

**PROJECT MANAGEMENT ANALYSIS USING CPM AND PERT METHODS ON
PIPE INSTALLATION PROJECTS AT PT. XYZ**

**ANALISIS MANAJEMEN PROYEK MENGGUNAKAN METODE CPM DAN
PERT PADA PROYEK INSTALASI PIPA DI PT. XYZ**

Moh Alviko Elfandani¹, Said Salim Dahda²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

Jl. Sumatera 101 GKB, Gresik 61121, Indonesia

e-mail: viko.elvandani@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini membahas bagaimana manajemen proyek diterapkan dalam kegiatan instalasi pipa di PT. XYZ Gemilang. Fokus utamanya adalah membandingkan dua metode penjadwalan proyek, yaitu Critical Path Method (CPM) dan Project Evaluation and Review Technique (PERT). Masalah utama yang dihadapi proyek ini adalah keterlambatan pekerjaan yang muncul akibat kurangnya perencanaan yang matang dan koordinasi antaraktivitas yang belum optimal. Dengan menggunakan diagram jaringan Activity on Node (AON), penelitian ini menelusuri urutan kegiatan, lama waktu pelaksanaan, dan penentuan jalur kritis. Dari hasil analisis, jalur kritis proyek terdiri atas aktivitas A–B–D–F–H–I, dengan estimasi waktu penyelesaian 144 hari menurut metode CPM dan 142,4 hari menurut metode PERT. Selain itu, metode PERT juga menunjukkan bahwa kemungkinan proyek selesai dalam 144 hari mencapai 72,24%, berdasarkan perhitungan distribusi probabilitas normal. Hasil ini menunjukkan bahwa metode PERT memberikan perkiraan waktu yang lebih efisien dan bisa menjadi panduan yang baik untuk perencanaan dan evaluasi proyek selanjutnya. Harapannya, penelitian ini bisa memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan efektivitas manajemen proyek, khususnya di bidang instalasi perpipaan.

Kata Kunci: Manajemen Proyek, Instalasi Pipa, Critical Path Method, Project Evaluation and Review Technique, Jalur Kritis

ABSTRACT

This study explores how project management is applied in the pipeline installation activities at PT. XYZ Gemilang, focusing on the comparison between two project scheduling methods: the Critical Path Method (CPM) and the Project Evaluation and Review Technique (PERT). The main issue identified in the project is work delays, mostly due to a lack of structured planning and poor coordination between activities. Using an Activity on Node (AON) network diagram, the research analyzes the sequence of tasks, their durations, and determines the project's critical path. The analysis reveals that the critical path consists of activities A–B–D–F–H–I, with the project estimated to be completed in 144 days using CPM and 142.4 days using PERT. Furthermore, based on the normal probability distribution, PERT shows a 72.24% chance that the project can be completed within 144 days. These findings suggest that PERT is more efficient in time estimation and can serve as a useful tool for planning and evaluating future projects. This research aims to provide practical insights to help improve project management effectiveness, particularly in pipeline installation projects.

Keywords: Project Management, Pipeline Installation, Critical Path Method, Project Evaluation and Review Technique, Critical Path

PENDAHULUAN

Dalam industri konstruksi dan manufaktur, pengelasan pipa merupakan salah satu tahapan penting yang membutuhkan ketelitian tinggi serta pengaturan waktu yang efisien. Jika proses ini mengalami keterlambatan, dampaknya bisa merambat ke seluruh jadwal proyek, memicu lonjakan biaya, dan menurunkan tingkat produktivitas. Pengelasan sendiri mencakup berbagai

langkah, mulai dari persiapan material, pemeriksaan kualitas, hingga pengendalian hasil akhir. Tiap tahap tersebut membutuhkan koordinasi yang baik agar proses berjalan lancar. Namun, dalam praktiknya, sering kali keterlambatan terjadi karena sejumlah faktor seperti keterbatasan material, ketersediaan alat kerja, atau kurangnya tenaga kerja yang terampil. Selain itu, penyebab lainnya adalah kurangnya

prioritas dalam penjadwalan pekerjaan, aktivitas yang tidak tersinkron dengan baik, hingga perencanaan proyek yang tidak realistis.

PT. XYZ adalah perusahaan kontraktor yang bergerak di bidang instalasi perpipaan. Dalam proyek-proyek yang mereka tangani, seperti pemasangan pipa, terdapat banyak komponen yang perlu dikelola secara cermat—mulai dari pemeliharaan jalur pipa, pengadaan bahan baku, hingga instalasi di lapangan. Tanpa adanya pengelolaan proyek yang terstruktur, risiko terjadinya keterlambatan dan pembengkakan biaya sangat besar, yang pada akhirnya dapat mengganggu keberhasilan proyek secara keseluruhan (Susanto, 2022).

Di PT. XYZ, pekerjaan instalasi pipa merupakan kegiatan proyek yang bersifat sementara, memiliki tenggat waktu, ruang lingkup, serta target hasil yang sudah ditentukan sejak awal (Suryanto, 2017). Agar proyek ini dapat mencapai tujuannya secara efektif, dibutuhkan manajemen yang baik yang mencakup proses perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, serta pengaturan sumber daya. Semua itu harus dilakukan agar proyek selesai tepat waktu, sesuai anggaran, dan hasil akhirnya tetap sesuai harapan (Oktaviari, 2019).

Salah satu pendekatan yang bisa digunakan untuk mengkaji manajemen proyek secara lebih mendalam adalah metode Critical Path Method (CPM) dan Project Evaluation and Review Technique (PERT). Keduanya berfungsi untuk menggambarkan jaringan kerja proyek, mengidentifikasi tahapan-tahapan yang harus didahulukan, dan menganalisis hubungan antar aktivitas serta waktu pelaksanaannya. Metode CPM dan PERT menitikberatkan pada pengelolaan waktu, dengan tujuan menyusun jadwal proyek secara sistematis dan memperkirakan kapan proyek bisa diselesaikan secara pasti.

Berdasarkan tantangan yang dihadapi dalam pengelolaan proyek, maka penelitian mengenai analisis manajemen waktu dengan pendekatan CPM dan PERT dalam proyek instalasi pipa di PT. XYZ dinilai penting untuk dilakukan.

KAJIAN TEORI

Dalam dunia proyek, keberhasilan pelaksanaan sangat dipengaruhi oleh seberapa baik proyek tersebut direncanakan, dijadwalkan, dan dikendalikan. Inilah inti dari manajemen proyek, yaitu proses yang bertujuan untuk mencapai sasaran dalam batas waktu, biaya, dan kualitas yang telah ditentukan (Bakhtiyar dkk., 2012). Ketiga hal ini dikenal sebagai triple constraint—dan menjadi fokus utama setiap manajer proyek.

Proyek yang baik dimulai dari perencanaan yang matang, dilanjutkan dengan penjadwalan aktivitas secara sistematis, serta pengendalian pelaksanaan di lapangan. Menurut Soeharto (1999), manajemen proyek yang efektif harus mampu menjamin proyek selesai tepat waktu, sesuai anggaran, dan memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan. Handoko (1999) menambahkan, keterlambatan bisa menimbulkan kerugian besar, baik dari segi biaya tambahan maupun hilangnya peluang bisnis. Untuk mendukung perencanaan waktu proyek, terdapat dua metode utama yang banyak digunakan, yaitu Critical Path Method (CPM) dan Project Evaluation and Review Technique (PERT).

CPM adalah metode penjadwalan berbasis jaringan yang umum dipakai dalam proyek konstruksi atau industri. Metode ini memanfaatkan estimasi waktu tunggal dan digunakan untuk menentukan jalur kritis, yaitu urutan aktivitas penting yang tidak boleh mengalami keterlambatan (Levin & Kirkpatrick, 1972). CPM juga melibatkan perhitungan waktu mulai dan

selesai paling awal (forward pass) serta paling akhir (backward pass), untuk mengetahui kelonggaran waktu suatu aktivitas (total float) (Siswanto, 2007).

Sementara itu, PERT menawarkan pendekatan yang lebih fleksibel. Jika CPM mengasumsikan waktu pasti, PERT justru mempertimbangkan ketidakpastian dengan tiga estimasi waktu: optimis, realistis, dan pesimis. Waktu harapan (T_e) dihitung berdasarkan formula: $T_e = 6O + 4M + P$ (Levin & Kirkpatrick, 1972; Render & Jay, 2005).

Dengan pendekatan ini, manajer proyek dapat memahami kemungkinan keterlambatan dan melakukan antisipasi lebih dini.

Baik CPM maupun PERT divisualisasikan dalam bentuk diagram jaringan yang menunjukkan urutan dan hubungan antar aktivitas proyek. Dari sini, jalur kritis dapat ditentukan. Jalur ini berisi aktivitas dengan durasi terpanjang yang menentukan keseluruhan waktu proyek (Render & Jay, 2006; Soeharto, 1999).

Secara keseluruhan, pemahaman atas teori-teori ini membantu perusahaan dalam merancang strategi proyek yang lebih efisien, terutama untuk jenis proyek yang kompleks dan memiliki banyak aktivitas seperti instalasi pipa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif yang bertujuan untuk menganalisis manajemen proyek berdasarkan data aktivitas instalasi pipa di PT. XYZ. Fokus utama penelitian adalah pada analisis waktu pelaksanaan proyek menggunakan dua metode penjadwalan, yaitu *Critical Path Method* (CPM) dan *Project Evaluation and Review Technique* (PERT).

Langkah-Langkah Penelitian

Metode penelitian yang digunakan terdiri dari beberapa langkah utama:

1. Observasi Lapangan

Peneliti terjun langsung ke lokasi proyek untuk mengamati jalannya proses instalasi pipa. Observasi mencakup alur kerja yang berlangsung, penggunaan sumber daya, serta berbagai hambatan yang muncul selama pelaksanaan di lapangan.

2. Studi Literatur

Penelusuran berbagai referensi dilakukan guna memahami dasar-dasar manajemen proyek serta teori-teori yang berkaitan, khususnya yang mendukung penerapan metode CPM dan PERT sebagai dasar analisis penelitian.

3. Identifikasi Masalah dan Perumusan Tujuan

Dari hasil pengamatan dan kajian teori, peneliti menemukan bahwa masalah utama yang muncul adalah keterlambatan dalam penyelesaian proyek. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan penjadwalan yang lebih tepat dan efisien sebagai solusi.

4. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan mencakup rincian aktivitas proyek, urutan pelaksanaannya, durasi masing-masing kegiatan, serta keterkaitan antar aktivitas. Informasi ini diperoleh dari dokumen jadwal proyek yang sedang berjalan.

5. Pengolahan dan Analisis Data

Data yang sudah terkumpul dianalisis menggunakan metode CPM dan PERT. Proses analisis mencakup penyusunan diagram jaringan (Activity on Node), perhitungan waktu mulai paling awal (ES), waktu selesai paling awal (EF),

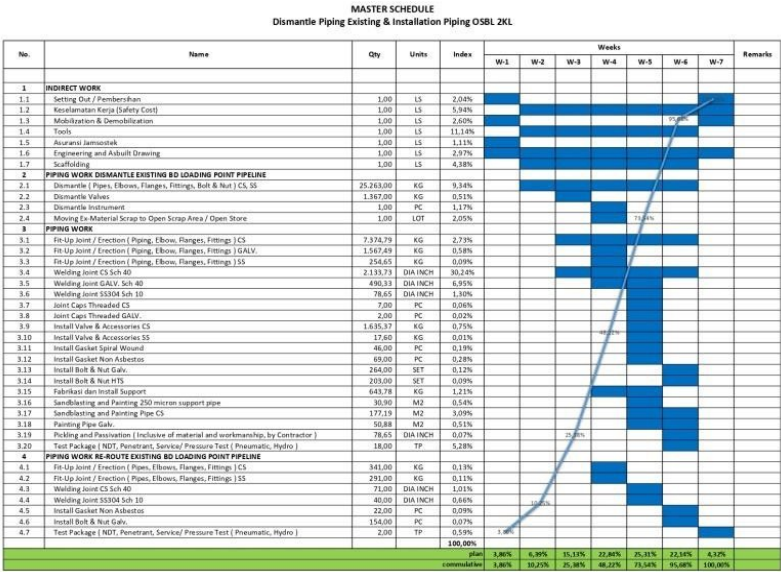
waktu mulai paling lambat (LS), waktu selesai paling lambat (LF), serta total float untuk mengetahui jalur kritis proyek. Untuk metode PERT, dilakukan juga estimasi waktu berdasarkan waktu harapan (Te), serta perhitungan standar deviasi dan probabilitas proyek dapat selesai tepat waktu. Hasil dari kedua metode ini Berikut merupakan proses produksi saat instalasi pipa di PT. XYZ sebagai berikut :

kemudian dibandingkan untuk menilai keakuratan dan efisiensi perencanaan waktu proyek secara keseluruhan.

HASIL PENELITIAN

Berikut merupakan pengumpulan data yang diperoleh:

1. Lini Proses Produksi



Gambar 1. S Curva Jadwal Proyek

2. Durasi Jadwal Proyek

Durasi jadwal proyek adalah total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan semua aktivitas

proyek dari awal hingga akhir. Berikut adalah durasi jadwal proyek di PT. XYZ:

Tabel 1. Durasi Jadwal Proyek

Simbol	Aktivitas Proyek	Durasi (hari)
A	Fit-Up/Erection	54
B	Welding Joint	48
C	Install Valve	12
D	Install Gasket	6
E	Install Bolt & Nut	6
F	Install Pompa	30
G	Install Circulation Pump	18
H	Fabrikasi dan Install Support	6
I	Test Package	6

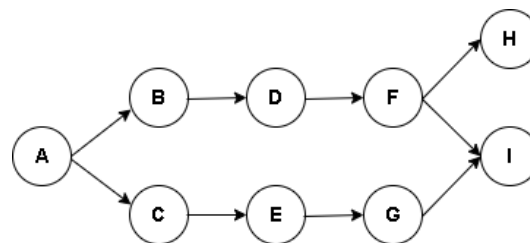
Total Durasi	186
--------------	-----

Pada penelitian ini, adapun tahapan pengolahan data yang menggunakan metode CPM dan PERT untuk menganalisis proyek, sebagai berikut:

1. Model Diagram Jaringan Kerja

Penelitian ini menggunakan pendekatan diagram jaringan berbasis paradigma Activity on Node (AON). Dalam

model ini, setiap aktivitas proyek direpresentasikan sebagai simpul (node) yang dihubungkan berdasarkan urutan dan ketergantungan antar kegiatan. Hasil dari pemetaan hubungan antar aktivitas proyek divisualisasikan melalui diagram jaringan yang ditampilkan pada Gambar 2 di bawah.



Gambar 2. Diagram Jaringan Kerja

2. Perhitungan Critical Path Method (CPM)

Dalam metode CPM, perhitungan dimulai dengan dua tahapan utama, yaitu forward pass dan backward pass. Kedua tahapan ini digunakan untuk memperoleh data penting seperti waktu mulai

paling awal (ES), waktu selesai paling awal (EF), waktu mulai paling lambat (LS), dan waktu selesai paling lambat (LF). Hasil perhitungan forward pass dan backward pass secara rinci disajikan pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Forward Pass Metode CPM

Simbol	Aktivitas Proyek	Durasi (hari)	Pendahulu	Forward	
				ES	EF
A	Fit-Up/Erection	54	-	0	54
B	Welding Joint	48	A	54	102
C	Install Valve	12	A	54	66
D	Install Gasket	6	B	102	108
E	Install Bolt & Nut	6	C	66	72
F	Install Pompa	30	D	108	138
G	Install Circulation Pump	18	E	72	90
H	Fabrikasi dan Install Support	6	F	138	144
I	Test Package	6	F, G	138	144

Tabel 3. Hasil Perhitungan Backward Pass Metode CPM

		Durasi		Backward
--	--	--------	--	----------

Simbol	Aktivitas Proyek	(hari)	Pendahulu	LS	LF
I	Test Package	6	-	138	144
H	Fabrikasi dan Install Support	6	-	138	144
G	Install Circulation Pump	18	I	120	138
F	Install Pompa	30	H , I	108	138
E	Install Bolt & Nut	6	G	114	120
D	Install Gasket	6	F	102	108
C	Install Valve	12	E	102	114
B	Welding Joint	48	D	54	102
A	Fit-Up/Erection	54	B , C	0	54

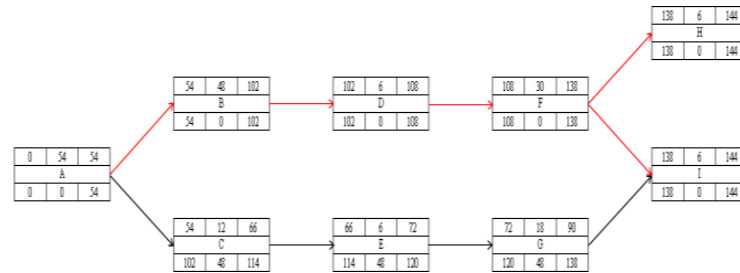
Setelah nilai ES (Earliest Start), EF (Earliest Finish), LS (Latest Start), dan LF (Latest Finish) diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung

total Float untuk menetapkan jalur kritis dalam proyek instalasi pipa di PT. XYZ. Hasil perhitungan total Float bisa terlihat melalui tabel 4 berikut.

Tabel 4. Total Float Pada Metode CPM

Simbol	Aktivitas Proyek	Total Float	Keterangan
A	Fit-Up/Erection	0	Kritis
B	Welding Joint	0	Kritis
C	Install Valve	48	Tidak Kritis
D	Install Gasket	0	Kritis
E	Install Bolt & Nut	48	Tidak Kritis
F	Install Pompa	0	Kritis
G	Install Circulation Pump	48	Tidak Kritis
H	Fabrikasi dan Install Support	0	Kritis
I	Test Package	0	Kritis

Setelah perhitungan forward pass, backward pass, dan total float selesai dilakukan, model diagram jaringan kerja memakai metode CPM akan terlihat seperti pada gambar 3 berikut.



Gambar 2. Diagram Jaringan Kerja Metode CPM Dengan Jalur Kritis

Pada Gambar 2, jalur kritis digambarkan menggunakan panah berwarna merah, sedangkan jalur non-kritis ditunjukkan dengan panah berwarna hitam. Berdasarkan diagram jaringan kerja yang disusun menggunakan metode PERT, aktivitas yang berada di jalur kritis meliputi A – B – D – F – H – I. Sementara itu, aktivitas C – E – G tidak termasuk dalam jalur kritis karena masih memiliki kelonggaran waktu atau float dalam pelaksanaannya.

3. Perhitungan Project Evaluation and Review Technique (PERT)

Pendekatan PERT menggunakan tiga estimasi waktu—optimis, realistis, dan pesimis—dalam perhitungannya, yang sebanding dengan metode CPM. Anda dapat melihat tiga estimasi waktu dalam tabel di bawah ini:

Tabel 5. Estimasi Waktu Optimis, Realistis, dan Pesimis

Simbol	Pendahulu	Durasi Optimis (A)	Durasi Realistis (M)	Durasi Pesimis (B)
A		53	54	56
B	A	46	48	50
C	A	11	12	13
D	B	5	6	8
E	C	4	6	7
F	D	26	28	29
G	E	16	17	18
H	F	5	6	7
I	F, G	6	6	7

Sekarang setelah kita memiliki tiga estimasi waktu, kita dapat melanjutkan ke fase berikutnya untuk memperkirakan durasi setiap aktivitas: durasi yang diantisipasi (T_e). Tabel berikut menampilkan hasil perhitungan durasi yang diantisipasi:

Tabel 6. Hasil Perhitungan Durasi Waktu Yang Diharapkan

Simbol	Pendahulu	Durasi Optimis (A)	Durasi Realistis (M)	Durasi Pesimis (B)	Te
					$A + 4(M) + B$
					6
A		53	54	56	54,2
B	A	46	48	50	48,0
C	A	11	12	13	12,0
D	B	5	6	8	6,2
E	C	4	6	7	5,8
F	D	26	28	29	27,8
G	E	16	17	18	17,0
H	F	5	6	7	6,0
I	F , G	6	6	7	6,2

Setelah durasi waktu yang diharapkan (Te) dihitung, langkah berikutnya adalah melakukan perhitungan forward pass dan backward pass. Perhitungan forward pass dan backward pass ini dilakukan dengan cara yang sama seperti pada metode CPM, yang

mencakup nilai ES (Earliest Start), EF (Earliest Finish), LS (Latest Start), dan LF (Latest Finish). Hasil perhitungan forward pass dan backward pass memakai metode PERT bisa terlihat melalui tabel 7 dan 8 berikut.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Forward Pass Metode PERT

Simbol	Aktivitas Proyek	Durasi (hari)	Pendahulu	Forward	
				ES	EF
A	Fit-Up/Erection	54,2		0,0	54,2
B	Welding Joint	48,0	A	54,2	102,2
C	Install Valve	12,0	A	54,2	66,2
D	Install Gasket	6,2	B	102,2	108,4
E	Install Bolt & Nut	5,8	C	66,2	72,0
F	Install Pompa	27,8	D	108,4	136,2
G	Install Circulation Pump	17,0	E	72,0	89,0
H	Fabrikasi dan Install Support	6,0	F	136,2	142,2
I	Test Package	6,2	F , G	136,2	142,4

Tabel 8. Hasil Perhitungan Backward Pass Metode PERT

Simbol	Aktivitas Proyek	Durasi (hari)	Pendahulu	Backward	
				LS	LF
I	Test Package	6,2		136,2	142,4

H	Fabrikasi dan Install Support	6,0		136,2	142,2
G	Install Circulation Pump	17,0	I	119,2	136,2
F	Install Pompa	27,8	H , I	108,4	136,2
E	Install Bolt & Nut	5,8	G	113,4	119,2
D	Install Gasket	6,2	F	102,2	108,4
C	Install Valve	12,0	E	101,4	113,4

Setelah diperoleh nilai Earliest Start (ES), Earliest Finish (EF), Latest Start (LS), dan Latest Finish (LF) untuk setiap aktivitas, langkah berikutnya adalah menghitung total float guna

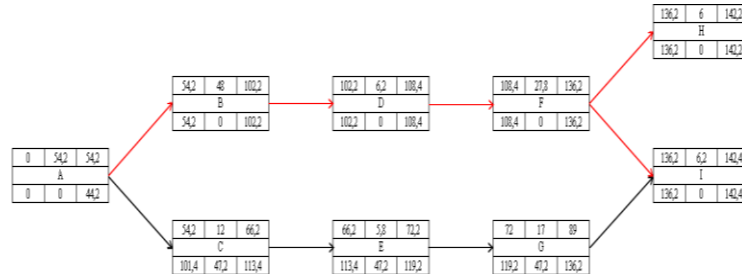
menentukan jalur kritis pada proyek instalasi pipa di PT. XYZ. Rincian hasil perhitungan total float dapat dilihat dalam tabel berikut ini.

Tabel 9. Total Float Pada Metode PERT

Simbol	Aktivitas Proyek	Total Float	Keterangan
A	Fit-Up/Erection	0	Kritis
B	Welding Joint	0	Kritis
C	Install Valve	47,2	Tidak Kritis
D	Install Gasket	0	Kritis
E	Install Bolt & Nut	47,2	Tidak Kritis
F	Install Pompa	0	Kritis
G	Install Circulation Pump	47,2	Tidak Kritis
H	Fabrikasi dan Install Support	0	Kritis
I	Test Package	0	Kritis

Setelah menyelesaikan perhitungan forward pass, backward pass, dan total float, model diagram jaringan kerja

yang memakai metode PERT akan terlihat seperti pada gambar berikut.



Gambar 3. Diagram Jaringan Kerja Metode PERT Dengan Jalur Kritis

Pada Gambar 3, jalur kritis ditandai dengan panah berwarna merah, sementara aktivitas non-kritis digambarkan dengan panah berwarna hitam. Berdasarkan diagram jaringan kerja menggunakan metode PERT,

aktivitas yang termasuk dalam jalur kritis mencakup rangkaian A – B – D – F – H – I. Sementara itu, aktivitas C – E – G berada di luar jalur kritis karena memiliki kelonggaran waktu atau float.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Standar Deviasi dan Varians

Simbol	Durasi Optimis (A)	Durasi Pesimis (B)	Variansi ((B-A)/6)	V(te) S ²
A	53	56	1,00	1,00
B	46	50	1,33	1,78
C	11	13	0,67	0,44
D	5	8	1,00	1,00
E	4	7	1,00	1,00
F	26	29	1,00	1,00
G	16	18	0,67	0,44
H	5	7	0,67	0,44

Simbol	Durasi Optimis (A)	Durasi Pesimis (B)	Variansi ((B-A)/6)	V(te) S ²
I	6	7	0,33	0,11
$\Sigma V(te)$			7,22	
Standard Deviasi			2,68	

Setelah menghitung nilai deviasi standar, langkah berikutnya adalah menetapkan nilai Z untuk menghitung probabilitas dalam proyek instalasi pipa di PT. XYZ.

$T_d - T_e$

$$Z = \frac{T_d - T_e}{S}$$

$$Z = \frac{144 - 142,4}{2,68}$$

$$= 0,59$$

2,68

Nilai Z digunakan untuk menunjukkan seberapa besar kemungkinan proyek dapat diselesaikan dalam waktu tertentu. Jika nilai Z yang diperoleh adalah

0,59, maka berdasarkan tabel distribusi normal, nilainya setara dengan 0,2776. Dari sini, probabilitas proyek dapat selesai dalam waktu 144 hari dihitung dengan cara mengurangi angka tersebut dari 1, yaitu $1 - 0,2776 = 0,7224$. Artinya, peluang proyek untuk selesai tepat waktu dalam 144 hari adalah sebesar 72,24%.

Analisis Perbandingan Antar Metode Critical Path Method (CPM) dan Project Evaluation and Review Technique (PERT)

Tabel 11. Perbandingan Metode CPM dan PERT

Keterangan	METODE	
	Critical Path	Project Evaluation and Review
	Method (CPM)	Technique (PERT)
Penggunaan Waktu	Pada metode ini, estimasi waktu yang dipakai hanya berlandaskan satu perkiraan waktu saja	Metode ini menghitung estimasi waktu berdasarkan tiga skenario, yaitu perkiraan paling cepat (optimis), perkiraan waktu yang dianggap paling masuk akal (realistis), dan perkiraan terlama jika terjadi hambatan (pesimis).

Keterangan	METODE	
	Critical Path	Project Evaluation and Review
	Method (CPM)	Technique (PERT)
Total Durasi	Berlandaskan perhitungan, lintasan kritis yang diperoleh adalah A-B-D-F-H-I, dengan total durasi pengerjaan selama 144 hari.	Berlandaskan perhitungan, lintasan kritis yang diperoleh adalah A-B-D- F-H-I, dengan total durasi pengerjaan selama 142,4 hari. Mengacu pada tabel Z distribusi normal dengan nilai Z sebesar 0,59, diperoleh peluang sebesar 0,7224, yang menunjukkan bahwa terdapat kemungkinan 72,24% untuk
		menyelesaikan proyek instalasi pipa dalam waktu 142,4 hari.
Model Jaringan Kerja	Kedua metode ini memakai model diagram jaringan kerja tipe AON (Activity On Node) yang sama.	

Perbandingan antara metode CPM dan PERT menunjukkan adanya perbedaan pendekatan dalam estimasi waktu proyek. Pada metode CPM, yang menggunakan satu jenis estimasi waktu, proyek diperkirakan selesai dalam 144 hari dengan jalur kritis A–B–D–F–H–I. Durasi ini tercatat 2,25% lebih cepat dibandingkan waktu standar proyek, yaitu 186 hari. Sementara itu, metode PERT yang mengandalkan tiga jenis estimasi waktu optimis, realistis, dan pesimis dengan jalur kritis yang sama, menghasilkan estimasi durasi yang sedikit lebih singkat, yaitu 142,4 hari. Angka ini menunjukkan efisiensi waktu sebesar 2,34% dibandingkan dengan durasi normal 186 hari.

PEMBAHASAN

Dalam proses analisis proyek instalasi pipa di PT XYZ , teori-teori yang telah dipaparkan pada Bab IV menjadi landasan utama dalam tahap interpretasi data. Konsep dasar

manajemen proyek, sebagaimana dijelaskan oleh Bakhtiyar dkk. (2012) dan Soeharto (1999), digunakan untuk membingkai proses perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek secara sistematis. Lebih lanjut, metode Critical Path Method (CPM) diterapkan untuk menghitung durasi proyek secara deterministik, melalui proses forward pass dan backward pass yang menghasilkan nilai ES, EF, LS, dan LF. Hasil dari perhitungan ini menjadi dasar dalam menentukan total float serta mengidentifikasi jalur kritis, yaitu rangkaian aktivitas yang memiliki toleransi waktu nol dan sangat menentukan

waktu penyelesaian proyek. Sementara itu, pendekatan PERT dipakai untuk memperhitungkan estimasi waktu yang lebih dinamis dengan mempertimbangkan tiga skenario: optimis, realistis, dan pesimis, sebagaimana dirumuskan oleh Levin dan Kirkpatrick (1972). Nilai rata-rata waktu (T_e) dihitung dari ketiga estimasi tersebut, kemudian digunakan dalam proses perhitungan jalur kritis serta standar deviasi dan variansi proyek. Melalui distribusi normal, nilai Z diperoleh untuk melihat probabilitas penyelesaian proyek tepat waktu. Dengan demikian, seluruh teori yang dikaji tidak hanya dijadikan kutipan belaka, tetapi diolah dan diinterpretasikan secara kontekstual, agar menghasilkan analisis yang tidak hanya akurat secara perhitungan, namun juga relevan dengan kondisi riil proyek di lapangan.

Penerapan Metode CPM & PERT

Dalam penerapan metode CPM, peneliti menyusun diagram jaringan proyek dan menghitung waktu mulai dan selesai untuk setiap aktivitas menggunakan perhitungan maju (forward pass) dan mundur (backward pass). Dari hasil analisis tersebut, diketahui bahwa jalur kritis proyek berada pada rangkaian aktivitas A–B–D–F–H–I, dengan total waktu penyelesaian selama 144 hari tanpa ruang untuk keterlambatan. Selanjutnya, metode PERT digunakan untuk memperkirakan waktu penyelesaian proyek secara lebih fleksibel, dengan mempertimbangkan tiga kemungkinan waktu pelaksanaan: optimis, realistis, dan pesimis. Hasilnya, jalur kritis tetap berada pada urutan aktivitas yang sama, namun estimasi durasi proyek sedikit lebih singkat, yaitu sekitar 142,4 hari. Selain itu, analisis probabilitas menunjukkan bahwa proyek memiliki kemungkinan sebesar 72,24% untuk selesai tepat waktu.

Perbandingan Efisiensi Waktu

Meski menghasilkan jalur kritis yang sama, PERT memberikan estimasi waktu lebih optimis karena mempertimbangkan ketidakpastian durasi aktivitas. CPM cocok untuk kondisi proyek yang stabil, sedangkan PERT lebih relevan dalam situasi penuh variabilitas. Dibandingkan jadwal awal perusahaan yang direncanakan selama 186 hari, CPM dan PERT menunjukkan bahwa proyek bisa diselesaikan lebih cepat, masing-masing 2,25% dan 2,34% lebih efisien.

SIMPULAN

Dari analisis metode CPM dan PERT, disimpulkan bahwa beberapa aktivitas proyek dapat dikerjakan bersamaan untuk mempercepat durasi total. Kedua metode menghasilkan jalur kritis yang sama, namun PERT memberikan estimasi waktu yang lebih cepat (142,4 hari) dibandingkan CPM (144 hari), dengan peluang 72,24% proyek selesai tepat waktu. Jika dibandingkan dengan jadwal awal perusahaan (186 hari), jelas bahwa durasi proyek bisa dipersingkat secara signifikan. Untuk mempercepat proyek, disarankan menambah alat, tenaga kerja, dan jam kerja pada aktivitas kritis. Evaluasi progres secara rutin dengan CPM dan PERT juga penting agar jalur kritis tetap terpantau. Ke depan, penelitian sebaiknya juga mempertimbangkan analisis waktu-biaya serta potensi risiko proyek seperti cuaca, SDM, dan perubahan desain.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Ghifari, M. A., & Djuanda, G. (2023). "Optimasi Pembangunan Tangki Air Tanah dan Sanitasi Menggunakan Metode Program Evaluation and Review Technique (PERT) dan Critical Path Metode (CPM) Agar Efektif Biaya Dan Waktu." *ARBITRASE: Journal of Economics and Accounting*, 3(3), 687-692.
- Astari, N. M., Subagyo, A. M., & Kusnadi, K. (2021). "Perencanaan Manajemen Proyek dengan Metode CPM (Critical Path Method) dan PERT (Program Evaluation and Review Technique)." *Konstruksia*, 13(1), 164-180.
- DAUD, M. (2024). *Penerapan Manajemen Proyek dengan Metode CPM (Critical Path Method) dan PERT (Project Evaluation and Review Technique) pada Pembangunan Gedung Operasi RSUD Dr. H. Kumpulan Pane Kota Tebing Tinggi* (Tesis). Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara.
- Kurniawan, F. (2023). "Studi Kasus: Penerapan CPM dalam Instalasi Pipa di Industri Minyak dan Gas." *Jurnal Teknik Pipa*, 11(1), 67-74.
- Malifa, Y., Dundu, A. K., & Malingkas, G. Y. (2019). "Analisis Percepatan Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Crashing (Studi Kasus: Pembangunan Rusun IAIN Manado)." *Jurnal Sipil Statik*, 7(6), 681-688.
- Prawira, A. (2020). *Teknik Critical Path Method (CPM) dalam Manajemen Proyek Konstruksi*. Gramedia, Jakarta.
- Rachim, N. A., Afrizal, S., & Zaidiah, A. (2021, Juli). "Manajemen Proyek Pembuatan Aplikasi Penjualan Sembako Berbasis Mobile Menggunakan Pendekatan Work Breakdown Structure (WBS) dan Diagram Jaringan (Network Diagram)." In *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Bidang Ilmu Komputer dan Aplikasinya* (Vol. 2, No. 1, pp. 408-418).
- Saputra, N., Handayani, E., & Dwiretnani, A. (2021). "Analisa Penjadwalan Proyek dengan Metode Critical Path Method (CPM) Studi Kasus Pembangunan Gedung Rawat Inap RSUD Abdul Manap Kota Jambi." *Jurnal Talenta Sipil*, 4(1), 44-52.
- Susanto, B. (2022). "Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi dengan Metode CPM." *Jurnal Teknik Industri*, 14(2), 34-41.
- Wiranda, F. I., & Murnawan, H. (2024). "Manajemen Proyek Pengerjaan Pipa Air pada PT. X Menggunakan Metode CPM dan PERT." *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, 7(2), 1139-1146.