

Analisis Manajemen Proyek pada Pekerjaan Jalan Papakelan-Tanggari-Tonseal Lama dengan Metode *Critical Path Method (CPM)*

Nungki Sutrisno¹, Estrellita V.Y. Waney², Daisy D.G. Pangemanan³, Dwars Soukotta⁴

Teknik Jalan Jembatan, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, ¹
Konstruksi Bangunan Gedung, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado ^{2,3,4}
E-mail: nungkisutrisno@yahoo.com

Abstrak

Pengelolaan proyek infrastruktur jalan yang efisien menjadi kunci keberhasilan dalam pencapaian target waktu, biaya, dan kualitas pekerjaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi manajemen proyek pada pembangunan jalan Papakelan–Tanggari–Tonseal lama dengan memanfaatkan pendekatan *Critical Path Method (CPM)*. Fokus utama analisis meliputi penentuan lintasan kritis, estimasi durasi optimal proyek, serta perhitungan biaya pelaksanaan. Metode penelitian yang diterapkan adalah eksperimen lapangan dengan pendekatan kuantitatif, menggunakan data seperti jadwal pelaksanaan, rencana anggaran biaya (RAB), dan estimasi waktu pengerjaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa lintasan kritis terdiri dari tujuh aktivitas utama dengan total durasi 125 hari, dan estimasi biaya untuk jalur kritis mencapai Rp.1.877.586.823,00. Dengan tingkat probabilitas keberhasilan sebesar 99,99%, proyek diprediksi dapat selesai sesuai jadwal yang ditetapkan. Temuan ini menegaskan bahwa metode CPM mampu memberikan kontribusi signifikan dalam perencanaan dan pengendalian proyek konstruksi jalan.

Kata kunci manajemen proyek, CPM, lintasan kritis, waktu optimal, estimasi biaya

1. PENDAHULUAN

Manajemen proyek merupakan suatu pendekatan sistematis dalam mengelola berbagai sumber daya agar tujuan proyek dapat tercapai secara tepat dan efisien. Menurut Heizer dan Render (2016), keberhasilan manajemen proyek ditentukan oleh ketepatan waktu penyelesaian, kesesuaian anggaran, serta pencapaian mutu yang telah direncanakan. Dalam praktiknya, pelaksanaan proyek sering kali mengalami berbagai hambatan seperti keterlambatan jadwal, biaya yang membengkak, dan mutu pekerjaan yang tidak sesuai harapan.

Kendala-kendala ini umumnya bersumber dari perencanaan yang tidak matang, lemahnya koordinasi antar tim proyek, serta perubahan kondisi di lapangan yang tidak terantisipasi. Hal ini diperkuat oleh temuan Siregar, Asfarina, dan Salsabilah (2025) yang menyatakan bahwa sejumlah besar proyek konstruksi mengalami keterlambatan dan kenaikan biaya akibat kurangnya pengendalian waktu serta alokasi sumber daya yang tidak optimal. Dalam studi Suparno et al. (2020), disebutkan bahwa lebih dari 60% proyek jalan di Indonesia mengalami penyimpangan terhadap perencanaan awal.

Untuk meminimalkan risiko tersebut, diperlukan penerapan metode manajemen proyek yang tepat dan terukur. Salah satu metode yang paling umum digunakan adalah *Critical Path Method (CPM)*, yang mampu mengidentifikasi lintasan aktivitas terpanjang yang menentukan total durasi proyek. Selain CPM, metode seperti Program Evaluation and Review Technique (PERT), Earned

Value Management (EVM), Lean Construction, dan manajemen risiko proyek juga dapat diadopsi untuk meningkatkan efisiensi pelaksanaan.

Dalam penelitian ini, penulis memilih CPM sebagai alat analisis karena metode ini efektif dalam menyoroti aktivitas-aktivitas yang bersifat kritis dan tidak dapat ditunda tanpa mempengaruhi keseluruhan jadwal proyek. Dengan demikian, fokus manajemen dapat diarahkan secara tepat untuk menjaga kestabilan jadwal proyek.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berjudul 'Analisis Manajemen Proyek pada Pekerjaan Jalan Papakelan–Tanggari–Tonsealama dengan Metode Critical Path Method (CPM)'.

2. METODE PENELITIAN

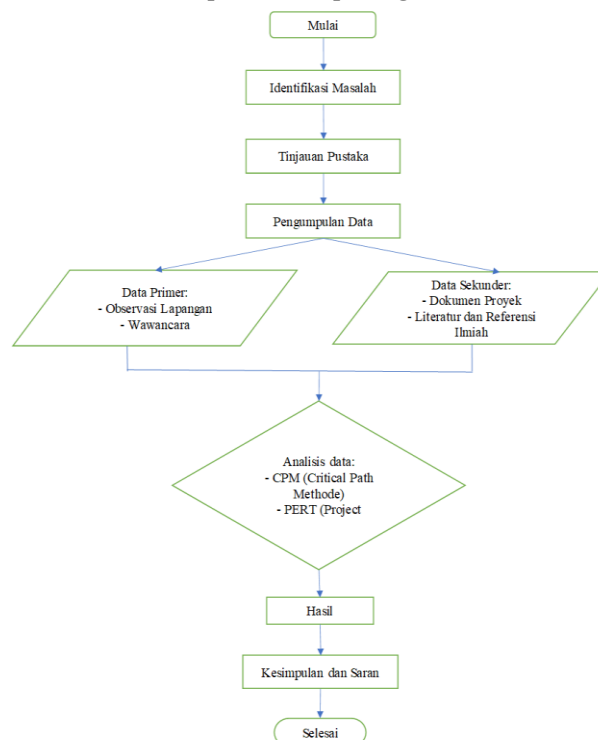
Pada kegiatan ini, dilakukan pengujian dari proyek yang sudah ada untuk menganalisis manajemen dengan metode CPM. Waktu Penelitian dari Januari sampai April 2025

Data yang diperlukan pada penelitian ini yaitu waktu penyelesaian proyek, jadwal pelaksanaan dan anggaran biaya proyek. Dengan demikian penelitian ini akan mengumpulkan data primer dan sekunder.

- Data sekunder adalah data yang berasal dari sumber utama atau tangan pertama dari masalah yang sedang dikaji atau pihak yang berhubungan langsung dengan persoalan yang diteliti, seperti rencana anggaran biaya proyek, kurva S dan waktu penyelesaian proyek dari dokumen buku proyek yang didapat dari CV. Mitra Mandiri.
- Data primer adalah data pendukung yang didapatkan dari studi literatur dan wawancara dengan para pekerja atau pihak perusahaan kontraktor yang diambil dari CV. Mitra Mandiri.

2.1. Bagan Alir Penelitian

Tahapan penelitian secara skematis dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

2.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Secara detail dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

2.3. Jenis Studi

Penelitian ini memanfaatkan dua jenis pendekatan data, yaitu:

- Data kualitatif merupakan informasi yang disajikan dalam bentuk narasi atau deskripsi verbal, bukan angka. Data ini mencerminkan makna, persepsi, atau proses sosial yang terjadi dalam konteks sebenarnya. Menurut Flick (2023), pendekatan kualitatif digunakan untuk menggali pemahaman mendalam terhadap suatu fenomena melalui metode seperti wawancara, observasi langsung, dan telaah dokumen. Dalam konteks penelitian ini, data kualitatif diperoleh dari analisis hubungan logis antar aktivitas konstruksi jalan. Informasi ini menjadi dasar dalam menyusun diagram jaringan kerja (network planning) serta mengidentifikasi lintasan kritis proyek. Pemahaman atas struktur ketergantungan ini membantu meningkatkan efektivitas dalam penjadwalan proyek.
- Data kuantitatif adalah jenis data dalam angka dan bisa dianalisis secara statistik. Seperti dijelaskan oleh Sugiyono (2022), data kuantitatif memungkinkan pengukuran yang objektif terhadap variabel yang diteliti. Pada penelitian ini, data kuantitatif mencakup durasi tiap aktivitas proyek, keseluruhan jadwal pelaksanaan, estimasi biaya proyek,

kebutuhan tenaga kerja, serta data numerik lain yang digunakan dalam pengolahan menggunakan metode Critical Path Method (CPM).

2.4. Analisa hasil

Analisis hasil merupakan tahapan penting dalam proses penelitian yang berfungsi untuk menginterpretasikan data yang telah dikumpulkan dan diolah. Pada tahap ini, dilakukan evaluasi terhadap penerapan metode yang digunakan guna menilai sejauh mana metode tersebut efektif dan efisien dalam mendukung pelaksanaan proyek pembangunan jalan Papakelan-Tanggari-Tonsealama yang berlokasi di Kabupaten Minahasa.

Bagian terakhir pada metodologi penelitian ini mencakup penyusunan kesimpulan dan pemberian saran. Kesimpulan dirancang untuk merangkum inti dari temuan yang diperoleh secara ringkas, jelas, dan terstruktur. Sementara itu, saran disampaikan sebagai masukan atau rekomendasi terkait metode yang paling sesuai untuk diimplementasikan dalam proyek serupa, dengan harapan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas manajemen proyek di masa mendatang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Umum Proyek

Proyek pekerjaan jalan Papakelan-Tanggari-Tonsealama di Kabupaten Minahasa ini memiliki panjang jalan 350 m. Kontraktor pelaksana pada pembangunan ini adalah CV. Citra Mandiri. Tujuan pelaksanaan pembangunan ini adalah untuk mempermudah akses yang sudah ada dalam menjangkau lokasi tertentu.

3.2. Data Pelaksanaan Proyek, Kurva S dan RAB

Pengumpulan data merupakan hal penting dalam penelitian ini. Data proyek mencakup RAB (berisi uraian pekerjaan, satuan, kuantitas, harga satuan, jumlah harga bobot) dan kurva S. Dapat dilihat pada Tabel berikut

Tabel 1. RAB Uraian pekerjaan
(Sumber CV. Citra Mandiri)

Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)	
DIVISI 1 UMUM	Rp	55,121,500.00
DIVISI 2 KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA	Rp	14,300,000.00
DIVISI 3 DRAINASE	Rp	216,025,771.00
DIVISI 4 PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK	Rp	319,625,240.85
DIVISI 5 PEKERJAAN PREVENTIF	Rp	0.00
DIVISI 6 PEKERJAAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON SEMEN	Rp	907,688,686.19
DIVISI 7 PERKERASAN ASPAL	Rp	485,591,362.18
DIVISI 8 STRUKTUR	Rp	180,586,826.27
A. Jumlah Harga Perkiraan	Rp	2,178,939,387.22
B. PPN = 11% x A	Rp	239,683,332.59
C. Total Harga + PPN = A + B	Rp	2,418,622,719.82
D. Dibulatkan	Rp	2,418,622,000.00

Tabel 2. RAB Proyek Pekerjaan Jalan Papakelan-Tanggari-Tonsealama
(Sumber CV. Citra Mandiri)

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6
Divisi.1	Umum				
1	Mobilisasi	Ls	1.00	55,121,500.00	55,121,500.00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 1 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					55,121,500.00
Divisi.2	Keselamatan dan Kesehatan Kerja :				
	2.1. Penyiapan dokumen penerapan SMK				
1	Pembuatan dokumen RKK, RKPPL, RMLLP, RMPK	Set	1.00	275,000.00	275,000.00
	2.2. Sosialisasi, promosi dan pelatihan				
1	Spanduk (Banner)	Lb	1.00	50,000.00	50,000.00
2	Poster/leaflet	Lb	1.00	50,000.00	50,000.00
3	Papan Informasi Keselamatan konstruksi	Bh	1.00	150,000.00	150,000.00
	2.3. Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri				
	APD, antara lain				
1	Topi pelindung (Safety Helmet)	Bh	5.00	50,000.00	250,000.00
2	Pelindung mata (Goggles, Spectacles)	Bh	5.00	25,000.00	125,000.00
3	Pelindung pernafasan dan mulut (masker, masker respirator)	Box	5.00	50,000.00	250,000.00
4	Sarung tangan (Safety Gloves)	Psg	5.00	25,000.00	125,000.00
5	Sepatu keselamatan (Safety Shoes, rubber safety shoes and toe cap)	Psg	5.00	375,000.00	1,875,000.00
6	Rompi keselamatan (Safety Vest)	Bh	5.00	25,000.00	125,000.00
	2.4. Asuransi dan perizinan terkait keselamatan konstruksi				
1	Asuransi (Construction All Risk/Car)	Ls	1.00	2,500,000.00	2,500,000.00
	2.5. Personel Keselamatan Konstruksi				
1	Petugas P3K	Org	1.00	1,350,000.00	1,350,000.00
2	Petugas Pengatur Lalu Lintas	Org	1.00	1,250,000.00	1,250,000.00
3	Koordinator Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	Org	1.00	1,750,000.00	1,750,000.00
	2.6. Fasilitas sarana, prasarana dan alat kesehatan				
1	Peralatan P3K	Set	1.00	375,000.00	375,000.00
	2.7. Rambu dan Perlengkapan lalu lintas yang diperlukan atau manajemen lalu lintas				
1	Rambu petunjuk	Bh	1.00	100,000.00	100,000.00
2	Rambu Peringatan	Bh	1.00	100,000.00	100,000.00
	2.8. Konsultasi dengan Ahli terkait keselamatan konstruksi				
1	Ahli Struktur	OJ/ OK	1.00	2,750,000.00	2,750,000.00
	2.9. Kegiatan dan peralatan terkait Pengendalian Risiko Keselamatan Konstruksi				
1	Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	Bh	1.00	750,000.00	750,000.00
2	Bendera K3	Bh	1.00	100,000.00	100,000.00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 2 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					14,300,000.00
Divisi.3	Drainase				
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M3	160.00	122,742.29	19,638,766.30
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	156.00	1,258,891.06	196,387,005.13
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 3 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					216,025,771.44
Divisi.4	Pekerjaan Tanah dan Geosintetik				
1	Galian Biasa	M3	1,734.84	93,553.93	162,301,091.82
3	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	M3	476.25	316,672.23	150,815,150.07
2	Penyiapan Badan Jalan	M2	300.00	21,696.66	6,508,998.96
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 4 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					319,625,240.85
Divisi.6	Pekerjaan Berbutir dan Perkerasan Beton Semen				
1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	292.50	1,397,759.23	408,844,576.21
2	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	390.00	1,279,087.46	498,844,109.98
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 6 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					907,688,686.19
Divisi.7	Perkerasan Aspal				
1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	Liter	1,560.00	18,701.57	29,174,452.41
2	Laston Lapis Aus (AC-WC)	Ton	163.77	2,771,483.74	453,885,891.29
3	Bahan anti pengelupasan	Kg	26.62	95,079.58	2,531,018.47
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 7 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					485,591,362.18
Divisi.8	Struktur				
1	Beton, f'c'10 MPa	M3	109.50	1,410,346.49	154,432,940.23
1	Pasangan Batu	M3	26.93	971,180.33	26,153,886.34
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 8 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					180,586,826.57

Tabel 3. Kurva S Proyek Pekerjaan Jalan Papakelan-Tanggari-Tonsealama
(Sumber CV. Citra Mandiri)

NO. DIVISI	URAIAN ITEM PEKERJAAN	BOBOT PEK. %	WAKTU PELAKSANAAN 150 (seratus lima puluh) HARI KALENDER																		BOBOT	
			PERIODE MINGGU KE -																			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19
A	Mobilisasi	2.53	0.76								1.14										0.63	100
B	Keselamatan dan Kesehatan Kerja :	0.66	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
C	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	0.90		0.30	0.30	0.30																
D	Pasangan Batu dengan Mortar	9.01				2.25	2.25	2.25	2.25													
E	Galian Biasa	7.45	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49															
F	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	6.92							1.73	1.73	1.73	1.73										
G	Penyiapan Badan Jalan	0.30							0.10	0.10	0.10											
H	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	18.76									2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68					
I	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	22.89									3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27					
J	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	1.34															0.33	0.33	0.33	0.33		
K	Laston Lapis Aus (AC-WC)	20.83															5.21	5.21	5.21	5.21		
L	Bahan anti pengelupasan	0.12															0.03	0.03	0.03	0.03		
M	Beton, f'c'10 MPa	7.09																		2.36	2.36	
N	Pasangan Batu	1.20				0.30	0.30	0.30	0.30													
																						PHO
	JUMLAH BOBOT PEKERJAAN (%)	100.00																				
	KEMAJUAN PEKERJAAN MINGGUAN (%)		2.28	1.82	1.82	4.38	4.08	2.59	4.42	5.13	8.95	7.71	5.98	5.98	5.98	5.98	8.28	5.60	5.60	7.97	2.40	3.03
	KEMAJUAN PEKERJAAN KUMULATIF (%)		2.28	4.10	5.93	10.30	14.38	16.97	21.38	26.52	35.47	43.18	49.17	55.15	61.13	67.12	75.40	81.01	86.61	94.58	96.97	100.00

3.3. Work Break Down Structure (WBS)

Struktur pekerjaan terperinci adalah suatu metode pengelolaan proyek dalam bentuk pelaporan hierarkis. WBS dipakai untuk menguraikan setiap item pekerjaan secara detail. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan proses perencanaan proyek menjadi yang lebih baik.

WBS disusun berdasarkan hasil kajian dari semua dokumen proyek dan disusun menjadi bagian-bagian dengan mengikuti pola struktur dan hirarki tertentu menjadi item-item pekerjaan yang cukup terperinci. Hal ini diperlihatkan pada Tabel berikut.

Tabel 4. Work Breackdown Structure

No.	Task Name
1	Mobilisasi
2	Keselamatan dan Kesehatan Kerja
3	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air
4	Pasangan Batu dengan Mortar
5	Galian Biasa
6	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian
7	Penyiapan Badan Jalan
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas A
9	Lapis Pondasi Agregat Kelas B
10	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi
11	Laston Lapis Aus (AC-WC)
12	Bahan anti pengelupasan
13	Beton, f'c'10 MPa
14	Pasangan Batu

3.4. Durasi Aktivitas

Waktu pelaksanaan (durasi) kegiatan merupakan elemen pekerjaan yang biasanya ditemukan pada WBS. Berdasarkan durasi ini CV. Citra Mandiri menetapkan bahwa pelaksanaan pekerjaan pembangunan jalan 150 hari kalender.

Untuk memudahkan penggambaran *network diagram*, setiap aktivitas dapat disusun berurutan berdasarkan durasi kegiatan. Waktu pelaksanaan dari setiap aktivitas diperlihatkan pada Tabel 5.

Durasi harian di dapat berdasarkan rumus berikut ini : $\frac{bobot}{100} \times jumlah\ hari$

Tabel 5. Durasi Setiap Kegiatan

No.	Nama	Aktivitas	Durasi (Hari)
1	Mobilisasi	A	4
2	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	B	2
3	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	C	2
4	Pasangan Batu dengan Mortar	D	13
5	Galian Biasa	E	10
6	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	F	10
7	Penyiapan Badan Jalan	G	2
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H	27
9	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I	33
10	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	J	2
11	Laston Lapis Aus (AC-WC)	K	30
12	Bahan anti pengelupasan	L	2
13	Beton, fc' 10 MPa	M	11
14	Pasangan Batu	N	2
TOTAL			150

3.5. Data Biaya Aktivitas

Data biaya aktivitas merupakan biaya total material pengerjaan jalan Papakelan-Tanggari-Tonsealama Rp. 2,178,939,387.22 dengan rincian pada Tabel 6.

Tabel 6. Anggaran Biaya Setiap Proses

No.	Task Name	Aktivitas	Durasi (Hari)	Anggaran Biaya
1	Mobilisasi	A	4	55,121,500.00
2	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	B	2	14,300,000.00
3	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	C	2	19,638,766.30
4	Pasangan Batu dengan Mortar	D	13	196,387,005.13
5	Galian Biasa	E	10	162,301,091.82
6	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	F	10	150,815,150.07
7	Penyiapan Badan Jalan	G	2	6,508,998.96
8	LPA Kelas A	H	27	408,844,576.21
9	LPA Kelas B	I	33	498,844,109.98
10	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	J	2	29,174,452.41
11	Laston Lapis Aus (AC-WC)	K	30	453,885,891.29
12	Bahan anti pengelupasan	L	2	2,531,018.47
13	Beton, fc' 10 MPa	M	11	154,432,940.23
14	Pasangan Batu	N	2	26,153,886.34
TOTAL				2,178,939,387.22

3.6. Pengolahan data

Data yang telah dikumpulkan dari proyek pembangunan jalan Papakelan-Tanggari-Tonsealama dimanfaatkan sebagai dasar dalam menyusun jaringan kerja (*network planning*) proyek. Jaringan ini menggambarkan urutan dan keterkaitan antar aktivitas konstruksi, mulai dari tahap awal persiapan hingga pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Metode yang diterapkan dalam penyusunan jaringan kerja ini adalah Critical Path Method (CPM), yang bertujuan untuk

mengidentifikasi total durasi pelaksanaan proyek berdasarkan jalur aktivitas yang paling menentukan keberhasilan waktu penyelesaian.

3.7. Metode Critical Path Method (CPM)

Sebelum perhitungan dibuat terlebih dahulu jadwal kegiatan pendahulu seluruh aktifitas yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Jadwal Kegiatan Manual

No	Kegiatan	Aktivitas	Predecessor	Durasi (Hari)
1	Mobilisasi	A	-	4
2	K3	B	-	2
3	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	C	A	2
4	Pasangan Batu dengan Mortar	D	E	13
5	Galian Biasa	E	-	10
6	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	F	B, D	10
7	Penyiapan Badan Jalan	G	D	2
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H	I	27
9	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I	F, G	33
10	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	J	I	2
11	Laston Lapis Aus (AC-WC)	K	H	30
12	Bahan anti pengelupasan	L	H	2
13	Beton, f_c 10 MPa	M	N	11
14	Pasangan Batu	N	C	2

Berdasarkan jadwal kegiatan tersebut disusun diagram *network planning*. Nilai pada diagram tersebut diisi berdasarkan pada perhitungan maju, yaitu:

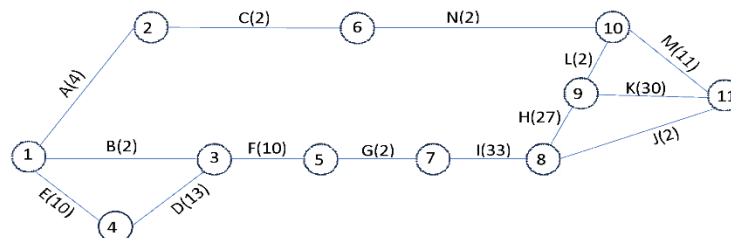
- Saat paling awal untuk terjadinya kegiatan (event) yang pertama dari jaringan kerja disamakan dengan nol ($SA = 0$)
- Tiap-tiap aktivitas mulai paling awalnya (MA) disamakan dengan saat awal terjadinya ($MA = SA$),
- Jadi, $BA = MA + d = SA + d$

Pada penggabungan event, saat mulai paling awal terjadinya disamakan dengan harga terbesar dari saat berakhir paling awal dari aktivitas-aktivitas sebelumnya perhitungan mundur sesudah langkah cara perhitungan maju selesai dilakukan sampai event yang terakhir.

Diperlukan untuk melakukan perhitungan mundur dengan memperhatikan pedoman utama yaitu:

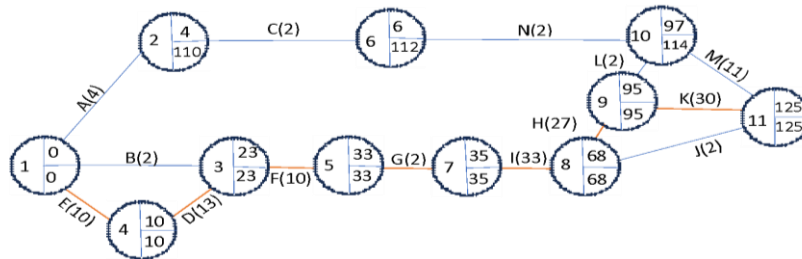
- Saat paling lambat yang diijinkan pada event terakhir dari jaringan kerja disamakan dengan saat paling awal tersebut yang didapat dari cara perhitungan maju ($S = SA$).
- Saat paling lambat diijinkan untuk suatu aktivitas adalah (ML) sama dengan saat berakhir paling lambat (SL) yang diijinkan untuk kejadian berikutnya dikurangi waktu pelaksanaan aktivitas tersebut ($BA = MA + d = SA + d$)

Untuk Burst event, saat paling lambat yang diijinkan untuk terjadinya suatu event sama dengan harga terkecil dari saat mulai paling lambat yang diijinkan untuk aktivitas sesudahnya.



Gambar 3. Network Diagram CPM

Selanjutnya adalah dengan hitungan maju dan hitungan mundur, hitungan maju untuk mengetahui *Earliest Start (ES)* dan *Earliest Finish (EF)* dan hitungan mundur untuk mengetahui *Lates Star (LS)* dan *Lates Finish (LF)*. Waktu selesai paling awal suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal, ditambah lamany waktu kegiatan tersebut. $EF = ES + D$ (durasi) atau $EF (k-1) = ES (k-1) + D$ (durasi). Hal ini ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 4. Network diagram CPM dengan jalur kritis

Dari hasil perhitungan di dapat total float yang terlihat pada tabel 8 dengan rumus menghitung Total Float:

$$TF (i,j) = LT_j - ET_i - t_{ij}$$

Keterangan:

TF (i,j) adalah total float dari aktifitas i dan j

ET adalah waktu paling awal

LT adalah waktu paling lambat

Tabel 8. Total Float dan Jalur Kritis

Aktifitas	Total Float	Keterangan
A	$TF (1,2) = 110 - 0 - 4 = 106$	TK
B	$TF (1,3) = 23 - 0 - 2 = 21$	TK
C	$TF (2,6) = 112 - 4 - 2 = 106$	TK
D	$TF (4,3) = 23 - 10 - 13 = 0$	K
E	$TF (1,4) = 10 - 0 - 10 = 0$	K
F	$TF (3,5) = 33 - 23 - 10 = 0$	K
G	$TF (5,7) = 35 - 33 - 2 = 0$	K
H	$TF (8,9) = 95 - 68 - 27 = 0$	K
I	$TF (7,8) = 68 - 35 - 33 = 0$	K
J	$TF (8,11) = 125 - 68 - 2 = 55$	TK
K	$TF (9,11) = 125 - 95 - 30 = 0$	K
L	$TF (9,10) = 114 - 95 - 2 = 17$	TK
M	$TF (10,11) = 125 - 97 - 11 = 17$	K
N	$TF (6,10) = 114 - 6 - 2 = 106$	K

Keterangan:

TK adalah jalur tidak kritis

K adalah jalur kritis

Dengan hitungan maju (forward pass) dan mundur (backward pass) yang dilakukan melalui diagram jaringan kerja, didapatkan bahwa aktivitas yang ada pada jalur kritis yaitu kegiatan E, D, F, G, I, H, dan K. Aktivitas tersebut meliputi pekerjaan seperti Pasangan Batu dengan Mortar, Galian Biasa, Penyiapan Badan Jalan, Timbunan Pilihan dari Sumber Galian, LPA kelas A, LPA kelas B, serta Laston Lapis Aus (AC-WC), dengan total waktu pelaksanaan selama 125 hari.

Durasi proyek berdasarkan jalur kritis tersebut menunjukkan efisiensi waktu yang signifikan, yakni 25 hari lebih cepat dibandingkan dengan rencana awal yang menetapkan durasi 150 hari

kalender. Karena nilai *total float* pada jalur kritis adalah nol, maka setiap keterlambatan pada salah satu aktivitas tersebut akan langsung mengakibatkan keterlambatan pada penyelesaian proyek secara keseluruhan.

3.8. Estimasi Biaya

Untuk melihat biaya normal pada jalur kritis bisa dilihat pada Tabel 9 yaitu pada aktivitas E, D, F, G, I, H, K. Dimana jalur kritis yang didapat pada metode CPM dan PERT adalah sama.

Tabel 9. Anggaran Biaya Normal jalur Kritis

No	Aktivitas	Duration	Anggaran Biaya	
1	E	10	Rp	162,301,092.00
2	D	13	Rp	196,387,005.00
3	F	10	Rp	150,815,150.00
4	G	2	Rp	6,508,999.00
5	I	33	Rp	498,844,110.00
6	H	27	Rp	408,844,576.00
7	K	30	Rp	453,885,891.00
Total			Rp	1,877,586,823.00

Maka kenaikan biaya percepatan pada titik kritis = Rp 2,253,104,187.6

Tabel 10. Anggaran Jalur Tidak Kritis

Aktivitas	Anggaran	
A	Rp	55,121,500
B	Rp	14,300,000
C	Rp	19,638,766
J	Rp	29,174,452
L	Rp	2,531,018
M	Rp	154,432,940
N	Rp	26,153,886
Total	Rp	301,352,562

Maka jumlah anggaran biaya proyek setelah dilakukan percepatan menggunakan CPM menjadi Rp 2.554.456.749,6 dengan durasi 125 hari.

4. KESIMPULAN

Hasil analisis terhadap proyek pembangunan jalan Papakelan–Tanggari–Tonsealama dengan pendekatan metode Critical Path Method (CPM), diperoleh beberapa kesimpulan penting sebagai berikut:

1. Penyusunan jaringan kerja berdasarkan urutan logis dan ketergantungan antar aktivitas berhasil dilakukan dengan sistematis, memberikan gambaran menyeluruh terhadap struktur pelaksanaan proyek.
2. Jalur kritis dalam proyek ini terdiri dari aktivitas: Galian Biasa (E), Pasangan Batu dengan Mortar (D), Timbunan Pilihan (F), Penyiapan Badan Jalan (G), Lapis Pondasi Agregat Kelas B (I), Lapis Pondasi Agregat Kelas A (H), dan Laston Lapis Aus (K). Seluruh aktivitas ini tidak memiliki kelonggaran waktu ($float = 0$), sehingga penundaan pada salah satunya akan mengakibatkan keterlambatan proyek secara keseluruhan.
3. Total durasi proyek berdasarkan perhitungan metode CPM adalah 125 hari, sedangkan waktu yang direncanakan 150 hari. Hal ini menunjukkan bahwa CPM efektif dalam

mengidentifikasi waktu optimal penyelesaian proyek dan membuka peluang percepatan yang efisien.

4. Estimasi biaya proyek pada kondisi normal tercatat sebesar Rp2.178.939.387,22, sedangkan estimasi biaya untuk aktivitas jalur kritis mencapai Rp1.877.586.823,00. Setelah dilakukan percepatan, estimasi total biaya proyek meningkat menjadi Rp2.554.456.749,60. Meskipun terjadi kenaikan sebesar 17,23%, percepatan ini memungkinkan penyelesaian proyek lebih awal tanpa mengurangi mutu pekerjaan.

Dengan demikian, metode CPM terbukti menjadi alat yang sangat bermanfaat dalam merencanakan, mengendalikan, dan mengevaluasi proyek konstruksi, terutama dalam meningkatkan efektivitas waktu dan efisiensi biaya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dan bimbingan dalam penyusunan karya ilmiah ini. Secara khusus, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Daisy D.G. Pangemanan, ST., MT., M.Si. selaku dosen pembimbing I
2. Ibu Estrellita V. Y. Waney, ST., M.EngMgt selaku dosen pembimbing II
3. Ibu Dr. Febriane P. Makalew, ST., MUDD selaku Penanggung Jawab Program Alih Transfer RPL AT TJJ
4. Bapak Pendekar Trio Lonan, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil
5. Dr. Sandri Linna Sengkey, ST., MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil

DAFTAR PUSTAKA

Adde Currie Siregar, & Iffiginia. (2019). Penggunaan Critical Path Method (CPM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT) dalam penjadwalan proyek pembangunan jalan raya. *Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 45–53.

Atkinson, R. (2023). *Project management: Delivering success in time, cost, and quality*. Routledge.

Barlow, J., Hansen, P., & Svejvig, P. (2024). Project complexity and performance: Reframing project management success. *International Journal of Project Management*, 42(2), 101–112.

Creswell, J. W. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.

Egedegbe, S. E., Olanrewaju, B., & Okoro, I. (2024). Project Management Using CPM and PERT (Case: UNN Lecture Hall). *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 15(3), 45–52.

Flick, U. (2023). *An introduction to qualitative research* (7th ed.). SAGE Publications.

Hansen, P., & Svejvig, P. (2023). Rethinking project success: A multidimensional approach. *International Journal of Project Management*, 41(1), 1–10.

Heizer, J., & Render, B. (2016). *Operations management* (12th ed.). Pearson Education.

Khan, S., & Smith, T. (2023). Managing risk and uncertainty in infrastructure project scheduling. *Journal of Construction Engineering and Management*, 149(5), 04023017.

- Kurniawan, D., & Mulyono, H. (2024). Minimizing Delay in Construction Project at PT Freeport Indonesia using Crashing CPM-PERT Approach and Monte Carlo Simulation. *Journal of Engineering and Project Management*, 15(1), 23–31.
- Li, X., Zhang, Y., & Wu, C. (2024). Optimization of construction scheduling using hybrid CPM-PERT models. *Journal of Construction Engineering and Management*, 150(2), 05023001.
- Nicholas, J. M., & Steyn, H. (2012). *Project management for engineering, business and technology* (4th ed.). Routledge.
- Pangemanan, D. D. G., Waney, E. V. Y., & Makalew, F. P. (2024). *Pengantar Manajemen Proyek*. Politeknik Negeri Manado.
- Project Management Institute (PMI). (2023). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)* (7th ed.). PMI.
- Soft Vision Development. (2024). *Understanding construction project dynamics*. Retrieved from <https://softvision.dev/projects/dynamics>
- Suharni, A., Pratama, Y., & Lestari, I. (2024). Project scheduling analysis using the CPM and PERT: A case study. *Jurnal Teknik Sipil Indonesia*, 10(2), 78–86.
- Suparno, R., Halim, M., & Winoto, A. (2020). Evaluasi kinerja proyek jalan nasional menggunakan metode CPM dan PERT. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil INTECH*, 6(2), 122–130.
- Siregar, W., Asfarina, S., & Salsabilah, S. (2025). Analisis keterlambatan proyek konstruksi dengan pendekatan manajemen waktu. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Manajemen Proyek*, 13(1), 9–15.
- Winarto, A., Setiawan, R., & Nugroho, T. (2023). Evaluasi pelaksanaan proyek menggunakan metode PERT dan CPM. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 17(1), 54–61.
- van den Houten, F., Peters, L., & Zhang, Y. (2024). Managing complexity in infrastructure projects. *Journal of Project Management Innovation*, 6(1), 17–29.
- Wikipedia. (2025). *Proyek konstruksi*. https://id.wikipedia.org/wiki/Proyek_konstruksi
- Zhang, Y., & Wu, C. (2025). Comparative study of CPM and PERT in highway development projects. *Journal of Civil Engineering Research*, 15(1), 33–42.
