

Komparasi Prediksi Penyelesaian Proyek dengan *Earned Value* dan *Earned Schedule*

Elok Dewi Widowati^{1)*}

^{1),*)}Prodi Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Surabaya, INDONESIA

*Corresponding authors: elok.dewi.widowati.ft@upnjatim.ac.id

Diserahkan 11 Juli 2025. Direvisi 25 Juli 2025. Diterima 08 Januari 2026

ABSTRAK Manajemen waktu merupakan aspek krusial dalam kesuksesan proyek konstruksi, terutama dalam menghadapi dinamika pelaksanaan yang kerap berubah. Salah satu tantangan utama adalah menyediakan estimasi penyelesaian proyek yang akurat dan responsif terhadap perkembangan aktual di lapangan. Selama ini, metode *Earned Value Management* (EVM) banyak digunakan untuk memantau kinerja biaya dan jadwal, namun pendekatan ini memiliki keterbatasan dalam menggambarkan keterlambatan atau percepatan proyek dalam satuan waktu. Untuk menjawab kekurangan tersebut, *Earned Schedule Management* (ESM) hadir sebagai metode alternatif yang mengubah indikator jadwal dari berbasis biaya menjadi berbasis waktu. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan akurasi prediksi durasi penyelesaian proyek antara metode EVM dan ESM pada proyek pembangunan gedung perbelanjaan di Kota Malang. Penelitian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif dan deskriptif melalui analisis data mingguan progres proyek dari minggu ke-1 hingga ke-20. Indikator utama yang dianalisis meliputi SPI (Schedule Performance Index) dan IEAC (*Independent Estimate at Completion*), baik dalam bentuk biaya maupun waktu. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode ESM lebih akurat dalam memperkirakan durasi penyelesaian proyek. Pada minggu ke-19, nilai SPI(t) sebesar 1,530 menghasilkan estimasi waktu penyelesaian proyek sekitar 197 hari, atau 103 hari lebih cepat dari rencana awal 300 hari. Sementara itu, EVM menunjukkan kecepatan progres, tetapi kurang sensitif terhadap pergeseran waktu aktual. Dengan demikian, ESM direkomendasikan sebagai pendekatan yang lebih efektif dalam memantau dan meramalkan jadwal proyek konstruksi secara dinamis dan realistik.

KATA KUNCI Durasi, Jadwal, Komparasi, Penyelesaian

ABSTRACT Effective time management is crucial for the success of construction projects, particularly in the context of frequently changing implementation dynamics. One of the main challenges is providing accurate project completion estimates in response to developments in the field. The *Earned Value Management* (EVM) method has traditionally been used to monitor cost and schedule performance. However, it has limitations when it comes to depicting project delays or accelerations in terms of time units. To address this, *Earned Schedule Management* (ESM) has emerged as an alternative that uses time-based rather than cost-based metrics to track schedule performance. This study aims to compare the accuracy of project completion duration predictions using the EVM and ESM methods in the construction of a shopping centre in Malang City. A quantitative and descriptive approach was adopted for the study, which involved analysing weekly project progress data from weeks 1 to 20. The primary indicators analysed were the Schedule Performance Index (SPI) and the *Independent Estimate at Completion* (IEAC), in terms of both cost and time. The results of the analysis indicate that the ESM method is more accurate in estimating project completion duration. By week 19, an SPI(t) value of 1.530 had resulted in an estimated completion time of around 197 days — 103 days faster than the initial 300-day plan. Meanwhile, EVM indicates the pace of progress, but is less sensitive to shifts in actual time. Therefore, ESM is recommended as a more effective approach for dynamically and realistically monitoring and forecasting construction project schedules.

KEYWORDS Comparison, Completion, Duration, Schedule

1. PENDAHULUAN

Penilaian kinerja sangat penting untuk menentukan keberhasilan atau kegagalan sebuah proyek (Hasan, Chowdhury and Akter, 2021) serta untuk mengevaluasi seberapa efisien dan efektif tindakan yang telah dilakukan sebelumnya (Rachmawati, Mudjahidin and Dewi Widowati, 2024). Hasil proyek menentukan rencana pengembangan atau peningkatan. Pengawasan dan kontrol juga diperlukan untuk proyek. Ini termasuk mengawasi pelaksanaan rencana, mengumpulkan data terkait, dan menganalisis dengan membandingkan nilai yang diproyeksikan dengan apa yang terjadi. Selain itu, proyek harus dimanfaatkan untuk memastikan bahwa proyek tetap berada di jalur yang benar. Analisis *earned value*—juga dikenal sebagai manajemen nilai hasil atau EVM (Mayo-Alvarez et al., 2022)—merupakan salah satu metode kontrol yang paling umum digunakan dalam manajemen proyek.

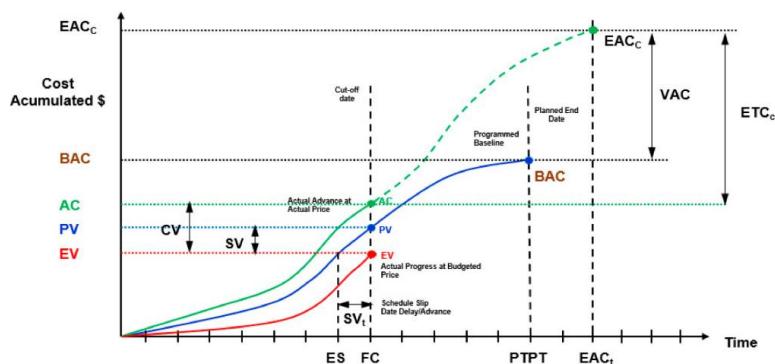
Analisis EVM membantu kita memahami kinerja biaya dan waktu proyek. Kita dapat menilai apakah pengeluaran sesuai dengan anggaran atau apakah ada peningkatan biaya. Begitu pula, kita dapat mengetahui apakah proyek selesai pada waktunya atau gagal (PMI, 2021). Namun, teknik ini tidak cukup untuk mengawasi dan mengatur perubahan jadwal. Sistem nilai yang diperoleh tidak dapat mengidentifikasi kemajuan atau keterlambatan dalam jumlah waktu yang diperlukan untuk melakukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Dalam beberapa situasi, nilai yang diperoleh sering kali tidak cukup untuk pengelolaan dan pemantauan jadwal (Nadafi, Moosavirad and Ariaifar, 2019). *Earned Value* tidak dapat melaporkan perubahan jadwal—baik penundaan maupun kemajuan—dalam unit waktu. Sebaliknya, mereka melaporkannya dalam bentuk keuangan atau moneter, yang membuat sulit untuk memahami seberapa besar perbedaan tersebut (Jaber, Jasim and Al-Zwainy, 2020)(Lipke, 2020b). Selain itu, perbedaan antara EV dan PV, yang dikenal sebagai *Schedule Variance* (SV), selalu bernilai nol pada akhir proyek dalam EVM tradisional. Oleh karena itu, meskipun proyek terlambat dari jadwal, proyek tetap dianggap selesai tepat waktu karena Indeks Kinerja Jadwal (SPI), yang merupakan perbandingan EV dan PV, selalu sama dengan satu (Risjad and Anondho, 2020; Mahmoudi, Javed and Deng, 2021).

Untuk mengatasi masalah EVM, beberapa peneliti telah menggunakan ide "*Earned Schedule*" (ES). ES mengganti indikator jadwal berbasis uang dengan indikator berbasis waktu. Teknik ES, pengembangan EVM, digunakan dalam proyek pembangkit listrik tenaga air yang rumit. Ini menghasilkan proyeksi waktu yang lebih tepat seiring dengan progres proyek (Jaber, Jasim and Al-Zwainy, 2020). Selain itu, metode ES menawarkan metode analitis yang lebih canggih yang dibangun di atas EVM dan analisis jadwal yang terintegrasi tradisional dengan mengukur kinerja seiring berjalanannya waktu (Lipke, 2020a). Estimasi durasi proyek dari pendekatan *Earned Schedule* lebih akurat daripada metode *Earned Value Management* yang biasa digunakan (Basar, 2020; Khamooshi, Mamghaderi and Kwak, 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh (Noviani and Rachma, 2025) telah menunjukkan beberapa hal dapat mempengaruhi kinerja proyek. Keberhasilan proyek sangat penting, terutama dalam industri konstruksi (Lipke, 2020a). *Earned Value Management* (EVM) dan *Earned Schedule Management* (ESM) adalah dua metode utama untuk mengukur kinerja. Banyak digunakan untuk melacak kemajuan proyek dan memprediksi kinerjanya di masa depan, baik secara finansial maupun dalam satuan waktu, pengukuran nilai yang diperoleh. Pada bagian ini, kita akan membahas secara lebih rinci bagaimana metode yang berbeda menggunakan pengukuran untuk memprediksi durasi proyek. Nilai yang diperoleh dan jadwal yang diperoleh telah dibandingkan untuk memprediksi panjang proyek (Sheikhali Shahi et al., 2022).

Banyak proyek pembangunan yang tengah berlangsung di Kota Malang, termasuk gedung pusat perbelanjaan yang telah selesai lebih cepat dari waktu yang direncanakan. Meskipun kemajuan ini sangat menguntungkan, penting untuk melakukan analisis menyeluruh terhadap kinerja jadwal dan menggunakan strategi yang efektif untuk memprediksi penyelesaian proyek. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai dan membandingkan dua metode manajemen proyek yang populer, *Earned Value Management* (EVM) dan *Earned Schedule Management* (ESM). EVM menggabungkan ruang lingkup, biaya, dan jadwal untuk mengevaluasi kinerja proyek, tetapi mereka memiliki masalah dalam memprediksi kepatuhan jadwal dengan tepat, terutama untuk proyek yang kompleks (PMI, 2021). Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pedoman terbaik untuk manajemen jadwal proyek di industri konstruksi dengan menerapkan kedua pendekatan ini pada proyek konstruksi pusat perbelanjaan di Malang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan metode mana yang lebih tepat untuk menggambarkan keadaan proyek yang sebenarnya dan memberikan estimasi penyelesaian yang dapat diandalkan.

1.1. *Earned Value Method*



Gambar 1. *Earned value management*: tiga kurva, variasi biaya dan variasi jadwal

EVM mengevaluasi kinerja proyek dengan menggabungkan parameter ruang lingkup, biaya, dan jadwal. EVM membandingkan kemajuan yang direncanakan dengan kemajuan aktual untuk menyediakan data kuantitatif guna peramalan dan pengambilan keputusan. Menurut Sackey et al. (2020), indikator kinerja utama dalam EVM meliputi:

Planned Value (PV) : Anggaran yang dialokasikan untuk pekerjaan yang dijadwalkan.

Earned Value (EV) : Nilai pekerjaan yang telah dilakukan

Actual Cost (AC) : Biaya aktual yang dikeluarkan untuk pekerjaan yang telah dilakukan

Schedule Variance (SV) : $SV = EV - PV$ (1)

Cost Variance (CV) : $CV = EV - AC$ (2)

Schedule Performance Index (SPI) : $SPI = EV / PV$ (3)

Cost Performance Index (CPI) : $CPI = EV / AC$ (4)

TE : $ATE + ((OD - (ATE \times SPI)) / SPI)$ (5)

Gambar 1 menunjukkan tiga kurva yang menunjukkan nilai PV, EV, dan AC. Sumbu Y menunjukkan jadwal dan variasi biaya berdasarkan satuan moneter. Teknik ini tidak secara akurat menangani kasus proyek ketika terjadi penyimpangan dari jadwal proyek, dan juga tidak menggunakan satuan waktu untuk melaporkan kemajuan atau keterlambatan proyek. Kurva-kurva tersebut didasarkan pada rumus-rumus berikut, yang menawarkan cakupan yang lebih luas:

$AT = FC$: waktu sesungguhnya

$PT = ES$: waktu rencana (*Earned Schedule*)

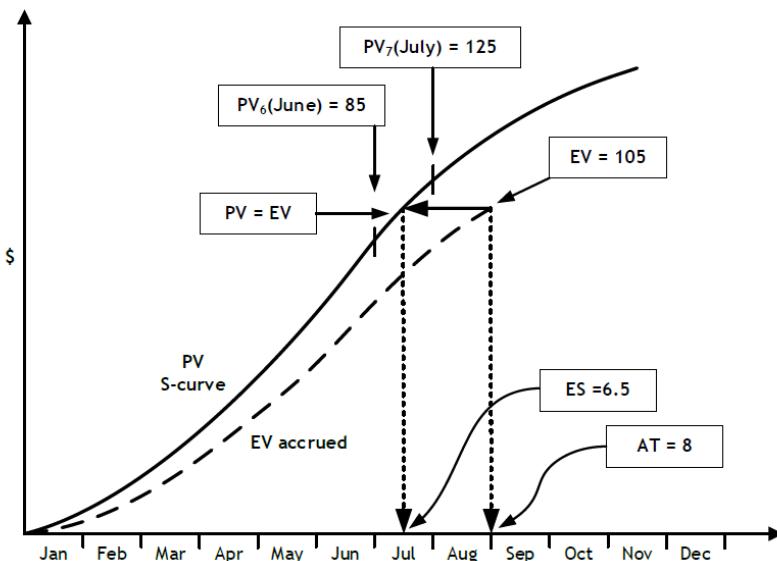
$PTPT$: waktu total yang direncanakan untuk proyek

EAC_t : perkiraan untuk menyelesaikan proyek

ETC (*Estimate to Complete*) : $ETC_o = BAC - EV$ (6)

VAC (*Variance at Completion*) : $VAC = EAC_o - BAC$ (7)

1.2. *Earned Schedule Method*



Gambar 2. Representasi grafis dari *Earned Schedule*

Gambar 2 tersebut memberikan deskripsi konsep *earned schedule*. ES adalah metrik waktu yang mewakili jumlah durasi rencana yang telah diselesaikan dalam konteks *performance measurement baseline* (PMB). Ukuran ini, yang dikenal sebagai indeks kinerja jadwal berbasis waktu, atau SPI(t), memungkinkan untuk menilai seberapa efektif kinerja jadwal tersebut. Indeks ini sama dengan pembagian ES oleh AT, yang merupakan interval waktu aktual dari awal proyek hingga titik status saat ini.

Earned Schedule mengukur selisih secara horizontal dan menampilkannya dalam satuan waktu langsung. Karena itu, SV kini menjadi $SV(t)$, yang menunjukkan berapa banyak satuan waktu proyek tertinggal dari jadwal. Untuk menghitung kinerja aktual proyek dibandingkan dengan kinerja yang direncanakan, ES mengubah EV menjadi satuan waktu. Dengan menggunakan ES, dimungkinkan untuk membuat indikator yang berperilaku sesuai dan serupa dengan indikator biaya:

$$I = \frac{(BCWP - BCWSt)}{(BCWSt + 1 - BCWSt)} \quad (8)$$

$$ES = C + I \quad (9)$$

di mana,

- C = nilai BCWS terendah terdekat di lokasi di mana nilai jadwal yang diperoleh terjadi
 I = nilai tambahan, yang merupakan rasio antara selisih antara nilai BCWP dan nilai BCWS terendah dengan selisih antara nilai BCWS atas dan bawah.
 BCWP = biaya anggaran pekerjaan yang telah selesai,
 BCWSt = batas bawah nilai BCWS berdasarkan BCWP pada periode ini,
 BCWSt+1 = batas atas nilai BCWS berdasarkan BCWP pada periode ini. Kemudian,
 ES = nilai jadwal yang diperoleh,
 AT = waktu aktual.

$$Schedule Variance : SV(t) = ES - AT \quad (10)$$

$$Schedule Performance Index : SPI(t) = ES/AT \quad (11)$$

Nilai indikator ini menyediakan data yang dapat digunakan untuk memperkirakan durasi proyek akhir pada fase awal atau akhir proyek. Perkiraan durasi proyek menggunakan metode *Independent Estimate at Completion* (IEAC) dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$IEAC(t) = PD / SPI(t) \quad (12)$$

di mana PD adalah Project Duration, yaitu total durasi proyek.

2. METODE

Studi ini meneliti proyek pembangunan gedung perbelanjaan di Kota Malang, Indonesia. Malang, salah satu kota terbesar di Jawa Timur, telah menyaksikan peningkatan aktivitas konstruksi dan terkait lainnya. Manajemen proyek yang efektif sangat penting untuk mencapai hasil yang baik. Penawaran proyek yang dipilih mewakili profil aktivitas konstruksi di daerah tersebut berdasarkan skala dan kompleksitas proyek. Meskipun proyek berjalan lebih cepat dari yang diharapkan, kualitas dan jangka waktu proyek masih dievaluasi. Akibatnya, studi kasus ini adalah pilihan yang ideal untuk menerapkan dan membandingkan pendekatan EVM dan ESM.

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari dokumen proyek untuk pembangunan gedung pusat perbelanjaan di Malang. Data-data tersebut yaitu Kurva-S rencana, rencana kemajuan pekerjaan, dan laporan kemajuan proyek setiap minggu. Laporan-laporan ini mencakup data penting tentang *progress* rencana serta *progress* realisasi, sehingga memungkinkan analisis menyeluruh terhadap kinerja jadwal proyek. Sebuah tinjauan sistematis terhadap dokumen proyek dilakukan untuk memastikan keakuratan dan keandalan data yang dikumpulkan. Data ini memungkinkan perbandingan rinci antara *progress* rencana dan *progress* aktual, memudahkan penilaian kinerja jadwal dan peramalan penyelesaian proyek menggunakan metodologi EVM dan ESM.

Penelitian ini menggunakan metode analitis untuk menyelidiki perbedaan dalam perkiraan durasi proyek menggunakan pendekatan *Earned Value Management* (EVM) dan *Earned Schedule Management* (ESM). Analisis dimulai menganalisis kinerja proyek menggunakan kedua metode tersebut, selanjutnya memperkirakan durasi penyelesaian proyek ketika dianalisis menggunakan pendekatan EVM dan ESM pada studi kasus proyek gedung pusat perbelanjaan. Tujuan utama studi ini yaitu membandingkan akurasi dan keefektifan kedua metode ini dalam memperkirakan waktu penyelesaian proyek serta mengevaluasi kesesuaian untuk manajemen proyek konstruksi.

Untuk menganalisis diperlukan hipotesis bahwa mungkin terdapat perbedaan yang signifikan dalam perkiraan durasi yang dihasilkan oleh metode EVM dan ESM. Data yang diperlukan untuk analisis meliputi *Planned Value* (PV), *actual cost* (AC), *earned value* (EV), *actual time* (AT), *planned time* (PT), total rencana waktu penyelesaian proyek, dan *budget at completion* (BAC). Data ini dapat diperoleh dari jadwal pelaksanaan proyek, laporan pemantauan kemajuan, dan dokumen biaya proyek.

Proses analisis meliputi penerapan metode EVM dan ESM pada data yang dikumpulkan. Dalam metode EVM, kinerja jadwal dievaluasi menggunakan indikator seperti *Schedule Performance Index* (SPI), dengan perkiraan durasi yang diperoleh dari tren kinerja. Metode ESM, di sisi lain, menggunakan indikator berbasis waktu — khususnya *earned schedule*

(ES) dan SPI berbasis waktu (SPI_t) — untuk menghitung perkiraan penyelesaian dalam satuan waktu (EAC_t). Hasilnya kemudian dibandingkan untuk mengidentifikasi ketidaksesuaian dan tren dalam perkiraan durasi proyek.

Setelah proses analisis, dilakukan evaluasi perbandingan untuk menentukan metode mana yang memberikan perkiraan yang lebih akurat dan realistik dari kemajuan aktual proyek. Hal ini meliputi interpretasi hasil, pembahasan implikasi bagi perencanaan dan pengendalian proyek, serta kesimpulan mengenai pendekatan yang paling efektif. Jika tersedia, perkiraan durasi juga diverifikasi dengan data penyelesaian proyek aktual untuk memperkuat keakuratan temuan. Pada akhirnya, studi ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi praktis bagi manajer proyek dalam memilih metode perkiraan yang tepat untuk proyek konstruksi serupa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. *Earned Value Method*

Berikut ini adalah contoh hasil perhitungan kinerja pelaksanaan pekerjaan proyek pada Pekan-19 menggunakan metode *Earned Value Management* (EVM).

Budget at Completion : Rp 44.617.522.522,50

Kumulatif Bobot Rencana minggu – 19 : 31,56%

Kumulatif Bobot Aktual – 19 : 48,27%

Sedangkan,

PV : Rp 14.080.397.757,65

EV : Rp 21.539.108.997,74

$$\begin{aligned} \text{Schedule variance (CV)} &= EV - PV \\ &= 21.539.108.997,74 - Rp 14.080.397.757,65 \\ &= Rp 7.458.711.240,09 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Schedule Performance Index (SPI)} &= EV / PV \\ &= \frac{21.539.108.997,74}{14.080.397.757,65} \\ &= 1,5297 \end{aligned}$$

Pada minggu ke-19, kumulatif bobot rencana sebesar 31,56% dari total lingkup pekerjaan, sementara kemajuan aktual yang dicapai (EV) mencapai 48,27%. Berdasarkan persentase tersebut, PV sebesar Rp 14.080.397.757,65 dan EV sebesar Rp 21.539.108.997,74. Selisih jadwal (SV), yang diperoleh dengan mengurangkan PV dari EV, sebesar Rp 7.458.711.240,09. Selisih positif ini menunjukkan kinerja jadwal yang baik, menunjukkan bahwa nilai pekerjaan yang telah selesai melebihi pekerjaan yang diharapkan untuk tahap proyek ini.

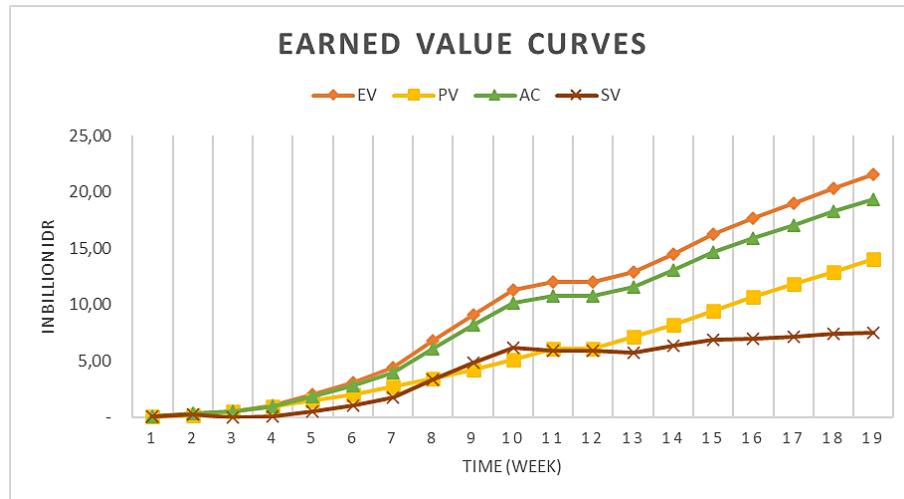
Indeks Kinerja Jadwal (SPI) dihitung sebesar 1,5297, menunjukkan bahwa proyek berjalan lebih cepat dari rencana awal. SPI yang lebih besar dari 1 secara kuat menunjukkan efisiensi jadwal dan pelaksanaan proyek yang tepat waktu. Kurva *earned value* yang ditampilkan dalam Gambar 3 mengilustrasikan kinerja biaya dan jadwal proyek selama periode 19 minggu. Grafik ini menampilkan empat parameter utama EVM yaitu: *earned value* (EV), *planned value* (PV), *actual cost* (AC), dan *schedule variance* (SV). Selama periode pemantauan, kurva EV secara konsisten berada di atas kurva PV dan AC, terutama mulai minggu ke-6. Hal ini menunjukkan bahwa proyek berjalan lebih cepat dari jadwal dan di bawah anggaran. Perbedaan yang semakin besar antara EV dan PV menunjukkan variasi jadwal (SV) positif yang kuat, seperti yang ditunjukkan oleh garis SV yang terus meningkat. Sementara itu, kurva EV yang tetap berada di atas kurva AC menunjukkan bahwa nilai pekerjaan yang telah diselesaikan melebihi biaya yang dikeluarkan. Tren grafis ini sejalan dengan hasil analisis kuantitatif yang diperoleh pada Minggu ke-19, di mana *schedule performance indeks* (SPI) dihitung sebesar 1,5297 dan *schedule variance* (SV) mencapai Rp 7,458 miliar.

Selanjutnya yaitu hasil perkiraan penyelesaian proyek menggunakan persamaan *time estimate* (TE). Tidak seperti yang direncanakan pada awalnya, proyek ini berjalan dengan lebih efisien, dan tanggal penyelesaiannya diperkirakan sekitar 103 hari lebih awal dari waktu yang ditetapkan, yaitu 197 hari. Secara keseluruhan, kurva *earned value* mengkonfirmasi bahwa strategi manajemen dan implementasi proyek efektif karena menunjukkan pengendalian jadwal dan biaya yang baik.

Waktu perkiraan untuk menyelesaikan proyek diperoleh menggunakan rumus berikut:

$$TE = ATE + ((OD - (ATE \times SPI)) / SPI)$$

$$\begin{aligned}
 &= 133 + \frac{300 - (133 \times 1,5297)}{1,5297} \\
 &= 196,114 \approx 197 \text{ days}
 \end{aligned}$$

Gambar 3. EV, PV, AC dan SV dari Kuva *Earned Value Management*

ATE menunjukkan waktu yang telah berlalu pada saat evaluasi (133 hari), dan OD menunjukkan durasi rencana awal proyek (300 hari). Dengan SPI sebesar 1,5297, durasi total yang diproyeksikan (TE) sekitar 197 hari, proyek kemungkinan besar akan selesai lebih awal dari jadwal, dengan potensi penghematan sekitar 103 hari.

Tabel 1. Analisis *time estimate*

Minggu ke-	ATE	SPI	TE	TE
1	7	1,725	173,913	174
2	14	3,106	96,589	97
3	21	1,004	298,745	299
4	28	1,060	282,974	283
5	35	1,339	224,004	225
6	42	1,529	196,268	197
7	49	1,638	183,117	184
8	56	1,980	151,528	152
9	63	2,146	139,765	140
10	70	2,217	135,299	136
11	77	1,979	151,606	152
12	84	1,979	151,606	152
13	91	1,809	165,799	166
14	98	1,777	168,812	169
15	105	1,723	174,077	175
16	112	1,646	182,308	183
17	119	1,607	186,714	187
18	126	1,574	190,626	191
19	133	1,530	196,114	197

Perkiraan waktu berubah dari titik evaluasi minggu ke-7 hingga minggu ke-133, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1. Perkiraan waktu penyelesaian (TE) menurun seiring meningkatnya SPI. Nilai SPI tertinggi (3,106) dicatat pada hari keempat belas, yang sesuai dengan perkiraan waktu penyelesaian 97 hari. Nilai kemudian menurun secara bertahap, mencapai 1,5297 pada hari ke-133, tetapi semua nilai SPI tetap di atas 1, menunjukkan kinerja jadwal yang efisien.

3.2. *Earned Schedule Method*

Earned Schedule Management (ESM) adalah cara yang lebih modern untuk mengukur dan meramalkan kinerja proyek, terutama terkait dengan kinerja jadwal. Berbeda dengan *earned schedule management* tradisional, yang mengevaluasi kinerja waktu secara tidak langsung melalui metrik biaya, ESM memperkenalkan indikator berbasis waktu yang lebih akurat mencerminkan dinamika jadwal. Kinerja proyek konstruksi dianalisis menggunakan indikator ESM seperti *Earned Schedule* (ES), *schedule variance* dalam satuan waktu (SV(t)), dan *schedule performance indeks* dalam satuan waktu (SPI(t)) dari minggu ke-1 hingga minggu ke-19.

Ilustrasi hasil penggunaan metode ESM untuk menghitung kinerja pada pekerjaan proyek dari minggu ke-10 disajikan di bawah ini.

$$\begin{aligned} I &= \frac{(BCWP - BCWSt)}{(BCWSt + 1 - BCWSt)} \\ &= \frac{(0,2534 - 0,2403)}{(0,2650 - 0,2403)} \\ &= 0,528 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ES &= C + I \\ &= 16 + 0,528 \\ &= 16,528 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SV(t) &= ES - AT \\ &= 16,528 - 10 \\ &= 6,528 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SPI(t) &= ES/AT \\ &= 1,372 / 1 \\ &= 1,372 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} IEAC(t) &= PD / SPI(t) \\ &= 300 / 1,653 \\ &= 182 \text{ hari} \end{aligned}$$

Pada minggu ke-10, analisis menghasilkan nilai ES sebesar 16.528 minggu. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah pekerjaan yang telah diselesaikan setara dengan 16.528 minggu dari pekerjaan yang direncanakan. Hal ini menghasilkan selisih jadwal positif (SV(t)) sebesar 6.528 dan indeks kinerja jadwal (SPI(t)) sebesar 1.653. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa proyek dimulai lebih awal dari jadwal. Waktu penyelesaian yang diproyeksikan (IEAC(t)), yang dihitung dengan membagi durasi yang direncanakan secara total dengan nilai SPI(t), diperkirakan sebesar 182 hari — 118 hari lebih awal dari durasi yang direncanakan semula sebesar 300 hari.

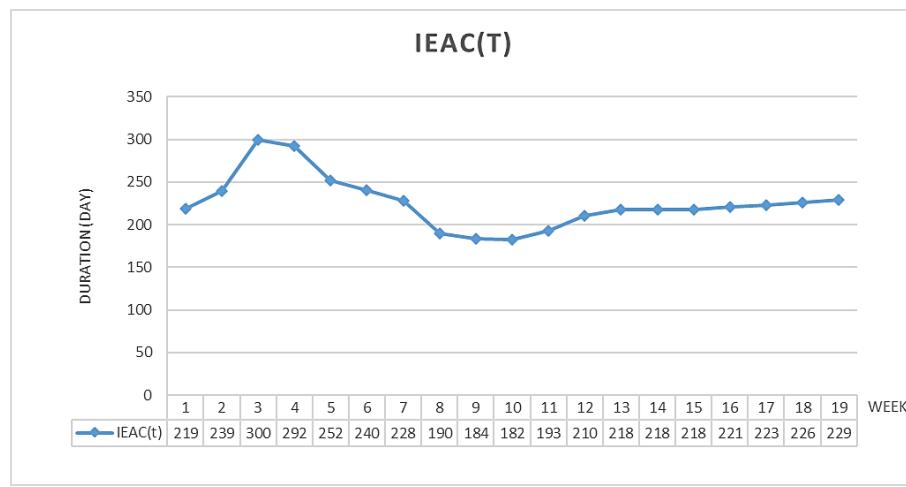
Tren indikator ESM selama 19 minggu menunjukkan kinerja jadwal yang konsisten dan positif. Dari Minggu 1 hingga Minggu 19, SPI(t) tetap di atas 1,000, mengonfirmasi bahwa proyek terus berjalan lebih cepat dari jadwal yang direncanakan. Misalnya, SPI(t) mencapai nilai tertinggi 1,607 pada minggu 17, menghasilkan perkiraan waktu optimis 223 hari untuk penyelesaian proyek. Meskipun SPI(t) berfluktuasi sedikit pada minggu-minggu berikutnya, nilainya tetap jauh di atas 1, menunjukkan bahwa kinerja jadwal tetap kuat sepanjang periode analisis.

Selain itu, Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai IEAC(t) bervariasi antara 182 hingga 223 hari selama 17 minggu pertama. Peningkatan ringan pada IEAC(t) pada minggu-minggu akhir mencerminkan proyek yang bergerak menuju fase yang lebih kompleks atau membutuhkan sumber daya lebih banyak, yang merupakan perlambatan alami. Misalnya, pada Minggu ke-17, SPI(t) sebesar 1,348 dan IEAC(t) yang sesuai sebesar 229 hari. Meskipun ini menunjukkan penurunan efisiensi jadwal dibandingkan minggu-minggu sebelumnya, proyek masih diperkirakan akan selesai sekitar 71 hari lebih awal dari rencana awal 300 hari.

Nilai SV(t) dan SPI(t) yang konsisten positif dari waktu ke waktu mengonfirmasi efektivitas strategi pelaksanaan proyek dan pemeliharaan kendali jadwal. Hal ini semakin mendukung kesesuaian metode *Earned Schedule Management* untuk pelacakan dan peramalan jadwal proyek yang lebih akurat, karena metode ini memberikan visibilitas yang lebih besar dibandingkan indikator jadwal berbasis EVM tradisional.

Tabel 2. Analisis *earned schedule*

AT	PV	EV	I	C	ES	SV(t)	SPI(t)	IEAC(t)	IEAC(t)
1	0,0008	0,0014	0,372	1	1,372	0,372	1,372	218,692	219
2	0,0024	0,0073	0,521	2	2,521	0,521	1,260	238,004	239
3	0,0119	0,0120	0,005	3	3,005	0,005	1,002	299,477	300
4	0,0214	0,0227	0,110	4	4,110	0,110	1,028	291,966	292
5	0,0332	0,0444	0,960	5	5,960	0,960	1,192	251,682	252
6	0,0449	0,0686	0,506	7	7,506	1,506	1,251	239,807	240
7	0,0606	0,0993	0,212	9	9,212	2,212	1,316	227,970	228
8	0,0764	0,1512	0,650	12	12,650	4,650	1,581	189,720	190
9	0,0953	0,2046	0,753	14	14,753	5,753	1,639	183,008	184
10	0,1143	0,2534	0,528	16	16,528	6,528	1,653	181,509	182
11	0,1359	0,2689	0,158	17	17,158	6,158	1,560	192,327	193
12	0,1359	0,2689	0,158	17	17,158	5,158	1,430	209,812	210
13	0,1595	0,2885	0,952	17	17,952	4,952	1,381	217,248	218
14	0,1830	0,3253	0,332	19	19,332	5,332	1,381	217,258	218
15	0,2117	0,3648	0,678	20	20,678	5,678	1,379	217,624	218
16	0,2403	0,3954	0,799	21	21,799	5,799	1,362	220,195	221
17	0,2650	0,4258	0,914	22	22,914	5,914	1,348	222,569	223
18	0,2897	0,4560	0,973	23	23,973	5,973	1,332	225,256	226
19	0,3156	0,4828	0,910	24	24,910	5,910	1,311	228,820	229
20	0,3447	-	-	-	-	-	-	-	-
21	0,3743	-	-	-	-	-	-	-	-
22	0,4008	-	-	-	-	-	-	-	-
23	0,4282	-	-	-	-	-	-	-	-
24	0,4567	-	-	-	-	-	-	-	-
25	0,4853	-	-	-	-	-	-	-	-

Gambar 4. *Independent estimate at completion* berdasarkan SPI(t)

Grafik IEAC(T) pada Gambar 4 menunjukkan tren estimasi durasi penyelesaian proyek dari minggu ke-1 hingga minggu ke-20. Terlihat bahwa pada awal pelaksanaan, durasi estimasi meningkat signifikan dari 219 hari (minggu ke-1) hingga mencapai puncaknya sebesar 300 hari pada minggu ke-3. Kenaikan ini mengindikasikan terjadinya ketidakefisienan dalam pelaksanaan awal proyek, yang kemungkinan disebabkan oleh keterlambatan mobilisasi, kendala teknis, atau kurang optimalnya pengendalian proyek.

Memasuki minggu ke-4 hingga minggu ke-9, nilai IEAC(T) menurun drastis hingga mencapai 182 hari, yang menunjukkan adanya perbaikan kinerja proyek. Penurunan ini dapat dikaitkan dengan tindakan korektif dari manajemen, seperti perbaikan koordinasi, percepatan pekerjaan, atau peningkatan produktivitas lapangan. Fase ini mencerminkan respons positif terhadap evaluasi awal kinerja proyek.

Mulai minggu ke-10 hingga minggu ke-20, grafik IEAC(T) menunjukkan kestabilan dengan nilai berkisar antara 210–229 hari. Stabilitas ini menandakan bahwa proyek telah memasuki fase pelaksanaan yang lebih terkendali dan estimasi penyelesaian waktu berada dalam rentang yang realistik. Secara umum, fluktuasi nilai IEAC(T) ini menggambarkan dinamika pelaksanaan proyek serta pentingnya pemantauan dan pengendalian waktu secara berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Earned Schedule Management* (ESM) lebih unggul dalam memberikan estimasi waktu penyelesaian proyek dibandingkan metode *Earned Value Management* (EVM), terutama dalam konteks proyek konstruksi gedung di Malang. Berdasarkan hasil evaluasi pada minggu ke-19, nilai SPI(t) tercatat sebesar 1,530 dengan estimasi penyelesaian proyek (IEAC(t)) sekitar 197 hari. Ini berarti proyek diproyeksikan selesai 103 hari lebih awal dari rencana semula yang berdurasi 300 hari. Angka ini tidak hanya mencerminkan efisiensi jadwal yang tinggi, tetapi juga membuktikan keandalan pendekatan ESM dalam mendeteksi kecepatan progres aktual terhadap baseline proyek. Grafik IEAC(T) memperlihatkan bahwa setelah mengalami fluktuasi signifikan di awal pelaksanaan, estimasi waktu proyek menjadi lebih stabil dan realistik sejak minggu ke-10 hingga minggu ke-20, berada di kisaran 210–229 hari. Stabilitas ini mencerminkan efektivitas strategi pelaksanaan dan pengendalian yang diambil manajemen proyek selama fase pertengahan hingga akhir. Dibandingkan dengan EVM yang masih berbasis biaya dan kurang sensitif terhadap penyimpangan waktu, ESM terbukti lebih adaptif dalam menangkap dinamika proyek yang berlangsung cepat seperti pada studi kasus ini. Untuk pengembangan ke depan, disarankan agar penerapan ESM tidak hanya digunakan sebagai alat pemantauan, tetapi juga diintegrasikan secara digital dengan sistem manajemen proyek berbasis waktu nyata (*real-time*). Penelitian lanjutan juga dapat mempertimbangkan pengujian metode ini pada proyek dengan kompleksitas berbeda, seperti proyek infrastruktur transportasi atau konstruksi vertikal bertingkat tinggi, guna memperluas validasi metode dan menyesuaikannya dengan karakteristik lapangan yang beragam.

REFERENSI

- Basar, A., 2020. A novel methodology for performance evaluation of IT projects in a fuzzy environment: a case study. *Soft Computing*, 24(14), pp.10755–10770. <https://doi.org/10.1007/s00500-019-04579-y>.
- Hasan, R., Chowdhury, S.A. and Akter, J., 2021. Construction project monitoring: The cost and schedule control by Earned Value Method (EVM). *Journal of Technology Management and Business*, [online] 8(1), pp.1–9. Available at: <<https://penerbit.uthm.edu.my/ojs/jtmb/article/view/8063>>.
- Jaber, F.K., Jasim, N.A. and Al-Zwainy, F.M.S., 2020. Forecasting techniques in construction industry: Earned value indicators and performance models. *Scientific Review Engineering and Environmental Sciences*, 29(2), pp.234–243. <https://doi.org/10.22630/PNIKS.2020.29.2.20>.
- Khamooshi, H., Mamghaderi, M. and Kwak, Y.H., 2021. Project Duration Forecasting: a Simulation-Based Comparative Assessment of Earned Schedule Method and Earned Duration Management. *Journal of Modern Project Management*, 9(2). <https://doi.org/10.19255/JMPM02701>.
- Lipke, W., 2020a. Project Duration Increase from Rework. *PM World Journal*. [online] Available at: <www.pmworldjournal.com>.
- Lipke, W., 2020b. Schedule Performance Impact from Rework. *PM World Journal*, Available at: <www.pmworldlibrary.net>.
- Mahmoudi, A., Javed, S.A. and Deng, X., 2021. Earned duration management under uncertainty. *Soft Computing*, 25(14), pp.8921–8940. <https://doi.org/10.1007/s00500-021-05782-6>.
- Mayo-Alvarez, L., Alvarez-Risco, A., Del-Aguila-Arcentales, S., Sekar, M.C. and Yáñez, J.A., 2022. A Systematic Review of Earned Value Management Methods for Monitoring and Control of Project Schedule Performance: An AHP Approach. *Sustainability (Switzerland)*, 14(22). <https://doi.org/10.3390/su142215259>.
- Nadafi, S., Moosavirad, S.H. and Ariaifar, S., 2019. Predicting the project time and costs using EVM based on gray numbers. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(9), pp.2107–2119. <https://doi.org/10.1108/ECAM-07-2018-0291>.

Noviani, S.A. and Rachma, I.N., 2025. Analisis Faktor Penyebab Waste dalam Pendekatan Lean Construction pada Beberapa Kontraktor. *Akselerasi: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 6(2). <https://doi.org/10.37058/aks.v6i2.14239>.

PMI, 2021. *Guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)*. 7th ed. Project Management Institute, Inc.

Rachmawati, F., Mudjahidin, M. and Dewi Widowati, E., 2024. Work rate modeling of building construction projects using system dynamic to optimize project cost and time performance. *International Journal of Construction Management*, 24(2), pp.213–225. <https://doi.org/10.1080/15623599.2022.2122265>.

Risjad, M.N. and Anondho, B., 2020. Validasi Prediksi Durasi dengan Metode Earned Schedule untuk Gedung Bertingkat di Jakarta. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 3(2), pp.237–244. <https://doi.org/10.24912/jmts.v3i2.7072>.

Sackey, S., Lee, D.E. and Kim, B.S., 2020. Duration Estimate at Completion: Improving Earned Value Management Forecasting Accuracy. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 24(3), pp.693–702. <https://doi.org/10.1007/s12205-020-0407-5>.

Sheikhalishahi, M., Zadeh, S.A., Sardarabadi, A. and Naeimi, S., 2022. Improving Earned Value Management and Earned Schedule by Statistical Quality Control Charts Considering the Dependence between Cost and Schedule. *Journal of Quality Engineering and Production Optimization*, [online] 7(1). <https://doi.org/10.22070/JQEPO.2022.15415.1215>.