

Penggunaan Metode PERT dan CPM dalam Proyek Pembangunan Jalan

Danang Hadicara¹⁾, Abdul Rochim²⁾, Pratikso²⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang

²⁾ Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Email : dananghadicaradinar@gmail.com

ABSTRAK

Prasarana jalan merupakan salah satu infrastruktur penting dalam menunjang pertumbuhan ekonomi sebuah wilayah. Ketepatan pembangunan melalui investasi yang besar merupakan sebuah keharusan. Investasi jalan atau jembatan memiliki pengaruh yang luas tidak hanya bagi pengguna jalan dan jembatan, tetapi juga wilayah secara keseluruhan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Tujuan sistem ini adalah (1) untuk menentukan probabilitas tercapainya batas waktu proyek, (2) untuk menentukan jenis kegiatan dalam sebuah proyek yang masuk dalam kategori bottlenecks (menentukan waktu penyelesaian seluruh proyek), sehingga dapat diketahui jenis pekerjaan prioritas yang perlu segera diselesaikan sesuai dengan rencana, dan (3) untuk mengevaluasi dampak perubahan-perubahan program. PERT-type sistem mampu mengevaluasi dampak yang terjadi akibat penyimpangan terhadap jadwal proyek.. CPM digunakan tidak hanya untuk mengetahui durasi waktu yang dibutuhkan dalam penyelesaian proyek, tetapi juga untuk mengidentifikasi jenis pekerjaan kritis dalam pelaksanaan proyek. Berdasarkan perhitungan, metode CPM memerlukan waktu selama 128 hari untuk menyelesaikan proyek pembangunan jalan. Durasi tersebut lebih cepat sebanyak dua hari dibanding dengan perencanaan sebelumnya yang memerlukan waktu selama 130 hari. Dengan menggunakan metode PERT, estimasi biaya pelaksanaan proyek yang dapat dihemat adalah 13 hari, dari yang semula 143 hari menjadi 130 hari. Dengan menggunakan metode PERT dengan jalur kritis A, D, E dan F pembangunan Jalan Tinjomoyo Sekaran dapat diselesaikan dalam waktu 129,6 hari (dibulatkan menjadi 130 hari), yaitu sebesar 99,99%. Dengan menggunakan metode CPM, waktu yang dapat dihemat selama pelaksanaan proyek adalah 15 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp 22.560.000,00. Dengan menggunakan metode PERT, waktu yang dapat dihemat adalah 13 hari, dari yang semula 143 hari, menjadi 130 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp 16.920.000,00.

Kata Kunci: Pengendalian proyek, metode CPM, metode PERT

ABSTARCT

Road infrastructure is one of the important infrastructures in supporting the economic growth of a region. Accurate development through large investments is a must. Investments in roads or bridges have far-reaching effects not only for road and bridge users, but also for the region as a whole. The purpose of this research is to (1) determine the probability of achieving the project deadline, (2) determine the types of activities in a project that fall into the bottlenecks category (determining the completion time of the entire project), so that you can identify the priority types of work that need to be completed immediately according to plan, and (3) to evaluate the impact of program changes. PERT-type systems are able to evaluate the impact that occurs due to deviations from the project schedule. CPM is used not only to determine the duration of time needed to complete the project, but also to identify the types of critical work in project implementation. Based on calculations, the CPM method takes 128 days to complete a road construction project. This duration is two days faster than the previous plan which required 130 days. By using the PERT method, the estimated cost of implementing the project that can be saved is 13 days, from 143 days to 130 days. By using the PERT method with critical paths A, D, E and F, the construction of Jalan Tinjomoyo Sekaran can be completed in 129.6 days (rounded up to 130 days), which is 99.99%. By using the CPM method, the time that can be saved during project implementation is 15 days with an additional cost of IDR 22,560,000.00. By using the PERT method, the time that can be saved is 13 days, from the original 143 days, to 130 days with an additional fee of IDR 16,920,000.00.

Keywords: Project control, CPM method, PERT method

1. PENDAHULUAN

Prasarana jalan merupakan salah satu urat nadi di dalam pertumbuhan ekonomi suatu wilayah, ketepatan pembangunan jalan melalui besarnya investasi merupakan sebuah keharusan. Investasi jalan atau jembatan memiliki pengaruh yang luas tidak hanya bagi pengguna jalan dan jembatan tetapi juga bagi suatu wilayah secara keseluruhan. Untuk itu diperlukan kebijakan yang tepat, sehingga pengembangan wilayah dan pertumbuhan ekonominya dapat terwujud sesuai dengan harapan. Isu strategis yang sering dijumpai berkaitan dengan infrastruktur jalan adalah sistem jaringan jalan yang kurang memadai untuk melayani arus lalu lintas yang semakin meningkat. Hal ini tidak jarang menjadi penyebab terhambatnya arus tidak hanya barang/jasa tetapi juga manusia, baik di tingkat regional, nasional, maupun internasional. Kondisi ini tentunya berpengaruh terhadap peningkatan biaya ekonomi dan sosial. Salah satu tolak ukur keberhasilan pembangunan di suatu wilayah adalah tersedianya sarana dan prasarana transportasi yang baik di wilayah tersebut.(Evi Devi Yurdiana, Inne Setya Wisudhariniq, 2018).

Critical Path Method (CPM) merupakan metode yang digunakan untuk membantu perencanaan dan pengendalian waktu serta biaya. Mengusahakan agar waktu penyelesaian proyek dapat dipercepat, sehingga biaya yang dikeluarkan akan semakin rendah. Dalam pelaksanaannya, metode CPM mampu untuk menggolongkan pekerjaan berdasarkan jenisnya; kritis dan tidak kritis. Sebuah pekerjaan dapat digolongkan kritis apabila pelaksanaannya tidak dapat ditunda. Penundaan pekerjaan akan berdampak pada meningkatnya total waktu penyelesaian proyek. Sedangkan *Project Evaluation Review Technique* (PERT) system merupakan sebuah system yang dirancang untuk membantu proses perencanaan dan pengendalian proyek, namun tidak secara langsung terlibat dalam optimasi. (Hayun, Anggara. 2005). Tujuan sistem ini adalah (1) untuk menentukan probabilitas tercapainya batas waktu proyek, (2) untuk menentukan jenis kegiatan dalam sebuah proyek yang masuk dalam kategori *bottlenecks* (menentukan waktu penyelesaian seluruh proyek), sehingga dapat diketahui jenis pekerjaan prioritas yang perlu segera diselesaikan sesuai dengan rencana, dan (3) untuk mengevaluasi dampak perubahan-perubahan program. PERT sistem mampu mengevaluasi dampak yang terjadi akibat penyimpangan terhadap jadwal proyek.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Berikut adalah lokasi penelitian pada pembangunan Jalan Tinjomoyo Sekaran Kota Semarang.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Jalan Tinjomoyo Sekaran

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini mengadaptasi pendekatan kuantitatif menggunakan metode CPM. Metode ini berperan dalam menyusun perencanaan dan pengendalian proyek melalui prinsip pembentukan jaringan kritis (Ilmiyah, 2019). Tujuan penggunaan CPM dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui durasi waktu yang dibutuhkan dalam penyelesaian proyek (Pratasik et al., 2013), dan untuk mengidentifikasi beragam pekerjaan kritis dalam pelaksanaan proyek yang berpotensi menentukan cepat lambatnya penyelesaian proyek (Dipoprasetyo, 2016). Ada empat jenis terminologi waktu yang digunakan dalam implementasi CPM (Maryani & Murni, 2019): (1) Earliest start time (EST) - tempo tercepat suatu pekerjaan dapat dilaksanakan; (2) Latest Start Time (LST) - tempo terlambat suatu pekerjaan dapat dilaksanakan; (3) Earliest Finish Time (EFT) - tempo tercepat suatu pekerjaan dapat diselesaikan. (4) Latest Finish Time (LFT) - tempo paling lambat suatu pekerjaan dapat diselesaikan. PERT merupakan metode yang digunakan dalam analisa network. Analisa network bertujuan untuk membantu penjadwalan dan pengawasan kompleks yang saling terkait dan saling tergantung satu sama lain. Analisa ini dilakukan agar perencanaan dan pengawasan seluruh kegiatan berjalan secara sistematis, sehingga efisiensi kerja dapat tercapai. Metodologi PERT divisualisasikan melalui sebuah grafik atau bagan yang mengilustrasi sebuah proyek. Diagram jaringan terdiri dari beberapa titik (nodes) yang merepresentasikan kejadian (event) (Aryo Ardi Nugroho, 2007). Titik-titik tersebut

dihubungkan oleh suatu vektor (garis yang memiliki arah) yang kemudian memberikan gambaran terhadap suatu pekerjaan (task) dalam sebuah proyek.

Teknik Memperpendek Jadwal Proyek

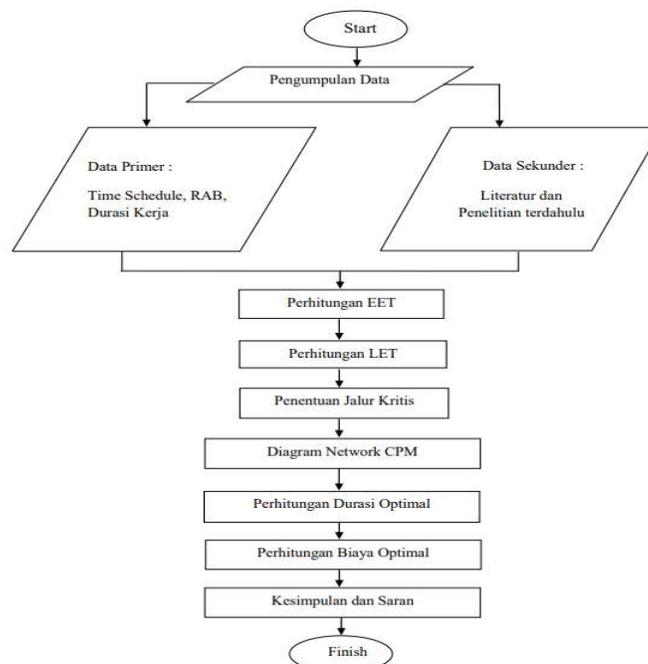
Proyek merupakan rangkaian kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu berdasar pada alokasi sumber daya yang ada. Proyek bertujuan untuk merealisasikan tugas yang telah ditetapkan. Penjadwalan proyek merupakan upaya untuk menata urutan kerja sehingga pekerjaan dapat selesai sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Setiap aktivitas dalam proyek, pada dasarnya dituntut agar dapat terlaksana secara efektif dan efisien dengan hasil yang berkualitas. Untuk itu diperlukan analisa dengan metode tertentu, salah satunya adalah PERT (Program Evaluation and Review Technique). PERT merupakan alat manajemen proyek yang digunakan untuk melakukan penjadwalan, mengatur dan mengkoordinasi bagian-bagian pekerjaan yang ada di dalam suatu proyek.

Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian berikut ini bertujuan untuk:

- Tidak hanya menunjukkan urutan pekerjaan, akan tetapi juga menunjukkan bahwa beberapa kegiatan tidak secara langsung bergantung pada kegiatan lain.
- Menghindari bahwa network dimulai dan diakhiri oleh lebih dari satu peristiwa.
- Menghindari adanya dua kejadian yang dihubungkan oleh lebih dari satu kegiatan.



Gambar 2. Rancangan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Data

CPM dan PERT merupakan metode analisa yang digunakan dalam penelitian ini. Analisa data proyek pembangunan Jalan Tinjomoyo – Sekaran dilakukan secara kuantitatif dalam dua tahap, (1) menggunakan metode CPM, dan (2) menggunakan Software PERT. Critical path method (CPM) merupakan sebuah teknik modeling atau pemodelan. Teknik ini digunakan oleh para project manager untuk menentukan skala prioritas pekerjaan dalam pelaksanaan proyek. Dalam fungsinya, CPM mampu membantu para pelaksana dalam menentukan deadline penting sehingga pekerjaan dapat selesai tepat waktu sesuai dengan target rencana. Analisa PERT dilakukan setelah hasil analisa CPM diperoleh. PERT dalam studi ini berfungsi sebagai alat untuk membantu penjadwalan proyek pembangunan Jalan Tinjomoyo – Sekaran. (Irwan Raharja, 2014)

Data Penelitian

Perencanaan proyek dimulai dengan menguraikan tujuan proyek menjadi beberapa jenis pekerjaan dan dikelompokkan sesuai dengan fungsinya: Jenis pekerjaan, Kode kegiatan, dan Waktu pelaksanaan proyek. Hal ini sangat diperlukan dalam pelaksanaan monitoring terhadap progress masing - masing item pekerjaan apakah telah berjalan sesuai dengan target waktu yang ditentukan.

Tabel 1. Rekap RAB Jalan Tinjomoyo Sekaran

No	Nama Pekerjaan	Biaya
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 35.331.446,67
2	Pekerjaan Bongkaran	Rp 1.290.478,57
3	Pekerjaan Urugan	Rp 183.233.154,28
4	Pekerjaan Jalan	Rp 8.118.836.920,00
5	Pekerjaan Saluran, Pedestrian dan Talud	Rp 6.868.244.652,00
6	Pekerjaan Lain-Lain	Rp 209.356.842,90
		Rp 15.416.293.494,42
	PPN 10%	Rp 1.541.629.349,44
	Jumlah Total	Rp 16.957.922.843,86
	Pembulatan	Rp 16.957.922.000,00

Sumber : RAB Pengembangan Dekorasi Kota Semarang Tahun 2022

Analisa Data Menggunakan CPM

Berikut adalah informasi pendukung variabel pekerjaan jalur kritis pada data yang sudah dianalisa.

Tabel 2. Data Kegiatan Proyek

No.	Jenis Pekerjaan	Kode Kegiatan	Waktu (Hari)
1	Pekerjaan Persiapan	A	8
2	Pekerjaan Bongkaran	B	5
3	Pekerjaan Urugan	C	10
4	Pekerjaan Jalan	D	53
5	Pekerjaan Saluran, Pedestrian dan Talud	E	55
6	Pekerjaan Lain-lain	F	12

Sumber : Data Primer diolah 2023

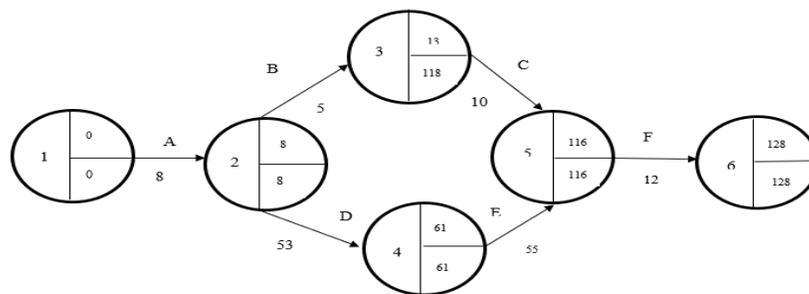
Data yang diperoleh kemudian kemudian diurutkan berdasarkan jenis kegiatan dan urutan kerja.

Tabel 3. Daftar Kegiatan Proyek

No	Jenis Pekerjaan	Kode Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya
1	Pekerjaan Persiapan	A	-
2	Pekerjaan Bongkaran	B	A
3	Pekerjaan Urugan	C	B
4	Pekerjaan Jalan	D	A
5	Pekerjaan Saluran, Pedestrian dan Talud	E	D
6	Pekerjaan Lain-lain	F	C,E

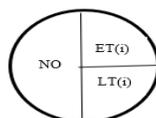
Sumber : Data Primer diolah 2023

Diagram Jaringan Kerja Metode CPM



Gambar 3 Diagram Jaringan Kerja Hasil Perhitungan dengan Metode CPM

Keterangan:

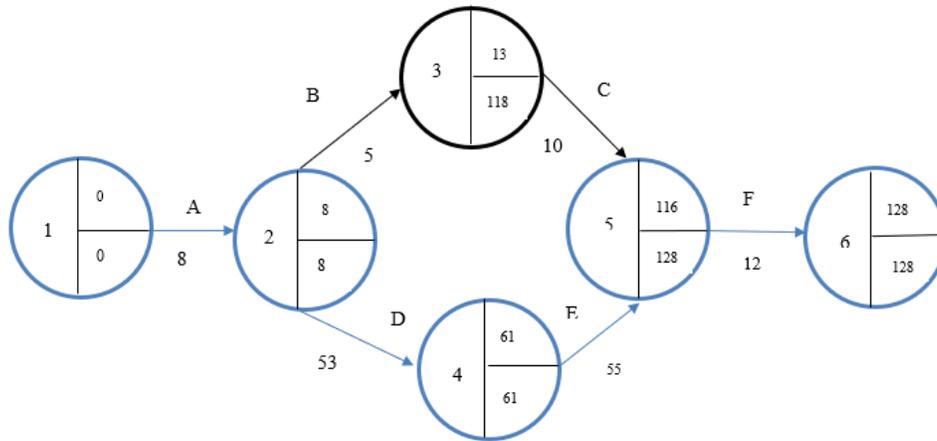


ET(i) : Waktu Awal

LT(i) : Waktu Akhir

Penentuan Jalur Kritis, Total Float, dan Time-Frame Penyelesaian Proyek

Setelah hasil perhitungan maju dan mundur pekerjaan diperoleh, jumlah float dari masing-masing kegiatan dapat diketahui. Dari hasil total float, diperoleh jalur kritis pada kegiatan A, D, E, F dengan kurun waktu penyelesaian proyek selama 128 hari.



Gambar 4 Lintasan Kritis

Berdasarkan hasil perhitungan maju dan mundur melalui diagram jaringan kerja, diketahui bahwa waktu slack bernilai 0 pada kegiatan A, D, E dan F. Item pekerjaan tersebut membentuk jalur kritis. Gambar 4.3 menunjukkan bahwa proyek pembangunan Jalan Tinjomoyo - Sekaran diperkirakan dapat selesai dalam tengat waktu 128 hari.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Durasi Proyek Jalan Tinjomoyo Sekaran

Kode Kegiatan	Predecessor (s)	Durasi (Hari)
A	-	8
B	A	3
C	B	5
D	A	51
E	D	50
F	C, E	10
		128

Sumber : Data Primer diolah 2023

Dari hasil perhitungan menggunakan metode CPM durasi pekerjaan dapat dipercepat sebanyak 15 hari, dengan pertimbangan bahwa pekerjaan saluran, pedestrian, dan talud yang

seharusnya direncanakan akan dikerjakan selama 15 hari dapat dipercepat dengan menggabungkan rencana pekerjaan tersebut dengan pekerjaan lain-lain. Sehingga pelaksanaan pembangunan proyek Jalan Tinjomoyo - Sekaran hanya memerlukan waktu selama 128 hari. Itu berarti, durasi penyelesaian proyek berdasarkan perhitungan CPM dapat terlaksana lebih cepat dibanding estimasi awal yaitu 143 hari (terdapat beda sebanyak 15 hari dari perencanaan awal).

PERT

Tabel 5. Kegiatan dan Durasi Pelaksanaan untuk Metode PERT

No	Kode Kegiatan	Durasi Lama	Durasi Normal	Durasi Cepat
1	A	10	8	6
2	B	6	5	3
3	C	11	10	8
4	D	60	53	50
5	E	62	55	53
6	F	15	12	10
Total		164	143	130

Sumber : Data Primer diolah 2023

Penentuan expected duration dilakukan dengan menggunakan rumus PERT. Perhitungan dilaksanakan dengan maksud untuk menentukan estimasi durasi tugas berikut waktu penyelesaian. Berikut adalah rumus perhitungan yang digunakan: $(Optimistic Time + (4 \times Most Likely Time) + Pessimistic Time) / 6$. Hasil dari rumus tersebut dapat diukur dengan menggunakan menit, jam, hari, atau bahkan minggu.

Expected Duration =

$$\left[\frac{w_{tercepat} + (w_{normal} \times 4) + w_{terlambat}}{6} \right] \dots\dots\dots (1)$$

Tabel 6. Expected Duration pada Pembangunan Jalan Tinjomoyo - Sekaran

Kode Kegiatan	Predecessor (s)	Durasi (Hari)			
		<i>l</i>	<i>n</i>	<i>c</i>	<i>te</i>
A	-	10	8	6	8,00
B	A	6	5	3	4,83
C	B	11	10	8	9,83

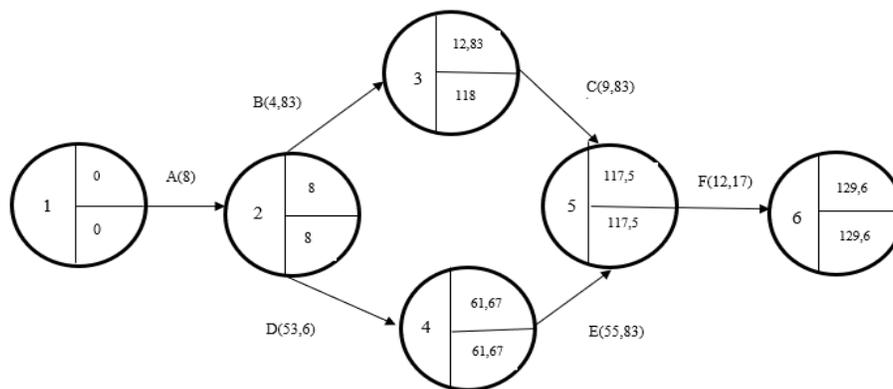
D	C	60	53	50	53,67
E	C	62	55	53	55,83
F	D, E	15	12	10	12,17
		164	143	130	

Sumber : Data Primer diolah 2023

Keterangan:

- l : durasi lama
- n : durasi normal
- c : durasi cepat
- te : waktu yang diharapkan

Diagram Jaringan Kerja Metode PERT



Gambar 5. Diagram Jaringan Kerja Hasil Perhitungan PERT

Berdasarkan hasil analisa diagram jaringan kerja menggunakan metode PERT, dapat diketahui bahwa durasi penyelesaian proyek pembangunan Jalan Tinjomoyo - Sekaran secara keseluruhan adalah 129,6 hari yang kemudian dibulatkan menjadi 130 hari, dengan jalur kritis pada pekerjaan A-B-C-D-F. Biaya yang dapat dihemat dengan menggunakan metode PERT dengan durasi waktu kritis adalah 130 hari. Penyelesaian pekerjaan dalam waktu 130 hari diperkirakan dapat terlaksana dengan cara mempersingkat waktu pekerjaan pada sektor pedestrian dengan menggabungkan item pekerjaan ini dengan pekerjaan lain-lain. Meski demikian, dalam pelaksanaannya, penggunaan metode PERT memerlukan tahapan yang harus dikerjakan untuk memperoleh waktu perencanaan yang optimal. Setelah semua tahapan selesai dikerjakan, diperoleh nilai optimal penyelesaian proyek sebesar 130 hari

Tabel 7. Perhitungan Durasi Proyek Jalan Tinjomoyo - Sekaran

Kode Kegiatan	Predencessor (s)	Durasi (Hari)
A	-	8
B	A	3
C	B	5
D	C	53
E	C	49
F	D, E	12
		130

Sumber : Data Primer diolah 2023

Tabel 8. Perbandingan Durasi Waktu Pekerjaan Proyek

Kode Kegiatan	Durasi Normal	Durasi CPM	Durasi PERT
A	8	8	8
B	5	3	3
C	10	5	5
D	53	51	53
E	55	50	49
F	12	10	12
		128	130

Sumber : Data Primer diolah 2023

Tabel 9. Penambahan Durasi Waktu Pekerjaan Proyek

Kode Kegiatan	Durasi Normal	Durasi CPM	Durasi PERT
A	8	0	0
B	5	2	2
C	10	5	5
D	53	2	0
E	55	5	5
F	12	2	0

Sumber : Data Primer diolah 2023

Tabel 10. Durasi dan biaya proyek setelah Crash

Kode Kegiatan	Durasi Normal	Durasi CPM	Penambahan Biaya CPM	Durasi PERT	Penambahan Biaya PERT
A	8	0	-	0	-
B	5	2	2.820.000,00	2	2.820.000,00

C	10	5	7.050.000,00	5	7.050.000,00
D	53	2	2.820.000,00	0	-
E	55	5	7.050.000,00	5	7.050.000,00
F	12	2	2.820.000,00	0	-
			22.560.000,00		16.920.000,00

Sumber : Data Primer diolah 2023

$$\text{Variansi} = \left[\frac{w_{\text{terlambat}} - w_{\text{tercepat}}}{6} \right]^2 \dots\dots\dots (2)$$

Tabel 11. Hasil Perhitungan Standar Deviasi dan Variansi

Kode Kegiatan	Predecessor	Durasi (Hari)				Variansi
		<i>l</i>	<i>n</i>	<i>c</i>	<i>te</i>	
A	-	10	8	6	8	0,44
B	A	6	5	3	4,83	0,25
C	B	11	10	8	9,83	0,25
D	C	60	53	50	53,67	2,78
E	C	62	55	53	55,83	2,25
F	D, E	15	12	10	12,17	0,69
		164	143	130	144,33	6,67

Sumber : Data Primer diolah 2023

Dari hasil perhitungan pada Tabel di atas diketahui bahwa nilai variansi waktu penyelesaian proyek pembangunan Jalan Tinjomoyo - Sekaran adalah sebesar 6,67 dengan standar deviasi sebesar $\sqrt{6,67} \approx 2,58$ hari. Langkah selanjutnya adalah mencari nilai probabilitas yang diharapkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$z = \frac{tj - jl}{S}$$

$$z = \frac{144,33 - 129,6}{2,58}$$

$$= 5,71$$

Dengan menggunakan tabel distribusi normal kumulatif, diperoleh nilai $z = 5,71$ yaitu 0,9999. Dengan kata lain, proses pengerjaan proyek Jalan Tinjomoyo - Sekaran akan berhasil (99,99%). Besarnya prosentase probabilitas keberhasilan proyek pembangunan Jalan Tinjomoyo Sekaran adalah 99,99%. Terlaksana dalam waktu selama 129,6 hari (dibulatkan menjadi 130 hari).

CPM pada proyek pembangunan Jalan Tinjomoyo - Sekaran mampu mengidentifikasi jalur kritis pada pekerjaan A, B, C, D, F. Melalui jalur kritis tersebut, durasi pembangunan diestimasikan dapat selesai dalam waktu 128 hari. Durasi ini terhitung lebih cepat dengan selisih efektifitas waktu sebanyak 13 hari dari perkiraan awal. Implementasi metode PERT memberikan hasil bahwa probabilitas keberhasilan proyek pembangunan Jalan Tinjomoyo - Sekaran dapat diselesaikan dalam waktu 129,6 hari (dibulatkan menjadi 130 hari) yaitu sebesar 99,99%. Berdasarkan hasil perhitungan, penerapan metode CPM dan PERT pada proyek pembangunan jalan Tinjomoyo – Sekaran mampu mengoptimalkan biaya pelaksanaan proyek, khususnya pada pengeluaran biaya untuk tenaga kerja. Adanya optimalisasi waktu dan biaya menjadi dasar bagi peneliti untuk menyimpulkan bahwa metode CPM dan PERT merupakan metode yang efektif tidak hanya untuk memprediksi durasi, tetapi juga mengorganisir proyek pembangunan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil temuan dan diskusi dapat disimpulkan beberapa point sebagai berikut:

- 1) Dengan menggunakan metode CPM, pekerjaan yang semula direncanakan selesai dalam waktu 130 hari, dapat dipercepat menjadi 128 hari. Dengan menggunakan metode PERT dalam proyek pembangunan jalan Tinjomoyo – Sekaran, biaya yang semula direncanakan untuk pekerjaan selama 143 hari, dapat dihemat 13 hari, yaitu menjadi 130 hari.
- 2) Implementasi metode PERT dengan jalur kritis A, D, E dan F mampu memberikan hasil bahwa probabilitas keberhasilan proyek pembangunan Jalan Tinjomoyo Sekaran adalah 129,6 hari (dibulatkan menjadi 130 hari), yaitu sebesar 99,99%. Jadi waktu yang dapat dihemat dalam pekerjaan proyek tersebut adalah 15 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp 22.560.000,00. menggunakan metode CPM. Sedangkan dari penggunaan metode PERT, waktu yang dapat dihemat selama pekerjaan proyek adalah 13 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp 16.920.000,00.

Saran

Dari perhitungan yang dilakukan, diketahui bahwa penerapan metode CPM dan PERT mampu mengoptimalkan biaya pelaksanaan sebuah proyek pembangunan, khususnya pada pengeluaran biaya untuk tenaga kerja. Adanya optimalisasi pada waktu dan biaya menjadi sebuah dasar untuk menyimpulkan bahwa metode CPM dan PERT merupakan metode yang efektif tidak hanya untuk memprediksi durasi tetapi juga mengorganisir pelaksanaan proyek pembangunan. Berdasarkan hasil kajian empiris diatas, metode CPM dan PERT layak digunakan untuk merencanakan pelaksanaan proyek secara keseluruhan.

5. REFERENCES

- Antariwati, Komang Dina (2018) Optimalisasi Penjadwalan Proyek Konstruksi Dengan Penerapan Metode Pert dan CPM Pada Pt Dharma Buana Karya. E-Jurnal Ujay.
- Badri, S. 1997. Dasar-dasar Network Planing. Jakarta : PT Rika Cipta.
- Evi Devi YUSDIANA, Inne Setya Wisudhariniq (2018). Penerapan Metode Pert Dan CPM Dalam Pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalan Paving Untuk Mencapai Efektivitas Waktu Penyelesaian Proyek. Vol 2. No. 3 (2018).
- Handoko, T.H.. 1999. Dasar-dasar Manajemen Produksi Dan Operasi, Edisi Pertama. BPFE : Yogyakarta.
- 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.
- Heizer, Jay dan Barry Render. 2005. Operations Management : Manajemen Operasi. Jakarta : Salemba Empat.
- Irwan Raharja (2014). Analisa Penjadwalan Proyek Dengan Metode Pert Di Pt. Hasana Damai Putra Yogyakarta Pada Proyek Perumahan Tirta Sani. Jurnal Bentang Vol. 2 No. 1 Januari 2014