

## Analisis Kinerja Biaya dan Waktu dengan Metoda *Earned Value* serta Percepatan Sisa Pekerjaan Proyek Jembatan dengan Metoda *Crashing*

Irfan Achmad Taufik<sup>1,\*</sup>, Anton Soekiman<sup>1</sup>, Chandra Afriade Siregar<sup>1</sup>

Jurusan Magister Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP, Bandung<sup>1</sup>

Koresponden\*, Email: [irfanataufik@i-pro.co.id](mailto:irfanataufik@i-pro.co.id)

	Info Artikel	Abstract
Diajukan	01 Agustus 2025	<i>This study analyzes the cost and time performance of the Sequoia Hills Bridge project in Bogor City using the Earned Value and Crashing methods. The Earned Value analysis in the 8th week shows a slight delay in schedule (Schedule Variance -1.17%) but cost efficiency (Cost Variance 0.17%). Overall, the project demonstrates good performance with an Schedule Performance Index ( of 1.30 and a Cost Performance Index of 1.02, projecting an early completion 35 days ahead of schedule (EAS 175 days) and a cost saving of IDR 40.5 million from the planned budget. To meet the project owner's request for acceleration, a Crashing simulation was conducted on the remaining work using several overtime scenarios. The optimal scenario involved 4 hours of overtime on critical tasks, reducing the remaining duration from 171 days to 165 days. This study provides contractors with insight into real-time cost and schedule performance, as well as the most effective and economical acceleration strategy for the remaining project scope.</i>
Diperbaiki	06 Agustus 2025	
Disetujui	25 Mei 2026	

Keywords: earned value, crashing, bridge

### Abstrak

Penelitian ini menganalisis kinerja biaya dan waktu proyek Jembatan Sequoia Hills di Kota Bogor menggunakan metode Earned Value dan Crashing. Hasil analisis EVM pada minggu ke-8 menunjukkan kinerja waktu sedikit tertinggal (*Schedule Variance* -1.17%) namun kinerja biaya lebih hemat (*Cost Variance* 0,17%). Secara keseluruhan, proyek menunjukkan efisiensi dengan *Schedule Performance Index* 1,30 dan *Cost Performance Index* 1,02, memproyeksikan penyelesaian lebih cepat 35 hari dari jadwal (EAS 175 hari) dan penghematan biaya sebesar Rp 40,5 juta dari RAB. Untuk memenuhi permintaan percepatan dari pemilik proyek, dilakukan simulasi Crashing pada sisa pekerjaan dengan berbagai skenario lembur. Skenario terbaik adalah penambahan 4 jam lembur pada pekerjaan kritis, yang menghasilkan durasi optimum 165 hari, lebih cepat dari sisa durasi awal 171 hari. Studi ini memberi acuan bagi kontraktor dalam memantau kinerja proyek serta menentukan strategi percepatan yang efisien dan ekonomis.

Kata kunci: *earned value*, crashing, jembatan

### 1. Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur khususnya jalan dan jembatan, telah mengalami perkembangan yang signifikan dan menjadi salah satu prioritas utama dalam agenda pembangunan nasional di Indonesia. Hal ini tidak terlepas dari peran strategis infrastruktur tersebut baik yang berskala nasional, provinsi, kabupaten, maupun lokal dalam meningkatkan konektivitas antar wilayah dan mendorong pertumbuhan ekonomi daerah. Dalam praktiknya, pembangunan jalan dan jembatan pada skala lokal menjadi salah satu komponen penting dalam mendukung pengembangan kawasan seperti kawasan industri, pemukiman, dan kawasan tata guna lahan lainnya [1].

Manajemen pelaksanaan konstruksi baik pada proyek infrastruktur maupun jenis proyek lainnya merupakan suatu proses perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan sumber daya secara sistematis dan terukur untuk mencapai tujuan proyek dengan efektif dan efisien. Prinsip

"do the right things (efficient)" dan "do the things right (effective)" menjadi pedoman utama bagi pelaku jasa konstruksi dalam menghadapi persaingan pada tingkat lokal, nasional, hingga global. Keberhasilan pelaksanaan konstruksi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain ketersediaan sumber daya yang memadai baik dari sisi kualitas maupun kuantitas, kapasitas sumber daya manusia, kondisi lingkungan, letak geografis, serta faktorfaktor lain yang berdampak pada progres proyek [2].

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, tidak jarang pemilik pekerjaan (*Owner*) membutuhkan atau menginginkan percepatan penyelesaian pekerjaan yang lebih cepat dari target awal. Oleh karena itu, identifikasi terhadap jenis aktivitas dan tingkat kompleksitas pekerjaan menjadi aspek krusial dalam upaya mempercepat proyek agar diperoleh jadwal pelaksanaan yang realistis dan efektif. Optimalisasi percepatan durasi proyek dilakukan guna memberikan optimasi waktu percepatan yang paling

optimum dari sisa pekerjaan yang ada.. Meskipun percepatan dapat memberikan keuntungan dalam bentuk efisiensi waktu dan pengurangan biaya, proses ini tetap memerlukan analisis mendalam untuk menghindari risiko dan konsekuensi yang merugikan [3].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, hasil analisis waktu dan biaya menggunakan metode *Earned Value Analysis* pada proyek pembangunan Jembatan Patih Galung, diperoleh bahwa nilai *Schedule Performance Index* (SPI) lebih besar dari satu, yang menunjukkan pelaksanaan proyek lebih cepat dari jadwal. Namun, nilai *Cost Performance Index* (CPI) kurang dari satu, menandakan terjadinya *cost overrun* atau pengeluaran melebihi anggaran yang ditetapkan, meskipun dampaknya belum sepenuhnya terealisasi. *Schedule Variance* (SV) bernilai positif karena biaya yang dijadwalkan lebih rendah dibandingkan dengan biaya aktual sesuai prestasi kerja, yang menunjukkan proyek mengalami kemajuan. Sementara itu, *Cost Variance* (CV) bernilai negatif karena adanya perbedaan antara biaya yang direncanakan dan biaya aktual yang telah dikeluarkan, yang mengindikasikan kerugian pada proyek. Dari minggu ke-10 hingga minggu ke-54, realisasi biaya berdasarkan bobot pekerjaan mencapai 88,510% atau sebesar Rp 71.424.373.019, sedangkan berdasarkan rencana bobot pekerjaan sebesar 81,889% atau Rp 66.081.465.169, sehingga terdapat selisih biaya sebesar Rp 5.342.907.850 atau 6,621% dari bobot pekerjaan, yang mencerminkan adanya kelebihan pengeluaran dibandingkan dengan rencana [4].

Hasil penelitian lain mengenai metode *crashing* menunjukkan bahwa waktu pelaksanaan pembangunan Jembatan Sei Hanyu di Kabupaten Kapuas yang semula direncanakan selama 1.082 hari kalender (155 minggu), dapat dipercepat menjadi 1.038 hari kalender (148 minggu), sehingga terdapat percepatan selama 44 hari. Percepatan ini memerlukan tambahan biaya sebesar Rp 175.160.710,43, dengan penambahan biaya harian (*cost slope*) sebesar Rp 3.980.925,24 selama 44 hari. Akibatnya, total biaya optimal untuk pelaksanaan percepatan menjadi Rp 45.102.729.928,11 dari rencana awal sebesar Rp 44.927.569.217,68, sehingga terdapat penambahan biaya sebesar 0,390% dari total anggaran semula. Meskipun terjadi peningkatan biaya akibat percepatan, kontraktor pelaksana tetap memperoleh keuntungan sebesar Rp 7.753.233.857,26 atau setara dengan 0,172% [5]. Penelitian ini berfokus pada proyek pembangunan jembatan Sequoia Hills sebagai obyek studi. Jembatan ini dibangun di atas aliran sungai dan terletak dalam kawasan pengembangan pemukiman oleh pengembang PT. TL yang berlokasi di Sentul, Kabupaten

Bogor, Jawa Barat, dengan pelaksanaan konstruksi dilakukan oleh kontraktor PT. WTE.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa kinerja Biaya dan Waktu pelaksanaan pekerjaan sampai dengan waktu tinjau dengan metoda *Earned Value* dan menganalisis percepatan waktu pelaksanaan proyek yang efektif dan efisien dengan Metoda *Crashing* menggunakan *Software Microsoft Project 2013*.

## 2. Metode

Pada penelitian ini digunakan pendekatan kuantitatif [6]. Dilaksanakan pada proyek Jembatan Sequoia Hills pada Pembangunan Jembatan PCI Girder yang berlokasi di Sentul, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Lokasi ini digunakan sebagai obyek penelitian berdasarkan pada kriteria seperti proyek masih dalam tahap pembangunan atau masih berlangsung, proyek mengalami kendala pada pelaksanaannya, serta proyek memiliki data penelitian yang dibutuhkan.

Metode pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan berupa foto-foto pelaksanaan proyek yang didapat pada saat pelaksanaan kunjungan proyek. Sedangkan data Sekunder berupa pengambilan data yang diperoleh dari Proyek Pembangunan Jembatan Sequoia Hills, Sentul Bogor. Adapun data sekunder penelitian ini sebagai berikut:

- Time schedule* yang merupakan data berisikan item pekerjaan, volume pekerjaan serta kurva S pekerjaan.
- Laporan kemajuan pekerjaan mingguan yang berisikan laporan dari prestasi pekerjaan, di dalamnya dapat terlihat apakah terjadi keterlambatan atau kemajuan fisik proyek.
- Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan anggaran biaya proyek untuk pelaksanaan pembangunan proyek hingga akhir penyelesaian.
- Biaya *actual* yaitu biaya yang sesungguhnya dikeluarkan untuk pelaksanaan proyek.
- Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) merupakan perhitungan dari kebutuhan tenaga kerja, bahan dan alat untuk suatu pekerjaan tertentu.

Untuk pengolahan data pada penelitian ini, data-data yang telah terkumpul kemudian dilakukan pengolahan data antara lain yaitu:

### 2.1 Evaluasi Proyek dengan Metode *Earned Value*

#### a. Kinerja Biaya dan Waktu

Dalam menghitung kinerja biaya dan waktu digunakan Persamaan (1), (2), (3), dan (4).

$$CV = BCWP - ACW \quad (1)$$

Dimana :

CV = *Cost Varians* (Rp)

BCWP = *Budgeted Cost of Work Performed* (Rp)

ACWP = *Actual Cost of Work Performed* (Rp)

$$SV = BCWP - BCWS \quad (2)$$

Dimana :

SV = *Schedule Varians* (Rp)

BCWP = *Budgeted Cost of Work Performed* (Rp)

BCWS = *Budget Cost of Work Schedule* (Rp)

$$SPI = BCWP / BCWS \quad (3)$$

Dimana :

SPI = *Schedule Performance Index*

BCWP = *Budgeted Cost of Work Performed* (Rp)

BCWS = *Budget Cost of Work Schedule* (Rp)

$$CPI = BCWP / ACWP \quad (4)$$

Dimana :

CPI = *Cost Performance Index*

BCWP = *Budgeted Cost of Work Performed* (Rp)

ACWP = *Actual Cost of Work Performed* (Rp)

### 2.1.2 Perkiraan Biaya dan Waktu

Untuk perkiraan biaya kita dapat menggunakan Persamaan (5) dan Persamaan (6). Sedangkan untuk perkiraan waktu dapat menggunakan Persamaan (7) dan Persamaan (8).

#### a. Biaya

$$ETC = (BAC - BCWP) \quad (5)$$

Dimana :

ETC = *Estimate to Complete* (Rp)

BAC = *Base Actual Cost* (Rp)

BCWP = *Budgeted Cost of Work Performed* (Rp)

$$EAC = ACWP + ETC \quad (6)$$

Dimana :

EAC = *Estimate at Complete* (Rp)

ACWP = *Actual Cost of Work Performed* (Rp)

ETC = *Estimate to Complete* (Rp)

#### b. Waktu

$$ETS = \text{Sisa waktu} / SPI \quad (7)$$

Dimana :

ETS = *Estimate To Schedule*

SPI = *Schedule Performance Index*

$$EAS = \text{Waktu selesai} + ETS \quad (8)$$

Dimana :

EAS = *Estimate All Schedule*

ETS = *Estimate To Schedule*

### 2.2 Percepatan Durasi Proyek (*Crashing*)

*Crashing* dilakukan dengan menambah jam lembur, adapun Persamaan (9) untuk menghitung produktivitas perhari. Persamaan (10) untuk menentukan produktivitas per

tenaga kerja. Persamaan (11) untuk produktivitas normal perjam. Persamaan (12) untuk produktivitas lembur. Persamaan (13) untuk menghitung efektivitas tenaga kerja, serta untuk menentukan durasi *crash* dapat menggunakan Persamaan (14).

a. Produktifitas per hari

$$= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Durasi Norma (Dn)}} \quad (9)$$

b. Produktifitas per tenaga kerja =  $\frac{\text{Produktifitas per Hari}}{\text{Jumlah tenaga kerja}}$  (10)

c. Produktifitas normal per jam

$$= \frac{\text{Produktifitas per Tenaga Kerja}}{\text{jumlah jam kerja normal}} \quad (11)$$

d. Produktifitas lembur :

$$= \frac{\text{Produktifitas Normal per jam}}{\text{Index Penurunan Produktifitas}} \quad (12)$$

e. Efektivitas tenaga kerja :

$$= 100\% \times \frac{\text{Produktifitas Lembur}}{\text{Produktifitas Normal}} \quad (13)$$

f. Durasi crash :

$$Dc = \frac{Dn \times h}{h + (ho \times e)} \quad (14)$$

Keterangan :

Dc = durasi crash

Dn = durasi normal

h = jam normal

ho = jam lembur

e = efektivitas tenaga kerja

Jam kerja Normal = 8 jam

Dalam skenario percepatan durasi proyek melalui penambahan jam kerja, implikasi pembengkakan biaya harus dievaluasi secara sistematis yang diawali dengan penentuan besaran upah lembur berdasarkan tarif per jamnya. Selanjutnya, total biaya harian untuk percepatan (*crash*) dikalkulasikan dengan menjumlahkan upah harian normal dan upah lembur yang kemudian dikalikan dengan total jumlah pekerja yang terlibat. Akumulasi dari beban finansial tambahan ini kemudian dihitung secara komprehensif dengan mengalikan total biaya *crash* harian tersebut dengan selisih durasi waktu yang berhasil dihemat. Sebagai tahap evaluasi akhir, seluruh tahapan tersebut bermuara pada penentuan nilai *Cost Slope*, yakni parameter krusial yang merepresentasikan rasio efisiensi biaya terhadap waktu, yang diperoleh dengan membandingkan selisih antara biaya pekerjaan *crash* dan biaya normal terhadap selisih durasi waktu normal dan durasi setelah dilakukan percepatan.

### 2.3 Metode *Earned Value*

Menurut Soeharto analisa varian untuk SV dan CV ang dapat kita lihat seperti pada **Tabel 1** [7]. Adapun untuk penilaian elemen nilai hasil (*Earned Value*) ditabelkan menjadi seperti **Tabel 2** [8]

**Tabel 1. Analisis Varians Terpadu**

Varians Jadwal (SV)	Varians Biaya (CV)	Keterangan
Positif	Positif	Pekerjaan lebih cepat dari adal dan biaya lebih kecil
Nol	Positif	Pekerjaan sesuai jadwal dan biaya lebih kecil dari anggaran
Positif	Nol	Pekerjaan lebih cepat dan biaya sesuai anggaran
Nol	Nol	Pekerjaan sesuai jadwal dan anggaran
Negatif	Negatif	Pekerjaan selesai terlambat dan biaya lebih tinggi dari anggaran
Nol	Negatif	Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dan biaya lebih tinggi dari anggaran
Negatif	Nol	Pekerjaan selesai terlambat dan biaya sesuai anggaran
Positif	Negatif	Pekerjaan selesai lenoh cepat dengan biaya diatas anggaran

**Tabel 2. Penilaian *Earned Value***

No.	Indikator	Varian	Nilai	Kinerja	Nilai	Penilaian
		CV	+	CPI	> 1	Untung
1.	Biaya	CV	0	CPI	= 1	Biaya aktual = Biaya rencana
		CV	-	CPI	< 1	Rugi
		SV	+	SPI	> 1	Lebih cepat dari jadwal
2.	Jadwal	SV	0	SPI	= 1	Sesuai jadwal
		SV	-	SPI	< 1	Terlambat dari jadwal

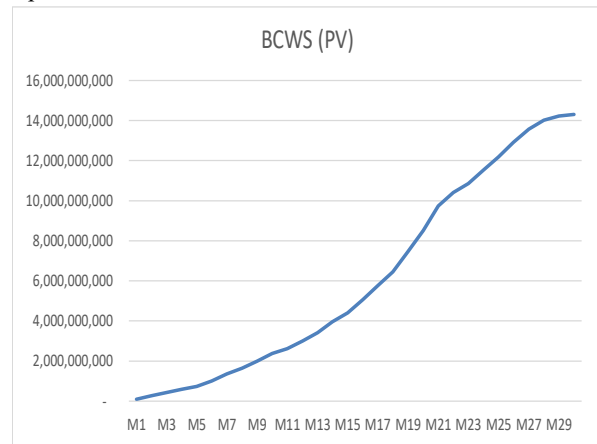
**2.4 Analisa Percepatan dengan Metode *Crashing* dan *Software Microsoft Project***

Strategi percepatan durasi penyelesaian proyek dalam penelitian ini diimplementasikan melalui skenario penambahan jam kerja operasional (lembur), yang dirancang untuk meningkatkan kapasitas dan volume produktivitas pekerjaan harian secara terukur. Optimalisasi jadwal ini dianalisis menggunakan pendekatan *Time-Cost Trade Off* (TCTO), sebuah metode yang menuntut kalkulasi sistematis terhadap *crash duration* (durasi pemampatan) dan *crash cost* (biaya pemampatan) untuk mencari titik keseimbangan terbaik. Sebagai instrumen analitis, penelitian ini memanfaatkan *Precedence Diagram Method* (PDM) yang diintegrasikan dengan perangkat lunak *Microsoft Project* untuk memodelkan jaringan kerja secara komprehensif dan mengekstraksi jalur kritis (*critical path*) proyek. Berdasarkan pemetaan struktural tersebut, prosedur *crashing* dieksekusi secara selektif dan bertahap pada kegiatan-kegiatan di sepanjang jalur kritis, dengan memprioritaskan aktivitas yang memiliki nilai *cost slope* terendah. Pendekatan teknis ini bertujuan untuk memaksimalkan efisiensi pemangkasan waktu penyelesaian proyek dengan konsekuensi eskalasi biaya tambahan yang paling minimal.

**3. Hasil dan Pembahasan**

Pada bagian ini akan didiskusikan hasil dari analisis data. Adapun analisa anggaran biaya terhadap waktu yang dialokasikan berdasarkan rencana kerja selama 30 minggu yang telah di susun terhadap waktu. Besarnya BCWS setiap minggu dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Dari **Tabel 3** dapat dilihat perhitungan nilai BCWS perminggu dan kumulatif selama 30 minggu. Bobot tiap minggunya berbeda-beda, namun di akhir perhitungan yaitu pada minggu ke-30, bobot rencana kumulatif adalah 100 % dan nilai BCWS kumulatifnya adalah Rp14.300.000,00. Nilai ini sama dengan nilai total RAB untuk proyek ini. Dari **Tabel 3** maka selanjutnya di buat grafik seperti pada **Gambar 1** untuk mempermudah melihat alur naik turunnya nilai BCWS. Nilai terendah ada pada minggu ke-30 dengan bobot mingguan sebesar 0.176% yaitu senilai Rp68.489.802,-. Sedangkan nilai tertinggi ada pada minggu ke-21 dengan bobot mingguan sebesar 8.525% yaitu senilai Rp1.219.007.460,-.



**Gambar 1. Grafik BCWS**

Adapun besarnya BCWP setiap minggu dapat dilihat pada **Tabel 4**.

**Tabel 3.** *Budget Cost of Work Schedule (BCWS)*

No	Minggu ke	% Rencana	% Rencana Kum	PV per minggu	PV kumulatif
1	M1	0.759	0.759	108,534,340	108,534,340
2	M2	1.131	1.89	161,697,998	270,232,338
3	M3	1.168	3.06	166,962,148	437,194,486
4	M4	1.072	4.13	153,231,461	590,425,947
5	M5	1.053	5.18	150,623,463	741,049,410
6	M6	1.895	7.08	270,925,135	1,011,974,546
7	M7	2.489	9.57	355,976,863	1,367,951,409
8	M8	1.990	11.56	284,528,876	1,652,480,285
9	M9	2.425	13.98	246,818,794	1,999,299,079
10	M10	2.685	16.67	383,908,445	2,383,307,524
11	M11	1.699	18.36	242,907,262	2,626,114,786
12	M12	2.669	21.03	381,641,672	3,007,756,458
13	M13	2.951	23.98	422,022,617	3,429,779,075
14	M14	3.748	27.73	536,007,163	3,965,786,238
15	M15	3.077	30.81	439,967,262	4,405,753,501
16	M16	4.665	35.47	667,159,832	5,072,913,332
17	M17	4.905	40.38	701,419,824	5,774,333,157
18	M18	4.719	45.10	674,841,205	6,449,174,362
19	M19	7.071	52.17	1,011,129,389	7,460,303,750
20	M20	7.416	59.59	1,060,536,664	8,520,840,415
21	M21	8.525	68.11	1,219,007,460	9,739,847,874
22	M22	4.743	72.85	678,218,246	10,418,066,120
23	M23	3.153	76.01	450,814,362	10,868,880,482
24	M24	4.593	80.60	656,809,325	11,525,689,807
25	M25	4.590	85.19	656,347,810	12,182,037,616
26	M26	5.149	90.34	736,345,095	12,918,382,711
27	M27	4.616	94.95	660,073,641	13,578,456,353
28	M28	3.063	98.02	438,014,237	14,016,470,589
29	M29	1.504	99.52	215,059,609	14,231,530,198
30	M30	0.479	100.00	68,469,802	14,300,000,000
Total :		100.000		14,300,000,000	

**Tabel 4.** *Budgeted Cost of Work Performed (BCWP)*

No	Minggu ke	% Realisasi	% Realisasi Kum	EV per Minggu	EV Kumulatif
1	M1	1.207	1.207	172,621,575	172,621,575
2	M2	1.189	2.396	169,963,114	342,584,688
3	M3	2.843	5.238	406,478,758	749,063,446
4	M4	3.369	8.607	481,784,560	1,230,848,006
5	M5	3.085	11.692	441,173,671	1,672,021,677
6	M6	1.738	13.431	248,542,005	1,920,563,682
7	M7	0.728	14.159	104,154,459	2,024,718,141
8	M8	0.816	14.975	116,653,745	2,141,371,887
	TOTAL			2,141,371,887	

Dari **Tabel 4** dapat dilihat perhitungan nilai BCWP perminggu dan kumulatif selama 8 minggu atau Waktu Tinjau yaitu minggu ke 8 (4 Desember 2024). Dari **Tabel 4** maka selanjutnya dibuat grafik untuk mempermudah melihat alur naik turunnya nilai BCWP. Hal ini dapat kita lihat pada **Gambar 2**.

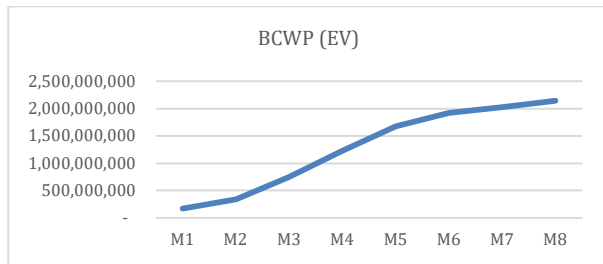
Nilai terendah ada pada minggu ke-7 dengan bobot mingguan sebesar 0.728% yaitu senilai Rp 104.154.459,-.

Sedangkan nilai tertinggi ada pada minggu ke-4 dengan bobot mingguan sebesar 3.369 % yaitu senilai Rp 481.784.560,-.

Selanjutnya dari dibuat grafik seperti pada **Gambar 2** Nilai ACWP perminggu didapatkan dari data laporan keuangan yang sesuai dengan posting *Cost Account* yang direncanakan. Adapun untuk besarnya ACWP setiap minggu dapat dilihat pada **Tabel 5**.

**Tabel 5. Actual Cost of Work Performed (ACWP)**

Minggu ke	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Total Realisasi Biaya = ACWP (Rp)	AWCP kum (Rp)
M1	172,937,290	130,865,126	303,802,416	303,802,416
M2	52,013,000	128,849,735	180,862,735	484,665,151
M3	57,620,000	308,153,218	365,773,218	850,438,370
M4	64,367,472	365,242,856	429,610,328	1,280,048,698
M5	373,000	334,455,574	334,828,574	1,614,877,272
M6	3,300,000	188,420,717	191,720,717	1,806,597,989
M7	74,128,333	78,435,684	153,088,257	1,959,686,246
M8	52,728,883	88,435,684	141,164,567	2,100,850,813
Total	477,467,978	1,623,382,834	2,100,850,813	

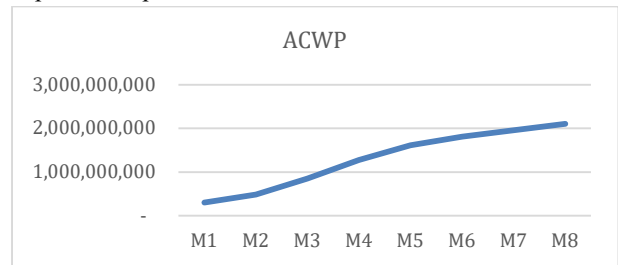


**Gambar 2. Grafik BCWP**

Dari **Tabel 5.** tersebut dapat dilihat perhitungan nilai ACWP perminggu dan kumulatif selama 8 minggu atau Waktu Tinjau yaitu minggu ke 8 (4 Desember 2024). Dari Tabel di atas maka selanjutnya di buat grafik seperti pada **Gambar 3** untuk mempermudah melihat alur naik turunnya nilai ACWP. Nilai terendah ada pada minggu ke-8 dengan

nilai Rp 141.164.567,-. Sedangkan nilai tertinggi ada pada minggu ke-4 dengan nilai sebesar Rp 429.610.328 ,-

*Schedule Variance* atau Varian jadwal merupakan selisih dari besarnya nilai BCWP kinerja proyek dengan anggaran (BCWS) yang direncanakan. Besarnya SV pada tiap minggu dapat dilihat pada **Tabel 6.**



**Gambar 3. Grafik ACWP**

**Tabel 6. Schedule Variance (SV)**

No	Minggu ke	BCWS=PV	BCWP=EV	SV = EV-PV	SV %
1	M1	108,534,340	172,629,575	64,087,235	0.45%
2	M2	161,697,998	169,963,114	8,265,115	0.06%
3	M3	166,962,148	406,478,758	239,516,610	1.67%
4	M4	153,231,461	481,784,560	328,553,098	2.30%
5	M5	150,623,463	441,173,671	290,550,098	2.03%
6	M6	270,925,135	248,542,005	(22,383,130)	-0.16%
7	M7	355,967,863	104,154,459	(251,822,404)	-1.76%
8	M8	284,528,876	116,653,745	(167,875,131)	-1.17%
		1,652,480,284,797	2,141,371,887		

Dari **Tabel 6** dapat diketahui pada minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-5 SV bernilai positif, yaitu 0.45%, 0.06%, 1.67%, 2,3% dan 2,03%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai yang telah diperoleh (EV) lebih tinggi dari pada nilai yang telah direncanakan (PV). Pada minggu ke-1 proyek ahead 0.45% atau senilai Rp.64.087.235. Minggu ke-2 ahead sebesar 0,06% atau senilai Rp. 8.265.115, pada minggu ke-3 proyek ahead sebesar 1,67% dengan nilai Rp. 239.516.610, pada minggu ke-4 proyek ahead sebesar 2,30% dengan nilai Rp. 328.553.098, dan pada minggu ke-5 proyek ahead sebesar 2,03% dengan nilai Rp. 290.550.208.

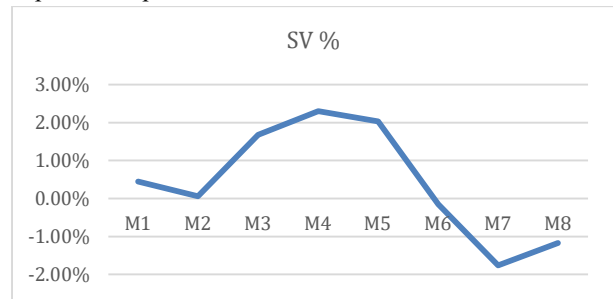
Sedangkan jika SV bernilai negatif hal ini mengartikan bahwa proyek pada minggu tertentu, nilai yang telah diperoleh (EV) lebih tinggi daripada nilai yang direncanakan (PV) yang berarti pada periode tersebut proyek mengalami delay atau terlambat. Dari minggu 6 sampai minggu 8 SV yang bernilai negative, yaitu minggu ke-6 delay sebesar -0,16% senilai Rp 22.383.130, pada yaitu minggu ke-7 delay sebesar -1,76% senilai Rp 251.822.404, dan pada minggu ke-8 delay sebesar -1,17% senilai Rp 167.875.131.

Dari hal tersebut bisa kita tampilkan dalam bentuk grafik seperti pada **Gambar 4.** Dari grafik pada **Gambar 4** tersebut

terlihat bahwa proyek mengalami *ahead* atau lebih cepat dari rencana untuk minggu ke 1 sampai dengan minggu ke 5, dan proyek mulai mengalami keterlambatan atau *delay* pada minggu ke 5 sampai dengan minggu ke 8 atau waktu tinjau.

*Cost Variance* atau varisasi biaya adalah perbandingan antara biaya nyata yang terjadi selama proyek dan nilai yang diperoleh setelah menyelesaikan paket pekerjaan. *Cost Variance* yang positif menunjukkan bahwa nilai paket pekerjaan yang diperoleh lebih besar daripada biaya yang dikeluarkan untuk mengerjakan paket pekerjaan tersebut. Sebaliknya, nilai yang negatif menunjukkan bahwa nilai paket pekerjaan yang diselesaikan lebih rendah daripada

biaya yang sudah dikeluarkan. Besarnya CV pada tiap minggu dapat dilihat pada **Tabel 7**.



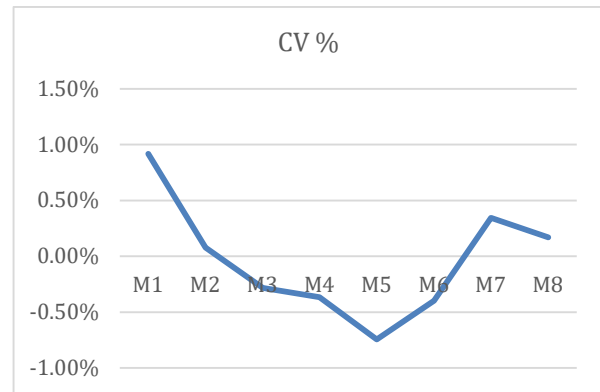
**Gambar 4.** Grafik SV

**Tabel 7.** Cost Variance (CV)

No	Minggu ke	BCWS=PV	ACWP=AC	CV = EV-AC	CV %
1	M1	172,621,575	303,802,416	131,180,841	0.92%
2	M2	169,963,114	180,862,735	10,899,622	0.085
3	M3	406,478,758	365,773,218	(40,705,540)	-0.28%
4	M4	481,784,560	429,610,328	(52,174,231)	-0.36%
5	M5	441,173,671	334,828,574	(106,345,096)	-0.74%
6	M6	248,542,005	191,720,717	(56,821,289)	-0.40%
7	M7	104,154,459	153,088,257	48,933,798	0.34%
8	M8	116,653,745	141,164,567	24,510,822	0.17%
		2,141,371,887	2,100,850,813		

Dari **Tabel 7**, dapat dilihat bahwa terdapat CV yang bernilai positif dan negatif. Hal ini menunjukkan bahwa nilai pekerjaan yang diperoleh ada yang lebih besar dan ada pula yang lebih kecil daripada biaya yang dikeluarkan. Grafik dari CV tersebut bisa dilihat dari **Gambar 5**.

Selanjutnya, untuk besarnya SPI pada setiap minggu dapat dilihat pada **Tabel 8**. Dari **Tabel 8** dapat dilihat bahwa nilai SPI yang telah di hitung hasilnya berbeda-beda. Nilai SPI > 1 menunjukkan bahwa *schedule overrun*, artinya proyek berlangsung lebih cepat dari rencana yang telah di buat. Sedangkan jika SPI=1 artinya proyek berjalan sesuai rencana. Tapi jika SPI<1 itu artinya proyek berjalan terlambat.



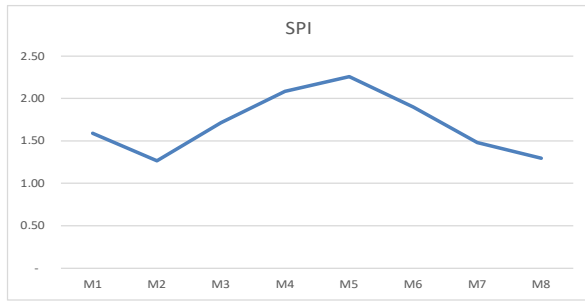
**Gambar 5.** Grafik CV

**Tabel 8.** Schedule Performance Index (SPI)

No	Minggu ke	BCWP = EV kum	BCWP = PV kum	SPI = EV/PV	Analisa
1	M1	172,621,575	108,534,340	1.59	Lebih Cepat
2	M2	342,584,688	270,232,338	1.27	Lebih Cepat
3	M3	749,063,446	437,194,486	1.71	Lebih Cepat
4	M4	1,230,848,006	590,425,947	2.08	Lebih Cepat
5	M5	1,672,021,677	741,049,410	2.26	Lebih Cepat
6	M6	1,920,563,682	1,011,974,546	1.90	Lebih Cepat
7	M7	2,024,718,141	1,367,951,409	1.48	Lebih Cepat
8	M8	2,141,371,887	1,652,480,285	1.30	Lebih Cepat

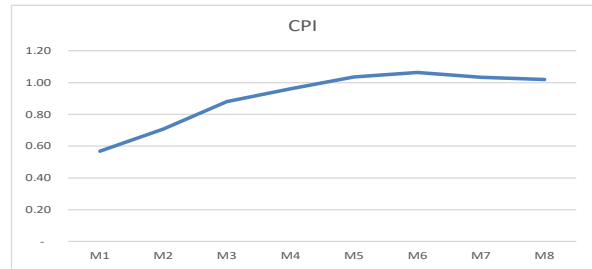
Dari **Tabel 8** dapat dilihat juga dalam bentuk Grafik pada **Gambar 6**. Berdasarkan **Gambar 6** terlihat bahwa nilai SPI lebih dari 1 (SPI > 1), atau proyek tersebut secara durasi lebih

cepat terdapat pada minggu ke 1 sampai dengan minggu ke 8, proyek mengalami waktu lebih cepat dari rencana atau penjadwalan yang telah disusun di awal.



**Gambar 6.** Grafik SPI

Faktor efisiensi biaya yang telah dikeluarkan dapat diperlihatkan dengan membandingkan nilai BCWP dengan ACWP. Sehingga diperoleh besarnya CPI pada setiap minggu dapat dilihat pada **Tabel 9** dan **Gambar 7**.



**Gambar 7.** Grafik CPI

Terlihat bahwa nilai CPI ada yang lebih dari 1, atau proyek lebih hemat dari rencana, akan tetapi ada juga yang mendapat nilai CPI kurang dari 1 atau biaya lebih boros dari rencana awal. Adapun asil ETC, EAC, ETS, dan EAS berturut-turut dapat dilihat pada **Tabel 10, 11, 12, dan 13**.

**Tabel 9.** Cost Performance Index (CPI)

No	Minggu ke	BCWP = EV kum	ACWP = AC kum	CPI = EV/AC	Analisa
1	M1	172,621,575	303,802,416	0.57	Boros
2	M2	342,584,688	484,665,151	0.71	Boros
3	M3	749,063,446	850,438,370	0.88	Boros
4	M4	1,230,848,006	1,280,048,698	0.96	Boros
5	M5	1,672,021,677	1,614,877,272	1.04	Hemat
6	M6	1,920,563,682	1,806,597,989	1.06	Hemat
7	M7	2,024,718,141	1,959,686,246	1.03	Hemat
8	M8	2,141,371,887	2,100,850,813	1.02	Hemat

**Tabel 10.** Estimate to Complete (ETC)

No	Minggu ke	BAC	BCWP = EV kum	ETC = BAC - EV	%
1	M1	14,300,000,000	172,621,575	14,127,378,425,41	98.79%
2	M2	14,300,000,000	342,584,688	13,957,415,311,83	97.60%
3	M3	14,300,000,000	749,063,446	13,550,936,553,73	94.76%
4	M4	14,300,000,000	1,230,848,006	13,069,151,994,19	91.39%
5	M5	14,300,000,000	1,672,021,677	12,627,978,323,44	88.31%
6	M6	14,300,000,000	1,920,563,682	12,379,436,317,96	86.57%
7	M7	14,300,000,000	2,024,718,141	12,275,281,858,53	85.84%
8	M8	14,300,000,000	2,141,371,887	12,158,628,113,32	85.03%

**Tabel 11.** Estimate at Complete (EAC)

No	Minggu ke	ACWP = AC kum	ETC	EAC = AC kum + ETC	%
1	M1	303,802,416	14,127,378,425	14,431,180,841,40	100.92%
2	M2	484,665,151	13,957,415,312	14,442,080,463,26	100.99%
3	M3	850,438,370	13,550,936,554	14,401,374,923,46	100.71%
4	M4	1,280,048,698	13,069,151,994	14,349,200,692,17	100.34%
5	M5	1,614,877,272	12,627,978,323	14,242,855,595,70	99.60%
6	M6	1,806,597,989	12,379,436,318	14,186,034,306,79	99.20%
7	M7	1,959,686,246	12,275,281,859	14,234,968,104,42	99.55%
8	M8	2,100,850,813	12,158,628,113	14,259,478,926,08	99.72%

Berdasarkan visualisasi grafik pada Gambar 8, kurva ACWP dan BCWP secara konsisten menunjukkan posisi yang berada di atas kurva BCWS. Posisi kurva ini, yang turut didukung oleh hasil perhitungan indikator EV dan SV,

memberikan bukti empiris bahwa secara umum kemajuan fisik pekerjaan di lapangan mengalami akselerasi dan berjalan lebih cepat dibandingkan penjadwalan baseline awal.

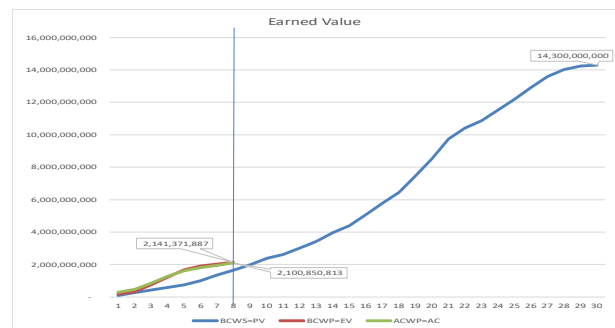
**Tabel 12.** *Estimate To Schedule (ETS)*

No	Minggu ke	Sisa Waktu (minggu)	SPI	ETS = Sisa waktu/SPI minggu	Hari
1	M1	22	1.59	13.83	97
2	M2	22	1.27	17.35	122
3	M3	22	1.71	12.84	90
4	M4	22	2.08	10.55	74
5	M5	22	2.26	9.75	69
6	M6	22	1.90	11.59	82
7	M7	22	1.48	14.86	105
8	M8	22	1.30	16.98	119

**Tabel 13.** *Estimate All Schedule (EAS)*

No	Minggu ke	Waktu Selesai (minggu)	ETS (minggu)	EAS = Waktu selesai + ETS	Hari
1	M1	8	13.83	21.83	153
2	M2	8	17.35	25.35	178
3	M3	8	12.84	20.84	146
4	M4	8	10.55	18.55	130
5	M5	8	9.75	17.75	125
6	M6	8	11.59	19.59	138
7	M7	8	14.86	22.86	161
8	M8	8	16.98	24.98	175

Proyeksi estimasi waktu penyelesaian proyek **Tabel 13** lebih lanjut mengindikasikan bahwa, apabila tren kinerja dan kondisi operasional saat ini diasumsikan berjalan konstan, durasi total proyek dapat direduksi hingga selesai 35 hari lebih awal dari target rencana. Sejalan dengan efisiensi waktu tersebut, evaluasi kinerja pembiayaan yang dijabarkan pada **Tabel 12** memproyeksikan adanya potensi penghematan anggaran yang signifikan sebesar Rp 40.521.073,92 pada akhir masa penyelesaian proyek. Ringkasan komprehensif terkait keseluruhan kalkulasi parameter EVM ini telah ditabulasi secara sistematis pada Tabel 13 untuk memfasilitasi interpretasi kinerja proyek secara holistik.

**Gambar 8.** Grafik Indikator, Varians dan Indeks Kinerja Earned Value**Tabel 13.** *Summary Earned Value*

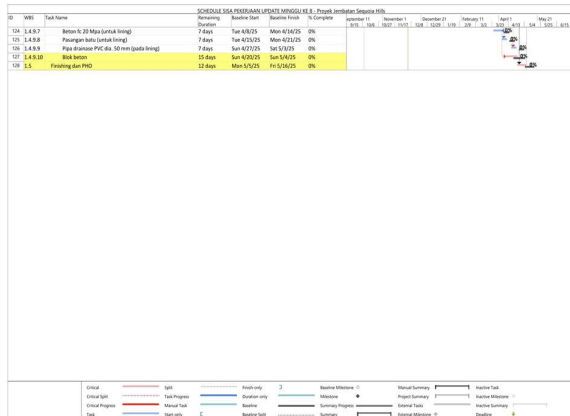
No	Parameter	Nilai	Keterangan
1	BAC	Rp. 14,300,000,000	Nilai RAB
2	BCWS=PV	Rp. 1,652,480,285	
3	BCWP=EV	Rp. 2,141,371,887	
4	ACWP=AC	Rp. 2,100,850,813	
5	SV (waktu tinjau)	-1.17%	
6	CV (waktu tinjau)	0.17%	SV negatif, pada waktu tinjau terlambat dr rencana
7	SPI	1.30	SPI > 1 berarti kinerja waktu proyek lebih hemat dr rencana
8	CPI	1.02	CPI > 1 berarti kinerja biaya proyek lebih hemat
10	EAS	175	Perkiraan penyelesaian durasi 175 hari atau lebih cepat 35 hari dari rencana
11	EAC	Rp. 14,259,478,926	Perkiraan Biaya Penyelesaian lebih rendah Rp. 40,521,073

Untuk melakukan *Crashing* atau percepatan sisa pekerjaan maka perlu dilakukan *update schedule* dari Minggu ke 8 hingga Minggu ke 30, dan ditentukan jalur kritisnya yang baru atau *updated* akibat perubahan susunan

antar aktivitas dengan sumber daya yang baru. Sumber daya dapat berupa penambahan tenaga kerja, alat berat, atau jam kerja. *Gantt Chart* dari *Update Schedule* tersebut seperti pada **Gambar 9** dan **Gambar 10**.

**Tabel 14.** Rekapitulasi Perhitungan *Crashing*

	Durasi awal	Durasi crashing	Jumlah Biaya Crashing per hari			Keterangan
			<i>Direct Cost</i>	<i>Indirect Cost</i>	<i>Total Cost</i>	
Skenario 1 tidak bisa crashing						
Skenario 2 crashing pada item						
Perkerjaan Dudukan Railing Besi	7	6	2,973,586	8,211,017	11,184,603	
Skenario 3 crashing pada item						
Pekerjaan Pile Cap, Abutment dan Wingwall Bekisting	16	12	6,376,106	8,211,017	14,587,122	
Pekerjaan Dudukan Railing Besi	7	6	2,162,608	8,211,017	10,373,625	
Skenario 4 crashing pada item						
Pekerjaan pile Cap, Abutment dan Wingwall Bekisting	16	11	3,965,969	8,211,017	12,176,985	Optimum
Besi	21	15	5,296,324	8,211,017	13,507,341	=>waktu crash paling Panjang
Pekerjaan Dudukan Railing Bekisting						
Besi	7	6	7,032,888	8,211,017	15,243,905	=>Blaya Carsh paling murah
Besi	7	6	1,621,956	8,211,017	9,832,973	



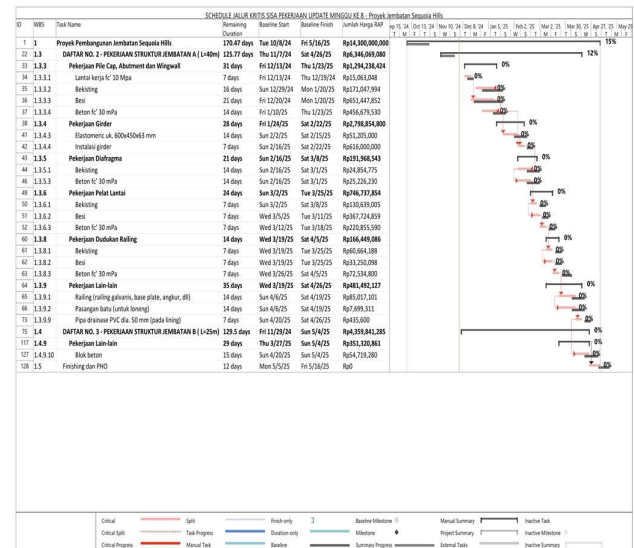
**Gambar 9.** Update Schedule Minggu ke-8 (Progres 14.97%)

Adapun untuk hasil rekapitulasi perhitungan Crasing dapat dilihat pada **Tabel 14** Keempat skenario tersebut kemudian diplot durasi nya ke dalam Schedule Sisa Pekerjaan, maka akan diperoleh hasil seperti pada **Tabel 15**. Sehingga, penambahan jam kerja lembur selama 4 jam pada beberapa item kritis dari sisa pekerjaan dan mempunyai *cost slope* paling rendah dan menghasilkan durasi crash yg paling

**Tabel 15.** Rekapitulasi Perhitungan Durasi

Kondisi	Durasi Normal	Durasi Crash	Total Durasi
Normal	171		171
Skenario 1		0	171
Skenario 2		3	169
Skenario 3		3	169
Skenario 4		7	165

optimum pada 165 hari dari total sisa durasi pekerjaan selama 171 hari.



**Gambar 10.** Jalur Kritis dan Durasi Sisa Pekerjaan dengan Durasi 171 hari

#### 4. Simpulan

Dari hasil penelitian *Earned Value Method* menunjukkan bahwa pada Minggu ke 8 dari 30 Minggu rencana kontrak diperoleh kinerja waktu SV sebesar -1,17% (SV Negatif) atau progress lebih lambat dari rencana, dan CV sebesar 0,17% (CV Positif) atau kinerja biaya sebesar lebih hemat dari rencana. Sedangkan kinerja waktu secara keseluruhan dari Minggu 1 sampai dengan Minggu 8 sebesar 1,30 (>1) maka kinerja waktu lebih cepat dari rencana dan kinerja biaya dari Minggu ke 1 sampai dengan Minggu 8 sebesar 1,02 (>1) menunjukkan kinerja biaya yang baik dengan adanya realisasi biaya yang lebih kecil dari rencana. Proyeksi akhir proyek secara waktu ditunjukkan dengan nilai EAS sebesar 175 hari atau lebih cepat 35 hari dari total rencana 210 hari dengan asumsi kondisi yang konstan. Adapun Proyeksi Biaya ditunjukkan dengan nilai EAC sebesar Rp14.259.478.926,- atau lebih hemat dari RAB Rp14.300.000.000,- sebesar Rp 40.521.073,-

Simulasi *Crashing Method* dilakukan pada Sisa Pekerjaan dengan penambahan jam kerja lembur dengan beberapa scenario jumlah jam lembur. Diperoleh hasil bahwa scenario 4, yaitu penambahan jam kerja lembur selama 4 jam pada beberapa item kritis dari sisa pekerjaan dan mempunyai *cost slope* paling rendah dan menghasilkan durasi *crash* yg paling optimum pada 165 hari dari total sisa durasi pekerjaan selama 171 hari.

#### Daftar Pustaka

[1] A. W. E. Sakti and F. Rachmawati, "Penerapan

- Metode Time Cost Trade Off (TCTO) dalam Optimasi Durasi dan Biaya pada Proyek Preservasi Jalan dan Jembatan Gempol– Pasuruan– Probolinggo," *J. Tek. ITS*, vol. 12, no. 1, 2023.
- [2] Mahyuddin *et al.*, *Manajemen Proyek Konstruksi*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2023.
- [3] R. Irfanto, W. Tjoanda, R. Lidyawati, and K. M. Tenggara, "ANALISIS PENAMBAHAN BIAYA PERCEPATAN PADA PROYEK," vol. 13, no. 2, pp. 219–232, 2024.
- [4] R. Revisdah, M. Arfan, J. Jonizar, and R. N. Arravi, "Analisa Waktu Dan Biaya Dengan Metode Earned Value Analysis Pada Pekerjaan Proyek Pembangunan Jembatan," *Bear. J. Penelit. dan Kaji. Tek. Sipil*, vol. 8, no. 1, p. 11, 2023, doi: 10.32502/jbearing.v8i1.6264.
- [5] W. Oetomo, P. Priyoto, and U. Uhad, "Analisis Waktu dan Biaya dengan Metode Crash Duration pada Keterlambatan Proyek Pembangunan Jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas," *Media Ilm. Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 8–22, 2017, doi: 10.33084/mits.v6i1.262.
- [6] Sugiyono, *Metodelogi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif dan R&D*. Bandung: ALFABETA, 2019.
- [7] Soeharto, *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. Jakarta: Erlangga, 1999.
- [8] W. I and Lenggogeni, *Manajemen Konstruksi*. Bandung: PT REMAJA ROSDAKARYA, 2013.

**Halaman ini sengaja dikosongkan**