

ANALISIS KINERJA PROYEK DENGAN METODE *EARN VALUE* MANAGEMENT DAN *CRASH COST*

Raflesia Adisty Apriliaini¹, M. Choirul Rizal, S.T., M.T.², Ika Erawati S.S., M.TEFL.³

Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia^{1*3}

Program Studi D-IV Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia²

Email: radisty@student.ppns.ac.id^{1*}; mc.rizal@ppns.ac.id^{2*}; ika.iger@ppns.ac.id^{3*};

Abstract – In the smelter construction project, various supporting aspects were involved in its continuation, one of which was the piping work package. The Shop Fabrication for Metallic Pipe was expected to be completed within 13 months, from November 2022 to November 2023. Delays were experienced from the beginning of the work, resulting in a setback from the initial schedule. By the final month of the contract, the work had only reached 92.47%, indicating that 7.53% of the work remained unfinished. An analysis of worker quality, as well as cost and time, was conducted. The analysis of time and cost was carried out using the Earned Value method. The CPI and SPI values obtained were 0.97 and 0.92, respectively, both below 1., indicating delays and cost overruns. The Earned Value analysis determined that an additional 33 days were required to complete the project, with an estimated additional cost of Rp4,232,813,489.24. Therefore, the estimated completion time was 412 days. Subsequently, a Crash Cost analysis was performed to shorten the project completion time by adding overtime hours, resulting in an optimal duration of 26 days with a cost of Rp 4,022,188,929.67. The cost for this completion method was lower than the Earned Value completion cost, and the project duration was shorter.

Keyword: Cost Analysis, Crash Cost, Earn Value Management, Project Management, Time Analysis

Nomenclature

EV	Earn Value
PV	Plan Value
AC	Actual Cost
CV	Cost Variance
SV	Schedule Variance
CPI	Cost Performance Index
SPI	Schedule Performance Index
ETC	Estimate to Complete
EAC	Estimate at Completion
TE	Time Estimated

1. PENDAHULUAN

Dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek, perhatian serta kontrol terhadap aspek mutu, waktu, dan biaya memegang peranan yang sangat penting. Manajemen proyek mencakup seluruh rangkaian kegiatan mulai dari perencanaan awal, pelaksanaan, hingga pengendalian dan koordinasi, dengan tujuan memastikan proyek diselesaikan sesuai dengan waktu yang ditetapkan, anggaran yang telah disusun, dan standar mutu yang diharapkan.

Penelitian ini berfokus pada analisis kinerja pekerjaan di *Metallic Pipe Shop Fabrication* dengan menggunakan metode *Earned Value* untuk menghitung nilai *Cost Performance Index* (CPI) dan *Schedule Performance Index* (SPI). Metode *Earned Value* mengintegrasikan elemen-elemen penting seperti jadwal, biaya, dan kemajuan fisik pekerjaan

saat ini, yang memungkinkan estimasi yang lebih akurat mengenai biaya dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Penelitian ini juga menggunakan *Crash Program* sebagai upaya optimasi terhadap keterlambatan yang terjadi.

2. METODOLOGI

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini dimulai dengan menghitung komponen *Earned Value* menggunakan indikator *Planned Value*, *Earned Value*, dan *Actual Cost* untuk mendapatkan *Schedule Variance* dan *Cost Variance*. Selanjutnya, dilakukan perhitungan Indeks Kinerja yaitu *Schedule Performance Index* dan *Cost Performance Index*. Kemudian, analisis dilakukan terhadap *Estimate Duration* dan *Estimate to Completion* menggunakan metode *Earned Value*. Setelah itu, optimasi sisa waktu pekerjaan proyek dilakukan dengan *Crash Program*, menghitung produktivitas harian untuk sisa pekerjaan. Terakhir, dilakukan perbandingan antara biaya *Earned Value* dengan biaya *Crash*.

2.2 Analisis Indikator pada *Earned Value*

Terdapat 3 Indikator pada *Earned Value*, yaitu:

1. *Planned Value* (PV) adalah rencana porsi total estimasi biaya yang sudah disetujui untuk dikeluarkan pada sebuah aktivitas selama periode tertentu.
2. *Actual Cost* (AC) adalah biaya total langsung maupun tidak langsung yang digunakan dalam

rangka menyelesaikan pekerjaan sesuai aktivitasnya selama periode tertentu.

3. *Earned Value* (EV) adalah estimasi nilai (*value*) pekerjaan fisik yang sebenarnya telah selesai.

2.3 Analisis Variance

Terdapat 2 *Variance* pada *Earned Value*, yaitu:

1. *Schedule Variance* (SV) digunakan untuk mengukur seberapa jauh proyek telah menyelesaikan pekerjaan yang direncanakan (*Planned Value*) dibandingkan dengan pekerjaan yang sebenarnya telah selesai (*Earned Value*). SV menunjukkan apakah proyek sedang di depan atau di belakang jadwal.

$$SV = EV - PV \quad (1)$$

2. *Cost Variance* (CV) digunakan untuk mengukur seberapa jauh biaya aktual (*Actual Cost*) dari biaya yang direncanakan (*Budgeted Cost*) untuk pekerjaan yang telah selesai. CV menunjukkan apakah biaya aktual telah melebihi atau di bawah biaya yang direncanakan.

$$CV = EV - AC \quad (2)$$

2.4 Analisis Index Performance

Terdapat 2 *Index Performance* pada *Earned Value*, yaitu:

1. *Schedule Performance Index* (SPI) digunakan untuk mengukur efisiensi waktu proyek dengan membandingkan nilai pekerjaan yang sebenarnya telah selesai (*Earned Value*, EV) dengan nilai pekerjaan yang direncanakan (*Planned Value*, PV). SPI menunjukkan apakah proyek sedang di depan, pada, atau di belakang jadwal. Formula untuk *Schedule Performance Index* adalah:

$$SPI = EV / PV \quad (3)$$

Dimana,

SPI = 1 : proyek tepat waktu

SPI > 1 : proyek lebih cepat

SPI < 1 : proyek terlambat

2. *Cost Performance Index* (CPI) digunakan untuk mengukur efisiensi biaya proyek dengan membandingkan nilai pekerjaan yang sebenarnya telah selesai (*Earned Value*, EV) dengan biaya aktual yang dikeluarkan (*Actual Cost*, AC). CPI menunjukkan apakah biaya aktual telah melebihi atau di bawah biaya yang direncanakan. Formula untuk CPI adalah:

$$CPI = EV / AC \quad (4)$$

Dimana,

CPI = 1 : biaya sesuai rencana

CPI > 1 : biaya lebih kecil/hemat

CPI < 1 : biaya lebih besar/boros

2.5 Perkiraan Waktu dan Biaya Penyelesaian Akhir Proyek

Perkiraan dihitung berdasarkan kecenderungan kinerja proyek pada saat peninjauan

dan mengasumsikan bahwa kecenderungan tersebut tidak mengalami perubahan kinerja proyek sampai akhir proyek atau kinerja proyek berjalan konstan.

1. *Estimate to Complete* (ETC) merupakan perkiraan biaya untuk pekerjaan tersisa, dengan asumsi bahwa kecenderungan kinerja proyek akan tetap (konstan) sampai akhir proyek.

$$ETC = ((BAC \pm EV)) / CPI \quad (5)$$

2. *Estimate at Completion* (EAC) merupakan perkiraan biaya total pada akhir proyek yang diperoleh dari biaya aktual (AC) ditambahkan dengan ETC.

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

3. *Time Estimated* (TE) merupakan waktu perkiraan penyelesaian proyek.

$$TE = ATE + ((OD - (ATE \times SPI) \quad (7)$$

2.6 Crash Program

Crash program adalah salah satu cara untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek dan akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek.

1. Pelaksanaan Penambahan Jam Kerja (Lembur)
Peraturan jam lembur perhari diatur dalam Undang-Undang Cipta Karya dalam Peraturan Pemerintah Nomor 35 tahun 2021 dimana waktu lembur hanya dapat dilakukan paling lama 4 jam dalam 1 hari.
2. Produktivitas Kerja Lembur Produktivitas
Perbandingan antara output dan input. Dibiidang konstruksi, output dapat dilihat dari kuantitas pekerjaan yang telah dilakukan seperti meter kubik galian atau timbunan, ataupun meter persegi untuk plesteran. Sedangkan input-nya merupakan jumlah sumber daya yang dipergunakan seperti tenaga kerja, peralatan dan material. Berikut merupakan formula perhitungan produktivitas kerja:

$$\text{Produktivitas Harian} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Durasi Pekerjaan}} \quad (8)$$

$$\text{Produktivitas/jam} = \frac{\text{Produktivitas Harian}}{\text{Jam Kerja Perhari}} \quad (9)$$

$$\text{Produktivitas Harian Sesudah Crash} = \left(\text{jam kerja perhari} \times \frac{\text{produktivitas}}{\text{jam}} \right) + (a \times b \times \text{produktivitas/jam}) \quad (10)$$

3. Percepatan Waktu Penyelesaian Kegiatan
Didapatkan dengan perhitungan produktivitas harian, per jam dan juga produktivitas sesudah *crash*.
4. Biaya Tambahan Pekerja (*Crash Cost*)
Penambahan waktu kerja akan menambah besar biaya untuk tenaga kerja dari biaya normal tenaga kerja. Pada penambahan waktu kerja satu jam pertama, pekerja mendapatkan tambahan upah 1,5 kali upah per jam waktu normal dan pada penambahan jam kerja berikutnya maka pekerja akan mendapatkan 2 kali upah per jam waktu normal.

$$\text{Normal Cost/Jam} = \frac{\text{produktivitas/jam} \times \text{harga satuan upah pekerja}}{\text{jam}} \quad (11)$$

$$\text{Normal Cost/Hari} = \frac{\text{produktivitas/hari} \times \text{harga satuan upah pekerja}}{\text{jam}} \quad (12)$$

$$\text{Upah Lembur Per hari} = 1,5 \times \text{upah kerja normal(perjam)} \quad (13)$$

$$\text{Crash Cost Pekerja} = (\text{jam kerja perhari} \times \text{normal cost pekerja}) + \text{upah k} \quad (14)$$

$$\text{Crash Cost Total} = \text{crash cost pekerja} \times \text{crash duration} \quad (15)$$

5. Cost Slope

Cost slope adalah konsep dalam manajemen proyek yang menggambarkan hubungan antara biaya tambahan yang dikeluarkan dan pengurangan waktu yang dicapai dengan mempercepat suatu aktivitas dalam proyek. *Cost slope* dihitung untuk menentukan efisiensi biaya dalam mempercepat suatu aktivitas tertentu.

$$\text{Cost Slope} = \frac{(\text{crash cost} - \text{normal cost})}{(\text{normal duration} - \text{crash duration})} \quad (16)$$

6. Perhitungan Total Biaya Penyelesaian
Dilakukan dengan penambahan biaya, perhitungan biaya langsung, biaya lembur staf, biaya tak langsung.

$$\text{Tambahan Biaya} = \text{cost slope} \times \text{total percepatan} \quad (17)$$

$$\text{Biaya Lembur Staf} = \text{biaya lembur per hari} \times \text{total percepatan} \quad (18)$$

$$\text{Biaya Langsung} = \text{biaya langsung normal} + \text{tambahan biaya} \quad (19)$$

$$\text{Biaya tak Langsung} = (\text{total waktu penyelesaian proyek} \times \text{biaya tak langsung perhari}) + \text{biaya lembur staf} \quad (20)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Data

Pada penelitian ini dibahas analisis kinerja pada pekerjaan *Metallic Pipe Shop Fabrication*. Durasi rencana pekerjaan adalah 13 bulan dimulai dari bulan November 2022 hingga November 2023. Namun sampai dengan bulan akhir proyek masih terdapat sisa pekerjaan sebesar 7,53%.

Tabel 1 Nilai Kontrak

No	Uraian	Total Biaya
1	Direct Cost	Rp 13.678.758.755,20
2	Indirect Cost	Rp 10.812.738.112,41
3	Overhead	Rp 14.191.936.428,55
Total		Rp 38.683.433.296,16

3.2 Perhitungan Indikator Earned Value Method

1. Perhitungan Planned Value

Nilai *Planned Value* diperoleh dari perkalian antara persentase bobot rencana tiap bulan dengan nilai kontrak dari biaya langsung.

Tabel 2 Planned Value

Bulan Ke-	Planned Value
Dalam bulan	Kumulatif

	Bobot	Nilai (Rp)	Bobot	Nilai (Rp)
1	1,80%	696.862.046,44	1,8%	696.862.046,44
2	4,90%	1.895.838.945,31	6,7%	2.592.700.991,76
3	7,11%	2.751.686.307,34	13,8%	5.344.387.299,10
4	8,19%	3.169.569.472,14	22,0%	8.513.956.771,24
5	5,73%	2.218.167.919,97	27,7%	10.732.124.691,21
6	8,03%	3.107.171.686,59	35,8%	13.839.296.377,80
7	12,24%	4.735.085.698,18	48,0%	18.574.382.075,98
8	11,25%	4.351.616.773,62	59,3%	22.925.998.849,60
9	9,81%	3.796.249.535,00	69,1%	26.722.248.384,60
10	12,13%	4.692.356.888,30	81,2%	31.414.605.272,90
11	9,54%	3.689.483.650,34	90,7%	35.104.088.923,24
12	8,25%	3.191.197.111,50	99,0%	38.295.286.034,74
13	1,00%	388.147.261,41	100,0%	38.683.433.296,16

Berdasarkan Tabel 2, nilai *Planned Value* terbesar terdapat pada bulan ke-7 dengan bobot persentase 12,24% dengan nilai Rp4.735.085.698,18 dan nilai *Planned Value* terkecil terdapat pada bulan ke-13 dengan bobot persentase 1,00% dengan nilai Rp388.147.261,41.

2. Perhitungan Earn Value

Nilai *Earned Value* diperoleh dari perkalian antara persentase bobot aktual tiap bulan dengan nilai kontrak dari biaya langsung.

Tabel 3 Earned Value

Bulan Ke-	Earned Value			
	Dalam bulan		Kumulatif	
	Bobot	Nilai (Rp)	Bobot	Nilai (Rp)
1	0,65%	251.507.388,97	0,7%	251.507.388,97
2	3,09%	1.195.658.142,81	3,7%	1.447.165.531,78
3	5,05%	1.951.802.133,17	8,8%	3.398.967.664,95
4	7,56%	2.924.147.663,74	16,3%	6.323.115.328,69
5	9,56%	3.698.817.868,02	25,9%	10.021.933.196,71
6	8,58%	3.320.184.472,42	34,5%	13.342.117.669,13
7	13,07%	5.056.346.465,78	47,6%	18.398.464.134,91
8	4,78%	1.849.003.478,15	52,3%	20.247.467.613,06
9	7,60%	2.939.617.364,26	59,9%	23.187.084.977,32
10	13,37%	5.171.184.040,96	73,3%	28.358.269.018,28
11	10,40%	4.023.432.067,48	83,7%	32.381.701.085,75
12	3,84%	1.484.779.360,04	87,5%	33.866.480.445,80
13	4,92%	1.904.519.742,08	92,5%	35.771.000.187,88

Berdasarkan Tabel 3, nilai *Earned Value* terbesar terdapat pada bulan ke-10 dengan bobot persentase 13,37% dengan nilai Rp5.171.184.040,96 dan nilai *Earned Value* terkecil terdapat pada bulan ke-1 dengan bobot persentase 0,65% dengan nilai Rp251.507.388,97. Pada bulan terakhir bobot progress belum mencapai 100% hal ini mengindikasikan keterlambatan dari jadwal rencana.

3. Perhitungan *Actual Cost*

Nilai *Actual Cost* diperoleh dari biaya total langsung, biaya tidak langsung yang digunakan dalam rangka menyelesaikan pekerjaan sesuai aktivitasnya selama periode tertentu.

Tabel 4 *Actual Cost*

Bulan Ke-	<i>Actual Cost</i> (Rp)	Kumulatif <i>Actual Cost</i> (Rp)
1	1.223.723.559,83	1.223.723.559,83
2	1.902.322.367,46	3.126.045.927,29
3	2.228.005.866,28	5.354.051.793,58
4	2.906.967.459,17	8.261.019.252,74
5	3.781.628.481,43	12.042.647.734,17
6	2.956.901.101,97	14.999.548.836,14
7	4.211.010.122,71	19.210.558.958,86
8	2.573.062.736,30	21.783.621.695,15
9	2.876.572.304,39	24.660.193.999,55
10	4.188.564.698,92	28.848.758.698,47
11	3.639.027.854,59	32.487.786.553,06
12	2.031.740.198,50	34.519.526.751,56
13	2.297.488.850,47	36.817.015.602,03

Dari tabel 4, nilai *Actual Cost* terbesar terdapat pada bulan ke-10 dengan nilai Rp4.188.564.698,92 dan nilai *Actual Cost* terkecil terdapat pada bulan ke-1 dengan nilai Rp1.223.723.559,83 dikarenakan pada bulan pertama bobot pekerjaan yang ditentukan masih kecil sehingga biaya yang dikeluarkan cenderung lebih kecil dibandingkan bulan-bulan lainnya.

3.3 Perhitungan Analisis Variance *Earned Value Method*

1. *Cost Variance (CV)*

Nilai CV didapat dari nilai *Earned Value* dikurangi dengan *Actual Cost*. pada bulan ke-13 proyek, terlihat bahwa nilai *Cost Variance (CV)* bernilai (-) Rp1.046.015.414,14, menunjukkan terjadinya *cost overrun*, dimana pengeluaran aktual melebihi anggaran yang direncanakan. Ini disebabkan oleh *Actual Cost* yang lebih tinggi dari estimasi biaya awal. Analisis CV sepanjang periode proyek bulan pertama hingga bulan ke-13 bahwa CV bernilai negatif mengindikasikan biaya yang dikeluarkan melebihi rencana anggaran.

2. *Schedule Variance (SV)*

Setelah dilakukan perhitungan *schedule variance* dengan menggunakan formula seperti pada contoh, didapatkan kesimpulan bahwa diketahui hasil perhitungan SV pada bulan pertama adalah (-) Rp445.354.657,47 dan nilai SV pada bulan ke-13 adalah (-) Rp2.912.433.108,28, SV yang bernilai negatif (-) mengindikasikan bahwa pekerjaan proyek mengalami keterlambatan. Jika dilihat dari hasil perhitungan SV yang seluruh nilai pada dari bulan pertama hingga bulan ke-13 bernilai negatif (-) begitu juga untuk bulan peninjauan (bulan ke-13) yang menjadi target selesainya proyek maka dapat

disimpulkan bahwa proyek ini mengalami keterlambatan dari jadwal yang sudah ditentukan di awal.

3.4 Analisis *Index Performance*

1. *Cost Performance Index (CPI)*

Perhitungan CPI mengacu pada formula 4. Pada bulan ke-1 hingga bulan ke-13 ke nilai CPI kurang dari 1 ($CPI < 1$) menunjukkan *Actual Cost* (AC) yang dikeluarkan lebih besar dari nilai pekerjaan yang didapat atau *Earned Value* (EV). Dapat dilihat pada tabel 5 dibawah bahwa nilai CPI cenderung meningkat dengan nilai pada bulan pertama yaitu 0,206 dan pada bulan akhir peninjauan bernilai 0,972.

Tabel 5 *CPI*

Bulan Ke-	EV	AC	CPI
	a	b	$\frac{a}{b}$
1	251.507.388,97	748.824.702,40	0,34
2	1.447.165.531,78	2.340.841.770,76	0,62
3	3.398.967.664,95	4.390.360.725,49	0,77
4	6.323.115.328,69	7.288.350.019,61	0,87
5	10.021.933.196,7	11.196.048.393,6	0,90
6	13.342.117.669,1	14.213.012.325,6	0,94
7	18.398.464.134,9	18.786.749.952,6	0,98
8	20.247.467.613,0	21.163.404.914,2	0,96
9	23.187.084.977,3	24.033.695.882,5	0,96
10	28.358.269.018,2	28.605.007.690,6	0,99
11	32.381.701.085,7	32.426.695.347,8	1,00
12	33.866.480.445,8	34.198.532.674,7	0,99
13	35.771.000.187,8	36.309.291.886,6	0,99

2. *Schedule Performance Index (SPI)*

Perhitungan SPI mengacu pada formula 2.2. Pada bulan ke-1 hingga bulan ke-13 ke nilai SPI kurang dari 1 ($SPI < 1$) menunjukkan *Planned Value* (PV) yang dikeluarkan lebih besar dari nilai pekerjaan yang didapat atau *Earned Value* (EV). dilihat pada tabel 6 dibawah bahwa nilai SPI cenderung fluktuatif dengan nilai pada bulan pertama yaitu 0,36 dan pada bulan akhir peninjauan bernilai 0,92. Nilai tertinggi terdapat pada bulan ke-7 dengan nilai SPI sebesar 0,99.

Tabel 6 *SPI*

Bulan ke-	EV	PV	SPI
	a	b	$\frac{a}{b}$
1	251.507.388,97	696.862.046,44	0,36
2	1.447.165.531,78	2.592.700.991,76	0,56
3	3.398.967.664,95	5.344.387.299,10	0,64
4	6.323.115.328,69	8.513.956.771,24	0,74

5	10.021.933.196,71	10.732.124.691,2 1	0,93
6	13.342.117.669,13	13.839.296.377,8 0	0,96
7	18.398.464.134,91	18.574.382.075,9 8	0,99
8	20.247.467.613,06	22.925.998.849,6 0	0,88
9	23.187.084.977,32	26.722.248.384,6 0	0,87
10	28.358.269.018,28	31.414.605.272,9 0	0,90
11	32.381.701.085,75	35.104.088.923,2 4	0,92
12	33.866.480.445,80	38.295.286.034,7 4	0,88
13	35.771.000.187,88	38.683.433.296,1 6	0,92

3.5 Analisis Perkiraan Waktu dan Biaya untuk Penyelesaian Proyek

1. Estimate Cost to Complete (ETC)

ETC dihitung untuk memperkirakan jumlah pengeluaran yang dibutuhkan hingga proyek selesai, dengan mempertimbangkan beberapa pekerjaan yang masih harus diselesaikan. Perhitungan ETC ini penting untuk menentukan estimasi total biaya proyek yang diperlukan sampai proyek selesai. Dengan menggunakan persamaan (5) didapatkan nilai ETC sebesar Rp 2.956.260.190,47.

2. Estimate at Completion (EAC)

EAC mencerminkan total biaya setelah melakukan perhitungan berdasarkan Earned Value Management (EVM) untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang tersedia. Dengan menggunakan persamaan (6) didapatkan nilai EAC sebesar Rp 39.265.552.077,06

3. Time Estimated (TE)

Berdasarkan rumus dan asumsi yang digunakan, nilai *Schedule Performance Index* (SPI) memiliki pengaruh signifikan terhadap perhitungan perkiraan waktu ini. Tabel 6 yang memuat nilai SPI menunjukkan bahwa nilai SPI yang fluktuatif menyebabkan perubahan pada nilai *Time Estimate* (TE). Semakin kecil nilai SPI, semakin lama estimasi waktu tambahan yang dibutuhkan, dan sebaliknya, semakin besar nilai SPI atau mendekati 1, semakin singkat estimasi waktu tambahan yang diperlukan. Dengan menggunakan persamaan (7) didapatkan nilai TE yaitu 412 hari. Sehingga dapat diketahui bahwa proyek telah berjalan selama 379 hari sehingga diperlukan penambahan 33 hari untuk menyelesaikan sisa pekerjaan proyek.

3.6 Crash Cost

Dilakukan perhitungan terhadap 4 variasi jam lembur yaitu 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam untuk menentukan hasil paling efektif terhadap segi waktu dalam penyelesaian pekerjaan. Digunakan persamaan (8) hingga persamaan (20) dalam

penentuan *crash cost* pada jurnal ini. Pada pekerjaan ini volume pekerjaan yang tersisa adalah 11.673 Dia-Inch, kemudian diketahui jam kerja per hari yaitu 8 jam/hari. Diketahui durasi sisa pekerjaan yang akan dioptimasi dengan menggunakan *crash* yaitu berdasarkan perhitungan TE yaitu 33 hari sisa pekerjaan. Berikut merupakan tabel perhitungan *crash cost* berdasarkan variasi jam lembur.

Tabel 7 Perhitungan Crash Cost

Item	Harga	Satuan
Volume Pekerjaan Tersisa	11.673	Dia-Inch
Durasi	33	Hari
Jam Kerja/Hari	9	Jam/Hari
Penambahan 1 jam kerja		
Daily Productivity	353,71	Dia-Inch/Hari
Hourly Productivity	44,21	Dia-Inch/Jam
Productivity after Crash	393,51	Dia-Inch/Hari
Crash Duration	30	Hari
Normal Cost/Hour	367.125,60	Rp
Normal Cost/Day	2.937.004,81	Rp
Overtime Cost	550.688,40	Rp
Worker Crash Cost	3.487.693,21	Rp
Total Crash Cost	104.630.796,29	Rp
Cost Slope	2.569.879,21	Rp
Project Duration	30	Hari
Acceleration	3	Hari
Additional Cost	7.709.638	Rp
Direct Cost	2.887.881.735	Rp
Staff Overtime Cost	1.652.065	Rp
Indirect Cost	77.740.158	Rp
Total Cost	2.965.621.893	Rp
Penambahan 2 jam kerja		
Daily Productivity	353,71	Dia-Inch/Hari
Hourly Productivity	44,21	Dia-Inch/Jam
Productivity after Crash	424,46	Dia-Inch/Hari
Crash Duration	28	Hari
Normal Cost/Hour	367.125,60	Rp
Normal Cost/Day	2.937.004,81	Rp
Overtime Cost	1.284.939,60	Rp
Worker Crash Cost	4.221.944,41	Rp
Total Crash Cost	118.214.443,53	Rp
Cost Slope	4.258.656,97	Rp
Project Duration	28	Hari
Acceleration	5	Hari
Additional Cost	21.293.285	Rp
Direct Cost	2.901.465.382	Rp
Staff Overtime Cost	6.424.698	Rp
Indirect Cost	77.440.252	Rp
Total Cost	2.978.905.634	Rp
Penambahan 3 jam kerja		
Daily Productivity	353,71	Dia-Inch/Hari
Hourly Productivity	44,21	Dia-Inch/Jam
Productivity after Crash	446,56	Dia-Inch/Hari
Crash Duration	27	Hari
Normal Cost/Hour	367.125,60	Rp
Normal Cost/Day	2.937.004,81	Rp
Overtime Cost	2.019.190,81	Rp
Worker Crash Cost	4.956.195,61	Rp
Total Crash Cost	133.817.281,57	Rp
Cost Slope	6.149.353,82	Rp
Project Duration	27	Hari
Acceleration	6	Hari
Additional Cost	36.896.123	Rp
Direct Cost	2.917.068.220	Rp
Staff Overtime Cost	12.115.145	Rp
Indirect Cost	80.594.429	Rp

Tabel 7 Perhitungan Crash Cost

Item	Harga	Satuan
Total Cost	2.997.662,649	Rp
Penambahan 4 jam kerja		
Daily Productivity	353,71	Dia-Inch/Hari
Hourly Productivity	44,21	Dia-Inch/Jam
Productivity after Crash	459,83	Dia-Inch/Hari
Crash Duration	26	Hari
Normal Cost/Hour	367.125,60	Rp
Normal Cost/Day	2.937.004,81	Rp
Overtime Cost	2.753.442,01	Rp
Worker Crash Cost	5.690.446,82	Rp
Total Crash Cost	147.951.617,21	Rp
Cost Slope	7.290.065,51	Rp
Project Duration	26	Hari
Acceleration	7	Hari
Additional Cost	51.030.458,54	Rp
Direct Cost	2.931.202.555,82	Rp
Staff Overtime Cost	19.274.094,05	Rp
Indirect Cost	85.217.108,14	Rp
Total Cost	3.016.419.663,97	Rp

3.7 Perbandingan Biaya EVM dan Crash Cost

Dengan menekankan adanya denda sebesar 1/mill/hari dari nilai kontrak yang akan dibebankan pada kontraktor apabila terjadi keterlambatan, berikut merupakan perbandingan biaya penyelesaian proyek dengan metode EVM dan *Crash*.

Tabel 8 Perbandingan EVM dan Crash Cost

Item	Durasi (hari)	Biaya (Rp)	Denda (Rp)	Total Biaya (Rp)
EVM	33	2.956.260	1.276.553	4.232.813
Crash Cost (1 Hour Overtime)	30	190,47	298,77	489,24
Crash Cost (2 Hours Overtime)	28	2.965.621	1.160.502	4.126.124
Crash Cost (3 Hours Overtime)	27	893,29	998,88	.892,18
Crash Cost (4 Hours Overtime)	26	2.978.905	1.083.136	4.062.041
Crash Cost (5 Hours Overtime)	25	633,80	132,29	.766,09
Crash Cost (6 Hours Overtime)	24	2.997.662	1.044.452	4.042.115
Crash Cost (7 Hours Overtime)	23	648,88	699,00	.347,88
Crash Cost (8 Hours Overtime)	22	3.016.419	1.005.769	4.022.188
Crash Cost (9 Hours Overtime)	21	663,97	265,70	.929,67

4.KESIMPULAN

Penerapan *earned value analysis* pada *Metallic Pipe Shop Fabrication* menghasilkan nilai SPI yang bernilai 0,92 dan CPI bernilai 0,99 yang diketahui bernilai <1 yang berarti proyek tersebut mengalami keterlambatan dan biaya yang telah dikeluarkan lebih besar dari anggaran rencana. Perhitungan *Estimate Duration* menurut perhitungan yang sudah dilakukan, tambahan waktu yang diperlukan adalah 33 hari sehingga perkiraan total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan *Metallic Pipe Shop Fabrication* adalah 412 hari,

yaitu dengan menambahkan durasi awal 379 hari dengan durasi tambahan 33 hari. Hasil analisis dengan metode *earn value* diketahui bahwa dibutuhkan biaya tambahan untuk penyelesaian proyek sebesar Rp4.232.813.489,24 dengan tambahan waktu 33 hari, namun waktu tersebut bisa dipercepat dengan penambahan jam kerja menggunakan *crash program* sehingga waktu yang dibutuhkan dengan penambahan jam kerja paling efektif yaitu 4 jam kerja dengan biaya Rp 4.022.188.929,67.

5. PUSTAKA

- [1] Ervianto, W. I. (2002). Manajemen Proyek Konstruksi, Edisi Pertama. Yogyakarta: Salemba Empat.
- [2] Maulana, Alex S. (2011). Analisis Kinerja Biaya dan Waktu dengan Konsep *Earned Value Analysis* pada Proyek Gedung Dinas Komunikasi dan Informasi Jawa Timur. Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh. Surabaya.
- [3] Riyanto, J. (1986). Produktivitas dan Tenaga Kerja. Jakarta: SIUP.
- [4] Zhafira, Talitha & Priyo. (2015). Analisa Penerapan Metode Earn Value dan *Project Crashing* Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Pembangunan Gedung IGD RSUD Sunan Kalijaga, Demak). Jurnal Tugas Akhir. UMY.
- [5] Khairunnisa, Widayati & Jamal. (2020). Analisis Pengendalian Biaya Dan Waktu Terhadap Proyek Konstruksi Dengan Metode Earned Value (Studi Kasus: Proyek Perumahan Penajam Paser Utara). Jurnal Tugas Akhir Universitas Mulawarman.