

# ANALISIS KOMPARASI *EARNED VALUE METHOD* DAN *CRITICAL PATH METHOD* UNTUK PENGENDALIAN PROYEK

(Studi kasus:Pekerjaan Infra struktur Summarecon Mall Bandung)

Asep Suhana<sup>1</sup> Ananda Tiara Chechilyia Riyadi<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Sipil,Sekolah Tinggi Teknologi Mandala Bandung

Email: anandat063@gmail.com

## ABSTRAK

Pengendalian proyek merupakan salah satu aspek penting dalam manajemen proyek, karena dapat menentukan keberhasilan atau kegagalan suatu proyek. Pengendalian proyek meliputi pengendalian biaya, waktu, dan kualitas, dapat memastikan bahwa proyek dapat diselesaikan sesuai dengan anggaran dan jadwal yang direncanakan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan model *Critical Path Method* (CPM) dan *Earned Value Method* (EVM). Penggunaan kedua metode ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi kinerja dan produktivitas proyek melalui analisis varians, pengukuran deviasi biaya, analisis pekerjaan kritis yang berpotensi menyebabkan keterlambatan, dan estimasi waktu penyelesaian. Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan objek penelitian yaitu pembangunan infrastruktur Summarecon Mall Bandung. Hasil analisis menggunakan EVM menunjukkan bahwa biaya keseluruhan proyek adalah Rp15.311.895.000 dengan estimasi waktu penyelesaian proyek selama 186 hari. Deviasi biaya sebesar Rp2.269.395.000 menyebabkan kerugian sebesar 17,37%. Sedangkan menggunakan CPM dapat estimasi waktu penyelesaian selama 234 hari dengan kegiatan kritis A,F,I, dan yang tidak termasuk dalam kegiatan kritis adalah B, C, D, E, G, dan H. Komparasi antara EVM dan CPM dapat memberikan hasil yang lebih baik dalam pengelolaan proyek daripada menggunakan salah satu metode saja. Diperlukan peningkatan pelaksanaan proyek sebesar 17,892% serta prioritas terhadap pekerjaan dalam jalur kritis untuk mencegah terjadinya keterlambatan.

**Katakunci:** Pengendalian Proyek, *Earned Value Method*, *Critical Path Method*.

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang Masalah

Pengendalian proyek merupakan salah satu aspek penting dalam manajemen proyek, karena dapat menentukan keberhasilan atau kegagalan suatu proyek. Pengendalian proyek meliputi pengendalian biaya, waktu, dan kualitas, yang bertujuan untuk memastikan bahwa proyek dapat diselesaikan sesuai dengan anggaran dan jadwal yang direncanakan. Pengendalian biaya dan waktu proyek dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai metode, salah satunya adalah *Earned Value Method* (EVM) dan *Critical Path Method*

(CPM).

EVM adalah metode pengendalian yang digunakan untuk mengendalikan biaya dan waktu pengerjaan proyek secara terpadu. EVM menggunakan konsep dasar nilai hasil (*earned value*), yang merupakan ukuran kinerja proyek berdasarkan biaya aktual (*actual cost*), nilai hasil (*earned value*), dan jadwal anggaran (*planned value*). EVM dapat mengukur kinerja biaya dan waktu proyek dengan menggunakan indikator seperti *Cost Performance Index* (CPI), *Schedule Performance Index* (SPI), *Cost Variance* (CV), dan *Schedule Variance* (SV). EVM juga dapat digunakan untuk membuat perkiraan biaya dan waktu penyelesaian proyek

Dengan menggunakan indikator seperti *Estimate at Completion* (EAC), *Estimate to Complete* (ETC), dan *To Complete Performance Index* (TCPI).

CPM merupakan salah satu metode pengendalian waktu atau disebut juga sebagai metode analisis jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan waktu penyelesaian total proyek dengan mengenali ketergantungan antar aktivitas, waktu tersedia, dan jalur kritis aktivitas yang tidak boleh mengalami keterlambatan. CPM dapat digunakan untuk menentukan urutan, durasi, dan sumber daya yang dibutuhkan untuk setiap aktivitas proyek. CPM juga dapat digunakan untuk melakukan percepatan (*crashing*) proyek dengan menambahkan sumber daya atau mengurangi ruang lingkup proyek untuk meminimalkan biaya dan waktu penyelesaian proyek.

EVM dan CPM merupakan dua metode yang sering digunakan dalam pengendalian proyek, karena dapat memberikan informasi yang berguna untuk pengambilan keputusan dan tindakan korektif. Namun, kedua metode ini memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, serta memerlukan data dan asumsi yang akurat dan valid. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komparasi antara EVM dan CPM untuk mengetahui efektivitas hasil komparasi yang digunakan sebagai strategi untuk meningkatkan kinerja biaya dan waktu dalam proyek.

### **Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan yang diambil dalam penyusunan tugas akhir adalah :

1. Apa perbedaan signifikan antara EVM dan CPM dalam pengukuran kinerja biaya dan waktu dalam konteks manajemen proyek.
2. Bagaimana hasil integrasi antara penggunaan *Earned Value Method* (EVM) dan *Critical Path Method* (CPM) dalam pengelolaan biaya, waktu, dan kinerja proyek infrastruktur
3. Apakah komparasi kedua metode ini dapat memberikan hasil yang lebih baik

Dibandingkan dengan penggunaan salah satu metode saja.

### **Identifikasi Masalah**

Berdasarkan rumusan masalah di atas adapun identifikasi masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas EVM dalam mengendalikan biaya proyek infrastruktur Summarecon Mall Bandung.
2. Bagaimana CPM mempengaruhi pengambilan keputusan manajemen proyek
3. Seberapa baik EVM dan CPM mengendalikan waktu penyelesaian proyek infrastruktur Summarecon Mall Bandung.
4. Apakah penggunaan EVM secara terpisah memberikan pengendalian biaya yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan CPM saja.

### **Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya akan menganalisis proyek infrastruktur yang terkait dengan pembangunan Summarecon Mall yang berlokasi di Kecamatan Gedebage, Bandung.
2. Penelitian ini hanya menganalisis dua metode pengendalian proyek, yaitu EVM dan CPM.
3. Penelitian ini hanya menggunakan indikator - indikator seperti biaya, waktu, dan kinerja untuk mengkomparasi efektivitas EVM dan CPM dalam pengendalian proyek.

### **Maksud dan Tujuan**

1. Maksud penelitian adalah untuk menganalisis komparasi antara *Earned Value Method* (EVM) dan *Critical Path Method* (CPM) dalam mengendalikan biaya dan waktu di suatu proyek.
2. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi kinerja dan produktivitas proyek melalui analisis varians, pengukuran deviasi biaya, analisis pekerjaan kritis yang berpotensi

menyebabkan keterlambatan, serta estimasi waktu penyelesaian proyek menggunakan metode EVM dan CPM.

## 2. Tinjauan Pustaka Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah suatu ilmu tentang seni mengelola organisasi yang terdiri atas kegiatan merencanakan, melaksanakan, dan mengawasi terhadap sumber-sumber daya yang terbatas dalam usaha mencapai tujuan dan sasaran yang efektif dan efisien. Tujuannya untuk mendapatkan metode atau cara teknis yang terbaik agar dengan sumber-sumber daya yang terbatas diperoleh hasil optimal dalam hal ketepatan, kecepatan, penghematan dan keselamatan kerja secara menyeluruh (Siswanto & Salim, 2019).

### Tujuan Manajemen Proyek

Menurut Thoengsal & Tumpu (2022), tujuan manajemen proyek adalah sebagai berikut:

- a. Sesuai jadwal (*on schedule*) yaitu jadwal atau waktu yang merupakan salah satu target utama proyek, kemunduran akan menimbulkan kerugian, seperti peningkatan biaya, kehilangan peluang produk menembus pasar.
- b. Sesuai anggaran (*on cost*) yaitu biaya yang harus dihabiskan sesuai dengan anggaran yang telah ditentukan.
- c. Sesuai spesifikasi (*on quality*) dimana proyek harus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

### Proyek Konstruksi

Proyek adalah serangkaian kegiatan yang kompleks dan bersifat dinamis, sebagai suatu usaha yang mempergunakan sumber daya untuk memperoleh berbagai manfaat, sekaligus sebagai cara/usaha inti untuk membahasakan suatu rencana atau produk perencanaan ke dalam program aksi, sehingga membentuk kegiatan yang nyata, yang kegiatannya dibatasi oleh jangka waktu tertentu sebagai konsekuensi penjadwalannya (Sugiyanto, 2020).

### Pengendalian Proyek

Proses pengendalian proyek mencakup mengawasi, mengukur, dan mengelola proyek

agar sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan.

Proses ini juga memerlukan penemuan masalah, penilaian akibatnya, dan penerapan solusi yang tepat (Ralahallo *et al.*, 2024). Fungsi utama pengendalian adalah memantau dan mengkaji (evaluasi) agar langkah-langkah kegiatan terbimbing ke arah tujuan yang telah ditetapkan.

### Pengendalian Waktu Proyek

Pastiarso (2015) menyatakan bahwa proses memantau dan mengendalikan waktu proyek mencakup mengawasi status proyek dari laporan rutin kinerja proyek untuk menyadari kemajuan saat ini (tingkat kemajuan) proyek dari sisi jadwal (*schedule*), membandingkan dengan jadwal kontrak atau rencana jadwal proyek dan mengurus dan mengendalikan perubahan jadwal. Pada dasarnya proyek juga dapat melaksanakan pengendalian waktu dengan menggunakan beberapa metode yaitu :

1. Kurva S, kurva S adalah grafik yang dibuat dengan sumbu vertikal sebagai nilai kumulatif biaya atau penyelesaian (*progress*) kegiatan dan sumbu horizontal sebagai waktu (Soeharto, 1997 dalam Widiasanti & Lenggogeni, 2014).
2. *Precedence Diagramming Method* (PDM), merupakan salah satu teknik penjadwalan yang termasuk dalam teknik penjadwalan *network planning* atau rencana jaringan kerja. Berbeda dengan *Activity on Arrow* (AOA) yang menitik beratkan kegiatan pada anak panah, PDM menitik beratkan kegiatan pada node sehingga kadang disebut juga *activity on node* (Widiasanti & Lenggogeni, 2014).

### Pengendalian Biaya Proyek

Selama proyek berjalan, pengendalian biaya diperlukan untuk mengetahui apakah biaya nyata pelaksanaan proyek sesuai dengan rencana atau tidak. Semua faktor penyimpangan biaya harus didokumentasikan dengan baik agar tindakan-tindakan perbaikan dapat diambil (Sugiyanto, 2020).

### Komponen Biaya

Menurut Astana (2017), dalam suatu pekerjaan konstruksi biaya total proyek merupakan jumlah dari jumlah komponen biaya yang meliputi :

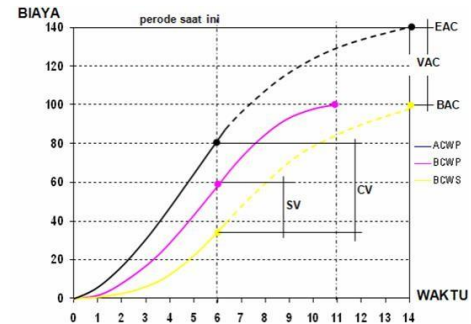
1. Biaya Tenaga Kerja, biaya tenaga kerja merupakan bagian penting dalam biaya dari banyak proyek dan merupakan salah satu biaya yang paling sensitif untuk diatur.
2. Biaya peralatan, termasuk sewa atau pembelian, mobilisasi atau demobilisasi, pemindahan, transportasi, pemasangan, dan pengoperasian selama proyek berlangsung.
3. Biaya material, meliputi perhitungan seluruh kebutuhan volume dan biaya material yang digunakan untuk setiap komponen, baik pokok atau penunjang.
4. *Indirect cost* (biaya tidak langsung), dibagi menjadi dua golongan yaitu :
  - a. Biaya umum (*overhead cost*), seperti bunga bank, gaji personal tetap kantor dan lapangan, biaya notaris, biaya dokumentasi, dan perjalanan akomodasi.
  - b. Biaya proyek, pengeluarannya dapat dibebankan pada proyek tetapi tidak dimasukkan pada biaya material, peralatan, dan pekerja. Seperti bangunan kantor lapangan, jalan kerja dan parkir, asuransi, inspeksi, serta pengujian dan pengetesan.
5. Keuntungan, umumnya dinyatakan dengan persentase dari seluruh jumlah pembiayaan. Biasanya untuk proyek kecil ditetapkan persentase yang semakin besar, begitupun sebaliknya. Resiko atau tantangan yang ada dalam proyek juga mempengaruhi penetapan keuntungan

### **Earned Value Method (EVM)**

Soeharto (1995) dikutip dalam Sugiyanto (2020) menyatakan bahwa metode konsep nilai hasil (*earned value*) adalah suatu konsep menghitung jumlah biaya yang sesuai dengan anggaran berdasarkan pekerjaan yang telah selesai atau dilakukan. Penggunaan konsep nilai hasil dalam suatu proyek dapat digunakan untuk melakukan penilaian dan mengukur kinerja proyek (*project performance*), yang terdiri dari analisa kinerja biaya (*cost performance analysis*) dan analisa kinerja jadwal (*schedule performance analysis*).

Penerapan konsep analisis nilai hasil (*Earned Value Method*) dalam mengevaluasi

Kinerja suatu proyek, disajikan dalam bentuk Gambar 2.1 di bawah ini :



Gambar 2.1 Grafik Kurva S Nilai Hasil (*Earned Value*)

(Sumber: Widiasanti & Lenggogeni, 2014)

### **Elemen Dasar pada Earned Value Method**

Menurut Widiasanti & Lenggogeni (2014)

konsep *earned value* mengintegrasikan biaya, jadwal, dan kinerja kegiatan. Ada beberapa elemen dasar yang menjadi acuan dalam menganalisis kinerja dari proyek berdasarkan konsep *earned value*. Elemen tersebut adalah sebagai berikut :

1. *Planned Value* (PV), yaitu biaya yang dialokasikan berdasarkan rencana kerja yang disusun terhadap waktu. Nilai PV diperoleh dengan mengalikan biaya budget item pekerjaan dengan volume item pekerjaan.
2. *Earned Value* (EV), yaitu adalah nilai yang diterima dari penyelesaian pekerjaan selama periode waktu tertentu. Nilai EV diperoleh dengan mengalikan antar biaya dalam budget dengan volume progres pekerjaan aktual di lapangan.
3. *Actual Cost* (AC), adalah jumlah biaya aktual dari pekerjaan yang telah dilaksanakan.
4. *Budget At Completion* (BAC), adalah nilai keseluruhan kontrak yang dianggarkan untuk biaya pada proyek.

### **Analisis Varians**

Dengan menggunakan indikator-indikator diatas, kita dapat menganalisis varian secara komprehensif dari segi biaya dan waktu pelaksanaan proyek :

1. *Cost Variance* (CV),  
CV adalah perbedaan nilai yang diperoleh setelah menyelesaikan bagian pekerjaan dengan nilai aktual pelaksanaan proyek.

Rumusnya adalah sebagaimana dalam Persamaan 2.1.

$$CV = EV - AC \dots\dots\dots (2.1)$$

2. *Schedule Variance (SV)*

SV adalah perbedaan bagian pekerjaan yang dapat dilaksanakan dengan bagian pekerjaan yang direncanakan. Rumusnya adalah sebagaimana dalam Persamaan 2.2.

$$SV = EV - PV \dots\dots\dots (2.2)$$

Berikut merupakan rincian rumus beserta keterangan mengenai analisis varians, sebagaimana diuraikan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Analisis Varians**

Varians jadwal (SV)	Varians biaya (CV)	Keterangan
Positif	Positif	Pekerjaan terlaksana lebih cepat dari jadwal dengan biaya lebih kecil dari anggaran.
Nol	Positif	Pekerjaan terlaksana tepat sesuai jadwal dengan biaya lebih rendah dari anggaran.
Positif	Nol	Pekerjaan terlaksana sesuai anggaran dan selesai lebih cepat dari jadwal.
Nol	Nol	Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dan anggaran.
Negatif	Negatif	Pekerjaan selesai terlambat dan mengeluarkan biaya lebih tinggi dari anggaran.
Nol	Negatif	Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dengan mengeluarkan biaya di atas anggaran.
Negatif	Nol	Pekerjaan selesai terlambat dan mengeluarkan biaya sesuai anggaran.
Positif	Negatif	Pekerjaan selesai lebih cepat dari rencana dan mengeluarkan biaya

(Sumber: Husen, 2011)

**Indeks Produktivitas dan Kinerja**

Untuk mengukur kinerja itu, ada tiga perhitungan yang dipakai yaitu :

1. *Cost performance index (CPI)*

CPI adalah perbandingan antara nilai yang diterima dari penyelesaian pekerjaan dengan biaya aktual yang dikeluarkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Rumusnya adalah sebagaimana dalam Persamaan 2.3.

$$CPI = \frac{EV}{AC} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan,

CPI = 1 : Biaya yang direncanakan sesuai dengan yang dikeluarkan

CPI > 1 : Proyek mengalami *underbudget*

CPI < 1 : Proyek mengalami *overbudget*

2. *Schedule performance index (SPI)*

SPI adalah perbandingan antara penyelesaian pekerjaan di lapangan dengan rencana kerja pada periode waktu tertentu. Untuk menghitung nilai SPI digunakan rumus sebagaimana dalam Persamaan 2.4.

$$SPI = \frac{EV}{PV} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan,

SPI = 1 Proyek on schedule

SPI > 1 : Proyek ahead of schedule

SPI < 1 : Proyek behind schedule

3. *To-Complete Performance Index (TCPI)*

TCPI yang berprinsip bahwa sisa pekerjaan harus dikerjakan dengan cara yang memungkinkan pencapaian target anggaran biaya. Rumusnya adalah sebagaimana dalam Persamaan 2.5.

$$TCPI = \frac{BAC - EV}{BAC - AC} \dots\dots\dots (2.5)$$

**Perkiraan Biaya dan Durasi Proyek**

Perkiraan dihitung berdasarkan kecenderungan kinerja proyek pada saat peninjauan, dan mengasumsikan kinerja proyek berjalan konstan.

1. *Estimate Temporary Cost (ETC)*

ETC adalah perkiraan biaya untuk menyelesaikan pekerjaan proyek yang tersisa dianggap kinerjanya tetap. ETC dapat dihitung dengan rumus sebagaimana dalam Persamaan 2.6.

$$ETC = \frac{BAC - EV}{CPI} \dots\dots\dots (2.6)$$

2. *Estimate All Cost (EAC)*

EAC disebut juga dengan perkiraan biaya total proyek. Rumus EAC adalah sebagaimana dalam Persamaan 2.7.

$$EAC = AC + ETC \dots\dots\dots (2.7)$$

3. *Time Estimate (TE)*

TE merupakan estimasi waktu yang diperkirakan untuk menyelesaikan suatu

proyek. Rumus yang digunakan adalah sebagaimana dalam Persamaan 2.8.

$$TE = ATE + \frac{OD - (ATE \times SPI)}{SPI} \quad \dots\dots (2.8)$$

Keterangan:

TE (*Time Estimate*): Perkiraan Waktu Penyelesaian

ATE (*Actual Time Expended*): Waktu yang telah ditempuh

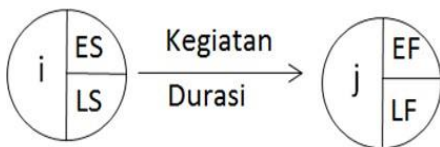
OD (*Original Duration*): Waktu yang direncanakan

### Critical Path Method (CPM)

Metode jalur kritis yang pertama kali dikembangkan memiliki bentuk jaringan tradisional yang disebut AOA atau diagram ‘panah pada aktivitas’, yang hanya mengizinkan hubungan *finish-to-start* antara aktivitas. Ini mengartikan bahwa aktivitas tidak dapat saling bersinggungan dan semua aktivitas sebelumnya harus selesai sebelum aktivitas saat ini dapat dimulai (Aljumaili, 2021). Menurut Widiasanti & Lenggogeni (2014), dalam proses identifikasi jalur kritis ada beberapa istilah yang digunakan, yaitu :

1. *Early Start* (ES): waktu paling awal sebuah kegiatan dapat dimulai setelah kegiatan sebelumnya selesai.
2. *Late Start* (LS): waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat diselesaikan
3. *Early Finish* (EF): waktu paling awal sebuah kegiatan dapat diselesaikan.
4. *Late Finish* (LF): waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat dimulai.

Berikut adalah Gambar 2.3 potongan jaringan kerja AOA dengan penempatan ES, LS, EF, dan LF :



**Gambar 2.2 Jaringan Kerja**

(Sumber: Widiasanti & Lenggogeni, 2014)

### Perhitungan Durasi

Ada dua tahap perhitungan pada metode CPM yaitu :

1. **Perhitungan maju**  
Untuk menentukan jalur kritis, kita menggunakan metode yang disebut perhitungan maju dengan aturan-aturan sebagai berikut:
  - a. Kecuali kegiatan awal, suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan yang mendahuluinya (*Predecessor*) telah selesai.
  - b. Waktu paling awal suatu kegiatan adalah = 0
  - c. Waktu selesai paling awal suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal, ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan, sebagaimana dalam Persamaan 2.9.  
 $EF = ES + D \dots\dots\dots (2.9)$
  - d. Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan pendahulunya, maka ES-nya adalah EF terbesar dari kegiatan-kegiatan tersebut.
2. **Perhitungan Mundur**  
Aturan yang digunakan dalam perhitungan mundur adalah sebagai berikut :
  - a. Hitungan mundur dimulai dari ujung kanan, yaitu dari hari terakhir penyelesaian proyek suatu jaringan kerja
  - b. Waktu mula paling akhir suatu kegiatan adalah sama dengan waktu selesai paling akhir, dikurangi durasi kegiatan yang bersangkutan, atau, sebagaimana dalam Persamaan 2.10.  
 $LS = LF - D \dots\dots\dots (2.10)$
  - c. Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan berikutnya, maka waktu paling akhir (LF) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu mulai paling akhir (LS) kegiatan berikutnya yang terkecil.

### Lintasan Kritis

Suatu kegiatan dikatakan sebagai kegiatan kritis jika kegiatan tersebut berada di antara dua peristiwa kritis akan tetapi antara dua peristiwa kritis tidak selalu ada kegiatan kritis, dan kegiatan tersebut memiliki waktu luang nol. Dimana peristiwa kritis adalah peristiwa yang tidak mempunyai tenggang waktu atau saat paling

Awalnya (ES) sama dengan saat paling akhir LF) nya (Rani, 2016). Dalam menentukan lintasan kritis dari jaringan kerja dan mengetahui jangka waktu ukuran batas toleransi keterlambatan adalah sebagai berikut :

#### 1. TotalFloat

Menurut Widiasanti & Lenggogeni (2014), total *float* adalah jumlah waktu yang diperbolehkan jika suatu kegiatan ditunda, tetapi tidak mempengaruhi jadwal proyek secara keseluruhan. Rumus untuk menghitung total *float* adalah seperti dalam Persamaan 2.11.

$$TF=LF- EF=LS- ES..... (2.11)$$

Salah satu syarat yang menunjukkan bahwa suatu kegiatan disebut kritis adalah ketika kegiatan tersebut memiliki  $TF = 0$ .

#### 2. FreeFloat

Besarnya FF suatu kegiatan sama dengan sejumlah waktu di mana penyelesaian kegiatan tersebut dapat ditunda tanpa mempengaruhi waktu mulai paling awal dari kegiatan berikutnya (Widiasanti & Lenggogeni, 2014). Rumus menghitung FF adalah sebagaimana dalam persamaan 2.12.

$$EF=ESj- D-ESi..... (2.12)$$

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, yang mengimplikasikan bahwa fokus utamanya adalah pada pengumpulan dan analisis data berupa angka atau data kuantitatif. Data diperoleh melalui observasi, kemudian diolah menjadi data numerik yang kemudian dianalisis menggunakan tabel. Dengan demikian, peneliti dapat lebih mudah mengidentifikasi jalur kritis, serta menganalisis kinerja dan produktivitas proyek menggunakan metode nilai hasil.

Metode analisis yang digunakan adalah statistika deskriptif. Statistik deskriptif merupakan analisis data dengan cara mendeskripsikan dan menggambarkan data yang terkumpul sebagaimana adanya tanpa diperuntukan untuk membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum (Sugiyono, 2019 dalam Ardyan *et al.*, 2023). Alasan pemilihan metode ini adalah karena metode analisis statistika deskriptif dapat membantu dalam menggambarkan karakteristik metode EVM dan

CPM secara numerik, sekaligus menjelaskan hubungan antara kedua variabel tersebut .

Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada bagan alir Gambar 3.1 sebagai berikut:



**Gambar3.1BaganAlirPenelitian**

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Analisis Earned Value Method

##### Analisis Data Perencanaan Proyek

#### 1. Perhitungan Planned Value (PV)

Berikut adalah contoh perhitungan PV untuk pekerjaan yang dilakukan pada bulan ke-2 yang diperoleh dari mengalikan bobot rencana pekerjaan dengan total anggaran proyek :

$$\text{NilaiPV} = 10,562\% \times \text{Rp}13.042.500.000$$

$$= \text{Rp } 1.377.548.850$$

Perhitungan bulan selanjutnya tercantum pada Tabel 4.1 berikut.

**Tabel4.1Rekapitulasi Perhitungan Planned Value (PV)**

Rekapitulasi Hasil Analisis <i>Planned Value</i>			
Bulan	BAC (Rupiah)	BobotRencana %	NilaiPV( Rupiah)
Januari	Rp13.042.500.000	0,088%	Rp 11.477.400
Febuari		10,562%	Rp1.377.548.850
Maret		31,208%	Rp4.070.303.400
April		43,557%	Rp5.680.921.725
Mei		68,552%	Rp8.940.894.600
Juni		91,012%	Rp11.870.240.100
Juli		100,000%	Rp13.042.500.000

Sumber: Pengolahan Data Pribadi, 2024

## 2. *Earned Value (EV)*

Nilai EV diperoleh dengan mengalikan bobot realisasi kumulatif dengan total anggaran proyek. Berikut ini adalah contoh perhitungan EV untuk pekerjaan yang dilakukan pada bulan ke-2:

$$\text{Nilai EV} = 6,628\% \times \text{Rp}13.042.500.000$$

$$= \text{Rp } 864.456.900$$

Perhitungan bulan selanjutnya tercantum pada Tabel 4.2 berikut.

**Tabel4.2 Rekapitulasi Perhitungan *Earned Value (EV)***

Rekapitulasi Hasil Analisis <i>Earned Value</i>			
Bulan	BAC (Rupiah)	BobotRealisasi %	NilaiEV(Rupiah )
Januari	Rp 13.042.500.000	0,088%	Rp 11.477.400
Febuari		6,628%	Rp 864.456.900
Maret		23,343%	Rp3.044.510.775
April		30,361%	Rp3.959.833.425
Mei		47,580%	Rp6.205.621.500
Juni		81,266%	Rp10.599.118.050
Juli		84,438%	Rp11.012.826.150

*Sumber: Pengolahan Data Pribadi, 2024*

## 3. *Actual Cost (AC)*

Nilai AC didapat dari pencatatan keuangan oleh pihak kontraktor secara berkala. Berikut adalah rekapitulasi biaya aktual yang disajikan dalam Tabel 4.3 dibawah ini:

**Tabel4.3 Rekapitulasi *Actual Cost (AC)***

Rekapitulasi Hasil Analisis <i>Actual Cost</i>	
Bulan	<i>Actual Cost</i> (Rupiah)
Januari	Rp 11.477.400
Febuari	Rp 964.746.598
Maret	Rp 3.574.255.664
April	Rp 4.119.372.531
Mei	Rp 7.256.356.089
Juni	Rp 11.702.446.036
Juli	Rp 12.929.057.900

*Sumber: Data Proyek, 2023*

## Perhitungan Analisis Varians

### 1. *Cost Variance (CV)*

CV adalah perbedaan antara nilai EV dengan nilai AC. Berikut ini adalah contoh

perhitungan CV untuk pekerjaan yang dilakukan pada Bulan ke-2:

$$\text{Nilai CV} = \text{EV} - \text{AC}$$

$$= \text{Rp} 864.456.900 - \text{Rp} 964.746.598$$

$$= -\text{Rp } 100.298.698$$

Perhitungan selanjutnya tercantum pada Tabel 4.4 berikut.

**Tabel4.4 Rekapitulasi Perhitungan *Cost Variance (CV)***

Rekapitulasi Hasil Analisis Perhitungan <i>Cost Variance (CV)</i>			
Bulan	Nilai EV (Rupiah)	Nilai AC (Rupiah)	Nilai <i>Cost Variance</i> (Rupiah)
Januari	Rp 11.477.400	Rp 11.477.400	Rp -
Febuari	Rp 864.456.900	Rp 964.746.598	-Rp 100.289.698
Maret	Rp 3.044.510.775	Rp 3.574.255.664	-Rp 529.744.889
April	Rp 3.959.833.425	Rp 4.119.372.531	-Rp 159.539.106
Mei	Rp 6.205.621.500	Rp 7.256.356.089	-Rp 1.050.734.589
Juni	Rp 10.599.118.050	Rp 11.702.446.036	-Rp 1.103.327.986
Juli	Rp 11.012.826.150	Rp 12.929.057.900	-Rp 1.916.231.750

*Sumber: Pengolahan data pribadi, 2024*

### 2. *Schedule Variance (SV)*

SV adalah perbedaan antara nilai EV dengan nilai PV. Berikut ini adalah contoh perhitungan SV untuk pekerjaan yang dilakukan pada bulan ke-2:

$$\text{Nilai SV} = \text{EV} - \text{PV}$$

$$= \text{Rp} 864.456.900 - \text{Rp} 1.377.548.850$$

$$= -\text{Rp } 513.091.950$$

Perhitungan bulan selanjutnya tercantum pada Tabel 4.5 berikut.

**Tabel4.5 Rekapitulasi Perhitungan *Schedule Variance (SV)***

Rekapitulasi Hasil Analisis Perhitungan <i>Schedule Variance (SV)</i>			
Bulan	Nilai PV (Rupiah)	Nilai EV (Rupiah)	Nilai <i>Schedule Variance</i> (Rupiah)
Januari	Rp 11.477.400	Rp 11.477.400	Rp -
Febuari	Rp 1.377.548.850	Rp 864.456.900	-Rp 513.091.950
Maret	Rp 4.070.303.400	Rp 3.044.510.775	-Rp 1.025.792.625
April	Rp 5.680.921.725	Rp 3.959.833.425	-Rp 1.721.088.300
Mei	Rp 8.940.894.600	Rp 6.205.621.500	-Rp 2.735.273.100
Juni	Rp 11.870.240.100	Rp 10.599.118.050	-Rp 1.271.122.050
Juli	Rp 13.042.500.000	Rp 11.012.826.150	-Rp 2.029.673.850

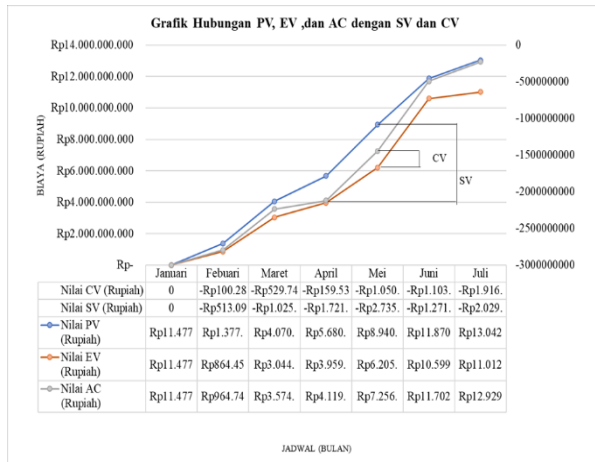
*Sumber: Pengolahan data pribadi, 2024*

## Grafik Hubungan PV, EV, AC dengan Varians Waktu (SV) dan Biaya (CV)

Grafik ini memberikan gambaran yang jelas tentang kinerja proyek dalam hal pengendalian biaya dan jadwal, dan bagaimana



Perbedaan nilai tersebut mempengaruhi performa proyek, sebagaimana terlihat pada Gambar 4.1.



**Gambar4.1 Hubungan PV, EV, dan AC dengan SV dan CV**

*Sumber: Pengolahan data pribadi, 2024*

Berdasarkan Gambar 4.1, pada Januari nilai PV, EV, dan AC berada di titik yang sama, menunjukkan proyek sesuai rencana biaya dan jadwal, dengan CV dan SV bernilai 0. Namun, dari Februari hingga Juli, PV lebih tinggi dari EV dan AC, menandakan adanya keterlambatan progres dan biaya yang lebih tinggi dari perkiraan. Hal ini juga tercermin dari nilai CV dan SV negatif mengindikasikan penyimpangan dari rencana dalam hal biaya maupun waktu, sehingga memerlukan langkah korektif untuk mengembalikan proyek ke jalurnya.

## Perhitungan Indeks Produktivitas dan Kinerja

### 1. Cost Performance Index (CPI)

Nilai CPI setiap periode merupakan perbandingan antara EV dengan nilai AC. Berikut ini adalah contoh perhitungan CPI untuk pekerjaan yang dilakukan pada bulan ke-2:

$$\begin{aligned} \text{Nilai CPI} &= \frac{EV}{AC} \\ &= \frac{Rp.864.456.900}{Rp.964.746.598} \\ &= 0,896 \end{aligned}$$

Perhitungan bulan selanjutnya tercantum pada Tabel 4.6 berikut.

**Tabel4.6 Rekapitulasi Perhitungan Cost Performance Index (CPI)**

Analisis Perhitungan Cost Performance Index (CPI)				
Bulan	Nilai EV (Rupiah)	Nilai AC (Rupiah)	Nilai CPI	Keterangan
Januari	Rp 11.477.400	Rp 11.477.400	1,000	>1
Februari	Rp 864.456.900	Rp 964.746.598	0,896	<1
Maret	Rp3.044.510.775	Rp3.574.255.664	0,852	<1
April	Rp3.959.833.425	Rp4.119.372.531	0,961	<1
Mei	Rp6.205.621.500	Rp7.256.356.089	0,855	<1
Juni	Rp10.599.118.050	Rp11.702.446.036	0,906	<1
Juli	Rp11.012.826.150	Rp12.929.057.900	0,852	<1

*Sumber: Pengolahan data pribadi, 2024*

### 2. Schedule Performance Index (SPI)

Nilai indeks prestasi kinerja proyek (SPI) setiap periode merupakan perbandingan antara EV realisasi dengan PV rencana. Berikut ini adalah contoh perhitungan SV untuk pekerjaan yang dilakukan pada bulan ke-2:

$$\begin{aligned} \text{Nilai CPI} &= \frac{EV}{PV} \\ &= \frac{Rp.864.456.900}{Rp.1.377.548.850} \\ &= 0,628 \end{aligned}$$

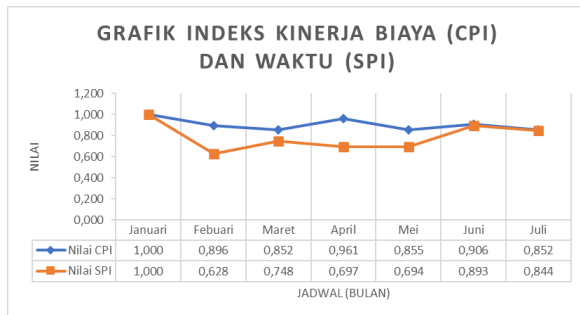
Perhitungan bulan selanjutnya tercantum pada Tabel 4.7 berikut.

**Tabel4.7 Rekapitulasi Perhitungan Schedule Performance Index (SPI)**

Analisis Perhitungan Schedule Performance Index (SPI)				
Bulan	Nilai PV (Rupiah)	Nilai EV (Rupiah)	Nilai SPI	Keterangan
Januari	Rp 11.477.400	Rp 11.477.400	1	1
Februari	Rp1.377.548.850	Rp 864.456.900	0,628	<1
Maret	Rp4.070.303.400	Rp3.044.510.775	0,748	<1
April	Rp5.680.921.725	Rp3.959.833.425	0,697	<1
Mei	Rp8.940.894.600	Rp6.205.621.500	0,694	<1
Juni	Rp11.870.240.100	Rp10.599.118.050	0,893	<1
Juli	Rp13.042.500.000	Rp11.012.826.150	0,844	<1

*Sumber: Pengolahan data pribadi, 2024*

3. Grafik indeks produktivitas dan kinerja  
Rekapitulasi perhitungan CPI dan SPI disajikan dalam bentuk grafik untuk memudahkan pemahaman tentang apakah rasio indeks kinerja biaya mengalami peningkatan atau penurunan, sebagaimana terlihat pada Gambar 4.2.



**Gambar4.2 Grafik Indeks Kinerja Biaya (CPI) dan Waktu (SPI)**

*Sumber: Pengolahan data pribadi, 2024*

Berdasarkan Gambar 4.2, pada Januari nilai CPI dan SPI menunjukkan angka 1, menandakan proyek sesuai anggaran dan jadwal. Namun, dari Februari hingga Juli, keduanya turun di bawah 1, mengindikasikan biaya melebihi anggaran dan adanya keterlambatan. Penurunan ini menunjukkan masalah utama dalam pengendalian biaya dan waktu.

#### 4. To-Complete Performance index (TCPI)

Nilai TCPI hanya dihitung sekali di bulan terakhir yaitu bulan ke-6. Berikut adalah perhitungan TCPI :

$$TCPI = \frac{BAC - EV}{BAC - AC}$$

$$TCPI = \frac{Rp13.042.500.000 - Rp11.012.826.150}{Rp13.042.500.000 - Rp12.929.057.900}$$

$$= 17,892$$

#### Perkiraan Biaya dan Durasi Proyek

##### 1. Perhitungan *Estimate Temporary Cost* (ETC)

Nilai ETC didapatkan dari perbandingan antara waktu rencana yang tersisa dengan nilai CPI pada bulan ke-6. Berikut ini adalah perhitungan ETC untuk pekerjaan yang dilakukan di bulan ke-6:

$$ETC = \frac{BAC - EV}{CPI}$$

$$ETC = \frac{Rp13.042.500.000 - Rp11.012.826.150}{0,852}$$

$$= Rp2.382.837.100$$

##### 2. Perhitungan *Estimate All Cost* (EAC)

EAC merupakan perkiraan biaya penyelesaian proyek dengan penjumlahan antara

AC dengan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang tersisa (ETC). Berikut ini adalah perhitungan EAC untuk pekerjaan yang dilakukan di bulan ke-6:

$$EAC = AC + ETC$$

$$= Rp12.929.057.900 + Rp2.382.837.100$$

$$= Rp15.311.895.000$$

#### 3. Perhitungan *Time Estimate* (TE)

*Time estimate* dilakukan pada minggu terakhir proyek yakni pada minggu ke-26 dengan total durasi waktu perencanaan proyek selama 26 minggu.

$$TE = ATE + \frac{OD - (ATE \times SPI)}{SPI}$$

$$TE = 26 + \frac{26 - (26 \times 0,844)}{0,844}$$

$$= 30,805 \text{ minggu} \approx 31 \text{ Minggu}$$

$$= 186 \text{ Hari}$$

#### Analisis *Critical Path Method*

##### Jaringan Kerja

Dalam melakukan perhitungan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM), kita dapat merujuk pada data urutan kegiatan dan durasinya yang disajikan dalam Tabel 4.8.

**Tabel4.8 Jaringan Kerja CPM**

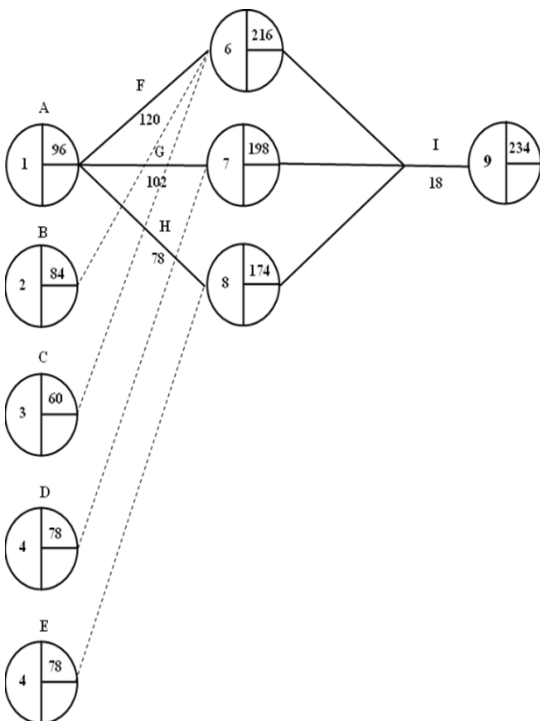
No	Nama Kegiatan	Kode	Durasi (Hari)	Predesecor
1	Pekerjaan Saluran (Supply dan Instal)	A	96	-
2	Pekerjaan Bak Kontrol Setiap Pertemuan	B	84	-
3	Pekerjaan Bak Kontrol Awal	C	60	-
4	Pekerjaan Bak Kontrol Setiap 20 meter	D	78	-
5	Pekerjaan Pelapisan Jalan Pedestrian	E	78	-
6	Pekerjaan Pelapisan Jalan Parkiran	F	120	A
7	Pekerjaan Pelapisan Jalan Loading Dock	G	102	A
8	Pekerjaan Pelapisan Jalan Utama	H	78	A
9	Pekerjaan Retaining wall	I	18	F, G, H

*Sumber: Pengolahan data pribadi, 2024*

#### Analisa Perhitungan Maju

Perhitungan maju dalam metode *Critical Path Method* (CPM) adalah proses yang digunakan untuk menentukan waktu paling cepat dimana suatu kegiatan dapat dimulai (ES) dan waktu paling cepat terselesaikannya suatu

kegiatan (EF). Diagram jaringan kerja perhitungan maju CPM dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



**Gambar4.3 Jaringan Kerja Perhitungan Maju CPM**

*Sumber:Analisa perhitungan Pribadi,2024*

Adapun hasil analisa perhitungan maju CPM pada Pekerjaan Infrastruktur Summarecon Mall Bandung terdapat pada Tabel 4.9.

**Tabel4.9HasilPerhitunganMaju**

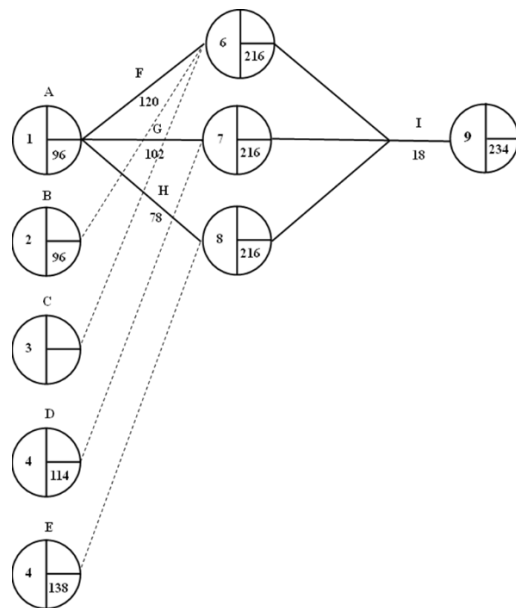
No	Nama Kegiatan	Kode	Durasi (Hari)	Predesecor	ES	EF
1	Pekerjaan Sahran ( <i>Supply dan Instal</i> )	A	96	-	0	96
2	Pekerjaan Bak Kontrol Setiap Pertemuan	B	84	-	0	84
3	Pekerjaan Bak Kontrol Awal	C	60	-	0	60
4	Pekerjaan Bak Kontrol Setiap 20 meter	D	78	-	0	78
5	Pekerjaan Pelapisan Jalan Pedestrian	E	78	-	0	78
6	Pekerjaan Pelapisan Jalan Parkiran	F	120	A	96	216
7	Pekerjaan Pelapisan Jalan <i>Loading Dock</i>	G	102	A	96	198
8	Pekerjaan Pelapisan Jalan Utama	H	78	A	96	174
9	Pekerjaan <i>Retaining wall</i>	I	18	F,G,H	216	234

*Sumber:Pengolahan data pribadi, 2024*

### AnalisaPerhitunganMundur

Perhitungan mundur dalam CPM adalah proses yang digunakan untuk menghitung waktu paling lambat suatu kegiatan dapat dimulai (LS) dan waktu paling lambat terselesaikannya suatu kegiatan(LF)tanpa menunda proyek secara

keseluruhan.Diagram jaringan kerja perhitungan mundur CPM dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.



**Gambar4.4 Jaringan Kerja Perhitungan Mundur CPM**

*Sumber:Analisa perhitungan Pribadi,2024*

Adapun hasil analisa perhitungan maju CPM pada Pekerjaan Infrastruktur Summarecon Mall Bandung terdapat pada Tabel 4.10.

**Tabel4.10HasilPerhitunganMundur**

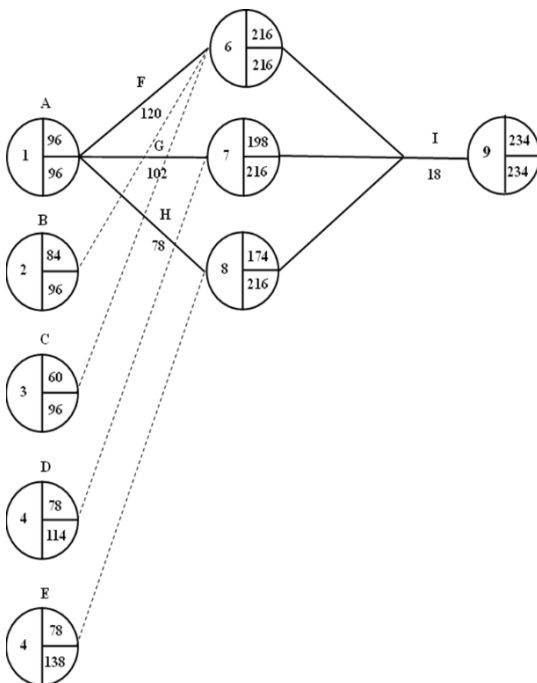
No	Nama Kegiatan	Kode	Durasi (Hari)	Predesecor	LS	LF
1	Pekerjaan Sahran ( <i>Supply dan Instal</i> )	A	96	-	0	96
2	Pekerjaan Bak Kontrol Setiap Pertemuan	B	84	-	12	96
3	Pekerjaan Bak Kontrol Awal	C	60	-	36	96
4	Pekerjaan Bak Kontrol Setiap 20 meter	D	78	-	36	114
5	Pekerjaan Pelapisan Jalan Pedestrian	E	78	-	60	138
6	Pekerjaan Pelapisan Jalan Parkiran	F	120	A	96	216
7	Pekerjaan Pelapisan Jalan <i>Loading Dock</i>	G	102	A	114	216
8	Pekerjaan Pelapisan Jalan Utama	H	78	A	138	216
9	Pekerjaan <i>Retaining wall</i>	I	18	F,G,H	216	234

*Sumber:Pengolahandatapribadi, 2024*

### LintasanKritis

Salah satu syarat yang menunjukkan bahwa suatu kegiatan disebut kritis atau berada dalam lintasan kritis adalah ketika kegiatan tersebut memiliki Total *Float* (TF)=0,DimanaTF dihitung dari selisih antara LS) dan ES.Menurut Widiasanti & Lenggogeni (2014), total *float* adalah jumlah waktu yang diperbolehkan jika suatu kegiatan ditunda,tetapi tidak

mempengaruhi jadwal proyek secara keseluruhan. Diagram jaringan kerja CPM dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.



**Gambar 4.5 Jaringan Kerja Perhitungan CPM**

Sumber: Analisa perhitungan Pribadi, 2024

Adapun hasil analisa perhitungan keseluruhan CPM pada Pekerjaan Infrastruktur Summarecon Mall Bandung terdapat pada Tabel 4.11.

**Tabel 4.11 Kegiatan pada Lintasan Kritis**

No	Nama Kegiatan	Kode	Durasi (Hari)	Predecessor	ES	EF	LS	LF	TF (LS-ES)	Lintasan Kritis
1	Pekerjaan Saluran (Supply dan Instal)	A	96	-	0	96	0	96	0	Ya
2	Pekerjaan Bak Kontrol Setiap Pertemuan	B	84	-	0	84	12	96	12	Tidak
3	Pekerjaan Bak Kontrol Awal	C	60	-	0	60	36	96	36	Tidak
4	Pekerjaan Bak Kontrol Setiap 20 meter	D	78	-	0	78	36	114	36	Tidak
5	Pekerjaan Pelapisan Jalan Pedestrian	E	78	-	0	78	60	138	60	Tidak
6	Pekerjaan Pelapisan Jalan Parkiran	F	120	A	96	216	96	216	0	Ya
7	Pekerjaan Pelapisan Jalan Loading Dock	G	102	A	96	198	114	216	18	Tidak
8	Pekerjaan Pelapisan Jalan Utama	H	78	A	96	174	138	216	42	Tidak
9	Pekerjaan Retaining wall	I	18	F,G,H	216	234	216	234	0	Ya

Sumber: Pengolahan data pribadi, 2024

Tabel 4.11 menampilkan hasil perhitungan metode CPM, menunjukkan kegiatan dalam jalur kritis dan non-kritis melalui total float. Kegiatan dengan total float nol, seperti A, F, dan I, dianggap kritis karena tidak memiliki slack time. Sebaliknya, kegiatan dengan total float tidak nol,

seperti B, C, D, E, G, dan H, memiliki masa tenggang. Durasi total proyek adalah 234 hari.

### Hasil Penelitian

Analisis komparasi antara *Earned Value Method* (EVM) dan *Critical Path Method* (CPM) menunjukkan bahwa total biaya proyek menurut EVM adalah Rp15.311.895.000 dengan kerugian 17,37% (Rp2.269.395.000). Biaya untuk menyelesaikan pekerjaan tersisa adalah Rp2.382.837.000, dan durasi proyek menurut EVM adalah 31 minggu (186 hari). Pada Januari, proyek berjalan sesuai rencana yang tercermin dari nilai CV dan SV 0 serta CPI dan SPI kurang dari 1, namun dari Februari hingga Juli terjadi keterlambatan dan kerugian, ditandai dengan CV dan SV negatif, serta CPI dan SPI di bawah 1. Analisis CPM menunjukkan durasi proyek selama 234 hari dengan kegiatan kritis A, F, dan I, serta hubungan dummy antara beberapa kegiatan untuk memperjelas ketergantungan aktivitas.

## 5. SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisa penelitian yang dilakukan terkait dengan "Analisis Komparasi *Earned Value Method* dan *Critical Path Method* untuk Pengendalian Proyek (Studi Kasus : Pekerjaan Infrastruktur Summarecon Mall Bandung)" dapat diambil kesimpulan yakni Perbedaan antara EVM dan CPM cukup signifikan karena keduanya memiliki fokus dan pendekatan berbeda. EVM mengintegrasikan pengukuran kinerja biaya, jadwal, dan kinerja, serta fokus pada analisis varians antara kinerja yang direncanakan dan aktual. Sementara CPM lebih menitik beratkan pada urutan kegiatan, estimasi waktu, dan identifikasi jalur kritis yang mempengaruhi durasi proyek, serta penggunaan float untuk penundaan yang tidak mempengaruhi penyelesaian proyek. Integrasi EVM dan CPM memungkinkan manajemen proyek yang lebih komprehensif dengan memanfaatkan kekuatan masing-masing metode.

Dalam penelitian ini, total biaya proyek dengan menggunakan EVM sebesar Rp15.311.895.000 dengan deviasi negatif 17,37%, atau setara dengan Rp2.269.395.000, serta durasi pengerjaan selama 186 hari.

Sementara itu, CPM mengidentifikasi durasi total proyek selama 234 hari. Komparasi antara EVM dan CPM menunjukkan bahwa penggabungan kedua metode ini dapat memberikan hasil yang lebih baik dalam pengelolaan proyek. Dalam penelitian ini, *Schedule Performance Index* (SPI) yang bernilai kurang dari satu antara Februari hingga Juli menunjukkan adanya keterlambatan, dimana penggunaan CPM dapat membantu mengidentifikasi tugas kritis yang perlu diprioritaskan untuk meminimalkan dampak keterlambatan.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian, berikut adalah beberapa saran yang dapat disampaikan yakni untuk pelaksanaan pekerjaan yang tersisa pada proyek harus meningkat sebesar 17,892%. Peningkatan ini dapat dicapai dengan mempercepat pekerjaan, misalnya dengan menambah tenaga kerja yang kompeten pada aktivitas kritis. Selain itu, pengawasan harus diperketat terhadap pekerjaan yang sedang berlangsung dan ambil tindakan korektif segera jika terjadi deviasi dari rencana, serta melakukan pertemuan rutin untuk memantau progres secara efektif. Pekerjaan di jalur kritis memerlukan perhatian khusus untuk menghindari keterlambatan. Penggunaan metode CPM sangat dianjurkan karena dapat membantu dalam identifikasi kegiatan kritis yang harus diselesaikan tepat waktu. Selain itu, metode EVM juga direkomendasikan agar pemilik proyek dapat secara berkala memantau kinerja dan produktivitas proyek. Penelitian selanjutnya sangat diperlukan untuk bangunan yang lebih kompleks dengan mengkombinasikan metode EVM dan PDM.

### DAFTAR PUSTAKA

Alju maili, O. 2021. *The Automation of Critical Path Method using Machine Learning: A Conceptual Study*. International Journal of Engineering and Management Research, (online) 11(3).  
<https://doi.org/10.31033/ijemr.11.3.38>  
 Ardyan, E., Boari, Y., Akhmad, Yuliyani, L., Hildawati, Suarni, A., Anurogo, D., Ifadah, E., & Judijanto, L. (2023). *Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif* (Efitra, Ed.; 1st ed.). Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.

<https://www.researchgate.net/publication/376404753>

Astana, I. nyoman Y. 2017. *Estimasi Biaya Konstruksi Gedung Dengan Cost Significant Model*. Jurnal Riset Rekayasa Sipil Universitas Sebelas Maret, (online) 1(1), hal 7–15.  
<https://doi.org/10.20961/jrrs.v1i1.14706>

Husen, A. 2011. *Manajemen Proyek: Perencanaan, Penjadwalan, & Pengendalian Proyek*. (Edisi Revisi): Yogyakarta, Andi Offset.  
 Pastiarsa, M. 2015. *Manajemen Konstruksi Bangunan Industri Perspektif Pemilik Proyek*. Teknosain.

Ralahallo, F. N., Jaya, F. H., & Tukimun. 2024. *Manajemen Proyek* (J. Mariyanto, Ed.; I). Yogyakarta : Pustaka Setia. [www.sulur.co.id](http://www.sulur.co.id)

Siswanto, A. B., & Salim, M. A. 2019. *Manajemen Proyek*; Ed. 1: Semarang, CV. Pilar Nusantara.  
<https://www.researchgate.net/publication/339787455>

Sugiyanto. 2020. *Manajemen Pengendalian Proyek* (1st ed.). Surabaya : Scopindo Media Pustaka.

Thoengsal, J., & Tumpu, M. 2022. *Metode Optimalisasi Penjadwalan Pelaksanaan Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM)* (Ed; First Edition.). Makassar : CV. Tohar Media.  
<https://www.researchgate.net/publication/362325239>

Widiasanti, I., & Lenggogeni. 2014. *Manajemen Konstruksi* (P. Latifah, Ed; Cetakan 2.). Bandung : PT Remaja Rosdakarya.