

PENERAPAN METODE CPM DALAM PENJADWALAN PROYEK JALAN BALOHAN-SABANG

Nerli Khairani¹, Anita Talia², Mikolis Etimanta Ginting³, Yumna Khairi Amani Piliang⁴,
Handre Gabriel Pinem⁵

Universitas Negeri Medan^{1,2,3,4,5}

nerlinst@yahoo.co.id¹, anitatalia@mhs.unimed.ac.id², mikolis@mhs.unimed.ac.id³,
yumnakhairi_@mhs.unimed.ac.id⁴, handre_gabriel_pinem@mhs.unimed.ac.id⁵

ABSTRAK

Penjadwalan yang efektif merupakan elemen penting dalam keberhasilan proyek konstruksi karena berpengaruh langsung terhadap efisiensi waktu, biaya, dan kualitas pekerjaan. Proyek pembangunan Jalan Balohan–Sabang sebagai jalur utama yang menghubungkan Pelabuhan Balohan dengan pusat Kota Sabang membutuhkan perencanaan waktu yang akurat mengingat tingginya ketergantungan antaraktivitas dan kondisi geografis wilayah kepulauan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penjadwalan proyek menggunakan metode Critical Path Method (CPM) serta melakukan evaluasi probabilistik durasi proyek melalui pendekatan distribusi normal. Data penelitian berupa aktivitas, bobot pekerjaan, durasi, dan ketergantungan diperoleh dari dokumen jadwal pelaksanaan proyek. Analisis dimulai dengan penyusunan jaringan kerja, perhitungan parameter ES, EF, LS, dan LF menggunakan prosedur forward pass dan backward pass, serta identifikasi jalur kritis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lintasan kritis proyek mencakup rangkaian aktivitas A – B – C – D – F – G – H – I – J – K – L – M – O dengan durasi penyelesaian 81,41 hari. Durasi tersebut menunjukkan percepatan waktu sebesar 41,85% dibandingkan durasi rencana awal yaitu 140 hari. Selanjutnya, hasil analisis probabilistik menunjukkan nilai $Z = 7,19$ dengan peluang penyelesaian proyek ≤ 140 hari mendekati 100%, menandakan risiko keterlambatan sangat rendah. Temuan ini menegaskan bahwa metode CPM efektif dalam mengoptimalkan penjadwalan, meminimalkan aktivitas yang berpotensi menimbulkan keterlambatan, serta meningkatkan tingkat kepastian waktu penyelesaian proyek Jalan Balohan–Sabang.

Kata Kunci: Critical Path Method (CPM), Penjadwalan Proyek, Jalur Kritis, Durasi Proyek.

ABSTRACT

Effective scheduling is a crucial element in the success of a construction project because it directly impacts the efficiency of time, cost, and quality of work. The Balohan–Sabang Road construction project, as the main route connecting Balohan Port with the center of Sabang City, requires accurate time planning considering the high dependencies between activities and the geographical conditions of the archipelago. This study aims to analyze project scheduling using the Critical Path Method (CPM) and conduct a probabilistic evaluation of

project duration through a normal distribution approach. Research data in the form of activities, work weights, durations, and dependencies were obtained from the project implementation schedule document. The analysis begins with the preparation of the work network, calculation of ES, EF, LS, and LF parameters using forward pass and backward pass procedures, and identification of the critical path. The results show that the project's critical path includes a series of activities A – B – C – D – F – G – H – I – J – K – L – M – O with a completion duration of 81.41 days. This duration shows a time acceleration of 41.85% compared to the initial planned duration of 140 days. Furthermore, the probabilistic analysis results showed a Z value of 7.19, with a project completion probability of ≤ 140 days approaching 100%, indicating a very low risk of delay. These findings confirm that the CPM method is effective in optimizing scheduling, minimizing activities that could potentially cause delays, and increasing the certainty of the Balohan–Sabang Road project completion time.

Keywords: Critical Path Method (CPM), Project Scheduling, Critical Path, Project Duration.

A. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur transportasi, khususnya jalan, memiliki peranan penting dalam meningkatkan konektivitas wilayah, mobilitas masyarakat, serta pertumbuhan ekonomi. Pada wilayah kepulauan seperti Kota Sabang, keberadaan jalan Balohan–Sabang menjadi jalur utama yang menghubungkan Pelabuhan Balohan dengan pusat kota, sehingga ketepatan waktu penyelesaian pekerjaan konstruksi berpengaruh langsung terhadap mobilitas masyarakat, pariwisata, serta stabilitas pelayanan publik. Keterlambatan dalam proyek jalan tidak hanya menyebabkan gangguan aksesibilitas, namun juga berdampak pada peningkatan biaya, penurunan efisiensi, dan terganggunya kegiatan ekonomi daerah sehingga perencanaan waktu yang akurat menjadi sangat diperlukan (Farida & Anenda, 2022).

Proyek konstruksi, termasuk pembangunan jalan, kerap mengalami keterlambatan akibat cuaca, hambatan material, koordinasi yang kurang optimal, dan kesalahan dalam penyusunan jadwal. Penelitian menyebutkan bahwa ketidaktepatan dalam menentukan urutan kerja dan aktivitas prioritas menjadi penyebab utamanya (Rembulan & Yuhao, 2023). Pada proyek jalan Balohan–Sabang, risiko keterlambatan semakin besar karena setiap tahap—dari galian hingga pengaspalan—saling bergantung. Keterlambatan satu aktivitas langsung mempengaruhi aktivitas berikutnya dan menurunkan efisiensi waktu. Studi konstruksi di Indonesia juga menunjukkan bahwa lemahnya penjadwalan dan tidak tepatnya identifikasi jalur kritis menjadi faktor utama keterlambatan. Oleh sebab itu, pengelolaan waktu yang efektif sangat penting

agar proyek jalan Balohan–Sabang dapat selesai tepat waktu dan mendukung peningkatan konektivitas serta perekonomian daerah (Solahuddin & Octavia, 2024).

Dalam upaya meminimalkan keterlambatan proyek, metode penjadwalan seperti Critical Path Method (CPM) merupakan salah satu metode penjadwalan deterministik yang banyak digunakan dalam proyek konstruksi karena mampu mengidentifikasi jalur kritis dan menentukan durasi minimum proyek. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa CPM mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan waktu dalam proyek konstruksi. CPM menyediakan informasi penting seperti waktu mulai paling awal (early start), waktu selesai paling akhir (late finish), serta kelonggaran waktu (float) untuk setiap aktivitas. Informasi ini memungkinkan manajer proyek mengalokasikan sumber daya secara lebih tepat dan mengidentifikasi aktivitas mana yang harus diprioritaskan untuk mencegah keterlambatan. Studi-studi pada proyek gedung maupun infrastruktur membuktikan bahwa penggunaan CPM menghasilkan penjadwalan yang lebih realistis dan terstruktur (Amu et al., 2023).

Pada proyek jalan, efektivitas CPM terbukti mampu mendukung penyusunan jadwal yang efisien dan realistis. Penelitian yang dilakukan oleh Ridwan, A. (2025) menunjukkan bahwa CPM dapat mengoptimalkan alur kerja dan mengidentifikasi aktivitas kritis secara akurat sehingga membantu perencanaan yang lebih sistematis. Dalam konteks proyek jalan Balohan–Sabang, penerapan CPM sangat relevan karena proyek ini memiliki rangkaian pekerjaan yang saling bergantung dan sensitif terhadap kondisi geografis wilayah Sabang. Dengan mengidentifikasi aktivitas kritis melalui CPM, perencanaan waktu dapat dilakukan secara lebih optimal, sehingga pekerjaan yang memiliki risiko keterlambatan dapat ditangani lebih awal. Selain itu, CPM membantu menentukan aktivitas yang dapat dipercepat, aktivitas yang memiliki ruang kelonggaran, serta durasi optimal proyek sehingga penyusunan jadwal dapat lebih realistis (Lestari et al., 2022).

Permasalahan utama dalam proyek jalan Balohan–Sabang adalah belum adanya analisis penjadwalan yang komprehensif yang mampu mengidentifikasi aktivitas kritis, hubungan ketergantungan pekerjaan, serta potensi risiko keterlambatan. Ketidakjelasan jaringan kerja dan belum diterapkannya metode penjadwalan modern membuat jadwal proyek menjadi kurang optimal dan rentan berubah (Sugiarta, T. (2022). Oleh karena itu, penggunaan metode Critical Path Method (CPM) diperlukan untuk menganalisis jaringan kerja secara sistematis, menentukan durasi optimal, serta mengidentifikasi aktivitas yang berpotensi menyebabkan

keterlambatan. Melalui penerapan CPM, penelitian ini bertujuan memperoleh informasi mengenai aktivitas kritis, durasi proyek yang paling efisien, serta memberikan rekomendasi teknis yang dapat mendukung pengendalian jadwal bagi pihak kontraktor maupun pemerintah daerah.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penggunaan metode CPM menjadi sangat penting dalam penyusunan jadwal proyek jalan Balohan–Sabang. CPM mampu memberikan gambaran jaringan kerja yang menyeluruh, mengoptimalkan durasi proyek, meminimalkan potensi keterlambatan, serta mendukung pengawasan waktu secara lebih efektif. Dengan metode ini, aktivitas kritis dapat teridentifikasi dengan jelas, alur kerja dapat disusun lebih efisien, dan durasi penyelesaian proyek dapat diproyeksikan secara lebih tepat. Oleh karena itu, penelitian berjudul *“Penerapan Metode CPM dalam Penjadwalan Proyek Jalan Balohan–Sabang”* menjadi relevan untuk memastikan proyek dapat selesai sesuai target dan memberikan manfaat maksimal bagi masyarakat serta perkembangan ekonomi wilayah Sabang.

B. STUDI LITERATUR

Manajemen waktu merupakan salah satu aspek krusial dalam penyelenggaraan proyek konstruksi karena berpengaruh langsung terhadap efisiensi biaya, mutu pekerjaan, dan ketepatan waktu penyelesaian. Menurut Permatasari et al. (2023), pengendalian jadwal yang baik memungkinkan pelaksanaan aktivitas proyek secara teratur dan sistematis sehingga risiko keterlambatan dapat diminimalkan. Pada proyek jalan, perencanaan waktu menjadi semakin kompleks karena setiap aktivitas memiliki ketergantungan teknis yang tinggi, mulai dari pembersihan lahan, pekerjaan tanah, perkerasan, struktur, hingga pengaspalan. Oleh sebab itu, metode penjadwalan yang mampu menggambarkan hubungan antaraktivitas secara jelas diperlukan untuk memastikan pencapaian target waktu proyek.

Salah satu metode penjadwalan yang banyak digunakan adalah **Critical Path Method (CPM)**, yaitu metode deterministik yang memetakan seluruh aktivitas proyek dalam bentuk jaringan sehingga hubungan ketergantungan antaraktivitas dapat terlihat dengan jelas. Menurut Aji (2025), CPM memberikan informasi menyeluruh mengenai durasi proyek, urutan aktivitas, serta aktivitas-aktivitas yang berada pada jalur kritis. Aktivitas yang berada pada jalur kritis bersifat sangat penting karena keterlambatan sedikit saja akan berdampak langsung pada keterlambatan keseluruhan proyek. Oleh karena itu, penentuan jalur kritis merupakan tahap utama dalam penerapan CPM.

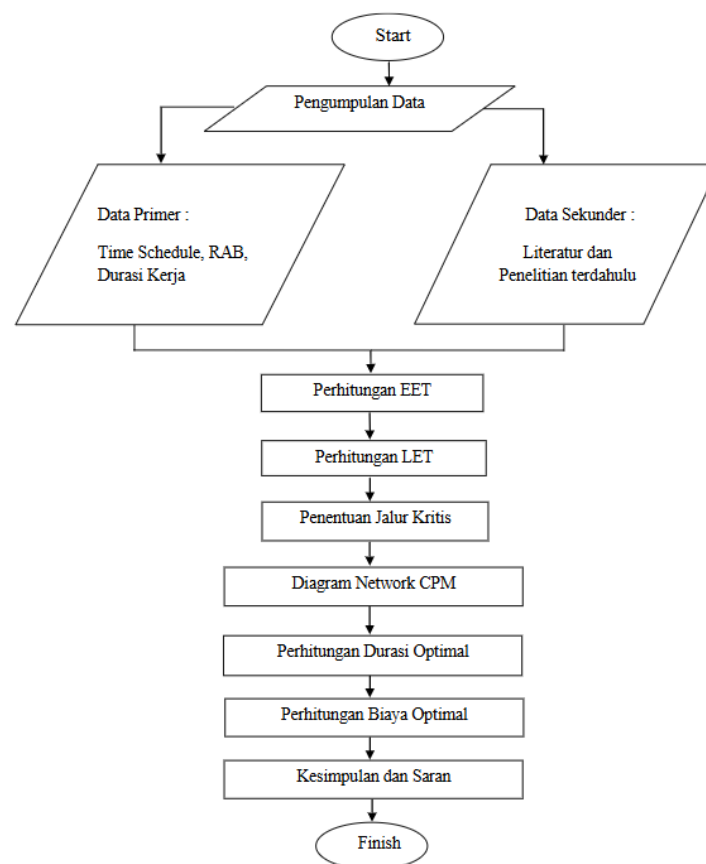
CPM bekerja melalui dua proses perhitungan, yaitu *forward pass* dan *backward pass*. Proses *forward pass* digunakan untuk menghitung waktu paling awal dimulainya suatu aktivitas (*early start*) dan waktu paling awal aktivitas tersebut dapat selesai (*early finish*). Sementara itu, proses *backward pass* digunakan untuk menentukan waktu paling lambat dimulainya (*late start*) dan waktu paling lambat aktivitas dapat selesai (*late finish*). Menurut Handayani dan Ganistian (2021), perbandingan antara waktu mulai paling awal dan paling lambat menghasilkan nilai *float*, yaitu kelonggaran waktu yang menunjukkan seberapa jauh suatu aktivitas dapat ditunda tanpa memengaruhi total durasi proyek. Aktivitas dengan *float* = 0 disebut sebagai aktivitas kritis dan membentuk jalur kritis proyek.

Sejumlah penelitian dalam empat tahun terakhir menunjukkan bahwa penerapan CPM pada proyek konstruksi terbukti efektif dalam memperbaiki pengendalian waktu. Farhan (2024) menemukan bahwa CPM mampu memetakan struktur aktivitas proyek secara lebih jelas sehingga memudahkan identifikasi titik-titik potensi keterlambatan. Selain itu, penelitian Kuswanto dan Olivia (2024) menegaskan bahwa penggunaan CPM dapat meningkatkan akurasi estimasi jadwal proyek karena metode ini memberikan gambaran hubungan logis antaraktivitas yang lebih terstruktur. Penelitian terbaru oleh JEB (2024) juga menunjukkan bahwa CPM tidak hanya membantu mengidentifikasi jalur kritis, tetapi juga memberikan dasar yang kuat bagi manajer proyek untuk melakukan perencanaan ulang (*rescheduling*) ketika terjadi perubahan kondisi lapangan.

Dalam konteks proyek jalan, metode CPM sangat relevan karena pekerjaan jalan memiliki alur kegiatan yang bersifat berurutan, sehingga setiap aktivitas harus direncanakan secara cermat untuk menghindari keterlambatan. Studi oleh Ashadi et al. (2024) pada proyek infrastruktur kawasan menunjukkan bahwa CPM efektif dalam menentukan aktivitas yang memerlukan prioritas khusus, terutama pekerjaan tanah dan pekerjaan perkerasan yang sangat bergantung pada kondisi cuaca dan logistik. Berdasarkan kajian tersebut, penerapan CPM pada proyek Jalan Balohan–Sabang penting dilakukan untuk mendapatkan struktur penjadwalan yang lebih sistematis, mengidentifikasi aktivitas kritis secara akurat, serta memberikan rekomendasi pengendalian waktu yang sesuai dengan kondisi lapangan di wilayah kepulauan.

C. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian lapangan yang dilakukan pada proyek Pembangunan Ruas Jalan Utama Kawasan Pelabuhan Penyeberangan Balohan, Gampong Balohan, Kecamatan Sukajaya, Kota Sabang. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada ketersediaan data jadwal pelaksanaan proyek yang lengkap serta adanya kebutuhan evaluasi terhadap efisiensi durasi proyek dengan metode perencanaan jaringan kerja. Penelitian lapangan dilakukan untuk memahami kondisi nyata pelaksanaan proyek, karakteristik aktivitas pekerjaan, serta alur ketergantungan antarkegiatan yang akan dianalisis menggunakan metode CPM dan pendekatan probabilistik.



Gambar 1. Alur Penelitian

Pada Gambar 1. merupakan alur penelitian yang dimulai dari tahap Pengumpulan Data. Dalam penelitian ini digunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer meliputi bobot pekerjaan, daftar aktivitas, serta ketergantungan antaraktivitas yang diperoleh dari dokumen time schedule proyek. Sedangkan data sekunder terdiri dari buku literatur, jurnal

ilmiah, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan metode CPM, network planning, serta analisis probabilistik menggunakan distribusi normal.

Tahapan berikutnya adalah menyusun durasi kerja dengan cara mengonversi bobot pekerjaan menjadi durasi aktivitas. Setelah durasi setiap aktivitas diperoleh, kegiatan kerja tersebut diurutkan sesuai dengan keterkaitan satu sama lain sehingga membentuk jaringan kerja (Network Planning). Penyusunan jaringan kerja ini dilakukan dengan menggunakan metode CPM (Critical Path Method) yang dibantu oleh perangkat lunak Microsoft Excel agar perhitungan dapat dilakukan secara akurat.

Setelah jaringan kerja terbentuk, dilakukan perhitungan waktu untuk setiap aktivitas, yaitu menentukan nilai ES (Early Start), EF (Early Finish), LS (Late Start), dan LF (Late Finish). Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh nilai float untuk mengidentifikasi aktivitas yang berada pada lintasan kritis. Lintasan kritis kemudian digunakan untuk mengetahui durasi penyelesaian proyek secara keseluruhan berdasarkan perhitungan CPM.

Selanjutnya dilakukan analisis probabilistik untuk memperkirakan tingkat kepastian waktu penyelesaian proyek berdasarkan hasil perhitungan CPM. Analisis probabilistik dilakukan dengan menggunakan pendekatan distribusi normal, yang diawali dengan penentuan durasi ekspektasi proyek (μ) dan deviasi standar (σ). Setelah itu dihitung nilai Z untuk mengetahui peluang proyek dapat diselesaikan dalam waktu target tertentu. Perhitungan probabilitas ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai tingkat risiko keterlambatan proyek serta peluang keberhasilan penyelesaian sesuai jadwal rencana.

Tahap terakhir dari penelitian ini adalah menarik kesimpulan berdasarkan hasil perhitungan CPM dan analisis probabilistik. Pada tahap ini diberikan pula saran sebagai rekomendasi terkait pengelolaan waktu proyek, efektivitas penjadwalan, serta penerapan metode CPM dan analisis probabilistik pada proyek-proyek konstruksi selanjutnya.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian diambil dari proyek pembangunan ruas jalan utama di kawasan pelabuhan penyeberangan Balohan yang berada di Gampong Balohan, Kecamatan Sukajaya, Kota Sabang yang diambil dari web https://bpks.go.id/storage/277/658531457551b_008-Jadwal-Pelaksanaan-Pekerjaan-Paket-Jalan-Balohan-Sabang-Final.pdf? dengan pelaksana proyek CV. Sinar Pulau Weh. Data aktivitas proyek disajikan pada Tabel 1 berikut, yang memuat kode aktivitas, hubungan ketergantungan (predecessor), serta bobot pekerjaan (%).

Tabel 1. Data aktivitas

Nomor	Kode	Kegiatan	Predecessor	Bobot (%)	Durasi (Hari)
1	A	Mobilisasi	-	2.79	3.91
2	B	Keselamatan dan kesehatan kerja	A	2.92	4.09
3	C	Relokasi pemindahan tiang listrik	B	0.39	0.55
4	D	Galian biasa	C	3.70	5.29
5	E	Timbunan biasa dari sumber galian	D	7.28	10.14
6	F	Timbunan pilihan dari sumber galian	D	12.34	17.28
7	G	Penyiapan badan jalan	E, F	0.16	0.22
8	H	Geotekstil separator kelas 2	G	2.82	3.95
9	I	Lapis pondasi agregat kelas A	H	0.96	1.34
10	J	Lapis resap pengikat - aspal emulsi	I	0.25	0.35
11	K	Laston lapis antara (AC-BC) (sesuai JMF)	J	5.01	7.99
12	L	Bahan anti pengelupasan	K	0.04	0.06
13	M	Beton struktur fc' 20 Mpa (sesuai JMF)	L	31.70	44.38
14	N	Beton fc' 10 Mpa (untuk lantai kerja)	M	11.31	15.83
15	O	Baja tulangan Sirip BJTS 420A	M	13.39	18.75
16	P	Pemindahan dinding turap beton type W-400 B 1000	O, N	4.94	6.92

Perhitungan ES, EF, LS, LF

Setelah seluruh durasi aktivitas ditentukan, tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan waktu mulai dan selesai untuk masing-masing aktivitas dalam jaringan kerja.

Parameter waktu yang dianalisis meliputi:

- Early Start (ES), yaitu waktu paling awal suatu aktivitas dapat dimulai berdasarkan penyelesaian aktivitas pendahulunya.
- Early Finish (EF), yakni waktu paling awal aktivitas tersebut dapat diselesaikan, diperoleh dari penjumlahan antara ES dan durasi aktivitas.

- Late Start (LS), yaitu waktu paling lambat aktivitas dapat dimulai tanpa menyebabkan keterlambatan pada keseluruhan proyek.
- Late Finish (LF), yaitu waktu paling lambat aktivitas dapat diselesaikan tanpa memengaruhi batas waktu proyek.

Perhitungan ES dan EF dilakukan dengan prosedur *forward pass*, yakni penelusuran jaringan dari aktivitas awal menuju aktivitas akhir dengan cara mengakumulasi durasi aktivitas. Sebaliknya, nilai LS dan LF diperoleh melalui *backward pass*, yaitu penelusuran dari aktivitas terakhir kembali ke aktivitas awal untuk menentukan batas waktu keterlambatan maksimum yang masih dapat ditoleransi. Secara matematis, perhitungan kedua pasangan parameter tersebut mengikuti persamaan:

$$EF = ES + \text{Durasi}$$

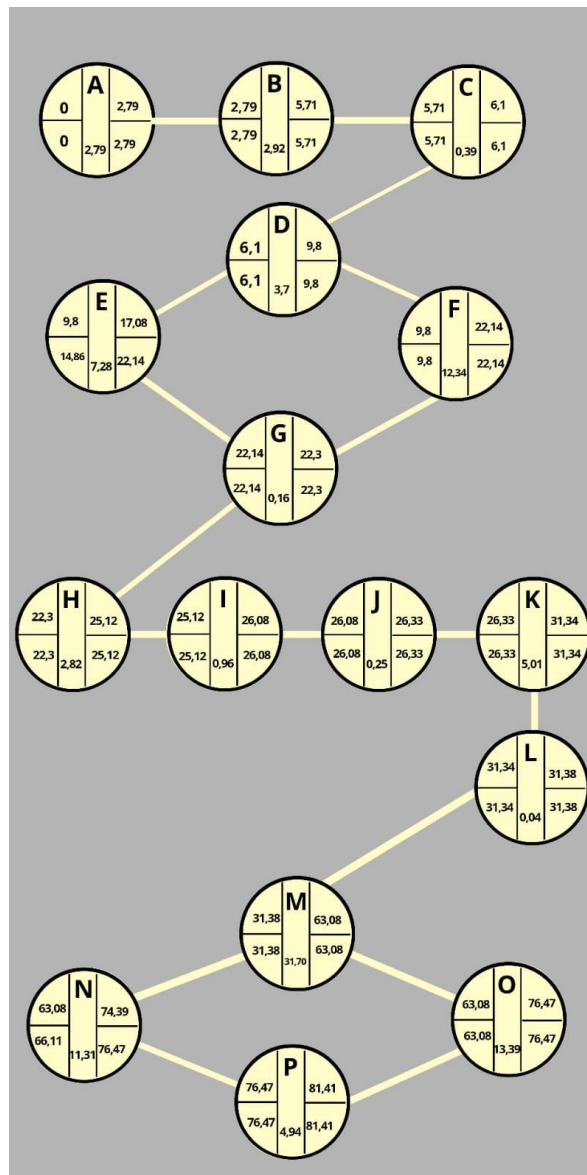
$$LS = LF - \text{Durasi}$$

Tahap ini menghasilkan rangkaian nilai ES, EF, LS, dan LF untuk seluruh aktivitas dalam jaringan. Hasil lengkap perhitungannya disajikan pada Tabel 3 sebagai dasar dalam mengidentifikasi aktivitas kritis dan jalur kritis proyek.

Tabel 3. Perhitungan ES, EF, LS, LF

Nomor	Kode	Kegiatan	Pred ecess or	Bobot (%)	Durasi (Hari)	ES	EF	LS	LF
1	A	Mobilisasi	-	2.79	3.91	0	2,79	0	2,79
2	B	Keselamatan dan kesehatan kerja	A	2.92	4.09	2,79	5,71	2,79	5,71
3	C	Relokasi pemindahan tiang listrik	B	0.39	0.55	5,71	6,1	5,71	6,1
4	D	Galian biasa	C	3.70	5.29	6,1	9,8	6,1	9,8
5	E	Timbunan biasa dari sumber galian	D	7.28	10.14	9,8	17,08	14,86	22,14
6	F	Timbunan pilihan dari sumber galian	D	12.34	17.28	9,8	22,14	9,8	22,14

7	G	Penyiapan badan jalan	E, F	0.16	0.22	22,14	22,3	22,14	22,3
8	H	Geotekstil separator kelas 2	G	2.82	3.95	22,3	25,12	22,3	25,12
9	I	Lapis pondasi agregat kelas A	H	0.96	1.34	25,12	26,08	25,12	26,08
10	J	Lapis resap pengikat - aspal emulsi	I	0.25	0.35	26,08	26,33	26,08	26,33
11	K	Laston lapis antara (AC-BC) (sesuai JMF)	J	5.01	7.99	26,33	31,34	26,33	31,34
12	L	Bahan anti pengelupasan	K	0.04	0.06	31,34	31,38	31,34	31,38
13	M	Beton struktur f_c' 20 Mpa (sesuai JMF)	L	31.70	44.38	31,38	63,08	31,38	63,08
14	N	Beton f_c' 10 Mpa (untuk lantai kerja)	M	11.31	15.83	63,08	74,39	65,11	76,47
15	O	Baja tulangan Sirip BJTS 420A	M	13.39	18.75	63,08	76,47	63,08	76,47
16	P	Pemindahan dinding turap beton type W-400 B 1000	O, N	4.94	6.92	76,47	81,41	76,47	81,41



Gambar 3. Nilai ES, EF, LS, LF

Penentuan Jalur Kritis

Jalur kritis ditentukan berdasarkan aktivitas yang memiliki nilai *float* sama dengan nol. Aktivitas tersebut tidak memiliki toleransi keterlambatan dan secara langsung menentukan durasi proyek. Hasil analisis menunjukkan bahwa jalur kritis terdiri dari rangkaian aktivitas:

$$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow J \rightarrow K \rightarrow L \rightarrow M \rightarrow O$$

Aktivitas pada jalur kritis memiliki nilai $ES = LS$ dan $EF = LF$. Dengan menjumlahkan seluruh durasi aktivitas pada jalur kritis, diperoleh durasi total proyek sebesar 81,41 hari. Jika dibandingkan dengan durasi rencana awal berdasarkan bar chart yaitu 140 hari, maka terjadi

percepatan durasi sebesar $140 - 81,41$ haru = 58,59 hari. Percepatan waktu sebesar 41,85% ini menunjukkan bahwa metode CPM mampu mengoptimalkan alur pekerjaan secara signifikan dengan mempertimbangkan ketergantungan aktivitas dan waktu kritis.

Analisis Bias dengan Distribusi Normal

Analisis probabilistik digunakan untuk mengevaluasi tingkat kepastian durasi proyek yang diperoleh melalui metode CPM. Dalam pendekatan ini, durasi hasil perhitungan CPM sebesar 81,41 hari diperlakukan sebagai nilai ekspektasi atau rata-rata (*mean*, μ) dari distribusi waktu penyelesaian proyek. Selanjutnya, deviasi standar (σ) ditetapkan sebesar 10% dari nilai ekspektasi sebagai representasi variasi alami yang mungkin terjadi selama pelaksanaan.

$$\sigma = 0,10 \times 81,41 = 8,141$$

Dengan mempertimbangkan target waktu penyelesaian proyek sebesar 140 hari, probabilitas pencapaian target tersebut dihitung menggunakan nilai Z pada distribusi normal. Nilai Z menunjukkan seberapa jauh target waktu berada dari nilai ekspektasi dalam satuan deviasi standar, yang dihitung melalui:

$$Z = \frac{T - \mu}{\sigma}$$
$$Z = \frac{140 - 81,41}{8,141} = 7,19$$

Nilai Z sebesar 7,19 mengindikasikan bahwa waktu penyelesaian 140 hari berada sangat jauh di sisi kanan kurva distribusi normal. Berdasarkan tabel distribusi normal standar, nilai ini berasosiasi dengan probabilitas mendekati 100%, sehingga dapat disimpulkan bahwa penyelesaian proyek sebelum mencapai 140 hari berada dalam tingkat kepastian yang sangat tinggi.

Tabel 4. Perhitungan bias dan distribusi normal

Parameter	Nilai
Durasi ekspektasi (μ)	81,41 hari
Target waktu (T)	140 hari
Deviasi standar (σ)	8,141
Nilai Z	7,19
Probabilitas selesai ≤ 140 hari	$\approx 100\%$

Durasi ekspektasi (μ)	81,41 hari
-----------------------------	------------

Hasil analisis probabilistik tersebut menegaskan bahwa durasi proyek yang diestimasi menggunakan metode CPM memiliki tingkat risiko keterlambatan yang sangat rendah, sehingga jadwal pelaksanaan dapat dianggap stabil dan memiliki kepastian yang tinggi.

Berdasarkan keseluruhan hasil analisis, diperoleh bahwa penyusunan jaringan kerja mampu memberikan gambaran yang sistematis mengenai hubungan ketergantungan antaraktivitas sehingga proses identifikasi lintasan kritis dapat dilakukan dengan lebih tepat. Estimasi durasi yang diperoleh melalui konversi bobot pekerjaan menghasilkan waktu penyelesaian aktivitas yang akurat dan selanjutnya menjadi dasar dalam penentuan parameter waktu pada metode CPM. Lintasan kritis yang terbentuk menunjukkan rangkaian aktivitas yang tidak memiliki kelonggaran waktu dan karenanya tidak boleh mengalami keterlambatan. Hasil perhitungan durasi proyek melalui metode CPM juga menunjukkan bahwa waktu penyelesaian aktual jauh lebih efisien dibandingkan durasi rencana awal. Selain itu, analisis probabilistik dengan distribusi normal mengindikasikan tingkat kepastian yang sangat tinggi bahwa proyek dapat diselesaikan lebih cepat daripada jadwal yang telah ditetapkan, sehingga risiko keterlambatan dapat dikatakan sangat rendah.

D. KESIMPULAN

Penerapan metode CPM dan PERT pada proyek pembangunan Jalan Balohan–Sabang berhasil mengidentifikasi lintasan kritis proyek yaitu A – B – C – D – F – G – H – I – J – K – L – M – O dengan durasi penyelesaian proyek sebesar 81,41 hari. Hasil ini menunjukkan percepatan waktu sebesar 58,59 hari (41,85%) dibandingkan dengan durasi rencana awal 140 hari. Hasil analisis probabilistik menunjukkan nilai $Z = 7,19$ dengan probabilitas penyelesaian proyek ≤ 140 hari mendekati 100%, yang berarti risiko keterlambatan sangat rendah. Dengan demikian, metode CPM terbukti efektif dalam mengoptimalkan penjadwalan, mengendalikan aktivitas kritis, serta meningkatkan kepastian waktu penyelesaian proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, N. M. (2025). *Construction Project Scheduling Optimization with Critical Path Method (CPM)*. Jurnal SITEKIN. <https://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/sitekin/article/download/37258/12457>

- Ambalinggi, Y., dkk. (2024). *Analysis Use of PERT/CPM: Optimizing Manufacturing/Construction Processes*. RisetPress.
<https://risetpress.com/index.php/jbmed/article/download/942/658/4441>
- Fadlansyah, H. (2024). *Road Construction Delay Risk Identification and Application of CPM to Identify Critical Activities*. Jurnal Rekayasa Sipil.
<https://jrs.ft.unand.ac.id/index.php/jrs/article/download/1040/225>
- Ashadi, R. F., dkk. (2024). *Analisis Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode CPM pada Infrastruktur Kawasan*. Jurnal Ilmiah Teknik Industri.
- Farhan, M. F. F. (2024). *Analisa Penjadwalan Proyek Menggunakan CPM dan PERT (Studi Kasus Gedung KONI Jakarta)*. JTTI — Journal of Technology and Industrial.
<https://journal.arsilmedia.com/index.php/JTTI/article/view/79>
- Farhan, M. F. F. (2024). *Analisa Penjadwalan Proyek Menggunakan Critical Path Method (CPM)*. JTTI – Journal of Technology and Industrial.
<https://journal.arsilmedia.com/index.php/JTTI/article/view/79>
- Farida, Y., & Anenda, L. P. (2022). Network planning analysis on road construction projects by CV. X using evaluation review technique (pert)-critical path method (CPM) and crashing method. *International Journal of Integrated Engineering*, 14(4), 377-390.
- FW Santoso. (2025). *A Comparative Analysis of the CPM and PERT Methods in Project Time Management*. Civil Engineering Journal.
<https://journal.pubmedia.id/index.php/civilengineering/article/download/3927/3640/9303>
- Handayani, W., & Ganistian, G. A. (2021). *Application of Critical Path Method (CPM) and S-Curve on Scheduling Deep Water Well Pump Construction Project in Sorong, West Papua*. Asia Pacific International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
https://www.researchgate.net/publication/375849121_Application_of_Critical_Path_Method_CPM_and_S-Curve_on_Scheduling_Deep_Water_Well_Pump_Construction_Project_in_Sorong_West_Papua
- Handayani, L., & Ganistian, M. (2021). *Critical Path Analysis for Infrastructure Projects*. Journal of Civil Engineering Studies.
- Iluk, T., Ridwan, A., & Winarto, S. (2020).

- Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Gedung Parkir 3 Lantai Grand Panglima Polim Kediri. *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, 3(2), 162-176.
- JEB. (2024). *Implementation of Time Management Using the Critical Path Method (CPM)*. Journal of Economics & Business. <https://journal.unismuh.ac.id/index.php/jeb/article/view/17010/pdf>
- Kuswanto, A., & Olivia, T. (2024). *Project Planning Analysis with the Critical Path Method (CPM) and PERT (Case: SMK Infrastructure)*. JIST Publikasi Indonesia. <https://jist.publikasiindonesia.id/index.php/jist/article/download/8884/2902/18041M>
- Rizal, M. R. (2025). *Manajemen Penjadwalan Waktu Pada Proyek Preservasi Jalan Tomata, Kabupaten Morowali Utara Dengan Metode Cpm Dan Pert* (Doctoral Dissertation, Universitas Sulawesi Barat).
- Lestari, L., Suseno, A., & Sunakalis, G. C. (2022) Penerapan Metode Project Evaluation and Review Technique (PERT) dan Critical Path Method (CPM) terhadap Pembangunan Gedung. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 880-888.
- Permatasari, T. R., Setyaning, L. B., & Aziz, U. A. (2023). *Analisis Penjadwalan Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM) pada Pembangunan Gedung Dindikbud Kabupaten Purworejo*. Jurnal Surya Beton.
- Ridwan, A. (2025). Optimizing Project Time Management Using the Critical Path Method (CPM) and Program Evaluation and Review Technique (PERT). *Jurnal Aplikasi Pelayaran dan Kepelabuhanan*, 15(2), 354-361
- Rembulan, G. D., & Yuhao, S. (2023). Penerapan Metode CPM dan PERT Pada Proyek Konstruksi Gereja Kemah Tabernake PIK 2 Jakarta Utara. *Journal Of Industrial and Manufacture Engineering*, 7(2), 147-160.
- Rosalinda, R. (2023). *Analysis of Project Time and Cost Control with CPM, PERT and Other Methods*. SJR — OJSPUSTEK. <https://ojspustek.org/index.php/SJR/article/download/622/452>
- Sugiarta, T. (2022). Analisis Penjadwalan Proyek Remote Terminal Unit dengan Penerapan Metode CPM dan PERT di PT. XYZ. *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, 14(2).
- Sugiyarto Soeparyanto, T., Nuhun, R., Annisa, A., Yusran, H. A., Ariatno, H., & Zulfitriah, L. M. (2024). *Analysis of Project Scheduling Using The CPM Method (Case Study)*. Journal

of Civil Engineering and Planning, 5(1).

<https://journal.uib.ac.id/index.php/jce/article/view/9206>

Sholahuddin, M., & Octavia, Y. N. (2024). Penerapan Critical Path Method (Cpm) Pada Proyek Rekonstruksi Jalan Untuk Mengidentifikasi Kegiatan Pekerjaan Jalur Kritis. *DEARSIP: Journal of Architecture and Civil*, 4(02), 72-84. <https://doi.org/10.52166/dearsip.v4i02.7822>

Syahputra, R. (2024). *Application of The CPM to Rescheduling Project (Case Study: Preprocessing Building)*. IRAJTMA. <https://e-journals.irapublishing.com/index.php/IRAJTMA/article/view/90>

Amu, T. E., Tjakra, J., & Pratas, P. A. (2023). Penerapan Metode PERT Dan CPM Dalam Pembangunan Christian Center. *Tekno*, 21(83), 409-419.

Wahyudiono, S., Andardi, F. R., Rusdianto, Y., & Awalludiensyah, R. (2023). Penerapan Metode Program Evaluation and Review Technique (PERT) Pada Proyek Malang Creative Center (MCC) Berdasarkan Building Information Modelling (BIM). *Media Teknik Sipil*, 21(2), 66-76.