

**IMPLEMENTASI PENENTUAN JADWAL DAN BIAYA EFEKTIF MELALUI
INTEGRASI METODE CPM (*CRITICAL PATH METODE*) DAN PERT
(*PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE*)**

***IMPLEMENTATION OF EFFECTIVE SCHEDULE AND COST
DETERMINATION THROUGH THE INTEGRATION OF CPM (CRITICAL PATH
METHODS) AND PERT (PROGRAM EVALUATION AND REVIEW
TECHNIQUE) METHOD***

Farhan Zaidan Nugraha¹, Winarno²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang
E-mail: farhanzaidannugraha@gmail.com¹, winarno@staff.unsika.ac.id²

ABSTRACT

This research explores the integration of the Critical Path Method (CPM) and the Program Evaluation and Review Technique (PERT) in scheduling and cost control for construction projects. The focus is on minimizing costs and time in the construction of a new road with a width of 7 meters and drainage of 40/50 in JL. Sermamuchtar, Kab. Sumedang. There have been delays in project completion, leading to a significant increase in costs. Therefore, this study applies CPM and PERT to analyze and optimize project implementation with the aim of accelerating completion. CPM is used to identify critical paths and activities that affect time, while PERT is used to estimate the probability of timely completion. The analysis results show that the project duration according to CPM is 100 days with 11 activities on the critical path, while the probability of timely completion according to PERT within 64 days is 90%.

Keywords *Effective Schedule and Cost Determination, CPM and PERT Method.*

ABSTRAK

Penelitian ini mengeksplorasi penggabungan Metode CPM (Critical Path Method) dan PERT (Program Evaluation and Review Technique) dalam penjadwalan dan pengendalian biaya untuk proyek konstruksi. Fokusnya adalah meminimalkan biaya dan waktu dalam pembangunan jalan baru dengan lebar 7 m dan saluran 40/50 di JL. Sermamuchtar Kab. Sumedang. Terdapat keterlambatan dalam penyelesaian proyek yang meningkatkan biaya secara signifikan. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan CPM dan PERT untuk menganalisis dan mengoptimalkan pelaksanaan proyek dengan tujuan mempercepat penyelesaian. CPM digunakan untuk mengidentifikasi jalur kritis dan aktivitas yang mempengaruhi waktu. Sementara PERT digunakan untuk memperkirakan probabilitas penyelesaian tepat waktu. Hasil analisis menunjukkan durasi proyek menurut CPM adalah 100 hari dengan 11 aktivitas pada jalur kritis, sementara probabilitas penyelesaian tepat waktu menurut PERT dalam 64 hari sebesar 90%.

Kata kunci: Penentuan Jadwal dan Biaya Efektif, CPM, PERT.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan infrastruktur daerah diberbagai sektor terjadi dengan cepat dan semakin baik, sejalan dengan peningkatan ekonomi serta kebutuhan masyarakat terjadi pertumbuhan pada fasilitas infrastruktur daerah (Feriska et al., 2020). Dibutuhkannya pembangunan insfarstruktur dengan perencanaan dan pengelolaan pada infastruktur dapat di lakukan dengan baik melalui manajemen yang baik. Manajemen yang baik dapat di lakukan secara ilmiah dan intensif untuk menghadapi sebuah kegiatan khusus yang berbentuk proyek (Rahman et al., 2019).

Manajemen proyek adalah serangkaian prosedur yang meliputi perencanaan, pengelolaan, dan pemantauan sumber daya dari awal hingga akhir proyek bangunan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan (Sa'adah et al., 2021). Proyek konstruksi merupakan kegiatan sementara yang bertujuan untuk membangun fasilitas fisik dengan cepat. Dana yang dialokasikan untuk proyek ini dipilih dengan tujuan untuk memenuhi tugas-tugas yang telah ditentukan secara jelas. Tahap perencanaan proyek menjadi krusial karena di dalamnya ditentukan bagaimana sumber daya akan digunakan dan bagaimana waktu, kualitas, dan tenggat waktu akan dipantau (Suhendar et al., 2021). Untuk mencapai tingkat efisiensi dan efektivitas yang tinggi dalam pelaksanaan proyek, manajemen proyek yang baik memerlukan keberadaan talenta yang spesifik. Pertimbangan terkait perencanaan dan penjadwalan memiliki dampak signifikan terhadap seberapa efisien dan efektif pelaksanaan program tersebut (Subagyo et al., 2021).

Menyelesaikan suatu proyek infrastruktur tepat waktu menjadi prioritas utama, dengan faktor waktu dan tenaga kerja memengaruhi biaya

operasional, terutama dalam biaya pekerja (Sari et al., 2022). Salah satu permasalahan yang sering terjadi adalah keterlambatan dalam penyelesaian proyek yang disebabkan oleh kurangnya akurasi dalam perencanaan, menyebabkan kegagalan proyek yang berdampak pada semua anggota tim proyek (Saputra et al., 2021). Oleh karena itu, perencanaan yang cermat dan sesuai dengan karakteristik khusus proyek tersebut sangatlah penting untuk menghadapi ketidakpastian dalam kondisi proyek, sehingga penjadwalan pelaksanaan proyek dapat dilakukan dengan efisien dari segi waktu dan biaya (Marikena et al., 2022).

Untuk mencapai tujuan tersebut maka kontraktor, developer, maupun pemilik proyek mempunyai jadwal pelaksanaan proyek yang sekaligus dapat mengontrol pelaksanaan proyek itu sendiri. Pada umumnya pada suatu proyek menggunakan salah satu dari beberapa metode penjadwalan proyek yang umum digunakan yaitu CPM (Critical Path Method) dan PERT (Program Evaluation and Review Technique) (Rahma et al, 2023).

TINJAUAN PUSTAKA

Sebuah proyek terdiri dari serangkaian kegiatan yang memiliki batasan waktu, menggunakan sumber daya, dan bertujuan untuk menyelesaikan tugas-tugas tertentu. Perencanaan jadwal proyek adalah proses dalam mengembangkan rencana tindakan dengan tujuan tertentu dan tanggal yang dibutuhkan. Manajemen proyek yang besar memerlukan perencanaan tugas yang teliti, penjadwalan yang terencana, dan koordinasi yang cermat (Habibi et al., 2023).

Pertumbuhan sektor jasa konstruksi di Indonesia sejalan dengan

pertumbuhan sektor ekonomi lainnya. Sektor konstruksi, yang memiliki peran penting dalam pembangunan, menerima lebih dari separuh alokasi anggaran pendapatan dan belanja negara (APBN) serta investasi swasta. Ini mencerminkan kesetaraan dalam distribusi sumber daya. Keterlibatan sektor jasa konstruksi juga memberikan kontribusi yang signifikan dalam memacu pertumbuhan ekonomi untuk mencapai tujuan pembangunan nasional (Isnandar et al., 2023).

Dengan pertumbuhan pesat industri konstruksi saat ini, pentingnya manajemen dalam mengelola aktivitas kerja menjadi semakin nyata. Sebuah tim atau organisasi terlibat dalam mengembangkan pengawasan. Untuk mencapai kesuksesan suatu proyek, manajemen konstruksi harus memiliki kemampuan untuk mengkoordinasikan dan memanfaatkan berbagai sumber daya yang tersedia serta mengatasi tantangan yang mungkin muncul. Profesional atau tim manajemen konstruksi akan membantu pemilik proyek mencapai tujuan proyek secara efisien dan cepat (Pratama et al., 2021).

Perencanaan jaringan merupakan sebuah alat yang digunakan untuk merencanakan, menjadwalkan, dan memantau kemajuan suatu proyek. Diagram jaringan merupakan teknik yang memberikan landasan teknis untuk mengetahui urutan dan durasi setiap kegiatan, yang kemudian dapat digunakan untuk memperkirakan waktu penyelesaian proyek (Muhammad et al., 2021). Berdasarkan penemuan yang ada, perencanaan jaringan dapat dijelaskan sebagai suatu teknik perencanaan dan pengendalian proyek yang menggambarkan hubungan antar setiap kegiatan yang ditampilkan dalam diagram jaringan (Maulidi et al., 2021). Diagram jaringan, yang menggambarkan secara grafis sebuah jaringan, menunjukkan alur dari aktivitas penting

dan urutan peristiwa yang terjadi selama pelaksanaan proyek. Diagram jaringan dapat digunakan untuk menunjukkan bagaimana suatu kegiatan terkait dengan kegiatan lainnya dan untuk mengidentifikasi jalur-jalur yang memiliki pengaruh signifikan terhadap sebuah kegiatan (Aggraini, 2021).

METODE

Critical Path Method (CPM) adalah metode penjadwalan proyek yang diaplikasikan dalam bentuk diagram panah dimana dalam diagram ini status kegiatan ditentukan dan digambarkan dalam jaringan kerja (network) (Kolang et al., 2021). Urutan kegiatan yang digambarkan dalam diagram jaringan tersebut menggambarkan ketergantungan kegiatan tersebut terhadap kegiatan yang lain, dimana setiap kegiatan memiliki kurun waktu pelaksanaan yang sudah ditentukan (deterministic).

Langkah-langkah dalam analisis menggunakan CPM adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan informasi dari pemangku kepentingan terkait dan lingkungan proyek.
2. Bedakan antara aktivitas berbasis kelompok dan aktivitas individu dalam kategori aktivitas terkait proyek.
3. Membangun hubungan ketergantungan di seluruh aktivitas terkait implementasi untuk membentuk rantai yang sesuai dengan perencanaan logistik dari ketergantungan ini. Urutan dapat berurutan dan paralel.
4. Rancang diagram jaringan untuk setiap tugas dalam proyek.
5. Setelah meninjau ruang lingkup proyek secara menyeluruh, tentukan jadwal untuk setiap tindakan.

Metode Project Evaluation and Review Technique (PERT) merupakan metode penjadwalan proyek yang divisualisasikan dengan suatu grafik atau bagan yang melambangkan ilustrasi dari sebuah proyek (Ramdhan, 2022). Diagram jaringan ini terdiri dari beberapa titik (nodes) yang merepresentasikan kejadian (event) atau suatu titik tempuh (milestone). Titik-titik tersebut dihubungkan oleh suatu vektor (garis yang memiliki arah) yang merepresentasikan suatu pekerjaan (task) dalam sebuah proyek. Arah dari vektor atau garis menunjukkan suatu urutan pekerjaan. Tiga perkiraan waktu digunakan untuk setiap aktivitas dalam metode penjadwalan proyek berbasis jaringan PERT (Program Evaluation and Review Technique). Ketiga perkiraan waktu ini, serta waktu mulai dan berakhirnya setiap kegiatan atau peristiwa, dapat digunakan untuk menghitung kemungkinan proyek akan selesai pada tanggal tertentu.

Sasaran ketiga perkiraan waktu tersebut adalah sebagai berikut:

1. Waktu terbaik (a), atau perkiraan waktu kegiatan, dalam kondisi ideal tidak ada penundaan atau hambatan.
2. Waktu yang paling mungkin (m): Waktu yang diperkirakan untuk tindakan dalam kondisi tipikal, ditambah sejumlah kecil penundaan yang diantisipasi.
3. Waktu terburuk (b) menampilkan waktu yang diantisipasi dari suatu aktivitas apabila aktivitas tersebut mengalami lebih banyak kemacetan atau penundaan, yang menandakan probabilitas terendah, misalnya dalam kasus tindakan yang diulang beberapa kali.

Tujuan dari metode perencanaan jaringan yang berbasis PERT adalah untuk mengidentifikasi probabilitas

penyelesaian kegiatan proyek, terutama yang terletak pada jalur kritis, dalam waktu yang ditentukan.

1. Mengestimasi durasi aktivitas.

$$T_e = \frac{a+4m+b}{6}$$

Keterangan:

(Te) = Perkiraan waktu aktifitas

(a) = Waktu terbaik

(m) = Waktu normal/waktu paling mungkin

(b) = Waktu terburuk

2. Tetapkan standar deviasi proyek untuk kegiatan. Deviasi standar aktivitas.

$$S = \frac{b-a}{6}$$

Keterangan:

S = Deviasi standar kegiatan

(a) = Waktu terbaik

(b) = Waktu terburuk

3. Tentukan rentang aktivitas berdasarkan varian aktivitas untuk proyek.

$$V(te) = S^2 = \frac{(b-a)^2}{36}$$

Keterangan:

V(te) = varians kegiatan

S = Deviasi standar kegiatan

(a) = Waktu terbaik

(b) = Waktu terburuk

4. Menghitung kemungkinan terjadinya ekspektasi target jadwal. Dengan membandingkan perkiraan waktu yang diharapkan expected time (TE) dengan waktu target (T(d)), yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus, dimungkinkan untuk menentukan kemungkinan ekspektasi target jadwal.

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

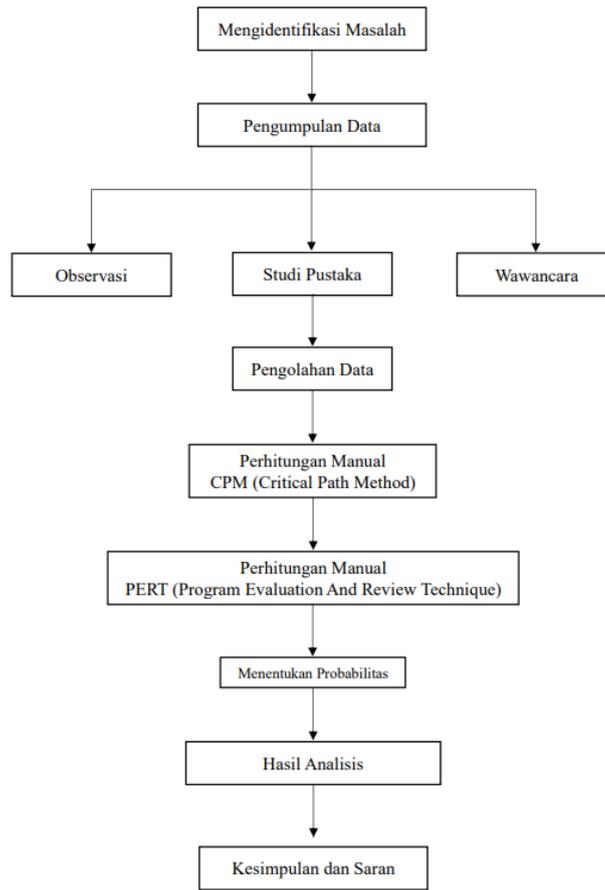
Keterangan:

z = Probabilitas pencapaian target

T(d) = Jadwal yang sesuai ditargetkan

TE = Total waktu pada jalur kritis

S = Deviasi standar kegiatan



Gambar 1. Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perlu direncanakan ulang dengan metode CPM, proyek pembangunan jalan baru selebar 7 m dan saluran berukuran 40/50 di Jalan Sermamuchtar,

Sumedang. Untuk menentukan tugas-tugas yang kritis, diperlukan analisis proyek yang lebih mendalam, yang kemudian dibandingkan dengan jadwal saat ini.

Tabel 1. Deskripsi Pekerjaan

NO.	Jenis Pekerjaan	Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya	Hari	Biaya
1.	Persiapan (Mobilisasi & Demobilisasi)	A	Tidak Ada	3	Rp. 1.050.000
2.	Pengukuran Lapangan	B	A	3	Rp. 164.955
PEKERJAAN TANAH					
1.	Penggalian Tanah Biasa untuk Konstruksi	C	B	14	Rp. 22.773.673
2.	Pengangkutan Tanah keluar Proyek	D	C	14	Rp. 31.418.033
3.	Pengurugan Tanah Kembali untuk Konstruksi	E	D	10	Rp. 2.907.044
4.	Pengurugan Sirtu (PADAT)	F	E	5	Rp. 15.755.110
5.	Pengurugan Pasir (PADAT)	G	F	5	Rp. 10.620.562
PEKERJAAN SALURAN					
1.	Pemasangan Terucuk Bambu Dia 10-12, Panjang 1,5m	H	B	6	Rp. 4.130.438
2.	Pengadaan dan Pemasangan U - Ditch 40.60.120.6 cm Gandar 5 Ton	I	D	6	Rp. 272.774.406

3.	Pengadaan dan Pemasangan CU 40.8.60 cm Gandar 5 Ton (panjang = 60 cm)	J	D	6	Rp. 116.172.002
4.	Pengadaan dan Pemasangan U - Ditch 60.80.120.8 cm Gandar 10 Ton	K	D	4	Rp. 4.968.870
5.	Pengadaan dan Pemasangan CU 60.10.60 cm Gandar 10 Ton (panjang = 60 cm)	I	D	3	Rp. 1.985.474
PEKERJAAN JALAN PAVING					
1.	Pemasangan Pipa Air Buangan Dia. 4 Type D	M	I	2	Rp. 2.723.863
2.	Pekerjaan Pembesian Besi Beton Polos	N	M	2	Rp. 6.432.209
3.	Pemasangan Batu Kumbang Uk. 25 x 50	O	E	2	Rp. 32.049.507
4.	Pekerjaan Cor setempat (1Pc 2 Ps 3Kr) + Bekisting	P	N	3	Rp. 4.122.481
5.	Kanstin Trap uk. 15.25.40 K-175	Q	F, G	10	Rp. 51.117.839
6.	Pemasangan Paving Stone (Blok) Tbl.8 cm Abu-2 Empat Persegi Panjang K350	R	Q	12	Rp. 33.384.477
7.	Pemasangan Stretcher Tbl. 8cm Hitam Empat Persegi Panjang	S	R, Q	5	Rp. 19.625.984
8.	Pemasangan Paving Stone (Blok) Tbl.8 cm Abu-2 Empat Persegi Panjang (Motif) K350	T	R, Q	6	Rp. 27.348.597
9.	Pemasangan Paving Stone (Blok) Tbl.8 cm Hitam Empat Persegi Panjang (Motif) K350	U	R, Q	6	Rp. 50.442.816
10.	Pemasangan Paving Stone (Blok) Tbl.8 cm Merah Empat Persegi Panjang (Motif) K350	V	R, Q	12	Rp. 80.709.979
11.	Pemasangan Paving Stone 10.5x10.5 Warna HitamTb.8 cm K350	W	R, S, T, U, V	12	Rp. 12.682.949
Total Biaya					Rp. 805.361.266

Total float adalah periode waktu di mana suatu tugas dapat ditunda tanpa memengaruhi jadwal keseluruhan proyek. Ini dihitung dengan mengurangi awal dan akhir dari

aktivitas dari awal dan akhir proyek, kemudian dijumlahkan. Aktivitas dianggap kritis jika total float-nya adalah 0.

Tabel 2. Deskripsi Pekerjaan

NO.	Jenis Pekerjaan	Kegiatan	Waktu (hari)	ES	EF	LS	LF	Float
PEKERJAAN PERSIAPAN								
1.	Persiapan (Mobilisasi & Demobilisasi)	A	3	0	3	0	3	0
2.	Pengukuran Lapangan	B	3	3	6	3	6	0
PEKERJAAN TANAH								
1.	Penggalian Tanah Biasa untuk Konstruksi	C	14	6	20	6	20	0
2.	Pengangkutan Tanah keluar Proyek	D	14	20	34	20	34	0
3.	Pengurugan Tanah Kembali untuk Konstruksi	E	10	34	44	34	44	0
4.	Pengurugan Sirtu (PADAT)	F	5	44	49	44	49	0
5.	Pengurugan Pasir (PADAT)	G	5	49	54	49	54	0
PEKERJAAN SALURAN								
1.	Pemasangan Terucuk Bambu Dia 10-12, Panjang 1,5m	H	6	20	26	94	100	74
2.	Pengadaan dan Pemasangan U - Ditch 40.60.120.6 cm Gandar 5 Ton	I	6	34	40	94	100	60
3.	Pengadaan dan Pemasangan CU 40.8.60 cm Gandar 5 Ton (panjang = 60 cm)	J	6	34	40	94	100	60
4.	Pengadaan dan Pemasangan U - Ditch 60.80.120.8 cm	K	4	34	38	96	100	62

	Gandar 10 Ton							
5.	Pengadaan dan Pemasangan CU 60.10.60 cm Gandar 10 Ton (pnjng = 60 cm)	L	3	34	37	93	96	59
6.	Pemasangan Pipa Air Buangan Dia. 4 Type D	M	2	37	39	96	98	59
7.	Pekerjaan Pembesian Besi Beton Polos	N	2	39	41	98	100	59
8.	Pemasangan Batu Kumbung Uk. 25 x 50	O	2	44	46	95	97	51
9.	Pekerjaan Cor setempat (1Pc 2 Ps 3Kr) + Bekisting	P	3	46	49	97	100	51
PEKERJAAN JALAN PAVING								
1.	Kanstin Trap uk. 15.25.40 K-175	Q	10	54	64	54	64	0
2.	Pemasangan Paving Stone (Blok) Tbl.8 cm Abu-2 Empat Persegi Panjang K350	R	12	64	76	64	76	0
3.	Pemasangan Stretcher Tbl. 8cm Hitam Empat Persegi Panjang	S	5	76	81	83	88	7
4.	Pemasangan Paving Stone (Blok) Tbl.8 cm Abu-2 Empat Persegi Panjang (Motif) K350	T	6	76	82	82	88	6
5.	Pemasangan Paving Stone (Blok) Tbl.8 cm Hitam Empat Persegi Panjang (Motif) K350	U	6	76	82	82	88	6
6.	Pemasangan Paving Stone (Blok) Tbl.8 cm Merah Empat Persegi Panjang (Motif) K350	V	12	76	88	76	88	0
7.	Pemasangan Paving Stone 10.5x10.5 Warna HitamTb.8 cm K350	W	12	88	100	88	100	0

Dalam tabel tersebut, pendekatan CPM digunakan dan mencakup jalur kritis berikut: A, B, C, D, E, F, G, Q, R, V, dan W. Langkah pertama yang harus diambil adalah Perhitungan Maju dan Perhitungan Mundur. Jalur kritis, terdiri dari total 11 kegiatan yang berbeda, memiliki total float sebesar 0, sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 2.

1. Persiapan (Mobilisasi & Demobilisasi).
2. Pengukuran lapangan.
3. Penggalian tanah untuk konstruksi.
4. Pengangkutan tanah.
5. Pengurugan tanah.
6. Pengurugan sirtu (Padat).
7. Pengurugan pasir (Padat).
8. Kanstin Trap uk. 15.25.40 K-17.
9. Pemasangan Paving Stone (Blok) Tbl.8 cm Abu-2 Empat Persegi Panjang K350.

10. Pemasangan Paving Stone (Blok) Tbl.8 cm Merah Empat Persegi Panjang (Motif) K350.

11. Pemasangan Paving Stone (Blok) Tbl.8 cm Abu-2 Empat Persegi Panjang K350.

Teknik PERT digunakan untuk mengevaluasi apakah proyek akan selesai sesuai jadwal. Berbeda dengan CPM yang berfokus pada waktu pasti, PERT menggunakan tiga estimasi waktu untuk setiap tugas: waktu optimis (a), waktu yang paling mungkin (m), dan waktu pesimis (b). Di bawah ini adalah analisis estimasi waktu optimis, yang paling mungkin, dan pesimistis yang telah diselesaikan untuk proyek "Pembangunan Jalan Baru Paving Lebar 6 m dan Saluran 40/50 di Jalan Sermamuchtar, Sumedang".

Tabel 3. Deskripsi Pekerjaan

NO.	Jenis Pekerjaan	Kegiatan	A	M	B
			HARI	HARI	HARI
PEKERJAAN PERSIAPAN					
1.	Persiapan (Mobilisasi & Demobilisasi)	A	1	3	4
2.	Pengukuran Lapangan	B	2	3	6
PEKERJAAN TANAH					
3.	Penggalian Tanah Biasa untuk Konstruksi	C	10	14	17
4.	Pengangkutan Tanah keluar Proyek	D	10	14	17
5.	Pengurugan Tanah Kembali untuk Konstruksi	E	8	10	11
6.	Pengurugan Sirtu (PADAT)	F	2	5	7

NO.	Jenis Pekerjaan	Kegiatan	A	M	B
			HARI	HARI	HARI
			PEKERJAAN SALURAN		
7.	Pengurugan Pasir (PADAT)	G	2	5	7
PEKERJAAN SALURAN					
8.	Pemasangan Terucuk Bambu Dia 10-12, Panjang 1,5m	H	5	6	9
9.	Pengadaan dan Pemasangan U - Ditch 40.60.120.6 cm Gandar 5 Ton	I	5	6	9
10.	Pengadaan dan Pemasangan CU 40.8.60 cm Gandar 5 Ton (panjang = 60 cm)	J	5	6	9
11.	Pengadaan dan Pemasangan U - Ditch 60.80.120.8 cm Gandar 10 Ton	K	3	4	6
12.	Pengadaan dan Pemasangan CU 60.10.60 cm Gandar 10 Ton (panjang = 60 cm)	I	3	3	5
13.	Pemasangan Pipa Air Buangan Dia. 4 Type D	M	1	2	4
14.	Pekerjaan Pembesian Besi Beton Polos	N	1	2	4
15.	Pemasangan Batu Kumbang Uk. 25 x 50	O	2	2	4
16.	Pekerjaan Cor setempat (1Pc 2 Ps 3Kr) + Bekisting	P	2	3	5
PEKERJAAN JALAN PAVING					
17.	Kanstin Trap uk. 15.25.40 K-175	Q	8	10	11
18.	Pemasangan Paving Stone (Blok) Tbl.8 cm Abu-2 Empat Persegi Panjang K350	R	7	12	14
19.	Pemasangan <i>Stretcher</i> Tbl. 8cm Hitam Empat Persegi Panjang	S	5	5	7
20.	Pemasangan Paving Stone (Blok) Tbl.8 cm Abu-2 Empat Persegi Panjang (Motif) K350	T	5	6	9
21.	Pemasangan Paving Stone (Blok) Tbl.8 cm Hitam Empat Persegi Panjang (Motif) K350	U	5	6	9
22.	Pemasangan Paving Stone (Blok) Tbl.8 cm Merah Empat Persegi Panjang (Motif) K350	V	7	12	14
23.	Pemasangan Paving Stone 10.5x10.5 Warna HitamTb.8 cm K350	W	7	12	14

Rumus berikut dapat digunakan untuk menentukan nilai standar deviasi setelah nilai TE (expected time) ditentukan:

$$S = \frac{B - A}{6}$$

Dapat menggunakan rumus berikut untuk menentukan nilai varians (V) setelah menghitung standar deviasi:

$$V(te) = S^2$$

Jalur kritis proyek Pembangunan Jalan Paving Baru dan saluran di Jalan Sermamuchtar, Sumedang telah dihitung, dan hasilnya disajikan di bawah ini.

Tabel 4. Nilai Deviasi dan Varians

NO.	Jenis Kegiatan	kegiatan	A	M	B	Waktu Aktifitas Te=(a+4m+b)/6	S	V(te)
			HARI	HARI	HARI		(B-A)/6=	S"
1.	Persiapan (Mobilisasi & Demobilisasi)	A	1	3	4	2,8	0,5	0,3
2.	Pengukuran Lapangan	B	2	3	6	3,3	0,7	0,4
3.	Penggalian Tanah Biasa untuk Konstruksi	C	10	14	17	13,8	1,2	1,4
4.	Pengangkutan Tanah keluar Proyek	D	10	14	17	13,8	1,2	1,4
5.	Pengurugan Tanah Kembali untuk Konstruksi	E	8	10	11	9,8	0,5	0,3
6.	Pengurugan Sirtu (PADAT)	F	2	5	7	4,8	0,8	0,7
7.	Pengurugan Pasir	G	2	5	7	4,8	0,8	0,7

	(PADAT)								
8.	Kanstin Trap uk. 15.25.40 K-175	Q	8	10	11	9,8	0,5	0,3	
9.	Pemasangan Paving Stone (Blok) Tbl.8 cm Merah Empat Persegi Panjang (Motif) K350	V	7	12	14	11,5	1,2	1,4	
10.	Pemasangan Paving Stone 10.5x10.5 Warna HitamTb.8 cm K350	W	7	12	14	11,5	1,2	1,4	
TOTAL			11	64	100	122	97,7	9,7	9,4

Probabilitas penyelesaian tepat waktu proyek pembangunan Jalan Paving Baru dan saluran di Jalan Sermamuchtar, Sumedang dapat ditentukan dengan menghitung setelah nilai standar deviasi diperoleh dari Tabel 1.4. Menurut tabel distribusi normal Z, nilai 0,0948 akan sesuai dengan nilai 0,241. Dengan demikian, probabilitas penyelesaian proyek dalam 100 hari dihitung sebagai $1 - 0,0948 = 0,9052$, yang berarti probabilitasnya sekitar 90%.

SIMPULAN DAN SARAN

Integrasi antara CPM dan PERT memberikan manfaat yang signifikan dalam perencanaan dan pengendalian proyek. Ini memungkinkan manajer proyek untuk memiliki pemahaman yang lebih baik tentang waktu dan biaya yang dibutuhkan, serta memungkinkan mereka untuk mengidentifikasi dan mengelola risiko dengan lebih efektif. Dengan demikian, pendekatan ini dapat meningkatkan keseluruhan efisiensi dan kesuksesan proyek.

Menurut hasil perhitungan menggunakan teknik PERT, kemungkinan penyelesaian proyek pembangunan jalan paving baru dengan lebar 7 m dan saluran 40/50 di Jalan Sermamuchtar, Sumedang dalam waktu 64 hari adalah sebesar 90%. Dalam perhitungan Time Cost Trade Off, proyek tersebut bisa diselesaikan dalam waktu 64 hari dengan menggunakan tambahan waktu 3 hari lembur, namun

akan ada biaya tambahan sebesar Rp. 75.007.516.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggraini, N. (2021). *PENERAPAN WAKTU PENYELESAIAN PROYEK DENGAN METODE CPM (Critical Path Method)" STUDI KASUS: Pembuatan Jembatan Timbang Di Gudang PPGK Milik PT GARAM (PERSERO)* (Vol. 6, Issue JEM17).
- Bachrul Ulum, R., & Ramdhan, G. (2022). *PENJADWALAN PROYEK MINI MARKET DENGAN MENGGUNAKAN METODE CPM (CRITICAL PATH METHOD) DAN PERT DI PT INDOMARCO PRISMATAMA SCHEDULING MINI MARKET PROJECTS USING CPM (CRITICAL PATH METHOD) AND PERT METHODS AT PT INDOMARCO PRISMATAMA.*
- Habibi, I., Nugraha, F. Z., & Sutrisno, S. (2023). Penerapan Critical Path Method pada Penyelesaian Proyek Rehabilitasi Jalan Parigi Lama di Kabupaten Sumedang. *Go-Integratif: Jurnal Teknik Sistem Dan Industri*, 4(01), 1–10. <https://doi.org/10.35261/gijtsi.v4i01.8307>
- Isnandar, K., Rahman Rambe, M., & Puspita, N. R. (2023). *Statika Jurnal Teknik Sipil Analisis Penjadwalan Proyek Gedung*

- Puskesmas Padangmatinggi Kota Padangsidimpuan Menggunakan Metode CPM (Critical Path Method)*. 6(1), 19–30. <https://jurnal.ugm.ac.id/index.php/statika>
- Kebandingan -Gembongdadi, J., Kramat, K., Tegal, K., Irawan, D., Latif Nurdin, A., Khamid, A., & Feriska, Y. (2020). Model Analisis Pelaksanaan Proyek dengan Metode Critical Path Method (CPM) dan Metode Crashing (Study Kasus pada Pelaksanaan Pekerjaan Peningkatan Project Implementation Analysis Model with Critical Path Method (CPM) Method and Crashing Method (Case Study on the Implementation of Gembongdadi Comparative Road Improvement Work, Kramat District, Tegal Regency). In *Infratech Building Journal (IJB)* (Vol. 1, Issue 2).
- Komang, I., Ariana, A., Nuraga, K., Budiarnaya, P., Ariawan, P., Ngurah, G., Wismanntara, N., Riana, N., Kadek, I., & Pangestu, P. (2021). *Analisis Perbandingan Penjadwalan Menggunakan Critical Path Method (CPM) dengan Precedence Diagram Method (PDM) (Studi Kasus : Proyek Pembangunan SD Negeri 5 Pecatu)* (Vol. 4, Issue 1).
- Maulidi, A., Arifin, S., & Suyoso, D. H. (2021). PENJADWALAN PROYEK KONSTRUKSI MENGGUNAKAN CRITICAL PATH METHOD (STUDI KASUS: GEDUNG LABORATORIUM TERPADU FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER). In *MITSU" Media Informasi Teknik Sipil UNIJA* (Vol. 9, Issue 1).
- Muhammad, A., Kurniawan, B., Mufidah, A. P., David, L., Bin, M., Dai, L., Pakarbudi, A., Sistem Informasi, J., Adhi, T., & Surabaya, T. (2021). *Analisa Jalur Kritis Pada Penjadwalan Proyek Pengembangan Sistem Informasi Menggunakan Teknik Critical Path Method (CPM) (Studi Kasus : PT. XYZ)*.
- Mutia Astari, N., & Momon Subagyo, A. (2021). PERENCANAAN MANAJEMEN PROYEK DENGAN METODE CPM (CRITICAL PATH METHOD) DAN PERT (PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE). In *Jurnal Konstruksia* | (Vol. 13).
- Perdana, M. A., & Sari, R. P. (2022). Optimalisasi Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi Rumah Tinggal Menggunakan Metode CPM (Critical Path Method) dan PERT (Program Evaluation and Review Technique). *Jurnal Media Teknik Dan Sistem Industri*, 6(2), 116. <https://doi.org/10.35194/jmtsi.v6i2.1944>
- Perdana, S., & Rahman, A. (2019). PENERAPAN MANAJEMEN PROYEK DENGAN METODE CPM (Critical Path Method) PADA PROYEK PEMBANGUNAN SPBE. In *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* (Vol. 3, Issue 1).
- Pratama Kusuma Rizki M, Khadafi Shah, & Pakarbudi Adib. (2021). Implementasi Manajemen Proyek dengan Metode CPM (Critical path method) Tentang Optimalisasi Durasi Proyek Pemasangan Fiber Optik Diperusahaan XYZ. *SNESTIK*.
- Rahma, K. A., & Kamandang, Z. R. (2023). Analisis Penjadwalan Proyek Gedung Bertingkat Menggunakan Metode CPM (Critical Path Method) dan PERT

- (Program Evaluation and Review Technique) (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Tahap 1 Rumah Sakit Muhammadiyah Gresik). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 23(2), 1275. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v23i2.4126>
- Sa'adah, N., Iqrammah, E., Rijanto, T., & Kegiatan, A. (2021). Evaluasi Proyek Pembangunan Gedung Stroke Center (Paviliun Flamboyan) Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM) Dan Crashing Evaluation of building construction Stroke Center (Paviliun Flamboyan) using the Critical Path Method (CPM) And Crashing Method. *Proteksi*, 3(2).
- Saputra, N., Handayani, E., & Dwiretnani, A. (2021). Analisa Penjadwalan Proyek dengan Metode Critical Path Method (CPM) Studi Kasus Pembangunan Gedung Rawat Inap RSUD Abdul Manap Kota Jambi. *Jurnal Talenta Sipil*, 4(1), 44. <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v4i1.48>
- Ulfa S, & Suhendar E. (2021). Implementasi Metode Critical Path Method Pada Proyek Synthesis Residence Kemang. *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, 03(01).
- Yuli Setiawannie, & Nita Marikena. (2022). Perencanaan Penjadwalan Preventive Maintenance Mesin Pouch dengan Critical Path Method di PT. Grafika Nusantara. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 1(1), 01–10. <https://doi.org/10.55123/insologi.v1i1.105>.