost Slope* (kemiringan biaya) yaitu biaya yang diperlukan untuk mempercepat durasi proyek untuk setiap waktu, dapat ditentukan dengan rumus:

**Tabel 4.8** Total Durasi Proyek 4 Jam Kerja Lembur

No	Uraian Kegiatan	<i>Normal Duration</i> (Hari)	<i>Crash Duration</i> (Hari)	Total <i>Crash</i> (Hari)	Total Durasi Proyek (Hari)
<b>A</b>	<b>Pekerjaan Tanah &amp; Urugan</b>				
4	Urugan kembali dipadatkan	6	4	1	114
2	Galian tanah pondasi sumuran dia. 30 cm	7	5	1	114
5	Urugan pasir bawah pondasi dan lantai	8	6	1	115
3	Galian kupasan	21	15	5	110
1	Galian tanah pondasi	14	10	3	112
6	Lantai kerja 1 : 2 : 3	8	6	1	114
7	Urugan tanah peninggian lantai	8	6	1	114
<b>B</b>	<b>Pekerjaan Struktur</b>				
1	Pekerjaan pondasi batu kali 1 : 5	12	9	3	111

<b>C</b>	<b>Pekerjaan Beton</b>				
<b>1</b>	<b>Lantai Basement</b>				
a	Pondasi straus dia. 30 cm beton bertulang site mix 175			109	
	Beton site mix 175	11	8		3
	Pembesian 6D13	8	6		2
	Pembesian dia. 8	4	3		1
b	Pondasi setempat dia. 30 cm beton bertulang site mix 175			108	
	Beton site mix 175	7	5		1
	Pembesian D16	7	5		1
	Bekisting bata	6	4		1
c	Sloof 20/30			106	
	Beton site mix 175	6	4		2
	Pembesian D13	7	5		2
	Pembesian dia. 8	4	3		1

	Bekisting	3	2	0	
d	Kolom 50/30				104
	Beton site mix 225	6	5	1	
	Pembesian D16	8	6	2	
	Pembesian dia. 16	7	5	2	
	Pembesian dia. 10	4	3	1	
	Bekisting	5	4	1	
e	Balok 25/50 beton bertulang (B1)				100
	Beton site mix 225	15	11	4	
	Pembesian D16	7	6	1	
	Pembesian D13	5	4	1	
	Pembesian dia. 8	5	4	1	
	Bekisting	5	4	1	
f	Balok 20/40 beton bertulang (B3)				96

	Beton site mix 225	11	8	3	
	Pembesian D16	14	10	4	
	Pembesian D13	8	6	2	
	Pembesian dia. 8	8	6	2	
	Bekisting	3	2	0	
<b>g</b>	Pekerjaan plat lantai t = 12 cm beton site mix 225				<b>93</b>
	Beton site mix 225	11	8	3	
	Pembesian dia. 10-200	7	5	2	
	Bekisting	6	5	1	
<b>2</b>	<b>Lantai 1</b>				
<b>a</b>	Pondasi setempat beton bertulang beton K-175				
	Beton site mix 175	6	5	1	<b>92</b>
	Pembesian	4	3	1	
	Bekisting bata	4	3	1	

b	Sloof 20/30				91
	Beton site mix 175	4	3	1	
	Pembesian D13	5	4	1	
	Pembesian dia. 8	3	2	0	
	Bekisting	3	2	0	
c	Kolom 50/30				89
	Beton site mix 225	6	5	1	
	Pembesian D16	10	7	2	
	Pembesian dia. 16	8	6	2	
	Pembesian dia. 10	3	2	0	
	Bekisting	5	4	1	
d	Balok 25/50 beton bertulang (B1)				89
	Beton site mix 225	5	4	1	
	Pembesian D13	16	12	4	

	Pembesian D13	8	6	2	
	Pembesian dia. 8	8	6	2	
	Bekisting	16	12	4	
e	Balok 20/40 beton bertulang (B3)				87
	Beton site mix 225	3	2	1	
	Pembesian D13	12	9	3	
	Pembesian D13	4	3	1	
	Pembesian dia. 8	4	3	1	
	Bekisting	8	6	2	
f	Pekerjaan plat lantai t = 22 cm beton site mix				80
	Beton site mix 225	6	5	1	
	Pembesian dia. 10-200	28	21	7	
	Bekisting	16	12	4	

Sumber : Hasil Perhitungan

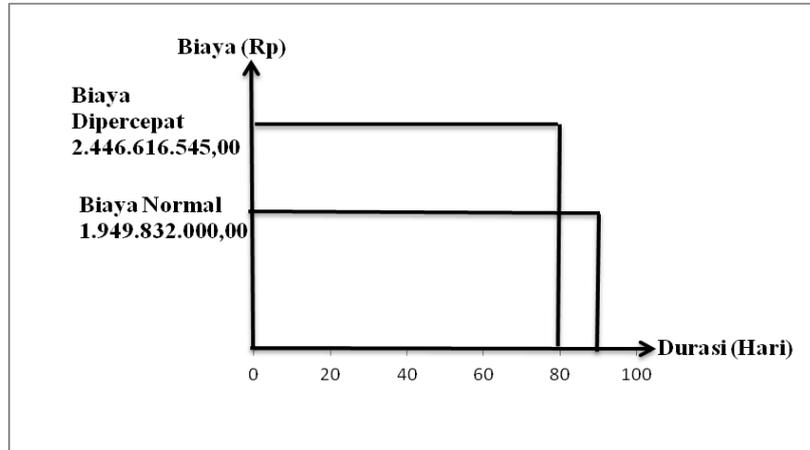
**Tabel 4.9** Hasil Perhitungan untuk Masing-masing kerja lembur

No	Uraian Kegiatan	Total Durasi Proyek Untuk 3 Jam Lembur (Hari)	Total Durasi Proyek Untuk 4 Jam Lembur (Hari)	Biaya Langsung untuk 3 Jam Lembur (Rp)	Biaya Langsung untuk 4 Jam Lembur (Rp)
<b>I</b>	<b>Pekerjaan Tanah &amp; Urugan</b>	83	80	2.372.930.748,00	2.446.516.545,00
<b>II</b>	<b>Pekerjaan Struktur</b>				
<b>A</b>	<b>Pek. Pondasi Batu Kali</b>				
<b>B</b>	<b>Pek. Beton</b>				
<b>a</b>	<b>Lantai <i>Basement</i></b>				
<b>b</b>	<b>Lantai 1</b>				
<b>c</b>	<b>Lantai 2</b>				
<b>II</b>	<b>Pek. Tanah &amp; Urugan</b>				

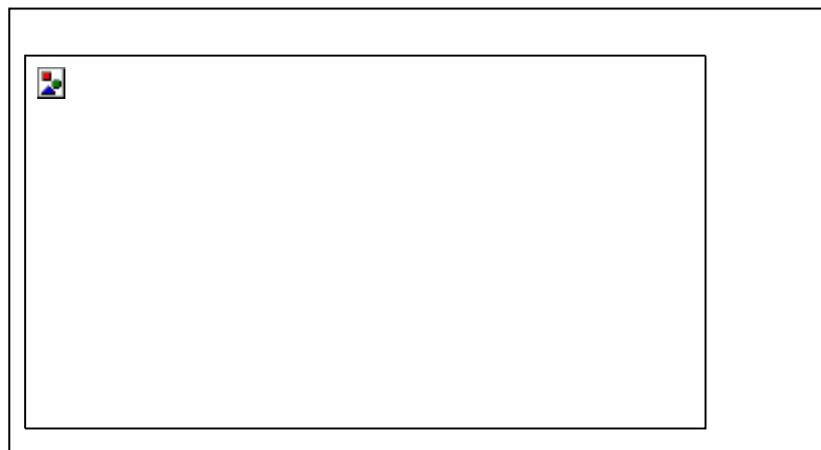
Sumber : Hasil Perhitungan

**4.4.4. Analisa Waktu dan Biaya**

Biaya langsung untuk Pembangunan gedung ini adalah sebesar Rp.1.949.832.000,00



**Gambar 4.1** Hubungan waktu-biaya normal dan dipersingkat untuk 3 jam kerja lembur  
(Sumber : Hasil Perhitungan)



**Gambar 4.2** Hubungan waktu, biaya normal dan dipersingkat untuk 4 jam kerja lembur  
Sumber : Hasil Perhitungan

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Penelitian ini dilakukan pada Pekerjaan yang berada di jalur kritis yang jika pelaksanaannya terlambat akan menyebabkan keterlambatan pada proyek secara keseluruhan. Untuk mempercepat durasi proyek dilakukan dengan *alternatife* penambahan jam kerja (lembur) 3 dan 4 jam. Berdasarkan analisa yang dilakukan pada Penelitian ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

Percepatan durasi proyek untuk penambahan 3 jam kerja (lembur) diperoleh hasil waktu optimum percepatan durasi proyek dari 115 hari menjadi 83 hari, dengan *Cose slope* Rp. 423.098.748. Penambahan biaya dari Rp.1.949.832.000,00 menjadi Rp. 2.372.930.748,00.

Percepatan durasi proyek untuk penambahan 4 jam kerja (lembur) diperoleh hasil waktu optimum percepatan durasi proyek dari 115 hari menjadi 80 hari, dengan *Cose slope* Rp. 496.684.545,4. penambahan biaya dari Rp. 1.949.832.000,00 menjadi Rp. 2.446.516.545,00.

### 5.2. Saran

1. Penelitian Metode *Crashing* ini dilakukan pada bangunan gedung, untuk itu penelitian selanjutnya dapat dilakukan pada proyek konstruksi jembatan atau proyek sipil lainnya.
2. Metode *Crashing* sebaiknya dilakukan terhadap proyek atau pekerjaan konstruksi yang mengalami keterlambatan dan belum selesai pekerjaannya.
3. Perhitungan *Crashing* menggunakan HSP tahun pengerjaan skripsi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dimiyati, Hamdan & Nurjaman, Kadar. (2014). *Manajemen Proyek*. Bandung: CV. Pustaka Setia.
- Ervianto, Wulfram I. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi (Edisi Revisi)*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Frederika, Ariany. (2010). *Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Super Villa, Peti Tenget-Badung)*. Fakultas Teknik: Universitas Udayana.
- Husen, Abrar. (2010). *Manajemen Proyek (Edisi Revisi)*. Yogyakarta. Andi Offset.
- MP, Masyhuri & MA, Zainuddin. (2015). *Metodologi Penelitian (Pendekatan Praktis dan Aplikatif)*. Malang: PT. Refika Aditama.
- Panangin Sirait, Robert. (2010). *Analisa Pengaruh Crashing Program Terhadap Biaya Tenaga Kerja Langsung pada Proyek Konstruksi*. Jurnal Manajemen Konstruksi: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Simanjuntak, Ebeneser & Syahrizal. (2014). *Analisa Waktu dan Biaya Optimum pada Proyek Konstruksi Jembatan*. Departemen Teknik Sipil: Universitas Sumatera Utara
- Widiasanti, Irika & Lenggoni. (2013). *Manajemen Konstruksi*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya Offset.