



Penjadwalan Waktu Proyek Pembangunan Puskesmas Kakaskasen, Tomohon
Dengan Menggunakan Metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

Christy N. V. Langkun^{#a}, Jantje B. Mangare^{#b}, Jermias Tjakra^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^achristynvlangkun26@gmail.com, ^bmangarejantje01@gmail.com, ^ctjakra.jermias@gmail.com

Abstrak

Infrastruktur berperan penting dalam pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Keberhasilan proyek konstruksi bergantung pada perencanaan dan manajemen yang efektif untuk mencegah keterlambatan akibat koordinasi yang kurang, keterbatasan sumber daya, dan ketidakpastian. Metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) membantu mengidentifikasi jalur kritis dan memperkirakan potensi keterlambatan, meskipun penerapannya menghadapi kendala seperti ketidakpastian estimasi waktu. Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada proyek Pembangunan Puskesmas Kakaskasen, Tomohon, metode PERT berhasil mengidentifikasi jalur kritis yang terdiri dari berbagai aktivitas, seperti pekerjaan persiapan, pekerjaan bored pile, pekerjaan pile cap, pekerjaan sloof, pekerjaan kolom, pekerjaan balok, pekerjaan plat lantai, pekerjaan kolom lantai 2, pekerjaan ring balok, pekerjaan arsitektur lantai 1, pekerjaan arsitektur lantai 2, pekerjaan elektrikal dan plumbing, pekerjaan saluran, paving, dan kanstin, serta pekerjaan lainnya. Jalur kritis yang panjang menunjukkan tingkat sensitivitas proyek terhadap keterlambatan. Analisis PERT juga menunjukkan bahwa proyek memiliki deviasi standar sebesar 2,35, dan berdasarkan tabel distribusi normal, peluang penyelesaian proyek dalam 210 hari adalah 73,57%. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa metode PERT dapat digunakan secara efektif dalam perencanaan waktu proyek, namun diperlukan strategi tambahan untuk meningkatkan akurasi estimasi dan mitigasi risiko keterlambatan.

Kata kunci: manajemen proyek, penjadwalan, program evaluation and review technique, jalur kritis, proyek konstruksi

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Infrastruktur berperan penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Proyek konstruksi, baik skala besar maupun kecil, memerlukan perencanaan dan manajemen yang efektif untuk memastikan efisiensi, ketepatan waktu, serta kesesuaian dengan anggaran yang ditetapkan. Namun, keterlambatan proyek masih menjadi tantangan utama akibat kurangnya koordinasi, keterbatasan sumber daya, serta ketidakpastian selama pelaksanaan.

Ketepatan waktu merupakan indikator keberhasilan proyek, sehingga penjadwalan yang baik menjadi aspek krusial dalam manajemen konstruksi. Salah satu metode yang umum digunakan adalah *Program Evaluation and Review Technique* (PERT), yang mampu mengidentifikasi jalur kritis serta memperkirakan probabilitas target penyelesaian proyek dalam jangka waktu tertentu. Namun, penerapannya sering kali tidak optimal akibat ketidakpastian estimasi waktu, perubahan lingkup proyek, dan keterbatasan sumber daya.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas metode PERT dalam penjadwalan proyek konstruksi serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilannya.

1.2 Rumusan Masalah

Merujuk pada permasalahan yang telah diuraikan dalam latar belakang, penelitian ini merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apa saja kegiatan yang berada pada lintasan kritis proyek Pembangunan Puskesmas Kakaskasen Tomohon dengan menggunakan metode Program Evaluation Review Technique (PERT)?
2. Bagaimana standar deviasi dan probabilitas waktu penyelesaian dari proyek Pembangunan Puskesmas Kakaskasen Tomohon dengan menggunakan metode *Program Evaluation Review Technique (PERT)*?

1.3 Batasan Masalah

Untuk lebih mengarahkan tujuan ataupun sasaran penelitian ini, maka penulis membuat batasan-batasan penelitian sebagai berikut:

1. Data durasi pekerjaan sesuai dengan yang tercantum pada Time Schedule proyek Pembangunan Puskesmas Kakaskasen.
2. Tidak melakukan perhitungan analisis biaya.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, adapun tujuan dari penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengidentifikasi jalur lintasan kritis pada proyek Pembangunan Puskesmas Kakaskasen Tomohon dengan menerapkan metode Program Evaluation Review Technique (PERT).
2. Untuk mengetahui berapa besar standar deviasi dan probabilitas waktu penyelesaian dari proyek Pembangunan Puskesmas Kakaskasen Tomohon yang diperoleh dengan menggunakan metode Program Evaluation Review Technique (PERT).

2. Landasan Teori

2.1 Proyek

Proyek adalah usaha sementara yang dirancang untuk mencapai hasil unik, baik berupa produk, layanan, atau hasil spesifik lainnya. Proyek memiliki tujuan khusus yang harus dicapai dalam jangka waktu tertentu dengan memanfaatkan sumber daya secara optimal. Proyek dibatasi oleh waktu, anggaran, dan mutu, yang dikenal sebagai tiga kendala utama. Keberhasilan proyek sangat bergantung pada perencanaan dan manajemen yang tepat agar tujuan dapat tercapai sesuai dengan batasan dan kriteria yang telah ditetapkan.

2.2 Manajemen Proyek

Manajemen proyek merupakan suatu pendekatan sistematis yang digunakan dalam perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, dan penyelesaian proyek secara efisien dan efektif. Tujuan utama dari manajemen proyek adalah memastikan keberhasilan proyek dalam aspek kualitas, waktu, dan anggaran sesuai dengan perencanaan yang telah ditetapkan serta memenuhi standar kualitas yang ditentukan.

2.3 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan proses sistematis dalam mengatur waktu dan urutan pelaksanaan setiap aktivitas guna memastikan proyek dapat diselesaikan sesuai dengan target yang telah ditetapkan. Proses ini mempertimbangkan berbagai keterbatasan, seperti sumber daya, biaya, dan kondisi lapangan, untuk mengoptimalkan efisiensi pelaksanaan proyek. Penjadwalan juga berperan dalam menentukan waktu mulai dan selesai setiap aktivitas serta mengidentifikasi hubungan ketergantungan antar aktivitas, sehingga keseluruhan proyek dapat berjalan sesuai dengan perencanaan dan mencapai tujuan yang diharapkan.

2.4 Pengendalian Proyek

Proyek konstruksi memiliki karakteristik yang kompleks, di mana setiap proyek bersifat unik dan melibatkan berbagai sumber daya serta membutuhkan pengorganisasian yang baik. Untuk memastikan proyek berjalan sesuai rencana, diperlukan pengendalian yang dilakukan secara berkelanjutan selama proses pelaksanaan, dengan fokus pada pencapaian target waktu, biaya, dan performansi. Pengendalian juga berperan penting dalam mengevaluasi hasil yang telah dicapai dengan membandingkannya terhadap rencana awal, sehingga dapat dilakukan perbaikan dan penyesuaian jika diperlukan.

2.5 Metode PERT (Program Evaluation Review Technique)

Metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) dirancang untuk mengatasi tingkat ketidakpastian yang tinggi dalam estimasi durasi aktivitas proyek. PERT menggunakan pendekatan perencanaan berbasis jaringan kerja, di mana setiap aktivitas dihubungkan berdasarkan pertimbangan tertentu. Metode ini, serupa dengan *Critical Path Method* (CPM), memerlukan parameter utama seperti durasi aktivitas. Namun, berbeda dengan CPM yang menggunakan estimasi durasi tetap (*fixed duration*), PERT mengasumsikan bahwa durasi aktivitas bersifat probabilistik (*stochastic*) karena dipengaruhi oleh berbagai faktor yang bervariasi dalam pelaksanaan konstruksi. Oleh karena itu, metode PERT lebih sesuai untuk proyek dengan tingkat ketidakpastian tinggi dalam estimasi waktu pelaksanaan.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Lokasi Penelitian

- a. Nama Proyek : Pembangunan Puskesmas, Kakaskesen
- b. Lokasi : Jl. Anyelir, Kakaskesen Satu, Kec. Tomohon Utara, Kota Tomohon, Sulawesi Utara
- c. Tanggal Kontrak : 27 Mei 2024
- d. Nilai Kontrak : Rp8.707.510.887
- e. Waktu Pelaksanaan : 210 Hari Kalender
- f. Pelaksana : CV. Karya Mulia Indah



Gambar 1 Lokasi Penelitian

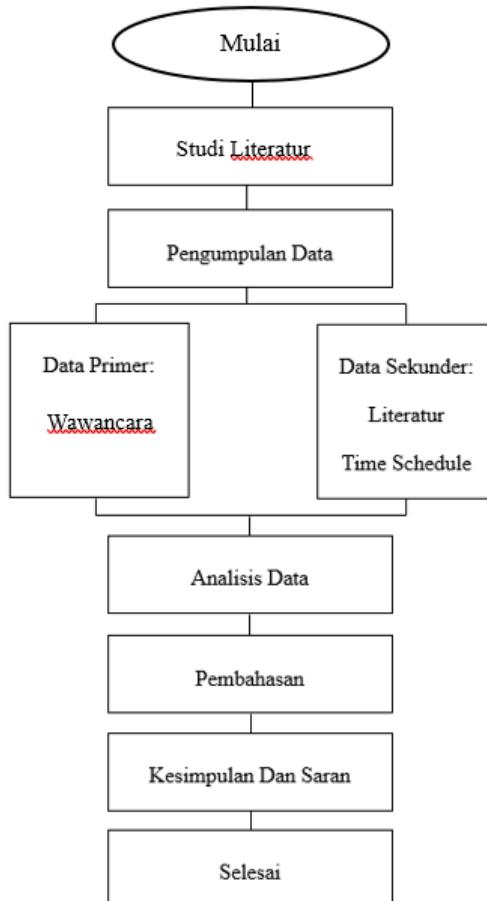
3.2 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan dengan melakukan survei dan wawancara kepada pihak pelaksana, khususnya terkait estimasi waktu optimis dan pesimis untuk

setiap item pekerjaan. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari sumber-sumber yang telah tersedia, seperti dokumen resmi, laporan, dan literatur yang relevan. Dalam penelitian ini, data sekunder yang digunakan berupa jadwal waktu (kurva S) dari proyek Pembangunan Puskesmas Kakaskasen.

3.3 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Identifikasi Pekerjaan dan Durasi

Pada proyek pembangunan Puskesmas Kakaskasen Tomohon, pekerjaan konstruksi dibagi ke dalam beberapa tahapan utama yang disusun secara sistematis berdasarkan jenis dan urutan pekerjaan. Untuk setiap tahapan pekerjaan memiliki durasi yang disesuaikan dengan tingkat kompleksitas dan volume pekerjaan yang sudah direncanakan oleh pihak kontraktor. Durasi tiap pekerjaan berdasarkan dengan *Time Schedule* untuk proyek pembangunan Puskesmas Kakaskasen Tomohon dapat dilihat pada Tabel 1.

4.2 Identifikasi Hubungan Antar Kegiatan

Identifikasi hubungan antar kegiatan/pekerjaan merupakan langkah penting dalam perencanaan proyek untuk menentukan urutan pelaksanaan dan keterkaitan antar pekerjaan. Misalnya, pekerjaan persiapan harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum pekerjaan pematangan lahan dimulai. Demikian pula, pekerjaan pondasi batu tidak dapat dilakukan sebelum pekerjaan pemadatan lahan selesai. Hubungan antar pekerjaan dalam suatu proyek dapat dianalisis menggunakan Kurva-S, yang menggambarkan progres pekerjaan dari waktu ke waktu.

Dalam Kurva-S proyek pembangunan Puskesmas, Kakaskasen, terdapat dua jenis

hubungan pekerjaan, yaitu pekerjaan yang dapat dilakukan secara bersamaan (paralel) dan beberapa jenis pekerjaan yang memiliki durasi yang terpisah. Pekerjaan yang dilakukan secara bersamaan memungkinkan percepatan proyek, sementara pekerjaan yang memiliki durasi terpisah harus diselesaikan dalam urutan tertentu sesuai dengan ketergantungan antar aktivitas.

Karena adanya variasi dalam hubungan antar pekerjaan tersebut, pendekatan *per-section* (bagian) menjadi lebih efektif dalam pengelolaan proyek. Dengan membagi pekerjaan ke dalam beberapa *section*, setiap bagian dapat dianalisis secara lebih rinci berdasarkan ketergantungan dan prioritasnya. Pendekatan ini membantu dalam perencanaan sumber daya, pemantauan progres, serta meminimalkan risiko keterlambatan yang dapat terjadi akibat ketidakseimbangan antara pekerjaan yang berjalan paralel dan pekerjaan yang harus menunggu penyelesaian tahapan sebelumnya. Logika hubungan antar pekerjaan berdasarkan *Time Schedule* dari proyek Pembangunan Puskesmas Kakaskasen Tomohon dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1 Durasi Tiap Pekerjaan

NO	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (MINGGU)
I	Pekerjaan Persiapan	9
II	Penyelenggaraan Keamanan dan Kesehatan Kerja serta Keselamatan Konstruksi	8
III	Pekerjaan Pematangan Lahan	
A	Pekerjaan Pematangan Lahan	4
B	Pekerjaan Saluran + Paving + Kanstin	6
C	Pekerjaan Pagar Depan	4
IV	Pekerjaan Gedung	
A	Pekerjaan Tanah dan Pondasi Batu	4
B	Pekerjaan Struktur	
	Pekerjaan Lantai 1	
1	Pek. Urugan pasir bawah lantai	2
2	Pek. Cor lantai kerja bawah lantai	2
3	Pek. Bored Pile	5
4	Pek. Pile Cap	4
5	Pek. Sloof	5
6	Pek. Kolom	7
7	Pek. Balok	3
8	Pek. Balok kantilever	3
9	Pek. Ring balok dan balok latei	5
10	Pek. Tangga	3
	Pekerjaan Lantai 2	
1	Pek. Plat Lantai	5
2	Pek. Cor Kolom	3
3	Pek. Ring Balok	3
4	Pek. Balok Latei	2
5	Pek. Atap Beton (Plat Dak)	1
C	Pekerjaan Arsitektur	
1	Pekerjaan Lantai 1	15
2	Pekerjaan Lantai 2	8
D	Pekerjaan Elektrikal dan Plumbing	11
E	Pekerjaan Lainnya	12

Tabel 2 Hubungan Antar Pekerjaan

NO	URAIAN PEKERJAAN	SIMBOL	DURASI	HUBUNGAN KETERGANTUNGAN	
				KEGIATAN YANG MENDAHULUI	KEGIATAN YANG MENGIKUTI
1	Pekerjaan Persiapan (1)	A1	2	-	A2
	Pekerjaan Persiapan (2)	A2	1	A1	A3
	Pekerjaan Persiapan (3)	A3	1	A2	A4, Y1
	Pekerjaan Persiapan (4)	A4	1	A3	B2
	Pekerjaan Persiapan (5)	A5	2	O1	O2
	Pekerjaan Persiapan (6)	A6	1	B5	X4
	Pekerjaan Persiapan (7)	A7	1	E1	B7
II	Penyelenggaraan Keamanan Dan Kesehatan Kerja Serta Keselamatan Konstruksi (1)	B1	2	-	A2
	Penyelenggaraan Keamanan Dan Kesehatan Kerja Serta Keselamatan Konstruksi (2)	B2	1	A4	Y2
	Penyelenggaraan Keamanan Dan Kesehatan Kerja Serta Keselamatan Konstruksi (3)	B3	1	M1	M3
	Penyelenggaraan Keamanan Dan Kesehatan Kerja Serta Keselamatan Konstruksi (4)	B4	1	P2	V4
	Penyelenggaraan Keamanan Dan Kesehatan Kerja Serta Keselamatan Konstruksi (5)	B5	1	W1	A6
	Penyelenggaraan Keamanan Dan Kesehatan Kerja Serta Keselamatan Konstruksi (6)	B6	1	W2	X4
	Penyelenggaraan Keamanan Dan Kesehatan Kerja Serta Keselamatan Konstruksi (7)	B7	1	A7	D3
III	Pekerjaan Pematangan Lahan+Saluran+Pagar				
A	Pekerjaan Pematangan Lahan (1)	C1	3	I1	C2
	Pekerjaan Pematangan Lahan (2)	C2	1	C2	J2
B	Pekerjaan Saluran + Paving + Kanstin (1)	D1	4	V4	D2
	Pekerjaan Saluran + Paving + Kanstin (2)	D2	2	X4	-
C	Pekerjaan Pagar Depan (1)	E1	2	W2	E2
	Pekerjaan Pagar Depan (2)	E2	2	E1	D3
IV	Pekerjaan Gedung				
A	Pekerjaan Tanah Dan Pondasi Batu	F1	1	I2	F2
	Pekerjaan Tanah Dan Pondasi Batu	F2	3	F1	J2
B	Pekerjaan Struktur				
	Pekerjaan Lantai 1				
	Pek. Urugan pasir bawah lantai (1)	G1	1	K2	G2, H
	Pek. Urugan pasir bawah lantai (2)	G2	1	G1	H
	Pek. Cor lantai kerja bawah lantai (1)	H	2	G2	Y3
	Pek. Bored Pile(1)	I1	1	A2	C1, F1, I2
	Pek. Bored Pile(2)	I2	4	I1	J2
	Pek. Pile Cap (1)	J1	1	F1	J2, K1
	Pek. Pile Cap (2)	J2	2	J1	J3
	Pek. Pile Cap (3)	J3	1	J2	K3
	Pek. Sloof (1)	K1	2	J1	K2, L1
	Pek. Sloof (2)	K2	1	K1	K3
	Pek. Sloof (3)	K3	2	J3	G2
	Pek. Cor Kolom(1)	L1	2	K1	L2, M1, Q
	Pek. Cor Kolom(2)	L2	5	L1	N2
	Pek. Balok (1)	M1	1	L1	M2, O1, V1
	Pek. Balok (2)	M2	1	M2	A5, M3, N1
	Pek. Balok (3)	M3	1	M2	N2
	Pek. Balok kantilever (1)	N1	1	M2	N2
	Pek. Balok kantilever (2)	N2	2	N1	P2
	Pek. Rng balok dan balok latei(1)	O1	2	M1	O1, P1
	Pek. Rng balok dan balok latei(2)	O2	3	O1	B4
	Pek. Tangga (1)	P1	2	O1	P2
	Pek. Tangga (2)	P2	1	P1	B4
	PEKERJAAN LANTAI 2				
	Pek. Plat Lantai	Q	5	L1	S1, R
	Pek. Cor Kolom	R	3	Q	W1
	Pek. Ring Balok (1)	S1	2	Q	S2, T1
	Pek. Ring Balok (2)	S2	1	S1	W1
	Pek. Balok Latei (1)	T1	1	S1	T2, U
	Pek. Balok Latei (2)	T2	1	T1	U
	Pek. Atap Beton (Plat Dak)	U	1	T1	D2
C	Pekerjaan Arsitektur				
1	Pekerjaan Lantai 1 (1)	V1	1	M1	V2, XI
	Pekerjaan Lantai 1 (2)	V2	2	V1	V3
	Pekerjaan Lantai 1 (3)	V3	2	V2	V4, X2
	Pekerjaan Lantai 1 (4)	V4	2	V3	D1, V5
	Pekerjaan Lantai 1 (5)	V5	4	V4	V6
	Pekerjaan Lantai 1 (6)	V6	1	V5	V7, Y4
	Pekerjaan Lantai 1 (7)	V7	3	V6	X4
2	Pekerjaan Lantai 2 (1)	W1	2	R, S2	B5, W2, X3
	Pekerjaan Lantai 2 (2)	W2	4	W1	B6, E1, W3
	Pekerjaan Lantai 2 (3)	W3	1	W2	W4
	Pekerjaan Lantai 2 (4)	W4	1	W3	X4
D	Pekerjaan Elektrikal Dan Plumbing (1)	X1	2	V1	V3
	Pekerjaan Elektrikal Dan Plumbing (2)	X2	2	V3	D4
	Pekerjaan Elektrikal Dan Plumbing (3)	X3	6	W1	X4
	Pekerjaan Elektrikal Dan Plumbing (4)	X4	1	X3	D3
E	Pekerjaan Lainnya (1)	Y1	2	A3	Y2
	Pekerjaan Lainnya (2)	Y2	1	B2, Y1	C2
	Pekerjaan Lainnya (3)	Y3	3	G2	V3
	Pekerjaan Lainnya (4)	Y4	6	V6	-

4.3 Hasil Analisa PERT

1. Perhitungan Waktu Penjadwalan Proyek

Dalam metode PERT, tiga durasi digunakan untuk memperkirakan waktu penyelesaian suatu aktivitas, yaitu waktu optimis (to) sebagai durasi tercepat tanpa hambatan, waktu paling mungkin (tm) sebagai durasi yang paling realistik, dan waktu pesimis (tp) sebagai durasi terlama dengan potensi hambatan, yang kemudian dihitung menggunakan rumus:

$$te = (to + 4tm + tp) / 6$$

Diambil contoh pada pekerjaan persiapan:

Diketahui:

Waktu realistik (m)	= 9 minggu
Waktu optimis (a)	= 7.2 minggu
Waktu pesimis (b)	= 9.9 minggu
Waktu yang diharapkan (Te)	= $((a+4m+b))/6$
	= $((7.2+(4 \times 9+9.9))/6$
	= 8.85 minggu

Jadi waktu yang diharapkan (te) adalah 8.85 minggu dalam menyelesaikan pekerjaan persiapan. Untuk perhitungan lebih lengkap bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Waktu Penjadwalan Proyek

NO	URAIAN PEKERJAAN	WAKTU OPTIMIS (Minggu)	WAKTU NORMAL (Minggu)	WAKTU PESIMIS (Minggu)	WAKTU YANG DIHARAPKAN
					(a) (m) (b) (te) = $(a+4m+b)/6$
I	Pekerjaan Persiapan	7.2	9	9.9	8.85
II	Penyelenggaraan Keamanan Dan Kesehatan Kerja Serta Keselamatan Konstruksi	6.4	8	8.8	7.87
III	Pekerjaan Pematangan Lahan				
A	Pekerjaan Pematangan Lahan	3.2	4	4.4	3.93
B	Pekerjaan Saluran + Paving + Kanstin	4.8	6	6.6	5.90
C	Pekerjaan Pagar Depan	3.2	4	4.4	3.93
IV	Pekerjaan Gedung				
A	Pekerjaan Tanah Dan Pondasi Batu	3.2	4	4.4	3.93
B	Pekerjaan Struktur				
	Pekerjaan Lantai 1				
1	Pek. Urugan pasir bawah lantai	1.6	2	2.2	1.97
2	Pek. Cor lantai kerja bawah lantai	1.6	2	2.2	1.97
3	Pek. Bored Pile	4.0	5	5.5	4.92
4	Pek. Pile Cap	3.2	4	4.4	3.93
5	Pek. Sloof	4.0	5	5.5	4.92
6	Pek. Kolom	5.6	7	7.7	6.88
7	Pek. Balok	2.4	3	3.3	2.95
8	Pek. Balok kantilever	2.4	3	3.3	2.95
9	Pek. Ring balok dan balok latei	4.0	5	5.5	4.92
10	Pek. Tangga	2.4	3	3.3	2.95
	Pekerjaan Lantai 2				
1	Pek. Plat Lantai	4.0	5	5.5	4.92
2	Pek. Cor Kolom	2.4	3	3.3	2.95
3	Pek. Ring Balok	2.4	3	3.3	2.95
4	Pek. Balok Latei	1.6	2	2.2	1.97
5	Pek. Atap Beton (Plat Dak)	0.8	1	1.1	0.98
C	Pekerjaan Arsitektur				
1	Pekerjaan Lantai 1	12.0	15	16.5	14.75
2	Pekerjaan Lantai 2	6.4	8	8.8	7.87
D	Pekerjaan Elektrikal Dan Plumbing				
E	Pekerjaan Lainnya	8.8	11	12.1	10.82
		9.6	12	13.2	11.80

2. Jaringan Kerja Program Evaluation Review Technique (PERT)

Jaringan kerja ini menunjukkan keterkaitan antar pekerjaan yang dilengkapi dengan waktu paling awal pekerjaan dimulai (ES), waktu paling lama pekerjaan dimulai (LS), waktu paling cepat pekerjaan selesai (EF), dan waktu paling lama pekerjaan selesai (LF).

Diambil contoh perhitungan untuk kegiatan A1:

Diketahui: ES = 0

LS = 0

Maka, TF = LS - ES

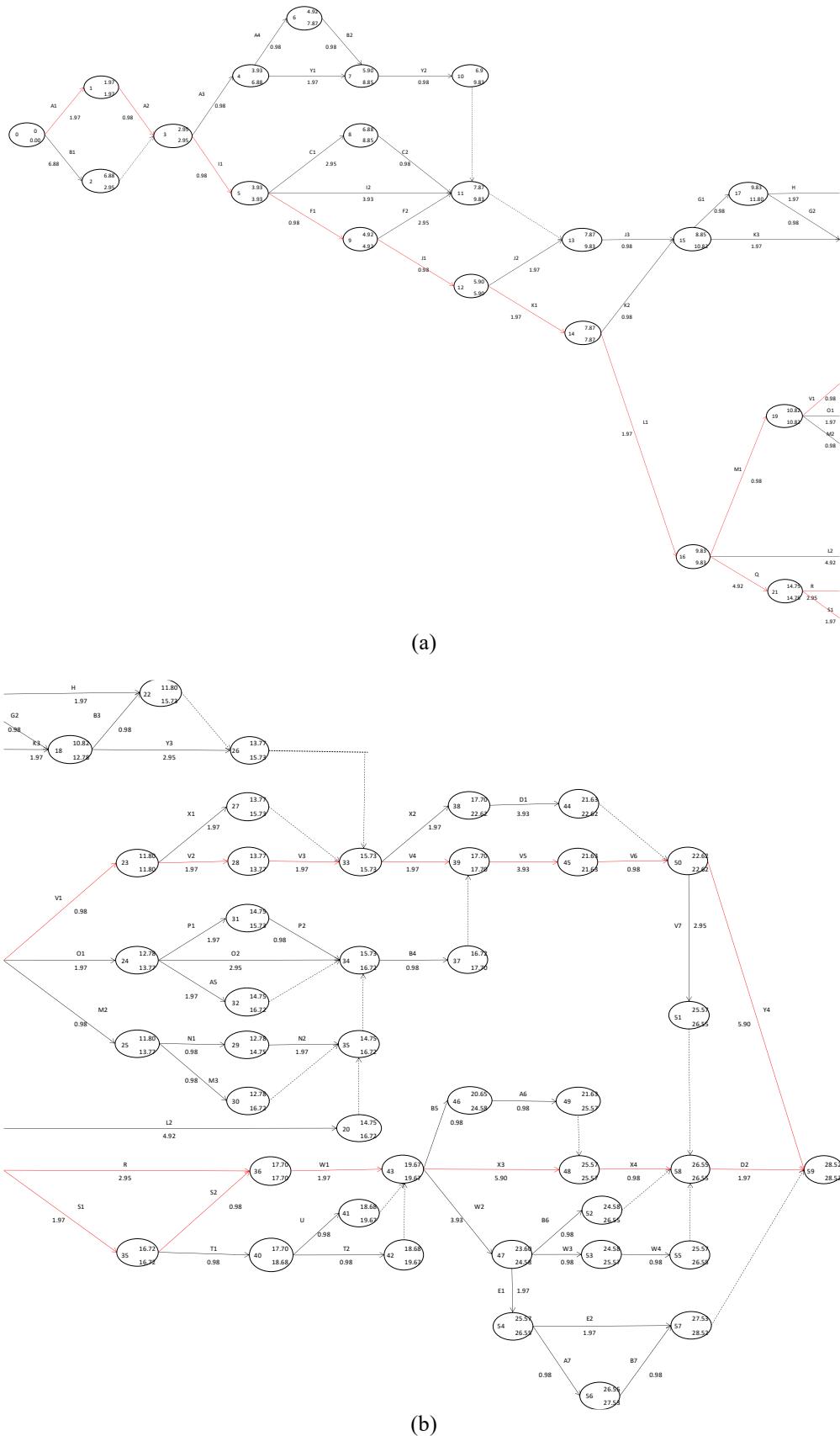
TF = 0 - 0 = 0

Seluruh yang perhitungan total float untuk setiap kegiatan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Perhitungan Total Float

Kegiatan	Durasi	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Total Float (slack)
Project	28.52					
A1	1.97	0	1.97	0	1.97	0
A2	0.98	1.97	2.95	1.97	2.95	0
A3	0.98	2.95	3.93	5.90	6.88	2.95
A4	0.98	3.93	4.92	6.88	7.87	2.95
A5	1.97	11.80	13.77	14.75	16.72	2.95
A6	0.98	20.65	21.63	24.58	25.57	3.93
A7	0.98	25.57	26.55	26.55	27.53	1
B1	1.97	0	1.97	0.98	2.95	1
B2	0.98	4.92	5.90	7.87	8.85	2.95
B3	0.98	10.82	11.80	14.75	15.73	3.93
B4	0.98	15.73	16.72	16.72	17.70	0.98
B5	0.98	19.67	20.65	23.60	24.58	3.93
B6	0.98	23.60	24.58	25.57	26.55	1.97
B7	0.98	26.55	27.53	27.53	28.52	0.98
C1	2.95	3.93	6.88	5.90	8.85	1.97
C2	0.98	6.88	7.87	8.85	9.83	1.97
D1	3.93	17.70	21.63	18.68	22.62	1
D2	1.97	26.55	28.52	26.55	28.52	0
E1	1.97	23.60	25.57	24.58	26.55	1
E2	1.97	25.57	27.53	26.55	28.52	1
F1	0.98	3.93	4.92	3.93	4.92	0
F2	2.95	4.92	7.87	6.88	9.83	1.97
G1	0.98	8.85	9.83	10.82	11.80	1.97
G2	0.98	9.83	10.82	11.80	12.78	1.97
H	1.97	9.83	11.80	13.77	15.73	3.93
I1	0.98	2.95	3.93	2.95	3.93	0
I2	3.93	3.93	7.87	5.90	9.83	1.97
J1	0.98	4.92	5.90	4.92	5.90	0
J2	1.97	5.90	7.87	7.87	9.83	1.97
J3	0.98	7.87	8.85	9.83	10.82	1.97
K1	1.97	5.90	7.87	5.90	7.87	0
K2	0.98	7.87	8.85	8.85	9.83	0.98
K3	1.97	8.85	10.82	10.82	12.78	1.97
L1	1.97	7.87	9.83	7.87	9.83	0
L2	4.92	9.83	14.75	11.80	16.72	1.97
M1	0.98	9.83	10.82	9.83	10.82	0
M2	0.98	10.82	11.80	12.78	13.77	1.97
M3	0.98	11.80	12.78	15.73	16.72	3.93
N1	0.98	11.80	12.78	13.77	14.75	1.97
N2	1.97	12.78	14.75	14.75	16.72	1.97
O1	1.97	10.82	12.78	11.80	13.77	1
O2	2.95	12.78	15.73	13.77	16.72	1
P1	1.97	12.78	14.75	13.77	15.73	1
P2	0.98	14.75	15.73	15.73	16.72	1
Q	4.92	9.83	14.75	9.83	14.75	0
R	2.95	14.75	17.70	14.75	17.70	0
S1	1.97	14.75	16.72	14.75	16.72	0
S2	0.98	16.72	17.70	16.72	17.70	0
T1	0.98	16.72	17.70	17.70	18.68	1
T2	0.98	17.70	18.68	18.68	19.67	1
U	0.98	17.70	18.68	18.68	19.67	1
V1	0.98	10.82	11.80	10.82	11.80	0
V2	1.97	11.80	13.77	11.80	13.77	0
V3	1.97	13.77	15.73	13.77	15.73	0
V4	1.97	15.73	17.70	15.73	17.70	0
V5	3.93	17.70	21.63	17.70	21.63	0
V6	0.98	21.63	22.62	21.63	22.62	0
V7	2.95	22.62	25.57	23.60	26.55	1
W1	1.97	17.70	19.67	17.70	19.67	0
W2	3.93	19.67	23.60	20.65	24.58	1
W3	0.98	23.60	24.58	24.58	25.57	1
W4	0.98	24.58	25.57	25.57	26.55	1
X1	1.97	11.80	13.77	13.77	15.73	1.97
X2	1.97	15.73	17.70	20.65	22.62	4.92
X3	5.90	19.67	25.57	19.67	25.57	0
X4	0.98	25.57	26.55	25.57	26.55	0
Y1	1.97	3.93	5.90	6.88	8.85	2.95
Y2	0.98	5.90	6.88	8.85	9.83	2.95
Y3	2.95	10.82	13.77	12.78	15.73	1.97
Y4	5.90	22.62	28.52	22.62	28.52	0

Selain itu juga, jaringan kerja ini menampilkan pekerjaan-pekerjaan pada jalur kritis. Penggambaran network planning menggunakan metode PERT dapat dilihat pada gambar di Gambar 3.



Gambar 3 Jaringan Kerja PERT

Berdasarkan hasil analisis nilai perhitungan *float*, maka hasil yang disimpulkan :

- a. Waktu yang diharapkan dari proyek dengan metode PERT adalah 28,52 minggu.
- b. Kegiatan pada jalur kritis : A1, A2, D2, F1, I1, J1, K1, L1, M1, Q, R, S1, S2, V1, V2, V3, V4, V5, V6, W1, X3, X4, Y4.

3. Analisis Deviasi Standar (S) dan Varians (V) Kegiatan Kritis

Analisis Deviasi Standar (S) dan Varians (V) pada kegiatan kritis dalam proyek, terutama menggunakan metode PERT, bertujuan untuk mengukur tingkat ketidakpastian durasi aktivitas, sehingga dapat memperkirakan probabilitas penyelesaian proyek.

Diambil contoh pada pekerjaan persiapan:

Diketahui:

$$\text{Waktu realistik (m)} = 9 \text{ minggu}$$

$$\text{Waktu optimis (a)} = 7 \text{ minggu}$$

$$\text{Waktu pesimis (b)} = 10 \text{ minggu}$$

$$\text{Waktu yang diharapkan (Te)} = 7.87 \text{ minggu}$$

Maka,

a. Deviasi standar kegiatan (S)

$$S = (b-a)/6$$

$$S = (10-7)/6$$

$$= 0.45$$

b. Varians kegiatan (V)

$$V(te) = S^2 = [(b-a)/6]^2$$

$$V(te) = 0.452 = [(10-7)/6]^2$$

$$= 0.20$$

Seluruh deviasi standar dan varians pada tiap kegiatan yang berada pada jalur kritis, dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Analisis Deviasi Standar dan Varians

No	Pekerjaan	Durasi Network (minggu)	Estimasi Waktu (Minggu)			Deviasi Standar	Varians
			Waktu Optimis	Waktu Normal	Waktu Pesimis		
			(a)	(m)	(b)		
A1	PEKERJAAN PERSIAPAN (1)	1.97					
A2	PEKERJAAN PERSIAPAN (2)	0.98	7	9	10	0.45	0.20
D2	Pekerjaan Saluran + Paving + Kanstin (2)	1.97	5	6	7	0.30	0.09
F1	PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI BATU	0.98	3	4	4	0.20	0.04
I1	Pek. Bored Pile dia. 60 cm(1)	0.98	4	5	6	0.25	0.06
J1	Pek. Pile Cap (1)	0.98	3	4	4	0.20	0.04
K1	Pek. Sloof (1)	1.97	4	5	6	0.25	0.06
L1	Pek. Cor Kolom(1)	1.97	6	7	8	0.35	0.12
M1	Pek. Balok (1)	0.98	2	3	3	0.15	0.02
Q	Pek. Plat Lantai	4.92	4	5	6	0.30	0.09
R	Pek. Cor Kolom	2.95	2	3	3	0.15	0.02
S1	Pek. Ring Balok (1)	1.97				0.15	0.02
S2	Pek. Ring Balok (2)	0.98				0.15	0.02
V1	PEKERJAAN LANTAI 1 (1)	0.98				0.75	0.56
V2	PEKERJAAN LANTAI 1 (2)	1.97				0.75	0.56
V3	PEKERJAAN LANTAI 1 (3)	1.97				0.75	0.56
V4	PEKERJAAN LANTAI 1 (4)	1.97				0.75	0.56
V5	PEKERJAAN LANTAI 1 (5)	3.93				0.75	0.56
V6	PEKERJAAN LANTAI 1 (6)	0.98				0.75	0.56
W1	PEKERJAAN LANTAI 2 (1)	1.97	6	8	9	0.40	0.16
X3	PEKERJAAN ELEKTRIKAL DAN PLUMBING (3)	5.90				0.55	0.30
X4	PEKERJAAN ELEKTRIKAL DAN PLUMBING (4)	0.98	9	11	12	0.55	0.30
Y4	PEKERJAAN LAINNYA (4)	5.90	10	12	13	0.60	0.36
TOTAL VARIANS							5.50

4. Probabilitas Target Pelaksanaan Proyek

Setelah mendapatkan nilai standar deviasi dapat ditentukan probabilitas proyek dapat selesai tepat waktu yaitu dengan rumus:

$$Z = (Td - Te)/S$$

Dengan diketahui:

Target waktu penyelesaian (Td) = 30 Minggu

Waktu yang diharapkan (te) = 28.52 minggu

Varians jalur kritis (V) = 5,5 minggu

Dapat dilihat deviasi standar dari jalur kritis, yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Deviasi standar (S)} &= \sqrt{V} \\ &= \sqrt{5,5} \\ &= 2,35\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Deviasi Z} &= (T_d - T_e)/S \\ &= (30 - 28,52)/2,35 \\ &= 0,63\end{aligned}$$

Maka didapatkan hubungan antara waktu yang diharapkan (Te) dengan target waktu (Td) adalah 0,63, sehingga didapatkan angka dari tabel distribusi normal kumulatif sebesar 0,7357. Untuk itu didapatkan probabilitas proyek dapat diselesaikan sesuai waktu target 30 minggu adalah di angka 73,57%.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian Penjadwalan Waktu Proyek Pembangunan Puskesmas Kakaskasen, Tomohon, Dengan Menggunakan Metode PERT (*Program Evaluation And Review Technique*), peneliti dapat disimpulkan:

1. Jalur kritis ini merupakan rangkaian aktivitas yang jika mengalami keterlambatan, akan berdampak langsung pada keseluruhan durasi proyek. Pekerjaan tersebut adalah pekerjaan persiapan, pekerjaan bored pile, pekerjaan pile cap, pekerjaan sloof, pekerjaan kolom, pekerjaan balok, pekerjaan plat lantai, pekerjaan kolom lantai 2, pekerjaan ring balok, pekerjaan arsitektur lantai 1, pekerjaan arsitektur lantai 2, pekerjaan elektrikal dan plumbing, pekerjaan saluran, paving, dan kanstin, serta pekerjaan lainnya.
2. Dengan menggunakan metode PERT diperoleh deviasi standar proyek yaitu 2,35 sehingga memberikan suatu batasan waktu dari hasil analisa yang dapat berdasarkan tabel z distribusi normal dengan nilai adalah 0,63 maka didapat peluang untuk penyelesaian target proyek yaitu 73,57%. Dalam hal ini artinya ada peluang sebesar 73,57% untuk menyelesaikan proyek tersebut dalam kurun waktu 30 minggu.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dengan metode PERT, agar dapat meningkatkan probabilitas pencapaian target durasi proyek, diperlukan peningkatan akurasi dalam estimasi waktu. Hal ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan data historis dari proyek sejenis serta melakukan wawancara dengan ahli atau pihak yang berpengalaman agar estimasi waktu optimis, paling mungkin, dan pesimis lebih realistik. Selain itu, analisis lebih mendalam terhadap variabilitas dan ketidakpastian dalam durasi proyek perlu dilakukan, terutama jika rentang waktu antara estimasi optimis dan pesimis terlalu besar. Dengan memperkecil selisih tersebut, perhitungan probabilitas proyek dapat lebih stabil dan mendekati kondisi aktual di lapangan, sehingga meningkatkan peluang keberhasilan dalam mencapai target waktu yang telah ditetapkan.

Referensi

- Awainah, N., S, S., N, N., J, J., & A, A. (2024). Peran Infrastruktur Dalam Mendorong Pertumbuhan Ekonomi Dan Peningkatan Kualitas Hidup Masyarakat. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, Volume 7(Nomor 3).
- Amu, T. E., Tjakra, J., & Pratasis, P. A. (2023). Penerapan Metode PERT Dan CPM Dalam Pembangunan Christian Center. *Tekno*, 21(83), 409-419.
- Armela, A. C., Amiruddin, W., & Hadi, E. S. (2022). Implementasi Project Evaluation and Review Technique (PERT) Pada Penjadwalan Reparasi Kapal KMP Royal Nusantara. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 10(2), 68-76.
- Aziz, A., Pinem, D., Tubagus, S., Dkk (2022). Manajemen Proyek (Tinjauan Teori Dan Praktis).
- Aziza, N. (2023). Bookchapter Riset Operasi (CPM) (Hlm. 102–107).
- Dimyati, H. D. H. A. M., Nurjaman, Kadar SE.,MM 2014. *Manajemen Proyek*, Bandung: CV Pustaka Setia.

- Djajasinga, I. N. D. Manajemen Proyek. Cv Rey Media Grafika.
- Erkles, C., Pratasis, P. A., & Dundu, A. K. (2023). Analisis Waktu Pada Proyek Pembangunan Gedung Kearsipan Universitas Sam Ratulangi Dengan Menggunakan Metode PERT. *TEKNO*, 21(86), 1887-1895.
- Hadicara, D., Rochim, A., & Pratikso, P. (2023). Penggunaan Metode PERT dan CPM dalam Proyek Pembangunan Jalan. *Pondasi*, 28(1), 32-44.
- Kamaludin, T. M. (2021). Best Practice Pengendalian Biaya Dan Waktu Menggunakan Earned Value Concept. Penerbit Adab.
- Kumolontang, K. M., Dundu, A. K., & Pratasis, P. A. (2024). Penerapan Metode Line of Balance Pada Penjadwalan Proyek Perumahan Kawasan Emerald City. *TEKNO*, 22(87), 295-304.
- Mahapatni, I. A. P. S. (2019). Metode Perencanaan Dan Pengendalian Proyek Konstruksi.
- Mariana, Y., & Wijaksono, S. (2021). Project Evaluation and Review Technique (PERT) Analysis in the renovation project of the Church of St. John the Evangelist, Jakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 794.
- Novitasari, E. (2020). Dasar-Dasar Ilmu Manajemen: Pengantar Menguasai Ilmu Manajemen. Anak Hebat Indonesia.
- Prasetyo, B. A., Haris Muhammadun, & Laksono Djoko Nugroho. (2023). SCHEDULING ANALYSIS IN CONSTRUCTION WITH THE PERT METHOD USING MICROSOFT PROJECT. *International Journal Science and Technology*, 2(3), 84–91.
- Rani, D. H. A. (2016). Manajemen Proyek Konstruksi.
- Safa'at. (2020). Analisis Network Planning Dengan Critical path method (CPM) Dalam Usaha Efisiensi Waktu Pada Produksi Precast Di Pt XYZ. Media Mahardhika.
- Soeharto, I. (1999). Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional Jilid I, II. Erlangga, Jakarta.
- Sugiyanto, I., & Mt, M. (2021). Manajemen Proyek Rantai Kritis. Cipta Media Nusantara.
- Tulandi, G. P., Dundu, A. K., & Walangitan, D. R. (2024). Analisis Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode Program Evaluation And Review Technique Pada Proyek Pembangunan Manado Outer Ringroad 3 Tahap III. *TEKNO*, 22(89), 1873-1884.
- Wakkary, S. S., Dundu, A. K., & Walangitan, D. R. O. (2022). Analisis Waktu Pelaksanaan Pada Proyek Rehabilitasi/Peningkatan Jalan Lingkar Lembeh, Kota Bitung. *TEKNO*, 20(82), 1103-1114.
- Wirabakti, D. M., Abdullah, R., & Maddeppungeng, A. (2017). Studi Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung. *Konstruksia*, 6(1).