

Optimalisasi Waktu Proyek Pembangunan Rumah Susun dengan Metode PDM dan PERT

Efrat Ananta*, Gunaedy Utomo, Reno Pratiwi

Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Balikpapan

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Manajemen proyek; PDM; PERT; lintasan kritis; probabilitas penyelesaian proyek.

***Correspondence email:**

aisiyahph@unik-kediri.ac.id

Submitted: 13 Maret 2026

Revised: 19 Juli 2026

Accepted: 19 Juli 2026

Published: 01 Agustus 2026

ABSTRAK

Pembangunan Rumah Susun Polda Kaltim merupakan proyek konstruksi yang memerlukan pengendalian waktu secara sistematis karena mengalami keterlambatan dari durasi kontrak awal 240 hari kalender. Keterlambatan terutama dipengaruhi oleh kendala distribusi material, keterbatasan tenaga kerja, serta belum optimalnya evaluasi berkala antara jadwal rencana dan realisasi lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis lintasan kritis dan probabilitas ketercapaian target durasi hasil evaluasi sebesar 270 hari kalender menggunakan metode Precedence Diagram Method (PDM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT). Data penelitian diperoleh melalui studi literatur, observasi, wawancara, dokumen proyek, serta kuesioner estimasi durasi kepada 30 responden. Metode PDM digunakan untuk mengidentifikasi hubungan ketergantungan antaraktivitas dan lintasan kritis, sedangkan metode PERT digunakan untuk menghitung waktu harapan, standar deviasi, varians, dan probabilitas penyelesaian proyek. Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu harapan proyek berada pada durasi 267 hari dengan standar deviasi 3,51 hari. Target durasi hasil evaluasi sebesar 270 hari memiliki probabilitas ketercapaian sebesar 80%. Selain itu, terdapat 59 aktivitas kritis yang digunakan dalam perhitungan varians PERT dan perlu mendapatkan pengawasan intensif. Dengan demikian, metode PDM dan PERT dapat digunakan sebagai alat bantu penjadwalan untuk mengevaluasi ketercapaian target durasi, mengidentifikasi aktivitas kritis, serta menyusun strategi pengendalian waktu proyek secara lebih terukur.

Keywords:

Project management; PDM; PERT; critical path; project completion probability.

ABSTRACT

The construction of the Polda Kaltim apartment building requires systematic time control because the project experienced a delay from the initial contract duration of 240 calendar days. The delay was mainly caused by material distribution constraints, limited workforce availability, and the lack of optimal periodic evaluation between the planned schedule and field realization. This study aims to analyze the critical path and the probability of achieving the evaluated project duration target of 270 calendar days using the Precedence Diagram Method (PDM) and Program Evaluation and Review Technique (PERT). The research data were obtained through literature review, observation, interviews, project documents, and duration-estimation questionnaires completed by 30 respondents. The PDM method was used to identify activity dependencies and critical paths, while the PERT method was applied to calculate expected time, standard deviation, variance, and project completion probability. The results show that the expected project duration is 267 days with a standard deviation of 3.51 days. The evaluated target duration of 270 days has an achievement probability of 80%. In addition, 59 critical activities were used in the PERT variance calculation and require intensive monitoring. Therefore, the integration of PDM and PERT can be used as a scheduling tool to evaluate target-duration achievement, identify critical activities, and formulate more measurable project time-control strategies.

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur merupakan salah satu indikator penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi di Indonesia, khususnya di Kalimantan Timur. Salah satu proyek strategis adalah pembangunan Rumah Susun Polda Kaltim. Dalam pelaksanaannya, proyek sering menghadapi kendala keterlambatan dan pembengkakan biaya. Oleh karena itu, diperlukan metode manajemen proyek yang efektif, seperti Precedence Diagram Method (PDM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT), untuk mengidentifikasi hubungan antaraktivitas, lintasan kritis, serta probabilitas penyelesaian proyek. (Amani et al., 2012; Alim et al., 2026; Purwanto et al., 2026; Pangestika et al., 2022) Tujuan penelitian ini adalah menganalisis probabilitas keberhasilan penyelesaian proyek dalam 270 hari serta mengidentifikasi langkah strategis untuk optimalisasi jadwal.

Penyebab utama keterlambatan bukan disebabkan oleh faktor cuaca, melainkan lebih dominan pada permasalahan distribusi material dan ketersediaan tenaga kerja. Selain itu, keterlambatan juga diperparah oleh kurang optimalnya proses evaluasi berkala yang dilakukan oleh kontraktor, khususnya dalam membandingkan jadwal rencana dengan

realisasi di lapangan. Hal ini menyebabkan pengambilan keputusan korektif untuk mengatasi deviasi jadwal tidak dapat dilakukan secara cepat dan tepat, sehingga proses pengendalian proyek menjadi kurang optimal. (Fazis & Tugiah, 2022; Wicaksono et al., 2024)

Pada kasus pembangunan rumah susun Polda Kaltim yang berlokasi di Jl. Jendral Sudirman kelurahan Gunung Bahagia, Balikpapan Kota, Kalimantan Timur. Proyek ini diprioritaskan untuk personel yang dipindahtugaskan dari luar pulau, dengan durasi kontrak selama 240 hari kalender dan nilai anggaran sebesar Rp18.576.580.548. Dengan demikian, analisis probabilitas dalam penelitian ini tidak dimaksudkan untuk membuktikan bahwa proyek selesai tepat waktu terhadap kontrak awal, melainkan untuk menilai peluang ketercapaian durasi hasil evaluasi sebesar 270 hari kalender.

METODE

Metode penelitian ini diawali dengan studi literatur untuk mengumpulkan referensi dari jurnal dan dokumen proyek terkait manajemen proyek, khususnya metode Precedence Diagram Method (PDM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT) dalam optimalisasi waktu proyek (Amani et al., 2012; Febriana & Aziz, 2021; Lase & Nusa, 2024). Selanjutnya, dilakukan identifikasi data dengan mengumpulkan informasi seperti Rencana Anggaran Biaya (RAB) sebagai dokumen pendukung proyek, jadwal pelaksanaan proyek, jenis pekerjaan, hubungan ketergantungan antaraktivitas, serta estimasi durasi pekerjaan. Data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan metode PDM untuk menyusun diagram jaringan berdasarkan hubungan antar aktivitas proyek (Finish to Start, Start to Start, Finish to Finish, dan Start to Finish), serta metode PERT untuk memperhitungkan estimasi waktu penyelesaian proyek dengan mempertimbangkan tiga estimasi waktu, yaitu optimistis, paling mungkin, dan pesimistis (Febriana & Aziz, 2021; Nanda et al., 2023; Pangestika et al., 2022). Dari hasil analisis, jalur kritis proyek dapat diidentifikasi guna menentukan aktivitas yang memiliki dampak langsung terhadap durasi proyek. Selanjutnya, dilakukan evaluasi penjadwalan dengan membandingkan durasi rencana, durasi hasil analisis, lintasan kritis, dan probabilitas ketercapaian target penyelesaian proyek menggunakan kedua metode tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi dalam mengendalikan dan mengoptimalkan waktu penyelesaian proyek secara lebih terukur melalui identifikasi lintasan kritis, evaluasi durasi, dan perhitungan probabilitas penyelesaian proyek (Setiawan et al., 2021; Wicaksono et al., 2024; Hutomo & Rohman, 2021).

Dalam penelitian ini, tahapan analisis data dilakukan secara sistematis yang meliputi proses pengumpulan data, pengolahan data, analisis data, serta interpretasi hasil analisis untuk memperoleh kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun tahapan dalam analisis data meliputi:

1. Kajian literatur
2. Perumusan Masalah
3. Pengumpulan Data (Observasi dan Wawancara)
4. Pengolahan Data
5. Analisis PDM dan PERT

Data yang dikumpulkan akan dianalisis menggunakan metode PDM (Precedence Diagram Method) dan PERT (Program Evaluation and Review Technique) (Alim et al., 2026; Purwanto et al., 2026; Lase & Nusa, 2024; Rahma & Kamandang, 2023).

1. Metode PDM

Metode PDM digunakan untuk menyusun jaringan kerja proyek berdasarkan hubungan ketergantungan antaraktivitas. Hubungan tersebut dapat berupa Finish to Start (FS), Start to Start (SS), Finish to Finish (FF), dan Start to Finish (SF). Melalui PDM, waktu mulai paling awal, waktu selesai paling awal, waktu mulai paling lambat, waktu selesai paling lambat, serta float setiap aktivitas dapat dihitung untuk menentukan lintasan kritis proyek (Ardana & Sudiarsana, 2023; Elviyanti et al., 2023; Pandya et al., 2024). Peningkatan jumlah sumber daya diharapkan mempercepat penyelesaian proyek, meskipun hal ini juga dapat menyebabkan kenaikan biaya. Dalam metode PDM, durasi aktivitas dan hubungan ketergantungan antarpekerjaan digunakan untuk menyusun jaringan kerja, menentukan aktivitas kritis, serta mengevaluasi kemungkinan optimalisasi jadwal proyek (Elviyanti et al., 2023; Ardana & Sudiarsana, 2023; Pandya et al., 2024).

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam penggunaan metode PDM:

- a. Menentukan durasi setiap kegiatan
- b. Menyusun urutan kegiatan dari awal hingga akhir proyek
- c. Menetapkan hubungan antar kegiatan (*konstrain*) seperti SS, SF, FS, dan FF.
- d. Menghitung waktu mulai dari setiap kegiatan (ES, EF, LS, LF)
- e. Menentukan lintasan kritis
- f. Membuat diagram PDM
- g. Menentukan durasi total proyek

2. Metode PERT

PERT digunakan untuk memperkirakan durasi tiap-tiap kegiatan. Langkah-langkah dalam metode PERT meliputi :

- Menentukan estimasi waktu aktivitas
- Menghitung deviasi dari kegiatan proyek
- Menentukan variasi dari kegiatan proyek
- Menghitung probabilitas proyek untuk mencapai jadwal target

HASIL

1. Rekapitulasi hasil kuesioner dari responden

Rekapitulasi hasil perhitungan pada pekerjaan pemasangan bouwplank disajikan sebagai berikut.

a. Perhitungan nilai optimis (ta)

Tabel 1 menyajikan hasil rekapitulasi estimasi waktu optimistis berdasarkan penilaian responden untuk pekerjaan pemasangan bouwplank. Data ini digunakan sebagai salah satu input dalam perhitungan PERT untuk menentukan durasi harapan aktivitas.

Tabel 1. Data Perhitungan nilai Optimis

No	A	B	RESPONDEN																														Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	A1	282,8	14	14	14	13	13	13	14	14	12	13	14	12	12	13	12	14	12	14	13	14	13	13	14	14	12	13	12	13	14	14	396

Sumber : Olahan Penulis, 2024

Keterangan:

A : Kegiatan (item pekerjaan)

A1 : Bouwplank

B : Volume

Dari Tabel 1. didapatkan total hasil perhitungan untuk optimis pada pekerjaan bouwplank adalah 396 dengan jumlah responden adalah 30 orang

b. Perhitungan nilai pesimis (tb)

Tabel 2 menyajikan hasil rekapitulasi estimasi waktu pesimistis untuk pekerjaan pemasangan bouwplank. Nilai ini digunakan bersama waktu optimistis dan waktu paling mungkin untuk menghitung durasi harapan aktivitas.

Tabel 2. Data Perhitungan nilai Pesimis

			RESPONDEN																														Total
No	A	B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	A1	283	16	14	14	16	14	16	16	14	14	16	15	14	15	15	15	14	15	15	14	15	14	15	14	14	14	14	16	15	14	16	443

Sumber : Olahan Penulis, 2024

Keterangan:

A : Kegiatan (item pekerjaan)

A1 : Bouwplank

B : Volume

Dari Tabel 2, diperoleh total hasil perhitungan untuk pesimis pada pekerjaan bouwplank adalah 443 dengan jumlah responden adalah 30 orang.

Berikut cara perhitungan untuk menghitung nilai ta dan tb multi responden, pada perhitungan ini mengambil contoh pada pekerjaan bouwplank

a. Perhitungan ta (optimis)

$$\text{rata-rata nilai ta} = \frac{\sum ta}{n}$$

$$\text{rata-rata nilai ta} = \frac{396}{30} = 13.2$$

Hasil rata-rata durasi optimis pada pekerjaan bouwplank adalah 13,2 hari. Karena satuan durasi penjadwalan proyek dinyatakan dalam hari kalender, nilai rata-rata hasil kuesioner dibulatkan ke atas untuk menghindari estimasi durasi yang lebih rendah dari kebutuhan pelaksanaan di lapangan. Dengan demikian, durasi optimistis pekerjaan bouwplank digunakan sebesar 14 hari.

b. Perhitungan tb (pesimis)

$$\text{rata-rata nilai tb} = \frac{\sum tb}{n}$$

$$\text{rata-rata nilai tb} = \frac{443}{30} = 14.7$$

Hasil rata-rata durasi pesimis pada pekerjaan bouwplank adalah 14,7 hari. Karena satuan durasi penjadwalan proyek dinyatakan dalam hari kalender, nilai rata-rata hasil kuesioner dibulatkan ke atas. Dengan demikian, durasi pesimistis pekerjaan bouwplank digunakan sebesar 15 hari.

Tabel 3. Contoh Data Hasil Perhitungan Nilai Optimistis Time (ta), Most Likely (m), dan Pesimis Time (tb)

Item Pekerjaan	ta (hari)	tm (hari)	tb (hari)	Keterangan
PEKERJAAN PERSIAPAN DAN PENDAHULUAN				
Kelompok pekerjaan				
Mobilisasi / Demobilisasi alat dan pekerja	4	5	6	Dihitung dalam PERT
Mobilisasi & demobilisasi alat bore pile	3	3	5	Dihitung dalam PERT
Pas. Bowplank / papan ukur	14	14	15	Dihitung dalam PERT
Pembuatan direksi keet	13	14	15	Dihitung dalam PERT
Gudang material dan alat-alat	14	14	15	Dihitung dalam PERT
Papan Nama Proyek	3	3	5	Dihitung dalam PERT
Listrik kerja	270	270	270	Aktivitas pendukung selama masa proyek; tidak dihitung sebagai aktivitas kritis mandiri dalam varians PERT
Air kerja	270	270	270	Aktivitas pendukung selama masa proyek; tidak dihitung sebagai aktivitas kritis mandiri dalam varians PERT
Pemeriksaan dan Pengujian Bahan	270	270	270	Aktivitas pendukung selama masa proyek; tidak dihitung sebagai aktivitas kritis mandiri dalam varians PERT
SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN KONSTRUKSI	270	270	270	Aktivitas pendukung selama masa proyek; tidak dihitung sebagai aktivitas kritis mandiri dalam varians PERT
PEKERJAAN PONDASI BORE PILE				
Kelompok pekerjaan				
Pengeboran	12	14	17	Dihitung dalam PERT
Beton K300	5	7	10	Dihitung dalam PERT
Besi D16	6	7	10	Dihitung dalam PERT
Besi D8	6	7	10	Dihitung dalam PERT
Bobok kepala bore pile	5	7	10	Dihitung dalam PERT
PDA test untuk bore pile dia 30 cm Kap.	3	4	7	Dihitung dalam PERT
Tiang 35 ton				
Buang tanah ex pengeboran	2	3	6	Dihitung dalam PERT

Sumber : Olahan Penulis, 2024

Tabel 3 menyajikan contoh rekapitulasi estimasi durasi optimistis (ta), durasi paling mungkin (tm), dan durasi pesimistis (tb) pada beberapa item pekerjaan proyek. Data tersebut digunakan untuk menunjukkan tahapan awal perhitungan PERT sebelum dilakukan perhitungan durasi harapan, standar deviasi, dan varians. Rekapitulasi perhitungan lengkap untuk aktivitas kritis yang digunakan dalam analisis probabilitas disajikan pada Tabel 4. Dengan demikian, Tabel 3 berfungsi sebagai contoh dasar perhitungan, sedangkan Tabel 4 menunjukkan rekapitulasi aktivitas kritis yang digunakan dalam perhitungan standar deviasi proyek dan probabilitas penyelesaian proyek.

2. Menentukan Durasi Aktivitas (te)

Durasi harapan aktivitas atau expected time (te) dihitung menggunakan rumus PERT sebagai berikut:

$$\text{Rata - Rata Durasi (te)} = \frac{(ta + 4m + tb)}{6}$$

Keterangan:

te = durasi harapan aktivitas

ta = waktu optimistis

m = waktu paling mungkin

tb = waktu pesimistis

Contoh perhitungan rata – rata durasi aktivitas (te) sebagai berikut :

Pemasangan Bouwplank

ta = 14 hari

m = 14 hari

tb = 15 hari

$$\begin{aligned} \text{maka (te)} &= \frac{(ta+4m+tb)}{6} \\ &= \frac{(14+(4 \times 14)+15)}{6} = 14,17 \text{ hari.} \end{aligned}$$

Dengan demikian, durasi harapan pekerjaan pemasangan bouwplank adalah 14,17 hari atau dapat dibulatkan menjadi 14 hari. Rekapitulasi nilai durasi harapan aktivitas, standar deviasi, dan varians kegiatan yang digunakan dalam analisis PERT disajikan pada Tabel 4. Setelah nilai te diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung standar deviasi dan varians kegiatan.

3. Menghitung Standar Deviasi dan Varians Kegiatan

Langkah berikutnya setelah menentukan rata-rata durasi aktivitas adalah menghitung standar deviasi dan varians kegiatan. Perhitungan ini dilakukan menggunakan formula tertentu, yang dijelaskan sebagai berikut :

$$\text{Standar Deviasi Kegiatan (S)} = (tb - ta)/6$$

Dimana

S = Standar Deviasi Kegiatan

ta = Waktu Paling Optimis

tb = Waktu Paling Pesimis

$$\text{Varians Kegiatan (Var)} = S^2$$

Berikut ini contoh perhitungan standar deviasi dan varians:

Pemasangan Bouwplank

ta = 14 hari

tb = 15 hari

Standar deviasi kegiatan dihitung sebagai berikut:

$$S = (tb - ta) / 6$$

$$S = (15 - 14) / 6$$

$$S = 0,17 \text{ hari}$$

Varians kegiatan dihitung sebagai berikut:

$$\text{Var} = S^2$$

$$\text{Var} = 0,17^2$$

$$\text{Var} = 0,03$$

Dengan demikian, standar deviasi pekerjaan pemasangan bouwplank adalah 0,17 hari dan variansnya sebesar 0,03. Berdasarkan hasil penyusunan jaringan kerja menggunakan metode PDM, lintasan kritis ditentukan dari aktivitas yang memiliki nilai total float sama dengan nol. Identifikasi lintasan kritis dilakukan dengan bantuan Microsoft Project melalui hubungan ketergantungan antaraktivitas, durasi kegiatan, waktu mulai paling awal, waktu selesai paling awal, waktu mulai paling lambat, waktu selesai paling lambat, dan total float. Aktivitas dengan total float nol dikategorikan sebagai aktivitas kritis karena keterlambatan pada aktivitas tersebut akan berdampak langsung terhadap durasi penyelesaian proyek. Untuk rekapitulasi hasil perhitungan standar deviasi dan varian dapat dilihat pada Tabel. 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Standar Deviasi dan Varian

Item Pekerjaan	Deviasi Standar (S)	Varians (Var)	te (hari)
PEMBANGUNAN RUSUN POLDA KALTIM			
PEKERJAAN TANAH			
Galian tanah Pondasi & Tie Beam	0,17	0,03	9,17
Urugan kembali ex galian dipadatkan	0,67	0,44	7,00
Pemadatan Tanah	0,67	0,44	7,00
PEKERJAAN STRUKTUR PILE CAP & TIE BEAM			
Urugan pasir di bawah Pile cap dan Tie Beam	0,67	0,44	15,00
Lantai kerja di bawah Pile cap dan Tie Beam	0,67	0,44	7,00
Pengecoran pile caps uk. 60 x 60 cm (PC1), Jumlah 4 unit	0,33	0,11	3,33
Pengecoran pile caps uk. 60 x 130 cm (PC2), Jumlah 60 unit	0,67	0,44	14,00
PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI DASAR			
Pengecoran Kolom uk. 30 x 30 cm (K1), Jumlah 4 unit	0,33	0,11	5,00
Pengecoran Kolom uk. 30 x 40 cm (K2), Jumlah 48 unit	0,83	0,69	13,83
Pengecoran Kolom Pedestal AS 2-3, Jumlah 12 unit	0,17	0,03	11,17
Pengecoran Kolom Pedestal AS 1, Jumlah 6 unit	0,33	0,11	3,00
Pengecoran Pelat lantai dasar tebal 7 cm	0,33	0,11	3,00
Pengecoran Pelat lantai area drop off tebal 15 cm	0,17	0,03	3,17
Pengecoran Tangga Beton K-300	0,67	0,44	14,00

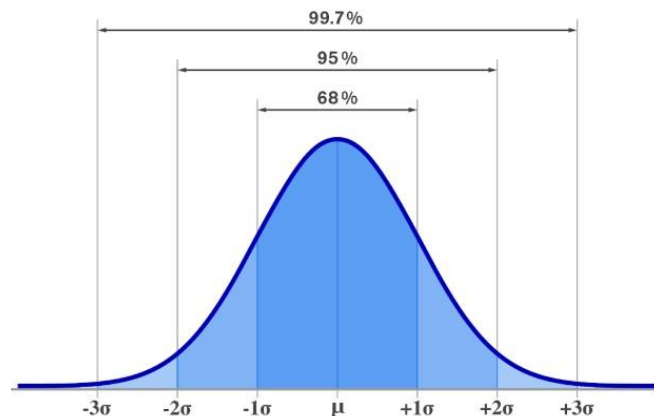
Item Pekerjaan	Deviasi Standar (S)	Varians (Var)	te (hari)
FINISHING LT. SATU (0,00)			
Pekerjaan Dinding	0,67	0,44	70,00
FINISHING LT. DUA (+4,00)			
Pekerjaan Dinding	0,50	0,25	70,17
Pekerjaan Plafon	0,67	0,44	49,00
Pekerjaan Pintu dan Jendela	0,67	0,44	49,00
Pekerjaan Pengecatan	0,50	0,25	42,17
Pekerjaan Kanopi	0,67	0,44	32,00
FINISHING ATAP (+8,20)			
Pekerjaan Dinding di Bawah Atap	0,33	0,11	35,00
Pekerjaan Penutup Atap & Plafon	0,50	0,25	105,17
PEKERJAAN LAIN-LAIN			
Pekerjaan Dinding Tengah Sebelah Kanan	0,50	0,25	32,17
ACP Cutting Laser	0,50	0,25	105,17
Pekerjaan Arsitektur Rumah Pompa dan GWT	0,50	0,25	102,17
Pekerjaan Arsitektur Ruang Genset	0,33	0,11	95,33
PEKERJAAN PLUMBING			
Peralatan Utama Plumbing	0,17	0,03	21,17
Peralatan Utama Plumbing Mess A	0,33	0,11	14,33
Peralatan Utama Plumbing Mess B	0,17	0,03	14,17
Pek. Instalasi Plumbing Luar Bangunan	0,50	0,25	28,17
Pek. Instalasi Plumbing Dalam Unit	0,17	0,03	49,17
Pek. Instalasi Plumbing Dalam Unit Lantai 2	0,33	0,11	49,00
Peralatan Utama Plumbing Lantai 3	0,17	0,03	14,17
Pek. Instalasi	0,50	0,25	49,17
PEKERJAAN ELEKTRIKAL			
Pompa Air Bersih	0,50	0,25	35,17
Kabel feeder	0,33	0,11	42,00
Instalasi Penerangan dan Stop Kontak	0,50	0,25	49,17
Peralatan Utama Elektrikal Mess A	0,33	0,11	14,33
Pekerjaan Kabel Feeder Mess A	0,33	0,11	28,33
Pekerjaan Instalasi Penerangan dan Stop Kontak Unit Hunian Lantai 1	0,50	0,25	49,17
Pekerjaan Instalasi Penerangan dan Stop Kontak Public Area / Corridor Lantai 1	0,50	0,25	35,17
Peralatan Utama Elektrikal Mess B	0,33	0,11	14,00
Pekerjaan Kabel Feeder Mess B	0,17	0,03	28,17
Panel Utama Mess B	0,33	0,11	35,33
Pekerjaan Instalasi Penerangan dan Stop Kontak Unit Hunian Lantai 1 Bangunan B	0,33	0,11	35,00
Pekerjaan Instalasi Penerangan dan Stop Kontak Public Area / Corridor Lantai 1	0,33	0,11	21,33
Pekerjaan Instalasi Penerangan dan Stop Kontak Unit Hunian Lantai 2 Bangunan B	0,17	0,03	35,17
Pekerjaan Instalasi Penerangan dan Stop Kontak Public Area / Corridor Lantai 2 Bangunan B	0,50	0,25	21,17
PEKERJAAN GENSET			
Peralatan Utama	0,67	0,44	35,00
Peralatan Instalasi Genset	0,50	0,25	59,83
PEKERJAAN JALAN DAN SALURAN			
Pekerjaan Tanah	0,33	0,11	14,00
Pekerjaan Jalan Beton	0,33	0,11	35,00
Pekerjaan Rabat Beton	0,50	0,25	21,17
Pekerjaan Saluran Keliling Bangunan uk. 40 x 40 cm	0,33	0,11	53,00
Pekerjaan Saluran Utama uk. 40 x 50 cm	0,50	0,25	35,17
Pekerjaan Saluran Utama uk. 70 x 80 cm	0,33	0,11	21,00
Pekerjaan Turap Batu Kali	0,33	0,11	60,00
Pekerjaan Bak Sampah uk. 2,15 x 1,15 m dengan tinggi 1,15 m	0,33	0,11	25,00
Pekerjaan Landscape dan Penerangan	0,33	0,11	67,00
Total Varians		12,29	
Standar Deviasi Proyek		3,51	

Setelah durasi harapan aktivitas diperoleh berdasarkan tiga estimasi waktu pada Tabel 3, tahap berikutnya adalah menghitung standar deviasi dan varians aktivitas yang termasuk dalam lintasan kritis. Tabel 4 menyajikan rekapitulasi nilai durasi harapan (te), standar deviasi (S), dan varians (Var) untuk aktivitas kritis yang digunakan dalam perhitungan probabilitas penyelesaian proyek dengan metode PERT. Aktivitas pendukung yang berlangsung sepanjang masa proyek, seperti listrik kerja, air kerja, pemeriksaan dan pengujian bahan, serta sistem manajemen keselamatan konstruksi, tidak dimasukkan sebagai aktivitas kritis mandiri dalam Tabel 4 karena tidak memiliki variasi durasi yang berdiri sendiri. Berdasarkan Tabel 4, total varians proyek diperoleh dari penjumlahan varians aktivitas yang berada pada lintasan kritis, yaitu sebesar 12,29. Standar deviasi proyek kemudian dihitung dari akar

kuadrat total varians tersebut, yaitu $\sqrt{12,29} = 3,51$ hari. Dengan demikian, standar deviasi proyek yang digunakan dalam analisis probabilitas PERT adalah 3,51 hari. Nilai ini menunjukkan tingkat ketidakpastian durasi pada lintasan kritis dan digunakan sebagai dasar untuk menghitung peluang ketercapaian target durasi hasil evaluasi sebesar 270 hari kalender. Setelah didapatkan nilai varians dan standar deviasi langkah selanjutnya adalah menyusun tabel probabilitas.

4. Menghitung Penyusunan Tabel Probabilitas

Berdasarkan Tabel 4, waktu harapan penyelesaian proyek pada lintasan kritis adalah 267 hari dengan standar deviasi proyek sebesar 3,51 hari. Nilai standar deviasi tersebut digunakan untuk memperkirakan rentang ketidakpastian durasi proyek dan menghitung probabilitas ketercapaian target durasi hasil evaluasi sebesar 270 hari kalender.



Gambar 1. Grafik Distribusi Normal

Sumber : Hasil analisis penulis berdasarkan distribusi normal standar, 2024

Perkiraan penyelesaian tercepat = $267 - 3,51 = 263,49$ hari

Perkiraan penyelesaian terlambat = $267 + 3,51 = 270,51$ hari

Berdasarkan perhitungan tersebut, target durasi 270 hari masih berada dalam rentang penyelesaian yang memungkinkan. Oleh karena itu, analisis probabilitas dilakukan dengan menggunakan nilai waktu harapan proyek sebesar 267 hari, target durasi sebesar 270 hari, dan standar deviasi proyek sebesar 3,51 hari.

5. Menghitung Probabilitas Penyelesaian Proyek

Ketidakpastian atau peluang pencapaian target jadwal dalam metode PERT dinyatakan dengan nilai Z, yang menunjukkan hubungan antara target waktu penyelesaian proyek dan waktu harapan proyek. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

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

Dimana :

Z : Tingkat Kemungkinan Pencapaian Target

T_d : Target Waktu Penyelesaian Proyek

T_e : Waktu Harapan atau Waktu Paling Awal Peristiwa

S : Standar Deviasi

Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa target waktu penyelesaian proyek adalah 270 hari, waktu harapan penyelesaian proyek adalah 267 hari, dan standar deviasi proyek adalah 3,51 hari. Dengan demikian, nilai Z dihitung sebagai berikut:

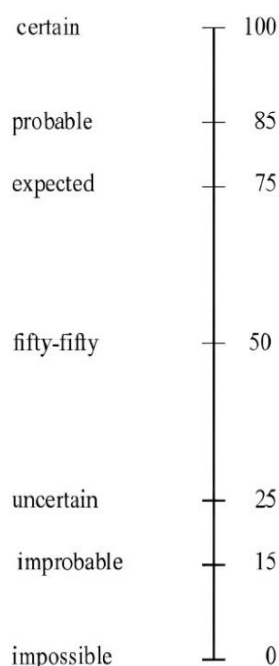
$$\begin{aligned}\text{Deviasi Z} &= \frac{T_d - T_e}{S} \\ &= \frac{270 - 267}{3,51} \\ &= 0,85\end{aligned}$$

Berdasarkan tabel distribusi normal kumulatif, nilai Z sebesar 0,85 menghasilkan probabilitas sebesar 0,8036 atau sekitar 80%. Dengan demikian, target durasi hasil evaluasi sebesar 270 hari memiliki probabilitas ketercapaian sekitar 80%.

Tabel 5. Hasil Nilai Standar Deviasi dan Varian pada Metode PERT

Durasi Rencana / Target (hari)	Deviasi Z	Distribusi Normal Kumulatif	Probabilitas/Kemungkinan Proyek Dapat Selesai
240	-7,69	0,00	0%
262	-1,42	0,08	8%
263	-1,14	0,13	13%
264	-0,85	0,20	20%
265	-0,57	0,28	28%
266	-0,28	0,39	39%
267	0,00	0,50	50%
268	0,28	0,61	61%
269	0,57	0,72	72%
270	0,85	0,80	80%
271	1,14	0,87	87%
272	1,42	0,92	92%
273	1,71	0,96	96%
274	1,99	0,98	98%

Berdasarkan Tabel 5, durasi 267 hari memiliki probabilitas ketercapaian sebesar 50% karena berada pada nilai rata-rata waktu harapan proyek. Target durasi hasil evaluasi sebesar 270 hari memiliki nilai deviasi Z sebesar 0,85 dengan probabilitas ketercapaian sekitar 80%. Dengan demikian, target 270 hari masih realistis untuk dicapai sebagai target hasil evaluasi atau penjadwalan ulang, tetapi tidak dapat disebut sebagai penyelesaian tepat waktu terhadap kontrak awal 240 hari kalender.



Gambar 2. Gambar Skala Probabilitas

Sumber: Hasil analisis penulis berdasarkan distribusi normal standar, 2024

Berdasarkan Gambar 2, nilai probabilitas ketercapaian target durasi proyek berada pada tingkat 80%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa target durasi hasil evaluasi sebesar 270 hari kalender memiliki peluang yang cukup tinggi untuk dicapai. Namun, durasi 270 hari tersebut harus dipahami sebagai target hasil evaluasi atau penjadwalan ulang setelah adanya keterlambatan dari durasi kontrak awal 240 hari kalender. Dengan demikian, durasi 270 hari dapat dinyatakan realistis sebagai target penyelesaian hasil evaluasi, tetapi tidak dapat disebut sebagai penyelesaian tepat waktu terhadap kontrak awal.

Pembahasan

Penerapan metode Precedence Diagram Method (PDM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT) pada proyek pembangunan Rumah Susun Polda Kalimantan Timur menunjukkan bahwa perencanaan waktu proyek dapat dilakukan secara lebih sistematis dan terukur. Berdasarkan analisis, diperoleh probabilitas keberhasilan sebesar 80% untuk penyelesaian proyek dalam durasi 270 hari kalender. Hal ini menunjukkan bahwa jadwal yang disusun tergolong realistis, meskipun masih terdapat kemungkinan risiko yang dapat memengaruhi ketercapaian target waktu.

Analisis lebih lanjut menunjukkan adanya 59 aktivitas kritis yang digunakan dalam perhitungan varians PERT, yaitu rangkaian pekerjaan yang tidak memiliki kelonggaran waktu dan sangat menentukan durasi total proyek. Aktivitas tersebut mencakup pekerjaan persiapan, pondasi, struktur, finishing, instalasi plumbing dan elektrikal, serta pekerjaan jalan dan saluran. Oleh karena itu, keterlambatan pada salah satu pekerjaan dalam lintasan kritis akan berdampak langsung pada keseluruhan jadwal proyek, sehingga diperlukan pengawasan dan pengendalian yang lebih intensif pada aktivitas-aktivitas tersebut.

Penggunaan Microsoft Project dalam penjadwalan membantu memvisualisasikan hubungan antar pekerjaan serta menentukan lintasan kritis secara lebih akurat. Dengan durasi proyek yang direncanakan selama 270 hari, mulai 14 April 2023 hingga 8 Januari 2024, kombinasi antara metode PDM, PERT, dan dukungan teknologi terbukti mampu meningkatkan efektivitas manajemen waktu proyek. Namun, keberhasilan pelaksanaan tetap bergantung pada konsistensi pengendalian di lapangan dan kemampuan tim dalam mengantisipasi potensi hambatan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode Precedence Diagram Method (PDM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT), diperoleh bahwa waktu harapan penyelesaian proyek pembangunan Rumah Susun Polda Kalimantan Timur berada pada durasi 267 hari dengan standar deviasi proyek sebesar 3,51 hari. Target durasi hasil evaluasi sebesar 270 hari memiliki probabilitas ketercapaian sekitar 80%. Dengan demikian, durasi 270 hari dapat dinilai realistis sebagai target hasil evaluasi atau penjadwalan ulang, namun tidak dapat disebut sebagai penyelesaian tepat waktu terhadap kontrak awal 240 hari kalender.

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat 59 aktivitas kritis yang digunakan dalam perhitungan varians PERT. Aktivitas-aktivitas tersebut merupakan pekerjaan yang tidak memiliki kelonggaran waktu sehingga keterlambatan pada salah satu aktivitas dapat berdampak langsung terhadap durasi penyelesaian proyek secara keseluruhan. Oleh karena itu, pengendalian waktu proyek perlu difokuskan pada aktivitas kritis, terutama pekerjaan persiapan, pondasi, struktur, finishing, instalasi plumbing dan elektrikal, serta pekerjaan jalan dan saluran.

Penerapan metode PDM dan PERT yang didukung dengan Microsoft Project dapat membantu kontraktor dalam menyusun jadwal, mengidentifikasi aktivitas kritis, menghitung peluang ketercapaian target durasi, serta menyusun strategi pengendalian waktu proyek secara lebih terukur. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa target durasi 270 hari masih memiliki peluang ketercapaian yang cukup tinggi, tetapi tetap memerlukan pengawasan intensif, pengelolaan sumber daya yang optimal, serta pengendalian terhadap kendala distribusi material dan keterbatasan tenaga kerja selama pelaksanaan proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Amani, W., Helmi, & Irawan, B. (2012). Perbandingan aplikasi CPM, PDM, dan teknik bar chart-kurva S pada optimalisasi penjadwalan proyek. *BIMASTER: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*, 1(1), 15–22.
- Alim, P. C. R., Pratiwi, R., & Devi, S. M. (2026). Analisis keterlambatan proyek pembangunan gudang dengan Precedence Diagram Method (PDM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT). *Jurnal Talenta Sipil*, 9(1), 116–130. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v9i1.1110>
- Ardana, P. D. H., & Sudiarsana, I. W. (2023). Analisis penjadwalan ulang menggunakan metode Precedence Diagram Method pada proyek pembangunan ruang kelas baru di Madrasah Tsanawiyah Negeri (MTsN) Karangasem. *Jurnal Ilmiah MITSU*, 11(2), 51–62. <https://doi.org/10.24929/ft.v11i2.2301>
- Elviyanti, Zulikasio, I. A., & Lalan, H. (2023). Analisa schedule dengan Precedence Diagram Method (PDM) proyek gedung oleh PT. X. *Journal of Sciencetech Research and Development*, 5(1), 449–458. <https://doi.org/10.56670/jsrd.v5i1.152>
- Fazis, M., & Tugiah, T. (2022). Perencanaan proyek dan penjadwalan proyek. *Jurnal Sosial Teknologi*, 2(12), 1365–1377. <https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v2i12.517>
- Febriana, W., & Aziz, U. A. (2021). Analisis penjadwalan proyek dengan metode PERT menggunakan Microsoft Project 2016. *Surya Beton: Jurnal Ilmu Teknik Sipil*, 5(1), 37–45. <https://doi.org/10.37729/suryabeton.v5i1.1107>
- Hutomo, I. S., & Rohman, M. A. (2021). Penjadwalan probabilistik pada proyek Jalur Lintas Selatan LOT. 6. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), D217–D222. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.74300>

- Lase, D. W., & Nusa, A. B. (2024). Analisis penjadwalan proyek dengan metode PDM dan PERT pada pembangunan Gedung Sekolah Minggu HKBP Aek Kanopan Kecamatan Kualuh Hulu Kabupaten Labuhan Batu Utara. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(1), 55–61. <https://doi.org/10.30743/jtsip.v3i1.9553>
- Nanda, M. P., Kurniawati, M., & Riswanto, S. (2023). Penggunaan metode Project Evaluation Review Technique (PERT) dalam evaluasi perencanaan penjadwalan proyek. *Jurnal Teknik Sipil*, 17(3), 163–173. <https://doi.org/10.24002/jts.v17i3.7181>
- Pandya, M. W. Y., Nasution, D. S. D., Hendriyanti, I., & Pratiwi, R. (2024). Analisis resource leveling menggunakan Precedence Diagram Method (PDM) pada Gedung Mako Lanal Balikpapan. *Jurnal Talenta Sipil*, 7(2), 445–454. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v7i2.488>
- Pangestika, E. A., Syahrudin, & Rafie. (2022). Analisis biaya dan waktu pada proyek pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Politeknik Negeri Pontianak dengan metode PDM dan PERT. *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, 9(1). <https://doi.org/10.26418/jelast.v9i1.53760>
- Purwanto, A. Y., Utomo, G., & Pratiwi, R. (2026). Penerapan metode PDM dan PERT pada proyek pembangunan Pusat Layanan Haji dan Umroh Terpadu Kota Balikpapan. *Jurnal Talenta Sipil*, 9(1). <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v9i1.873>
- Rahma, K. A., & Kamandang, Z. R. (2023). Analisis penjadwalan proyek gedung bertingkat menggunakan metode CPM dan PERT: Studi kasus proyek pembangunan tahap 1 Rumah Sakit Muhammadiyah Gresik. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 23(2), 1275–1279. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v23i2.4126>
- Setiawan, D. C., Ridwan, A., & Suwarno. (2021). Optimalisasi penjadwalan proyek pembangunan Gedung Puskesmas Badas menggunakan Critical Path Method–Project Evaluation and Review Technique (CPM-PERT). *Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Sipil*, 4(2), 71. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v4i2.2011>
- Wicaksono, M. H., Sugandi, R. M., & Alfianto, I. (2024). Pengendalian durasi optimal pada pembangunan Myze Hotel Sumenep menggunakan CPM dan metode PERT. *BENTANG: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 12(1), 49–62. <https://doi.org/10.33558/bentang.v12i1.7323>