

# EVALUASI BIAYA DAN WAKTU PROYEK MENGUNAKAN METODE EARNED VALUE ANALYSIS DAN CRASHING (STUDI KASUS : PROYEK PERLINDUNGAN TANGGUL SUNGAI CISANGGARUNG DI KABUPATEN KUNINGAN)

<sup>1</sup>Maulvi Chairurraziqin, <sup>2</sup>Henny Pratiwi Adi, <sup>3</sup>Eko Muliawan Satrio

<sup>1,2,3</sup> Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

\*Corresponding Author:  
maulvichairurr@gmail.com

## ABSTRAK

*Pada pelaksanaan suatu proyek, terdapat berbagai permasalahan yang dapat mempengaruhi kelancarannya, salah satunya keterlambatan waktu. Hal ini terjadi pada Proyek Perlindungan Tanggul Sungai Cisanggarung di Kuningan. Dengan permasalahan tersebut, perlu dilakukan evaluasi agar proyek dapat sesuai dengan perencanaan awal yaitu tepat waktu dan biaya. Data yang digunakan berupa data primer yaitu dokumentasi pelaksanaan serta data sekunder berupa RAB, time schedule, laporan mingguan, dan AHSP. Metode earned value digunakan untuk evaluasi biaya dan waktu serta metode crashing menggunakan bantuan Software Primavera P6 untuk peningkatan efektifitas waktu. Analisa yang dilakukan berupa analisa kinerja proyek dan perkiraan biaya dan waktu dalam penyelesaian proyek serta percepatan pekerjaan pada item pekerjaan yang masuk lintasan kritis. Hasil evaluasi menggunakan earned value pada minggu ke-21 menunjukkan kinerja jadwal (SPI) sebesar 0,55 dan kinerja biaya (CPI) sebesar 0,98 yang mengindikasikan bahwa proyek terlambat dan mengalami over budgeting. Berdasarkan keterlambatan tersebut, proyek diperkirakan selesai dengan durasi 546 hari dan biaya total sebesar Rp.38,378,879,582.69. Untuk menghindari keterlambatan dilakukan percepatan dari sisa pekerjaan dan durasi proyek selama 221 hari, dilakukan alternatif lembur selama 1 jam dihasilkan durasi 360 hari dan biaya akhir sebesar Rp.36,521,297,303.01. Alternatif 2 dengan penambahan 25% tenaga kerja dihasilkan durasi 361 hari dan biaya akhir sebesar Rp.36,028,829,839.80.*

**Kata Kunci:** proyek; biaya; waktu; earned value; crashing.

---

**Abstract**

*In the implementation of a project, there are various issues that can affect its smooth progress, one of which is time delays. This occurred in the Cisanggarung River Embankment Protection Project in Kuningan. Given this issue, an evaluation needs to be carried out so that the project can align with the initial planning, namely being completed on time and within budget. The data used includes primary data such as implementation documentation and secondary data such as the Bill of Quantity (RAB), time schedule, weekly reports, and AHSP (Standard Unit Price Analysis). The earned value method is used for evaluating cost and time performance, while the crashing method using Primavera P6 software is applied to improve time efficiency. The analysis includes project performance analysis, cost and time estimates for project completion, and work acceleration on items that fall on the critical path. The evaluation results using earned value in week 21 show a Schedule Performance Index (SPI) of 0.55 and a Cost Performance Index (CPI) of 0.98, indicating that the project is delayed and over budget. Based on these delays, the project is estimated to be completed in 546 days with a total cost of IDR 38,378,879,582.69. To avoid delays the remaining work and project duration of 221 days are being accelerated, an alternative of 1-hour overtime results in a project duration of 360 days with a final cost of IDR 36.521.297.303,01. A second alternative, involving a 25% increase in manpower, also results in a duration of 361 days with a final cost of IDR 36,028,829,839.80.*

**Keywords:** *project; cost; time; earned value; crashing*

## 1. PENDAHULUAN

Dalam masa pelaksanaan suatu proyek konstruksi, terdapat berbagai permasalahan yang dapat berpengaruh terhadap kelancaran proyek, salah satunya keterlambatan proyek. Oleh karena itu suatu proyek harus memiliki manajemen konstruksi yang baik. Manajemen konstruksi adalah kegiatan memelihara, mengembangkan, mengendalikan, dan menjalankan yang terorganisasi agar mencapai tujuan yang diharapkan (Husen, 2009). Penerapan sistem pengendalian konstruksi yang efektif dan efisien akan memberikan manfaat untuk proyek dari segi waktu pelaksanaan dapat lebih cepat selesai dari rencana serta perolehan keuntungan yang lebih bagi penyedia jasa konstruksi (Irianie, 2011). Bentuk dari pengendalian dapat berupa kegiatan monitoring dan evaluasi dengan cara mengumpulkan data dan informasi agar pengelola proyek dapat membandingkan antara rencana dan realisasi kegiatan di lapangan, agar dapat dijadikan dasar dalam mengambil tindakan sesuai kepentingan pencapaian tujuan.

Sasaran dan tujuan proyek seperti optimasi kinerja biaya, mutu, dan waktu harus memiliki standar dan kriteria sebagai alat ukur, agar dapat mengindikasikan pencapaian kinerja proyek. Salah satu cara mengetahui hasil kinerja proyek selama masa pelaksanaan dapat menggunakan metode Konsep Nilai Hasil (*Earned Value Analysis*). Konsep ini merupakan salah satu metode yang digunakan dalam pengelolaan proyek yang mengendalikan biaya dan jadwal proyek secara terpadu dan efisien. Metode ini menunjukkan informasi kinerja proyek pada pelaporan suatu periode dan menunjukkan estimasi waktu dan biaya untuk menyelesaikan semua proyek berdasarkan indikator kinerja saat pelaporan.

Guna mencapai optimasi biaya dan waktu, penggunaan metode *Crash Program* (*Crashing*) dapat menganalisa keterlambatan pekerjaan yang berada dalam jalur kritis.

Metode ini dapat memberikan dampak efisiensi dalam memperoleh waktu yang lebih efektif terhadap pelaksanaan suatu proyek (Regel, 2022). *Crashing* adalah proses mereduksi waktu penyelesaian proyek dengan disengaja, sistematis, dan analitik melalui pengujian dari semua kegiatan yang difokuskan pada kegiatan di jalur kritis. Lintasan kritis dapat menjadi pengaruh terhadap percepatan waktu pelaksanaan proyek. Dalam beberapa kondisi, percepatan waktu untuk pelaksanaan bersifat minimum dengan maksimum biaya yang memungkinkan.

Proyek Perlindungan Tanggul Sungai Cisanggarung di Kuningan oleh Balai Besar Wilayah Sungai Cimanuk Cisanggarung dimulai pada bulan September 2024. Pada masa pelaksanaan, proyek ini mengalami permasalahan yaitu keterlambatan proyek. Dampak dari keterlambatan ini dapat menyebabkan kerugian waktu dan biaya bagi kontraktor pelaksana, karena keuntungan akan berkurang. Sementara bagi owner, keterlambatan penyelesaian proyek menyebabkan mundurnya penggunaan hasil pembangunan (Ismael, 2013).

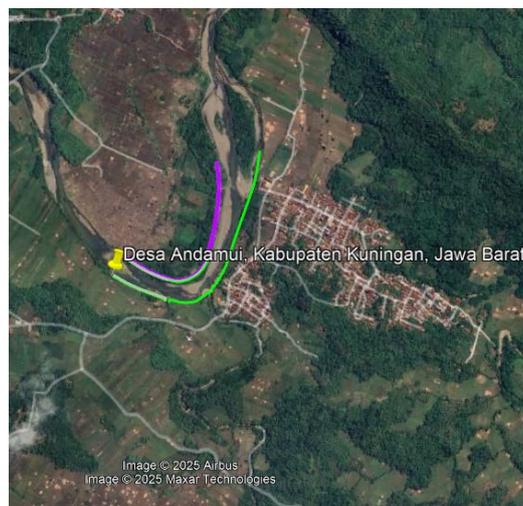
Dengan menggunakan metode *Earned Value* dan metode *Crashing* ini, dapat diidentifikasi kinerja keseluruhan proyek dan kemudian memprediksi biaya dan waktu penyelesaian proyek. Hasil dari evaluasi kinerja proyek tersebut dapat digunakan sebagai *early warning* jika terdapat inefisiensi kinerja dalam penyelesaian proyek sehingga dapat dilakukan kebijakan-kebijakan manajemen dan perubahan metode pelaksanaan agar pembengkakan biaya dan keterlambatan penyelesaian proyek dapat dicegah.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kinerja pelaksanaan, menganalisis perkiraan biaya akhir proyek dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek, serta menganalisis total biaya akhir dan waktu pada Proyek Perlindungan Tanggul Sungai Cisanggarung di Kuningan setelah dilakukan percepatan.

## 2. METODE

### Lokasi Penelitian

Lokasi dalam penelitian ini yaitu Proyek Perlindungan Tanggul Sungai Cisanggarung di Kabupaten Kuningan. Analisis kinerja dilakukan pada minggu ke-16 hingga minggu ke-21 pelaksanaan proyek. Waktu rencana pelaksanaan proyek ini selama 365 hari kalender.



**Gambar 1** Lokasi Pelaksanaan Proyek

## Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data primer terdiri dari dokumentasi pelaksanaan pekerjaan. Sedangkan data sekunder yang dikumpulkan berupa rencana anggaran biaya (RAB), *time schedule*, laporan kemajuan pekerjaan, laporan biaya aktual, dan analisa harga satuan pekerjaan (AHSP).

## Pengolahan Data

Pada penelitian ini, data-data yang telah terkumpul kemudian dilakukan pengolahan data untuk evaluasi kinerja pada proyek dengan metode earned value serta crashing untuk percepatan adalah sebagai berikut :

- Indikator – indikator Earned Value  
Menurut Widiyanti dan Lenggogeni (2013) terdapat tiga elemen dasar yang menjadi acuan dalam menganalisis kinerja proyek yaitu sebagai berikut :  
BCWS = % (Bobot rencana) x RAB  
BCWP = % (Bobot realisasi) x RAB  
ACWP = % (Bobot Pengeluaran) x RAB
- Analisa Varians Biaya dan Waktu  
Metode analisa *varians* adalah metode untuk mengendalikan biaya dan jadwal suatu kegiatan proyek konstruksi. Dalam analisa varians terdiri dari *cost variance* (CV) dan *schedule variance* (SV).  
CV = BCWP – ACWP  
SV = BCWP – BCWS
- Analisa Indeks Performansi  
Indeks performansi digunakan untuk mengetahui efisiensi penggunaan sumber daya. Analisa indeks performansi terdiri dari :  
CPI = BCWP / ACWP  
SPI = BCWP / BCWS
- Analisa Perkiraan Waktu dan Biaya Penyelesaian  
Metode *Earned Value* juga berfungsi untuk memperkirakan biaya akhir suatu proyek dan waktu penyelesaian proyek. Perkiraan dihitung berdasarkan kecenderungan kinerja proyek pada saat peninjauan, dan mengasumsikan bahwa kecenderungan tersebut tidak mengalami perubahan kinerja sampai akhir proyek atau kinerja proyek secara konstan.. Analisa Perkiraan Waktu dan Biaya Penyelesaian sebagai berikut:  
ETC = BAC – BCWP  
EAC = ACWP + ETC  
ETS = Sisa waktu / SPI  
EAS = waktu pelaporan + ETS
- Crashing  
Menurut Fandy Ahmad (2025) metode *Crashing* adalah proses mereduksi waktu penyelesaian proyek dengan disengaja, sistematis, dan analitik melalui pengujian dari semua kegiatan yang difokuskan pada kegiatan di jalur kritis.
  - a) Penambahan jam kerja

i. *Crash Duration*

$$- \text{Produktivitas harian} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}}$$

$$- \text{Produktivitas tiap jam} = \frac{\text{Produktivitas Harian}}{\text{Jam Kerja per Hari}}$$

- Produktivitas harian sesudah crash

$$c = a + (b \times n \times y)$$

Keterangan :

c = Produktivitas harian sesudah crash

a = Produktivitas harian normal

b = Produktivitas tiap jam

n = Lama penambahan lembur

y = koefisien penurunan produktivitas akibat lembur

$$- \text{Crash Duration} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Harian Sesudah Crash}}$$

ii. *Crash Cost*

- Normal cost = Produktivitas harian x harga satuan upah

- Biaya lembur pekerja = (1,5 x upah 1 jam penambahan lembur pertama)  
+ (2 x n x upah 1 jam normal untuk penambahan jam lembur berikutnya)

n : jumlah penambahan jam kerja (lembur)

- *Crash cost* = (Normal cost) + (n x biaya lembur perjam)

n : jumlah penambahan jam kerja (lembur)

iii. *Cost slope*

$$- \text{Cost slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Durasi Normal} - \text{Durasi Crash}}$$

b) Penambahan tenaga kerja

i. Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja

$$- \text{Jumlah tenaga kerja normal} = \frac{(\text{koefisien tenaga kerja} \times \text{volume})}{\text{durasi normal}}$$

- Tenaga kerja tambahan = % penambahan x tenaga kerja normal

ii. Produktivitas

$$- \text{Produktivitas Normal} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{durasi normal}}$$

$$- \text{Produktivitas crashing} = Pn \times \left( \frac{\text{jumlah pekerja normal} + \text{tambahan}}{\text{total pekerja normal}} \right)$$

$$iii. \text{Crash duration} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{produktivitas crashing}}$$

Keterangan :

BCWS = Biaya anggaran yang direncanakan

BCWP = Biaya realisasi kumulatif pekerjaan

ACWP = Biaya anggaran aktual

CPI = *Cost Performance Index*

SPI = *Schedule Performance Index*

ETC = *Estimate To Completion*

BAC = Total anggaran biaya proyek

EAC = *Estimate At Completion*

ETS = *Estimate To Schedule*

EAS = *Estimate At Schedule*

**Analisis Data**

Pada penelitian ini, data-data yang telah terkumpul kemudian dilakukan pengolahan data untuk evaluasi kinerja pada proyek dengan metode earned value serta crashing untuk percepatan adalah sebagai berikut :

- Metode Earned Value

Dari pengolahan data menggunakan metode Earned Value, dapat dikaitkan dengan tabel penilaian nilai hasil untuk didapat hasil analisa kinerja proyek. Adapun tabel penilaian nilai hasil sebagai berikut :

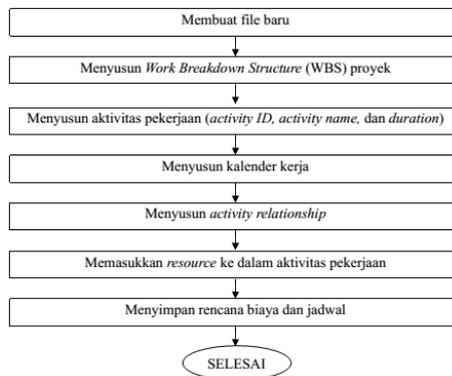
**Tabel 1** Penilaian Elemen Nilai Hasil

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

Sumber : Widiyanti dan Lenggogeni (2013)

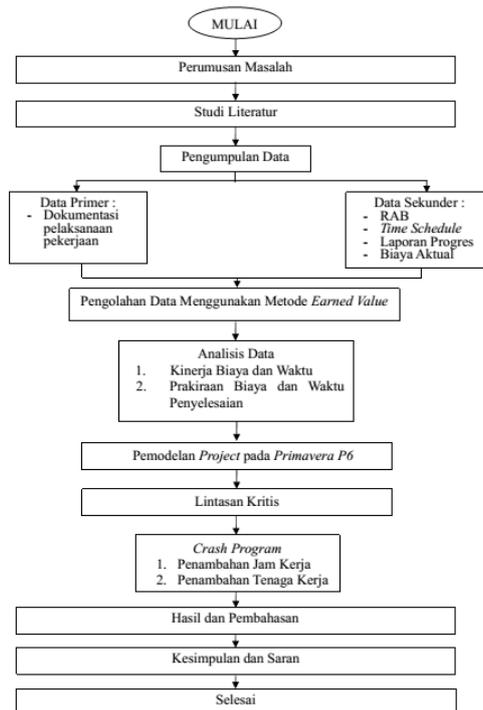
- Percepatan Durasi Proyek dengan Primavera P6

Pada penelitian ini, simulasi percepatan durasi proyek dilakukan dengan *software Primavera P6* sebagai alat bantu. Adapun Langkah-langkah penyusunan penjadwalan dan biaya proyek pada Gambar 2 Langkah Penyusunan *Project* pada *Primavera P6* sebagai berikut :



**Gambar 2** Langkah Penyusunan *Project* pada *Primavera P6*

**Bagan Alir Penelitian**



**Gambar 3** Bagan Alir Penelitian

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Data Umum Proyek**

Adapun informasi proyek sebagai berikut:

- Nama Paket : Pekerjaan *CWC-2K Cisanggarung River Banks Protection* in Kuningan
- Lokasi Pekerjaan : Desa Andamui, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat
- Pemberi Kerja : Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Sumber Daya Air SNVT Pelaksanaan Jaringan Sumber Air Cimanuk - Cisanggarung
- Waktu Pelaksanaan : 365 Hari Kalender - (11 September 2024 -10 September 2025)
- Nilai Kontrak : Rp. 36.040.678.830,00- ( Tidak Termasuk Ppn 10 %)
- Kontraktor Pelaksana : PT. BASUKI RAHMANTA PUTRA
- Konsultan Supervisi : PT. CATURBINA GUNA PERSADA – PT. MULTIMERA HARAPAN JV

**Rekapitulasi Kemajuan Prestasi Proyek**

Dalam kemajuan suatu proyek maka hasil capaian proyek diartikan sebagai kemajuan presentasi hasil suatu pekerjaan yang telah dilaksanakan pada saat pemantauan pengawasan yang terhubung dalam jadwal pekerjaan proyek. Kemajuan prestasi pekerjaan proyek dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 2** Rekapitulasi Kemajuan Prestasi Proyek Kumulatif

Minggu Ke -	Periode	Rencana Pekerjaan	Kemajuan Pekerjaan	Deviasi Pekerjaan
16	23/12/2024 s.d 29/12/2024	5,37	5,11	-0,25
17	30/12/2024 s.d 05/01/2025	8,00	6,22	-1,78
18	06/01/2025 s.d 12/01/2025	10,65	7,69	-2,96
19	13/01/2025 s.d 19/01/2025	13,29	8,32	-4,97
20	20/01/2025 s.d 26/01/2025	15,96	8,83	-7,13
21	27/01/2025 s.d 02/02/2025	18,67	10,19	-8,48

(Sumber : PT. Basuki Rahmanta Putra, 2024)

### Analisis Data BCWS, BCWP, ACWP

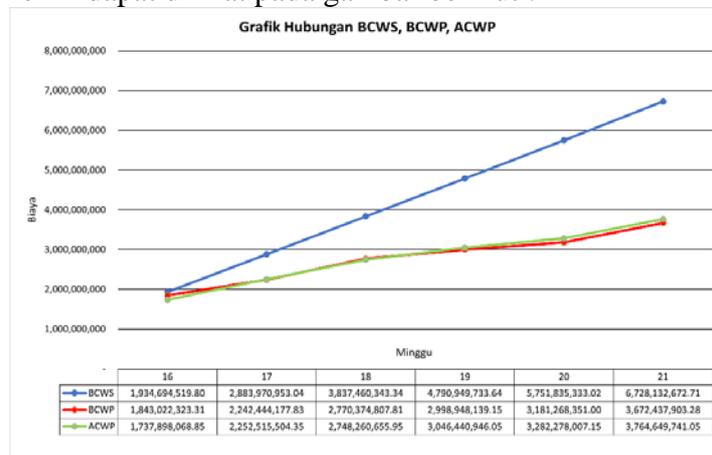
Dari data yang diperoleh dilakukan perhitungan BCWS, BCWP, dan ACWP kumulatif setiap minggunya. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut :

**Tabel 3** Rekapitulasi Nilai BCWS, BCWP, ACWP

Minggu Ke-	BCWS	BCWP	ACWP
16	1.934.694.519,80	1.843.022.323,31	1.737.898.068,85
17	2.883.970.953,04	2.242.444.177,83	2.252.515.504,35
18	3.837.460.343,34	2.770.374.807,81	2.748.260.655,95
19	4.790.949.733,64	2.998.948.139,15	3.046.440.946,05
20	5.751.835.333,02	3.181.268.351,00	3.282.278.007,15
21	6.728.132.672,71	3.672.437.903,28	3.764.649.741,05

(Sumber : Hasil Analisis)

Grafik hubungan nilai BCWS, BCWP, dan ACWP mulai dari minggu ke-16 sampai dengan minggu ke-21 dapat dilihat pada gambar berikut :



**Gambar 4** Grafik Nilai BCWS, BCWP, dan ACWP

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui hubungan keterkaitan antar indikator *Earned Value* yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Perbandingan grafik BCWS dan BCWP

Berdasarkan grafik tersebut terlihat bahwa pada minggu ke-16 hingga minggu ke-21 nilai BCWP berada dibawah nilai BCWS. Hal ini berarti bahwa jadwal yang direncanakan belum sesuai dengan kondisi pelaksanaan atau dapat dikatakan bahwa pelaksanaan selalu terlambat dari jadwal yang direncanakan.

2. Perbandingan grafik BCWP dan ACWP

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai ACWP dari minggu ke-16 hingga minggu ke-17 dan minggu ke-19 hingga minggu ke-21 berada diatas dengan nilai BCWP. Hal ini berarti bahwa pada minggu tersebut proyek mengalami over budgeting dalam pembiayaan atau dapat dikatakan biaya aktual yang dikeluarkan melebihi biaya dari progress yang sudah berjalan. Akan tetapi pada minggu ke-18 nilai BCWP lebih besar dari nilai ACWP, ini menunjukkan bahwa biaya yang dikeluarkan lebih kecil dari anggaran.

**Analisis Varians Biaya dan Waktu**

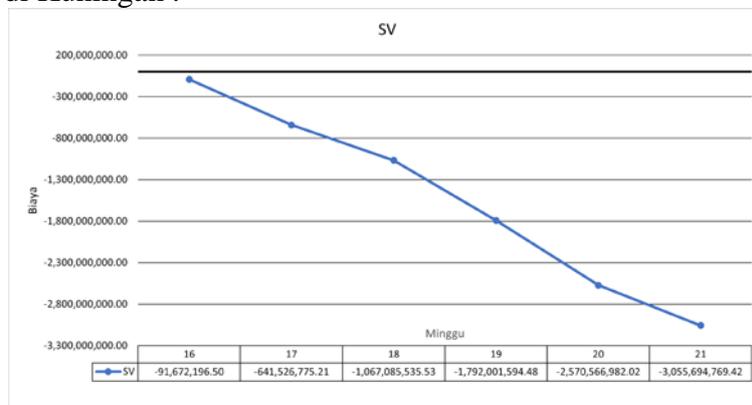
Dari nilai BCWS, BCWP, dan ACWP didapatkan nilai *varians* waktu (SV), *varians* biaya (CV). Hasil analisis dapat dilihat pada tabel berikut

**Tabel 4** Rekapitulasi Nilai Schedule Varians (SV) dan Cost Varians (CV)

Minggu Ke-	SV	CV
16	-91.672.196,50	105.124.254,46
17	-641.526.775,21	-10.071.326,52
18	-1.067.085.535,53	22.114.151,86
19	-1.792.001.594,48	-47.492.806,89
20	-2.570.566.982,02	-101.009.656,15
21	-3.055.694.769,42	-92.211.837,77

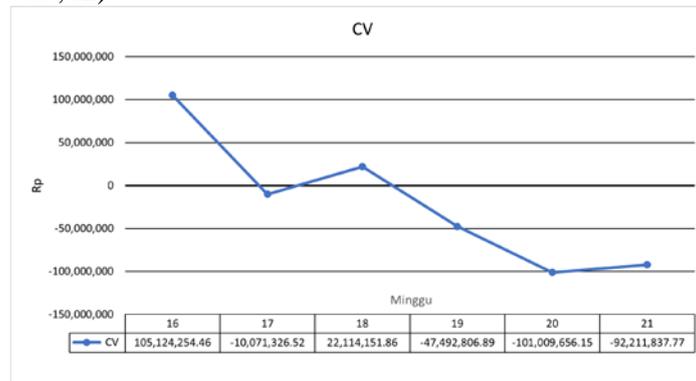
(Sumber : Hasil Analisis)

Berikut merupakan grafik nilai SV dan CV pada Proyek Perlindungan Tanggul Sungai Cisanggarung di Kuningan :



**Gambar 5** Grafik Nilai SV Hingga Minggu Ke-21

Berdasarkan Gambar 5 diatas, dapat diketahui bahwa nilai *schedule varians* (SV) dari minggu ke-16 hingga minggu ke-21 berada dibawah nilai 0 (Garis tebal). Hal ini menandakan bahwa proyek mengalami keterlambatan dari jadwal yang telah direncanakan. Dari minggu ke-16 hingga minggu ke-21 besaran keterlambatan semakin membesar, hingga pada tinjauan minggu ke-21 didapatkan nilai sebesar (-Rp. 3.055.694.769,42).



**Gambar 6** Grafik Nilai CV Hingga Minggu Ke-21

Berdasarkan Gambar 6, dapat diketahui bahwa nilai *cost varians* (CV) pada minggu ke-16 dan minggu ke-18 bernilai positif yang berarti biaya yang dikeluarkan lebih kecil daripada biaya yang direncanakan. Akan tetapi pada minggu ke 17 dan minggu ke-19 hingga minggu ke-21 nilai *cost varians* menunjukkan negative yang berarti bahwa biaya yang dikeluarkan untuk pekerjaan terlaksana melebihi dari biaya yang direncanakan. Pada minggu ke-21 besaran nilai CV sebesar -Rp. 92.211.837,77

### Analisis Indeks Performansi

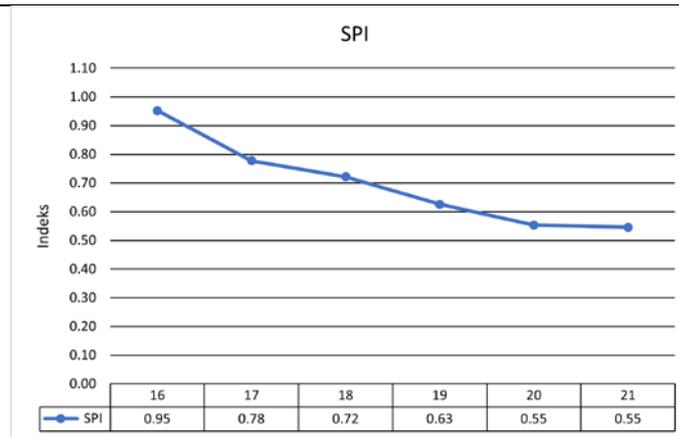
Berikut ini merupakan nilai dari analisis indeks kinerja berupa *Schedule Performance Index* dan *Cost Performance Index* yang dapat dilihat pada Tabel 5 berikut :

**Tabel 5** Rekapitulasi Nilai SPI dan CPI

Minggu Ke-	SPI	CPI
16	0,95	1,06
17	0,78	1,00
18	0,72	1,01
19	0,63	0,98
20	0,55	0,97
21	0,55	0,98

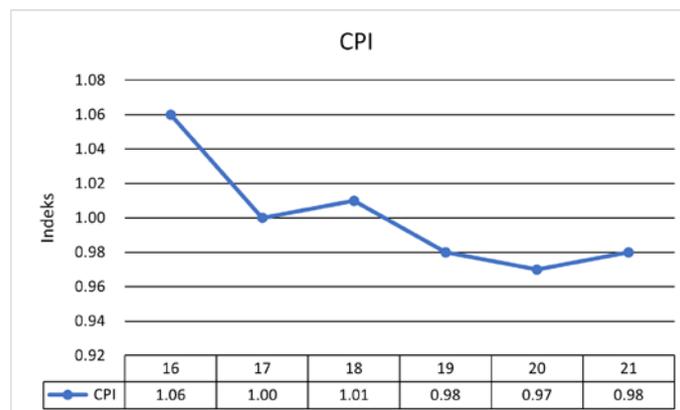
(Sumber : Hasil Analisis)

Dari hasil analisis indeks performansi, dapat digambarkan hasil indeks produktivitas SPI dan CPI yang dapat dilihat pada Gambar dan Gambar berikut



**Gambar 7** Grafik Nilai SPI Hingga Minggu Ke-21

Dapat dilihat pada Gambar 7, menunjukkan bahwa nilai SPI dari minggu ke-16 hingga minggu ke-21 kurang dari 1 (satu). Hal ini berarti bahwa kinerja pekerjaan tidak sesuai dengan yang direncanakan. Pada Gambar 7 menunjukkan grafik penurunan nilai SPI semakin membesar, hal ini menunjukkan semakin besarnya penyimpangan dari perencanaan atau dapat dikatakan bahwa keterlambatan yang semakin buruk. Pada minggu ke-21 hasil tinjauan nilai SPI sebesar 0,55.



**Gambar 8** Grafik Nilai CPI Hingga Minggu Ke-21

Berdasarkan Gambar 8, dapat dilihat bahwa dari minggu ke-16 hingga minggu ke-18 nilai CPI lebih dari 1 (satu) atau sama dengan 1 (satu). Hal ini berarti bahwa kinerja biaya proyek baik atau biaya yang dikeluarkan lebih kecil dari anggaran. Sementara pada minggu ke-19 hingga minggu ke-21 nilai CPI menunjukkan kurang dari 1 (satu). Hal ini berarti bahwa biaya yang dikeluarkan pada proyek lebih besar dari anggaran (*over budgeting*). Pada minggu ke-21 nilai CPI sebesar 0,98.

### Estimasi Biaya Akhir dan Waktu Penyelesaian

Dari penggunaan metode *Earned Value*, dapat dilakukan analisis mengenai biaya penyelesaian dan waktu penyelesaian proyek. Hasil dari analisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7 berikut :

**Tabel 6** Rekapitulasi Perkiraan Biaya Penyelesaian Proyek

Minggu Ke-	ETC	EAC
16	34.197.656.506,79	35.935.554.575,64
17	33.798.234.652,27	36.050.750.156,62
18	33.270.304.022,29	36.018.564.678,24
19	33.041.730.690,95	36.088.171.636,99
20	32.859.410.479,10	36.141.688.486,25
21	32.368.240.926,82	36.132.890.667,87

Dari hasil analisis ETC dapat diketahui perkiraan sisa biaya untuk menyelesaikan pekerjaan yang tersisa. dapat dilihat bahwa nilai ETC dari minggu ke-16 hingga minggu ke-21 nilai sisa biaya penyelesaian proyek (ETC) semakin lama semakin berkurang seiring bertambahnya dengan *progress* pekerjaan. Akan tetapi, akibat dari keterlambatan pelaksanaan pekerjaan dilapangan, nilai ETC lebih besar dari sisa biaya rencana.

Nilai EAC merupakan prakiraan biaya total pada saat peninjauan. Nilai ini dapat memberikan Gambaran biaya akhir sebuah proyek. Setiap periode tinjauan nilai EAC berbeda dengan nilai biaya rencana proyek disebabkan biaya aktual yang dikeluarkan proyek berbeda dengan jumlah anggaran yang dikeluarkan sesuai *progress* aktual. Pada Proyek Perlindungan Tanggul Sungai Cisanggarung di Kuningan memiliki nilai anggaran rencana sebesar Rp. 36,040,678,830.10. Dapat dilihat bahwa nilai perkiraan biaya akhir pada tinjauan di minggu ke-21 sebesar Rp. 36,132,890,667.87 artinya proyek ini diperkirakan selesai dengan biaya melebihi anggaran sebesar Rp. 92,211,837.77 (0,26%).

**Tabel 7** Rekapitulasi Perkiraan Waktu Penyelesaian Proyek

Minggu Ke-	ETS	EAS
16	266	378
17	316	435
18	331	457
19	371	504
20	407	547
21	399	546

Dari hasil analisis ETS dapat diketahui perkiraan sisa waktu untuk menyelesaikan pekerjaan yang tersisa. Nilai perkiraan sisa waktu penyelesaian (ETS) memiliki nilai yang berbeda pada tiap minggunya dikarenakan prestasi aktual pekerjaan pada tiap minggu berbeda. Dapat dilihat pada Tabel 7., menunjukkan bahwa pada minggu ke-16 nilai ETS hampir mendekati sisa waktu penyelesaian rencana, sementara dari minggu ke-17 hingga minggu ke-21 nilai ETS semakin membesar dikarenakan keterlambatan progress pekerjaan yang semakin besar daripada perencanaan. Hal ini juga dapat menunjukkan bahwa kinerja pada proyek tidak menunjukkan kinerja yang baik.

Berdasarkan pada Tabel 7 diatas dapat dilihat bahwa hasil evaluasi *Earned Value* dari minggu ke-16 hingga minggu ke-21 diperkirakan waktu penyelesaian proyek lebih lambat dari rencana. Akibat dari nilai keterlambatan progress pekerjaan yang semakin membesar pada tiap minggunya dapat dilihat pada tabel yang dapat menyebabkan durasi

penyelesaian proyek yang lebih lama rencana. Nilai perkiraan waktu penyelesaian proyek pada minggu ke-21 diperkirakan lebih lambat 181 hari dari rencana sebesar 365 hari.

## Crashing

Metode *crashing* merupakan proses dalam mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan melakukan penekanan waktu proyek, yaitu dengan melakukan penekanan (kompresi) waktu kegiatan-kegiatan yang termasuk dalam lintasan kritis. Dari tahapan tersebut akan dicari waktu dan biaya optimal. Dalam penelitian ini penjadwalan dilakukan menggunakan bantuan program *Primavera Project Planner P6* untuk mengetahui pekerjaan yang masuk ke dalam lintasan kritis. Dari sisa pekerjaan pada minggu ke-21, dapat diidentifikasi pekerjaan yang masuk ke dalam lintasan kritis dan belum dikerjakan sesuai laporan kemajuan pekerjaan. Pada penelitian ini skenario percepatan yang akan dilakukan yaitu dengan melakukan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja. . Daftar kegiatan yang akan dilakukan percepatan dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini.

**Tabel 8** Daftar Kegiatan Rencana *Crashing*

No	Activity ID	Activity Name	Durasi (Hari)
<b>III. PEKERJAAN NORMALISASI</b>			
1	A1060	Pembersihan dan stripping/kosrekan (dengan alat berat)	266
2	A1070	Buangan Tanah sejauh 0-1 km	280
3	A1080	Urugan Tanah Kembali dirapihkan	245
4	A1090	Pemadatan tanah didatangkan dan dipadatkan	273
<b>IV. PEKERJAAN BRONJONG</b>			
5	A1110	Urugan Tanah Kembali dirapihkan	259
6	A1120	Buangan Tanah sejauh 0-1 km	287
7	A1130	Pemadatan tanah didatangkan dan dipadatkan	252
8	A1140	Pengadaan dan Pemasangan Dolken 6-8 cm	266
9	A1170	Pasangan Geotekstil Non Woven	245
10	A1180	Pasangan Bronjong Kawat Pabrikasi Uk. 1,0 x 2,0 x 0,5 . Beda Tinggi Terhadap Datum 6 sd 7m	259
11	A1200	Pengeboran 1m' Lubang Bored Pile $\phi$ 30 cm pada tanah keras/Cadas/Batu Lunak	266
12	A1210	Penulangan dan Pengecoran (Beton K-300) lobang bored pile dia. 30 cm	259
<b>V. PEKERJAAN RETAINING WALL</b>			
13	A1220	Urugan Tanah Kembali dirapihkan	273
14	A1240	Penghamparan dan pemadatan tanah di lokasi pekerjaan	217
15	A1250	Pasangan Geotekstil Non Woven 400 gram	224
16	A1260	Penulangan dan Pengecoran (beton K-300)	259
17	A1270	Lantai Kerja K.100 Ready Mix dengan Pompa	259
18	A1280	Bekisting dinding beton biasa dengan multiflex 122 mm	252
19	A1290	Pembesian	266
20	A1300	Beton Mutu K-225 Ready Mix dengan Pompa	259
21	A1310	Water Stop untuk profil sambungan ekspansi / kontraksi, lebar 230 mm -320 mm	252
22	A1320	Pengisi Sambungan (Joint Filler)	245
23	A1330	Penutup Sambungan (Joint Sealent)	245
24	A1340	Pipa PVC untuk Lubang keluar (suling suling)	252
25	A1350	Galian Cadas/Tanah keras	266

## Penambahan Jam Kerja

Adapun salah satu contoh perhitungannya pada item Pekerjaan Pembesian Retaining Wall sebagai berikut :

Diketahui :

Nama item : Pembesian  
 Sisa Volume : 304.259,79 Kg  
 Durasi normal : 266 Hari  
 Jam kerja normal : 8 Jam

1. Durasi *Crash*

a. Produktivitas harian =  $\frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{durasi normal}}$   
 =  $\frac{304.259,79 \text{ Kg}}{266 \text{ Hari}}$   
 = 1.143,83 Kg

b. Produktivitas per jam =  $\frac{\text{Prod.harian}}{\text{jam kerja normal}}$   
 =  $\frac{1.143,83}{8}$   
 = 142,979 Kg

c. Produktivitas harian percepatan = (prod. Harian + (penambahan jam kerja x prod. Per jam x faktor pengurangan produktivitas))  
 = (1.143,83 + ( 1 x 142,979 x 0,90 ))  
 = (1.143,83 + 128,681)  
 = 1.272,52 Kg

d. *Crash duration* =  $\frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{prod. percepatan}}$   
 =  $\frac{304.259,79}{1.272,52}$   
 = 239,1 dibulatkan 240 hari

2. Biaya *Crash*

a. Daftar upah pekerja

**Tabel 9** Upah Tenaga Kerja

Jenis Pekerja	Upah/Hari (Rp)	Upah/Jam (Rp)
Pekerja	85.000,00	10.625,00
Tukang	95.000,00	11.875,00
Kepala Tukang	110.000,00	13.750,00
Mandor	120.000,00	15.000,00

(Sumber : PT. Basuki Rahmanta Putra, 2024)

b. *Normal cost*

- Upah tenaga kerja perhari = Koefisien Tenaga Kerja x Upah Satuan  
 Sehingga,  
 Pekerja = 0,0070 x 85.000 = Rp. 595,00  
 Tukang = 0,0070 x 95.000 = Rp. 665,00  
 Kepala Tukang = 0,0007 x 110.000 = Rp. 77,00  
 Mandor = 0,0004 x 120.000 = Rp. 48,00  
 Jumlah Upah = Rp. 1.385,00

- Normal cost = Vol. Pekerjaan x Harga Upah  
 = 304.259,79 x 1.385,00  
 = Rp. 421.399.811,37

c. Upah normal/jam = Upah pekerja x Produktivitas per jam  
 = Rp. 1.385,00 x 142,979

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp. } 198.026,23 \\
 \text{d. Upah lembur/jam} &= \text{Faktor upah lembur} \times \text{upah normal per jam} \\
 &= 1,5 \times \text{Rp. } 198.026,23 \\
 &= \text{Rp. } 297.039,34 \\
 \text{e. Crash cost} &= \text{Normal cost} + \text{Total upah lembur} \\
 &= \text{Rp. } 421.399.811,37 + (\text{upah lembur} \times \text{crash duration}) \\
 &= \text{Rp. } 421.399.811,37 + (\text{Rp. } 297.039,34 \times 240) \\
 &= \text{Rp. } 492.689.253,14 \\
 \text{f. Cost slope} &= \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}} \\
 &= \frac{\text{Rp. } 492.689.253,14 - \text{Rp. } 421.399.811,37}{266 - 240} \\
 &= \text{Rp. } 2.741.901,61
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan *crash duration*, *crash cost*, dan *cost slope* pada pekerjaan kritis yang dioptimasi menggunakan skenario penambahan jam kerja dengan durasi 1 jam lembur yang dapat dilihat pada tabel berikut

**Tabel 10** Hasil perhitungan *Crashing* dengan penambahan jam lembur

No	Activity ID	Activity Name	Crash		Cost Slope (Rp)
			Durasi (Hari)	Cost (Rp)	
<b>III. PEKERJAAN NORMALISASI</b>					
1	A1060	Pembersihan dan stripping/kosrekan (dengan alat berat)	211	2.669.598,65	17.128,94
2	A1070	Buangan Tanah sejauh 0-1 km	216	126.131.335,63	682.996,77
3	A1080	Urugan Tanah Kembali dirapihkan	195	4.564.706,78	32.287,87
4	A1090	Pemadatan tanah didatangkan dan dipadatkan	217	3.295.001,20	20.791,92
<b>IV. PEKERJAAN BRONJONG</b>					
5	A1110	Urugan Tanah Kembali dirapihkan	216	48.938,53	304,25
6	A1120	Buangan Tanah sejauh 0-1 km	205	18.085.305,41	88.456,89
7	A1130	Pemadatan tanah didatangkan dan dipadatkan	210	2.585.487,79	16.447,12
8	A1140	Pengadaan dan Pemancangan Dolken 6-8 cm	211	1.657.554,58	10.635,37
9	A1170	Pasangan Geotekstil Non Woven	221	15.610.008,52	94.092,62
10	A1180	Pasangan Bronjong Kawat Pabrikasi Uk. 1,0 x 2,0 x 0,5 . Beda Tinggi Terhadap Datum 6 sd 7m	233	691.372.353,18	3.837.968,16
11	A1200	Pengeboran 1m' Lubang Bored Pile φ30 cm pada tanah keras/Cadas/Batu Lunak	240	1.005.594.078,32	5.596.306,40
12	A1210	Penulangan dan Pengecoran (Beton K-300) lobang bored pile dia. 30 cm	233	27.288.915,30	151.487,09
<b>V. PEKERJAAN RETAINING WALL</b>					
13	A1220	Urugan Tanah Kembali dirapihkan	217	13.418.592,90	84.673,21
14	A1240	Penghamparan dan pemadatan tanah di lokasi pekerjaan	196	11.593.119,43	79.952,55
15	A1250	Pasangan Geotekstil Non Woven 400 gram	202	22.823.483,68	150.043,73
16	A1260	Penulangan dan Pengecoran (beton K-300)	233	6.825.722,51	37.891,17
17	A1270	Lantai Kerja K.100 Ready Mix dengan Pompa	233	22.021.841,84	122.248,35
18	A1280	Bekisting dinding beton biasa dengan multiflex 122 mm	227	343.551.610,18	1.985.645,21
19	A1290	Pembesian	240	492.689.253,14	2.741.901,61
20	A1300	Beton Mutu K-225 Ready Mix dengan Pompa	233	287.585.926,04	1.596.456,12
21	A1310	Water Stop untuk profil sambungan ekspansi / kontraksi, lebar 230 mm -320 mm	227	4.219.303,90	24.386,56
22	A1320	Pengisi Sambungan (Joint Filler)	205	9.752.690,38	65.336,65
23	A1330	Penutup Sambungan (Joint Sealent)	205	9.290.216,35	62.238,38
24	A1340	Pipa PVC untuk Lubang keluar (suling suling)	210	741.241,67	4.715,28
25	A1350	Galian Cadas/Tanah keras	240	39.616.954,64	220.475,26

### Penambahan Tenaga Kerja

Adapun salah satu contoh perhitungannya pada item Pekerjaan Pembesian Retaining Wall sebagai berikut :

Diketahui :

Nama item : Pembesian  
Sisa Volume : 304.259,79 Kg  
Durasi normal : 266 Hari

**Tabel 11** Kebutuhan Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Pembesian

Jenis Pekerja	Satuan	Koefisien	Upah/Hari (Rp)
Pekerja	OH	0,0070	85.000,00
Tukang	OH	0,0070	95.000,00
Kepala Tukang	OH	0,0007	110.000,00
Mandor	OH	0,0004	120.000,00

(Sumber : PT. Basuki Rahmanta Putra, 2024)

1. Perhitungan jumlah tenaga kerja dan upah per hari

$$\text{Jumlah tenaga kerja} = \frac{(\text{koefisien} \times \text{volume})}{\text{durasi}}$$

**Tabel 12** Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja

Jenis Pekerja	Koefisien	Volume	Durasi	Jumlah Tenaga Kerja
Pekerja	0,0070	304.259,79	266	8,01
Tukang	0,0070	304.259,79	266	8,01
Kepala Tukang	0,0007	304.259,79	266	0,80
Mandor	0,0004	304.259,79	266	0,46

(Sumber : Hasil Analisis)

2. Perhitungan tenaga kerja tambahan

Pada analisis ini dilakukan penambahan jumlah tenaga kerja sebesar 25% dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Tenaga kerja tambahan} = \% \text{penambahan} \times \text{tenaga kerja normal}$$

**Tabel 13** Perhitungan Penambahan Tenaga Kerja

Tenaga Kerja	Normal	Penambahan 25 %
Pekerja	8,01	2,00
Tukang	8,01	2,00
Kepala Tukang	0,80	0,20
Mandor	0,46	0,11

3. Produktivitas

$$\begin{aligned} \text{- Produktivitas normal (Pn)} &= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{durasi normal}} \\ &= \frac{304.259,79 \text{ Kg}}{266 \text{ Hari}} \\ &= 1143,83 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\text{- Produktivitas crashing} = Pn \times \left( \frac{\text{jumlah pekerja normal} + \text{penambahan 25\%}}{\text{total pekerja normal}} \right)$$

$$= 1143,83 \times \left( \frac{17,27 + 4,32}{17,27} \right)$$

$$= 1429,79 \text{ Kg}$$

4. *Crash duration*

$$- \text{Crash duration (cd)} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{prod. percepatan}}$$

$$= \frac{304.259,79}{1429,79}$$

$$= 213 \text{ Hari}$$

Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan *crash duration*, *crash cost*, dan *cost slope* pada pekerjaan kritis yang dioptimasi menggunakan skenario penambahan tenaga kerja yang dapat dilihat pada Tabel berikut

**Tabel 14** Hasil Perhitungan *Crashing* dengan Penambahan Tenaga Kerja

No	Activity ID	Activity Name	Durasi		Cost (Rp)
			Normal (Hari)	Crash (Hari)	
<b>III. PEKERJAAN NORMALISASI</b>					
1	A1060	Pembersihan dan stripping/kosrekan (dengan alat berat)	266	213	1.727.506,74
2	A1070	Buangan Tanah sejauh 0-1 km	280	215	82.419.542,54
3	A1080	Urugan Tanah Kembali dirapihkan	245	196	2.950.313,37
4	A1090	Pemadatan tanah didatangkan dan dipadatkan	273	218	2.130.653,63
<b>IV. PEKERJAAN BRONJONG</b>					
5	A1110	Urugan Tanah Kembali dirapihkan	259	207	35.855,95
6	A1120	Buangan Tanah sejauh 0-1 km	287	213	10.831.840,67
7	A1130	Pemadatan tanah didatangkan dan dipadatkan	252	202	1.894.708,61
8	A1140	Pengadaan dan Pemancangan Dolken 6-8 cm	266	213	1.072.609,44
9	A1170	Pasangan Geotekstil Non Woven	245	196	13.351.785,60
10	A1180	Pasangan Bronjong Kawat Pabrikasi Uk. 1,0 x 2,0 x 0,5 . Beda Tinggi Terhadap Datum 6 sd 7m	259	207	591.585.181,00
11	A1200	Pengeboran 1m' Lubang Bored Pile φ30 cm pada tanah keras/Cadas/Batu Lunak	266	213	860.090.112,00
12	A1210	Penulangan dan Pengecoran (Beton K-300) lobang bored pile dia. 30 cm	259	207	23.350.250,88
<b>V. PEKERJAAN RETAINING WALL</b>					
13	A1220	Urugan Tanah Kembali dirapihkan	273	218	8.676.893,23
14	A1240	Penghamparan dan pemadatan tanah di lokasi pekerjaan	217	174	9.914.115,93
15	A1250	Pasangan Geotekstil Non Woven 400 gram	224	179	19.522.521,60
16	A1260	Penulangan dan Pengecoran (beton K-300)	259	207	5.840.552,15
17	A1270	Lantai Kerja K.100 Ready Mix dengan Pompa	259	207	18.843.384,80
18	A1280	Bekisting dinding beton biasa dengan multiflex 122 mm	252	202	293.910.480,00
19	A1290	Pembesian	266	213	421.399.811,37
20	A1300	Beton Mutu K-225 Ready Mix dengan Pompa	259	207	246.078.066,80
21	A1310	Water Stop untuk profil sambungan ekspansi / kontraksi, lebar 230 mm -320 mm	252	202	3.609.640,00
22	A1320	Pengisi Sambungan (Joint Filler)	245	196	7.139.224,33
23	A1330	Penutup Sambungan (Joint Sealent)	245	196	6.800.681,25
24	A1340	Pipa PVC untuk Lubang keluar (suling suling)	252	202	543.200,00
25	A1350	Galian Cadas/Tanah keras	266	213	33.884.597,86

### Analisis Biaya

Setelah dilakukan optimasi dengan skenario percepatan, dilakukan perhitungan biaya meliputi biaya langsung dan tidak langsung serta denda. Berikut ini hasil rekapitulasi dari biaya dan waktu baik saat perencanaan, analisis *Earned Value*, maupun alternatif *Crashing* :

**Tabel 15** Perbandingan Biaya dan Waktu

No	Uraian	Durasi (Hari)	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Denda (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	Normal	365	32,797,017,735.39	3,243,661,094.71	-	36,040,678,830.10
2	Analisis <i>Earned Value</i>	546	32,797,017,735.39	3,779,827,905.80	1,802,033,941.51	38,378,879,582.69
3	Alternatif <i>Crashing</i> 1	360	33,292,447,446.18	3,228,849,856.83	-	36,521,297,303.01
4	Alternatif <i>Crashing</i> 2	361	32,797,017,735.39	3,231,812,104.41	-	36,028,829,839.80

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa pada perencanaan proyek dijadwalkan rampung dalam 365 hari kerja dengan biaya total Rp. 36,040,678,830.10. Hasil evaluasi dengan analisis *Earned Value* menunjukkan proyek mengalami keterlambatan durasi penyelesaian bertambah 181 hari (49,59%) sehingga total durasi penyelesaian menjadi 546 hari dan total biaya penyelesaian bertambah sebesar Rp. 2,338,200,752.59 (6.49%), sehingga total biaya penyelesaian menjadi Rp. 38,378,879,582.69.

Untuk mengatasi masalah keterlambatan tersebut maka dilakukan alternatif *Crashing* 1 dengan durasi akhir penyelesaian proyek berkurang 5 hari (1,37%) menjadi 360 hari dan biaya penyelesaian bertambah sebesar Rp. 495,429,710.79 (1,33%) Sehingga total biaya penyelesaian menjadi Rp. 36,521,297,303.01. Selain itu, dilakukan alternatif *Crashing* 2 dengan durasi akhir penyelesaian proyek berkurang 4 hari (1,10%) menjadi total durasi penyelesaian selama 361 hari dan biaya penyelesaian berkurang sebesar Rp. 11,848,990.30 (0,03%) Sehingga total biaya penyelesaian menjadi sebesar Rp. 36,028,829,839.80. Rekapitulasi dapat dilihat pada Tabel berikut :

**Tabel 16** Rekapitulasi Perbandingan Biaya dan Waktu

No.	Uraian	Waktu		Biaya	
		Durasi (Hari)	Efektivitas	Biaya (Rp.)	Efisiensi
1.	Data Perencanaan Awal Proyek	365	0%	36,040,678,830.10	0%
2.	Analisis <i>Earned Value</i>	546	- 49,59%	38,378,879,582.69	-6,49%
3.	Alternatif <i>Crashing</i> 1	360	1,37%	36,521,297,303.01	-1,33%
4.	Alternatif <i>Crashing</i> 2	361	1,10%	36,028,829,839.80	0,03%

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis biaya dan waktu pada Proyek Perlindungan Tanggul Sungai Cisanggarung di Kuningan yang ditinjau dari minggu ke-16 hingga minggu ke-21 didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisis dengan metode *Earned Value* dapat diketahui bahwa kinerja waktu proyek mengalami keterlambatan yang diindikasikan dari nilai SPI sebesar 0.55 ( $SPI < 1$ ) dan nilai SV sebesar -Rp.3,055,694,769.42 (SV bernilai negatif). Sementara itu, dari kinerja biaya proyek mengalami *over budgeting* sebesar -Rp.92,211,837.77 (CV bernilai negatif) dengan nilai CPI sebesar 0.98 ( $CPI < 1$ ).
2. Perkiraan biaya dan waktu berdasarkan keterlambatan *progress* pekerjaan dengan analisis metode *Earned Value* didapatkan nilai EAS (perkiraan waktu) selama 546 hari melebihi waktu penyelesaian rencana yaitu 365 hari dengan keterlambatan selama 181 hari, sedangkan EAC (perkiraan biaya) sebesar Rp. 38,378,879,582.69 melebihi nilai dari rencana anggaran proyek sebesar Rp.36,040,678,830.10 yaitu dengan biaya keterlambatan sebesar Rp. 2,338,200,752.59.
3. Berdasarkan keterlambatan yang terjadi pada proyek maka dilakukan efektivitas waktu dengan *Crashing* (percepatan) menggunakan bantuan *software Primavera P6*. Hasil perhitungan alternatif *Crashing 1* yaitu dengan penambahan jam kerja (lembur) selama 1 jam menghasilkan durasi selama 360 hari (percepatan 5 hari) dengan biaya akhir penyelesaian proyek sebesar Rp. 36,521,297,303.01. Sementara itu, dari hasil perhitungan alternatif *Crashing 2* dengan penambahan tenaga kerja sebanyak 25% dari tenaga kerja normal didapatkan durasi pekerjaan selama 361 hari (percepatan 4 hari) dengan biaya akhir pekerjaan Rp. 36,028,829,839.80.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abma, Vendie, (2016). Analisis Pengendalian Waktu Dengan Earned Value Pada Proyek Pembangunan Hotel Fave Kotabaru Yogyakarta. *Jurnal Teknisia*, Vol. XXI, No.2. <https://journal.uui.ac.id/index.php/teknisia/article/view/8293/0>
- Ahmad, Fandy A. A., (2025). Analisis Percepatan Waktu Menggunakan Metode Crashing pada Proyek CWI-02 ITS Surabaya. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi Volume 8 Issue 1 2025*.
- Dewaji, M. R., Utomo, C., Supani. (2023). Analisis Kinerja Waktu dan Biaya Proyek Revitalisasi RCC RU VI Balongan dengan Metode Probabilistic Earned Value. *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 12. Diakses dari <https://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/108111>
- Ervianto, Wulfram I. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Husen, Abrar. (2009). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Irianie, Y., . (2011). Efektifitas dan Efisiensi Penerapan Sistem Manajemen Konstruksi dalam Proses Pembangunan Industri Konstruksi. *Info Teknik Volume 12, No.2*.
- Junaidi, Supriyadi, Candradewi, A., Pradikdy, A. B.,. (2022). Kajian Evaluasi Biaya dan Waktu Dalam Penanganan Keterlambatan Proyek Menggunakan Metode Earned

---

Value Analysis. Bangun Rekaprima. Vol.08.  
[https://jurnal.polines.ac.id/index.php/bangun\\_rekaprima/article/view/3528](https://jurnal.polines.ac.id/index.php/bangun_rekaprima/article/view/3528)

Mahardho, Faizal T., Indryani, R., Waliulu, Y. E. P. R. (2021). Analisis Kinerja Waktu pada Proyek Pembangunan Gedung Kampus II UIN Sunan Ampel Surabaya. Jurnal Teknik ITS. Vol. 10.  
<http://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/70541>

Pamungkas, M., Syahrudin, Indrayadi, M.,. (2022). Analisis Pengendalian Biaya dan Waktu Pada Proyek Pembangunan Jalan Sebuji-Tamong, Kecamatan Siding Kabupaten Bengkayang Menggunakan Metode Nilai Hasil (Earned Value). JeLAST. Vol. 9, No. 3.  
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/view/57494/75676594991>

Pranata M.H., .(2020). Analisa Kinerja Biaya dan Waktu Dengan Menggunakan Metode Earned Value. UG Jurnal Vol.14 Edisi 09, September 2020. Universitas Gunadarma.

Priyo, M., Sumanto, Adi., .(2016). Analisis Percepatan Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off : Studi Kasus Proyek Pembangunan Prasarana Pengendali Banjir. Jurnal Ilmiah Semesta Teknika, Vol. 19, No. 1, 1-15, Mei 2016

Regel, Norlin., Paing H. W., Johan (2022). Penerapan Metode Crash Program Untuk Menganalisa Keterlambatan Waktu Penyelesaian Proyek. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi Vol. 10, No.1, April 2022.

Soeharto, I., (1997). Manajemen Proyek. Dari Konseptual Sampai Operasional. Erlangga (<https://belajar-ilmu-sipil.blogspot.com/2019/08/>)

Widiasanti, Irika, Lenggogeni., (2013). Manajemen Konstruksi. Bandung : Remaja Rosdakarya.