



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisis Kinerja Waktu Dan Biaya Pada Proyek Pembangunan 3 Buah Tongkang 330 ft dengan Metode *Earn Value Analysis*

Rafi Faiqal Musfar^{1*)}, Untung Budiarto¹⁾, Andi Trimulyono¹⁾

Laboratorium Teknologi Material dan Produksi Kapal

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

*)e-mail :faiqalrafi@gmail.com

Abstrak

Pada penelitian ini mengambil studi kasus di salah satu galangan di Batam yang sedang mengerjakan proyek pembangunan 3 buah tongkang 330 ft secara paralel. Proyek ini direncanakan akan selesai dalam waktu 146 hari dengan total anggaran sebesar Rp 122.933.406.599,83. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja proyek dari segi biaya dan waktu, serta memperkirakan waktu dan biaya akhir penyelesaian proyek sebagai peringatan atau *early warning* bagi pelaksana proyek apabila proyek mengalami penyimpangan. *Earn Value Analysis* merupakan suatu metode untuk mengendalikan kinerja proyek terutama dari segi biaya maupun waktu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada metode *Earn Value Analysis* (EVA) proyek diperkirakan akan selesai dalam waktu 157 hari dan mengalami keterlambatan selama 11 hari atau sebesar 7,53 % dengan perhitungan nilai SPI sebesar 0,78 yang dimana nilai SPI <1 berarti kinerja proyek lebih lambat dari jadwal yang direncanakan, sedangkan pada perhitungan metode *Earn Schedule* (ES) proyek diperkirakan akan selesai dalam waktu 190 hari atau mengalami keterlambatan selama 44 hari atau 30,14% dengan perhitungan nilai SPI(t) sebesar 0,81 yang dimana nilai SPI(t) juga bernilai <1. Untuk perkiraan biaya akhir proyek pada metode *earn value*, diperkirakan proyek akan mengalami penghematan sebesar Rp 25.041.065.449,07 (tanpa biaya penalti) atau sebesar 20,37 % dari anggaran yang direncanakan dengan perhitungan nilai CPI sebesar 1,26 yang dimana nilai CPI >1 berarti biaya yang dikeluarkan lebih kecil dari biaya pekerjaan yang didapat.

Kata Kunci : *Earn Value Analysis* (EVA), *Earn Schedule*, Pembangunan Tongkang 330 ft

1. PENDAHULUAN

Setiap galangan harus bisa memberikan pelayanan yang terbaik kepada konsumennya dengan cara mempertahankan kualitas pada pengerjaan proyek. Keberhasilan suatu proyek bisa dilihat dari penyelesaian proyek yang dilakukan secara tepat waktu dengan biaya yang seefisien mungkin namun tetap menjaga kualitas pada pengerjaannya. Namun pada umumnya masih sering ditemui proyek yang mengalami keterlambatan yang mengakibatkan kerugian dari segi waktu maupun biaya. Kompleksnya pelaksanaan proyek selama pengerjaannya menyebabkan banyak proyek tidak berjalan sesuai dengan rencana. Baik dari segi waktu, biaya dan tenaga kerja. Untuk itu perlu dilakukan penilaian terhadap kinerja proyek agar dapat menjadi bahan acuan untuk pelaksanaan proyek yang akan datang [1]. Maka dari itu diperlukan metode pengendalian

proyek sebagai peringatan atau *early warning* bagi pelaksana proyek apabila proyek mengalami penyimpangan.

Earn Value Analysis (EVA) merupakan salah satu cara untuk mengendalikan kinerja proyek terutama dari segi biaya maupun waktu. Metode ini dapat mencegah kerugian dan keterlambatan pada proyek karena dapat memperkirakan hasil akhir pada proyek. Dengan memperkirakan hasil akhir proyek diharapkan mampu menjadi bahan evaluasi pada pekerjaan selanjutnya pada sebuah proyek, sehingga manajer proyek mampu mencegah terjadinya pembengkakan biaya dan keterlambatan pada penyelesaian proyek [2]. Metode EVA telah diterapkan dalam konstruksi sipil sebuah taman hiburan di dalam ruangan, bernama Monica Park di Rio de Janeiro, Brasil. Taman ini memiliki 30 atraksi, meliputi area seluas 10.000 meter persegi dibangun dalam 10 bulan dari Januari hingga

Oktober 2000, seharga US \$ 5 juta. Pada penerapan EVA untuk taman hiburan ini menunjukkan bahwa EVA memiliki peran yang relevan dalam manajemen terpadu dari ruang lingkup proyek, waktu, kemajuan, biaya dan risiko dan pengadaan persediaan dan layanan proyek utama dan juga berkontribusi pada keberhasilan proyek studi kasus yang selesai tepat waktu anggaran [3].

Metode EVA digunakan untuk menganalisis kinerja proyek yang telah berlangsung serta memantau progress proyek per periode peninjauan. Pada penelitian sebelumnya EVA digunakan untuk mengetahui kinerja biaya dan waktu serta faktor-faktor penyebab keterlambatan atau kemajuan proyek. Pada minggu ke-15 hasil SPI menunjukkan nilai 0,85 dan CPI 0,88 yang berarti pada peninjauan tersebut kinerja proyek tersebut mengalami pembengkakan dari segi biaya dan jadwal karena nilai SPI dan CPI <1 [4]. Penelitian yang sebelumnya juga dengan metode EVA didapatkan kinerja proyek pada minggu ke-13 diketahui proyek mengalami keterlambatan dari rencana tetapi biaya yang dikeluarkan lebih sedikit atau *under budget* dengan nilai CV sebesar 1.173.250.659 dan nilai SV -2.734.066.607 [5].

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai perkiraan waktu dan biaya akhir pada penyelesaian proyek dengan studi kasus pada salah satu perusahaan di Surabaya yang bergerak dalam bidang produksi kapal niaga yang dimana pada saat itu sedang mengerjakan proyek pembangunan kapal pemadam kebakaran dengan panjang 60 meter. Hasil penelitian ini diperkirakan proyek akan mengalami keterlambatan waktu selama 67 hari sehingga waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek kapal pemadam kebakaran tersebut adalah 381 hari dan bertambahnya biaya penyelesaian pekerjaan sebesar Rp 23.616.760.065, sehingga total biaya akhir pekerjaan sebesar Rp 157.383.943.827 [6]. Pada Proyek Pembangunan Jembatan Cibuni Ruas Jalan Baros-Cibuni Kabupaten Sukabumi dengan metode EVA diperkirakan akan selesai dalam waktu 32 minggu yang dimana seharusnya proyek selesai dalam waktu 30 minggu. Proyek mengalami keterlambatan pengerjaan dengan nilai SPI pada setiap peninjauan <1 yang berarti nilai kinerja pelaksanaan proyek mengalami penyimpangan terlambat yang tidak sesuai dengan rencana namun pada perhitungan CPI menunjukkan nilai >1 yang berarti biaya yang dikeluarkan lebih sedikit dari rencana dengan perkiraan biaya akhir Rp 30.580.149.183,98 [7].

Earn Schedule merupakan pengembangan dari metode *Earn Value* dengan menggambarkan kinerja jadwal dalam satuan waktu [8]. Pada penelitian sebelumnya didapatkan hasil bahwa

earn schedule memiliki ukuran kesalahan yang lebih kecil daripada *earn value* dengan nilai MSE 28,6; MAD 4,8; MAPE 8,2% pada proyek A dan MSE 23,8; MAD 4,0; MAPE 7,4% pada proyek B sehingga lebih akurat dibandingkan metode *earn value management* [9].

Perusahaan tempat peneliti mengambil data merupakan perusahaan yang bergerak dibidang perkapalan yang saat ini sedang mengerjakan proyek pembangunan 3 buah tongkang 330 ft dengan rencana awal pemangunan dalam kurun waktu 146 hari dengan nilai kontrak sebesar Rp 122,933,406,599.83. Pada proyek pembangunan 3 buah tongkang 330 ft ini belum diidentifikasi apakah proyek mengalami keterlambatan atau kemajuan progress pekerjaan, yang kemudian melatar belakangi penulis untuk mengangkat permasalahan tersebut menjadi topik Tugas Akhir ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja proyek dan mengetahui perkiraan waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek dengan metode *earn value analysis*. Diharapkan dari hasil penelitian ini, dapat dijadikan referensi bagi perusahaan terkait untuk pengendalian proyek agar proyek dapat terealisasi dengan baik. Selain itu diharapkan pula dengan adanya penelitian ini dapat meminimalisir kerugian yang dialami perusahaan.

2. METODE

2.1. Objek Penelitian



Gambar 1. Proses Pengerjaan Pembangunan Tongkang 330 ft

Objek pada penelitian ini menggunakan data *time schedule*, laporan progress bulanan, dan *actual cost* bulanan pembangunan 3 buah tongkang 330 ft di salah satu galangan Kota Batam. Proyek ini direncanakan akan selesai dalam waktu 6 bulan atau 146 hari dari bulan Maret sampai Agustus 2023 dengan rencana anggaran biaya sebesar Rp 122.933.406.599,83. Namun sampai saat peninjauan terakhir dilakukan yaitu bulan ke-5 (Juli 2023) proyek masih berjalan sekitar 75% progress pekerjaan yang seharusnya sudah mencapai 95% menurut rencana pada proyek tersebut. Pada penelitian ini diambil 5 kali peninjauan setiap bulan dari bulan Maret sampai Juli 2023.

Tabel 1. Ukuran Utama Tongkang 330 ft

No	Dimensi	Ukuran
1	LOA	330 ft
2	LWL	315 ft
3	Breadth (Moulded)	90 ft
4	Height (Moulded)	22 ft
5	Draft (Moulded)	5,4 m

2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini didapat dari perusahaan terkait yang dikumpulkan guna mendukung analisis data dalam penelitian ini. Data yang didapat berupa *time schedule*, laporan progress bulanan, dan biaya aktual bulanan serta mencari beberapa referensi literatur seperti jurnal, buku, artikel, dan penelitian sebelumnya untuk mempelajari permasalahan beserta solusi yang telah diteliti sebelumnya. Data *time schedule*, laporan progress bulanan, dan biaya aktual bulanan dapat dilihat pada Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4.

Tabel 2. Data Time Schedule Proyek

Bulan ke-	Periode	Bobot	Bobot Kumulatif
1	Maret	0,02	0,02
2	April	0,16	0,18
3	Mei	0,30	0,48
4	Juni	0,25	0,73
5	Juli	0,22	0,95
6	Agustus	0,05	1,00

Tabel 3. Data Progress Pekerjaan Proyek

Bulan ke-	Periode	Bobot	Bobot Kumulatif
1	Maret	0,046	0,046
2	April	0,078	0,124
3	Mei	0,194	0,318
4	Juni	0,113	0,431
5	Juli	0,314	0,745

Tabel 4. Data Actual Cost

Bulan ke-	Periode	Bobot	Bobot Kumulatif
1	Maret	0,093	0,093
2	April	0,359	0,452
3	Mei	0,024	0,476
4	Juni	0,018	0,494
5	Juli	0,099	0,593

2.3. Pengolahan Data

Tahap – tahap pengolahan data dalam analisis penelitian ini adalah sebagai berikut:

Menghitung indikator *Planned Value* (PV), *Earned Value* (EV), dan *Actual Cost* (AC) dari data *time schedule*, laporan progress bulanan, dan rencana anggaran biaya.

Melakukan perhitungan kinerja dari segi biaya dan waktu berdasarkan biaya yang sedang dilakukan atau telah diselesaikan dengan menghitung nilai *Schedule Variance* (SV) dan *Cost Variance* (CV).

Menghitung indeks performansi untuk mengetahui efisiensi penggunaan sumber daya dengan menghitung nilai *Schedule Performance Index* (SPI) dan *Cost Performance Index* (CPI).

Memprediksi berapa besar waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sisa proyek berdasarkan biaya dengan menghitung nilai *Estimate Temporary Cost* (ETC) dan *Estimate Temporary Schedule* (ETS).

Melakukan analisis *Earn Schedule* dengan menghitung indikator-indikator yang berdasarkan waktu yaitu *Schedule Variance(time)* (SV(t)) dan *Schedule Performance Index(time)* (SPI(t)).

Memprediksi berapa besar waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sisa proyek berdasarkan waktu dengan indikator pada analisis *earn schedule* dan membandingkan prediksi waktu akhir proyek antara metode *earn value* dengan *earn schedule*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengumpulan data yang telah dilakukan maka dilakukan pengolahan data, sehingga didapatkan hasil dan pembahasan sebagai berikut:

3.1. Perhitungan Indikator Planned Value, Earned Value, dan Actual Cost

Budget at Completion (BAC) merupakan total dari seluruh anggaran biaya untuk proyek, indikator ini digunakan untuk menghitung kinerja maupun berbagai prediksi pada proyek secara keseluruhan. Nilai BAC pada penelitian ini adalah Rp 122,933,406,599.83

Planned Value (PV) adalah biaya kumulatif yang direncanakan pada proyek. PV disebut juga dengan anggaran biaya pekerjaan yang dijadwalkan atau *BCWS (Budgeted Cost of Work Schedule)* [2]. Contoh perhitungan indikator PV dengan nilai bobot sesuai Tabel 2 pada peninjauan bulan ke-5 dapat dilihat pada persamaan 1.

$$\begin{aligned} PV &= BAC \times \text{Bobot Time Schedule} & (1) \\ &= \text{Rp } 122.933.406.599,83 \times 0,95 \\ &= \text{Rp } 116.786.736.269,84 \end{aligned}$$

Earned Value (EV) atau yang juga disebut dengan *BCWP (Budgeted Cost of Work Budgeted Cost of Work Schedule)* merupakan besarnya suatu nilai suatu proyek yang dicapai dalam satuan biaya, yang didapatkan dari setiap pekerjaan yang sedang dilakukan atau telah diselesaikan. Oleh karena itu, perhitungan EV didasarkan dari progres fisik setiap pekerjaan pada saat peninjauan berlangsung, yang kemudian disesuaikan dengan besarnya biaya yang dianggarkan untuk pekerjaan tersebut [2]. Contoh perhitungan indikator EV dengan nilai bobot sesuai Tabel 3 pada peninjauan bulan ke-5 dapat dilihat pada persamaan 2.

$$\begin{aligned} EV &= BAC \times \text{Bobot Progress Pekerjaan} & (2) \\ &= \text{Rp } 122.933.406.599,83 \times 0,745 \\ &= \text{Rp } 91.585.387.916,88 \end{aligned}$$

Actual Cost (AC) merupakan jumlah biaya yang dikeluarkan untuk setiap kegiatan sampai pada saat peninjauan berlangsung. Biaya ini diperoleh dari data-data keuangan pada tanggal pelaporan. Sehingga AC juga sering disebut sebagai *ACWP (Actual Cost of Work Performed)*. Contoh perhitungan indikator AC dengan nilai bobot sesuai Tabel 4 pada peninjauan bulan ke-5 dapat dilihat pada persamaan 3.

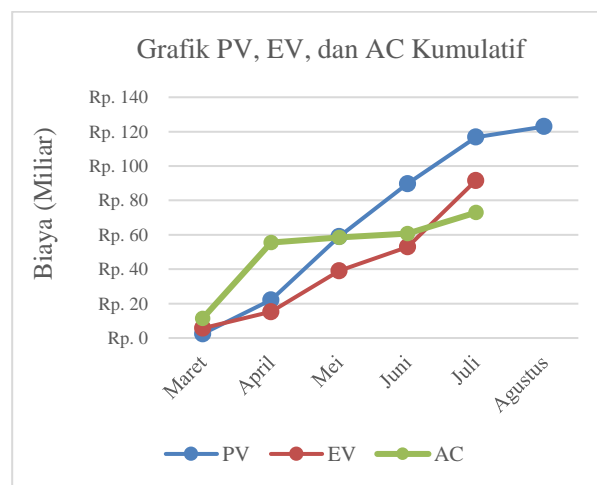
$$\begin{aligned} AC &= BAC \times \text{Bobot Actual Cost} & (3) \\ &= \text{Rp } 122.933.406.599,83 \times 0,593 \\ &= \text{Rp } 72.929.794.157,32 \end{aligned}$$

Hasil rekapitulasi perhitungan PV, EV, dan AC kumulatif dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Indikator PV, EV, dan AC Kumulatif

Periode	PV (Rp Miliar)	EV (Rp Miliar)	AC (Rp Miliar)
Maret	2,458	5,685	11,463
April	22,128	15,264	55,577
Mei	59,008	39,133	58,563
Juni	89,741	52,963	60,723
Juli	116,786	91,585	72,929
Agustus	122,933	-	-

Hasil perhitungan pada Tabel 5 didapatkan nilai PV, EV, dan AC kumulatif, maka dari itu dapat dibuat grafik perbandingan antara tiga indikator tersebut yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Indikator PV, EV, dan AC Kumulatif

Hasil yang dapat dilihat pada Gambar 2 menunjukkan bahwa ketiga kurva tersebut nilainya masih naik turun yang dimana pada bulan Maret kurva PV berada dibawah kurva EV dan AC, yang artinya proyek lebih cepat dari rencana namun mengeluarkan biaya yang lebih banyak. Sedangkan pada bulan April sampai Juli kurva EV selalu berada dibawah kurva PV yang berarti pada periode tersebut proyek mengalami keterlambatan jadwal.

3.2. Perhitungan Nilai Varians Berdasarkan Biaya

Schedule Variance (SV)

Schedule Variances (SV) adalah ukuran kinerja jadwal yang dinyatakan sebagai perbedaan antara nilai yang diperoleh dan nilai yang direncanakan. Ini adalah jumlah dimana proyek berada di depan atau di belakang tanggal yang direncanakan pada titik waktu tertentu [2]. Contoh perhitungan *schedule variance* pada peninjauan bulan ke-5 dapat dilihat pada persamaan 4.

$$\begin{aligned} SV &= EV - PV & (4) \\ &= \text{Rp } 91.585.387.916,88 \\ &\quad - \text{Rp } 116.786.736.269 \\ &= -\text{Rp } 25.201.348.352,97 \end{aligned}$$

Cost Variance (CV)

Cost Variance (CV) atau sering disebut juga sebagai varians biaya yang berdasarkan biaya. Ini digunakan untuk mencari seberapa besar penyimpangan antara EV dengan AC [2]. Contoh

perhitungan *cost variance* pada peninjauan bulan ke-1 dapat dilihat pada persamaan 5.

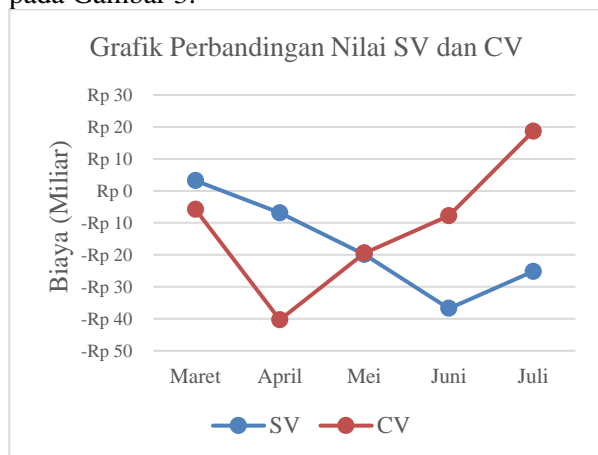
$$\begin{aligned}
 CV &= EV - AC & (5) \\
 &= \text{Rp } 91.585.387.916,88 \\
 &\quad - \text{Rp } 72.929.794.157,32 \\
 &= \text{Rp } 18.655.593.759,56
 \end{aligned}$$

Hasil rekapitulasi perhitungan SV dan CV dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan Nilai SV dan CV

Periode	Indeks SV $\left(\frac{SV}{PV}\right)$	SV (Rp Miliar)	Indeks CV $\left(\frac{CV}{PV}\right)$	CV (Rp Miliar)
Maret	1,31	3,227	-0,50	-5.777
April	-0,31	-6,863	-0,73	-40.313
Mei	-0,34	-19,874	-0,33	-19.429
Juni	-0,41	-36,777	-0,13	-7.759
Juli	-0,22	-25,201	0,26	18.655

Hasil perhitungan pada Tabel 6 didapatkan nilai SV dan CV maka dapat dibuat grafik perbandingan pada nilai tersebut yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Nilai SV dan CV

Tabel 7. Hubungan Nilai CV dan SV

CV	SV	Keterangan
+	+	Pekerjaan terlaksana lebih cepat daripada jadwal dengan biaya lebih kecil daripada anggaran.
+	0	Pekerjaan terlaksana tepat sesuai jadwal dengan biaya lebih kecil daripada anggaran.
0	+	Pekerjaan terlaksana sesuai anggaran dan selesai lebih cepat daripada jadwal.
0	0	Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dan anggaran.
-	-	Pekerjaan selesai terlambat dan menelan biaya lebih tinggi daripada anggaran.
-	0	Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dengan menelan biaya di atas anggaran.

Tabel 8. Hubungan Nilai CV dan SV (Lanjutan)

CV	SV	Keterangan
0	-	Pekerjaan selesai terlambat dan biaya sesuai dengan anggaran.
-	+	Pekerjaan selesai lebih cepat daripada rencana dengan menelan biaya di atas anggaran.
+	-	Pekerjaan selesai lebih lambat daripada rencana dengan menelan biaya lebih kecil dari anggaran.

Perhitungan pada Tabel 6 di bulan Juli diperoleh nilai CV dan SV sebesar Rp 18.655.593.759,56 dan -Rp 25.201.348.352,97 seperti yang ditampilkan pada Gambar 3 maka penilaian CV dan SV sesuai Tabel 7 dan Tabel 8 adalah positif dan negatif yang berarti pekerjaan selesai lebih lambat daripada rencana dengan menelan biaya lebih kecil dari anggaran.

3.3. Perhitungan Indeks Kinerja Proyek Berdasarkan Biaya

Schedule Performance Index (SPI)

SPI merupakan faktor efisiensi kinerja dalam menyelesaikan pekerjaan dapat diperlihatkan oleh perbandingan antara nilai pekerjaan yang secara fisik telah diselesaikan (EV) dengan rencana pengeluaran biaya yang telah dikeluarkan berdasarkan rencana pekerjaan (PV) [2]. Contoh perhitungan *schedule performance index* pada peninjauan bulan ke-5 dapat dilihat pada persamaan 6.

$$\begin{aligned}
 SPI &= \frac{EV}{PV} & (6) \\
 &= \frac{\text{Rp } 91.585.387.916,88}{\text{Rp } 116.786.736.269,84} \\
 &= 0,78
 \end{aligned}$$

Cost Performance Index (CPI)

CPI merupakan faktor efisiensi biaya yang telah dikeluarkan dapat diperlihatkan dengan membandingkan nilai pekerjaan yang secara fisik telah diselesaikan (EV) dengan biaya yang telah dikeluarkan dalam periode yang sama (AC) [2]. Contoh perhitungan *cost performance index* pada peninjauan bulan ke-5 dapat dilihat pada persamaan 7.

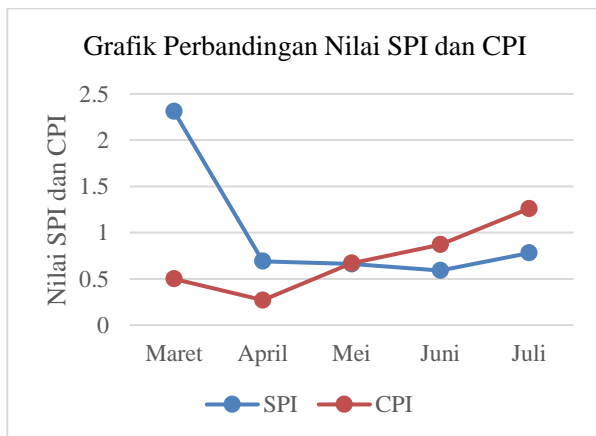
$$\begin{aligned}
 CPI &= \frac{EV}{AC} & (7) \\
 &= \frac{\text{Rp } 91.585.387.916,88}{\text{Rp } 72.929.794.157,32} \\
 &= 1,26
 \end{aligned}$$

Hasil rekapitulasi perhitungan SPI dan CPI dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Perhitungan Nilai SPI dan CPI

Periode	SPI	CPI	Keterangan
Maret	2,31	0,50	Cost overrun & Schedule underrun
April	0,69	0,27	Cost overrun & Schedule overrun
Mei	0,66	0,67	Cost overrun & Schedule overrun
Juni	0,59	0,87	Cost overrun & Schedule overrun
Juli	0,78	1,26	Cost underrun & Schedule overrun

Hasil yang didapat pada Tabel 9 pada nilai SPI dan CPI dapat dibuat grafik perbandingan pada nilai tersebut yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Perbandingan nilai SPI dan CPI

Tabel 10. Parameter Nilai SPI dan CPI

CPI = 1	Biaya yang dikeluarkan sama dengan biaya pekerjaan yang didapat
CPI > 1	Biaya yang dikeluarkan lebih kecil dari biaya pekerjaan yang didapat
CPI < 1	Biaya yang dikeluarkan lebih besar dari biaya pekerjaan yang didapat
SPI = 1	Kinerja proyek sesuai dengan jadwal
SPI > 1	Kinerja proyek lebih cepat dari jadwal
SPI < 1	Kinerja proyek lebih lambat dari jadwal

Perhitungan pada Tabel 9 di bulan Juli diperoleh nilai CPI sebesar 1,26 sesuai Tabel 10 bahwa nilai CPI >1 berarti biaya yang dikeluarkan lebih kecil dari biaya pekerjaan yang didapat atau proyek mengalami penghematan. Sedangkan nilai SPI sebesar 0,78 seperti yang ditampilkan pada Tabel 10 bahwa nilai SPI <1 yang berarti kinerja proyek mengalami keterlambatan dari yang dijadwalkan.

3.4. Earned Schedule (ES)

Metode *Earned Schedule* menunjukkan kemungkinan menggambarkan kinerja jadwal dalam satuan waktu. Dalam metode ini didapatkan nilai *Schedule Variance* terhadap waktu (SV(t)) dan *Schedule Performance Index* terhadap waktu (SPI(t)).

$$ES = C + I \quad (8)$$

Nilai C pada persamaan 8 merupakan nilai atau besaran periode yang dapat ditentukan dengan menghitung jumlah penambahan waktu dari pengukuran kinerja dasar atau *Performance Measurement Baseline* (PMB) yang memenuhi kondisi, $EV > PV$. Sedangkan nilai I merupakan nilai hasil interpolasi linear untuk menentukan nilai PMB pada titik yang ditinjau. Berikut adalah perhitungan untuk mendapatkan nilai I pada peninjauan bulan ke-5 yang dapat dilihat pada persamaan 9.

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{EV - PV_n}{PV_{n+1} - PV_n} \quad (9) \\
 &= \frac{EV - PV_3}{PV_4 - PV_3} \\
 &= \frac{Rp\ 91.585.387.916 - Rp\ 89.741.386.817}{Rp\ 116.786.736.269 - Rp\ 89.741.386.817} \\
 &= 0,068
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ES &= C + I \\
 &= 4 + 0,068 \\
 &= 4,068
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan pada persamaan 8, ES proyek pada saat peninjauan bulan ke-5 (Juli 2023) adalah sebesar 4,068 bulan. Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan ES untuk peninjauan-peninjauan lainnya. Hasilnya seperti ditampilkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Perhitungan Nilai *Earn Schedule*

Periode	Bulan ke-	C (bulan)	I (bulan)	ES (bulan)
Maret	1	1	0,164	1,164
April	2	1	0,651	1,651
Mei	3	2	0,461	2,461
Juni	4	2	0,836	2,836
Juli	5	4	0,068	4,068

Schedule Variance (time) (SV(t))

Schedule Variance (time) atau SV(t) yaitu sebuah indikator yang merupakan nilai selisih antara kinerja yang telah direncanakan pada proyek dengan kinerja realisasi proyek. Berbeda dengan

SV yang menggunakan indikator-indikator dengan satuan biaya, karena kali ini SV(t) menggunakan indikator-indikator dengan satuan waktu. Contoh perhitungan SV(t) pada peninjauan bulan ke-5 dapat dilihat pada persamaan 10.

$$\begin{aligned} SV(t) &= ES - Actual\ Time & (10) \\ &= 4,068 - 5 \\ &= -0,932 \end{aligned}$$

Schedule Performance Index (time) (SPI(t))

Schedule Performance Index (time) atau SPI(t) yaitu sebuah indikator yang mendeskripsikan besaran efisiensi dalam mencapai *Project Duration* (PD) untuk waktu yang diinvestasikan. Contoh perhitungan SPI(t) pada peninjauan bulan ke-5 dapat dilihat pada persamaan 11.

$$\begin{aligned} SPI(t) &= \frac{ES}{Actual\ Time} & (11) \\ &= \frac{4,068}{5} \\ &= 0,814 \end{aligned}$$

Actual Time (AT) pada persamaan 11 merupakan indikator pada bulan keberapa saat setiap peninjauan dilakukan. Hasil rekapitulasi perhitungan SV(t) dan SPI(t) berdasarkan waktu dapat dilihat pada Tabel 12.

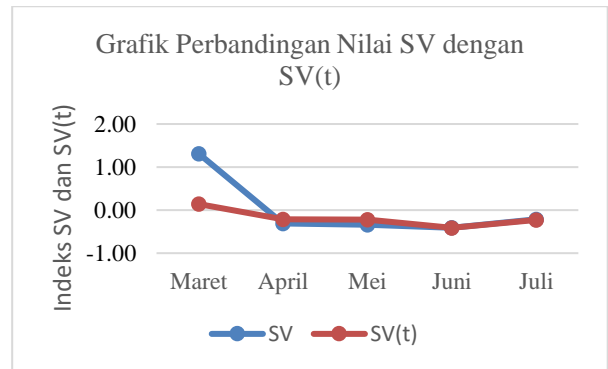
Tabel 12. Perhitungan Nilai SV(t) dan SPI(t)

Periode	ES	AT	SV(t)	Index SV(t) $(\frac{SV(t)}{ES})$	SPI(t)
Maret	1,164	1	0,164	0,14	1,164
April	1,651	2	-0,349	-0,21	0,826
Mei	2,461	3	-0,539	-0,22	0,820
Juni	2,836	4	-1,164	-0,41	0,709
Juli	4,068	5	-0,932	-0,23	0,814

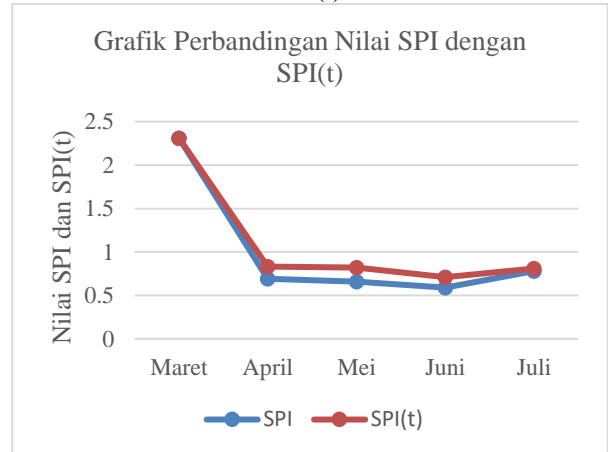
Keterangan: Nilai ES, AT, dan SV(t) ditulis dalam satuan bulan

Hasil perhitungan *schedule variance*(time) cenderung bernilai negatif yang berarti pada analisis *earn schedule* ini proyek terlaksana lebih lambat dari jadwal dan hasil perhitungan nilai *schedule performance index*(time) cenderung bernilai <1 yang berarti kinerja jadwal lebih lambat dari yang dijadwalkan.

Hasil dari perhitungan pada Tabel 12 didapatkan nilai SV(t) dan SPI(t) maka dapat dibuat grafik perbandingan antara nilai SV dengan SV(t) dan SPI dengan SPI(t) pada proyek tersebut yang dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai SV dengan SV(t)



Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai SPI dengan SPI(t)

3.5. Perkiraan Waktu dan Biaya Akhir Penyelesaian Proyek

Perkiraan ini berguna memberikan suatu gambaran kedepan kepada pihak kontraktor, sehingga dapat melakukan langkah-langkah perbaikan yang diperlukan pada proyek tersebut. Setelah Mendapatkan nilai varians (SV dan CV) dan indeks kinerja (SPI dan CPI) maka selanjutnya adalah menghitung biaya dan waktu akhir penyelesaian proyek berdasarkan biaya dengan mencari nilai *Estimate Temporary Cost* (ETC) dan *Estimate Temporary Schedule* (ETS).

Berdasarkan Biaya

Estimate Temporary Cost (ETC) merupakan perkiraan biaya untuk menyelesaikan pekerjaan proyek yang tersisa. Sedangkan *Estimate All Cost* (EAC) merupakan jumlah pengeluaran biaya sampai dengan pelaporan beserta perkiraan biaya untuk pekerjaan proyek tersisa. Nilai ETC dan EAC dapat dihitung dengan persamaan 12 dan 13 berikut ini:

$$\begin{aligned} ETC &= \frac{BAC - EV}{CPI} & (12) \\ &= \frac{Rp\ 122.933.406.599 - Rp\ 91.585.387.916}{1,26} \\ &= Rp\ 24.962.546.993 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} EAC &= AC + ETC & (13) \\ &= Rp\ 72.929.794.157 + Rp\ 24.962.546.993 \\ &= Rp\ 97.892.341.150,76 \end{aligned}$$

Budget at Completion (BAC) pada persamaan 12 merupakan total biaya rencana anggaran proyek, dan *Actual Cost* (AC) pada persamaan 13 merupakan jumlah biaya yang dikeluarkan pada saat peninjauan terakhir.

Hasil perhitungan pada persamaan 12 dapat diperkirakan bahwa biaya yang tersisa untuk menyelesaikan sisa pekerjaan ialah sebesar Rp 24.962.546.993 dan perkiraan biaya total akhir proyek pada perhitungan persamaan 13 sebesar Rp 97.892.341.150 (Tanpa biaya penalti) yang dimana lebih kecil dari anggaran yang direncanakan sebesar Rp 122.933.406.599 dan mengalami penghematan sebesar Rp 25.041.065.449,07 atau 20,37% dari anggaran yang direncanakan.

Estimate Temporary Schedule (ETS) merupakan perkiraan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan proyek yang tersisa. Nilai ETS dan EAS dapat dihitung pada persamaan 14 dan 15.

$$\begin{aligned} ETS &= \frac{PD - AT}{SPI} & (14) \\ &= \frac{6 - 5}{0,78} \\ &= 1,28 \text{ bulan} \\ &= 1,28 \times 30 \text{ hari} = 38,4 \approx 38 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} EAS &= AT + ETS & (15) \\ &= 119 + 38 \\ &= 157 \text{ hari} \end{aligned}$$

Planned Duration (PD) pada persamaan 14 merupakan total waktu penyelesaian yang direncanakan untuk proyek, sedangkan *Actual Time* (AT) merupakan indikator pada bulan keberapa saat peninjauan terakhir dilakukan.

Hasil perhitungan pada persamaan 14 dan 15, penyelesaian proyek diperkirakan akan selesai pada waktu 157 hari yang sebelumnya direncanakan selesai selama 146 hari dan akan mengalami keterlambatan selama 11 hari atau sebesar 7,53 % dari jadwal rencana proyek.

Berdasarkan Waktu

Estimate Temporary Schedule Time (ETS(t)) merupakan perkiraan waktu untuk pekerjaan yang

tersisa yang diasumsikan apabila keadaan berlangsung seperti saat evaluasi dilakukan. Pada ETS(t) ini menggunakan variabel *Earn Schedule* (ES) dalam perhitungannya, yang dapat dihitung pada persamaan 16.

$$\begin{aligned} ETS_{(t)} &= \frac{PD - ES}{SPI_{(t)}} & (16) \\ &= \frac{6 - 4,068}{0,814} \\ &= 2,37 \text{ bulan} \\ &= 2,37 \times 30 \text{ hari} = 71,1 \approx 71 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} EAS_{(t)} &= AT + ETS_{(t)} & (17) \\ &= 119 + 71 \\ &= 190 \text{ hari} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan berdasarkan waktu pada persamaan 16 dan 17, penyelesaian proyek diperkirakan akan selesai pada waktu 190 hari dan akan mengalami keterlambatan selama 44 hari atau sebesar 30,14 % dari jadwal rencana proyek yang direncanakan selesai selama 146 hari.

Hasil analisis pada metode *earn value* dan *earn schedule* dengan membandingkan perkiraan waktu akhir penyelesaian proyek bahwa perhitungan total waktu akhir proyek menggunakan *earn schedule* atau berdasarkan waktu lebih akurat karena berdasarkan kondisi aktual nya proyek selesai pada awal November (bulan ke-9) yang dimana pada hasil ini perhitungan *earn schedule* lebih mendekati daripada perhitungan dengan metode *earn value* atau berdasarkan biaya, maka untuk perhitungan perkiraan waktu akhir proyek digunakan perhitungan metode *earn schedule*.

4. KESIMPULAN

Hasil pengolahan data penelitian pada proyek pembangunan 3 buah tongkang menggunakan metode *Earn Value Analysis* (EVA) dan *Earn Schedule* (ES) maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

Hasil perhitungan dengan metode *earn value* yang berdasarkan biaya dapat disimpulkan bahwa proyek akan mengalami penghematan sebesar 20,37 % atau Rp 25.041.065.449,07(tanpa biaya penalti) dari biaya yang dianggarkan sebesar Rp 122.933.406.599 dengan perhitungan nilai CPI pada bulan ke-5 (Maret 2023) sebesar 1,26 yang dimana nilai CPI >1 berarti biaya yang dikeluarkan lebih kecil dari biaya pekerjaan yang didapat.

Hasil perhitungan dengan metode *earn schedule* yang berdasarkan waktu dapat

disimpulkan bahwa proyek akan mengalami keterlambatan dengan total waktu akhir selama 190 hari atau mengalami keterlambatan selama 44 hari atau 30,14% dari jadwal proyek yang direncanakan akan selesai dalam waktu 146 hari, dengan perhitungan nilai SPI(t) pada peninjauan bulan ke-5 (Maret 2023) sebesar 0,81 yang dimana nilai SPI <1 berarti kinerja proyek lebih lambat dari yang direncanakan. Pada perhitungan perkiraan waktu akhir proyek digunakan metode *earn schedule* karena perhitungan metode tersebut lebih akurat daripada metode *earn value* berdasarkan kondisi aktual yang terjadi dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Wahyuni and B. Hendrawan, "Analisis Kinerja Proyek "Y" Menggunakan Metode Earned Value Management," *Journal of Applied Business Administration*, vol. 2, no. 1, pp. 60-78, 2018.
- [2] P. M. Institute, *A Guide to the Management Body of Knowledge. Fifth Edition*, Pennsylvania: Project Management Institute, 2013.
- [3] J. A. Valle and C. A. P. Soares, "The Use of Earned Value Analysis (EVA) In The Cost Management of Construction Projects," January 2004.
- [4] Ahmadi, Suparno, O. S. Suharyo and A. D. Susanto, "Time Scheduling and Cost of the Indonesian Navy Shipdevelopment Project Using Network Diagram And Earnedvalue Method (EVM)(Case Study Of Fast Missile Boat Development)," *Internasional Journal of ASRO*, vol. 9, no. 2, pp. 87-106, 2018.
- [5] T. A. Dumadi, "Evaluasi Pelaksanaan Proyek Menggunakan Metode Earned Value Analysis," *Jurnal Teknik Sipil ISSN 1412-9612 Pascasarjana, Universitas Muhammadiyah Surakarta*, pp. 1-7, 2014.
- [6] I. N. P. Apriyanto, R. O. Bura, S. Thamrin, S. H. Sumantri, Supartono and A. D. Susanto, "Predicting The Time And Cost of Fireboat Construction Using Earned Value Method (EVM)," *Engineering and Technology Quarterly Reviews*, vol. 2, no. 2, pp. 114-125, 2019.
- [7] A. P. Sidiq and G. J. Johari, "Analisis Penerapan Earned Value Terhadap Manajemen Waktu dan Biaya pada," *Jurnal Konstruksi*, vol. 20, no. 1, pp. 139-150, 2022.
- [8] W. H. Lipke, *Earned Schedule Plus*, Columbus: Gatekeeper Press, 2020.
- [9] E. Oktavitri and A. T. Tenriajeng, "Perbandingan Metode Prediksi Penyelesaian Proyek Earned Value Management dan Earned Schedule," *Jurnal Desain Konstruksi*, vol. 16, no. 1, pp. 67-75, 2017.