

ISSN 2527 - 5542

# REKAYASA

JURNAL TEKNIK SIPIL



**UNIRA**  
UNIVERSITAS  
MADURA

**FT**  
FAKULTAS TEKNIK

Volume 4 , Nomer 1  
JUNI 2019

# Rekayasa: Jurnal Teknik Sipil

[HOME](#) [ABOUT](#) [LOGIN](#) [REGISTER](#) [SEARCH](#) [CURRENT](#) [ARCHIVES](#) [ANNOUNCEMENTS](#)

[Home](#) > [Editorial Team](#)

## Editorial Team

### Editor in Chief

[Dedy Asmaroni](#), Universitas Madura, Indonesia

### Editors

[Taurina Jemmy Irwanto](#), Universitas Madura, Indonesia

[Ahmad Fatoni](#), Universitas Madura, Indonesia

[Aldi Setiawan](#), Universitas Madura, Indonesia

[Ahmad Fausi](#), Universitas Madura, Indonesia

Rekayasa: Jurnal Teknik Sipil is indexed by:



**00016448** [View My Stats](#)

FOCUS & SCOPE

EDITORIAL TEAM

REVIEWER

PUBLICATION ETHICS

AUTHOR GUIDELINES

CONTACT

DOWNLOAD ARTICLE  
TEMPLATE

JOURNAL HELP

USER

Username

Password

Remember me

NOTIFICATIONS

» [View](#)  
» [Subscribe](#)

JOURNAL CONTENT

Search

Search Scope

All

Browse

» [By Issue](#)  
» [By Author](#)  
» [By Title](#)  
» [Other Journals](#)

FONT SIZE

INFORMATION

» [For Readers](#)  
» [For Authors](#)  
» [For Librarians](#)

# Rekayasa: Jurnal Teknik Sipil

HOME ABOUT LOGIN REGISTER SEARCH CURRENT ARCHIVES ANNOUNCEMENTS

[Home](#) > [Reviewers](#)

## Reviewers

Lalu Mulyadi, (Scopus ID: 57191845471), Institut Teknologi Nasional Malang, Indonesia

Subagyo, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Indonesia

Faisal Estu Yulianto, (Scopus ID: 57190837909), Universitas Madura, Indonesia

Gusfan Khalik, (Scopus ID: 56816987300), Universitas Negeri Jember, Indonesia

Rekayasa: Jurnal Teknik Sipil is indexed by:



**00016449** [View My Stats](#)

FOCUS & SCOPE

EDITORIAL TEAM

REVIEWER

PUBLICATION ETHICS

AUTHOR GUIDELINES

CONTACT

DOWNLOAD ARTICLE  
TEMPLATE

JOURNAL HELP

USER

Username

Password

Remember me

NOTIFICATIONS

- » [View](#)
- » [Subscribe](#)

JOURNAL CONTENT

Search

Search Scope

All

Browse

- » [By Issue](#)
- » [By Author](#)
- » [By Title](#)
- » [Other Journals](#)

FONT SIZE

INFORMATION

- » [For Readers](#)
- » [For Authors](#)
- » [For Librarians](#)

Vol 4, No 1 (2019)

Jurnal Rekayasa Teknik Sipil

Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Madura Volume 4 No. 1 Juni 2019

## Table of Contents

### Articles

<a href="#">Jurnal Rekayasa Teknik Sipil</a> Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Madura	<a href="#">PDF</a>
<a href="#">Jurnal Rekayasa Teknik Sipil</a> Dewan Redaksi Jurnal Rekayasa	<a href="#">PDF</a>
<a href="#">Daftar Isi Jurnal Rekayasa Teknik Sipil</a> Daftar Isi Jurnal Rekayasa Teknik Sipil	<a href="#">PDF</a>
<a href="#">PERBANDINGAN NILAI INDEX PEMAMPATAN BERDASARKAN RUMUSAN EMPIRIS DAN PENGUJIAN KONSOLIDASI</a> Putu Tantri K. Sari, Yudhi Laestiasih	<a href="#">PDF</a> 1-6
<a href="#">Penerapan Metode Barchart, CPM, PERT dan Crashing Project dalam Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung G Universitas Muhammadiyah Jember</a> Amri Gunasti, Ach. Rofiqi, Pujo Priyono	<a href="#">PDF</a> 7-12
<a href="#">Modifikasi Jembatan Mataraman II Malang Menggunakan Struktur Gelagar Beton Bertulang</a> Dita Kamarul Fitriyah	<a href="#">PDF</a> 13-18
<a href="#">Analisis Tingkat Kepuasan Pengunjung Terhadap Fasilitas Umum Di Bandar Udara Abdulrachman Saleh Malang</a> Mutiarra Firdausi	<a href="#">PDF</a> 19-24
<a href="#">ANALISIS PERKUATAN STRUKTUR GEDUNG PASCA KEBAKARAN DENGAN PENAMBAHAN PROFIL SIKU SEBAGAI PERKUATAN STRUKTUR BALOK</a> Yanifa Septiansilia, Jaka Propika	<a href="#">PDF</a> 25-30
<a href="#">ANALISIS STRATEGI PENAWARAN PROYEK KONSTRUKSI PADA CV. BEW</a> Felicia T. Nuciferani, Nanda Estu Jh	<a href="#">PDF</a> 31-35
<a href="#">Rekayasa Jurnal Teknik Sipil Universitas Madura</a> Jurnal Rekayasa Teknik Sipil full	<a href="#">PDF</a> 1-35

ISSN: 2527 - 5542

# Penerapan Metode *Barchart*, *CPM*, *PERT* dan *Crashing Project* dalam Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung G Universitas Muhammadiyah Jember

Amri Gunasti, Ach. Rofiqi dan Pujo Priyono

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Jember

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Jember

<sup>3</sup> Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Jember

E-mail: amrigunasti@unmuhjember.ac.id, achrofiqi76@gmail.com.

**ABSTRAK:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui percepatan serta membandingkan masing-masing metode. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode *Barchart* perhitungan awal dan perhitungan akhir dengan lama pengerjaan selama 44 minggu, metode *CPM* juga selama 44 minggu, metode *CPM* tidak bisa mengetahui jumlah anggaran dan hanya bisa mengetahui lisan kritis dengan metode perhitungan maju dan mundur. Metode *PERT* dengan meneliti 24% kegiatan, selesai dengan 42 minggu. Untuk 99,11% pekerjaan selesai dengan durasi 52 minggu dan 99,93% pekerjaan selesai dengan durasi 62 minggu. Setelah dilakukan *Crashing Project*, durasi yang awalnya selama 44 minggu dengan jumlah hari 1320 hari mengalami percepatan sampai 1140 hari atau 38 minggu dengan selisih waktu 6 bulan dan jumlah anggaran yang harus di tambah adalah Rp. 2.390.418.814 dan dana keseluruhan yang harus di keluarkan adalah Rp. 7.217.353.814,29.

**Kata kunci :** penjadwalan, *barchart*, *cpm*, *pert*, *crashing project*.

## 1. PENDAHULUAN

Keberhasilan ataupun kegagalan dari pelaksanaan proyek konstruksi sering kali disebabkan kurang terencanaanya kegiatan proyek tersebut serta pengendalian yang kurang efektif. Akibat yang ditimbulkan adalah kegiatan proyek tidak efisien. Selain itu juga lebih dapat mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas pekerjaan, dan membengkaknya biaya pelaksanaan. Keterlambatan penyelesaian proyek adalah kondisi yang sangat tidak dikehendaki, karena hal ini dapat merugikan kedua belah pihak baik dari segi waktu maupun biaya. Dalam kaitannya dengan waktu dan biaya produksi, perusahaan harus bisa seefisien mungkin dalam penggunaan waktu di setiap kegiatan atau aktivitas, sehingga biaya dapat disesuaikan dengan perencanaan.

Proyek pada umumnya memiliki batas waktu (*deadline*), artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Namun pada kenyataannya di lapangan, suatu proyek tidak selalu berjalan sesuai dengan jadwal yang telah dibuat. Ada banyak faktor yang mengakibatkan hal tersebut terjadi, salah contoh turunnya hujan. Proses perencanaan kegiatan-kegiatan proyek merupakan masalah yang sangat penting. Perencanaan kegiatan merupakan dasar agar proyek bisa berjalan dan dilaksanakan serta dapat selesai dengan waktu yang optimal. Pada pembangunan gedung universitas muhammadiyah jember, banyak kegiatan yang tidak berjalan secara maksimal dan hal ini harus di tinjau ulang apakah ada masalah dari pihak manajemen atau ada kendala lain. Penulis tertarik untuk meneliti tentang penjadwalan pada proyek tersebut dengan menerapkan metode *barchart*, *CPM*, *PERT* dan *Crashing Project* dalam Penjadwalan dan percepatan pelaksanaan proyek Pembangunan Gedung G Universitas Muhammadiyah Jember, yang kerjakan oleh universitas muhammadiyah dengan sistem swabina. Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana Penerapan metode *barchart*, *CPM*, *PERT* dan *Crashing Project* pada pembangunan gedung G Universitas Muhammadiyah jember?
2. Bagaimana hasil *Crashing project* pada proyek pembangunan gedung G universitas muhammadiyah jember?
3. Bagaimana kelebihan dan kekurangan dari masing-masing metode perencanaan dan penjadwalan proyek tersebut?

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### Obyek Penelitian

Obyek studi dari penelitian ini adalah proyek pembangunan Gedung G Universitas Muhammadiyah Jember. Proyek ini memiliki nilai kontrak Rp. 4.826.900.000., dan dikerjakan dengan sistem swabina. Adapun durasi dari proyek adalah 45 Minggu atau 1320 Hari Kalender

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian proyek konstruksi yang dijadikan sebagai sample proyek adalah pembangunan Gedung G (Gudang) universitas muhammadiyah jember Kab. jember.

### Metode Analisis Data

Setelah data terkumpul akan dilakukan analisis data dan elaborasi dari penjadwalan proyek yang ada, berupa metode *Bar Chart* yang diubah ke dalam bentuk metode *CPM*, *PERT* dan *Crashing Project*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data awal yang di peroleh dari proyek pembangunan gedung G universitas muhammadiyah jember ini adalah metode *linked Barchart*, yang merupakan hasil dari perencanaan menggunakan microsof excel. Berikutnya

data ini diolah menggunakan *Software microsoft project*. Dari data metode penjadwalan tersebut terlihat bahwa hubungan logika ketergantungan yang digunakan antara satu item kegiatan dengan item kegiatan yang lain banyak menggunakan hubungan SS (*Start to Start*) dari pada 3 hubungan logika ketergantungan yang lain; SF (*Start to Finish*), FS (*Finish to Start*), FF (*Finish to Finish*).

**CPM (Critical Path Method)**

Pengerjaan proyek dengan metode CPM memperlihatkan logika ketergantungan. logika ketergantungan tersebut kemudian dibuat jaringan kerja atau *network planning*. Pembuatan jaringan kerja ini dimaksudkan untuk mengetahui jalur kritis.

Setelah diketahui jalur kritisnya maka dapat ditentukan kegiatan apasaja yang dapat di crash dari keseluruhan kegiatan yang ada pada proyek pembangunan gedung G Universitas Muhammadiyah Jember tersebut. Bentuk jaringan kerja dari gambar gambar tersebut menunjukkan bahwa jalur kritis berada pada kegiatan A-B1-C1-D1-D7-D8-D4-D9.

**Project Evaluation Review Technique (PERT)**

Penjadwalan proyek dengan metode PERT, dimulai dengan mengestimasi waktu penyelesaian setiap item kegiatan proyek kedalam 3 jenis estimasi waktu yaitu waktu optimis (a), waktu yang paling mungkin (m) dan waktu pesimis (b). Estimasi ini didapat dari hasil wawancara dengan responden yang memiliki pengalaman dalam pengerjaan proyek dengan *Project Evaluation Review Technique* terdapat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Project Evaluation Review Technique**

No	Item pekerjaan	simbol	A	M	B
A	Pekerjaan Persiapan	A	4	4	6
B	Pekerjaan Lantai 1	B			
1	Pekerjaan Tanah Dan Urugan	B1	1 2	15	23
2	Pekerjaan Pondasi	B2	4	8	15
3	Pekerjaan Beton	B3	1 7	19	28
4	Pekerjaan Pasangan Dinding	B4	5	8	18
5	Pekerjaan finishing lantai dan dinding	B5	8	12	20
6	Pekerjaan Cat Catan	B6	8	13	18
7	Pekerjaan Pintu Dan Cendela	B7	1 0	15	20
8	Pekerjaan Elektrical	B8	8	10	14
9	Pekerjaan Sanitasi	B9	6	12	15
C	Pekerjaan Lantai 2	C			
1	Pekerjaan Beton	C1	1 3	18	25

2	Pekerjaan Pasangan Dinding	C2	5	10	15
3	Pekerjaan Finishing Lantai Dan Dinding	C3	4	6	10
4	Pekerjaan Cat Catan	C4	4	6	8
5	Pekerjaan Pintu Dan Cendela	C5	4	8	14
6	Pekerjaan Elektrical	C6	3	6	12
D	Pekerjaan Lantai 3	D			
1	Pekerjaan Beton	D1	7	15	20
2	Pekerjaan Pasangan Dinding	D2	5	10	15
3	Pekerjaan Finishing Lantai Dan Dinding	D3	4	8	12
4	Pekerjaan Cat Catan	D4	6	8	10
5	Pekerjaan Pintu Dan Cendela	D5	4	6	10
6	Pekerjaan Elektrical	D6	2	2	8
7	Pekerjaan Plafond	D7	4	8	10
8	Pekerjaan Rangka Atap Dan Penutup Atap	D8	1 0	12	15
9	Pekerjaan Exterior Pendukung	D9	1 5	15	20

Setelah membuat estimasi waktu maka dicari nilai *te* (waktu yang diharapkan) yang terdapat pada Tabel 2 dengan menggunakan rumus

$$te = \frac{a + 4m + b}{6} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- te = waktu yang diharapkan
- a = waktu optimis
- b = waktu pesimis
- m = waktu paling mungkin

**Tabel 2. Nilai waktu yang diharapkan (te)**

No	Item Pekerjaan	Simbol	Te (Minggu)
A	Pekerjaan Persiapan	A	4,3
B	PEKERJAAN LANTAI 1	B	
1	Pekerjaan Tanah Dan Urugan	B1	13
2	Pekerjaan Pondasi	B2	8,5
3	Pekerjaan Beton	B3	20,1
4	Pekerjaan Pasangan Dinding	B4	9,1
5	Pekerjaan finishing	B5	12,6

	lantai dan dinding		
6	Pekerjaan Cat Catan	<b>B6</b>	13
7	Pekerjaan Pintu Dan Cendela	<b>B7</b>	15
8	Pekerjaan Elektrical	<b>B8</b>	10,3
9	Pekerjaan Sanitasi	<b>B9</b>	11,5
<b>C</b>	<b>PEKERJAAN LANTAI 2</b>	<b>C</b>	
1	Pekerjaan Beton	<b>C1</b>	18,3
2	Pekerjan Pasangan Dinding	<b>C2</b>	10
3	Pekerjaan Finishing Lantai dan Dinding	<b>C3</b>	8
4	Pekerjaan Cat Catan	<b>C4</b>	7,7
5	Pekerjaan Pintu Dan Cendela	<b>C5</b>	8,3
6	Pekerjaan Elektrical	<b>C6</b>	6,5
<b>D</b>	<b>PEKERJAAN LANTAI 3</b>	<b>D</b>	
1	Pekerjaan Beton	<b>D1</b>	14,5
2	Pekerjaan Pasangan Dinding	<b>D2</b>	10
3	Pekerjaan Finishing Lantai Dan Dinding	<b>D3</b>	8
4	Pekerjaan Cat Catan	<b>D4</b>	8
5	Pekerjaan Pintu Dan Cendela	<b>D5</b>	6,3
6	Pekerjaan Elektrical	<b>D6</b>	3
7	Pekerjaan Plafond	<b>D7</b>	7,6
8	Pekerjaan Rangka Atap Dan Penutup Atap	<b>D8</b>	12,2
9	Pekerjaan Exterior Pendukung	<b>D9</b>	15,9

Dengan menggunakan nilai *te* (durasi waktu yang diharapkan) maka dibuatlah sebuah diagram jaringan kerja proyek. Dimana prinsip pembuatan jaringan kerja ini sama seperti pada metode CPM.

Hasil analisa penjadwalan dengan metode PERT dengan nilai *te* sebagai durasi yang digunakan dalam perhitungan, maka diketahui jalur kritis diagram jaringan kerja pada kegiatan *A-B1-C1-D1-D7-D8-D4-D9*

Berdasarkan lintasan kritis yang telah kemudian tentukan nilai *deviasi standard* (Tabel 3) dapat di cari dengan rumus

$$V_{te} = S^2 \dots\dots\dots(2)$$

Tabel 3. *Deviasi Standard*

Item Pekerjaan	sim bol	a	b	s	V(te)
Pekerjaan Pendahuluan	A	4	6	0,3	0,09
Pekerjaan Tanah Dan Urugan	B1	12	15	0,5	0,25
Pekerjaan Beton	C1	13	18	0,9	0,81
Pekerjaan Beton	D1	7	15	1,2	1,44
Pekerjaan	D7	4	8	0,7	0,4

Plafond					9
Pekerjaan Rangka Atap Dan Penutup Atap	D8	10	12	0,4	0,16
Pekerjaan Cat-Catan	D4	6	8	0,3	0,09
$\sum V(Te)$	9,33				
Standart Deviasiasi	14,3				

Dari Tabel 3 diatas dapat di ketahui nilai total varians ( $\sum V(Te)$ ) = 9,33 dan (S) = 14,3. Dari sifat kurva distribusi normal dimana 99,7% area berada dalam interval (TE - 3S) dan (TE+3S) maka besar rentang 3S Adalah  $3 \times 1,13 = 3,39$ . Maka kurun waktu penyelesaian proyek paling cepat adalah  $7,5 - 3,39 = 4,11$  minggu dan perkiraan penyelesaian proyek paling lambat  $7,5 + 3,39 = 10,89$  minggu jika dalam hal ini yang ingin di capai adalah kurun waktu yang paling cepat, maka nilai T(d) 42 Minggu

Kemungkinan/ketidakpastian mencapai target jadwal pada PERT dinyatakan dengan Z

$$Deviasi Z = \frac{T(d)-TE}{S} \dots\dots\dots(3)$$

$$Dimana Z = \frac{42-75}{14,3} \dots\dots\dots(4)$$

= 2,41

Dengan menggunakan tabel distribusi normal kumulatif dengan harga z = 2,77 maka di peroleh hasil 0,0024. Ini kemungkinan proyek untuk selesai dalam jangka waktu 42 minggu hanya sekitar 0,24%.

Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa:

1. Kemungkinan proyek dapat di selesaikan dalam waktu 42 minggu adalah 0,24%.
2. Kemungkinan proyek dapat di selesaikan dalam waktu 52, 54 minggu atau 52 minggu adalah 99,11 %
3. Kemungkina proyek dapaat dilesaikan dalam waktu 62 minggu adalah 99,93%.

**Crashing Project**

Produktivitas harian percepatan diperoleh dari jumlah produktivitas harian normal dengan produktivitas pekerjaan saat jam lembur per hari. Penambahan jam kerja lembur sesuai Peraturan yang berlaku dilakukan selama 3 jam per hari, sedangkan produktivitas pekerja jam lembur diasumsikan mengalami penurunan, dan hanya diperhitungkan sebesar 80% dari produktivitas jam kerja regular.

Langkah-langkah perhitungan produktivitas harian percepatan pekerjaan kritis adalah sebagai berikut :

- a. Menghitung volume pekerjaan
- b. Menghitung durasi normal
- c. Menghitung produktivitas harian normal
- d. Produktivitas normal/jam
- e. Produktivitas jam lembur
- f. Produktivitas harian percepatan

Untuk memperjelas maka akan dihitung salah satu item sebagai contoh. Perhitungan produktivitas harian normal pada Pengeboran Tanah Bor Pile sedalam 4 m:

- a. Volume pekerjaan = 432
- b. Harga satuan = Rp.5000,000,00

- c. Durasi normal = 4 minggu (30 Hari)
- d. Produktivitas harian normal =  $a/d$   
 $= 432/30$   
 $= 36 \text{ m}^3$
- e. Produktifitas normal perjam  
 $= d/8$   
 $= 36/8 \text{ jam}$   
 $= 4,5$
- f. Produktifitas jam lembur =  $3 \times e \times 0,80$   
 $= 3 \times 4,5 \times 0,80$   
 $= 10,8 \text{ m}^3/\text{jam}$
- g. Produktifitas harian percepatan =  $(e \times f) \times 8$   
 $= (4,5 \times 10,8) \times 8$   
 $= 122,4 \text{ m}^3 \text{ hari}$
- i. Crash Duration  
 $= b - (a/h/8)$   
 $= 29 - (30,5208 \text{ m}^3 / 7,982363077 \times 8)$   
 $= 28,52205882$
- j. Upah normal/jam  
 $= d \times g$   
 $= 30 \text{ hari} (4 \text{ minggu}) \times 0,704326154$   
 $= \text{Rp } 2.583.497$
- k. Upah normal per/ hari  
 $= j \times 8$   
 $= \text{Rp } 2.583.497 \times 8$   
 $= \text{Rp } 20.667.978$
- l. Upah 3 jam lembur/ hari  
 $= (1,5 \times J) + 2 \times (2 \times j)$   
 $= (1,5 \times \text{Rp. } 2.583.497) + 2 (2 \times \text{Rp. } 2.583.497)$   
 $= \text{Rp } 14.209.235,04.$
- m. Cost Upah Percepatan perhari  
 $= (c + l)$   
 $= \text{Rp. } 111.951.549 + \text{Rp } 14.209.235,04.$   
 $= \text{Rp. } 4.423.271,00$
- n. Cost upah perhari  
 $= c + m$   
 $= \text{Rp. } 111.951.549,00 + \text{Rp. } 4.423.271,00$   
 $= \text{Rp. } 116.374.819,42$
- o. Cost bahan  
 $= a \times e$   
 $= 30,5208 \text{ m}^3 \times 2,347753846$   
 $= \text{Rp } 71.66000,00$
- p. Cost alat  
 $= a \times f$   
 $= 30,5208 \text{ m}^3 \times 0,293469231$   
 $= \text{Rp. } 8.960.000,00$
- q. Crash Cost  
 $= n + o + p$   
 $= \text{Rp. } 116.374.819,42 + \text{Rp. } 8.960.000,00$   
 $+ \text{Rp. } 8.960.000,00$   
 $= \text{Rp } 116.374.900,03$
- r. Crash slope  
 $= q - c / b - i$   
 $= \text{Rp } 116.374.900,03 - \text{Rp. } 111.951.549 / 30$   
 $\text{hari} - 29 \text{ hari}$   
 $= \text{Rp. } 4.423.351,20 \text{ per hari}$

### Perhitungan Crash Duration, Crash Cost, dan Cost Slope

Setelah diketahui besarnya produktivitas harian percepatan pekerjaan kritis, maka langkah selanjutnya adalah menghitung durasi percepatan (*crash duration*) dan biaya langsung percepatan (*crash cost*). Perhitungan crash duration ini digunakan untuk mendapatkan batasan waktu maksimal suatu aktivitas mampu untuk dilakukan *crashing* (*crashability*), sedangkan perhitungan *crash cost* digunakan untuk mencari *slope* biaya (*cost slope*) masing-masing aktivitas.

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

- a. Menghitung upah kerja harian normal, yaitu produktivitas harian x harga satuan upah kerja.
- b. Menghitung upah kerja normal, yaitu produktivitas per jam x harga satuan upah kerja
- c. Menghitung upah kerja lembur per hari:
  1. Untuk 3 jam lembur =  $(1,5 \times \text{upah sejam normal}) + 2(2 \times \text{upah sejam normal})$ .
  2. Untuk 4 jam lembur =  $(1,5 \times \text{upah sejam normal}) + 3(2 \times \text{upah sejam normal})$ .
  3. Menghitung *Crash Cost* per hari, yaitu upah harian + upah kerja lembur per hari.

Untuk memperjelas maka akan dihitung salah satu item sebagai contoh. Perhitungan *crash duration*, *crash cost*, dan *cost slope* untuk pekerjaan Boer Pile D 0.3m, T 4m sebagai berikut:

- a. Volume pekerjaan = 30,5208 m<sup>3</sup>
- b. Durasi percepatan = 29 hari
- c. Normal cost = Rp. 111.951.549
- d. Durasi normal = 30 hari (4 minggu)
- e. Produktifitas normal /hari m<sup>3</sup>/jam  
 $= a/d$   
 $= 30,5208 \text{ m}^3 / 30 \text{ hari}$   
 $= 2,347753846$
- f. Produktifitas normal per/jam m<sup>3</sup>  
 $= e / 8$   
 $= 2,347753846/8$   
 $= 0,293469231$
- g. Produktifitas lembur /hari  
 $= 3 \times f \times 0,8$   
 $= 3 \times 0,293469231 \times 0,8$   
 $= 0,704326154$
- h. Produktifitas harian percepatan  
 $= (f+g) \times 8$   
 $= (0,293469231 + 0,704326154) \times 8$

### Analisis Waktu dan Biaya Optimum

Setelah dilakukan Perhitungan *Crash duration*, *Crash Cost*, dan *Cost Slope*, kemudiandilakukan analisis waktu dan biaya optimum setelah percepatan sebagai berikut :

1. Rencana Anggaran biaya proyek dengan waktu 1320 hari hari sebesar : = Rp. 4.826.900.000
2. Biaya percepatan dengan penambahan tenaga kerja sebagai berikut :  
 Biaya percepatan pada pekerjaan Kritis – Biaya Normal pada pekerjaan kritis  
 $= \text{Rp. } 2.390.418.814.000$
3. Keuntungan pihak pengelola sebesar 15 %  
 $= \text{Rp. } 4.826.900.000 \times 15 \%$   
 $= \text{Rp } 724.035.000$
4. Total biaya setelah dikurangi keuntungan pihak pengelola sebesar 15 %

= Rp. 4.826.900.000 - Rp724.035.000

= Rp. 4.102.865.000

5. Keuntungan Kontraktor setelah percepatan :

=Rp724.035.000 - Rp. 2.390.418.814

= Rp. 3.114.453.814,29

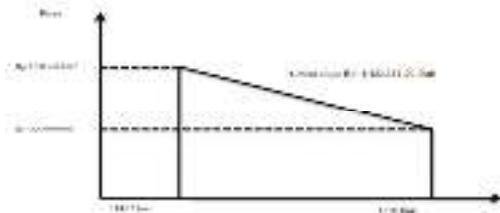
6. Biaya proyek dengan penambahan tenaga kerja adalah :

Rencana anggaran proyek + biaya penambahan tenaga kerja

=Rp. 4.826.900.000 + Rp. 2.390.418.814

= Rp. 7.217.353.814,29

Dengan demikian hubungan antara biaya dan waktu untuk menyelesaikan percepatan pekerjaan Pembangunan Jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas seperti pada Gambar 4 berikut :



Gambar 4. Hubungan Antara Waktu dan Biaya

#### Analisa komparasi

Ada perbedaan antara masing-masing metode yang dihasilkan dalam penelitian ini seperti yang terdapat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Perbandingan Masing-Masing Metode

Perbandingan	Penggunaan metode	Perhitungan percepatan Produksi
BarCh at	Dapat digunakan untuk penjadwalan proyek apasaja.	Dengan cara perhitungan jumlah kumulatif bobot pekerjaan
CPM	Mudah untuk update dan cocok untuk yang kmplek	Tidak di ketahui
Pert	Cocok untuk evaluasi proyek dan analisi rasiko	Tidak diketahu
Creasing proyek	Cocok buat proyek apasaja dan bisa di gunakan sebagai evaluasi keuangan	Dengan cara menghitung volume, harga normal dan hasil dari percepatan.
Perbandingan	Logika ketergantungan	Lintasan kritis
BarCh at	Tidak dapat menunjukkan secara spesifik hubungan logika ketergantungan antar kegiatan	Tidak diketahu
CPM	Menggunakan hubungan logika ketergantungan FS (Finist To Start)	Dapat di ketahui yaitu lintasan kritis pada proyek pembangunan gedung G universitas

	saja	muhammadiyah jember adalah A-B1-C1-D1-D7-D8-D4-D9.
PERT	Mengikuti cpm yaitu logoka ketergantungan	Dapat di ketahui yaitu lintasan kritis pada proyek pembangunan gedung G universitas muhammadiyah jember adalah A-B1-C1-D1-D7-D8-D4-D9.
Crashing Project	Mengikuti cpm yaitu logoka ketergantungan	Dapat di ketahui yaitu lintasan kritis pada proyek pembangunan gedung G universitas muhammadiyah jember adalah A-B1-C1-D1-D7-D8-D4-D9.
Perbandingan	Hambatan pada aktifitas kegiatan	Main feature
BarCh at	Tidak diketahui	Bagan balok tersendiri atas sumbu Y yang menyatakan kegiatan dan sumbu x menyatkan durasi waktu
CPM	Tidak di ketahui	Kegiatan terletak pada anak panah dan diantara 2 titik (node).
PERT	Tidak diketahui	Teknik diagram jaringan yang mempertimbangkan penggunaan durasi tak tentu sehingga memberikan kemungkinan penyelesaian proyek dengan 3 macam durasi  Tampilan menggunakan pendekatan CPM.
Crashing Project	-	-

#### 5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian secara keseluruhan didapat bahwa:

1. Metode pada jaringan kerja CPM diketahui bahwa lintasan kritis pada pembangunan gedung G universitas muhammadiyah jember adalah A-B1-C1-D1-D7-D8-D4-D9.
2. Metode PERT menggunakan 3 macam durasi waktu untuk masing masing kegiatan, yaitu waktu optimis (a), waktu yang paling mungkin (m) dan waktu pesimis (b). Kemungkinan proyek dapat di selesaikan dalam waktu 42 minggu adalah 0,24%. Kemungkinan proyek dapat di selesaikan dalam waktu 52, 54 minggu atau 52 minggu adalah 99,11 %. Kemungkinan proyek dapat di selesaikan dalam waktu 62 minggu adalah 99,93%.
3. Dengan adanya percepatan penyelesaian diperlukan tambahan biaya Rp. 2.390.418.814 (Cost Slope).

Sebesar Rp. 4.423.351,20/hari sehingga penambahan biaya sebesar Rp. 7.217.353.814,29 dari perencanaan Rp. 4.826.900.000

Kantor Badan Pusat Statistik Kota Medan di Jl. Gaperta Medan, Sumatra Utara). departemen teknik sipil, universitas sumatra utara, 30-33.

Soeharto, Iman (1995). *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional*: Erlangga.

## 6. SARAN

1. Perlu adanya pengembangan lebih lanjut perihal penerapan metode dalam proyek manajemen konstruksi dan penjadwalan proyek.
2. Karena metode *barchat* belum dapat memberikan penjelasan yang runtut maka harus ada pengembangan metode lebih dalam supaya dalam penjadwalan proyek lebih jelas.
3. Hasil durasi dan biaya optimum yang di peroleh dari metode *crashing* dapat di pertimbangkan penerapannya dalam melaksakan pekerjaan proyek konstruksi . hal ini menunjukkan durasi pelaksanaan yang lebih singkat dan akan membutuhkan biaya yang lebih besar dibandingkan dari perencanaan awal. Akan tetapi tidak akan membuat *cost* pengelola rugi dalam melaksanakan proyek.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adoe, M., (2010). *Identifikasi Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Kontruksi Gedung*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Bush, V. G. (1994). *Manajemen kontruksi*. Jakarta: PT Pustaka Binaan Presindo.
- Dannyati, E, (2010). *Optimalisasi pelaksanaan proyek dengan metode PERT dan CPM*. Fakultas ekonomi. Universitas diponogoro. Semarang
- Gunasti, A. (2015). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Manajer Proyek pada Proyek Konstruksi. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 13(1), 31-36.
- Gunasti, A. (2017). Penilaian Kinerja Peladen Dan Harapan Tukang Dalam Proyek Konstruksi. Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jember.
- Gunasti, A. (2017). Penilaian Kinerja Tukang Dan Harapan Mandor Dalam Proyek Konstruksi. *Jurnal Penelitian IPTEKS*, 2(1).
- Gunasti, A. (2017). "Penilaian Standar Kompetensi Kerja Tukang Besi/Beton Pada Proyek Konstruksi Di Kabupaten Jember. *Rekayasa: Jurnal Sipil* 2.2 (2017): 13-18.
- Gunasti, A. (2018). "Penilaian Standar Kompetensi Kerja Tukang Besi/Beton Pada Proyek Konstruksi Di Kabupaten Jember. *Rekayasa: Jurnal Sipil* 3(1),7-14, 2018
- Hayun, Anggara, (2005). "perencanaan dan pengendalian proyek dengan metode pert-cpm : studi kasus fly Over Ahmad Yani, Karawang," Journal the winners, Vol. 6, No.2, h-155-174
- Irika Widiantsanti, M. L. (2013). *Manajemen Kontruksi*. jakarta: ROSDA.
- Oetomo, W., Prioto, & Uhad. (2017). *Analisis Waktu Dan Biaya Dengan Metode Crash Duration Pada Keterlambatan Proyek Pembangunan Jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas*. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 08-22.
- Ridho, M. R., & Syahrizal. (2012). *Evaluasi Penjadwalan Waktu Dan Biaya Proyek Dengan Metode Pert Dan Cpm (Studi kasus : Proyek Pembangunan Gedung*