

**ANALISA PENERAPAN METODE PERT DAN CRASHING PADA PERENCANAAN  
JADWAL PROYEK (STUDI KASUS : PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG SARANA  
DIKLAT BKPSDM KABUPATEN CIAMIS)**

**Herianto<sup>1)</sup>, Indra Mahdi<sup>2)</sup>, Muhamad Asif<sup>3)</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Siliwangi  
e-mail: [h.herianto70@gmail.com](mailto:h.herianto70@gmail.com)

**Abstrak**

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan pembangunan suatu bangunan dan infrastruktur dalam waktu tertentu dengan menggunakan sumber daya proyek yang terbatas. Meski dengan keterbatasan tersebut, terdapat tiga hal yang harus dipenuhi dalam pembangunan suatu proyek konstruksi yaitu waktu, biaya dan mutu. Akan tetapi, kenyataan di lapangan sering terjadi pembengkakan biaya akibat keterlambatan penyelesaian proyek. Sehingga diperlukan manajemen proyek yang terstruktur guna memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.

Pada Proyek Pembangunan Gedung Sarana DIKLAT BKPSDM kabupaten Ciamis sebagai studi kasus dalam penelitian ini akan diterapkan metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) dalam penjadwalan proyeknya, dimana pada metode PERT digunakan tiga estimasi waktu untuk menentukan durasi kegiatan serta hubungan antar kegiatan dalam menyusun diagram jaringan kerja sehingga didapat jadwal penyelesaian proyek yang optimal beserta dengan probabilitas penyelesaian proyek tersebut.

Dari hasil analisis dengan menggunakan metode PERT, penyelesaian proyek dengan durasi kerja rencana selama 180 hari memiliki persentase kemungkinan terselesaikannya proyek sebesar 55,57%. Sementara persentase penyelesaian proyek tertinggi sebesar 99,88%, dimana durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek adalah 201 hari. Pada penelitian ini pula diterapkan metode *crashing* (percepatan durasi proyek) berupa sistem *shift*, hal ini dikarenakan berdasarkan data di lapangan dalam pelaksanaannya proyek mengalami keterlambatan sehingga memerlukan waktu selama 216 hari untuk menyelesaikan proyek dengan menghabiskan biaya sebesar Rp 7.750.273.365,58. Dari data yang didapat kemudian dianalisis, durasi penyelesaian proyek dapat dipercepat menjadi 176 hari kerja dengan biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 7.712.936.763,73.

**Kata kunci** : Jaringan Kerja, Manajemen Proyek, PERT.

**Abstract**

*The construction project is a series of activities related to the construction of a building and infrastructure within a certain time using limited project resources. Despite these limitations, there are three things that must be fulfilled in the construction of a construction project, namely time, cost and quality. However, the ground reality is often the cost overruns due to delays in project completion. So that structured project management is needed to fulfill the specified requirements.*

*In the Project for Building Facilities the Education and Training Center of BKPSDM Ciamis as a case study in this research will apply the PERT (Program Evaluation and Review Technique) method in project scheduling, where the PERT method uses three time estimates to determine the duration of activities and the relationship between activities in compiling network diagrams work in order to obtain an optimal project completion schedule along with the probability of completion of the project.*

*From the results of the analysis using the PERT method, project completion with a planned work duration of 180 days has a 55.57% likelihood of project completion. While the highest percentage of project completion was 99.88%, where the duration needed to complete the project was 201 days. In this study also applied the*

*method of crashing (accelerating the duration of the project) in the form of a shift system, this is because based on data in the field the project experienced delays so that it took 216 days to complete the project at a cost of Rp 7,750,273,365.58. From the data obtained and then analyzed, the duration of project completion can be accelerated to 176 working days with costs incurred in the amount of Rp7,712,936,763.73.*

**Keywords:** Network Diagram, Project Management, PERT.

## I. PENDAHULUAN

Kegiatan proyek konstruksi merupakan kegiatan yang sementara dimana sebelum proyek dilaksanakan biasanya telah ditetapkan awal dan akhir pelaksanaan pekerjaannya. Suatu proyek konstruksi dapat dikatakan berhasil apabila mampu memenuhi tujuannya yaitu: selesai pada waktu yang direncanakan, sesuai dengan biaya yang dialokasikan dan memenuhi kualitas yang disyaratkan. [6]

Untuk mencapai tujuan tersebut maka diperlukan suatu perencanaan. Salah satu bentuk dari perencanaan adalah penjadwalan proyek, dimana penjadwalan atau *scheduling* proyek adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada. [3]

Namun kebanyakan kasus di lapangan, penentuan atau perhitungan durasi yang telah dilakukan tidak bisa dipastikan seratus persen akan terjadi dikarenakan adanya beberapa faktor yang mengandung ketidakpastian yang berpengaruh pada pelaksanaan proyek. Akibat faktor-faktor tersebut, akan timbul beberapa masalah dalam proses pelaksanaan penyelesaian proyek. Salah satu masalah yang sering terjadi pada setiap pelaksanaan suatu proyek adalah keterlambatan waktu penyelesaian proyek yang akhirnya menyebabkan bertambahnya biaya pengeluaran yang melebihi dana yang sudah dianggarkan.

Pada proyek pembangunan gedung sarana DIKLAT BKPSDM Kabupaten Ciamis dijumpai permasalahan tersebut. Dari data yang didapat, proyek yang dibangun diatas lahan seluas 1313 m<sup>2</sup> dengan luas bangunan 950 m<sup>2</sup> yang terdiri dari 3 lantai memiliki anggaran sebesar Rp. 8.251.974.000,00 mengalami kenaikan biaya pengeluaran akibat keterlambatan waktu

penyelesaian proyek. Diketahui pula dalam perencanaan jadwal proyek ini digunakan metode *bar chart*, dimana dalam penentuan dan perhitungan durasi untuk setiap pekerjaan digunakan satu angka yang bersifat deterministik, yang artinya setiap pekerjaan memiliki deviasi yang relatif kecil. Dengan kata lain, durasi penyelesaian untuk setiap pekerjaan sudah dapat dipastikan tanpa mempertimbangkan faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi pelaksanaan proyek.

Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan manajemen proyek yang terstruktur dengan baik. Manajemen proyek dapat didefinisikan sebagai semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) sampai selesainya proyek untuk menjamin bahwa proyek dilaksanakan tepat biaya, tepat waktu, dan tepat mutu. [1]

Dalam manajemen proyek, untuk menyelesaikan masalah yang diakibatkan oleh terlambatnya waktu penyelesaian proyek dapat dilakukan studi dan pendekatan-pendekatan kepada setiap proses-proses pekerjaan proyek tersebut. Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam menangani masalah akibat keterlambatan waktu penyelesaian serta penjadwalan suatu proyek diantaranya yaitu PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) dan *Crashing Project*.

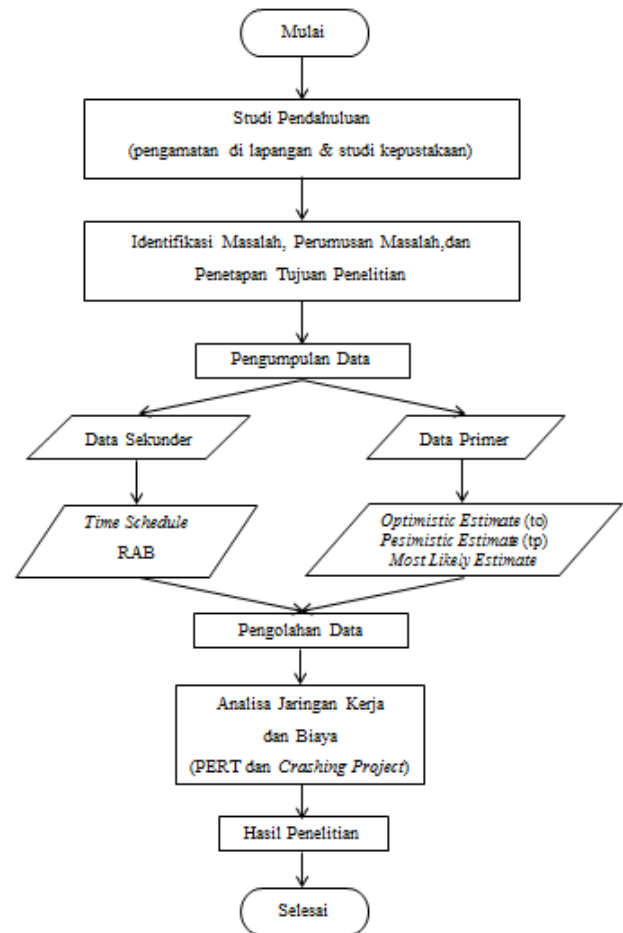
Berdasarkan dari latar belakang diatas, tujuan dari penelitian ini diantaranya adalah untuk mendapatkan waktu penyelesaian tercepat dengan mempertimbangkan perkiraan waktu penyelesaian proyek akibat ketidakpastian yang terjadi di lapangan, sehingga didapat persentase kemungkinan terselesaikannya proyek tersebut dengan analisis menggunakan metode PERT. Serta memperkirakan seberapa besar biaya yang perlu dikeluarkan seandainya waktu penyelesaian proyek dipercepat.

## II. BAHAN DAN METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode observasi dan studi pustaka atau literatur. Adapun tahapan-tahapan yang perlu dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Pengumpulan data primer dan data sekunder.
  - 1) Data Primer, dilakukan dengan wawancara dan observasi, data primer pada penelitian ini diantaranya adalah urutan pekerjaan proyek, data biaya dan upah tenaga kerja, estimasi durasi penyelesaian suatu pekerjaan, hubungan keterkaitan antar aktivitas pekerjaan.
  - 2) Data Sekunder, dikumpulkan berdasarkan data yang telah ada atau dari orang lain yang telah dikumpulkan, data sekunder pada penelitian ini berupa *time schedule* proyek dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek.
- b. Penyusunan *Network Diagram*.
- c. Menghitung biaya normal masing-masing kegiatan.
- d. Menerapkan Skenario *Crashing*.

Alur dari penelitian dimulai dari pengamatan di lapangan, pengumpulan data, penyusunan *network diagram*, hingga perhitungan biaya untuk setiap pekerjaan. Untuk selengkapnya dapat dilihat dalam bagan berikut.



Gambar 1. Alur penelitian

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian Tugas Akhir ini *network diagram* digambarkan menggunakan metode AON (*Activity On Node*), dimana uraian kegiatan digambarkan pada node sementara anak panah menggambarkan hubungan antar kegiatan. Data-data berupa hubungan ketergantungan dan waktu penyelesaian yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis untuk mendapatkan jadwal proyek dan jaringan kerja beserta jalur kritisnya. Dari *network diagram* yang telah disusun sebelumnya didapatkan jalur kritis yang ditandai dengan warna merah. berikut daftar pekerjaan yang berada pada jalur kritis.

Tabel 1. Kegiatan-kegiatan yang terdapat pada jalur kritis serta hubungan antarkegiatan

KODE	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (hari)		Kegiatan Terdahulu
		perencanaan	realisasi	
I.	PEKERJAAN PERSIAPAN			
B	Pak. Pemasangan Bouwplank	6	6	A, D
D	Bongkaran	7	7	-
II.	PEKERJAAN LANTAI I (BAWAH)			
	B. PEKERJAAN PASANGAN			
N	Pas. Aanstamping	4	4	T
O	Pas. Pondasi batu kali 1 PC 5 Pasir	7	8	N (ss)
T	Pas. File cup / poor beton	3	4	U
U	Pas. Tiang pancang	8	8	B (fs-1)
V	Pas. Sloof beton bertulang adk 1:2:3 (15/25)	3	5	O
X	Pas. Kolom beton bertulang adk 1:2:3 (15/15)	1	1	Z (ff)
Y	Pas. Kolom beton bertulang adk 1:2:3 (30/30)	5	7	V
Z	Pas. Kolom beton bertulang adk 1:2:3 (30/45)	5	7	Y
AD	Pas. Balk Beton bertulang adk 1:2:3 (20/35)	11	13	X, AG, BZ
AL	Pas. Lantai beton t=13 cm	9	12	AD (ff), AF (ff)
III.	PEKERJAAN LANTAI II (ATAS)			
	A. PEKERJAAN PASANGAN			
DK	Pas. Kolom beton bertulang adk 1:2:3 (30/45)	6	7	AL
DO	Pas. Balk Beton lantai bertulang adk 1:2:3 (20/35)	12	13	DJ, DK, EU
DQ	Pas. Lantai beton t 13 cm	10	12	DO (ff), DP (ff)
DT	Pas. Bata Merah Bakar adk 1:5 cm	23	28	GF (fs+2)
DU	Pas. Plesteran adk 1:3 cm	7	7	DT (ss+4), DL (ff)
DV	Pas. Plesteran adk 1:5 cm	27	28	DT (ff+8), DU (ss)
DW	Pas. Acian beton + Acian pasangan	18	21	DV (ff+7), FV (ff)
	C. PEKERJAAN CAT / LABURAN			
EM	Pengecatan dengan cat tembok	14	16	EN
EN	Pengecatan langit-langit dengan cat tembok	10	12	EP (fs+1), FE (ff)
	D. PEKERJAAN BESI DAN KACA			
EO	Pas. Kusen aluminium	16	19	DW
	Pas. Rangka jendela aluminium			
EP	a. JI (0,5 x 1,5)	10	10	EO (fs-1)
IV.	PEKERJAAN LANTAI III (ATAS)			
	A. PEKERJAAN PASANGAN			
FX	Pas. Kolom beton bertulang adk 1:2:3 (30/30)	3	6	DQ
FZ	Pas. Kolom beton bertulang adk 1:2:3 (15/30)	3	6	FX
GA	Pas. Kolom beton bertulang adk 1:2:3 (20/30)	2	4	FZ
GC	Pas. Balk Beton bertulang adk 1:2:3 (15/25)	7	10	FY, GA, HO, H (ff)
GF	Pas. Ring Balk Beton bertulang adk 1:2:3 (20/30)	6	7	GC (fs-3)

Sumber: Data proyek (2017)

Berdasarkan tabel diatas, total durasi proyek dengan perhitungan jalur kritis pada perencanaan dapat dihitung dengan menjumlahkan lama durasi pekerjaan yang berada pada jalur kritis, maka didapat total durasi proyek sebesar:

$$= 7 + 6 - 1 + 8 + 3 + 7 + 3 + 5 + 5 + 11 + 6 + 12 + 3 + 3 + 2 + 7 - 3 + 6 + 2 + 23 + 8 + 7 + 16 - 1 + 10 + 1 + 10 + 14 = 180 \text{ hari.}$$

Sementara perhitungan jalur kritis pada realita didapat total durasi proyek sebesar:

$$= 7 + 6 - 1 + 8 + 4 + 8 + 5 + 7 + 7 + 13 + 7 + 13 + 6 + 6 + 4 + 10 - 3 + 7 + 2 + 28 + 8 + 7 + 19 - 1 + 10 + 1 + 12 + 16 = 216 \text{ hari.}$$

### Analisa Perhitungan Metode PERT

Pada dasarnya perhitungan jalur kritis pada metode PERT memiliki kesamaan dengan metode lain seperti CPM atau PDM, dimana total durasi proyek dihitung dengan menjumlahkan durasi pekerjaan yang berada pada jalur kritis, namun dalam metode PERT terdapat tiga estimasi waktu yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan durasi optimal yang diharapkan ( $t_e$ ) dari setiap pekerjaan.[4]

Adapun nilai  $t_e$  dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$t_e = \frac{(t_o + 4t_m + t_p)}{6}$$

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode PERT, didapat nilai  $t_e$  yang selanjutnya nilai tersebut akan dijadikan sebagai durasi pekerjaan dalam penyusunan *network diagram* yang baru.

Dari *network diagram* yang telah dibuat dengan metode PERT, dapat diketahui bahwa jalur kritis yang dihasilkan masih tetap sama dengan jalur kritis pada perencanaan dengan total durasi proyek sebesar:

$$= 7 + 6 - 1 + 8 + 3 + 7 + 3 + 5 + 5 + 10 + 6 + 11 + 4 + 3 + 3 + 7 - 3 + 6 + 2 + 23 + 8 + 7 + 16 - 1 + 10 + 1 + 10 + 13 = 179 \text{ hari}$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Perhitungan durasi dengan Metode PERT pada kegiatan yang berada di jalur kritis

KODE	URAIAN PEKERJAAN	optimis (to)	Most Likely (tm)	pesimis (tp)	se (dibulatkan)	d	v
<b>I. PEKERJAAN PERSIAPAN</b>							
B	Pek. Pemasangan Bouwplank	4	6	7	6	0,50	0,25
D	Bongkaran	5	7	10	7	0,83	0,69
<b>II. PEKERJAAN LANTAI I (BAWAH)</b>							
<b>B. PEKERJAAN PASANGAN</b>							
N	Pas. Anstamping	3	4	7	4	0,67	0,44
O	Pas. Pondasi baru kali 1 PC 5 Pasir	2	7	10	7	1,33	1,78
T	Pas. File cup / poor beton	2	3	5	3	0,50	0,25
U	Pas. Tiang pancang	5	8	10	8	0,83	0,69
V	Pas. Sloof beton bertulang adk. 1:2:3 (15/25)	3	3	5	3	0,33	0,11
X	Pas. Kolom beton bertulang adk. 1:2:3 (15/15)	1	1	3	1	0,33	0,11
Y	Pas. Kolom beton bertulang adk. 1:2:3 (30/30)	3	5	7	5	0,67	0,44
Z	Pas. Kolom beton bertulang adk. 1:2:3 (30/45)	3	5	7	5	0,67	0,44
AD	Pas. Balok Beton bertulang adk. 1:2:3 (20/35)	3	11	12	10	1,50	2,25
AL	Pas. Lantai beton t=13 cm	7	9	12	9	0,83	0,69
<b>III. PEKERJAAN LANTAI II (ATAS)</b>							
<b>A. PEKERJAAN PASANGAN</b>							
DK	Pas. Kolom beton bertulang adk. 1:2:3 (30/45)	3	6	7	6	0,67	0,44
DO	Pas. Balok Beton lantai bertulang adk. 1:2:3 (20/35)	3	12	12	11	1,50	2,25
DQ	Pas. Lantai beton t. 13 cm	7	10	12	10	0,83	0,69
DT	Pas. Bata Merah Bakar adk. 1:5 cm	13	23	34	23	3,50	12,25
DU	Pas. Plesteran adk. 1:3 cm	3	7	7	6	0,67	0,44
DV	Pas. Plesteran adk. 1:5 cm	14	27	28	25	2,33	5,44
DW	Pas. Acian beton + Acian pasangan	7	18	21	17	2,33	5,44
<b>C. PEKERJAAN CAT / LABURAN</b>							
EM	Pengacaran dengan cat tembok	7	14	14	13	1,17	1,36
EN	Pengacaran langit-langit dengan cat tembok	7	10	14	10	1,17	1,36
<b>D. PEKERJAAN BESI DAN KACA</b>							
EO	Pas. Kusen aluminium	5	16	26	16	3,50	12,25
EP	Pas. Rangka jendela aluminium	7	10	12	10	0,83	0,69
	a. JI (0,5 x 1,5)						
	Pas. Daun Pintu kaca rangka aluminium warna						
<b>IV. PEKERJAAN LANTAI III (ATAS)</b>							
<b>A. PEKERJAAN PASANGAN</b>							
FX	Pas. Kolom beton bertulang adk. 1:2:3 (30/30)	3	3	7	4	0,67	0,44
FZ	Pas. Kolom beton bertulang adk. 1:2:3 (15/30)	2	3	5	3	0,50	0,25
GA	Pas. Kolom beton bertulang adk. 1:2:3 (20/30)	2	2	5	3	0,50	0,25
GC	Pas. Balok Beton bertulang adk. 1:2:3 (15/25)	5	7	10	7	0,83	0,69
GF	Pas. Ring Balok Beton bertulang adk. 1:2:3 (20/30)	3	6	7	6	0,67	0,44

Sumber: Hasil analisis perhitungan metode PERT

Dari perhitungan diatas dapat diketahui pula bahwa jalur kritis dengan menggunakan metode PERT memiliki jumlah varian kejadian (V) sebesar:

$$\begin{aligned}
 V &= v(B) + v(D) + v(N) + v(O) + v(T) + v(U) \\
 &+ v(V) + v(Y) + v(Z) + v(AD) + v(AL) \\
 &+ v(DK) + v(DO) + v(DQ) + v(DT) \\
 &+ v(DU) + v(DV) + v(DW) + v(EM) \\
 &+ v(EN) + v(EO) + v(EP) + v(FX) \\
 &+ v(FZ) + v(GA) + v(GC) + v(GF) \\
 V &= 0,25 + 0,69 + 0,44 + 1,78 + 0,25 + 0,69 \\
 &+ 0,11 + 0,44 + 0,44 + 2,25 + 0,69 + 0,44 \\
 &+ 2,25 + 0,69 + 12,25 + 0,44 + 5,44 \\
 &+ 5,44 + 1,36 + 1,36 + 12,25 + 0,69 \\
 &+ 0,44 + 0,25 + 0,25 + 0,69 + 0,44 \\
 V &= 52,71
 \end{aligned}$$

Sehingga didapat deviasi standar sebesar:

$$\begin{aligned}
 D &= \sqrt{V} \\
 D &= \sqrt{52,71} = 7,26
 \end{aligned}$$

Setelah didapat nilai V dan D, maka akan diperoleh rentang waktu sebesar  $3D = 21,78$ . Dengan kata lain kurun waktu penyelesaian proyek adalah  $179 \pm 21,78$  hari, dimana :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu penyelesaian proyek tercepat (Tx}_a\text{)} \\
 &= 179 - 21,78 \\
 &= 157,22 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Dengan nilai } Z_a &= \frac{(Tx_a - TE)}{D} \\
 &= \frac{157,22 - 179}{7,26} \\
 &= -3
 \end{aligned}$$

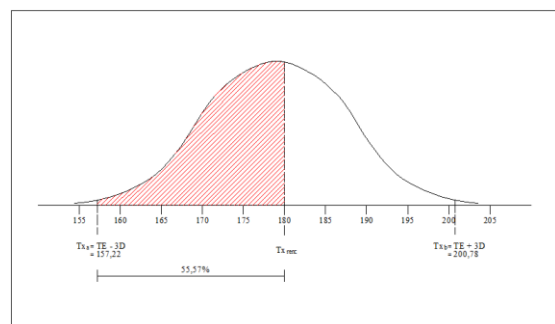
$$\begin{aligned}
 \text{Waktu penyelesaian proyek terlama (Tx}_b\text{)} \\
 &= 179 + 21,78 \\
 &= 200,78 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Dengan nilai } Z_b &= \frac{(Tx_b - TE)}{D} \\
 &= \frac{200,78 - 179}{7,26} \\
 &= 3
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dapat dihitung persentase probabilitas proyek dapat terselesaikan apabila dihitung sesuai dengan waktu perencanaan sebesar 180 hari. Berikut adalah hasil perhitungannya:

$$\begin{aligned}
 Z_{\text{rencana}} &= \frac{(Tx_{\text{rencana}} - TE)}{D} \\
 Z_{\text{rencana}} &= \frac{(180 - 179)}{7,26} \\
 Z_{\text{rencana}} &= 0,14
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan tabel Sebaran Peluang Kumulatif Normal, maka akan didapat persentase probabilitas sebesar 55,57%. Dengan demikian dapat digambarkan kurva distribusi normal untuk proyek tersebut seperti gambar dibawah.



Gambar 2. Kurva Distribusi Normal rentang waktu penyelesaian proyek



**Analisa Perhitungan Metode Crashing**

Sebelum menerapkan metode *Crashing* untuk memperpendek durasi pekerjaan, perlu diketahui terlebih dahulu kapasitas tenaga kerja, kebutuhan tenaga kerja serta upah tenaga kerja per hari pada kondisi normal.

Setelah mendapatkan angka kapasitas tenaga kerja, kebutuhan tenaga kerja serta upah tenaga kerja per hari pada kondisi normal, maka selanjutnya akan dilakukan percepatan durasi proyek dengan menggunakan metode sistem *shift*. Karena pada penelitian ini *shift* malam bukan dianggap lembur melainkan menggunakan tenaga kerja baru yang digunakan pada malam hari, sehingga untuk upahnya berbeda dengan yang bekerja pada pagi hari yaitu ditambahkan 15% dari upah normal. Adapun kapasitas tenaga kerja pada sistem *shift* tidak sama dengan kapasitas tenaga kerja normal. Angka kapasitas sistem *shift* akan mengalami penurunan sebesar 11%-17%. [5]

Pada penelitian ini angka penurunan kapasitas tenaga kerja diambil 17%, sehingga kapasitas tenaga kerja sistem *shift* dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kapasitas tenaga kerja shift} = \text{kapasitas tenaga kerja normal} + (\text{kapasitas tenaga kerja normal} \times (100\% - 17\%))$$

Adapun penentuan durasi pada metode *crashing* menjadi:

$$= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{kapasitas tenaga kerja shift} \times \text{jumlah tenaga kerja}}$$

Metode sitem *shift* ini akan diterapkan pada pekerjaan yang berada pada jalur kritis yang mengalami keterlambatan. Hal ini disebabkan karena metode *crashing* ini menimbulkan biaya tambahan, dimana biaya tambahan tersebut akan dipergunakan maksimal apabila dilakukan pada pekerjaan yang berada pada jalur kritis. Biaya ini disebut *cost slope* [6], dimana

$$\text{cost slope} = \frac{\text{biaya akselerasi} - \text{biaya normal}}{\text{waktu normal} - \text{waktu akselerasi}}$$

Berikut daftar pekerjaan pada jalur kritis yang dterapkan metode *crashing* dengan sistem *shift* serta durasi setelah dilakukan *crashing*.

Tabel 3. Daftar pekerjaan yang dipercepat dan durasi pekerjaan setelah dilakukan *crashing*

Kode	Pekerjaan	Waktu Realisasi (hari)	Waktu Crashing (hari)	Waktu Normal - Waktu Crashing (hari)
V	Pas. Sloof beton bertulang adk 1:2:3 (15/25)	5	2	3
Y	Pas. Kolom beton bertulang adk. 1:2:3 (30/30)	7	3	4
Z	Pas. Kolom beton bertulang adk. 1:2:3 (30/45)	7	3	4
AD	Pas. Balk Beton bertulang adk. 1:2:3 (20/35)	13	7	6
AL	Pas. Lantai beton t= 13 cm	12	5	7
DK	Pas. Kolom beton bertulang adk. 1:2:3 (30/45)	7	4	3
DO	Pas. Balk Beton lantai bertulang adk. 1:2:3 (20/35)	13	7	6
DQ	Pas. Lantai beton t. 13 cm	12	6	6
FX	Pas. Kolom beton bertulang adk. 1:2:3 (30/30)	6	2	4
FZ	Pas. Kolom beton bertulang adk. 1:2:3 (15/30)	6	2	4
GA	Pas. Kolom beton bertulang adk. 1:2:3 (20/30)	4	2	2
GC	Pas. Balk Beton bertulang adk. 1:2:3 (15/25)	10	4	6
GF	Pas. Ring Balk Beton bertulang adk. 1:2:3 (20/30)	7	4	3
DT	Pas. Bata Merah Bakar adk. 1:5 cm	28	13	15
DU	Pas. Plesteran adk. 1:3 cm	7	4	3
DV	Pas. Plesteran adk. 1:5 cm	28	15	13
DW	Pas. Acian beton + Acian pasangan	21	10	11
EO	Pas. Kusen aluminium	19	9	10
EN	Pengecatan langit-langit dengan cat tembok	12	6	6
EM	Pengecatan dengan cat tembok	16	8	8
Total Durasi				84

Sumber: Hasil analisis perhitungan metode *crashing*

Adapun total penambahan biaya langsung (*cost slope*) setelah dilakukan *crashing* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Total upah pekerja dengan sistem *shift* dan penambahan biaya langsung

Kode	Pekerjaan	Upah Total Tenaga Kerja dengan Sistem Shift	Cost Slope Total
V	Pas. Sloof beton bertulang adk 1:2:3 (15/25)	Rp 4.524.135,35	Rp - 736.487,15
Y	Pas. Kolom beton bertulang adk. 1:2:3 (30/30)	Rp 13.470.370,92	Rp -1.148.636,28
Z	Pas. Kolom beton bertulang adk. 1:2:3 (30/45)	Rp 14.992.973,40	Rp -1.278.470,60
AD	Pas. Balk Beton bertulang adk. 1:2:3 (20/35)	Rp 41.646.711,76	Rp 5.672.807,91
AL	Pas. Lantai beton t= 13 cm	Rp 39.250.103,78	Rp -4.563.965,56
DK	Pas. Kolom beton bertulang adk. 1:2:3 (30/45)	Rp 14.259.293,07	Rp 2.652.891,73
DO	Pas. Balk Beton lantai bertulang adk. 1:2:3 (20/35)	Rp 41.075.220,78	Rp 5.594.963,63
DQ	Pas. Lantai beton t. 13 cm	Rp 46.029.635,52	Rp 3.211.369,92
FX	Pas. Kolom beton bertulang adk. 1:2:3 (30/30)	Rp 1.484.623,73	Rp - 586.944,27
FZ	Pas. Kolom beton bertulang adk. 1:2:3 (15/30)	Rp 3.340.403,40	Rp -1.320.624,60
GA	Pas. Kolom beton bertulang adk. 1:2:3 (20/30)	Rp 2.226.935,60	Rp 155.367,60
GC	Pas. Balk Beton bertulang adk. 1:2:3 (15/25)	Rp 4.623.562,47	Rp - 752.672,96
GF	Pas. Ring Balk Beton bertulang adk. 1:2:3 (20/30)	Rp 14.566.546,84	Rp 2.710.055,23
DT	Pas. Bata Merah Bakar adk. 1:5 cm	Rp 54.462.261,11	Rp - 97.428,02
DU	Pas. Plesteran adk. 1:3 cm	Rp 13.925.321,49	Rp 2.590.757,49
DV	Pas. Plesteran adk. 1:5 cm	Rp 109.538.458,00	Rp 14.435.300,67
DW	Pas. Acian beton + Acian pasangan	Rp 87.808.981,33	Rp 2.042.069,33
EO	Pas. Kusen aluminium	Rp 63.577.375,88	Rp 1.149.978,38
EN	Pengecatan langit-langit dengan cat tembok	Rp 8.418.010,84	Rp 587.303,08
EM	Pengecatan dengan cat tembok	Rp 28.323.348,11	Rp 1.976.047,54
Total		Rp 607.544.273,38	Rp 32.293.683,08

Sumber: Hasil analisis perhitungan *cost slope*

Setelah dilakukan percepatan menggunakan jam kerja sistem shift pada kegiatan-kegiatan kritis maka biaya langsungnya akan mengalami kenaikan sementara biaya tidak langsung mengalami penurunan. Berdasarkan hasil analisa Hasil Satuan Pekerjaan (HSP), pada penelitian ini besarnya overhead dan profit diambil 9% dari RAB. Sehingga untuk besaran jumlah dari masing-masing diasumsikan menjadi sebesar 4,5%. Adapun perhitungan selisih biaya antara keadaan proyek pada kondisi normal sesuai rencana, kondisi dimana proyek terjadi keterlambatan serta kondisi proyek setelah dipercepat adalah sebagai berikut:

a. Biaya proyek pada kondisi normal sesuai rencana

1) Nilai Total Proyek = Rp 7.501.587.396,39

2) Durasi proyek = 180 hari

3) Biaya tidak langsung

= 9% x Nilai Total Proyek

= 9% x Rp 7.501.587.396,39

= Rp 681.962.490,58

Biaya tidak langsung meliputi:

- Overhead

= Nilai Total Proyek x 4,5%

= Rp 7.501.587.396,39 x 4,5%

= Rp 340.981.245,29

- Biaya overhead/hari

= Rp 340.981.245,29/180

= Rp 1.894.404,57

- Profit

= Nilai Total Proyek x 4,5%

= Rp 7.501.587.396,39 x 4,5%

= Rp 340.981.245,29

4) Biaya langsung

= Nilai Total Proyek – biaya tidak langsung

= Rp 7.501.587.396,39 – Rp 681.962.490,58

= Rp 6.819.624.905,81

Biaya langsung meliputi:

- Biaya bahan

= 74% x biaya langsung

= 74% x Rp 6.819.624.905,81

= Rp 5.047.060.904,40

- Biaya upah

= 26% x biaya langsung

= 26% x Rp 6.819.624.905,81

= Rp 1.772.564.001,41

b. Biaya proyek pada kondisi terjadi keterlambatan

1) Durasi proyek = 216 hari

2) Biaya tidak langsung meliputi:

- Overhead

= 216 x overhead per hari

= 216 x Rp 1.894.404,57

= Rp 409.191.387,12

- Profit

= Rp 340.981.245,29

Biaya tidak langsung = overhead + profit

= Rp 409.191.387,12 + Rp 340.981.245,29

= Rp 750.172.632,41

3) Biaya langsung meliputi:

- Biaya bahan

= Rp 5.047.060.904,40

- Biaya upah

= Rp 1.953.039.828,77

Biaya langsung = biaya bahan + biaya upah

= Rp 5.047.060.904,40 + Rp 1.953.039.828,77

= Rp 7.000.100.733,17

4) Total biaya proyek

= biaya langsung + biaya tidak langsung

= Rp 7.000.100.733,17 + Rp 750.172.632,41

= Rp 7.750.273.365,58

c. Biaya proyek pada kondisi setelah dipercepat menggunakan sistem Shift

1) Durasi proyek = 176 hari

2) Biaya tidak langsung meliputi:

- Overhead

= 176 x overhead per hari

= 176 x Rp 1.894.404,57

= Rp 333.415.204,32

- Profit

= Rp 340.981.245,29

Biaya tidak langsung = overhead + profit

= Rp 333.415.204,32 + Rp 340.981.245,29

= Rp 674.396.449,61

3) Biaya langsung meliputi:

- Biaya bahan

= Rp 5.047.060.904,40

- Biaya upah

= biaya upah realisasi + cost slope shift

= Rp 1.953.039.828,77 + Rp 32.303.568,79

= Rp 1.985.343.397,56

- Biaya untuk penerangan selama masa percepatan

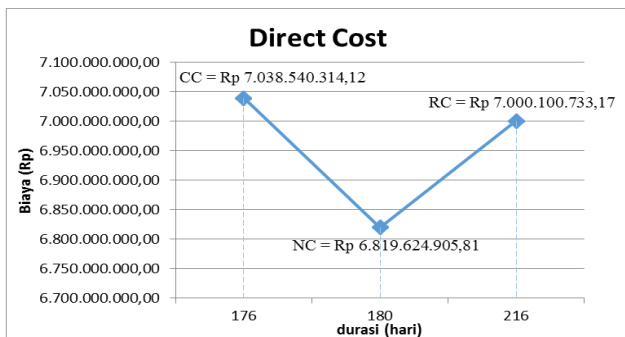
= Rp 6.136.012,16

Biaya langsung  
 = biaya bahan + biaya upah + biaya penerangan  
 = Rp 5.047.060.904,40 + Rp 1.985.343.397,56 + Rp 6.136.012,16  
 = Rp 7.038.540.314,12

4) Total biaya proyek  
 = biaya langsung + biaya tidak langsung  
 = Rp 7.038.540.314,12 + Rp 674.396.449,61  
 = Rp 7.712.936.763,73

Dari hasil perhitungan dengan metode *crashing*, mempercepat durasi proyek dengan menerapkan sistem *shift* pada pekerjaan yang berada pada jalur kritis akan mempengaruhi total biaya proyek. Dimana pada penelitian ini setelah diterapkannya sistem *shift*, durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek adalah 176 hari serta biaya yang diperlukan sebesar Rp 7.712.936.763,73. Dibawah ini akan ditampilkan pengaruh durasi proyek terhadap biaya total proyek termasuk biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*).

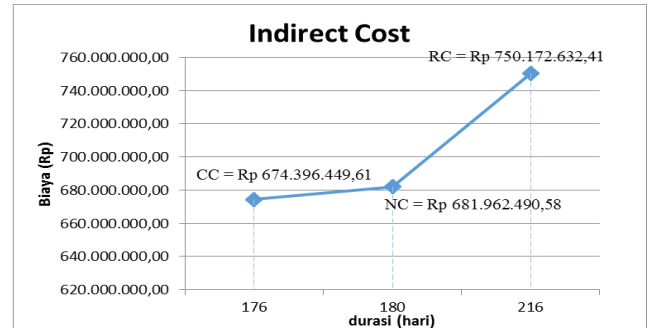
a. Pengaruh durasi terhadap *direct cost*



Gambar 3. Pengaruh durasi terhadap direct cost

Dari gambar diatas, dengan mempercepat durasi proyek maka akan mempengaruhi biaya langsung dimana pada penelitian ini biaya langsung mengalami kenaikan sebesar Rp 218.915.408,31 atau sekitar 3,21% dari biaya langsung rencana (NC) dan lebih besar 0,55% dibanding biaya langsung realisasi (RC)

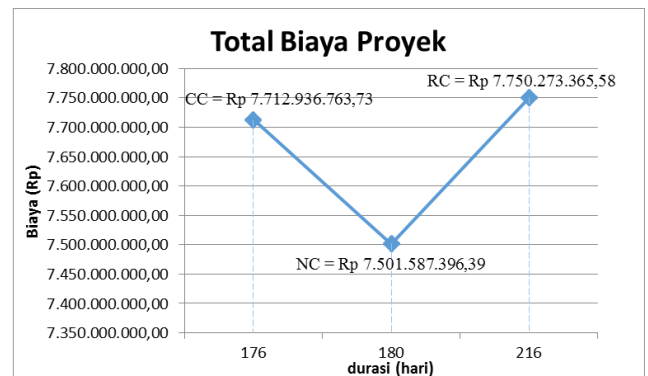
b. Pengaruh durasi terhadap *indirect cost*



Gambar 4. Pengaruh durasi terhadap indirect cost

Sebaliknya, dengan menerapkan sistem *shift* akan mengurangi biaya tidak langsung proyek. Terlihat pada gambar 4.5, biaya tidak langsung mengalami penurunan sebesar Rp 7.566.040,97 atau sekitar 1,11% dari biaya tidak langsung rencana (NC) dan lebih kecil 10,1% dari biaya tidak langsung realisasi (RC).

c. Pengaruh durasi terhadap biaya total proyek



Gambar 5. Pengaruh durasi terhadap biaya total proyek

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa total proyek merupakan penjumlahan biaya langsung ditambah biaya tidak langsung dan mempercepat durasi proyek akan mempengaruhi biaya langsung dan tidak langsung suatu proyek. Dari gambar diatas dan hasil analisis perhitungan sebelumnya, setelah diterapkannya sistem *shift* pada *network diagram* yang berdasarkan durasi realisasi yang sebelumnya berdurasi 216 hari menjadi 176 hari terjadi



penurunan total biaya sebesar Rp 37.336.601,85 atau sekitar 0,48% dari total biaya pada kondisi terjadi keterlambatan yang sebelumnya bernilai Rp 7.750.273.365,58 menjadi Rp 7.712.936.763,73.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan pembahasan yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya, dari penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Dari data yang didapat, penyelesaian proyek Pembangunan Gedung Sarana DIKLAT BKPSDM Kabupaten Ciamis memerlukan waktu selama 180 hari. Sedangkan pada penerapan metode PERT dengan hubungan antar pekerjaan yang sama didapat waktu penyelesaian selama 179 hari. Metode PERT juga memberikan gambaran rentang waktu penyelesaian proyek dengan waktu penyelesaian tercepat pada hari ke 157 dengan persentase peluang terselesaikannya proyek pada hari tersebut sebesar 0,12% dan penyelesaian terlama memerlukan waktu 201 hari dengan persentase terselesaikannya proyek sebesar 99,88%.
2. Setelah diterapkannya metode PERT pada penjadwalan proyek yang semula menggunakan *Bar Chart* didapatkan bahwa probabilitas penyelesaian proyek dengan durasi kerja rencana selama 180 hari sebesar 55,57%.
3. Dari hasil analisis perhitungan biaya, biaya yang perlu dikeluarkan apabila terjadi percepatan durasi proyek dengan metode *crashing* bertambah sebesar Rp 211.349.367,34 menjadi Rp Rp 7.712.936.763,73 atau naik sekitar 2,82% dari total biaya rencana yang sebelumnya sebesar Rp 7.501.587.396,39.

##### Saran

Dari hasil analisis yang diperoleh dari penyusunan Tugas Akhir ini, diberikan saran sebagai berikut:

1. Untuk pelaksanaan kegiatan proyek yang memiliki kemungkinan terjadinya hal-hal yang tidak dapat diprediksi dengan pasti, perhitungan dengan menggunakan metode PERT dapat

dijadikan pertimbangan dalam merencanakan penjadwalan proyek.

2. Sebaiknya dilakukan *tracking* terhadap setiap pekerjaan, terutama pekerjaan yang berada pada jalur kritis agar proyek dapat berjalan sesuai rencana. Apabila terjadi keterlambatan sebaiknya dilakukan percepatan (*crashing*) dengan mereduksi dan mempercepat durasi pekerjaan yang berada pada jalur kritis.
3. Perhitungan metode PERT dalam Tugas Akhir ini diharapkan dapat menjadi referensi ataupun perbandingan dengan metode penjadwalan yang lain sehingga didapat metode penjadwalan yang efektif dan efisien pada saat diterapkan di lapangan.

##### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ervianto, Wulfram I. 2015. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta : Andi offset.
- [2] Hanna, 2008. *Impact of Shift Work on Labor Productivity for Labor Intensive Contractor*. Journal of Construction Engineering and Management.
- [3] Husen, Abrar. 2008. *Manajemen Proyek*. Yogyakarta : Andi offset
- [4] Levin, Richard I. 1966. *Planning and Control with PERT/CPM*. New York : McGraw-Hill.
- [5] Soeharto, Iman. 1997. *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta : Erlangga.
- [6] Widiyanti, Irika dan Lenggogeni. 2014. *Manajemen Konstruksi*. Bandung : Remaja Rosdakarya.