

Model Dan Metode Integrasi Biaya Dan Jadwal Dalam Manajemen Proyek: Sebuah *Systematic Literature Review* Periode 2020-2025

(Models and Methods of Cost and Schedule Integration in Project Management: A Systematic Literature Review 2020-2025)

Deviyanti Karlina, Suci Rahmawati, Ryan Aldi Hutagalung, Mawardi Amin

Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia;

Abstrak

Pengelolaan proyek konstruksi menghadapi tantangan signifikan dalam menjaga anggaran dan jadwal, seringkali mengakibatkan pembengkakan biaya dan keterlambatan. Studi ini bertujuan menganalisis sinergi pengendalian biaya dan penjadwalan, serta mengidentifikasi tren, tantangan, dan solusi dalam integrasinya. Menggunakan *Systematic Literature Review* (SLR), 30 jurnal dari tahun 2020-2025 ditinjau, mencakup metode konvensional seperti *Earned Value Management* (EVM) hingga *Earned Duration Management* (EDM), *Building Information Modeling* (BIM), *Big Data*, dan *Machine Learning* (ML). Hasil utama menunjukkan pergeseran signifikan dari metode konvensional ke pemanfaatan teknologi, di mana EVM berkolaborasi dengan EDM, BIM, *Big Data*, dan ML untuk kontrol proyek yang lebih baik. Meskipun demikian, implementasi teknologi ini masih terkendala literasi digital pekerja, biaya tinggi BIM dan AI, serta keterbatasan infrastruktur data. Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada manajemen proyek konstruksi yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Integrasi biaya-jadwal, *Earned Value Management*, *Building Information Modeling*, *Machine Learning*, *Systematic Literature Review*

Abstract

Construction project management faces significant challenges in maintaining budgets and schedules, often resulting in cost overruns and delays. This study aims to analyze the synergy between cost control and scheduling, as well as identify trends, challenges, and solutions in their integration. Using a Systematic Literature Review (SLR), 30 journals from 2020 to 2025 were reviewed, covering conventional methods such as Earned Value Management (EVM) to Earned Duration Management (EDM), Building Information Modeling (BIM), Big Data, and Machine Learning (ML). The main findings indicate a significant shift from conventional methods to the use of technology, where EVM collaborates with EDM, BIM, Big Data, and ML for better project control. However, the implementation of these technologies is still hindered by workers' digital literacy, the high costs of BIM and AI, and data infrastructure limitations. This research is expected to contribute to more efficient and sustainable construction project management.

Keywords: *Cost-schedule integration, Earned Value Management, Building Information Modeling, Machine Learning, Systematic Literature Review*

*Penulis Korespondensi.

Alamat E-mail : deviyk1999@gmail.com; sucii.rahma1993@gmail.com;
ryanhutagalung22@gmail.com; mawardi@mercubuana.ac.id

1. Pendahuluan

Mengelola proyek konstruksi itu sulit, terutama dalam hal menjaga anggaran dan memastikan semuanya sesuai jadwal. Ketika Anda merencanakan sesuatu, itu tidak selalu berjalan seperti yang diharapkan, dan itu dapat menyebabkan menghabiskan lebih banyak uang dan membutuhkan waktu lebih lama untuk menyelesaikan pekerjaan. Chilipunde & Bhattacharjee (2021) mengatakan bahwa mengacaukan jadwal dan meniup anggaran biasanya mengapa proyek tidak berhasil.

Di zaman sekarang, dengan segala perubahan teknologi dan industri, mengetahui biaya dan jadwal sangat penting dan sedikit rumit. Oleh karena itu, memahami bagaimana metode ini berkembang, dari cara-cara tradisional hingga pendekatan yang berbasis teknologi, adalah hal yang sama.

Penelitian ini bertujuan:

1. Cari tahu cara mencampur biaya dan jadwal dalam mengelola proyek konstruksi.
2. Lihatlah bagaimana cara sekolah lama dan sekolah baru menumpuk ketika datang untuk menjaga proyek di jalur.
3. Lihatlah bagaimana teknologi digital membantu mencampur biaya.

2. Metode Penelitian

Studi ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) dengan tahap-tahap berikut:

1. Koleksi Sastra

Penulis dapat menemukan literatur dari basis data Scopus, *ScienceDirect*, Google Cendekia, dan beberapa jurnal top dari negara kita sendiri. Kalimat itu harus santai dan percakapan, tetapi tetap mempertahankan makna aslinya.

2. Kriteria untuk dimasukkan dan eksklusi
 - Inklusi: Jurnal Diterbitkan pada 2020-2025, membahas penggabungan biaya dan waktu dalam proyek pembangunan.
 - Pengecualian: Artikel yang tidak membahas tentang penerapan metode integrasi dalam praktik atau hanya terfokus pada aspek finansial tanpa mempertimbangkan kaitannya dengan manajemen proyek.

3. Analisis Data

Saat membahas cara mereka melakukan sesuatu, teknologi yang dipakai, jenis pekerjaan yang dilakukan, dan apa yang mereka pelajari, itu adalah tujuan mereka.

Hasilnya diurutkan menjadi 4 kelompok: cara sekolah lama, kemajuan teknologi, contoh

khusus negara, dan mencampur pendekatan yang berbeda.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Model Pengendalian Biaya-Jadwal

Metode EVM jadi aturan dalam banyak proyek bangunan. EVM buat pengelola proyek bisa menilai kinerja biaya dan waktu bareng (Kumar et al., 2020). Kelebihan utama EVM ada pada angka seperti Indeks Performa Biaya (CPI) dan Indeks Performa Jadwal (SPI) yang dipakai untuk nilai efisiensi jalankan proyek.

Namun, keterbatasan EVM terletak pada ketergantungannya terhadap data nyata kemajuan pekerjaan, sehingga pada proyek dengan ketidakpastian tinggi, akurasi dapat menurun (Khalid et al. 2024).

3.2. Metode Integrasi Teknologi Digital

EDM muncul sebagai pengembangan dari EVM dengan perhatian yang lebih fokus pada waktu. EDM dianggap lebih tepat untuk mengawasi penyelesaian tugas berdasarkan lama waktu nyata dibandingkan hanya berdasarkan biaya. Dalam proyek bangunan yang rumit, EDM memberi tampilan kesalahan waktu yang lebih jelas.

3.3. Studi Kasus Nasional

Kemajuan alat telah buka besar peluang untuk gabung alat dalam pengelolaan proyek. BIM izinkan keselarasan antara rencana, waktu, dan angka biaya secara langsung. Penelitian oleh Muñoz-La Rivera et al 2020 tunjukkan bahwa BIM bisa tingkatkan kerja sama tim proyek dan tepatnya perencanaan.

Selain itu, data yang besar serta pembelajaran mesin mulai digunakan untuk memperkirakan lambatnya dan kenaikan biaya. Smith & Wang (2024) buat model tebak-tebakan yang dasar pada ML untuk melihat perubahan biaya-waktu dengan sendiri.

3.4. Integrasi Multi-Metode

Dari 30 jurnal yang mereka periksa, 12 adalah tentang studi kasus dari Indonesia kebanyakan orang menggunakan metode EVM untuk membangun barang-barang seperti rumah, jembatan, dan jalan (Rahmawati et al., 2022; Darmawan, 2020).

Contoh studi kasus:

1. Tim Rahmawati menemukan bahwa menggunakan EVM membantu mereka melihat penundaan mulai dari bulan ke -4 proyek Hub MRT Jakarta.
2. Garis waktu proyek tidak dipatuhi, dengan durasi proyek melampaui periode yang direncanakan.

3.5. Integrasi Multi-Metode dan Perangkat Lunak

Menjadi hal untuk mencampur EVM dengan perangkat lunak seperti Primavera P6 dan Microsoft Project untuk kontrol proyek yang lebih baik (Fadillah & Puspita, 2021). Ternyata, banyak penelitian menggabungkan EVM dengan jaringan saraf untuk memprediksi CPI dan SPI, seperti Koesworo dan Widyaningsih pada tahun 2020. Artinya, kita akan mengintegrasikan system otomatis yang memantau data secara real-time.

3.6. Tantangan dalam Implementasi

Meskipun kami memiliki semua teknologi ini di ujung jari kami, kami masih menghadapi sekelompok rintangan, seperti:

1. Kurangnya pekerja proyek literasi digital.
2. Implementasi BIM dan AI hadir dengan label harga yang besar.
3. Keterbatasan infrastruktur data dalam proyek regional.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menemukan bahwa menyusun biaya dan jadwal dalam mengelola proyek konstruksi telah benar-benar berjalan jauh EVM masih merupakan metode masuk, tetapi sekarang mulai bekerja sama dengan EDM, BIM, data besar, dan pembelajaran mesin untuk membuat kontrol proyek lebih baik dan lebih tepat.

Rekomendasi:

1. Pengembangan kerangka kerja integrasi multi-metode berbasis multi-metode.
2. Keterampilan Digital dan Pengetahuan untuk Orang yang Terlibat dalam Membangun Hal -Hal di Indonesia
3. Pemerintah harus benar-benar mendorong untuk menggunakan teknologi digital untuk mengelola proyek publik.

Daftar Pustaka

[1] Muñoz-La Rivera, F., et al. (2020). Factors Driving Success of Cost Management Practices in Integrated Project Delivery (IPD). *Sustainability*, 12(22), 9539. <https://doi.org/10.3390/su12229539>

[2] Chilipunde, R. L., & Bhattacharjee, S. (2021). Integrating Quality and Safety in Construction Scheduling Time-Cost Trade-Off Model. *Journal of Construction Engineering and Management*, 147(6), 04021038.

[3] Ahmed, A., & Shafiq, N. (2023). Mitigating Time and Cost Overruns in Large Infrastructure Projects through Integrating EVM and Risk Management. *Journal of*

Studies in Science and Engineering, 6(3), 323-334.

[4] Khalid, K., et al. (2024). Time and Cost Management in Water Resources Projects Utilizing the Earned Value Method. *Journal of Studies in Science and Engineering*, 7(4), 417-426.

[5] Srour, F., & Hassanein, E. (2024). Stochastic Earned Duration Analysis for Project Schedule Management. *arXiv preprint arXiv:2406.01614*.

[6] Smith, J., & Wang, H. (2024). Predicting the Impact of Scope Changes on Project Cost and Schedule Using Machine Learning. *arXiv preprint arXiv:2412.02041*.

[7] Jin, R., et al. (2020). An Integrated Environment-Cost-Time Optimisation Method for Construction Projects. *Sustainability*, 10(11), 4207.

[8] Yu, J., et al. (2020). Development of Cost and Schedule Data Integration Algorithm Based on Big Data Technology. *Applied Sciences*, 10(24), 8917.

[9] Darmawan, R. (2020). Kesesuaian Biaya dan Waktu Proyek X Menggunakan Metode Earned Value Analysis. *Konstruksia*, 12(2), 45-52.

[10] Kurniawan, T., & Wijaya, I. (2023). Measurement of Project Cost and Time Efficiency in Airport Makassar Using Earned Value Method. *Asian Journal of Social and Humanities*, 2(1), 88-95.

[11] Rahmawati, N., et al. (2022). Analisis Pengendalian Biaya dan Waktu pada Proyek Gedung MRT Hub Menggunakan EVM. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan UNNES*, 24(1), 12-21.

[12] Pratama, A., & Putri, D. (2022). Analisis Pengendalian Waktu dan Biaya Menggunakan EVM pada Proyek Asrama Haji Pontianak. *Jurnal Teknik Sipil Untan*, 22(2), 105-113.

[13] Liu, J., et al. (2020). Cost Estimation and Prediction in Construction Projects Using Machine Learning Techniques. *SN Applied Sciences*, 2(5), 903.

[14] Kumar, S., et al. (2020). Performance Measurement of Time and Cost in Residential Building Construction using Earned Value Management. *Materials Today: Proceedings*, 45, 1945-1950.

[15] Yani, F., & Nurdiana, S. (2023). Evaluasi Kinerja Proyek Jembatan Karanggeneng Menggunakan Metode Earned Value Analysis. *Jurnal Infrastruktur*, 11(1), 55-64.

[16] Sari, M., et al. (2023). Evaluasi Pengendalian Biaya dan Waktu Proyek

- Jalan Menggunakan Metode EVM. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 15(2), 122-130.
- [17] Fadillah, A., & Puspita, D. (2021). Integrasi EVM dan Primavera P6 dalam Pengendalian Biaya dan Waktu Proyek Gedung. *Jurnal Sipil Indonesia*, 10(3), 65-72.
- [18] Hasibuan, A., et al. (2021). Analisis Pengendalian Proyek Pembangunan Rumah Sakit Menggunakan EVM. *Jurnal Teknik Sipil Trisakti*, 28(1), 15-22.
- [19] Yunus, F., et al. (2020). Pemanfaatan BIM dan EVM untuk Monitoring Kinerja Proyek Konstruksi. *Jurnal Riset Sipil*, 17(2), 34-42.
- [20] Maulana, R., & Santoso, R. (2022). Integrasi Machine Learning dalam Prediksi Kinerja Proyek Konstruksi. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Konstruksi*, 9(1), 45-53.
- [21] Ayuningtyas, D., et al. (2023). Perbandingan EVM dan EDM pada Pengendalian Biaya Proyek Bangunan Bertingkat. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Brawijaya*, 27(3), 75-84.
- [22] Putra, I. G. K., & Suardana, I. K. (2022). Efektivitas Pengendalian Biaya dan Waktu Menggunakan S-Curve dan EVM. *Jurnal Teknik Sipil Unud*, 26(1), 22-30.
- [23] Koesworo, S., & Widyaningsih, A. (2020). Penerapan Neural Network dalam Prediksi CPI dan SPI pada Proyek Jalan. *Jurnal Infrastruktur Indonesia*, 4(2), 88-96.
- [24] Tambunan, F., et al. (2021). Evaluasi Kinerja Proyek Gedung Pemerintahan Menggunakan Microsoft Project dan EVM. *Jurnal Manajemen Konstruksi*, 8(4), 123-131.
- [25] Lestari, D., & Hidayat, Y. (2024). Integrasi EVM dengan Big Data Analytics dalam Pengendalian Proyek Konstruksi. *Jurnal Teknologi Konstruksi*, 12(2), 55-63.
- [26] Firmansyah, B., et al. (2023). Analisis Kinerja Waktu dan Biaya Proyek Jalan Nasional Menggunakan EVM dan S-Curve. *Jurnal Infrastruktur Nasional*, 5(1), 41-50.
- [27] Rachman, A., & Prasetyo, H. (2021). Penerapan EVM dan Fast-Track pada Proyek Gedung Komersial. *Jurnal Teknik Sipil ITS*, 10(1), 14-22.
- [28] Kartika, I., et al. (2020). Analisis Pengendalian Biaya dan Waktu pada Proyek Irigasi Menggunakan EVM. *Jurnal Teknik Sipil Unila*, 21(3), 59-66.
- [29] Suryani, I., et al. (2024). Forecasting Kinerja Proyek Menggunakan Integrasi EVM dan Artificial Intelligence. *Jurnal Riset Konstruksi*, 13(2), 88-97.
- [30] Nugraha, F., & Dewi, T. (2022). Analisis Pengendalian Biaya dan Jadwal Proyek Menggunakan Earned Schedule Method. *Jurnal Teknik Sipil UMS*, 9(1), 23-31.