

PENERAPAN METODE PERT DAN CPM UNTUK MENCAPAI EFEKTIVITAS WAKTU DAN BIAYA PENYELESAIAN PROYEK

(Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung RPS SMK Telkom Malang)

Musyafir^{1*}, Dafid Irawan², Candra Aditya³

¹CV. Nafa Utama Construction

^{2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widya Gama Malang

*Email Korespondensi: musyafir1101@gmail.com

ABSTRAK

Penjadwalan pada proyek meliputi kegiatan menetapkan jangka waktu kegiatan proyek yang harus diselesaikan, bahan baku, tenaga kerja serta waktu yang dibutuhkan oleh setiap aktivitas. Metode yang digunakan adalah Metode *Project Evaluation Review Technique* (PERT) dan Metode *Critical Path Method* (CPM), merupakan metode yang digunakan untuk meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian proyek. Dalam menggunakan Metode *Project Evaluation Review Technique* (PERT) dan Metode *Critical Path Method* (CPM) pada bangunan gedung RPS SMK Telkom Malang, hal yang dilakukan adalah merinci rencana dan urutan kegiatan pekerjaan, menghitung waktu normal (m), menentukan waktu optimis (a), dan waktu pesimis (b) pada setiap pekerjaan, dan penggunaan aplikasi Microsoft Project 2013 dengan penginputan data yang terdiri dari waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masing-masing pekerjaan, jumlah tenaga kerja, jumlah material dan upah tenaga kerja yang diperlukan, serta urutan-urutan kegiatan dan hubungan ketergantungan antar kegiatan. Hasil perencanaan lintasan kritis pada pembangunan gedung RPS SMK Telkom Malang adalah nilai Total Float (TF) adalah 0, waktu pembangunan adalah 664 hari. Hasil percepatan yang didapatkan adalah sebesar 626 hari dengan probabilitas 99,18%. Efisiensi biaya sebesar Rp. 19.557.333,46 dengan percepatan waktu 38 hari.

Kata kunci : PERT, CPM, Waktu Proyek, dan Biaya Proyek.

ABSTRACT

Scheduling on the project includes activities to determine the period of project activities that must be completed, raw materials, labor and time required by each activity. The methods used are the Project Evaluation Review Technique (PERT) and the Critical Path Method (CPM), which are methods used to improve the quality of project planning and control. In using the Project Evaluation Review Technique (PERT) and Critical Path Method (CPM) on the RPS building of SMK Telkom Malang, what is done is to detail the plan and sequence of work activities, calculate the normal time (m), determine the optimistic time (a), and pessimistic time (b) on each job, and use the Microsoft Project 2013 application with data input consisting of the time required to complete each job, the amount of labor, the amount of material and labor required, as well as the sequence of activities and the dependency relationship between activities. The results of critical trajectory planning in the construction of the RPS building of SMK Telkom Malang are the Total Float (TF) value is 0, the construction time is 664 days. The acceleration result obtained is 626 days with a probability of 99.18%. Cost efficiency of Rp. 19,557,333.46 with an acceleration of 38 days.

Keywords : PERT, CPM, Project Time, and Project Cost.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan konstruksi saat ini sangat berkembang di segala bidang, perkembangan ini sangat dirasakan oleh negara berkembang terutama di Indonesia, hal ini dilakukan dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyat. Banyak kemajuan yang harus dikejar, sehingga pengembangan wilayah dan pertumbuhan ekonominya dapat terwujud sesuai dengan harapan [1]. Pengendalian biaya merupakan hal penting dalam setiap proyek konstruksi. proses perencanaan dan penjadwalan harus dikontrol pada setiap jadwal untuk mengendalikan sumber daya dan waktu kegiatan proyek [2]. Manajemen konstruksi adalah penerapan fungsi-fungsi manajemen yang berupa perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian secara sistematis pada suatu proyek dengan menggunakan sumber daya yang ada secara efektif dan efisien agar tercapai tujuan proyek secara optimal [3]. Manajemen konstruksi adalah penerapan fungsi-fungsi manajemen yang berupa perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian secara sistematis pada suatu proyek dengan menggunakan sumber daya yang ada secara efektif dan efisien agar tercapai tujuan proyek secara optimal [4]. Penjadwalan proyek konstruksi merupakan alat untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh suatu kegiatan dalam penyelesaian [5]. Di samping itu, juga sebagai alat untuk menentukan kapan mulai dan selesainya kegiatan-kegiatan tersebut. Perencanaan penjadwalan pada proyek konstruksi secara umum terdiri dari penjadwalan pada proyek konstruksi, secara umum terdiri dari penjadwalan waktu, tenaga kerja, peralatan, material, dan keuangan [6]. Untuk meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian proyek digunakan suatu metode, dan metode yang akan dibahas adalah metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation Review Technique* (PERT) dengan mengambil obyek pada proyek gedung. Tujuan dari penelitian ini secara umum adalah untuk menentukan waktu terpendek yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek bangunan RPS SMK Telkom Malang, serta menentukan jalur kritis (*Critical Path*), yaitu jalur dalam jaringan yang membutuhkan waktu penyelesaian paling lama. Selain berfokus pada waktu, penelitian ini juga berfokus pada besarnya efisiensi biaya pada proyek dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Terdahulu

Penggunaan waktu dan biaya yang dipengaruhi produktivitas dan kegiatan *overlapping* pada suatu proyek maka akan menghasilkan hasil yang optimal dalam pekerjaan proyek tersebut. Tetapi dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Precedence Diagram Method* (PDM), maka akan lebih dapat menghasilkan biaya dan waktu yang lebih optimal lagi dengan mempertimbangkan beberapa faktor yaitu, penggunaan sumber daya, produktivitas, penggunaan tenaga kerja dan alat bantu. Manajemen Proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Seperti telah diuraikan sebelumnya, definisi manajemen adalah suatu metode atau proses untuk mencapai suatu tujuan tertentu secara efektif dan efisien dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia, yang dituangkan dalam fungsi-fungsi manajemen. Proses manajemen terdiri dari 4 kegiatan yaitu Perencanaan (*Planning*), Pengorganisasian (*Organizing*), Pelaksanaan (*Actuating*), dan Pengendalian (*Controlling*) [7].

2.2 Sistem Manajemen Waktu Pada Proyek Konstruksi

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk menyelesaikan proyek [8], [9]. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat lebih terperinci dan sangat detail.

Secara umum penjadwalan mempunyai manfaat-manfaat seperti berikut :

1. Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan/kegiatan mengenai batas-batas waktu untuk mulai dan akhir dari masing-masing tugas.
2. Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realisasi dalam penentuan alokasi prioritas terhadap sumber daya dan waktu.
3. Memberikan sarana untuk menilai kemajuan pekerjaan.

4. Menghindari pemakaian sumber daya yang berlebihan, dengan harapan proyek dapat sesuai sebelum waktu ditetapkan.

2.3 Metode Lintasan Kritis (CPM)

CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berupaya mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan waktu penyelesaian total proyek [10]. Metode ini lebih menekankan pada ongkos proyek. Ini berbeda dengan PERT yang lebih menekankan pada ketidakpastian waktu, dan untuk proyek-proyek riset dan pengembangan Dalam CPM tidak ada pemberlakuan metode statistik untuk mengakomodasi adanya ketidakpastian. Dalam CPM juga dibahas adanya tawar-menawar atau *trade-off* antara jadwal waktu dan biaya proyek.

2.4 Penjadwalan Dengan Sumber Daya Terbatas

Dalam pelaksanaan proyek pembangunan jalan pada umumnya memiliki batas waktu (*deadline*), apa yang sudah dibahas secara implisit mengasumsikan sumber daya yang dibutuhkan selalu tersedia. Bila tenaga ahli atau peralatan terbatas, atau pada saat yang sama beberapa proyek membutuhkan tenaga yang sama maka harus dilakukan pengaturan [11].

- a) Anggaran Biaya Proyek
Penyusunan anggaran biaya proyek memerlukan waktu yang relatif lama sesuai dengan tingkat kesulitan pekerjaan dan usaha intensif untuk mengumpulkan data serta informasi yang diperlukan agar dicapai akurasi perkiraan yang diinginkan [12].
- b) Unsur-unsur Biaya
Biaya Pembelian Material dan Peralatan, Biaya Penyewaan atau Pembelian Konstruksi, Upah Tenaga Kerja, Biaya Subkontrak, Biaya transportasi, *Overheat* dan Administrasi.
- c) Penjadwalan Metode Jaringan Kerja [13].
Menentukan aktivitas/kegiatan, Menentukan durasi aktivitas/kegiatan unsur proyek [14].
- d) Pengertian Barchart
Barchart adalah sekumpulan aktivitas menggunakan Analisa sensitivitas dengan pendekatan stokastik yang ditempatkan dalam kolom vertikal, sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal. Waktu mulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan menempatkan balok horizontal di bagian sebelah kanan dari setiap aktivitas. Perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu horizontal pada bagian atas bagan [15].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Data Teknis Proyek

- Nama gedung : Ruang Praktik Siswa (RPS) SMK Telkom Malang
- Lokasi : Kota Malang
- Fungsi Bangunan : Pendidikan
- Jumlah Lantai : 3 Lantai
- Tinggi Gedung : 12 m
- Struktur Konstruksi : Struktur beton bertulang

3.2 Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan pendekatan studi kasus. Sedangkan datanya berbentuk data angka. Pembahasan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui optimasi peluang proyek dapat diselesaikan sesuai dengan target waktu dan data yang disajikan yaitu dengan menggunakan Metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation Review Technique* (PERT).

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data meliputi literatur, data sekunder, dan data primer. Literatur sendiri didapat dari buku-buku yang menunjang dalam penelitian ini yaitu buku-buku yang berkaitan dengan perencanaan penjadwalan. Sedangkan data sekunder yaitu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan melihat arsip-arsip yang ada dalam perusahaan. Dan untuk data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung dengan melakukan pengamatan melalui wawancara secara

langsung kepada pengawas lapangan, bertujuan untuk mendapatkan data-data proyek antara lain berupa upah tenaga kerja dan gambar dari developer

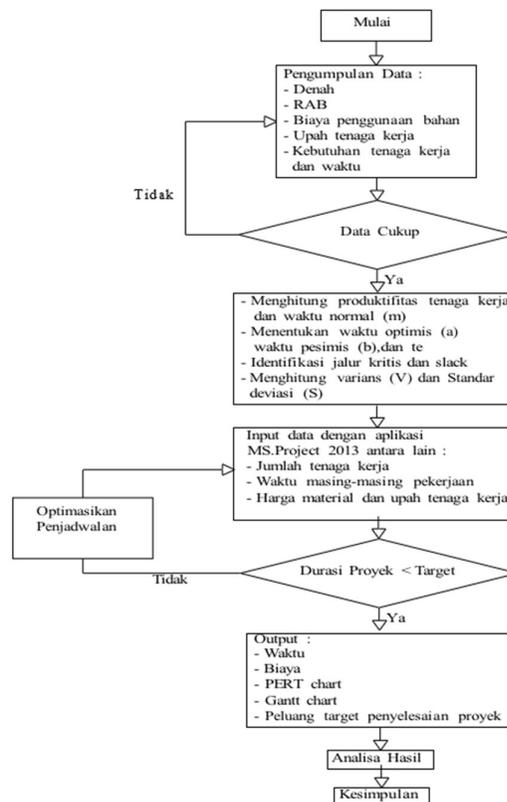
3.4 Teknik Analisa Data

Merinci rencana dan urutan kegiatan pekerjaan. Menghitung produktivitas dan durasi pekerjaan untuk menentukan waktu normal (m), waktu optimis (a), dan waktu pesimis (b) pada setiap pekerjaan. Merencanakan penjadwalan pelaksanaan dengan pertimbangan efisiensi produktivitas dengan menggunakan *Critical Path Method* (CPM). Penggunaan aplikasi Microsoft Project 2013, digunakan untuk perencanaan waktu pembangunan.

3.5 Analisa Program *Evaluation Technique*

Analisa PERT dilakukan setelah waktu yang diharapkan (t_e) telah didapatkan, kemudian menghitung Varians (V), Standard Deviasi (S), Target Penyelesaian Proyek T (d) yang dinyatakan dengan notasi z, dan kemudian dengan menggunakan distribusi normal pada lampiran akan mendapatkan target penyelesaian.

3.6 Bagan Alur Penelitian



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Rencana Sumber Daya

Pengumpulan data batasan sumber daya didapatkan langsung sesuai dengan kondisi lapangan dengan memperhitungkan pekerja. Perhitungan pekerja berdasarkan oleh kemampuan/keahlian yang dimiliki oleh tenaga kerja tersebut. Bagian ini memuat data (dalam bentuk ringkas), analisis data, dan interpretasi terhadap hasil. Data pengamatan lapangan

Diketahui :

Pekerja dan koefisien : 5 Orang/hari = 0,30

Mandor dan koefisien : 1 Orang/hari = 0,01

Volume : 85,003 m³

Pekerja yang diperlukan dlm 1 hari : pekerja = 25,50 dan mandor = 0,850

Jumlah hari yang diperlukan :

$$(25,50/5) = 5,100 \dots\dots\dots(1)$$

$$(0,850/1) = 0,850 \dots\dots\dots(2)$$

4.2 Perkiraan Waktu Penjadwalan Proyek

Waktu normal (m) ditentukan dari jumlah hari yang diperlukan berdasarkan nilai max yang paling besar. Hasil perhitungan yang ada merupakan nilai waktu normal (m), sedangkan untuk nilai waktu optimis (a) dan nilai waktu pesimis (b) didapatkan dengan cara menghubungkan dengan target kurun waktu penyelesaian proyek. Sebagai contoh dalam pekerjaan pengukuran dan pemasangan boplang. Waktu normal (m), yaitu waktu paling sering terjadi dibanding dengan kegiatan lain selama 15 hari, dan waktu optimis (a) yaitu waktu tersingkat untuk menyesuaikan proyek bila semua berjalan dengan baik tanpa hambatan selama 13 hari. Waktu pesimis (b), waktu paling lama untuk menyelesaikan kegiatan selama 16 hari.

t_e = Kurun waktu yang diharapkan, menggunakan rumus nomor 3

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{1/6} \dots\dots\dots(3)$$

$$= \frac{13 + 4 \times 15 + 16}{1/6} \dots\dots\dots(4)$$

$$= 14,83 \text{ hari}$$

Jadi waktu yang diharapkan (t_e) adalah 14,83 hari dalam menyelesaikan pekerjaan pengukuran dan pemasangan boplang.

4.3 Durasi dan Ketergantungan Pekerjaan

Tiga tahap perencanaan proyek ini akan menghasilkan satu tabel yang terutama memuat daftar kegiatan, logika ketergantungan dan waktu yang diperlukan untuk melaksanakan tiap kegiatan. Contohnya ialah proyek “RPS SMK Telkom Malang” yang disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Durasi dan Ketergantungan Pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)	Hubungan Ketergantungan	
			Kegiatan Yang Mendahului	Kegiatan Yang Mengikuti
A	PEKERJAN PERSIAPAN			
1	Pembersihan lokasi	40	-	2
2	Pengukuran luas bangunan dan pemasangan bowplank	15	1	3
3	Pembuatan direksi keet	14	1	4
4	Pembuatan gudang smen dan alat	8	2	3
5	Pembuatan bedeng buruh	8	4	6
B	PEKERJAAN TANAH			
6	Galian tanah pondasi	24	3	7
7	Urugan tanah samping pondasi	6	6	9
8	Urugan pasir bawah pondasi	6	7	10
C	PEKERJAAN PASANGAN			
9	Pasangan batu kosong	6	7	8
10	Pasangan batu kali	9	8	11
11	Pasangan bata merah (trasram)	6	10	12
12	Pasangan dinding tembok	39	11	13
13	Plesteran trasram	5	12	14
14	Plesteran dinding tembok	39	13	15
D	PEKERJAAN KAYU			
15	Kusen pintu dan jendela	38	11	12
16	Pintu dan jendela kaca	17	15	17
17	Pintu kayu	7	15	16
E	PEKERJAAN BETON			
18	Pembuatan dan pemasangan tiang pancang	19	9	12

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)	Hubungan Ketergantungan	
			Kegiatan Yang Mendahului	Kegiatan Yang Mengikuti
19	Sloof	6	10	11
20	Ring balok	6	14	16
21	Kolom	5	14	20
22	Balok induk dan balok anak	6	20	21
23	Tangga	5	21	24
24	Plat lantai	36	21	19
F	PASANGAN LANTAI			
25	Pemasangan lantai keramik ruangan	37	16	17
26	Pemasangan lantai keramik kamar mandi / WC	35	16	19
G	PEKERJAAN ATAP			
27	Pemasangan rangka baja	12	21	25
28	Pemasangan genteng	7	25	27
29	Pemasangan bubungan	5	27	28
30	Pemasangan talang	10	28	31
31	Pemasangan plafon	26	28	32
H	PEKERJAAN PENGECATAN			
32	Pengecatan tembok	20	17	33
33	Pengecatan daun pintu	8	32	34
34	Pengecatan kusen pintu dan jendela	7	33	35
35	Pengecatan plafon	13	34	36
I	PEKERJAAN GANTUNGAN			
36	Pemasangan engsel pintu	5	34	35
37	Pemasangan kunci pintu	5	36	38
38	Pemasangan kunci KM / WC	5	36	39
39	Pemasangan grendel pintu	6	38	40
40	Pemasangan pntu door holder	6	39	41
J	PEKERJAAN SANITASI DAN DRAINASE			
41	Pembuatan Septictank	4	6	7
42	Pembuatan sumur resapan	4	9	10
43	Pasang kloset	5	25	26
44	Pemasangan pipa air	6	2	8
45	Pasang pipa penyalur pvc	4	9	20
K	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK			
46	Pemasangan generator	1	24	32
47	Pemasangan panel + arde	1	19	34
48	Pemasangan kabel TR supreme	1	35	36
49	Penerangan dan pengkabelan	1	21	31
L	PEKERJAAN LAIN - LAIN			
50	Pemasangan lift	1	40	48
51	Pemasangan AC dan ventilasi	16	41	48
52	Pemasangan penangkal petir	1	32	49
53	Pemasangan instalasi telephone	1	31	47
54	Pemasangan instalasi fire alarm	1	34	49
55	Pemasangan instalasi sound system	1	47	49
56	Pemasangan instalasi plumbing	1	48	49

4.4 Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja dan Biaya

Dalam pengelolaan proyek, aspek biaya juga diperhitungkan dengan cara mendefinisikan hubungan biaya (*cost*). Dalam hal ini penggunaan biaya akan menambah jumlah biaya langsung. Diketahui sebagai contoh dalam pekerjaan pembersihan lokasi diperlukan 0,10 Pekerja dan 0,50 Mandor dan volume sebesar 13068.

4.5 Menaksir Waktu dengan Pasti (*Deterministic*)

Salah satu tujuan utama dari manajemen proyek ialah menentukan jadwal yang memperlihatkan tanggal mulai dan berakhirnya tiap kegiatan. Jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kegiatan tidak perlu harus tergantung pada jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh proyek.

Diketahui : pekerjaan pembersihan lokasi dengan kurun waktu 2 hari.

$$\text{Paling awal mulai (ES)} = (i-j) + D = (1-2) + 40 = 39 \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$\text{Selesai (EF)} = (ES + D) = (39 + 40) = 79 \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$\text{Paling akhir mulai (LS)} = (EF - D) = (79 - 40) = 39 \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$\text{Selesai (LF)} = (LS + D) = (39 + 40) = 79 \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$\text{Total Float (TF)} = (LS - ES) = (39 - 39) = 0 \quad \dots\dots\dots(9)$$

4.6 Estimasi Biaya Tidak Langsung Pada Proyek

Biaya yang dimaksud di sini adalah biaya tidak langsung seperti biaya untuk kendaraan, listrik dan air minum yang nantinya akan menjadikan berapa besar efisiensi biaya pada proyek beserta percepatan waktu proyek berlangsung. Yang disajikan pada tabel 2, dari tabel 2 tersebut dijelaskan. Diketahui Jumlah Upah/hari dikalikan dengan percepatan waktu proyek yaitu Rp. 514.666,67 x 32 = Rp. 16.469.333,33.

Tabel 2. Estimasi Biaya Tidak Langsung Pada Proyek

NO	BIAYA TIDAK LANGSUNG	UPAH	
		BULAN	HARI
1	PIMPINAN PROYEK	Rp 10.000.000,00	Rp 333.333,33
2	PELAKSANA	Rp 1.000.000,00	Rp 33.333,33
3	STAFF	Rp 1.500.000,00	Rp 50.000,00
4	KENDARAAN	Rp 200.000,00	Rp 6.666,67
5	KANTOR PEMASARAN	Rp 2.000.000,00	Rp 66.666,67
6	TELEPON	Rp 70.000,00	Rp 2.333,33
7	LISTRIK	Rp 50.000,00	Rp 1.666,67
8	AIR MINUM	Rp 20.000,00	Rp 666,67
9	KEAMANAN	Rp 600.000,00	Rp 20.000,00
	Σ UPAH	Rp 15.440.000,00	Rp 514.666,67
	Σ UPAH/HARI * WAKTU PROYEK		Rp 960,00
Dari tabel diatas, perhitungan estimasi biaya tidak langsung adalah :			
Diketahui :			
	Waktu Rencana (m)	626 hari	
	Waktu penyelesaian proyek	664 hari	
	Percepatan Waktu Proyek	38 hari	
Penyelesaian :			
Jadi efisiensi biaya pada proyek menjadi :			
	Σ Upah/hari * percepatan Waktu Proyek =	Rp. 514.666,67 * 38	
		Rp. 19.557.333,46	

4.7 Varians (V) dan Standar Deviasi (S)

Estimasi kurun waktu kegiatan metode (PERT) memakai proses estimasi kurun waktu kegiatan. Angka yang diperkirakan yaitu waktu optimis (a) dan waktu pesimis (b). Sebagai contoh untuk pekerjaan pembersihan lokasi :

m = Waktu normal, waktu paling sering terjadi dibanding dengan kegiatan lain,

Selama = **40 hari**

a = Waktu optimis, waktu tersingkat untuk menyelesaikan proyek bila semuaberjalan dengan baik tanpa hambatan,

Selama = **37 hari**

b = Waktu pesimis, waktu paling lama untuk menyelesaikan kegiatan,

Selama = **41 hari**

te = Kurun waktu yang diharapkan = **39,67 hari**

S = Deviasi standar = **0,67 hari**

V(te) = Jumlah varians kegiatan kritis = **2,67 hari**

$$a = 37; b = 41; m = 40; \text{ dan } te = 39,67$$

$$S = 1/6 \times (b - a) = 0,67 \text{ hari} \quad \dots\dots\dots(10)$$

$$V(te) = S^2 = [(1/6) \times (b - a)]^2 \quad \dots\dots\dots(11)$$

$$= 0,67 = [(1/6) \times (41 - 37)]^2 \quad \dots\dots\dots(12)$$

$$= 2,67 \text{ hari}$$

4.8 Target Jadwal Penyelesaian Proyek T(d) Dari Jalur Kritis

- (S) = Deviasi Standar = $\sqrt{33,33} = 5,77$ hari
- (TE) = Jumlah (te) kegiatan-kegiatan kritis = 626 hari
- T(d) = Target waktu penyelesaian proyek = 664 hari
- (Z) = Hubungan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target T(d)

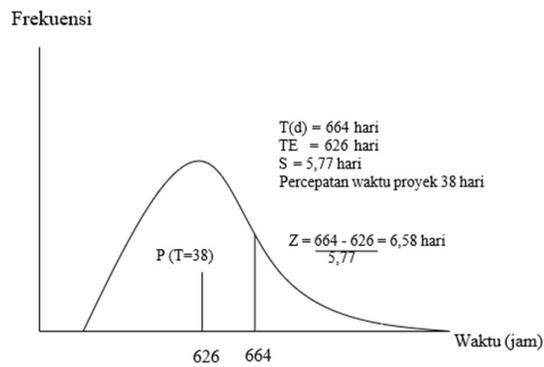
Pada metode *Program Evaluation Review Technique* (PERT) dinyatakan dengan z dan rumus sebagai berikut :

$$\text{Deviasi z} = \frac{T(d) - TE}{S} \dots\dots\dots(13)$$

$$\text{Deviasi z} = \frac{664 - 626}{5,77} \dots\dots\dots(14)$$

$$\text{Deviasi z} = 6,58 \text{ hari}$$

Jadi hubungan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan Target T(d) selama 6,58 hari, maka diperoleh angka (distribusi normal kumulatif) sebesar 0,9918. Hal ini berarti kemungkinan proyek selesai pada target T(d) = 664 hari, dengan angka (probabilitas) adalah sebesar 99,18%



Gambar 2. Distribusi Normal *Project Evaluation Review Technique*

4.9 Probabilitas (Kemungkinan Proyek Dapat Selesai 100%)

$$Z = \frac{664 - 626}{5,77} \dots\dots\dots(15)$$

$$= 6,58 \text{ hari}$$

Distribusi normal kumulatif = $(6,58 / 664) \times 100 = 0,9818$ hari Kemungkinan proyek dapat diselesaikan dalam waktu 664 hari adalah 99,18%. Untuk perhitungan lebih lengkap telah disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Target dan Kemungkinan Penyelesaian Proyek

No.	Target Penyelesaian Hari	Deviasi (z)	Distribusi Normal Komulatif	Probabilitas/ kemungkinan Proyek Dapat Selesai 100%
1	626	0,000	0,0000	0,00
2	627	0,173	0,0276	2,61
3	628	0,347	0,0552	5,52
4	629	0,520	0,0827	8.27
5	630	0,693	0,1100	11.00
6	631	0,867	0,1373	13,73
7	632	1,040	0,1645	16,45

No.	Target Penyelesaian Hari	Deviasi (z)	Distribusi Normal Kumulatif	Probabilitas/ kemungkinan Proyek Dapat Selesai 100%
8	633	1,213	0,1917	19,17
9	634	1,386	0,2187	21,87
10	635	1,560	0,2456	24,56
11	636	1,733	0,2725	27,25
12	637	1,906	0,2993	29,93
13	638	2,080	0,3260	32,60
14	639	2,253	0,3526	35,26
15	640	2,426	0,3791	37,91
16	641	2,600	0,4056	40,56
17	642	2,773	0,4319	43,19
18	643	2,946	0,4582	45,82
19	644	3,120	0,4844	48,44
20	645	3,293	0,5105	51,05
21	646	3,466	0,5366	53,66
22	647	3,640	0,5625	56,25
23	648	3,813	0,5884	58,84
24	649	3,986	0,6142	61,42
25	650	4,159	0,6399	63,99
26	651	4,333	0,6656	66,56
27	652	4,506	0,6911	69,11
28	653	4,679	0,7166	71,66
29	654	4,853	0,7420	74,20
30	655	5,026	0,7673	76,73
31	656	5,199	0,7926	79,26
32	657	5,373	0,8177	81,77
33	658	5,546	0,8428	84,28
34	659	5,719	0,8679	86,79
35	660	5,893	0,8928	89,28
36	661	6,066	0,9177	91,77
37	662	6,239	0,9425	94,25
38	663	6,412	0,9672	96,72
39	664	6,586	0,9918	99,18

Dari hasil analisis di atas dapat diketahui bahwa :

1. Kemungkinan proyek dapat diselesaikan dalam waktu 664 hari adalah 99,18 %
2. Percepatan waktu proyek yaitu selama 38 hari

5. KESIMPULAN

Hasil analisis lintasan kritis pada proyek menunjukkan bahwa lintasan kritis terdiri dari kegiatan a2, b6, b8, c11, c13, e21, e22, g27, g28, g29, g30, l53, dan l55 dengan nilai Total Float (TF) sebesar 0, yang dihitung dari selisih antara waktu mulai paling lambat dan waktu mulai paling awal ($TF = LS - ES = 39 - 39 = 0$). Studi perencanaan waktu menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) menunjukkan bahwa durasi proyek adalah selama 664 hari. Berdasarkan output data berupa *Gantt Chart* dan *Network Diagram*, keduanya dapat digunakan sebagai pedoman pelaksanaan serta alat pengendali dalam proyek yang serupa di masa mendatang. Peluang proyek ini dapat diselesaikan dalam waktu 664 hari. Hasil dari percepatan proyek selama

38 hari dari durasi awal 626 hari memiliki probabilitas keberhasilan sebesar 99,18%. Selain itu, efisiensi biaya yang diperoleh dari percepatan proyek tersebut mencapai Rp19.557.333,46 yang menunjukkan bahwa pendekatan manajemen waktu yang tepat dapat berdampak signifikan terhadap penghematan biaya proyek secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Hadicara And A. Rochim, “Penggunaan Metode Pert Dan Cpm Dalam Proyek Pembangunan Jalan,” *Pondasi*, Vol. 28, No. 1, Pp. 32–44, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.unissula.ac.id/index.php/pondasi/article/view/30148>
- [2] Syifa Nur Afia, Ardana Sultan Alhaq, And Kusnadi, “Analisis Penerapan Manajemen Waktu Dengan Metode Cpm Pada Proyek Pembangunan Perumahan Griya Mahari,” *Jenius J. Terap. Tek. Ind.*, Vol. 4, No. 2, Pp. 271–283, 2023, Doi: 10.37373/Jenius.V4i2.636.
- [3] I. Widiyanti And M. T. Lenggogeni, “Manajemen Konstruksi,” *Bandung Pt. Remaja Rosdakarya*, 2013.
- [4] I. Soeharto, “Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional,” 1997.
- [5] B. Santosa, “Manajemen Proyek, Edisi Pertama,” 1997, *Jakarta: Pt. Guna Widya*.
- [6] M. A. Perdana And R. P. Sari, “Optimalisasi Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi Rumah Tinggal Menggunakan Metode Cpm (Critical Path Method) Dan Pert (Program Evaluation And Review Technique),” *J. Media Tek. Dan Sist. Ind.*, Vol. 6, No. 2, P. 116, 2022, Doi: 10.35194/Jmtsi.V6i2.1944.
- [7] G. R. Terry And L. W. Rue, “Principles Of Management: Dasar-Dasar Manajemen,” *Jakarta Bumi Aksara*, 2014.
- [8] W. I. Ervianto, *Manajemen Proyek Konstruksi*. Penerbit Andi, 2023.
- [9] A. Husen, “Manajemen Proyek Perencanaan, Penjadwalan & Pengendalian Proyek,” *Yogyakarta Andi*, 2009.
- [10] A. M. Uktolseja, M. Wullur, And M. M. Karuntu, “Evaluasi Pelaksanaan Proyek Menggunakan Metode Pert Dan Cpm (Studi Kasus: Preservasi Jalan Tolango-Paguyaman, Tolango-Bulontio),” *Lpmm Bid. Ekosobudkum (Ekonomi, Sos. Budaya Dan Hukum)*, Vol. 6, No. 2, Pp. 1079–1090, 2023.
- [11] R. Z. Hilmi, R. Hurriyati, And Lisnawati, “Penerapan Metode Pert Dan Cpm Dalam Pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalan Paving Untuk Mencapai Efektivitas Waktu Penyelesaian Proyek,” Vol. 3, No. 2, Pp. 91–102, 2018.
- [12] S. N. Sari, T. Triwuryanto, And A. T. Ramadhanti, “Perhitungan Rancangan Anggaran Biaya Embung Desa Kalirejo, Kulon Progo Diy,” *Jompa Abdi J. Pengabd. Masy.*, Vol. 1, No. 2, Pp. 32–40, 2022.
- [13] F. Y. Wohon, R. J. M. Mandagi, And P. Pratas, “Analisa Pengaruh Percepatan Durasi Pada Biaya Proyek Menggunakan Program Microsoft Project 2013 (Studi Kasus: Pembangunan Gereja Gmim Syaloom Karombasan),” *J. Tek. Sipil*, Vol. 3, No. 2, Pp. 2337–6732, 2015.
- [14] B. Laksito, “Studi Komparatif Penjadwalan Proyek Konstruksi Repetitif Menggunakan Metode Penjadwalan Berulang (Rsm) Dan Metode Diagram Preseden (Pdm),” *Media Tek. Sipil*, Vol. 5, No. 2, Pp. 85–92, 2005.
- [15] N. M. Astari, A. M. Subagyo, And K. Kusnadi, “Perencanaan Manajemen Proyek Dengan Metode Cpm (Critical Path Method) Dan Pert (Program Evaluation And Review Technique),” *Konstruksia*, Vol. 13, No. 1, P. 164, 2022, Doi: 10.24853/Jk.13.1.164-180.