

Analisis penjadwalan proyek *flowline river crossing* menggunakan metode *program evaluation and review technique* (PERT) di PT. XYZ

Scheduling analysis of the flowline river crossing project using the program evaluation and review technique (PERT) method at PT. XYZ

Efriyose Adriano*, Sophia Fadhila Albany Tanjung

* Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. H.S Ronggowaluyo, Puseurjaya, Kec. Telukjambe Timur, Kabupaten Karawang, Jawa Barat, 41361, Indonesia

*Email: efriyoseadr@gmail.com

Informasi Artikel

- Histori Artikel
- Artikel dikirim 21/02/2026
 - Artikel diperbaiki 05/04/2026
 - Artikel diterima 22/04/2026

Abstrak

Proyek penyisipan *flowline river crossing* merupakan bagian penting dalam kegiatan operasional industri minyak dan gas. Mempunyai peran menjaga kelancaran distribusi fluida dari sumur menuju fasilitas produksi. Permasalahan utama yang dihadapi dalam proyek ini, ketidakpastian durasi penyelesaian setiap aktivitas yang dapat menyebabkan keterlambatan secara keseluruhan. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan penjadwalan proyek penyisipan *flowline river crossing* dengan menggunakan metode *Program Evaluation and Review Technique*. Perhitungan waktu harapan, varians, standar deviasi, serta analisis jalur kritis untuk menentukan durasi proyek dan probabilitas penyelesaiannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jalur alternatif pada proyek ini adalah aktivitas A-B-C-F-G-I-J, dengan probabilitas penyelesaian proyek penyisipan *flowline river crossing* dalam 47 hari mencapai 13,35, sedangkan jika dikerjakan hingga 51 hari, peluang keberhasilannya melonjak menjadi 86,65%. Berdasarkan perhitungan, manajer proyek memiliki peluang kurang dari 1/5 untuk menyelesaikannya dalam 47 hari, yang akan menjadi prestasi karena lebih cepat dari target jadwal 49 hari. Target 47 hari ini realistis dan dapat dicapai dengan memanfaatkan peluang yang ada, sekaligus menjadi keharusan strategis agar perusahaan tetap kompetitif di tengah persaingan ketat. Dengan demikian, penerapan metode *Program Evaluation and Review Technique* terbukti mampu memberikan perencanaan waktu yang lebih akurat, mengidentifikasi aktivitas kritis, serta meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengendalian jadwal proyek. Salah satu kontribusi ilmiah dari penelitian ini memberikan model analisis penjadwalan proyek berbasis metode PERT yang mampu mengintegrasikan estimasi probabilistik waktu aktivitas serta mengidentifikasi jalur kritis secara lebih sistematis pada proyek penyisipan *flowline river crossing* di industri minyak dan gas.

Kata Kunci: Penjadwalan proyek; PERT; jalur kritis; probabilitas; *flowline river crossing*

Abstract

The flowline river crossing insertion project is an important part of the oil and gas industry's operational activities. It plays a role in maintaining the smooth distribution of fluids from the well to the production facility. The main problem faced in this project is the uncertainty of the completion duration of each activity which can cause overall delays. This study aims to optimize the scheduling of the flowline river crossing insertion project using the Program Evaluation and Review Technique method. Calculation of expected time, variance, standard deviation, and critical path analysis to determine the project duration and probability of completion. The results show that the alternative path in this project is activity A-B-C-F-G-I-J, with the probability of completing the flowline river crossing insertion project in 47 days reaching 13.35, while if it is worked up to 51 days, the chance of success jumps to 86.65%. Based on the calculation, the project manager has a chance of less than 1/5 to complete it in 47 days, which would be an achievement because it is faster than the target schedule of 49 days. This 47-day target is realistic and achievable by utilizing existing opportunities, while also being a strategic necessity for the company to remain competitive amidst intense competition. Thus, the application of the Program Evaluation and Review Technique method has been proven to be able to provide more accurate time planning, identify critical activities, and increase the effectiveness and efficiency of project schedule control. One of the scientific contributions of this research is providing a project scheduling analysis model based on the PERT method that is able to integrate probabilistic estimation of activity times and identify critical paths more systematically in a flowline river crossing insertion project in the oil and gas industry.

Keywords: Project scheduling, PERT, critical path, probability, flowline river crossing

1. Pendahuluan

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang minyak dan gas bumi yang melaksanakan berbagai proyek pendukung operasional, salah satunya adalah proyek penyisipan *flowline river crossing*. Untuk mengelola proyek-proyek tersebut secara efektif, manajemen proyek menjadi salah satu hal terpenting yang merupakan penerapan pengetahuan, keterampilan, alat, dan teknik pada aktivitas proyek untuk memenuhi persyaratan proyek [1]. *Flowline* berperan penting sebagai jalur distribusi fluida dari sumur menuju fasilitas produksi. Dalam pelaksanaan proyek tersebut, perusahaan menghadapi permasalahan penjadwalan yang belum optimal akibat ketidakpastian durasi aktivitas dan ketergantungan antaraktivitas, yang menyebabkan keterlambatan satu aktivitas berdampak pada keseluruhan proyek. Belum adanya metode yang mempertimbangkan ketidakpastian waktu juga menyulitkan identifikasi aktivitas kritis. Oleh karena itu, metode penjadwalan proyek menjadi elemen kunci dalam aktivitas proyek, karena dengan sistem penjadwalan yang teratur dapat meningkatkan efektivitas dan kualitas, sekaligus memastikan kelancaran, efisiensi, serta kesuksesan proyek [2].

Metode *Program Evaluation and Review Technique* merupakan metode penjadwalan proyek yang menggunakan pendekatan probabilistik dengan mempertimbangkan tiga estimasi waktu, yaitu waktu optimis, waktu realistis, dan waktu pesimis, sehingga dapat menghasilkan estimasi waktu harapan proyek serta mengidentifikasi jalur kritis secara lebih akurat [3]. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Farhan Fauzi dkk. menunjukkan bahwa penerapan metode PERT dalam proyek pembangunan Gedung KONI Jakarta Pusat berhasil mengidentifikasi jalur kritis secara akurat dan memberikan gambaran yang jelas mengenai durasi penyelesaian proyek [4]. Namun, penelitian tersebut terdapat keterbatasan yaitu masih bersifat deskriptif dan tidak mempertimbangkan ketidakpastian di bidang migas. Studi lain oleh Nugroho dkk. pada proyek saluran irigasi Glapan Barat menunjukkan bahwa penerapan metode PERT mampu

mempersingkat durasi pekerjaan dari 214 hari menjadi 210 hari dengan probabilitas keberhasilan 93,29%, sehingga terbukti efektif dalam mengurangi risiko keterlambatan serta meningkatkan efisiensi pengelolaan waktu [5]. Tetapi pada penelitian tersebut masih mengabaikan risiko geologi sungai. Dengan demikian, metode *Program Evaluation and Review Technique* dirancang untuk mengatasi tingkat ketidakpastian yang tinggi dalam estimasi durasi aktivitas proyek, sehingga dapat meningkatkan akurasi perencanaan dan efektivitas pengendalian waktu proyek [6].

Rumusan masalah penelitian meliputi bagaimana PERT diterapkan untuk menghitung durasi harapan dan jalur kritis pada proyek ini, sejauh mana probabilitas penyelesaian tepat waktu, serta efektivitasnya dalam meminimalkan keterlambatan dibandingkan metode konvensional. Kontribusi utama mencakup model PERT adaptif untuk PT. XYZ, rekomendasi pengendalian waktu praktis, dan wawasan bagi industri migas guna perencanaan yang lebih akurat. Adapun penelitian ini berfokus pada penerapan PERT di proyek penyisipan *flowline river crossing* PT. XYZ untuk menentukan jalur kritis, durasi harapan, dan probabilitas penyelesaian, sehingga memberikan perencanaan sistematis yang meminimalkan risiko keterlambatan proyek selanjutnya.

2. Metode

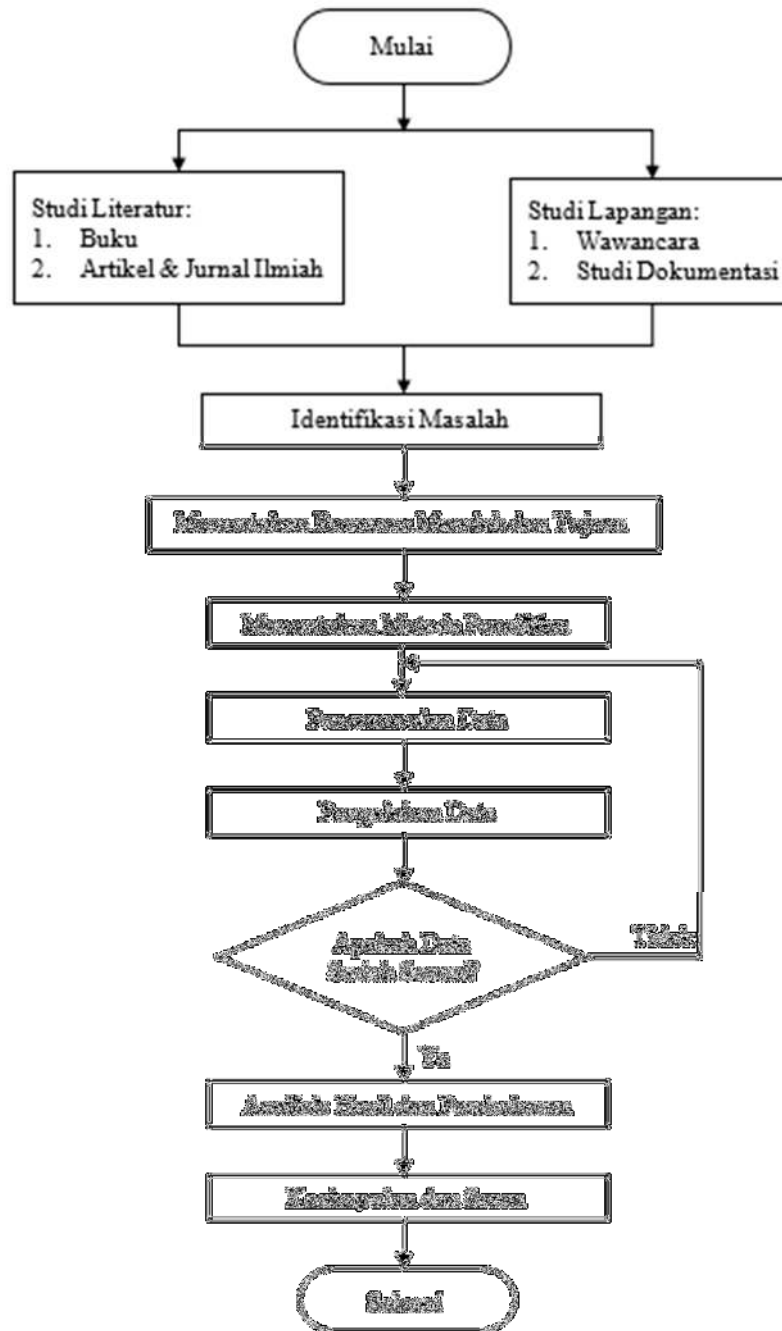
Penelitian ini dilakukan pada proyek penyisipan *flowline river crossing* di PT. XYZ yang bergerak di bidang eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi, dengan fokus pada perencanaan dan pengendalian waktu proyek. Objek penelitian mencakup seluruh aktivitas yang terlibat dalam proyek, mulai dari tahap persiapan hingga tahap penyelesaian. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan menerapkan metode *Program Evaluation and Review Technique* untuk menganalisis jaringan kerja proyek, menentukan jalur kritis, serta memperkirakan durasi penyelesaian proyek secara probabilistik [7]. PERT secara khusus dirancang untuk menciptakan potensi pengurangan biaya dan waktu yang sangat diperlukan dalam penyelesaian proyek secara cepat dan tepat [8]. Dimana berbeda dengan metode *Critical Path Method* yang bersifat deterministik, serta penerapan kedua metode tersebut dilakukan dalam konteks yang berbeda [9].

Pengumpulan data dilakukan melalui pengambilan dokumentasi data aktivitas proyek, serta wawancara dengan pihak terkait untuk memperoleh informasi mengenai urutan aktivitas, hubungan ketergantungan antar aktivitas, serta estimasi waktu penyelesaian setiap aktivitas yang terdiri dari waktu optimis, waktu realistis, dan waktu pesimis. Selain itu, studi literatur juga dilakukan untuk memperoleh dasar teori serta referensi penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan metode *Program Evaluation and Review Technique* dalam perencanaan dan pengendalian proyek.

Tahapan analisis data adalah proses yang diawali dengan pengumpulan seluruh data yang berhasil diperoleh dari responden, diikuti pembacaan dan studi mendalam, sebelum melanjutkan ke tahap pengolahan [10]. Salah satunya dengan menggunakan analisis probabilistik metode PERT, yang memungkinkan prediksi waktu penyelesaian proyek secara lebih akurat dalam berbagai skenario [11]. Selanjutnya, dilakukan identifikasi seluruh aktivitas proyek dan hubungan ketergantungan antar aktivitas untuk membentuk jaringan kerja proyek. Setelah itu, ditentukan estimasi waktu optimis, waktu realistis, dan waktu pesimis untuk setiap aktivitas. Kemudian dilakukan pengolahan data, dimana hal ini dilakukan untuk mengetahui lebih lanjut tentang informasi data dari penelitian ini [12]. Setelah data tersebut dianalisis dan diolah, dapat dihitung waktu harapan menggunakan rumus *Program Evaluation and Review Technique* untuk menentukan durasi proyek.

Tahap selanjutnya adalah mengidentifikasi jalur kritis yang ada dalam proyek, karena untuk mengetahui varians dari setiap kegiatan kritis, langkah awal yang harus dilakukan adalah menentukan jalur kritis tersebut [13]. Dimana jalur kritis adalah jalur yang dapat memengaruhi kegiatan secara keseluruhan jika terjadi keterlambatan, dengan jumlah float dari setiap kegiatan yang termasuk jalur kritis sama dengan nol [14]. Setelah itu, dilakukan perhitungan varians dan standar deviasi proyek untuk mengetahui tingkat ketidakpastian durasi proyek. Nilai tersebut kemudian digunakan untuk menghitung probabilitas penyelesaian proyek dalam jangka waktu tertentu dengan menggunakan pendekatan distribusi normal. Hasil analisis ini memberikan informasi mengenai estimasi waktu penyelesaian

proyek, aktivitas kritis, serta tingkat probabilitas penyelesaian proyek, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan dan pengendalian waktu proyek secara lebih efektif dan sistematis.



Gambar 1. Flowchart penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

Tahap awal dalam penelitian ini adalah membuat *network planning* untuk setiap aktivitas yang berkaitan dengan perencanaan proyek penyisipan *flowline river crossing* di PT. XYZ. Metode yang digunakan dalam pengolahan dan analisis data pada penelitian ini adalah pendekatan

network planning yang menerapkan teknik *Critical Path Method* dan *Project Evaluation and Review Technique* [15].

Tabel 1. Network planning.

No	Aktivitas utama	Kode	Durasi (Hari)	Kegiatan sebelumnya (predecessor)
1	Persiapan	A	3	-
2	Mobilisasi Alat	B	4	A
3	Horizontal Directional Drilling 1	C	8	B
4	Horizontal Directional Drilling 2	D	7	B
5	Horizontal Directional Drilling 3	E	7	B
6	Horizontal Directional Drilling 174	F	10	C, D, E
7	Testing dan Quality Control	G	3	F
8	Invoice Horizontal Directional Drilling 174	H	2	F
9	Invoice 95%	I	3	G, H
10	Final Invoice	J	2	I
Total			49	

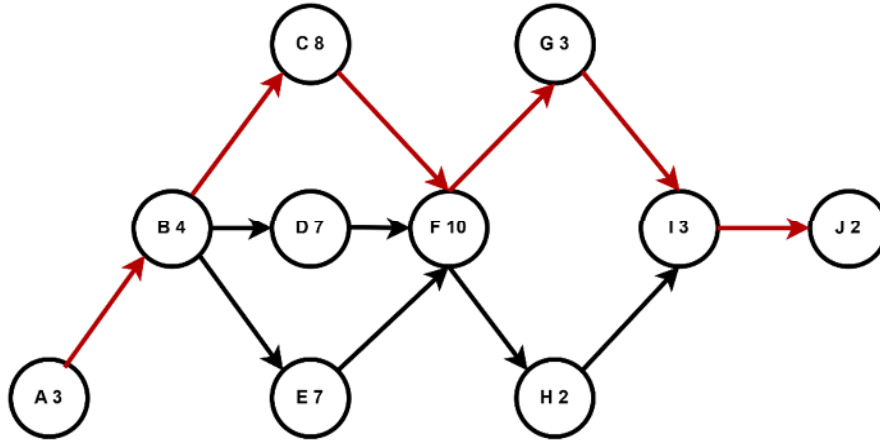
Berdasarkan Tabel 1 yang merangkum aktivitas (dilambangkan dengan kode huruf), durasi hari, serta aktivitas pendahulu (predecessor), maka precedence diagram dapat disusun seperti pada Gambar 2 di bawah ini. Diagram ini menunjukkan jalur kritis pada rute A-B-C-D-E-F-G-H-I-J dengan total durasi 49 hari. Selain itu, terdapat jalur alternatif lain yang lebih singkat, yaitu A-B-C-F-G-I-J selama 33 hari. Analisis metode PERT selanjutnya disajikan mengenai tiga estimasi waktu, yaitu waktu optimis (a), waktu paling mungkin (m), dan waktu pesimis (b) yang diperoleh melalui wawancara sebelumnya. Data tersebut digunakan untuk menghitung waktu harapan setiap aktivitas, sehingga menghasilkan estimasi durasi proyek yang lebih akurat.

Tabel 2. Perhitungan durasi (te).

	Kode	Durasi Optimis (a)	Durasi Realistis (m)	Durasi Pesimistis (b)
1	A	2	3	5
2	B	3	4	6
3	C	6	8	12
4	D	5	7	10
5	E	5	7	10
6	F	8	10	14
7	G	2	3	5
8	H	1	2	4
9	I	2	3	5
10	J	1	2	3
Total			49	

Jaringan kerja proyek digunakan untuk menentukan jalur kritis merupakan urutan aktivitas terpanjang dalam suatu jaringan proyek, yang berperan sebagai penentu total waktu penyelesaian proyek [16]. Jalur kritis merupakan komponen penting dalam perencanaan proyek karena aktivitas yang berada pada jalur kritis tidak memiliki waktu kelonggaran, sehingga keterlambatan pada aktivitas tersebut akan menyebabkan keterlambatan pada keseluruhan proyek. Dalam sebuah node probabilistik, terwujudnya cabang-cabang yang keluar dari node tersebut ditentukan oleh probabilitas kemunculannya, sehingga setiap cabang merepresentasikan kemungkinan kejadian yang saling terkait namun tidak pasti. Jumlah probabilitas kemunculan tugas yang diwakili oleh node tersebut bernilai satu, yang menunjukkan bahwa seluruh kemungkinan keluaran telah tercakup dalam model [17].

Hasil analisis jaringan kerja menunjukkan bahwa terdapat beberapa aktivitas yang termasuk dalam jalur kritis proyek. Aktivitas-aktivitas tersebut merupakan aktivitas yang memiliki pengaruh langsung terhadap durasi total proyek. Oleh karena itu, aktivitas yang berada pada jalur kritis memerlukan perhatian khusus dalam meminimalkan risiko, serta pada pelaksanaan proyek untuk memastikan bahwa proyek dapat diselesaikan sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan [18].



Gambar 2. Diagram jaringan PERT.

Dalam rencana waktu pelaksanaan proyek, adanya penggunaan untuk menentukan waktu tercepat (*earliest*) dan waktu terlambat (*latest*) bagi setiap aktivitas. Tabel 3 di bawah ini menampilkan durasi, *slack time*, *early start* (ES), *early finish* (EF), *latest finish* (LF), serta *latest start* (LS).

Tabel 3. *Slack time*.

Aktivitas	ES	EF	LS	LF	Slack Time
A	0	3.17	0	3.17	0
B	3.17	7.33	3.17	7.33	0
C	7.33	15.67	7.33	15.67	0
D	7.33	14.5	8.5	15.67	1.17
E	7.33	14.5	8.5	15.67	1.17
F	15.67	26	15.67	26	0
G	26	29.17	26	29.17	0
H	26	28.17	27	29.17	1
I	29.17	32.33	29.17	32.33	0
J	32.33	34.33	32.33	34.33	0

Untuk mendukung analisis jalur kritis pada Gambar 2 sebelumnya, metode PERT digunakan untuk mengelola tingkat ketidakpastian dalam penjadwalan proyek melalui pendekatan probabilistik. Dalam metode ini, perhitungan standar deviasi (*sd*) dan varians (*ve*) dilakukan sebagai ukuran tingkat variasi data serta sebagai indikator kuantitatif untuk mengetahui seberapa besar variasi durasi setiap aktivitas, khususnya bagi aktivitas yang berada pada jalur kritis. Standar deviasi dihitung dari selisih antara waktu pesimis dan waktu optimis yang dibagi dengan konstanta 6, sedangkan varians merupakan kuadrat dari nilai standar deviasi. Nilai standar deviasi dan varians yang semakin kecil menunjukkan tingkat ketidakpastian yang semakin rendah, sehingga estimasi durasi aktivitas menjadi lebih akurat dan dapat meningkatkan keandalan perencanaan waktu proyek. Berikut ini merupakan rumus standar deviasi:

$$(sd) = \frac{1}{6} \times (b - a) \quad (1)$$

Dimana:

a: *optimis time* (hari)

b: *pesimis time* (hari)

Tabel 4. Perhitungan standar deviasi dan varians.

No	Kode	Slack Time	Durasi (te) = (a + 4m + b)/6	Standar Deviasi S = 1/6 (b-a)	Varians = S ² atau σ ²
1	A	0	3.166667	0.5	0.25
2	B	0	4.166667	0.5	0.25
3	C	0	8.333333	1	1
4	D	1.17	7.166667	0.833333	0.694444
5	E	1.17	7.166667	0.833333	0.694444
6	F	0	10.33333	1	1
7	G	0	3.166667	0.5	0.25
8	H	1	2.166667	0.5	0.25
9	I	0	3.166667	0.5	0.25
10	J	0	2	0.333333	0.111111

Untuk mengetahui peluang probabilitas pada proyek penyisipan *flowline river crossing* di PT. XYZ dengan menggunakan rumus (2)

A. *Expected time*, maka perhitungannya.

$$Te \text{ (aktivitas kode A)} = \frac{(tp+4tm+to)}{6} = \frac{(2+(4 \times 3)+5)}{6} = 3.166667 \quad (2)$$

B. *Variance*, berikut adalah perhitungannya:

$$\sigma^2 \text{ (aktivitas kode A)} = \left(\frac{tp-to}{6}\right)^2 = \left(\frac{5-2}{6}\right)^2 = 0.25 \quad (3)$$

C. Perhitungan probabilitas keberhasilan jalannya proyek yang dilakukan.

$$\sigma = \sqrt{(VA + VB + VC + VF + VG + VI + VJ)} \quad (4)$$

$$\sigma = \sqrt{(0.25 + 0.25 + 1 + 1 + 0.25 + 0.25 + 0.11)}$$

$$\sigma = \sqrt{3.11}$$

Maka didapat $\sigma = 1,76352 = 1,8$

Apabila manajer proyek menargetkan penyelesaian dalam 47 hari atau (x = 47 hari), maka probabilitas keberhasilan proyek selesai pada waktu tersebut diperoleh dengan mengacu pada tabel sebaran peluang kumulatif normal Z.

$$Z = \frac{x-\mu}{\sigma} \quad (5)$$

$$Z = \frac{47-49}{1,8} = -1,11 ; P(Z \leq -1,11) = 0.1335$$

Tabel Normal Z = 13,35%

Tabel 5. Distribusi normal Z Negatif.

Z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-1.1	0.1356	0.1335	0.1313	0.1292	0.1271	0.1250	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1.0	0.1586	0.1562	0.1538	0.1515	0.1491	0.1468	0.1445	0.1423	0.1400	0.1378
-0.9	0.1840	0.1814	0.1787	0.1761	0.1736	0.1710	0.1685	0.1660	0.1635	0.1610
-0.8	0.2118	0.2089	0.2061	0.2032	0.2004	0.1976	0.1948	0.1921	0.1894	0.1867
-0.7	0.2419	0.2388	0.2357	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2147
-0.6	0.2742	0.2709	0.2676	0.2643	0.2610	0.2578	0.2546	0.2514	0.2482	0.2451
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2980	0.2946	0.2911	0.2877	0.2843	0.2809	0.2776
-0.4	0.3445	0.3409	0.3372	0.3336	0.3299	0.3263	0.3227	0.3191	0.3156	0.31207
-0.3	0.3820	0.3782	0.3744	0.3707	0.3669	0.3631	0.3594	0.3556	0.3519	0.34827
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4051	0.4012	0.3974	0.3935	0.3897	0.3859
-0.1	0.4601	0.4562	0.4522	0.4482	0.4443	0.4403	0.4364	0.4325	0.4285	0.4246
0.0	0.5000	0.5039	0.5079	0.5119	0.5159	0.5199	0.5239	0.5279	0.5318	0.5358

Kemudian jika proyek dijadwalkan lebih lama, dengan contoh dikerjakan dalam 51 hari kalender, maka hasilnya adalah sebagai berikut:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (6)$$

$$Z = \frac{51 - 49}{1,8} = 1,11 ; P(Z \leq 1,11) = 0.8665$$

Tabel Normal Z = 86,65%

Tabel 6. Distribusi normal Z positif.

Z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
1	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa peluang penyelesaian pada proyek penyisipan *flowline river crossing* dalam waktu 47 hari hanya sebesar 13,35 persen, sedangkan jika dikerjakan lebih lama hingga 51 hari, maka tingkat keberhasilannya mencapai 86,65 persen. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) pada proyek penyisipan *flowline river crossing*, diperoleh beberapa aktivitas yang termasuk dalam jalur kritis proyek, yaitu aktivitas A (Persiapan), B (Mobilisasi Alat), C (*Horizontal Directional Drilling 1*), F (*Horizontal Directional Drilling 174*), G (*Testing dan Quality Control*), I (*Invoice 95%*), dan aktivitas J (*Final Invoice*). Aktivitas persiapan memiliki durasi realistis selama 3 hari dan menjadi faktor penentu dimulainya aktivitas konstruksi lainnya. Keterlambatan pada aktivitas ini menyebabkan beberapa pekerjaan lanjutan mengalami penundaan, sehingga mempengaruhi kelancaran pelaksanaan proyek secara keseluruhan.

Selain itu, kegiatan mobilisasi alat dengan durasi realistis sebesar 4 hari tidak hanya berfungsi sebagai pekerjaan dasar, tetapi juga menjadi *bottleneck* utama dalam jaringan proyek karena berada pada jalur kritis dengan nilai *slack* nol. Hal ini menunjukkan bahwa setiap deviasi kecil pada aktivitas ini akan secara langsung menggeser keseluruhan jadwal proyek. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya seperti pada proyek Gedung KONI dan saluran irigasi Glapan Barat, aktivitas kritis umumnya didominasi oleh pekerjaan struktural atau konstruksi utama, namun pada penelitian ini ditemukan bahwa pekerjaan awal (persiapan dan mobilisasi alat) justru menjadi penentu utama durasi proyek. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa pada proyek penyisipan *flowline river crossing*, risiko keterlambatan lebih banyak dipengaruhi oleh kondisi lapangan, seperti karakteristik tanah, potensi gangguan lingkungan sungai, serta keterbatasan alat berat, yang tidak sepenuhnya terakomodasi pada penelitian sebelumnya.

Dari perspektif analisis risiko, nilai probabilitas penyelesaian proyek dalam 47 hari yang hanya sebesar 13,35% menunjukkan bahwa target tersebut tergolong agresif dan memiliki tingkat ketidakpastian yang tinggi. Sebaliknya, peningkatan durasi menjadi 51 hari menghasilkan probabilitas keberhasilan sebesar 86,65%, yang secara signifikan lebih aman secara statistik. Hal ini menegaskan bahwa meskipun metode PERT mampu menghasilkan estimasi waktu optimal, keputusan manajerial tidak dapat hanya berfokus pada durasi minimum, melainkan harus mempertimbangkan *trade off* antara waktu dan risiko keterlambatan. Temuan ini sejalan dengan

studi probabilistik sebelumnya yang menekankan pentingnya integrasi analisis risiko dalam penjadwalan proyek untuk meningkatkan keandalan perencanaan.

Implikasi manajerial dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengendalian proyek harus difokuskan pada aktivitas kritis, khususnya kegiatan persiapan dan mobilisasi alat, melalui strategi seperti peningkatan alokasi sumber daya, penjadwalan ulang yang adaptif, serta mitigasi risiko lapangan sejak tahap awal. Selain itu, manajer proyek disarankan untuk tidak hanya menetapkan satu target durasi, tetapi juga menggunakan pendekatan skenario (optimis, realistis, pesimis) sebagai dasar pengambilan keputusan. Dengan demikian, metode PERT tidak hanya berfungsi sebagai alat perhitungan durasi, tetapi juga sebagai instrumen strategis dalam pengendalian waktu dan manajemen risiko proyek secara komprehensif.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode PERT pada proyek penyisipan *flowline river crossing* di PT. XYZ, diperoleh bahwa jalur kritis proyek terdiri dari aktivitas A–B–C–F–G–I–J dengan durasi harapan proyek sebesar 49 hari. Hasil analisis probabilistik menunjukkan bahwa peluang penyelesaian proyek dalam 47 hari hanya sebesar 13,35%, sehingga target tersebut tergolong agresif, sedangkan pada durasi 51 hari probabilitas meningkat menjadi 86,65%, yang lebih realistis untuk dicapai. Implikasi praktis dari penelitian ini menunjukkan bahwa manajer proyek perlu memfokuskan pengendalian pada aktivitas kritis seperti persiapan, mobilisasi alat, dan pekerjaan utama pengeboran, melalui optimalisasi alokasi sumber daya, penjadwalan ulang yang adaptif, serta mitigasi risiko sejak tahap awal proyek. Selain itu, penggunaan pendekatan skenario waktu (optimis, realistis, pesimis) terbukti lebih efektif dibandingkan penetapan satu target durasi tunggal dalam mendukung pengambilan keputusan yang berbasis risiko. Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu masih bergantung pada estimasi waktu berbasis wawancara yang berpotensi subjektif, serta belum mempertimbangkan faktor eksternal secara kuantitatif seperti kondisi geoteknik, cuaca, dan gangguan operasional di lapangan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan metode PERT dengan analisis risiko yang lebih komprehensif, seperti simulasi Monte Carlo atau pendekatan berbasis data historis, guna meningkatkan akurasi estimasi durasi dan keandalan perencanaan proyek.

Referensi

- [1] P. M. Institute, *A GUIDE TO THE PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE (PMBOK GUIDE), SIXTH EDITION*. Pennsylvania: Project Management Institute, 2017.
- [2] K. K. Felix Asi Tupado Sihaloho, Dian Pratiwi, Vanita Kesumawati Yacub, “ANALISIS PENJADWALAN PROYEK MENGGUNAKAN METODE JALUR KRITIS (CPM),” *J. Tek. Sipil*, vol. 5, no. 1, 2024, doi: <https://doi.org/10.33365/send.v5i01.4720>.
- [3] A. C. Rosita, Delia and Khairunnisa, “Analisis Penjadwalan Pembangunan Proyek dengan Menggunakan Metode CPM Dan PERT,” *JITMI (Jurnal Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 7, no. 2, 2024. <https://doi.org/10.32493/jitmi.v7i2.y2024.p75-84>
- [4] M. F. Fauzi, B. M. , Yonas Prima Arga Rumbyarso, and Siagian, “Analisa Penjadwalan Proyek Menggunakan CPM dan PERT Pada Proyek Pembangunan Gedung KONI Jakarta Pusat,” *J. Tek. dan Teknol. Indones.*, vol. 2, no. 3, pp. 1–11, 2024, doi: <https://doi.org/10.62287/jtti.v2i3.79>.
- [5] A. N. S. NUGROHO, S. I. WAHYUDI, and SOEDARSONO, “ANALISIS PELAKSANAAN KONSTRUKSI DAN PERCEPATAN PENJADWALAN PROYEK DENGAN INOVASI PRECAST,” *Rang Tek. J.*, vol. 8, no. 1, 2025, doi: <https://doi.org/10.31869/rtj.v8i1.5336>.
- [6] C. N. V. Langkun, J. B. Mangare, and J. Tjakra, “Penjadwalan Waktu Proyek Pembangunan Puskesmas Kakaskasen, Tomohon Dengan Menggunakan Metode PERT (Program Evaluation and Review Technique),” *TEKNO*, vol. 23, no. 91, 2025, doi: <https://doi.org/10.35793/jts.v23i91.60957>.
- [7] S. ADRIANTI, H. HAFIZ, W. SAFITRI, and MIFTAKUL HUDA, “Analisis Penjadwalan Proyek Pembangunan Saung Serbaguna Di Cikarang Menggunakan PERT Dan CPM,” *J. Ekono Insentif*, vol. 18, no. 1, pp. 62–73, 2024, doi: <https://doi.org/10.36787/jei.v18i1.1267>.
- [8] X. Pt and M. Firdaus, “PENERAPAN UNTUK MENINGKATKAN MUTU PROYEK PADA

- PERUSAHAAN IT (Studi Kasus : IMPLEMENTATION OF ACTIVITY BASED MANAGEMENT TO IMPROVE PROJECT QUALITY IN IT COMPANIES (Case Study : PT . X),” *J. Terap. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 109–118, 2020, doi: <https://doi.org/10.37373/jenius.v1i2.55>. <https://doi.org/10.37373/jenius.v1i2.55>
- [9] J. Silva, P. Ávila, L. Patrício, J. Carlos, and L. Pinto, “ScienceDirect ScienceDirect Improvement of planning and time control in the project Improvement and time control - in the study project management of of planning a metalworking industry case management of a metalworking industry study,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 196, no. 2021, pp. 288–295, 2022, doi: 10.1016/j.procs.2021.12.016. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.016>
- [10] S. A. Pujas, F. Taihuttu, and C. G. Buyang, “Analisis Jadwal dan Biaya Pembangunan Gedung KUA Kota Masohi Dengan Metode Pert,” *J. Penelit. MULTIDISIPLIN BANGSA*, vol. 2, no. 9, pp. 1540–1549, 2026, doi: <https://doi.org/10.59837/jpnmb.v2i8.766>. <https://doi.org/10.59837/jpnmb.v2i8.766>
- [11] S. Godbole *et al.*, “A probabilistic framework for assessing time-risk trade-offs in prefabricated construction projects,” *J. Clean. Prod.*, vol. 536, no. November, pp. 147–154, 2025, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.147154>. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.147154>
- [12] S. N. Afia and A. S. Alhaq, “Analisis penerapan manajemen waktu dengan metode CPM pada proyek pembangunan perumahan griya mahari Analysis of implementation time management using CPM method in griya mahari housing development project,” *J. Terap. Tek. Ind.*, vol. 4, no. 2, pp. 271–283, 2023. <https://doi.org/10.37373/jenius.v4i2.636>
- [13] M. P. Nanda, B. Mulyono, and M. Wantoro, “Evaluation of Cost Efficiency of Conventional Concrete Plates and Bondek Plates in Building Construction and Benefit Cost Ratio Analysis,” *Fondasi J. Tek. Sipil*, vol. 14, no. 2, pp. 255–262, 2025, doi: <https://dx.doi.org/10.62870/fondasi.v14i2.31193>. <https://doi.org/10.62870/fondasi.v14i2.31193>
- [14] B. Setiawan and R. Usman, “OPTIMALISASI PENJADWALAN PROYEK DENGAN MENGGUNAKAN METODE CPM DI PROYEK LRT PULOMAS,” *J. Terap. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 77–87, 2020, doi: <https://doi.org/10.37373/JENIUS.V1I2.52>. <https://doi.org/10.37373/jenius.v1i2.52>
- [15] A. M. Akas Dwi Prakoso, Edison H Manurung, “ANALISIS NETWORK PLANNING PADA PROYEK APARTEMEN SAVYAVASA DI JAKARTA SELATAN DENGAN METODE PROGRAM EVALUATION REVIEW AND TECHNIQUE (PERT),” *SENTRI J. Ris. Ilm.*, vol. 2, no. 10, pp. 4156–4168, 2023, doi: <https://doi.org/10.55681/sentri.v2i10.1655>. <https://doi.org/10.55681/sentri.v2i10.1655>
- [16] S. Anggreani, E. Cibro, E. T. Aksana, and iti S. B. SGinting, “Systematic Literature : Analisis Teori Jaringan Kerja Dalam Pengambilan Keputusan Proyek Menggunakan Metode CPM dan PERT,” *Jejak Digit. J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 2, no. 1, pp. 1701–1710, 2026, doi: <https://doi.org/10.63822/rwzks881>.
- [17] K. Pregina, “Fuzzy-Graphical Evaluation and Review Technique for Scheduling Construction Projects,” *KSCE J. Civ. Eng.*, vol. 28, no. 7, pp. 2573–2587, 2024, doi: 10.1007/s12205-024-0904-z. <https://doi.org/10.1007/s12205-024-0904-z>
- [18] B. Prasisko and M. A. Jumali, “Identifikasi Jalur Kritis pada Proses Pemindehan Sarana Produksi Krimer Retail dengan Metode CPM pada PT X,” *J. Ind. Manaj. Dan Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 4, no. 2, 2025, doi: <https://doi.org/10.56211/factory.v4i2.1382>. <https://doi.org/10.56211/factory.v4i2.1382>