

Scheduling Management for Tomata Road Using CPM and PERT Method

M.Rizal¹, Nurmiati Zamad², Sutriani^{3*}

¹Program Studi Teknik Sipil, ^{2,3} Prodi Arsitektur Universitas Sulawesi Barat
e-mail: belajareditorpasangkayu@gmail.com, sutriani.shafa@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini menganalisis efektivitas metode Critical Path Method (CPM) dan Program Evaluation Review Technique (PERT) dalam manajemen penjadwalan proyek preservasi jalan di Kecamatan Tomata, Kabupaten Morowali Utara. Topik ini penting karena tingginya tingkat kerusakan jalan dan lalu lintas yang berdampak pada transportasi dan perekonomian lokal, sehingga diperlukan pendekatan penjadwalan yang optimal. Metode penelitian melibatkan analisis CPM untuk menentukan jalur kritis dan PERT untuk memperkirakan variasi durasi aktivitas. Hasil CPM menunjukkan durasi proyek 228 hari dengan tugas kritis seperti mobilisasi dan pekerjaan struktural yang tidak memiliki float, sehingga keterlambatan langsung memengaruhi penyelesaian. Sementara itu, PERT menghasilkan nilai $Z = 1,28$, menunjukkan probabilitas 89,97% proyek selesai tepat waktu, tetapi masih ada risiko 10,03% keterlambatan. Kedua metode memberikan manfaat berbeda: CPM efektif dalam mengidentifikasi tugas kritis, sedangkan PERT membantu memitigasi risiko ketidakpastian. Pemantauan intensif diperlukan untuk meminimalkan keterlambatan. Hasil penelitian ini penting sebagai referensi dalam meningkatkan efisiensi penjadwalan proyek preservasi jalan di daerah dengan kondisi serupa.

Kata kunci : CPM, PERT, Penjadwalan, Manajemen

Abstract

This study analyzes the effectiveness of the Critical Path Method (CPM) and Program Evaluation and Review Technique (PERT) in scheduling management for road preservation projects in Tomata District, North Morowali Regency. The topic is important due to the high rate of road damage and traffic congestion, which impacts local transportation and the economy, necessitating an optimal scheduling approach. The research method involves CPM analysis to determine the critical path and PERT to estimate activity duration variations. The CPM results show a project duration of 228 days, with critical tasks such as mobilization and structural work having no float, meaning delays directly affect completion. Meanwhile, PERT yields a $Z = 1.28$, indicating an 89.97% probability of on-time project completion but still a 10.03% risk of delay. Both methods offer distinct benefits: CPM is effective in identifying critical tasks, while PERT helps mitigate uncertainty risks. Intensive monitoring is required to minimize delays. The findings are significant as a reference for improving scheduling efficiency in road preservation projects in similar regions.

Keywords : CPM, PERT, Scheduling, Management.

I. PENDAHULUAN

Penelitian ini bertujuan menganalisis keterlambatan proyek preservasi jalan di Kecamatan Tomata, Kabupaten Morowali Utara, dengan menerapkan metode Critical Path Method (CPM) dan Program Evaluation Review Technique (PERT) untuk mengidentifikasi penyebab ketidakefisienan penjadwalan. Fokusnya adalah menentukan critical path (jalur kritis) menggunakan CPM serta memprediksi variabilitas durasi aktivitas melalui PERT, sehingga dapat diusulkan solusi percepatan tanpa mengorbankan kualitas. Hasil penelitian diharapkan membantu optimalisasi manajemen waktu proyek infrastruktur serupa, khususnya di daerah dengan lalu lintas berat, sekaligus mendukung pemulihan ekonomi lokal yang terganggu akibat keterlambatan pekerjaan pada proyek preservasi jalan Tomata, Kabupaten Morowali Utara.

Metode Jalur Kritis (CPM) adalah teknik manajemen proyek untuk mengidentifikasi rangkaian aktivitas terpanjang (*jalur kritis*) guna mengoptimalkan sumber daya, mengurangi biaya, dan mempercepat penyelesaian. Contoh penerapannya dalam pembangunan jalan berhasil memangkas waktu proyek hingga **13 hari** (total durasi **182 hari**), membuktikan CPM meningkatkan efisiensi waktu dan kontrol proyek, serta mendukung penyelesaian sesuai jadwal. (Maraini Y Akbar, 2022)

Studi evaluasi manajemen waktu dan biaya pada proyek Lapis Pondasi Atas (LPA) JLS Lot 6 Tulungagung-Trenggalek menemukan bahwa keterlambatan proyek umumnya disebabkan oleh faktor cuaca buruk dan kondisi lapangan, sehingga peneliti

merekomendasikan penggunaan metode CPM untuk estimasi waktu yang lebih pasti dan PERT untuk mengatasi ketidakpastian durasi pekerjaan, dimana kombinasi kedua metode ini dinilai efektif dalam mengoptimalkan biaya dan memprediksi jadwal proyek secara lebih akurat. Dwi Eggyna Ali Putri, N. Bambang Revantoro, dan Eko Suwarno (2024).

Critical Path Method (CPM) adalah teknik manajemen proyek yang digunakan untuk menentukan waktu penyelesaian optimal dengan menganalisis urutan kegiatan yang saling terkait. Metode ini membantu mengidentifikasi jalur kritis, yaitu aktivitas yang tidak boleh tertunda tanpa mempengaruhi keseluruhan durasi proyek (Habibi, I., Nugraha, FZ, & Sutrisno, 2023).

Pada analisis penjadwalan proyek rehabilitasi jalan, metode metode Program Evaluation and Review Technique digunakan: saat mengevaluasi kira-kira untuk menyelesaikan aktivitas dengan mempertimbangkan tiga estimasi waktu berbeda – waktu optimal, waktu paling mungkin, waktu pesimis. (Maslina, Reno Pratiwi, Adi Muhammad Ridho 2023).

CPM mengidentifikasi 27 kegiatan, di mana 19 bersifat kritis. Durasi proyek ditentukan 626 hari dengan slack 207 hari. Rekomendasi pengurangan tenaga kerja untuk efisiensi biaya dan waktu. (Rona Emilia Panggeso, Josefina Ernestine Latupeirissa, Herby Calvin Pascal Tiyouw)

CPM mengidentifikasi 27 kegiatan, di mana 19 bersifat kritis. Durasi proyek ditentukan 626 hari dengan slack 207 hari. Rekomendasi pengurangan tenaga kerja

untuk efisiensi biaya dan waktu. Puspitasari, D. P., Purwono, N. A. S., & Poerwodihardjo, F. E. (2022).

CPM memperkirakan durasi proyek 137 minggu dan PERT 139,33 minggu, lebih efisien dibandingkan perencanaan awal 141 minggu. Jalur kritis meliputi pekerjaan tanah, subgrade, fasilitas tol, (sahril, 2022)

Dalam beberapa kasus, dalam analisis proyek konstruksi, metode Program Evaluation and Review Technique, dikenal sebagai PERT, dapat digunakan untuk mencari peluang aktivitas dengan tiga estimasi waktu: estimasi waktu optimis, waktu pesimis, dan waktu yang paling mungkin. (Taranau & Tjendani 2023)..

Waktu pelaksanaan proyek merupakan faktor penting dalam manajemen proyek, yang berpengaruh pada efisiensi dan efektivitas. Penggunaan metode PERT untuk menganalisis durasi proyek dan menemukan bahwa kendala seperti keterlambatan pengiriman material dapat menghambat penyelesaian tepat waktu (Wakkary et al., 2022).

Dengan menerapkan CPM dan PERT, proyek mampu menyelesaikan pekerjaan tepat waktu dengan mengidentifikasi jalur kritis dan estimasi waktu yang realistis. Penelitian ini menunjukkan bahwa kedua metode ini membantu mengurangi waktu penyelesaian sekaligus meningkatkan efisiensi biaya. Aji Wijarko (2024).

Metode Critical Path (CPM) adalah teknik manajemen proyek yang digunakan untuk menentukan waktu minimum yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Dengan metode ini, manajer proyek dapat mengidentifikasi jalur kritis, yaitu rangkaian aktivitas

yang jika terlambat akan mempengaruhi keseluruhan waktu penyelesaian proyek. Oleh karena itu, pengelolaan aktivitas di jalur kritis sangat penting untuk menjaga agar proyek tetap tepat waktu (Sutiani ngsih, I., Ahmad, SN, & Nasrul. 2023).

CPM menghasilkan durasi 10 hari, sedangkan PERT 10,84 hari dengan probabilitas penyelesaian 87,3%. Untuk meningkatkan peluang penyelesaian 99,3%, diperlukan tambahan durasi hingga 11 hari. Faktor penghambat utama adalah cuaca buruk dan banjir rob. (Aji Wijanarko, Ratna Purwaningsih, Silviana, 2024)

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode dengan pengambilan data skunder dengan menggunakan data dari proyek seperti Rancangan Anggaran Biaya, durasi waktu setiap pekerjaan, perencanaan waktu setiap item pekerjaan. Penelitian ini menggunakan metode Critical Path Method (CPM) dan Program Evaluation Review Technique (PERT) serta menggunakan software Microsoft Project. Berikut Langkah – Langkah metode penelitian dari metode tersebut.

A. Critical Path Method (CPM)

- a. Identifikasi Aktivitas (Activity Listing).
- b. Menentukan Urutan dan Ketergantungan (Sequence & Dependencies).
- c. Estimasi Durasi Masing-Masing Aktivitas.
- d. Membuat Diagram Jaringan (Network Diagram).
- e. Hitung Waktu Tercepat dan Terlambat.
- f. Identifikasi Jalur Kritis (Critical Path).
- g. Hitung Slack (Float)

B. Program Evaluation Review Technique (PERT)

- a. Identifikasi Aktivitas (Activity Listing).
 - b. Menentukan Urutan dan Ketergantungan (Sequence & Dependencies).
 - c. Estimasi Durasi dengan 3 Variabel Waktu (waktu optimis, waktu normal, waktu pesimis).
 - d. Hitung Durasi yang Diharapkan (Expected Time/Te).
 - e. Hitung Varians (Variance/ σ^2).
 - f. Buat Diagram Jaringan (Network Diagram).
 - g. Hitung Jalur Kritis (Critical Path).
 - h. Hitung Probabilitas Penyelesaian Proyek.
 - i. Analisis dan Optimasi.
- C. Microsoft Project
- a. Membuat Proyek Baru.
 - b. Memasukkan Daftar Aktivitas.
 - c. Menetapkan Ketergantungan (Dependencies).
 - d. Estimasi Durasi PERT.
 - e. Identifikasi Jalur Kritis.
 - f. Alokasi Sumber Daya.
 - g. Analisis dan Optimasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis dan interpretasi data yang diperoleh dari penerapan metode Critical Path Method (CPM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT) dalam manajemen penjadwalan proyek preservasi jalan Tomata. Tujuan utama dari analisis ini adalah untuk mengidentifikasi aktivitas-aktivitas kritis, memperkirakan durasi proyek, serta mengevaluasi risiko keterlambatan yang mungkin terjadi selama pelaksanaan proyek.

- A. Faktor-faktor yang memengaruhi keterlambatan proyek .
- a. Faktor internal seperti Terlambat tersedianya alat bored pile dan alat pancang, Keterbatasan sumber daya manusia dan Alat yang rusak.
 - b. Faktor eksternal seperti kondisi lingkungan dan perizinan yang memerlukan waktu yang lama.

B. Penerapan Metode Critical Path Method (CPM)

Durasi pelaksanaan proyek adalah total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh aktivitas atau tugas dalam suatu proyek dari awal hingga akhir,

- a. Durasi pelaksanaan proyek.

Tabel 1 Durasi Item Pekerjaan

NO	KODE	ITEM PEKERJAAN	DURASI
	A	UMUM	
1	A1	Mobilisasi	37
2	A2	Pembuatan dokumen RKK, RMPK, RKPL dan RMLPP	9
3	A3	Ahli manajemen	228
	B	PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK	
4	B1	Galian Biasa	112
5	B2	Galian Batu	49
6	B3	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	105
7	B4	Galian Struktur dengan kedalaman 2 - 4 meter	105
8	B5	Galian Perkerasan Beraspal dengan Cold Milling Machine	147
9	B6	Galian Perkerasan Beraspal tanpa Cold Milling Machine	112
10	B7	Galian Perkerasan Berbutir	70
11	B8	Timbunan Pilihan dari sumber galian	147
12	B9	Penyiapan Badan Jalan	133
13	B10	Geotekstil Separator Kelas 1	126

14	B11	Geotekstil Separator Kelas 2	126
15	B12	Geomembran HDPE	126
	C	STRUKTUR	
16	C1	Tiang Bor Beton, diameter 600 mm (cassing sementara)	196
17	C2	Pasangan Batu	182
18	C3	Baja Tulangan Sirip BjTS 420B	189
19	C4	Penyediaan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak ukuran 400 mm x 400 mm	140
20	C5	Pemancangan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak ukuran 400 mm x 400 mm	140
21	C6	Baja Tulangan Sirip BjTS 420A	119
22	C7	Baja Tulangan polos BjTS 280	119
23	C8	Beton, fc'30 Mpa	170
24	C9	Beton, fc'20 Mpa	140
25	C10	Beton, fc'10 Mpa	42
	D	DRAINASE	
26	D1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air pasangan Batu dengan Mortar	140
27	D2		133
28	D3	Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang, ukuran dalam 100 cm x 100 cm	35
29	D4	Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang, ukuran dalam 200 cm x 200 cm	70
30	D5	Saluran berbentuk U Tipe DS 1a (dengan tutup)	70
31	D6	Saluran berbentuk U Tipe DS 2	156
32	D7	Saluran berbentuk U Tipe DS 3	156
33	D8	Bahan Drainase Porous atau Penyaring (Filter)	156
34	D9	Pipa Berlubang Banyak (Perforated Pipe) untuk Pekerjaan Drainase Bawah Permukaan, diameter 4 inc	
	E	PERKERASAN BERBUTIR	

35	E1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	168
	F	PERKERASAN ASPAL	
36	F1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	149
37	F2	Lapis Perekat - Aspal Cair	128
38	F3	Bahan anti pengelupasan	128
39	F4	Laston Lapis Aus Asbuton Berbutir (AC-WC Asb Butir)	128
40	F5	Laston Lapis Antara Asbuton Butir (AC-BC Asb Butir)	149
	G	PEKERJAAN HARIAN DAN LAIN-LAIN	
41	G1	Marka Jalan Termoplastik	70
42	G2	Patok Pengarah	70
43	G3	Rel Pengaman	105

Sumber: analisis,2025

b. Ketergantungan Antar Aktivitas

Ketergantungan antar aktivitas (activity dependencies) adalah tugas-tugas atau aktivitas dalam sebuah proyek yang menentukan urutan pelaksanaannya. Ketergantungan ini menunjukkan bahwa suatu aktivitas tidak dapat dimulai atau diselesaikan sebelum aktivitas lainnya selesai atau mencapai tahap tertentu.

Table 2 keterkaitan antar pekerjaan

Kode	Item Pekerjaan	Durasi	Pekerjaan Selanjutnya
A1	Mobilisasi	37	-
A2	Pembuatan dokumen RKK, RMPK, RKPPL dan RMLPP	9	B1
C1	Ahli manajemen	228	-
B1	Galian Biasa	112	B2,B3,B4,C2 + FS 7 days
B2	Galian Batu	49	B5 + FS 7 days
B3	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	105	B5 + FS 7 days

B4	Galian Struktur dengan kedalaman 2 - 4 meter	105	B5 + FS 7 days	B11	Geotekstil Separator Kelas 2	126	D2 + 7 days
C2	Pasangan Batu	182	B5 + FS 7 days	B12	Geomembran HDPE	126	D2 + 7 days
B5	Galian Perkerasan Beraspal dengan Cold Milling Machine	147	B6,C1 + FS 7 days	E1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	168	F1, F5 + 21 days
B6	Galian Perkerasan Beraspal tanpa Cold Milling Machine	112	B8,B10 + FS 14 days	D2	pasangan Batu dengan Mortar	133	D6,D7,D8,D9 + 7 days
C1	Tiang Bor Beton, diameter 600 mm (cassing sementara)	196	C3 + 14 days	D6	Saluran berbentuk U Tipe DS 2	156	C9 + 7 days
C3	Baja Tulangan Sirip BjTS 420B	189	C4,C5,C6,C7,D1 + 14 days	D7	Saluran berbentuk U Tipe DS 3	156	C9 + 7 days
B8	Timbunan Pilihan dari sumber galian	147	B9 + 14 days	D8	Bahan Drainase Porous atau Penyaring (Filter)	156	-
B10	Geotekstil Separator Kelas 1	126	B11,B12 + 14 days	D9	Pipa Berlubang Banyak (Perforated Pipe) untuk Pekerjaan Drainase Bawah Permukaan, diameter 4 inc	156	-
C4	Penyediaan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak ukuran 400 mm x 400 mm	140	D2 + 14 days	C9	Beton, fc'20 Mpa	140	D5 21 days
C5	Pemancangan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak ukuran 400 mm x 400 mm	140	C8 + 7 days	F1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	149	F2,F3,F4 + 21 days
C6	Baja Tulangan Sirip BjTS 420A	119	C8 + 7 days	F5	Laston Lapis Antara Asbuton Butir (AC-BC Asb Butir)	149	F2,F3,F4 + 21 days
C7	Baja Tulangan polos BjTS 280	119	C8 + 7 days	F2	Lapis Perekat - Aspal Cair	128	-
B9	Penyiapan Badan Jalan	133	E1 + 7 days	F3	Bahan anti pengelupasan	128	-
D1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	140	D2 + 14 days	F4	Laston Lapis Aus Asbuton Berbutir (AC-WC Asb Butir)	128	-
C8	Beton, fc'30 Mpa	170	D2 + 7 days	D5	Saluran berbentuk U Tipe DS 1a (dengan tutup)	70	D3 + 7 days
				D3	Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang, ukuran dalam 100 cm x 100 cm	35	C10 + 7 days

C10	Beton, fc'10	42	D4,G3 + 7 days
D4	Mpa Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang, ukuran dalam 200 cm x 200 cm	70	-
G3	Rel Pengaman	105	G1,G2 + 35 days
G1	Marka Jalan Termoplastik	70	-
G2	Patok Pengarah	70	-

Sumber: analisis,2025

Berdasarkan analisis menggunakan Microsoft Project, jalur kritis proyek ini terdiri dari serangkaian tugas yang menentukan durasi total proyek, yaitu 226 hari. Tugas-tugas kritis meliputi Mobilisasi, pembuatan dokumen, ahli manajemen, galian biasa, galian struktur kedalaman 0-2 meter, galian pekerasan dengan cold milling machine, beton struktu 30 mpa, baja tulangan sirip 420 A, baja tulangan sirip 420 B, penyediaan tiang pancang, tiang bor beton daiamer 600 mm, galian utnutk selokan drainase, saluran bentuk U tipe DS 2, saluran bentuk U tipe DS 3, bahan drainase porus, pipa berlubang banyak, lapis resap aspal emulsi, lapis perekat aspal, bahan anti pengelupasan, lapi AC-WC asbuton, Lapis pondasi agregat kelas A dan lapis AC-BC . Tugas-tugas ini tidak memiliki waktu toleransi (float = 0), sehingga keterlambatan pada tugas-tugas tersebut akan langsung memengaruhi waktu penyelesaian proyek.

Selain itu, terdapat tugas-tugas non-kritis seperti galian batu, galian struktur 2-4 meter, galian perkerasan tanpa CMM, galian pekerasan berbutir, timbunan pilihan, penyiapan badan jalan, geotekstil sparator 1, geotekstil sparatoe 2, geomembran, beton fc 20, betin fc 10, baja tulangan polos 280, pemancangan,

pasangan batu, pasangan batu mortar, gorong-gorong 100 x 100, gorong-gorong 200 x 200, saluran berbebtuk U dengan tertutup, marka jalan patok pengarah dan rel pengaman yang di mana total slack tertinggi yaitu 163 hari dengan item pekerjaan pasangan batu dan total slack terendah yaitu di miliki pada pekerjaan lapis pondasi agregat dengan slack total 2.

Berdasarkan hasil penjadwalan ulang dengan metode CPM menggunakan aplikasi Microsoft Project di dapatkan waktu penyelesaian proyek yang di mulai pada tanggal 15/02/2024 dan selesai pada tanggal 06/10/2024 ini menunjukkan proyek dapat selesai lebih cepat 1 hari di dibandingkan dengan waktu tenggat perencanaan yaitu proyek selesai pada tanggal 07/10/2024.

C. Penerapan Metode Program Evaluation and Review Technique (PERT)

PERT (Program Evaluation and Review Technique) adalah salah satu metode analisis jaringan kerja yang digunakan untuk merencanakan, menjadwalkan, dan mengendalikan proyek yang memiliki ketidakpastian dalam estimasi durasi aktivitas.

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

Te : Waktu Yang Di Harapkan

a : Waktu Optimis

m : Waktu Normal

b : Waktu Pesimis

Tabel 3 penentuan durasi aktivitas TE

No	Uraian pekerjaan	Durasi (Hari)			TE
		A	M	B	
A	UMUM				
A1	Mobilisasi	35	37	40	37,16

A2	Pembuatan dokumen RKK, RMPK, RKPP dan RMLPP	7	9	10	8,83
A3	Ahli manajemen	220	228	228	226,66
B PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK					
B1	Galian Biasa	110	112	115	112,16
B2	Galian Batu	45	49	55	49,33
B3	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	100	105	115	105,83
B4	Galian Struktur dengan kedalaman 2 - 4 meter	100	105	115	105,83
B5	Galian Perkerasan Beraspal dengan Cold Milling Machine	140	147	157	147,5
B6	Galian Perkerasan Beraspal tanpa Cold Milling Machine	110	112	117	112,5
B7	Galian Perkerasan Berbutir	65	70	80	70,83
B8	Timbunan Pilihan dari sumber galian	145	147	154	147,83
B9	Penyiapan Badan Jalan	131	133	138	133,5
B10	Geotekstil Separator Kelas 1	120	126	130	125,66
B11	Geotekstil Separator Kelas 2	120	126	130	125,66
B12	Geomembran HDPE	120	126	130	125,66
C STRUKTUR					
C1	Tiang Bor Beton, diameter 600 mm (cassing sementara)	190	196	198	195,33
C2	Pasangan Batu	175	182	187	181,66
C3	Baja Tulangan Sirip BjTS 420B	185	189	191	188,66
C4	Penyediaan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak ukuran 400 mm x 400 mm	130	140	145	139,16
C5	Pemancangan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak ukuran 400 mm x 400 mm	130	140	145	139,16
C6	Baja Tulangan Sirip BjTS 420A	115	119	125	119,33
C7	Baja Tulangan polos BjTS 280	115	119	125	119,33
C8	Beton, fc'30 Mpa	160	170	170	168,33
C9	Beton, fc'20 Mpa	135	140	142	139,5
C10	Beton, fc'10 Mpa	30	42	47	40,83
D DRAINASE					
D1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	130	140	147	139,5
D2	pasangan Batu dengan Mortar	125	133	143	133,33
D3	Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang, ukuran	30	35	45	35,83

	dalam 100 cm x 100 cm				
D4	Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang, ukuran dalam 200 cm x 200 cm	65	70	77	70,33
D5	Saluran berbentuk U Tipe DS 1a (dengan tutup)	65	70	80	70,83
D6	Saluran berbentuk U Tipe DS 2	150	156	165	156,5
D7	Saluran berbentuk U Tipe DS 3	150	156	165	156,5
D8	Bahan Drainase Porous atau Penyaring (Filter)	150	156	165	156,5
D9	Pipa Berlubang Banyak (Perforated Pipe) untuk Pekerjaan Drainase Bawah Permukaan, diameter 4 inc		150	156	165
E PERKERASAN BERBUTIR					
E1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	160	168	170	167
F PERKERASAN ASPAL					
F1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	140	149	149	147,5
F2	Lapis Perekat - Aspal Cair	120	128	128	126,66
F3	Bahan anti pengelupasan	120	128	128	126,66
F4	Laston Lapis Aus Asbuton Berbutir (AC-WC Asb Butir)	120	128	128	126,66
F5	Laston Lapis Antara Asbuton Butir (AC-BC Asb Butir)	140	149	149	147,5
G PEKERJAAN HARIAN DAN LAIN-LAIN					
G1	Marka Jalan Termoplastik	65	70	70	66,66
G2	Patok Pengarah	65	70	70	66,66
G3	Rel Pengaman	100	105	105	104,16
Tot		2.924	3.066	3.153	3.193
Tot.		3.535	3.716	3.920	3.715,16

sumber: analisis,2025

D. Perhitungan menggunakan rumus Varians (σ^2) dan Standar deviasi (σ)

Setelah menentukan waktu yang diharapkan (T_e) untuk setiap aktivitas, langkah selanjutnya adalah menghitung varian dan standar deviasi dari setiap aktivitas. Varian dan standar deviasi digunakan untuk mengukur tingkat ketidakpastian atau variabilitas dalam estimasi waktu aktivitas.

Semakin besar nilai varian dan standar deviasi, semakin tinggi ketidakpastian yang mungkin terjadi dalam penyelesaian aktivitas tersebut. Dalam perhitungan standar deviasi dan varians maka menggunakan rumus berikut :

Rumus varians

$$\sigma^2 = \left(\frac{b - a}{6}\right)^2 \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

a : waktu optimis

b : waktu pesimis

Rumus Standar Deviasi

$$\sigma = \left(\frac{b - a}{6}\right) \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

a : waktu optimis

b : waktu pesimis

Tabel 4 Hasil Perhitungan Varians dan Standar Deviasi

E. Menghitung normal Z-Value

Pada perhitungan Normal Z-Value berdasarkan kelompok item pekerjaan dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$z = \left(\frac{T - Te}{\sigma}\right) \dots \dots \dots (4)$$

Dalam perhitungan persentase probabilitas menggunakan tabel Z atau tabel distribusi normal serta dibutuhkan nilai expected time (te), varians dan standar deviasi

T	Waktu target yang diinginkan (waktu penyelesaian yang ingin dihitung probabilitasnya).
Te	Waktu penyelesaian yang diharapkan (Expected Time).
σ	Standar deviasi dari waktu penyelesaian.

pada kegiatan yang berada pada kritis. Diketahui beberapa pekerjaan yang berada pada lintasan kritis yaitu A1 – A2 - A3 - B1 - B3 - B5 - C1- C3 – C4 - C6 - C8 - D1 - D6 - D7 - D8 - D9 - F1 - F2 - F3 - F4 – E1 dan F5. Berikut merupakan perhitungan nilai Z pada metode PERT yaitu sebagai berikut.

Di ketahui :

Waktu target (t) : T = 2.898 hari

Expect time (te) : Te = 2.889 hari

Varian lintasan kegiatan pada lintasan kritis proyek yaitu : mobilisasi, Pembuatan dokumen RKK, RMPK, RKPL dan RMLPP, Ahli Manajemen, galian biasa, galian struktur kedalaman 0 – 2 meter, galian perkerasan dengan cold milling machine, Tiang Bor Beton, diameter 600 mm (cassing sementara), Baja Tulangan Sirip BJT 420B, Penyediaan Tiang Pancang Beton Pratekan Pracetak ukuran 400 mm x 400 mm, Baja Tulangan Sirip BJT 420A, Beton fc'30 Mpa, Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air, Saluran berbentuk U Tipe DS 2, Saluran berbentuk U Tipe DS 3, Bahan Drainase Porous atau Penyaring (Filter), Pipa Berlubang Banyak (Perforated Pipe) untuk Pekerjaan Drainase Bawah Permukaan, diameter 4 inc, Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi, Lapis Perekat - Aspal Cair, Bahan anti pengelupasan, Laston Lapis Aus Asbuton Berbutir (AC-WC Asb Butir) dan Laston Lapis Antara Asbuton Butir (AC-BC Asb Butir)

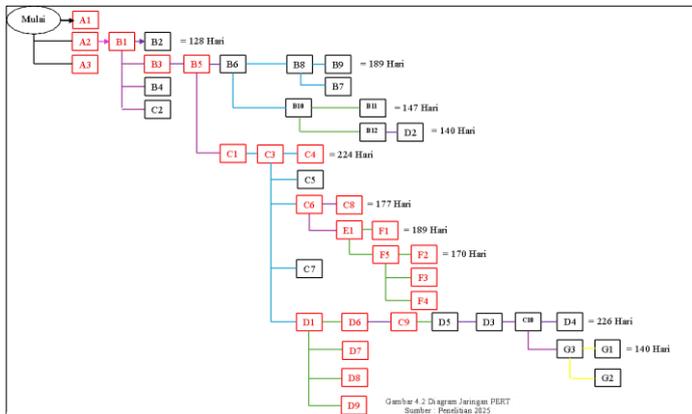
Standar deviasi kegiatan

$$Sd = V(te) \dots \dots \dots (5)$$

$$= (54,93)$$

Standar variasi akar kuadrat =

$$\sigma = \sqrt{52,23} = 7,42 \dots \dots \dots (6)$$



Perhitungan nilai Z

$$z = \frac{T - T_e}{\sigma} \dots \dots \dots (7)$$

Substitusi Nilai

$$z = \frac{3.066 - 3.056}{7,42} = \frac{10}{7,42} = 1,42$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan metode PERT, diperoleh nilai Z = 1,42 Nilai ini menunjukkan bahwa waktu target penyelesaian penjadwalan proyek berada 1,42 standar deviasi di atas waktu yang diharapkan. Dengan merujuk pada tabel distribusi normal standar, nilai Z = 1,42 berkorelasi dengan probabilitas sebesar 89,97%. Artinya, terdapat kemungkinan 89,97% proyek akan selesai dalam waktu target atau lebih cepat, dan 10,03% kemungkinan proyek akan melebihi waktu target. Hasil ini

mengindikasikan bahwa proyek memiliki tingkat keyakinan yang cukup tinggi untuk selesai tepat waktu. Namun, masih terdapat risiko 10,03% bahwa proyek akan mengalami keterlambatan. Oleh karena itu, disarankan untuk melakukan pemantauan dan pengendalian proyek secara intensif, terutama pada aktivitas-aktivitas yang memiliki ketidakpastian tinggi, untuk meminimalkan risiko keterlambatan.

IV KESIMPULAN

Pada proyek preservasi jalan Tomata, Kabupaten Morowali Utara di temukan masalah utama pada keterlambatan proyek yaitu faktor internal proyek yang mengakibatkan keterlambatan pekerjaan, ketersediaan alat berat yang memadai untuk proses pengeboran dan pemanacangan sangat berpengaruh besar untuk proyek preservasi jalan Tomata

Penggunaan metode Critical Patc Methodd (CPM) di kombinasikan dengan Microsoft Project mampu memberikan gambaran yang baik pada penjadwalan proyek yang di teliti, khususnya pada penjadwalan dimana metode CPM mampu mengidentifikasi pekerjaan-pekerjaan yang memiliki tingkat resiko keterlambatan tinggi jika dilakukan penundaan atau pekerjaan tidak di mulai sesuai dengan jadwal dan metode CPM juga memberikan gambaran pekerjaan yang dapat di tunda atau tidak di kerjaakan sesuai dengan jadwal. Dari hasil penjadwalan keseluruhan metode CPM pekerjaan dapat selesai satu hari lebih cepat dari jadwal yang telah di tentukan.

Penggunaan metode Program Evaluation and Review Technique (PERT) di kombinasikan dengan Microsoft Project mampu memeberikan gambaran penjawalan dimana metode PERT sendiri memiliki kelebihan

dengan jadwal pekerjaan yang tidak pasti. Dari hasil penjadwalan dengan metode PERT di dapatkan tingkat probabilitas penyelesaian penjadwalan yaitu 92,22% semua pekerjaan dapat di selesaikan dengan tepat waktu sesuai dengan jadwal sedangkan probabilitas keterlambatan 7,78% kemungkinan pekerjaan akan terlambat atau tidak sesuai dengan waktu yang sudah di tentukan. Pada pembacaan diagram PERT di temukan pekerjaan paling cepat terselesaikan berada pada barisan pertama yaitu 128 hari sedangkan pekerjaan paling lama yaitu pada baris ke sembilan dengan durasi waktu 226 hari, ini menandakan semua pekerjaan akan selesai 2 hari lebih cepat dari jadwal yang sudah di tentukan yaitu 228 hari.

REFERENSI

- Akbar, Y. R. (2022). Penentuan Jalur Kritis untuk Manajemen Proyek (Studi Kasus Pembangunan Jalan Selensen-Kota Baru-Bagan Jaya). *Jurnal Pustaka Manajemen (Pusat Akses Kajian Manajemen)*, 2(1), 6-13.
- Ali Putri, D. E., Revantoro, N., & Suwarno, E. (2024). Analisis evaluasi manajemen waktu dan biaya menggunakan metode CPM, PERT, dan TCTO pada pelaksanaan lapis pondasi atas (LPA) proyek JLS Lot 6 Tulungagung—Trenggalek. *Jurnal Inovasi Teknologi dan Edukasi Teknik*, 4(7), 1-20. doi: 10.17977/um068.v4.i7.2024.2
- 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.
- Lokajaya, I. N. (2019). Analisis Pengendalian Waktu Dan Biaya Pada Proyek Peningkatan Jalan Dengan Metode Cpm Dan Pert. *Jurnal Teknik Industri Heuristic*, 16(2), 104-125.
- Maslina, Reno Pratiwi, & Adi Muhammad Ridho. (2023). Analisis Penjadwalan Proyek Rehabilitasi Jalan Preservasi Jalan Kerang – Kuaro Kalimantan Timur Menggunakan Metode PDM dan PERT. *Jurnal TRANSUKMA*, 05(02), 94-104.
- Panggeso, R. E., Latupeirissa, J. E., & Tiyow, H. C. P. (2022). Penerapan manajemen waktu pada proyek pembangunan stasiun kereta api lintas Makassar-Parepare dengan menggunakan metode CPM. *Paulus Civil Engineering Journal*, 4(3), 488-495. doi: 10.52159/pcej.v4i3.126
- Puspitasari, D. P., Purwono, N. A. S., & Poerwodihardjo, F. E. (2022). Analisis Perbandingan Penjadwalan Proyek Dengan Metode Cpm, Pert, Kurva-S (Studi Kasus Peningkatan Jalan Menganti Kesugihan). *Teodolita: Media Komunikasi Ilmiah Di Bidang Teknik*, 23(1), 77-89.
- Ramadhani, I. D., Zulkarnain, I., Siregar, A. C., & Pratiwi, D. S. (2024). A Optimasi

- Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode CPM (Studi Kasus: Pembangunan Jalan Sungai Manggis, Kecamatan Sambutan, Samarinda): indonesia. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 8(2), 295-300.
- Sahril. (2022). Analisis manajemen waktu menggunakan metode CPM dan PERT pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang. Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
- Sutiani ngsih, I., Ahmad, SN, & Nasrul. (2023). Analisis Penjadwalan dengan Metode PERT (Studi Kasus pada Pekerjaan Rehabilitasi Jalan RA. Kartini Kota Kendari).
- Taranau, A. I., & Tjendani, H. T. (2023). Analisis Penjadwalan Pekerjaan Saluran Drainase Jalan Lintas Selatan Lot. 6 Kabupaten Tulungagung Dengan Metode PERT. *Jurnal ilmiah teknik dan manajemen industri*, 3(1), 501-514
- Wakkary, SSL, Dundu, AKT, & Walangitan, DRO (2022). Analisis Waktu Pelaksanaan Pada Proyek Rehabilitasi / Peningkatan Jalan Lingkar Lembeh, Kota Bitung. *Tekno*, 20(82), 1103-1114. ISSN: 0215 - 9617.
- Wijanarko, A. (2024). Evaluasi Manajemen Waktu Penyelesaian Proyek Pembangunan Jalan Terminal Petikemas Tanjung Mas Semarang Dengan CPM dan PERT. *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, 2(1).
- Wijanarko, A., Purwaningsih, R., & Silviana, S. (2024). Evaluasi manajemen waktu penyelesaian proyek pembangunan jalan terminal petikemas Tanjung Emas Semarang dengan CPM dan PERT. *Jurnal Penelitian dan Inovasi*, 2(1), 9-16. doi: 10.14710/jpii.2024.