

Penerapan Metode Program Evaluation and Review Technique (PERT) Pada Proyek Malang Creative Center (MCC) Berdasarkan Building Information Modelling (BIM)

Application Of the Program Evaluation and Review Technique (PERT) Method in The Malang Creative Center (MCC) Project Based On Building Information Modeling (BIM)

Sandi Wahyudiono^{1*}, Faris Rizal Andardi², Yunan Rusdianto³, Rifky Awalludiensyah⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Sipil-Fakultas Teknik-Universitas Muhammadiyah Malang, Indonesia

Alamat Korespondensi: Jl. Raya Tlogomas No.246 Malang, Jawa Timur

Email: sandi@umm.ac.id

Abstract

The Malang Creative Center (MCC) project is analyzed with BIM (Building Information Modeling) system. The objective of this study is to analyze the Malang Creative Center (MCC) project using the Building Information Modeling (BIM) system and enhance the project completion prediction using the Program Evaluation and Review Technique (PERT) method. The methodology involves using BIM to calculate the total concrete volume and reinforcement weight, followed by applying the PERT method to estimate the project duration. BIM analysis provided initial estimates, while PERT offered three-time estimates: optimistic, most likely, and pessimistic. The results show that the total concrete volume is 5694.9 m³ and the reinforcement weight is 832611.91 kg. The BIM analysis indicated a realistic project duration of 150 days with a total cost of IDR 21,574,738,577.78. However, PERT analysis refined these predictions, providing an average duration of 151 days, with an optimistic duration of 143.42 days, the most likely duration of 150 days, and a pessimistic duration of 161.54 days. The probability calculation showed a 90.53% success rate for the project completion in 143 days. The study concludes that integrating BIM and PERT methods provides a more accurate prediction of project duration and enhances project efficiency. The highest acceleration time was 141 days with a success rate of 93%, indicating that the project duration can be significantly reduced from the initial planning.

Keywords: BIM; PERT; Volume; Cost; Duration.

Abstrak

Proyek Malang Creative Center (MCC) dianalisa dengan bantuan system BIM (Building Information Modelling). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis proyek Malang Creative Center (MCC) menggunakan sistem Building Information Modeling (BIM) dan meningkatkan prediksi penyelesaian proyek menggunakan metode Program Evaluation and Review Technique (PERT). Metodologi yang digunakan melibatkan penggunaan BIM untuk menghitung total volume beton dan berat tulangan, kemudian menerapkan metode PERT untuk memperkirakan durasi proyek. Analisis BIM memberikan estimasi awal, sementara PERT menawarkan tiga estimasi waktu: optimis, paling mungkin, dan pesimis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total volume beton adalah 5694.9 m³ dan berat tulangan adalah 832611.91 kg. Analisis BIM menunjukkan durasi proyek realistis selama 150 hari dengan total biaya sebesar Rp 21.574.738.577,78. Namun, analisis PERT memperbaiki prediksi ini, memberikan durasi rata-rata 151 hari, dengan durasi optimis 143,42 hari, durasi paling mungkin 150 hari, dan durasi pesimis 161,54 hari. Perhitungan probabilitas menunjukkan tingkat keberhasilan 90,53% untuk penyelesaian proyek dalam 143 hari. Penelitian ini menyimpulkan bahwa mengintegrasikan metode BIM dan PERT memberikan prediksi durasi proyek yang lebih akurat dan meningkatkan efisiensi proyek. Waktu percepatan tertinggi adalah 141 hari dengan tingkat keberhasilan 93%, menunjukkan bahwa durasi proyek dapat dikurangi secara signifikan dari perencanaan awal.

Kata kunci: BIM; PERT; Volume; Biaya; Durasi

Please cite this article as:

Wahyudiono, S., Andardi, F. R., Rusdianto, Y., Awalludiensyah, R. (2023). Penerapan Metode Program Evaluation and Review Technique (PERT) Pada Proyek Malang Creative Center (MCC) Berdasarkan Building Information Modelling (BIM). *Media Teknik Sipil*, 21(2), 66-76.
<https://doi.org/10.22219/jmts.v21i2.28969>

PENDAHULUAN

Pemodelan Informasi Bangunan (Building Information Modelling atau BIM) telah membawa perubahan mendasar dalam industri konstruksi dengan menghadirkan pendekatan yang terintegrasi dan canggih dalam manajemen proyek. Dalam konteks ini, pentingnya analisis berkelanjutan proyek semakin meningkat guna memastikan bahwa proyek berjalan secara efisien, efektif secara biaya, dan dapat terselesaikan tepat waktu. Penelitian ini difokuskan pada analisis berkelanjutan Proyek Malang Creative Center (MCC) yang menggunakan Metode Program Evaluation and Review Technique (PERT) berbasis Building Information Modelling (BIM) (Alwi, 2015; Setiawati et al., 2017; Widiasanti, Musti, et al., 2023). Dengan memanfaatkan keunggulan BIM dan penerapan metodologi PERT, analisis ini bertujuan untuk mengoptimalkan perencanaan, penjadwalan, dan alokasi sumber daya proyek, sehingga meningkatkan keberlanjutan dan kelancaran implementasi proyek secara keseluruhan (Wardani et al., 2018). Dengan menyelidiki secara menyeluruh berbagai aspek MCC, Penelitian ini difokuskan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai manfaat dan kemajuan yang dihasilkan dari pengintegrasian Building Information Modeling (BIM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT) dalam mengelola proyek konstruksi kompleks seperti Malang Creative Center (Andrew & Anondho, 2019; Fakhur Rozy & R.G.W., 2014).

Pemodelan Informasi Bangunan (BIM) telah membawa perubahan mendasar dalam industri konstruksi dengan menghadirkan pendekatan yang terintegrasi dan canggih dalam manajemen proyek. Namun, hasil analisis BIM pada proyek MCC belum optimal dalam memprediksi penyelesaian akhir proyek. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan untuk menggunakan metode lain yang lebih akurat seperti PERT. Studi terdahulu menunjukkan bahwa kombinasi BIM dan PERT dapat meningkatkan keakuratan prediksi dan efisiensi proyek. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi ketidakefektifan tersebut dengan menerapkan metode PERT pada proyek MCC.

Upaya meningkatkan kualitas dan efisiensi dalam industri konstruksi, pada Proyek Malang Creative Center (MCC) memanfaatkan pendekatan inovatif berbasis Building Information Modelling (BIM) dan Metode Program Evaluation and Review Technique (PERT) (Utomo et al., 2022; Wibowo et al., 2022). Integrasi teknologi BIM memungkinkan para profesional terlibat dalam proyek untuk memiliki pandangan menyeluruh dan *real-time* mengenai desain, konstruksi, dan manajemen proyek. Data yang diperoleh dari BIM memberikan gambaran yang jelas tentang volume pekerjaan dan estimasi waktu yang akurat, sehingga memudahkan perencanaan dan pengendalian proyek (Dwi Sungkono, 2018; Nelson & Tamtana, 2019). Dengan menggunakan PERT, para manajer proyek dapat mengidentifikasi jalur kritis dan mengurangi risiko penundaan dalam jadwal, yang pada gilirannya berkontribusi pada keberhasilan pelaksanaan proyek secara keseluruhan (Suasira et al., 2021).

Dengan mengeksplorasi integrasi BIM dan PERT dalam manajemen proyek konstruksi gedung bertingkat, dapat memberikan peningkatan efisiensi waktu dan pengurangan risiko keterlambatan proyek. Implementasi BIM dan PERT dalam proyek perumahan vertikal, menunjukkan bagaimana kedua metode ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan pengelolaan proyek (Widiasanti, Wijaya, et al., 2023). Penggunaan PERT dan BIM dalam estimasi waktu untuk proyek infrastruktur jalan tol, menunjukkan bagaimana integrasi kedua metode ini dapat meningkatkan keakuratan perencanaan proyek dan sumberdayanya (Widiasanti, Wijaya, et al., 2023). Selain itu BIM dan PERT dapat digunakan bersama untuk mengoptimalkan perencanaan dan pelaksanaan proyek perumahan, mengurangi risiko biaya dan waktu (Suasira et al., 2021).

Integrasi BIM dan PERT dapat meningkatkan efisiensi dalam manajemen proyek konstruksi serta dapat mengurangi risiko penundaan dan meningkatkan pengelolaan proyek (Herlambang, R., & Dewi, S., 2021), (Yusuf, A., & Priyono, D., 2021). Explorasi penggunaan BIM dan PERT dalam proyek konstruksi dapat memberikan dampak pengurangan biaya dan waktu yang signifikan (Saputra, 2016; Setiawati et al., 2017; Setyo Wiwoho &

Abduh, 2021). Keunggulan BIM dan PERT dalam analisis berkelanjutan MCC memberikan dampak positif yang signifikan dalam pengelolaan proyek. Dengan metode ini, Malang Creative Center dapat memprediksi probabilitas penyelesaian proyek pada berbagai skenario waktu, yaitu optimis, realistis, dan pesimis, sehingga pelaksanaan proyek dapat berjalan lebih terukur dan terkendali (Hartono et al., 2021).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode PERT mampu memberikan estimasi yang lebih akurat dibandingkan metode konvensional. Namun, penelitian yang menggabungkan PERT dengan BIM masih terbatas. Studi ini menyoroti kekurangan analisis BIM dalam memprediksi durasi proyek dan menawarkan solusi dengan mengintegrasikan metode PERT. Novelty penelitian ini terletak pada penerapan metode PERT pada proyek yang sudah menggunakan BIM, yang diharapkan dapat memberikan keunggulan dalam hal akurasi prediksi dan efisiensi proyek.

Penelitian ini memberikan kontribusi pada literatur manajemen proyek dengan menunjukkan bahwa metode PERT dapat meningkatkan akurasi prediksi durasi proyek yang telah dianalisis menggunakan BIM. Selain itu, penelitian ini memberikan panduan praktis bagi manajer proyek dalam mengintegrasikan PERT dengan BIM untuk mengoptimalkan perencanaan dan pengendalian proyek.

METODE PENELITIAN

Metode yang kami gunakan untuk Penerapan Building Information Modeling (BIM) dalam proyek struktur Malang Creative Center menggunakan perangkat lunak Revit 2024 telah menghasilkan representasi visual yang detail dan akurat dalam bentuk model 3D. Melalui aplikasi Navisworks, dilakukan clash detection untuk memastikan kolaborasi yang efektif antara berbagai elemen struktur dan mencegah potensi benturan yang mungkin terjadi selama konstruksi.

Pemodelan BIM digunakan untuk mengeluarkan *quantity take-off* volume pekerjaan struktur secara efisien. Data-volume dari BIM diolah berdasarkan produktivitas pekerjaan untuk estimasi waktu tepat. Metode PERT digunakan untuk menghitung durasi pekerjaan dan identifikasi jalur kritis dalam jadwal proyek. BIM telah meningkatkan

efisiensi proyek struktur Malang Creative Center dengan integrasi 3D, pengendalian biaya, dan inovasi dalam industri konstruksi.

Proses pengelolaan durasi proyek dimulai dengan Pengumpulan Data, mencakup informasi relevan dan data spesifik seperti volume dan biaya BIM (Building Information Modeling). Data ini digunakan untuk menyusun Time Schedule proyek, memastikan integrasi optimal teknologi BIM. Setelah Time Schedule disusun, langkah berikutnya adalah Menentukan Durasi Optimistis, Most Likely, dan Pesimistik untuk setiap aktivitas proyek. Estimasi ini mencakup tiga skenario: optimistik, most likely, dan pesimistik. Hasilnya digunakan untuk menghitung Durasi Rata-Rata, Standar Deviasi, dan Varian, yang membantu memahami variasi dan ketidakpastian dalam durasi proyek. Rumus untuk menghitung waktu perkiraan (TE) adalah sebagai berikut:

$$te = \frac{(a+4m+b)}{6} \quad (1)$$

te : expected duration (hari)

a : waktu optimis (hari)

m : waktu realistis (hari)

b : waktu pesimis (hari)

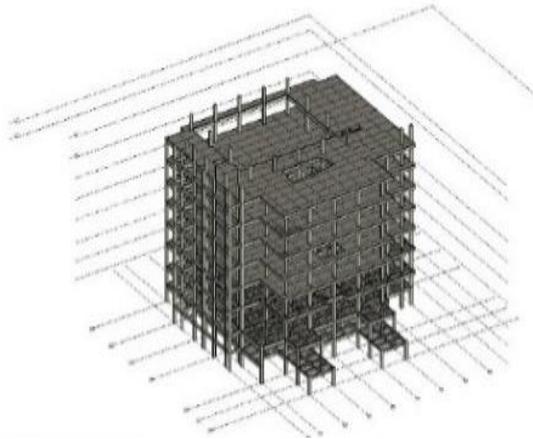
Selanjutnya, dilakukan Perhitungan Probabilitas Durasi Proyek untuk menilai kemungkinan penyelesaian proyek dalam jangka waktu yang diinginkan. Analisis ini memberikan wawasan mengenai peluang pencapaian target waktu. Proses diakhiri dengan Kesimpulan yang merangkum hasil perhitungan dan analisis durasi serta probabilitas. Kesimpulan ini memberikan gambaran akhir tentang durasi proyek yang diharapkan, serta risiko dan ketidakpastian yang mungkin dihadapi, membantu pengambilan keputusan yang lebih baik dalam manajemen proyek.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain 3D menggunakan Revit untuk Gedung Malang Creative Center (MCC) berfokus pada pembesian dan detail tulangan struktur. Revit memungkinkan representasi visual akurat dari kolom, balok, dinding, dan lantai dengan tingkat detail mendalam. Permodelan ini menjadi dasar utama penelitian. Permodelan menggunakan aplikasi

Revit dilakukan seperti yang tergambar pada Gambar 1.

Setelah desain permodelan 3D menggunakan Revit selesai, langkah berikutnya adalah melakukan clash detection dengan Navisworks. Clash detection ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengatasi potensi benturan antara elemen-elemen struktur sebelum proses konstruksi dimulai, guna memastikan kelancaran dan efisiensi proyek.



Gambar 1. Hasil Pemodelan struktur Bangunan 3D

Hasil *quantity take-off* volume dan tulangan dari pemodelan menggunakan Revit untuk area struktur Gedung Malang Creative Center memberikan data komprehensif tentang jumlah material yang diperlukan dan detail tulangan untuk konstruksi. Pendekatan BIM memungkinkan estimasi volume material, termasuk beton, dengan tingkat akurasi tinggi. Selain itu, perbandingan dengan metode konvensional volume dan berat eksisting juga dapat dilakukan. Perbandingan nilai volume dan berat tulangan seperti yang tertulis pada Tabel 1.

BIM menghasilkan estimasi yang akurat berdasarkan model 3D terintegrasi, mengurangi kesalahan dan ketidakpastian. Analisis lebih mendalam dan detail pada elemen struktur juga dimungkinkan oleh BIM, sehingga *quantity take-off* menjadi lebih tepat dan terperinci.

Setelah didapatkan volume dan berat tulangan dari *quantity take-off* pada hasil pemodelan di Revit, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan biaya pekerjaan struktur Gedung. Proses ini mencakup estimasi biaya material seperti beton, besi, dan bahan konstruksi lainnya yang diperlukan untuk pembesian dan

pengecoran. Selain itu, biaya tenaga kerja yang terlibat dalam proses pembesian dan pengecoran juga akan dihitung. Hasil dari perhitungan biaya akan berdasarkan analisis harga satuan pekerja AHSP Kota Malang untuk memastikan anggaran proyek sesuai dan efisien.

Tabel 1. Rekap Perbandingan Volume dan Berat Tulangan

Lantai	Volume Bim (m ³)	Tulangan Bim (Kg)
Basement	150.9	22908.87
	329.43	25758.88
Lantai 1	142.86	16736.04
	324.27	64840.26
	315.18	25145.66
Lantai 2	171.25	164357.9
	320.27	55262.09
	245.78	15381.33
Lantai 3	153.73	18729.63
	305.94	33824.65
	240.08	14109.45
Lantai 4	149.96	15029.53
	283.42	35652.22
	215.04	14241.89
Lantai 5	148.6	23066.64
	295.93	49602.32
	218.01	13950.79
Lantai 6	147.69	15636.72
	302.48	63343.7
	152.21	11211.08
Lantai 7	136.32	24701.64
	285.39	46223.19
	202.61	14605.12
Lantai 8	0	0
	228.12	42731.14
Roftop	229.43	10561.18
Total Volume	5694.9	837611.92

Tabel 2. Rekap Perhitungan biaya Struktur BIM

NO	Rincian	Total Biaya
1	Volume +Tulangan	Rp21,574,738,577.78

Dari hasil yang tercantum pada Tabel 2 didapatkan perhitungan biaya menggunakan metode BIM sebesar Rp 21,574,738,577.78. Setelah perhitungan biaya, dilakukan perhitungan produktivitas pekerjaan dan penyusunan jadwal menggunakan aplikasi Ms Project. Data hasil pemodelan BIM digunakan untuk menghitung durasi aktivitas dan ketergantungan antar aktivitas dalam proyek. Dengan jadwal terperinci, tim proyek dapat mengendalikan biaya dan waktu dengan lebih

baik, serta meminimalkan risiko penundaan dalam pelaksanaan proyek Gedung Malang Creative Center. Proyek ini berhasil diselesaikan dalam waktu 150 hari dengan rincian terkait sumber daya manusia (SDM) dan durasi pekerjaan pada proyek struktur Malang Creative Center seperti pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Rekap SDM (Sumberdaya Manusia)

URAIAN	JUMLAH	SATUAN	HARGA (Rp)
Mandor	1	OH	165,830.00
Kepala Tukang Kepala	1	OH	157,590.00
Tukang Besi	1	OH	157,590.00
Tukang Besi	5	OH	149,350.00
Tukang Batu	5	OH	149,350.00
Pekerja	20	OH	122,385.00

Tabel 4. Rekap Durasi pekerjaan

Lantai	Item Pekerjaan	Durasi(Hari)
Basement	Kolom (Pembesian)	3.03
	Balok (Pembesian)	
	Plat (Pembesian)	1.1
	Kolom (Pengecoran)	2.54
	Balok (Pengecoran)	
	Plat (Pengecoran)	2.25
Lantai 1	Kolom (Pembesian)	2.86
	Balok (Pembesian)	6.51
	Plat (Pembesian)	1.06
	Kolom (Pengecoran)	2.4
Lantai 2	Balok (Pengecoran)	5.46
	Plat (Pengecoran)	2.15
	Kolom (Pembesian)	3.44
	Balok (Pembesian)	6.43
Lantai 3	Plat (Pembesian)	0.82
	Kolom (Pengecoran)	2.88
	Balok (Pengecoran)	5.4
	Plat (Pengecoran)	1.68
Lantai 3	Kolom (Pembesian)	3.08

Lantai	Item Pekerjaan	Durasi(Hari)
Lantai 4	Balok (Pembesian)	6.14
	Plat (Pembesian)	0.8
	Kolom (Pengecoran)	2.59
	Balok (Pengecoran)	5.15
	Plat (Pengecoran)	1.64
	Kolom (Pembesian)	3.01
	Balok (Pembesian)	5.69
	Plat (Pembesian)	0.72
	Kolom (Pengecoran)	2.52
	Balok (Pengecoran)	4.77
Lantai 5	Plat (Pengecoran)	1.47
	Kolom (Pembesian)	2.98
	Balok (Pembesian)	5.94
	Plat (Pembesian)	0.73
Lantai 6	Kolom (Pengecoran)	2.96
	Balok (Pengecoran)	2.5
	Plat (Pengecoran)	0.9
	Kolom (Pembesian)	2.96
	Balok (Pembesian)	6.07
	Plat (Pembesian)	0.51
Lantai 7	Kolom (Pengecoran)	2.49
	Balok (Pengecoran)	5.1
	Plat (Pengecoran)	1.04
	Kolom (Pembesian)	2.73
Lantai 8	Balok (Pembesian)	5.73
	Plat (Pembesian)	0.68
	Kolom (Pengecoran)	2.29
	Balok (Pengecoran)	4.81
Rooftop	Plat (Pengecoran)	1.38
	Kolom (Pembesian)	4.58
	Plat (Pembesian)	0.77
Total (Hari)	Kolom (Pengecoran)	4.38
	Plat (Pengecoran)	1.6
		150.72

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan durasi proyek menggunakan metode PERT yang mengestimasi durasi aktivitas berdasarkan tiga estimasi waktu seperti yang tertabel pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekap Perhitungan waktu optimis, normal, pesimis

Lantai	Item Pekerjaan	Waktu Optimis (hari)	Waktu Realistis (hari)	Waktu Pesimis (hari)	Te = Expected Duration (hari)
Basement	Kolom (Pembesian)	3	3.03	3.2	3.05
	Balok (Pembesian)				0
	Plat (Pembesian)	0.9	1.1	1.3	1.1
	Kolom (Pengecoran)	2.4	2.54	2.6	2.53
	Balok (Pengecoran)				0
Lantai 1	Plat (Pengecoran)	2.1	2.25	2.3	2.23
	Kolom (Pembesian)	2.7	2.86	2.96	2.85
	Balok (Pembesian)	6.28	6.51	6.64	6.49
	Plat (Pembesian)	0.9	1.06	1.1	1.04
	Kolom (Pengecoran)	2.17	2.4	2.5	2.38
Lantai 2	Balok (Pengecoran)	5.2	5.46	5.65	5.45
	Plat (Pengecoran)	2	2.15	2.58	2.2
	Kolom (Pembesian)	3.37	3.44	3.54	3.45
	Balok (Pembesian)	6.29	6.43	6.53	6.42
	Plat (Pembesian)	0.7	0.82	1.02	0.83
Lantai 3	Kolom (Pengecoran)	2.5	2.88	3.02	2.84
	Balok (Pengecoran)	5.25	5.4	5.68	5.42
	Plat (Pengecoran)	0.9	1.68	1.88	1.58
	Kolom (Pembesian)	2.98	3.08	3.19	3.08
	Balok (Pembesian)	5.48	5.14	5.54	5.26
Lantai 4	Plat (Pembesian)	0.9	0.8	1.1	0.87
	Kolom (Pengecoran)	2.08	2.59	2.89	2.56
	Balok (Pengecoran)	5.34	5.15	5.45	5.23
	Plat (Pengecoran)	0.9	1.64	1.84	1.55
	Kolom (Pembesian)	2.49	3.01	3.26	2.97
Lantai 5	Balok (Pembesian)	5.59	5.69	5.89	5.71
	Plat (Pembesian)	0.7	0.72	1.02	0.77
	Kolom (Pengecoran)	2.42	2.52	2.69	2.53
	Balok (Pengecoran)	4.87	4.77	4.97	4.82
	Plat (Pengecoran)	1.32	1.47	1.57	1.46
Lantai 6	Kolom (Pembesian)	2.08	2.98	3.08	2.85
	Balok (Pembesian)	4.44	4.94	5.24	4.91
	Plat (Pembesian)	0.7	0.73	1.86	0.91
	Kolom (Pengecoran)	2.98	2.96	3.03	2.98
	Balok (Pengecoran)	4.8	4.9	4.95	4.89
Lantai 7	Plat (Pengecoran)	1.8	2.5	2.9	2.45
	Kolom (Pembesian)	2.98	2.96	3.06	2.98
	Balok (Pembesian)	4.99	5.07	5.19	5.08
	Plat (Pembesian)	0.5	0.51	1.09	0.61
	Kolom (Pengecoran)	2.3	2.49	2.59	2.48
Lantai 8	Balok (Pengecoran)	4.9	5.1	5.49	5.13
	Plat (Pengecoran)	0.9	1.04	1.09	1.03
	Kolom (Pembesian)	2.5	2.73	2.63	2.68
	Balok (Pembesian)	4.6	4.73	4.93	4.74
	Plat (Pembesian)	0.6	0.68	0.98	0.72
Roftop	Kolom (Pengecoran)	2.38	2.29	2.45	2.33
	Balok (Pengecoran)	4.59	4.81	4.99	4.8
	Plat (Pengecoran)	1.6	1.38	1.89	1.5
	Kolom (Pembesian)				0
	Balok (Pembesian)	4.79	4.58	4.78	4.65
Total (Hari)	Plat (Pembesian)	0.9	0.77	1.03	0.84
	Kolom (Pengecoran)				0
	Balok (Pengecoran)	4.46	4.38	4.48	4.41
	Plat (Pengecoran)	1.9	1.6	1.9	1.7
	Total (Hari)	143.42	150.72	161.54	151.31

Setelah diperoleh waktu optimis, Realistis, dan pesimis dari metode PERT, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan standar deviasi dan variasi pekerjaan. Standar deviasi digunakan untuk

mengukur seberapa besar variasi atau ketidakpastian dari estimasi waktu yang telah diberikan. Hasil perhitungannya seperti yang tertulis pada Tabel 6, Tabel 7, serta Tabel 8.

Tabel 6. Rekap Perhitungan Standart Deviasi dan variasi kegiatan

Lantai	Item Pekerjaan	S (Devisi Standar)	V (Te) Variasi Kegiatan
		(hari)	(hari)
Basement	Kolom (Pembesian)	0.03	0.01
	Balok (Pembesian)	0	0
	Plat (Pembesian)	0.07	0.03
	Kolom (Pengecoran)	0.03	0.01
Lantai 1	Balok (Pengecoran)	0	0
	Plat (Pengecoran)	0.03	0.01
	Kolom (Pembesian)	0.04	0.01
	Balok (Pembesian)	0.06	0.02
Lantai 2	Plat (Pembesian)	0.03	0.01
	Kolom (Pengecoran)	0.06	0.02
	Balok (Pengecoran)	0.08	0.03
	Plat (Pengecoran)	0.03	0.01
Lantai 3	Kolom (Pembesian)	0.03	0
	Balok (Pembesian)	0.04	0.01
	Plat (Pembesian)	0.05	0.02
	Kolom (Pengecoran)	0.09	0.05
Lantai 4	Balok (Pengecoran)	0.07	0.03
	Plat (Pengecoran)	0.03	0.01
	Kolom (Pembesian)	0.04	0.01
	Balok (Pembesian)	0.04	0.01

Tabel 7. Rekap Perhitungan Standart Deviasi dan variasi kegiatan

Lantai	Item Pekerjaan	S (Devisi Standar)	V (Te) Variasi Kegiatan
		(hari)	(hari)
Lantai 4	Balok (Pembesian)	0.01	0
	Plat (Pembesian)	0.03	0.01
	Kolom (Pengecoran)	0	0
	Balok (Pengecoran)	0.02	0
	Plat (Pengecoran)	0.02	0
	Kolom (Pembesian)	0.01	0
Lantai 4	Balok (Pembesian)	0.05	0.02

Lantai	Item Pekerjaan	S (Devisi Standar)	V (Te) Variasi Kegiatan
		(hari)	(hari)
Lantai 5	(Pembesian) Plat	0.05	0.02
	(Pembesian) Kolom	0.01	0
	(Pengecoran) Balok	0.02	0
	(Pengecoran) Plat	0.04	0.01
	(Pengecoran) Kolom	0.08	0.04
	(Pembesian) Balok	0.07	0.03
	(Pembesian) Plat	0.19	0.22
	(Pembesian) Kolom	0.01	0
	(Pengecoran) Balok	0.03	0
	(Pengecoran) Plat	0.18	0.2
Lantai 6	(Pengecoran) Kolom	0.01	0
	(Pembesian) Balok	0.03	0.01
	(Pembesian) Plat	0.1	0.06
	(Pembesian) Kolom	0.05	0.01
Lantai 7	(Pengecoran) Balok	0.1	0.06
	(Pengecoran) Plat	0.03	0.01
	(Pengecoran) Kolom	0.02	0
	(Pembesian) Balok	0.06	0.02
REFR	(Pembesian) Kolom	0.01	0
	(Pengecoran) Balok	0.07	0.03
	(Pengecoran) Plat	0.05	0.01
	(Pengecoran) Kolom	0	0
Lantai 8	(Pembesian) Balok	0	0
	(Pembesian) Plat	0.02	0
	(Pembesian) Kolom	0	0
	(Pengecoran) Balok	0	0
Rooftop	(Pengecoran) Plat	0	0
	(Pengecoran) Hari	2.25	1.05

Tabel 8. Rekap Perhitungan Metode PERT

Total (S)	S(Devisi Standar Kegiatan)	2.25	
Total V(Te)	V(Te) Variasi Kegiatan	1.05	
(Te-3s) Dan (Te-3s) Te	Rentang 3s	35.89	
	Waktu	150.18	Hari
T(D)	Realistis Waktu	143.43	Hari
	Optimis Waktu	157.475	Hari
	Maksimum		

Setelah didapatkan hasil Standar Deviasi dan variasi kegiatan, langkah selanjutnya adalah perhitungan probabilitas Z. Berdasarkan tabel yang ada, perhitungan probabilitas nilai Z adalah 90. Hal ini menunjukkan bahwa kemungkinan proyek untuk selesai dalam jangka waktu optimis 143 hari sekitar 90 % yang mengindikasikan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan estimasi awal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi BIM dan PERT menghasilkan estimasi durasi proyek yang lebih akurat dibandingkan dengan metode konvensional. Penelitian sebelumnya oleh juga menunjukkan bahwa PERT memberikan estimasi waktu yang lebih akurat, terutama dalam proyek dengan ketidakpastian tinggi (Setiawati et al., 2017).

Selanjutnya dilakukan tiga Analisa dengan Metode PERT cara Perhitungan yang di gunakan sama seperti pertama di dapatkan hasil seperti Tabel 9, Tabel 10, Tabel 11.

Tabel 9. Analisa 1 Metode PERT

Analisa ke 1 Metode PERT			
Total (S)	S(Activity Standard Division)	2.35	
Total V(Te)	V(Te) Variation of Activities	1.09	
(Te-3s) Dan (Te-3s) Te	3s range	7.06	
	Realistic Time	150.72	Hari
T(D)	Optimistic Time	141.17	Hari
	Maximum Time	157.78	Hari
Z	Presentase Probabilitas	93.73%	

Tabel 10. Analisa 2 Metode PERT

Analisa ke 2 Metode PERT			
Total (S)	S(Activity Standard Division)	2.14	
Total V(Te)	V(Te) Variation of Activities	0.72	
(Te-3s) Dan (Te-3s) Te	3s range	6.42	
	Realistic Time	150.72	Hari
T(D)	Optimistic Time	145.18	Hari
	Maximum Time	157.14	Hari
Z	Presentase Probabilitas	86.71%	

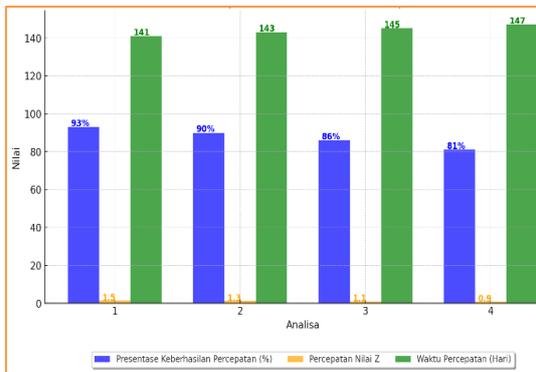
Tabel 11. Analisa 3 Metode PERT

Analisa ke 3 Metode PERT			
Total (S)	S(Activity Standard Division)	2.14	
Total V(Te)	V(Te) Variation of Activities	0.72	
Total (S)	S(Activity Standard Division)	2.14	
(Te-3s) Dan (Te-3s) Te	3s range	6.42	
	Realistic Time	150.72	Hari
T(D)	Optimistic Time	145.18	Hari
	Maximum Time	157.14	Hari
Z	Presentase Probabilitas	86.71%	

Rekapitulasi Hasil Analisa 1,2,3 dan hasil perhitungan pertama seperti yang tercantum pada Tabel 12 serta Gambar 2.

Tabel 12. Rekap hasil Analisa Metode PERT

Analisa	Waktu Percepatan	Nilai Z	Presentase Keberhasilan Percepatan
1	141	Hari	1.5 93%
2	143	Hari	1.3 90%
3	145	Hari	1.1 86%
4	147	Hari	0.9 81%



Gambar 2. Rekap hasil Analisa Metode PERT

Dari hasil yang ditunjukkan pada Gambar 2 didapatkan bahwa dengan waktu percepatan pekerjaan tertinggi ialah 141 hari presentase dengan keberhasilan percepatan sebesar 93% ini menunjukan dengan percepatan waktu selesai pekerjaan proyek sangat mungkin di lakukan dengan tepat. Temuan bahwa durasi proyek dapat dipercepat hingga 141 hari dengan tingkat keberhasilan 93% memperkuat hasil penelitian sebelumnya yang juga menemukan bahwa integrasi BIM dan PERT dapat mengurangi durasi proyek secara signifikan. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh perbedaan skala proyek atau variasi dalam implementasi metode BIM (Baskoro & Sihombing, 2021).

Penelitian pada proyek konstruksi menunjukkan hasil detail dan efisien terhadap waktu dan biaya. Penggunaan BIM dengan Metode PERT terbukti membantu pekerja konstruksi dalam mengoptimalkan perencanaan dan pengendalian biaya, serta meningkatkan efisiensi dalam proses pembangunan proyek.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa durasi proyek dengan metode PERT memberikan estimasi yang lebih akurat dibandingkan dengan analisis BIM saja. Durasi optimis adalah 143 hari, realistis 150 hari, dan pesimis 161.54 hari. Pembahasan menunjukkan bahwa metode PERT berhasil mengidentifikasi jalur kritis dan mengurangi risiko penundaan proyek. Temuan ini didukung oleh teori manajemen proyek dan studi terdahulu yang menunjukkan keunggulan metode PERT dalam meningkatkan akurasi prediksi dan efisiensi proyek.

Dalam penelitian ini, kombinasi antara BIM dan PERT terbukti memberikan prediksi durasi proyek yang lebih akurat dibandingkan

metode konvensional. Hal ini didukung oleh teori manajemen proyek yang menunjukkan bahwa PERT dapat menangani ketidakpastian durasi dengan lebih baik (Setiawati et al., 2017). Temuan ini juga sejalan dengan penelitian Firdaus dan Lestari (2020), di mana integrasi BIM dan PERT dalam proyek konstruksi mengarah pada efisiensi waktu yang signifikan. Namun, perbedaan dalam tingkat percepatan proyek yang dicapai dalam studi ini dibandingkan dengan penelitian Yusuf dan Priyono (2021) mungkin mencerminkan perbedaan dalam skala dan jenis proyek yang diteliti.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa tujuan studi untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai manfaat dan kemajuan dari pengintegrasian BIM dan PERT dalam mengelola proyek

konstruksi kompleks seperti Malang Creative Center telah tercapai. Studi ini berhasil menunjukkan bahwa kombinasi BIM dan PERT tidak hanya meningkatkan akurasi prediksi durasi proyek tetapi juga memperkuat manajemen risiko dan efisiensi proyek.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengintegrasian BIM dan PERT menghasilkan prediksi durasi proyek yang lebih akurat, dengan estimasi durasi optimis sebesar 143 hari dan probabilitas keberhasilan 90%. Selain itu, implementasi BIM memberikan akurasi tinggi dalam penghitungan volume dan berat material, yang dioptimalkan oleh metode PERT dalam penjadwalan dan identifikasi jalur kritis proyek

Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam literatur manajemen proyek konstruksi dengan menunjukkan bahwa integrasi BIM dan PERT dapat mengatasi keterbatasan dari masing-masing metode ketika digunakan secara terpisah. Secara khusus, studi ini memperkuat argumen bahwa penggunaan BIM yang digabungkan dengan PERT tidak hanya memberikan keakuratan dalam estimasi waktu dan biaya tetapi juga mengurangi risiko penundaan proyek, yang sangat relevan untuk proyek konstruksi kompleks seperti Malang Creative Center.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwi. (2015). Analisis Penerapan Sistem Penjadwalan CPM , PERT , Dan LOB Pada Penjadwalan Proyek (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Kantor PT . Jasa Asuransi Indonesia – Pematang Siantar). *Jurnal Teknik Sipil USU*.
- Andrew, M., & Anondho, B. (2019). EVALUASI KEBUTUHAN PENGGUNA JASA KONSTRUKSI DENGAN PENDEKATAN BUILDING INFORMATION MODELING. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(1). <https://doi.org/10.24912/jmts.v2i1.3032>
- Baskoro, A. T., & Sihombing, L. B. (2021). Kajian Faktor Dan Variabel Penting Penyebab Cost Overrun Pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung Yang Dapat Dikendalikan Dengan Penggunaan Bim. *Inovasi Teknologi Dan Material Terbaru Menuju Infrastruktur Yang Aman Terhadap Bencana Dan Ramah Lingkungan*, August.
- Dwi Sungkono, K. K. (2018). APLIKASI BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) TEKLA STRUCTURE PADA KONSTRUKSI ATAP DOME GEDUNG OLAHRAGA UTP SURAKARTA. *JUTEKS: Jurnal Teknik Sipil*, 3(2). <https://doi.org/10.32511/juteks.v3i2.278>
- Fakhrur Rozy, A., & R.G.W., O. (2014). MANAJEMEN WAKTU, BIAYA DAN SDM PROYEK KONSTRUKSI PADA PEMBANGUNAN GEDUNG RUANG KULIAH FIA UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE PERT DAN PDM. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 12(1). <https://doi.org/10.22219/jmts.v12i1.2036>
- Hartono, W., Handayani, D., & Syafi'i, S. (2021). Tingkat Kedewasaan Penerapan BIM (Building Information Modelling) Pada Kontraktor Jembatan Di Indonesia. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 5(1).
- Nelson, N., & Tamtana, J. S. (2019). FAKTOR YANG MEMENGARUHI PENERAPAN BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) DALAM TAHAPAN PRA KONSTRUKSI GEDUNG BERTINGKAT. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(4). <https://doi.org/10.24912/jmts.v2i4.6305>
- Saputra, M. A. (2016). Kerangka Kerja Manajemen Proyek. *Masyarakat Telematika Dan Informasi*, 7(1).
- Setiawati, S., Syahrizal, & Rezky, A. D. (2017). Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Penjadwalan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Rehabilitasi / Perbaikan Dan Peningkatan Infrastruktur Irigasi Daerah Lintas Kabupaten/Kota D.I Pekanbaru Dolok). *Jurnal Teknik Sipil USU*, 6(1).
- Setyo Wiwoho, B., & Abduh, Moh. (2021). Analisis Manajemen Waktu Pada Proyek Gedung (Studi Kasus Gedung Perkuliahan FIO UNESA). *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur*, 1(2). <https://doi.org/10.22219/skpsppi.v2i1.4316>
- Suasira, I. W., Tapayasa, I. M., Santiana, I. M. A., & Wibawa, I. G. S. (2021). ANALISIS KOMPARASI METODE BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) DAN METODE KONVENSIONAL PADA PERHITUNGAN RAB STRUKTUR PROYEK (STUDI KASUS PEMBANGUNAN PASAR DESA ADAT PECATU). *Jurnal Teknik Gradien*, 13(1). <https://doi.org/10.47329/teknikgradien.v13i1.737>
- Utomo, B. S., Wibowo, K., & S, S. (2022). Earned Value Concept as a Method to Analyze Cost and Time Control. *Journal of Advanced Civil and Environmental Engineering*, 5(2). <https://doi.org/10.30659/jacee.5.2.103-112>
- Wardani, N. M. E., Musdalifah, S., & Lusiyanti, D. (2018). OPTIMALISASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK PEMBANGUNAN PERUMAHAN CITRALAND PALU MENGGUNAKAN METODE PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE (PERT) – CRITICAL PATH METHOD (CPM). *JURNAL ILMIAH MATEMATIKA DAN TERAPAN*, 15(2).

<https://doi.org/10.22487/2540766x.2018.v15.i2.11353>

- Wibowo, A., Adi, H. P., & Poedjiastoeti, H. (2022). EVALUASI PENERAPAN BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) PADA PROYEK GEDUNG WORKSHOP POLITEKNIK PEKERJAAN UMUM DI SEMARANG. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(5).
- Widiasanti, I., Musti, A. R., Rabitsani, A. I., Afriani, B., Ardiansyah, M. I., & Seftiani, N. (2023). Pentingnya Implementasi Manajemen Waktu di Dunia Konstruksi. *Jurnal Talenta Sipil*, 6(2).
<https://doi.org/10.33087/talentasipil.v6i2.291>
- Widiasanti, I., Wijaya, M. A., Anggraini, S., Balqis, O. A., Suryapratama, R. Y., & Prasetya, B. T. (2023). Penerapan Building Information Modeling (Bim) 5D pada Manajemen Biaya Proyek dalam Dunia Konstruksi. *Jurnal Talenta Sipil*, 6(2).
<https://doi.org/10.33087/talentasipil.v6i2.299>