



## Studi Analisis Waktu Proyek Pembangunan Gedung Kementerian Koordinator 2 di IKN Menggunakan *Program Evaluation and Review Technique*

**Eunike Imania Kaligis<sup>1</sup>, Jeanely Rangkang<sup>2</sup>, Beldie Aryona Tombeg<sup>3</sup>**

Sarjana Terapan Konstruksi Bangunan Gedung, Jurusan Teknik Sipil,

Politeknik Negeri Manado, Kota Manado <sup>1,2,3</sup>

E-mail: eunimania0303@gmail.com

### **Abstrak**

Penjadwalan waktu pelaksanaan yang akurat merupakan aspek krusial dalam pengelolaan proyek konstruksi, terutama pada proyek gedung perkantoran berskala besar. Studi menyebutkan keterlambatan proyek di indonesia disebabkan karena lemahnya manajemen pengawasan terkhusus pada proyek berskala besar dengan kompleksitas tinggi seperti pada Proyek Pembangunan Gedung Kementerian Koordinator 2 di IKN. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis estimasi waktu penyelesaian proyek menggunakan metode Program Evaluation and Review Technique (PERT), serta membandingkan dengan realisasi waktu proyek berdasarkan data Kurva S. Metode PERT digunakan untuk menghitung estimasi waktu rata-rata ( $te$ ) dari setiap aktivitas proyek, dengan memperhitungkan waktu optimis, waktu kemungkinan besar, dan waktu pesimis. Hasil analisis menunjukkan bahwa pekerjaan struktur memiliki estimasi waktu penyelesaian sebesar 303 hari dengan probabilitas 96,56% ( $z = 1,824$ ). Dibandingkan dengan realisasi di lapangan sebesar 321 hari, sehingga ditemukan keterlambatan sebesar 18 hari pada pekerjaan struktur. Keterlambatan ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kompleksitas pekerjaan, durasi aktivitas yang panjang, serta ketergantungan antar disiplin kerja. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam penerapan metode PERT untuk evaluasi kinerja waktu proyek konstruksi, serta sebagai acuan pengambilan keputusan dalam perencanaan waktu pada proyek serupa.

**Kata kunci:** Kinerja Proyek, PERT, Estimasi Waktu..

### **Abstract**

Accurate scheduling of implementation time is a crucial aspect of construction project management, especially for large-scale office building projects. This study aims to analyze the estimated project completion time using the Program Evaluation and Review Technique (PERT) method and to compare it with the actual project duration based on S-Curve data. The PERT method is used to calculate the average estimated time ( $te$ ) for each project activity by considering optimistic, most likely, and pessimistic time estimates. The analysis results show that the structural work has an estimated completion time of 303 days with a probability of 96.56% ( $z = 1.824$ ). When compared to the actual field duration of 321 days, an 18-day delay was identified in the structural work. This delay was caused by several factors, including work complexity, long activity durations, and interdependencies among work disciplines. This study contributes to the application of the PERT method for evaluating time performance in construction projects and serves as a reference for decision-making in time planning for similar projects.

**Keywords:** Project Performance, PERT, Time Estimation.



## **1. PENDAHULUAN**

Kinerja waktu merupakan aspek krusial dalam keberhasilan proyek konstruksi, terutama pada proyek berskala besar seperti pembangunan gedung perkantoran di Ibu Kota Nusantara. Keterlambatan proyek dapat memicu pembengkakan biaya dan menurunkan kualitas hasil pekerjaan. Menurut Winoto et al. (2023), sekitar 66,7% keterlambatan proyek di Indonesia disebabkan oleh lemahnya pengawasan, terutama dalam proyek yang kompleks. Karimi et al. (2018) menegaskan bahwa salah satu faktor dominan yang memengaruhi kinerja proyek adalah ketersediaan dan kompetensi tenaga kerja. Ketidakseimbangan antara volume pekerjaan dan sumber daya dapat memicu keterlambatan, sehingga diperlukan metode yang mampu memetakan aktivitas secara menyeluruh dan mengelola keterbatasan waktu secara realistik.

Untuk mencapai tujuan sebuah proyek yang telah ditentukan, terdapat tantangan untuk menyeimbangkan batasan-batasan yang dikenal sebagai triple constraint (tiga batasan) utama, yaitu: biaya, waktu dan mutu (Soeharto, 1999 dalam Sugiyanto, 2020). Selanjutnya, untuk menjawab tantangan terkait waktu pelaksanaan, metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) menjadi pendekatan yang relevan karena mampu memperkirakan durasi proyek secara probabilistik dengan mempertimbangkan ketidakpastian aktivitas. PERT menghitung waktu rata-rata dari tiga estimasi waktu (optimis, paling mungkin, dan pesimis), sehingga memberikan gambaran yang lebih realistik terhadap jadwal proyek.

Penelitian ini berfokus pada analisis estimasi waktu proyek pembangunan gedung perkantoran menggunakan metode PERT dan membandingkannya dengan realisasi waktu dari data Kurva S. Studi sebelumnya (Perdana dan Sari, 2022; Tardok E. L., 2018; Oktaviana, El Unas dan Kasumaningrum R., 2017; Tamalika T., et al, 2020; Sulistyo A, Fifki I, dan Gautama P., 2022) menunjukkan bahwa penerapan PERT dan CPM dapat mempercepat durasi proyek secara signifikan. Dengan merujuk pada temuan-temuan serupa, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam meningkatkan akurasi perencanaan waktu dan menjadi referensi praktis bagi manajer proyek dalam pengambilan keputusan terhadap kinerja jadwal di proyek konstruksi berskala besar.

## **2. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian deskriptif terapan, yang bertujuan untuk menganalisis kinerja waktu pelaksanaan proyek konstruksi menggunakan pendekatan PERT. Objek penelitian diarahkan pada pekerjaan struktur dari Proyek Pembangunan Gedung Kementerian Koordinator 2 di Tower 1.

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder, dimana data yang dianalisis mencakup: (1) Kurva S, yang digunakan sebagai pembanding antara estimasi dan realisasi waktu proyek; (2) Rencana Anggaran Biaya (RAB), untuk menganalisis estimasi durasi pekerjaan; serta (3) gambar denah proyek, untuk memahami urutan aktivitas dan keterkaitan pekerjaan dalam jaringan kerja proyek. Validasi data dilakukan melalui observasi lapangan dan wawancara informal dengan tim pelaksana proyek, guna memastikan logika urutan pekerjaan sesuai kondisi aktual di lapangan.

Dalam melakukan sebuah penelitian, terdapat langkah-langkah yang tepat untuk dilakukan untuk memperoleh sebuah hasil yang sesuai tujuan dan harapan. Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk melaksanakan penelitian ini, diantaranya:

### **Langkah 1: Persiapan**

Langkah pertama yang dilakukan yakni melakukan studi literatur. Studi literatur bertujuan untuk memperkuat topik penelitian serta teori-teori yang relevan yang berkaitan dengan metode yang digunakan yakni PERT dan manajemen waktu dalam sebuah proyek. Selanjutnya ditentukan rumusan masalah hingga kompilasi data

### **Langkah 2: Pengumpulan Data**

Setelah langkah pertama dilakukan, selanjutnya yaitu mengumpulkan data penelitian. Adapun data yang digunakan berdasarkan data sekunder yang berasal dari kontraktor pelaksana proyek pembangunan Kemenko 2 ini dengan data primer yang berasal dari wawancara informal pada tim pelaksana proyek

### **Langkah 3: Analisa Data**

Setelah langkah kedua dilakukan, selanjutnya menganalisa data yang sudah diperoleh. Sebelum menggunakan metode yang akan dilakukan perhitungan durasi pekerjaan. Perhitungan durasi konstruksi merupakan langkah penting dalam merencanakan proyek dan pengendalian sebuah proyek. Durasi dihitung berdasarkan hubungan fundamental antara volume pekerjaan dan produktivitas sumber daya yang digunakan dengan rumus dasar sebagai berikut:

$$\text{Durasi } (D) = \frac{\text{Volume Pekerjaan } (V)}{\text{Produktivitas } (P)} \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

dimana: Durasi ( $D$ ) adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan biasanya dalam satuan hari kerja.

Volume Pekerjaan ( $V$ ) adalah kuantitas pekerjaan yang harus diselesaikan, ( $\text{m}^3$ ,  $\text{m}^2$ , m, ton, dan lain-lain).

Produktivitas ( $P$ ) adalah jumlah volume pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh satu unit sumber daya (satu pekerja atau satu set alat) dalam satuan waktu.

Penentuan nilai produktivitas mengacu pada standar baku yang diatur dalam BSN (2008) dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2023, dimana kedua aturan ini mengatur tentang koefisien suatu pekerjaan berdasarkan pengalaman dan kondisi lapangan. Koefisien ini menjadi dasar dalam menghitung durasi dan biaya pekerjaan, serta harus disesuaikan dengan faktor koreksi seperti kondisi medan, cuaca ekstrem, dan metode kerja yang digunakan. Berdasarkan perumusan dalam persamaan (1), maka durasi dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Durasi} = \frac{V \times \text{koef}}{D_h \times P} \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

dimana:  $V$  = Volume pekerjaan ( $\text{m}^3$ ,  $\text{m}^2$ , unit, dan lain-lain)

Koef = Koefisien tenaga kerja atau alat (orang-jam/satuan)

$D_h$  = Durasi Kerja per hari (jam/hari, biasanya 8 jam)

$P$  = Jumlah pekerja atau unit alat

Metode yang digunakan untuk menganalisis waktu pelaksanaan pada proyek ini adalah metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT). Menurut Santosa (2009), PERT merupakan suatu metode manajemen proyek yang digunakan untuk menganalisis dan

mengestimasi waktu penyelesaian suatu proyek. Ciri utama metode PERT, terdapat tiga perkiraan waktu, yaitu:

**Waktu optimis (a)**, merupakan waktu minimum dalam suatu pekerjaan, dimana segala sesuatu akan berjalan baik, sangat kecil kemungkinan pekerjaan selesai sebelum waktu ini

**Waktu paling mungkin (m)**, merupakan waktu normal dalam menyelesaikan pekerjaan. Waktu ini merupakan paling sering terjadi apabila pekerjaan bisa diulang

**Waktu pesimis (b)**, merupakan waktu maksimal yang diperlukan dalam suatu pekerjaan, situasi ini apabila berasas buruk dalam suatu pekerjaan.

Adapun tahapan-tahapan dalam menganalisis waktu proyek menggunakan metode ini, yakni:

1. Menentukan tiga estimasi waktu untuk setiap pekerjaan, dimana estimasi waktu optimis (**a**), menggunakan durasi rencana pada pembangunan gedung Kementerian Koordinator 2 Tower 1. Untuk durasi waktu paling mungkin (**m**) dianalisis melalui perhitungan volume pekerjaan dari data RAB, dan untuk durasi pesimis (**b**) menggunakan realisasi waktu dari gedung perkantoran.
2. Menghitung nilai  $te$  (*expected time*), Ketiga estimasi ini dimasukkan ke dalam rumus untuk menghitung waktu yang diharapkan (*expected duration/te*), yakni:

$$te = \frac{a+4m+b}{6} \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

dimana:  $te$  = Waktu yang diharapkan (*expected duration*)

$a$  = Waktu optimis

$m$  = Waktu paling mungkin

$b$  = Waktu pesimis

3. Menghitung nilai devian ( $S$ ) dan Varian ( $V(te)$ ) untuk setiap pekerjaan. Rentang waktu pada tiga angka estimasi PERT menandai derajat ketidakpastian dalam estimasi kurun waktu (Yuwono, W., Kaukab, M. E., dan Mahfud, Y, 2021). Metode PERT diasumsikan mengikuti distribusi **Beta**, dengan  $te$  sebagai nilai ekspektasi. Rentang antara waktu pesimis dan optimis juga digunakan untuk menghitung standar deviasi ( $S$ ) dan varian ( $v$ ) aktivitas dengan rumus:

$$S = \frac{b-a}{6} \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

$$v = S^2 \quad \dots \dots \dots \quad (5)$$

dimana:  $v$  = Nilai varian kegiatan

$S$  = Nilai deviasi kegiatan

4. Menghitung nilai  $z$ , nilai ini mengindikasikan probabilitas keberhasilan penyelesaian proyek tepat waktu. Pernyataan ini dirumuskan sebagai berikut:

$$z = \frac{T(d) - te}{\sqrt{v}} \quad \dots \dots \dots \quad (6)$$

dimana:  $z$  = Peluang penyelesaian proyek

$T(d)$  = Target jadwal

Angka  $z$  merupakan angka probilitas yang persentasenya dapat diperoleh pada Tabel distribusi kumulatif  $z$  (Utomo, G., Hendriyani, I., dan Aida, S. N, 2020). Gambar 1 memperlihatkan Tabel distribusi kumulatif  $z$  berdasarkan Rory BPS (2018).

0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6738	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	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	0.9772	0.9778	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817	
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9899	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9988	0.9988	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998

Gambar 1. Distribusi Normal Kumulatif Nilai z Pada Pekerjaan Struktur

Tahap terakhir dalam analisis ini adalah melakukan perbandingan secara mendalam antara estimasi waktu penyelesaian proyek yang dihitung menggunakan metode PERT dengan realisasi waktu pelaksanaan proyek yang tercatat pada data Kurva S. Perbandingan ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat akurasi estimasi metode PERT serta untuk mengevaluasi adanya selisih durasi antara perencanaan dan pelaksanaan aktual di lapangan. Hasil evaluasi ini diharapkan dapat memberikan masukan yang berguna bagi pengelolaan waktu proyek, termasuk dalam pengambilan keputusan dan perencanaan risiko terkait durasi pelaksanaan proyek serupa di masa mendatang.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal dalam proses analisis yaitu menetapkan hubungan antar aktivitas dalam proyek konstruksi, dimana dalam penyusunan hubungan ini dilakukan penamaan kode aktivitas, berdasarkan jenis pekerjaan, yakni; *S* untuk pekerjaan struktur dan *A* untuk arsitektur. Penandaan lantai menggunakan singkatan, *B* untuk Basement, *SB* untuk Semi Basement, *L1-L6* untuk lantai dasar hingga lantai enam, dan *LA* untuk Lantai Atap. Hubungan keterkaitan ini akan menjadi patokan dalam menentukan jalur kritis dalam pekerjaan.

Adapun untuk mengestimasi durasi pekerjaan baik optimis (a) dan pesimis (b), dimana didapatkan berdasarkan data proyek pembangunan gedung Kementerian Koordinator 2 Tower 1. Tabel 1 memperlihatkan durasi optimis dan pesimis dari proyek Gedung Kementerian Koordinator 2 Tower 1.

Tabel 1. Durasi Waktu Optimis dan Pesimis Pekerjaan Struktur Proyek Gedung

Uraian Pekerjaan	Kode	Durasi (hari)	
		Optimis (a)	Pesimis (b)
<b>Basement</b>			
pekerjaan pile cap	S-B.1	20	50

Uraian Pekerjaan	Kode	Durasi (hari)	
		Optimis (a)	Pesimis (b)
pekerjaan tie beam	S-B.2	19	35
pekerjaan pelat di atas tanah	S-B.3	15	25
pekerjaan kolom	S-B.4	18	35
<b>Semi Basement</b>			
pekerjaan kolom	S-SB.1	13	14
pekerjaan balok	S-SB.2	16	15
pekerjaan pelat lantai	S-SB.3	18	14
<b>Lantai Dasar</b>			
pekerjaan kolom	S-L1.1	16	6
pekerjaan balok	S-L1.2	17	7
pekerjaan pelat lantai	S-L1.3	21	5
<b>Lantai 2</b>			
pekerjaan kolom	S-L2.1	17	6
pekerjaan balok	S-L2.2	16	7
pekerjaan pelat lantai	S-L2.3	28	5
<b>Lantai 3</b>			
pekerjaan kolom	S-L3.1	12	6
pekerjaan balok	S-L3.2	12	7
pekerjaan pelat lantai	S-L3.3	24	5
<b>Lantai 4</b>			
pekerjaan kolom	S-L4.1	12	6
pekerjaan balok	S-L4.2	13	7
pekerjaan pelat lantai	S-L4.3	22	5
<b>Lantai 5</b>			
pekerjaan kolom	S-L5.1	8	7
pekerjaan balok	S-L5.2	9	8
pekerjaan pelat lantai	S-L5.3	8	9
<b>Lantai 6</b>			
pekerjaan kolom	S-L6.1	8	6
pekerjaan balok	S-L6.2	9	7
pekerjaan pelat lantai	S-L6.3	8	9
<b>Lantai Atap 1</b>			
pekerjaan balok	S-LA.1	3	7
pekerjaan pelat lantai	S-LA.2	5	8

. Tabel diatas menunjukkan estimasi waktu optimis dan pesimis untuk setiap aktivitas, yang digunakan untuk menghitung estimasi waktu rata-rata dan variansnya. Variasi waktu ini membantu memperkirakan risiko keterlambatan proyek. Selanjutnya menghitung durasi waktu paling mungkin (m) melalui perhitungan volume pekerjaan dari data RAB. Adapun persamaan (2), dimana sebagai contoh perhitungan diambil pekerjaan struktur atas, yakni kolom basement, item pekerjaan penulangan, dengan data-data berikut:

$$\text{Volume Pekerjaan} = 55.327,19 \text{ kg}$$

$$\text{Koefisien Pekerjaan} = 0,0014$$

$$\text{Jumlah Pekerja} = 22 \text{ orang}$$

$$\text{Durasi per hari} = 8 \text{ jam/hari}$$

Diperoleh durasi paling mungkin pada pekerjaan kolom basement, adalah:

$$\text{Durasi} = \frac{55.327,19 \text{ kg} \times 0,0014}{8 \text{ jam/hari} \times 22 \text{ orang}} = 4,50 \text{ hari atau dibulatkan menjadi } 5 \text{ hari}$$

Tabel 2 memperlihatkan analisis perhitungan durasi waktu paling mungkin pada pekerjaan struktur pada lantai semi basement.

**Tabel 2.** Analisis Perhitungan Durasi Waktu Paling Mungkin

Uraian Pekerjaan	Sat.	Volume	Koef. Pekerjaan	Jumlah Pekerja (orang)	Jam kerja perhari (jam/hari)	Durasi (hari)
<b>LANTAI SEMI BASEMENT</b>						
<b>Pekerjaan Balok</b>						
Besi tulangan BJTS 420B	kg	59.911,73	0,014	26	8	4
Beton Fc'30 Mpa	m3	335,62	0,78	11	8	2,87
Bekisting Multiplek	m2	2.378,83	0,78	27	8	8,57
						<b>Total</b> 15,44
<b>Pekerjaan Pelat Lantai</b>						
Besi tulangan BJTS 420B	kg	50.717,40	0,014	20	8	4,5
Beton Fc'30 Mpa	m3	344,06	0,78	12	8	2,89
Bekisting Multiplek	m2	2.420,92	0,78	70	8	3,38
						<b>Total</b> 10,77
<b>Pekerjaan Kolom</b>						
Besi tulangan BJTS 420B	kg	35.575,36	0,014	19	8	3,25
Beton Fc'30 Mpa	m3	140,48	0,78	7	8	1,85
Bekisting Multiplek	m2	641,95	0,78	26	8	2,44
						<b>Total</b> 7,54

\*Catatan: Koefisien yang digunakan berdasarkan kontribusi terbesar dalam pekerjaan, yaitu:  
pekerja/pembantu tukang (Berdasarkan AHSP, 2023)

Selanjutnya Tabel 3 menunjukkan rekaptulasi perhitungan waktu durasi paling mungkin pada pekerjaan struktur keseluruhan.

Setelah estimasi waktu (a, m, dan b) diperoleh, selanjutnya menganalisis nilai te, dengan menggunakan persamaan (3). Contoh perhitungan nilai te, diambil pekerjaan struktur *tie beam* pada *basement*, yakni:

**Tabel 3.** Rekapitulasi durasi waktu paling mungkin pekerjaan struktur

Uraian Pekerjaan	Paling Mungkin - m (hari)	Uraian Pekerjaan	Paling Mungkin - m (hari)
<b>Basement</b>			
Pekerjaan Pile cap	78	Pekerjaan Kolom	6
Pekerjaan Tie Beam	23	Pekerjaan Balok	4
Pekerjaan Pelat diatas tanah	18	Pekerjaan Plat Lantai	11
Pekerjaan Kolom	5		
<b>Semi Basement</b>		<b>Lantai 4</b>	
Pekerjaan Kolom	6	Pekerjaan Kolom	7
Pekerjaan Balok	5	Pekerjaan Balok	4
Pekerjaan Plat Lantai	6	Pekerjaan Plat Lantai	10
<b>Lantai Dasar</b>			
Pekerjaan Kolom	6	<b>Lantai 5</b>	
Pekerjaan Balok	5	Pekerjaan Kolom	8
Pekerjaan Plat Lantai	9	Pekerjaan Balok	4
<b>Lantai 2</b>		Pekerjaan Plat Lantai	6
Pekerjaan Kolom	6		
Pekerjaan Balok	5	<b>Lantai 6</b>	
Pekerjaan Plat Lantai	9	Pekerjaan Kolom	16
<b>Lantai 3</b>		Pekerjaan Balok	5
		Pekerjaan Plat Lantai	6
		<b>Lantai Atap</b>	
		Pekerjaan Balok	4
		Pekerjaan Plat Lantai	6

Waktu optimis (a) = 19 hari

Waktu paling mungkin (m) = 22,74 hari

Waktu pesimis (b) = 35 hari

Perhitungan waktu yang diharapkan (*te*), adalah:

$$te = \frac{19 \text{ hari} + (4 \times 22,74 \text{ hari}) + 35 \text{ hari}}{6}$$

$$te = 24,16 \text{ hari}$$

Tabel 4 berikut merupakan analisis nilai *te* pada pekerjaan struktur.

**Tabel 4.** Analisis nilai *te* pada pekerjaan struktur

Uraian Pekerjaan	Expected Time - <i>te</i> (hari)	Uraian Pekerjaan	Expected Time - <i>te</i> (hari)
<b>Basement</b>		Pekerjaan Kolom	7,01
Pekerjaan Pile cap	63,62	Pekerjaan Balok	6,11
Pekerjaan Tie Beam	24,16	Pekerjaan Plat Lantai	12,3
Pekerjaan Pelat di atas tanah	18,61	<b>Lantai 4</b>	
Pekerjaan Kolom	12,38	Pekerjaan Kolom	7,93
<b>Semi Basement</b>		Pekerjaan Balok	6,15
Pekerjaan Kolom	8,32	Pekerjaan Plat Lantai	11,41
Pekerjaan Balok	8,32	<b>Lantai 5</b>	
Pekerjaan Plat Lantai	9,08	Pekerjaan Kolom	7,53
<b>Lantai Dasar</b>		Pekerjaan Balok	5,58
Pekerjaan Kolom	7,44	Pekerjaan Plat Lantai	6,51
Pekerjaan Balok	7,44	<b>Lantai 6</b>	
Pekerjaan Plat Lantai	10,26	Pekerjaan Kolom	12,89
<b>Lantai 2</b>		Pekerjaan Balok	5,68
Pekerjaan Kolom	8,03	Pekerjaan Plat Lantai	6,55
Pekerjaan Balok	6,85	<b>Lantai Atap 1</b>	
Pekerjaan Plat Lantai	11,8	Pekerjaan Balok	4,38
<b>Lantai 3</b>		Pekerjaan Plat Lantai	6,5

Adapun diagram jaringan dari hasil estimasi waktu nilai te, dimana  
S-B.1 (63,62) → S-B.2 (24,16) → S-B.3 (18,61) → S-B.4 (12,38) → S-SB.1 (8,32) → S-SB.2 (8,32) → S-L1.1 (7,44) → S-L1.2 (7,44) → S-L1.3 (10,26) → S-L2.1 (8,03) → S-L2.2 (6,85) → S-L2.3 (11,80) → S-L3.1 (7,01) → S-L3.2 (6,11) → S-L3.3 (12,30) → S-L4.1 (7,93) → S-L4.2 (6,15) → S-L4.3 (11,41) → S-L5.1 (7,53) → S-L5.2 (5,58) → S-L5.3 (6,51) → S-L6.1 (12,89) → S-L6.2 (5,68) → S-L6.3 (6,55) → S-LA.1 (4,38) → S-LA.2 (6,50)

Diagram jaringan ini menggambarkan urutan aktivitas beserta estimasi durasi rata-rata (*te*) dalam satuan hari, sebagai dasar untuk menilai jalur kritis dalam proyek

Setelah nilai *te* diperoleh, selanjutnya dilakukan analisis nilai standart devian (adalah mengukur tingkat ketidakpastian atau variabilitas durasi waktu suatu proyek) dan varian. Adapun persamaan untuk menghitung devian, digunakan persamaan (4). Setelah mendapatkan nilai devian, selanjutnya dihitung nilai varian dengan persamaan (5). Contoh perhitungan devian dan varian, mengambil objek pekerjaan struktur *tie beam basement*, dengan data-data berikut:

Waktu optimis (a) = 19 hari

Waktu pesimis (b) = 35 hari

Sehingga diperoleh nilai devian (S), adalah:

$$S = \frac{35 \text{ hari} - 19 \text{ hari}}{6} = 2,67 \text{ hari}$$

Selanjutnya nilai varian diperoleh sebesar:

$$v = 2,67^2 = 7,11$$

Analisis dari nilai devian dan varian pada pekerjaan struktur, disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Nilai devian dan varian pada pekerjaan struktur proyek gedung perkantoran

Uraian Pekerjaan	Devian (S)	Varians (V(te))	Uraian Pekerjaan	Devian (S)	Varians (V(te))
<b>Basement</b>					
Pekerjaan Pile cap	5,00	25,00	Pekerjaan Kolom	1,00	1,00
Pekerjaan Tie Beam	2,67	7,11	Pekerjaan Balok	0,83	0,69
<b>Pekerjaan Pelat diatas tanah</b>					
Pekerjaan Kolom	2,83	8,03	Pekerjaan Plat Lantai	3,17	10,03
<b>Semi Basement</b>					
Pekerjaan Kolom	0,17	0,03	<b>Lantai 4</b>		
Pekerjaan Balok	0,17	0,03	Pekerjaan Kolom	1,00	1,00
Pekerjaan Plat Lantai	0,67	0,44	Pekerjaan Balok	1,00	1,00
<b>Lantai Dasar</b>			Pekerjaan Plat Lantai	2,83	8,03
Pekerjaan Kolom	1,67	2,78	<b>Lantai 5</b>		
Pekerjaan Balok	1,67	2,78	Pekerjaan Kolom	0,17	0,03
Pekerjaan Plat Lantai	2,67	7,11	Pekerjaan Balok	0,17	0,03
<b>Lantai 2</b>			Pekerjaan Plat Lantai	0,17	0,03
Pekerjaan Kolom	1,83	3,36	<b>Lantai 6</b>		
Pekerjaan Balok	1,50	2,25	Pekerjaan Kolom	0,33	0,11
Pekerjaan Plat Lantai	3,83	14,69	Pekerjaan Balok	0,33	0,11
<b>Lantai 3</b>			Pekerjaan Plat Lantai	0,17	0,03
<b>Lantai Atap 1</b>			<b>Lantai Atap 1</b>		
Pekerjaan Balok	0,67	0,44	Pekerjaan Balok	0,67	0,44
Pekerjaan Plat Lantai	0,50	0,25	Pekerjaan Plat Lantai	0,50	0,25

Setelah mendapatkan nilai devian dan varian, selanjutnya menjumlahkan semua hasil varian pada pekerjaan struktur, diperoleh:

$$v = 99,17$$

Nilai 99,17 di atas, dipangkatkan dan diperoleh nilai standar deviasi sebesar 9,96.

Selanjutnya menentukan probabilitas selesainya pekerjaan gedung perkantoran, dihitung dengan persamaan (6). Nilai T(d) diambil durasi realisasi waktu proyek, sehingga menghasilkan, nilai z sebesar:

$$z = \frac{321 - 302,83}{9,96} = 1,824$$

Berdasarkan tabel distribusi normal z pada Gambar 1 di atas, apabila nilai  $z = 1,824$  diperoleh nilai distribusi kumulatif z adalah **0,9656** (Gambar 1 kotak merah). Sehingga didapatkan peluang proyek diselesaikan dalam waktu 302,83 hari atau dibulatkan menjadi 303 hari, atau persentasi peluang keberhasilan sebesar 96,56%. Studi ini menghadapi keterbatasan data historis dan asumsi independensi antar aktivitas dalam PERT. Selain itu, ketidakpastian eksternal seperti cuaca dan perizinan tidak dimodelkan secara rinci, yang dapat mempengaruhi durasi proyek secara signifikan. Meskipun analisis ini mengasumsikan aktivitas bersifat independen, dalam praktiknya terdapat ketergantungan yang bisa mempengaruhi hasil estimasi waktu.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil perhitungan dengan Metode PERT memberikan estimasi waktu analisis pekerjaan struktur, yakni estimasi waktu penyelesaian sebesar 303 hari, dengan nilai probabilitas 96,56% ( $z = 1,824$ ). Dibandingkan dengan realisasi di lapangan, waktu penyelesaian pekerjaan sebesar 321 hari. Jadi dapat disimpulkan bahwa perhitungan durasi waktu dengan menggunakan metode PERT memberikan pengurangan waktu penyelesaian proyek sebesar 18 hari dibandingkan dengan durasi realisasi waktu penyelesaian proyek secara riil di lapangan. Perbedaan ini dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti keterlambatan mulainya proyek, cuaca buruk yang menyebabkan banjir sehingga menghambat akses kerja dan logistik, serta kekurangan tenaga kerja selama pelaksanaan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2008. SNI 2835:2008., *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Dalam Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan*.
- Karimi, H., Taylor, T. R. B., Dadi, G. B., Goodrum, P. M., & Srinivasan, C. (2018). Impact Of Skilled Labor Availability on Construction Project Cost Performance. *Journal of Construction Engineering and Management*, 144(7), 4018057. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001512](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001512)
- Oktaviana, P. I., Unas El, S., & Kasumaningrum, R. (2017). *Analisis Durasi Pekerjaan Tangga Panel Berdasarkan Metode PERT dan CCPM*.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2023 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, BPK RI (2023).
- Perdana, M. S. A., & Sari, R. P. (2022). Optimalisasi Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi Rumah Tinggal Menggunakan Metode CPM (Critical Path Method) dan PERT (Program Evaluation and Review Technique). *Jurnal Media Teknik Dan Sistem Industri*, 6(2), 116–123.
- Rani, D. H. A. (2016). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Deepublish Publisher.
- Rory BPS. (2018). *Tabel Z Distribusi Normal*. LMS-SPADA Indonesia. <https://lmsspada.kemdiktisaintek.go.id/mod/resource/view.php?id=77223>
- Santosa, B. (2009). *Manajemen Proyek: Konsep dan Implementasi*. Graha Ilmu.

- Sugiyanto. (2020). *Manajemen Pengendalian Proyek*. Scopindo Media Pustaka.
- Sulistyo, A. B., Rifki, I., & Gautama, P. (2022). Evaluasi Proyek Fabrikasi Matarbariunit-02 Dengan Metode CPM dan PERT PT. Dui Esa Unggul. *Jurnal InTent*, 5(1).
- Tamalika, T., Maryadi, D., Mz, H., Fuad, I. S., Alamsyah, D. M. N., & Palembang, U. T. (2022). Analisis Penjadwalan Ulang Proyek Power House pada Rumah Sakit dengan Metoda PERT, CPM dan Fishbone Diagram (Studi Kasus Pada Kontraktor Di Kota Palembang). *Prosiding Seminar Nasional Mercu Buana Conference on Industrial Engineering*, 4, 164–172.
- Tardok, E. L. (2018). Analisis Percepatan Waktu Menggunakan Metode CPM dan PERT pada Proyek Pembangunan Dermaga Pelabuhan Tanjung Priok (*Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*).
- Utomo, G., Hendriyani, I., & Aida, S. N. (2020). *Evaluasi Pelaksanaan Proyek Drainase Dengan Metode CPM Dan PERT: Drainage Project Implementation Evaluation with The CPM And PERT Method*. Media Ilmiah Teknik Sipil, 9(1), 44–52.
- Winoto, M. C., Guwinarto, K., & Limanto, S. (2023). *Faktor Penyebab Dan Dampak Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi Menurut Kontraktor Terhadap Indikator Performa Proyek*.
- Yuwono, W., Kaukab, M. E., & Mahfud, Y. (2021). Kajian Metode PERT-CPM Dan Pemanfaatannya Dalam Manajemen Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Proyek. *Journal of Economic, Management, Accounting and Technology*, 4(2), 192–214.