



Penerapan Metode PDM dan PERT Pada Proyek Hotel Kelapa Gading Kota Jakarta

M. Rizky Eko Yulianto^{1✉}, Michella Beatrix¹

⁽¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

DOI: [10.31004/jutin.v9i2.58042](https://doi.org/10.31004/jutin.v9i2.58042)

✉ Corresponding author:

1432200091@surel.untag-sby.ac.id, michella@untag-sby.ac.id

Article Info	Abstrak
<i>Kata kunci:</i> <i>Penjadwalan Proyek;</i> <i>Precedence Diagram</i> <i>Method;</i> <i>Program Evaluation and</i> <i>Review Technique;</i> <i>Jalur Kritis;</i> <i>Analisis Probabilitas</i> <i>Keywords:</i> <i>Project Scheduling;</i> <i>Precedence Diagram</i> <i>Method;</i> <i>Program Evaluation and</i> <i>Review Technique;</i> <i>Critical Path;</i> <i>Probability Analysis</i>	Keterlambatan proyek konstruksi di Indonesia masih menjadi permasalahan krusial, ditunjukkan oleh lebih dari 40% proyek yang mengalami deviasi waktu, termasuk Proyek Pembangunan Hotel Kelapa Gading yang mengalami keterlambatan sebesar 1,962% pada minggu ke-16, dengan progres rencana sebesar 17,589% dan realisasi sebesar 15,627%. Kondisi ini mengindikasikan bahwa metode penjadwalan yang digunakan belum mampu mengakomodasi ketidakpastian durasi aktivitas secara optimal. Penelitian ini bertujuan menganalisis penjadwalan proyek menggunakan metode Precedence Diagram Method (PDM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT) untuk mengevaluasi durasi proyek, mengidentifikasi aktivitas kritis, dan menilai probabilitas penyelesaian proyek. Hasil analisis menunjukkan bahwa durasi proyek berdasarkan metode PDM adalah 423 hari, atau lebih lama 10 hari dibandingkan rencana awal 413 hari. Analisis PERT menunjukkan adanya variasi durasi yang signifikan, dengan probabilitas penyelesaian proyek dalam 413 hari sebesar 19,49%, yang meningkat menjadi lebih dari 99% pada durasi sekitar 450 hari. Dengan demikian, integrasi metode PDM dan PERT dapat meningkatkan akurasi penjadwalan serta mendukung pengendalian waktu proyek secara lebih efektif. Abstract <i>Construction project delays in Indonesia remain a critical issue, as indicated by more than 40% of projects experiencing time deviations, including the Kelapa Gading Hotel Construction Project, which recorded a delay of 1.962% in the 16th week, with planned progress of 17.589% and actual progress of 15.627%. This condition indicates that the scheduling methods used have not been able to adequately accommodate uncertainty in activity durations. This study aims to analyze project scheduling using the Precedence Diagram Method (PDM) and the Program Evaluation and Review Technique (PERT) to evaluate project duration, identify critical activities, and assess the probability of project completion. The results show that the project duration based on the PDM method is 423 days, which is 10 days</i>

longer than the initial plan of 413 days. The PERT analysis indicates significant variation in activity duration, with a probability of project completion within 413 days of 19.49%, increasing to over 99% at approximately 450 days. Therefore, the integration of PDM and PERT methods can improve scheduling accuracy and support more effective project time control.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur merupakan salah satu faktor utama dalam mendorong pertumbuhan ekonomi suatu negara berkembang, termasuk Indonesia. Dalam beberapa tahun terakhir, peningkatan pembangunan tidak hanya difokuskan pada infrastruktur publik, tetapi juga pada sektor komersial seperti perhotelan yang memiliki peran strategis dalam mendukung sektor pariwisata dan investasi. Pembangunan infrastruktur yang terintegrasi dapat meningkatkan konektivitas dan produktivitas ekonomi secara signifikan (Dewi, 2021). Perkembangan industri perhotelan juga menjadi indikator penting dalam pertumbuhan ekonomi daerah (Riana et al., 2022). Selain itu, sektor perhotelan berperan dalam menciptakan lapangan kerja serta meningkatkan pendapatan daerah melalui aktivitas pariwisata. Namun demikian, proyek konstruksi perhotelan memiliki tingkat kompleksitas tinggi sehingga membutuhkan perencanaan dan pengendalian yang matang, khususnya pada aspek waktu dan biaya agar pelaksanaannya berjalan efektif dan efisien.

Salah satu permasalahan utama dalam pelaksanaan proyek konstruksi di Indonesia adalah keterlambatan penyelesaian pekerjaan. Keterlambatan proyek tidak hanya berdampak pada mundurnya waktu operasional, tetapi juga menyebabkan pembengkakan biaya serta penurunan kualitas pekerjaan. Lebih dari 40% proyek konstruksi mengalami keterlambatan akibat berbagai faktor seperti lemahnya manajemen proyek, keterlambatan pengadaan material, serta kurangnya koordinasi antar pihak (Rizki Ramadhani, 2023). Kondisi ini menunjukkan bahwa permasalahan keterlambatan proyek masih menjadi isu yang cukup serius dan memerlukan perhatian khusus. Keterlambatan proyek juga dapat menghambat manfaat ekonomi yang seharusnya diperoleh dari suatu pembangunan (Mutia Astari & Momon Subagyo, 2021). Oleh karena itu, diperlukan upaya peningkatan efektivitas manajemen proyek untuk meminimalkan risiko keterlambatan serta meningkatkan kinerja proyek secara keseluruhan.

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen penting dalam manajemen proyek yang berfungsi sebagai pedoman pelaksanaan sekaligus alat pengendalian. Penjadwalan yang baik mampu mengoptimalkan alokasi sumber daya serta meminimalkan potensi keterlambatan (Musyafir et al., 2025). Selain itu, penjadwalan juga berperan dalam mengoordinasikan berbagai aktivitas proyek agar berjalan sesuai urutan yang telah direncanakan. Namun, dalam praktiknya, metode penjadwalan konvensional seperti bar chart dan kurva S masih memiliki keterbatasan dalam menggambarkan hubungan antar aktivitas secara detail serta belum mampu mengakomodasi ketidakpastian durasi pekerjaan. Keterbatasan ini menyebabkan informasi yang dihasilkan kurang mendukung dalam pengambilan keputusan secara cepat dan tepat. Metode tersebut juga belum mampu mengidentifikasi lintasan kritis secara jelas sehingga pengendalian proyek menjadi kurang efektif (Chirul Mu et al., 2024).

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, diperlukan metode penjadwalan yang lebih komprehensif. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah *Precedence Diagram Method* (PDM), yaitu metode penjadwalan berbasis jaringan kerja dengan pendekatan *Activity on Node* (AON) yang digunakan untuk menggambarkan hubungan logis antar aktivitas proyek secara sistematis (Abdurrauf Zulikasio & Lalan, 2023). PDM memungkinkan penentuan urutan pekerjaan secara fleksibel melalui berbagai jenis hubungan ketergantungan seperti *Finish to Start* (FS), *Start to Start* (SS), *Finish to Finish* (FF), dan *Start to Finish* (SF), sehingga mampu memberikan gambaran lintasan kritis secara lebih jelas.

Selain PDM, metode lain yang digunakan adalah *Program Evaluation and Review Technique* (PERT), yang merupakan metode berbasis probabilistik dengan menggunakan tiga estimasi waktu, yaitu waktu optimis, waktu paling mungkin, dan waktu pesimis (Bere et al., 2024). Metode PERT memungkinkan analisis ketidakpastian durasi pekerjaan serta memberikan gambaran probabilitas penyelesaian proyek. Dengan demikian, kombinasi penggunaan PDM dan PERT dapat menghasilkan penjadwalan yang lebih akurat, baik dari sisi hubungan antar aktivitas maupun dari sisi ketidakpastian waktu penyelesaian proyek.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan metode PDM dan PERT dapat meningkatkan efektivitas penjadwalan proyek serta membantu dalam mengidentifikasi lintasan kritis dan risiko keterlambatan.

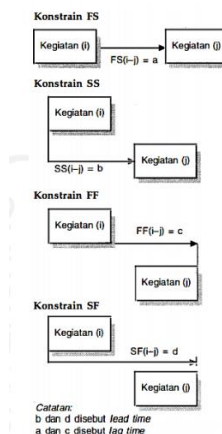
Penggunaan metode berbasis jaringan kerja mampu memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai hubungan antar aktivitas proyek (Massie et al., 2022). Selain itu, pengendalian proyek yang baik melalui penjadwalan yang tepat dapat meningkatkan keberhasilan proyek dalam memenuhi target waktu dan biaya. Temuan ini menunjukkan bahwa pemilihan metode penjadwalan yang tepat menjadi faktor kunci dalam keberhasilan proyek konstruksi. Dengan demikian, penerapan metode PDM dan PERT menjadi relevan untuk digunakan dalam proyek konstruksi yang kompleks dan memiliki tingkat ketidakpastian tinggi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penjadwalan proyek konstruksi menggunakan metode PDM dan PERT pada Proyek Pembangunan Hotel Kelapa Gading di Kota Jakarta. Penelitian ini difokuskan pada identifikasi lintasan kritis, penentuan waktu penyelesaian proyek yang optimal, serta analisis probabilitas keberhasilan penyelesaian proyek sesuai jadwal. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai tingkat ketidakpastian durasi proyek yang dapat memengaruhi keberhasilan pelaksanaan pekerjaan. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan efektivitas pengendalian waktu dan biaya proyek konstruksi, serta menjadi referensi bagi praktisi dan akademisi dalam penerapan metode penjadwalan yang lebih akurat dan efisien. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan metode penjadwalan yang lebih adaptif terhadap kondisi proyek di masa mendatang.

2. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah pendekatan kuantitatif deskriptif untuk menganalisis penjadwalan proyek konstruksi dari aspek waktu. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan gambaran yang sistematis dan terukur terhadap kinerja penjadwalan berdasarkan data lapangan. Penelitian ini menerapkan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) sebagai alat analisis pada proyek pembangunan Hotel Kelapa Gading di Jakarta, guna menghasilkan evaluasi yang komprehensif secara deterministik dan probabilistik.

Metode *Precedence Diagram Method* (PDM) digunakan sebagai tahap awal dalam penyusunan jaringan kerja proyek. Metode ini berbasis *Activity on Node* (AON), di mana aktivitas direpresentasikan dalam bentuk node dan hubungan antar aktivitas dinyatakan melalui ketergantungan pekerjaan. PDM memiliki keunggulan dalam menggambarkan hubungan logis secara fleksibel dan realistis, terutama pada proyek konstruksi yang kompleks serta memungkinkan pekerjaan dilakukan secara paralel maupun berurutan.



Gambar 1. Hubungan Antarkegiatan pada Metode PDM

Gambar tersebut menunjukkan secara visual bagaimana keterkaitan antara aktivitas (i) dan aktivitas (j) dibentuk pada masing-masing jenis hubungan, yaitu FS, SS, FF, dan SF. Setelah penyusunan jaringan kerja menggunakan metode PDM, analisis dilanjutkan dengan metode Program Evaluation and Review Technique (PERT). Metode ini digunakan untuk mengakomodasi ketidakpastian durasi kegiatan proyek dengan menggunakan pendekatan probabilistik. Dalam metode PERT, setiap aktivitas memiliki tiga estimasi waktu, yaitu waktu optimis (a), waktu paling mungkin (m), dan waktu pesimis (b), yang diperoleh dari data historis dan wawancara dengan pihak pelaksana proyek.

Tahapan pertama dalam metode PERT adalah menghitung durasi harapan (expected time) untuk setiap aktivitas. Nilai ini merupakan rata-rata berbobot yang mencerminkan kondisi pelaksanaan yang paling realistis.

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Tahapan selanjutnya adalah menghitung deviasi standar untuk mengetahui tingkat ketidakpastian durasi aktivitas.

$$S = \frac{b - a}{6}$$

Setelah itu, dihitung varians sebagai ukuran penyebaran data durasi aktivitas.

$$V = S^2$$

Nilai varians dari aktivitas yang berada pada lintasan kritis kemudian dijumlahkan untuk memperoleh varians total proyek. Nilai ini digunakan sebagai dasar dalam analisis probabilitas penyelesaian proyek.

Tahapan akhir dalam metode PERT adalah menghitung nilai Z (Z-score) untuk mengetahui peluang penyelesaian proyek dalam jangka waktu tertentu.

$$Z = \frac{T - T_e}{\sqrt{\sum V}}$$

Nilai Z yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan tabel distribusi normal untuk mendapatkan nilai probabilitas penyelesaian proyek. Probabilitas tersebut menunjukkan tingkat kemungkinan proyek dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Dengan demikian, metode PERT tidak hanya memberikan estimasi durasi proyek, tetapi juga mampu mengevaluasi risiko keterlambatan secara kuantitatif.

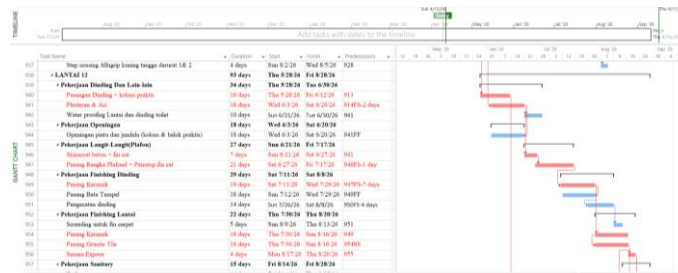
Secara keseluruhan, penerapan metode PDM dan PERT dalam penelitian ini memberikan analisis penjadwalan yang lebih komprehensif. Metode PDM digunakan untuk menyusun hubungan dan urutan aktivitas proyek, sedangkan metode PERT digunakan untuk menganalisis ketidakpastian durasi serta probabilitas penyelesaian proyek. Kombinasi kedua metode ini diharapkan dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih akurat dalam pengendalian waktu proyek konstruksi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Metode PDM

Analisis penjadwalan proyek diawali dengan proses identifikasi dan pengelompokan seluruh aktivitas pekerjaan yang termasuk dalam ruang lingkup proyek. Tahapan ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh pekerjaan utama maupun pekerjaan pendukung telah terdefinisi secara lengkap dan sistematis. Setiap aktivitas kemudian dianalisis keterkaitannya untuk menentukan urutan pelaksanaan berdasarkan prinsip ketergantungan logis menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM). Hubungan antaraktivitas diklasifikasikan ke dalam empat tipe utama, yaitu *Finish to Start* (FS), *Start to Start* (SS), *Finish to Finish* (FF), dan *Start to Finish* (SF), sehingga memungkinkan penyusunan jadwal yang lebih sistematis dan adaptif terhadap kondisi pelaksanaan di lapangan. Pendekatan ini memberikan visualisasi yang jelas terhadap alur pekerjaan serta memudahkan dalam memahami keterkaitan antaraktivitas secara menyeluruh. Hasil penjadwalan menunjukkan bahwa proyek direncanakan berlangsung selama 413 hari kalender, dimulai pada 1 Juli 2025 dan berakhir pada 31 Agustus 2026, yang menjadi acuan utama dalam pengendalian waktu pelaksanaan proyek.

Berdasarkan hasil penyusunan jaringan kerja tersebut, dilakukan identifikasi jalur kritis (*critical path*) untuk menentukan rangkaian aktivitas yang secara langsung memengaruhi durasi penyelesaian proyek. Proses analisis melalui Microsoft Project menghasilkan parameter penjadwalan berupa *Early Start* (ES), *Early Finish* (EF), *Late Start* (LS), dan *Late Finish* (LF), serta nilai *Free Slack* dan *Total Slack* pada setiap aktivitas. Parameter-parameter ini digunakan untuk mengevaluasi tingkat kelonggaran waktu masing-masing aktivitas, sehingga dapat dibedakan antara pekerjaan yang memiliki fleksibilitas waktu dan pekerjaan yang harus dilaksanakan secara tepat waktu tanpa penundaan.



Gambar 2. Gantt Chart

Hasil analisis menunjukkan bahwa aktivitas yang termasuk dalam lintasan kritis memiliki nilai *Total Slack* dan *Free Slack* sebesar nol, sehingga tidak memiliki toleransi keterlambatan dan menjadi faktor penentu durasi total proyek. Kondisi ini menunjukkan bahwa setiap keterlambatan pada aktivitas tersebut akan berdampak

langsung terhadap keseluruhan waktu penyelesaian proyek. Oleh karena itu, aktivitas kritis memerlukan pengendalian yang lebih intensif, terutama dalam hal pengawasan durasi, pengelolaan sumber daya, serta koordinasi pelaksanaan di lapangan.

3.2 Analisis Metode PERT

Metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) digunakan untuk menganalisis ketidakpastian durasi kegiatan proyek melalui tiga estimasi waktu, yaitu waktu optimis (*a*), waktu paling mungkin (*m*), dan waktu pesimis (*b*). Ketiga parameter ini digunakan untuk memperoleh durasi harapan, deviasi standar, dan varians sebagai dasar analisis probabilistik.

Sebagai contoh, pada pekerjaan pembersihan lahan, diperoleh data sebagai berikut:

Durasi optimis (*a*) = 10 hari

Durasi paling mungkin (*m*) = 13 hari

Durasi pesimis (*b*) = 18 hari

Tahap pertama adalah menghitung durasi harapan (*expected time/Te*) dengan menggunakan rata-rata berbobot:

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

$$t_e = \frac{10 + 4(13) + 18}{6}$$

$$t_e = 13,33 \approx 13 \text{ hari}$$

Nilai ini menunjukkan estimasi durasi yang paling representatif dengan mempertimbangkan ketidakpastian waktu pelaksanaan. Tahap selanjutnya adalah menghitung deviasi standar untuk mengetahui tingkat penyimpangan durasi dari nilai rata-rata. Contoh perhitungan deviasi standar sebagai berikut:

$$S = \frac{b - a}{6}$$

$$S = \frac{18 - 10}{6}$$

$$S = 1,33$$

Kemudian contoh perhitungan varians sebagai berikut:

$$V = S^2$$

$$V = (1,33)^2 = 1,78$$

Dengan demikian, hasil perhitungan deviasi standar dan varians menunjukkan tingkat variasi durasi pada setiap aktivitas. Untuk memudahkan analisis lebih lanjut, seluruh parameter durasi yang telah dihitung direkapitulasi dan disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Perhitungan durasi metode PERT pada jalur lintasan kritis

Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)				S	V
	a	m	b	te		
Pekerjaan Persiapan						
Pembersihan Lahan	10	13	18	13	1,33	1,78
Uitset dan Bowplank	9	12	15	12	1	1
Pekerjaan Pancang						
Pemancangan 30x30-15m	33	45	60	46	4,5	20,25
Pekerjaan Galian & Urugan						
Zona 1						
Pekerjaan Galian Tanah	9	13	15	13	1	1
Pekerjaan urug pasir dan lantai kerja	7	8	10	8	0,5	0,25
Zona 2						
Pekerjaan urug pasir dan lantai kerja	5	7	9	7	0,67	0,44
Zona 3						
Pekerjaan urug pasir dan lantai kerja	5	6	8	6	0,5	0,25
Pekerjaan Struktur						
Lantai Dasar						
Zona 3						
Area GWT						
Pile Cap						
Bekisting batako	6	8	10	8	0,67	0,44
Sloof						
Bekisting batako	5	7	9	7	0,67	0,44
Plat Lantai						
Bekisting	4	6	8	6	0,67	0,44
Pembesian	4	6	7	6	0,50	0,25
Pengecoran beton K400 (Pile Cap, Sloof, Plat)	1	1	2	1	0,17	0,03

Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)				S	V
	a	m	b	te		
Kolom						
Pembesian	4	5	7	5	0,5	0,25
Dinding Beton						
Pembesian	4	6	9	6	1	1
Tangga GWT						
Pembesian	2	2	5	3	0,5	0,25
Bekisting	2	2	5	3	0,5	0,25
Pengecoran beton K400 (Kolom,Wall, Tangga)	1	1	2	1	0,17	0,03
Lantai 2						
Zona 3						
Balok						
Bekisting	4	5	7	5	0,5	0,25
Plat Lantai						
Bekisting	3	4	6	4	0,5	0,25
Pembesian	3	4	6	4	0,5	0,25
Pengecoran beton K400 (Balok, Plat)	1	1	2	1	0,17	0,03
Kolom						
Pembesian	3	4	6	4	0,50	0,25
Bekisting	2	3	6	3	0,67	0,44
Pengecoran beton K400 (Kolom)	1	1	2	1	0,17	0,03
Lantai 3						
Zona 3						
Kolom Lt.3-Lt.4						
Pembesian	3	4	6	4	0,50	0,25
Bekisting	2	3	6	3	0,67	0,44
Pengecoran beton K400 (kolom)	1	1	2	1	0,17	0,03
Pekerjaan Arsitek						
Lantai 1						
Pekerjaan Dinding dan lain lain						
Pasangan dinding + kolom praktis	7	10	12	10	0,83	0,69
Lantai 2						
Pekerjaan Dinding dan lain lain						
Pasangan dinding + kolom praktis	13	16	21	16	1,33	1,78
Lantai 3						
Pekerjaan Dinding dan lain lain						
Pasangan dinding + kolom praktis	13	15	18	15	0,83	0,69
Lantai 4						
Pekerjaan Dinding dan lain lain						
Pasangan dinding + kolom praktis	14	17	22	17	1,33	1,78
Lantai 5						
Pekerjaan Dinding dan lain lain						
Pasangan dinding + kolom praktis	6	8	12	8	1	1
Plesteran dan Aci	7	10	13	10	1	1
Lantai 6						
Pekerjaan Dinding dan lain lain						
Pasangan dinding + kolom praktis	15	18	24	19	1,5	2,25
Plesteran dan Aci	17	20	26	21	1,5	2,25
Lantai 7						
Pekerjaan Dinding dan lain lain						
Pasangan dinding + kolom praktis	15	18	24	19	1,5	2,25
Plesteran dan Aci	17	20	26	21	1,5	2,25
Lantai 8						
Pekerjaan Dinding dan lain lain						
Pasangan dinding + kolom praktis	15	18	24	19	1,5	2,25
Plesteran dan Aci	17	20	26	21	1,5	2,25
Lantai 9						
Pekerjaan Dinding dan lain lain						
Pasangan dinding + kolom praktis	15	18	24	19	1,5	2,25
Plesteran dan Aci	17	20	26	21	1,5	2,25
Lantai 10						
Pekerjaan Dinding dan lain lain						
Pasangan dinding + kolom praktis	15	18	24	19	1,5	2,25
Plesteran dan Aci	17	20	26	21	1,5	2,25
Lantai 11						
Pekerjaan Dinding dan lain lain						
Pasangan dinding + kolom praktis	15	18	24	19	1,5	2,25
Plesteran dan Aci	17	20	26	21	1,5	2,25
Lantai 12						
Pasangan dinding + kolom praktis	15	18	24	19	1,5	2,25
Plesteran dan Aci	17	20	26	21	1,5	2,25
Pekerjaan Langit-Langit (Plafond)						

Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)				S	V
	a	m	b	te		
Skimcoat beton + fin cat	6	8	11	8	0,83	0,69
Pasang rangka plafond + penutup fin cat	19	25	32	25	2,17	4,69
Pekerjaan Fin. Dinding						
Pasang keramik	18	20	26	21	1,33	1,78
Pekerjaan Fin. Lantai						
Pasang Keramik	15	20	25	20	1,67	2,78
Pasang Granite Tile	15	20	25	20	1,67	2,78
Semen Expose	3	4	6	4	0,50	0,25
Lantai Atap						
Pekerjaan Dinding dan lain lain						
Pasangan dinding + kolom praktis	3	4	7	4	0,67	0,44
Plesteran dan Aci	3	4	7	4	0,67	0,44
Pekerjaan Langit-Langit (Plafond)						
Skimcoat beton + fin cat	2	2	4	2	0,33	0,11
Pengecatan dinding	3	4	6	4	0,50	0,25
Pekerjaan Fin. Lantai						
Pasang keramik	1	1	2	1	0,17	0,03
Semen Expose	2	3	4	3	0,33	0,11
Pekerjaan Lain-lain						
Pekerjaan insulation/glasswool 25mm thk/wiremesh	4	5	6	5	0,33	0,11
Pekerjaan Facade						
Pasang ACP maju 90cm dari dinding luar	78	90	103	90	4,17	17,36
Profil tempel lis GRC 15cm fin cat	73	90	97	88	4	16
Pekerjaan ACP kolom teras + tali air selebar 5cm	80	90	105	91	4,17	17,36
Total Varians						133,92

Setelah seluruh aktivitas dianalisis, varians pada lintasan kritis dijumlahkan untuk memperoleh varians total proyek. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh total varians sebesar 133,92 sehingga deviasi standar proyek adalah:

$$S = \sqrt{133,92} = 11,57$$

Tahap terakhir adalah menghitung probabilitas penyelesaian proyek dengan menggunakan nilai Z (Z-score):

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

$$Z = \frac{413 - 423}{11,57}$$

$$Z = -0,86$$

z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-3.5	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
-3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
-3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
-3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
-3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
-3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
-2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
-2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
-2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
-1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	0.2145	0.2115	0.2085	0.2055	0.2025	0.1995	0.1965	0.1935	0.1904	0.1877
-0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2265	0.2234	0.2203	0.2172	0.2148
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859

Gambar 3. Tabel Z Distribusi Normal

Nilai Z yang diperoleh selanjutnya dikonversikan ke dalam tabel distribusi normal sebagaimana ditunjukkan pada gambar tersebut. Berdasarkan tabel distribusi normal, nilai Z sebesar -0,86 menghasilkan nilai probabilitas sebesar 0,1949 atau 19,49%. Hasil ini menunjukkan bahwa peluang penyelesaian proyek sesuai dengan durasi target 413 hari relatif rendah.

Sebagai tindak lanjut, dilakukan analisis terhadap variasi target durasi untuk mengetahui peningkatan peluang penyelesaian proyek. Hasil perhitungan probabilitas tersebut kemudian disusun dalam bentuk rekapitulasi yang disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Analisis Durasi Probabilitas

Target Penyelesaian (hari)	Nilai Z	Probabilitas
410	0,1314	13,14%
420	0,3974	39,74%
430	0,7257	72,57%
440	0,9279	92,79%
445	0,9713	97,13%
447	0,9808	98,08%
449	0,9875	98,75%
450	0,9901	99,01%

Berdasarkan hasil analisis penjadwalan proyek, penggunaan metode Precedence Diagram Method (PDM) menunjukkan bahwa durasi total proyek adalah 423 hari. Durasi ini lebih lama 10 hari dibandingkan rencana awal sebesar 413 hari yang disusun menggunakan bar chart dan Kurva S. Perbedaan ini menunjukkan bahwa metode konvensional belum sepenuhnya menggambarkan hubungan antar pekerjaan secara detail. Sementara itu, metode PDM mampu menyusun urutan pekerjaan berdasarkan keterkaitan yang logis, sehingga menghasilkan jadwal yang lebih realistis dan sesuai dengan kondisi proyek di lapangan.

Metode PDM juga membantu dalam mengidentifikasi lintasan kritis, yaitu rangkaian pekerjaan yang paling menentukan durasi proyek. Aktivitas pada lintasan kritis tidak memiliki waktu selang, sehingga jika terjadi keterlambatan pada salah satu aktivitas, maka keseluruhan proyek juga akan ikut terlambat. Oleh karena itu, mengetahui lintasan kritis sangat penting agar pengelola proyek dapat lebih fokus dalam mengendalikan pekerjaan yang berisiko tinggi terhadap keterlambatan.

Selanjutnya, metode Program Evaluation and Review Technique (PERT) digunakan untuk menganalisis ketidakpastian durasi pekerjaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa setiap pekerjaan memiliki tingkat ketidakpastian yang berbeda. Pekerjaan pemancangan memiliki tingkat ketidakpastian paling tinggi dengan deviasi standar sebesar 4,5, yang berarti durasinya sulit diprediksi dan berpotensi menyebabkan keterlambatan. Sebaliknya, pekerjaan pengecoran beton K400 memiliki deviasi standar paling kecil sebesar 0,17, yang menunjukkan bahwa durasinya lebih stabil dan mudah diperkirakan.

Hasil analisis probabilitas menunjukkan bahwa peluang proyek selesai dalam waktu 413 hari hanya sebesar 19,49%, sehingga kemungkinan besar proyek akan mengalami keterlambatan jika tetap menggunakan jadwal awal. Namun, ketika durasi proyek diperpanjang hingga sekitar 450 hari, peluang keberhasilan meningkat menjadi lebih dari 99%.

Dengan demikian, penggunaan metode PDM dan PERT secara bersama-sama dapat memberikan hasil penjadwalan yang lebih baik. PDM membantu dalam menyusun urutan pekerjaan dan menentukan lintasan kritis, sedangkan PERT membantu dalam memahami tingkat ketidakpastian dan peluang penyelesaian proyek. Kombinasi kedua metode ini dapat membantu pengelola proyek dalam mengambil keputusan yang lebih tepat, terutama dalam mengendalikan waktu dan mengurangi risiko keterlambatan pada proyek konstruksi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan metode PDM menghasilkan durasi proyek sebesar 423 hari, yang lebih lama 10 hari dibandingkan rencana awal 413 hari, sehingga menunjukkan bahwa pendekatan berbasis jaringan kerja mampu memberikan estimasi waktu yang lebih realistis melalui pemodelan hubungan ketergantungan antar aktivitas secara sistematis. Selanjutnya, analisis menggunakan metode PERT menunjukkan adanya variasi tingkat ketidakpastian durasi pada setiap aktivitas proyek, di mana nilai deviasi standar tertinggi sebesar 4,5 (varians 20,25) terdapat pada pekerjaan pemancangan yang memiliki tingkat risiko tinggi, sedangkan nilai terendah sebesar 0,17 (varians 0,03) terdapat pada pekerjaan pengecoran beton K400 yang relatif stabil. Hasil analisis probabilitas menunjukkan bahwa target penyelesaian proyek selama 413 hari hanya memiliki peluang sebesar 19,49% ($Z = -0,86$), namun probabilitas tersebut meningkat signifikan hingga lebih dari 99% pada durasi sekitar 450 hari. Dengan demikian, kombinasi metode PDM dan PERT tidak hanya menghasilkan penjadwalan yang lebih akurat dan realistis, tetapi juga memberikan dasar kuantitatif yang kuat dalam mengevaluasi risiko keterlambatan serta mendukung pengambilan keputusan dalam menentukan durasi proyek yang lebih optimal dan dapat dipertanggungjawabkan secara analitis.

5. REFERENSI

- Abdurrauf Zulikasio, I., & Lalan, H. (2023). Analisa Schedule Dengan Precedence Diagram Method (PDM) Proyek Gedung Oleh PT.X. *Journal of Sciencetech Research and Development*, 5(1). <https://idm.or.id/JSCR/in>
- Bere, G., Maulana, R., Oggi, H. A., & Sely, N. S. (2024). *Analisis Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode PERT (Proyek Pembangunan Gedung DPRD Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta)*. 3(1), 63–71. <https://doi.org/10.55123>
- Chirul Mu, M., Hendriyani, I., & Mulia Devi, S. (2024). Analisis Probabilitas Keberhasilan Proyek Dengan Metode PDM dan PERT Pada Proyek Pembangunan Balai Karantina Ikan Kabupaten Berau. In *Jurnal Penelitian Teknik* (Vol. 1, Number 2).
- Dewi, S. T. (2021). *Perencanaan Penjadwalan Pekerjaan Struktur Menggunakan Kombinasi Metode PERT dan PDM (Structural Work Scheduling Planning Using A Combination Of The PERT and PDM Methods)*.
- Massie, M., Manoppo, F. J., & T Dundu, A. K. (2022). Studi Penerapan Pengendalian Waktu, Biaya, dan Mutu Pelaksanaan Proyek Boulevard Pantai Amurang Kabupaten Minahasa Selatan. In *Jurnal Ilmiah Media Engineering* (Vol. 12, Number 1).
- Musyafir, Irawan, D., & Aditya, C. (2025). Penerapan Metode PERT dan CPM Untuk Mencapai Efektivitas Waktu dan Biaya Penyelesaian Proyek. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 5(1).
- Mutia Astari, N., & Momon Subagyo, A. (2021). Perencanaan Manajemen Proyek Dengan Metode CPM (Critical Path Method) dan PERT (Program Evaluation And Review Technique). In *Jurnal Konstruksia* | (Vol. 13).
- Riana, R., Arianto, Tedja Bhirawa, & Basuki W. (2022). *Optimasi Penjadwalan Ulang Proyek Konstruksi Penyaluran Gas PT PGN Solution ke Konsumen Menara BTPN Dengan Menggunakan Metode PDM dan PERT*.
- Rizki Ramadhani, M. (2023). *Analisis Pengendalian Waktu Menggunakan Aplikasi Microsoft Project Pada Proyek Wiego Housewear*.