

ANALISIS KINERJA DAN PENGENDALIAN PROYEK DENGAN METODE EARN VALUE

Dhiyaul Auliya N. P.¹, M. Choirul Rizal², Ika Erawati³

Refinery Development Master Plan (RDMP), Balikpapan, Indonesia¹

Program studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia²

Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia³

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

Abstract – A delay in the last month of the scheduled implementation happened in the Mechanical Equipment and Piping Erection Works Batch II project. The delay occurred due to additional work, specifically in the modification of the Gas Combustor Line. Thus, the Work Breakdown Structure (WBS) was divided into: main equipment installation, piping installation, insulation, and additional work. In the fifth month, the progress of the project reached only 93.80% of working. The Earned Value Method was used to determine the Cost Performance Index (CPI) and Schedule Performance Index (SPI). In the first, second, and third months, the value of CPI was lower than 1 (CPI<1) and the value of SPI was higher than 1 (SPI>1), indicating that the work was completed ahead of schedule but with actual costs exceeding the value of the work accomplished. In the fourth month, CPI was lower than 1 (CPI<1) and SPI was equal 1 (SPI=1), indicating that the work was completed as per the schedule, but with actual costs exceeding the value of the work accomplished. Meanwhile, in the fifth month, CPI and SPI lower than 1 (CPI<1, SPI<1), indicating that the work was delayed, with actual costs exceeding the value of the work accomplished. The duration of the project was determined by calculating the actual productivity for scheduling, using the Precedence Diagram Method (PDM). The PDM resulted the normal duration of scheduling was 116 days, the duration with additional work was 164 days, while the critical path was located from the main equipment installation, producer gas piping installation to the additional working line combustion and followed by blanket rockwool and cladding

Keyword: Earn Value Method, Cost Performance Index, Schedule Performance Index, Precedence Diagram Method.

1. PENDAHULUAN

Dalam merencanakan dan mengeksekusi proyek aspek mutu, waktu, dan biaya merupakan hal penting yang menjadi perhatian dan kontrol. Manajemen proyek memberikan perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin proyek serta tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu [1].

Pada penelitian ini dibahas analisis kinerja pekerjaan *Mechanical and Piping Erection Work Batch II* menggunakan *Earned Value Method* untuk memperoleh nilai *Cost Performance Index (CPI)* dan *Schedule Performance Index (SPI)*. *Earned Value Method* akan memadukan unsur jadwal, biaya, dan prestasi pekerjaan (progress fisik kondisi sekarang di lapangan), sehingga dapat diketahui perkiraan biaya dan waktu untuk menyelesaikan suatu proyek [2]. Hubungan logika antar pekerjaan akan digambarkan menggunakan PDM (*Precedence Diagram Method*). PDM akan menyajikan penjadwalan secara menyeluruh dan lintasan kritis pekerjaan [3].

2. METODOLOGI

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan pada penelitian ini dimulai dengan perhitungan *Earned Value Method* dengan indikator

Planned Value, *Earned Value*, dan *Actual Cost* untuk memperoleh perhitungan *Cost Performance Index* dan *Schedule Performance Index*. Setelah itu perhitungan produktivitas dan penjadwalan dilakukan baik pada durasi normal pekerjaan maupun pada pekerjaan dengan *Additional Working* dengan bantuan hubungan jaringan kerja *Precedence Diagram Method*. Didapatkan empat kurva-S yaitu kurva *planned value*, *earned value*, *actual cost*, dan penjadwalan yang digunakan sebagai acuan progress yang sedang dilaksanakan.

2.2 Analisis Indikator pada Earned Value

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

1. *Schedule Variance (SV)* adalah hasil pengurangan dari *Earned value (EV)* dengan *Planned Value*

(PV). Hasil dari *Schedule Variance* ini menunjukkan tentang pelaksanaan pekerjaan proyek.

$$SV = EV - PV \tag{1}$$

2. *Cost Variance* (CV) adalah hasil pengurangan antara *Earned Value* (EV) dengan *Actual Cost* (AC). Nilai *Cost Variance* pada akhir proyek akan berbeda antara *Budgeted at Cost* (BAC) dan *Actual Cost* (AC) yang dikeluarkan atau dipergunakan.

$$CV = EV - AC \tag{2}$$

2.4 Analisis Index Performance

1. *Schedule Performance Index* (SPI) Adalah Faktor efisiensi kinerja dalam menyelesaikan pekerjaan dapat diperlihatkan oleh perbandingan antara nilai pekerjaan yang secara fisik telah diselesaikan (EV) dengan rencana pengeluaran biaya yang dikeluarkan berdasar rencana pekerjaan (PV). Formula untuk *Schedule Performance Index* adalah:

$$SPI = EV / PV \tag{3}$$

Dimana,

- SPI = 1 : proyek tepat waktu
- SPI > 1 : proyek lebih cepat
- SPI < 1 : proyek terlambat

2. *Cost Performance Index* (CPI) adalah 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). Formula untuk CPI adalah:

$$CPI = EV / AC \tag{4}$$

Dimana,

- CPI = 1 : biaya sesuai rencana
- CPI > 1 : biaya lebih kecil/hemat
- CPI < 1 : biaya lebih besar/boros

2.5 Produktivitas Kerja

Dalam bidang konstruksi menyatakan bahwa produktivitas adalah hubungan antara barang yang dihasilkan (output) dan jumlah tenaga kerja, modal, tempat, dan sumber daya lain yang tersedia untuk menghasilkan barang (input) [4].

$$Durasi = \frac{Volume\ pekerjaan}{Produktivitas\ per\ hari} \tag{5}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

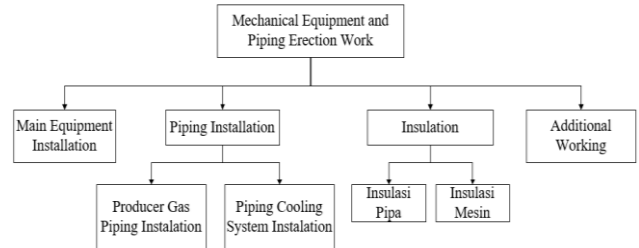
3.1 Deskripsi Data

Pada penelitian ini dibahas analisis kinerja pada pekerjaan *Mechanical Equipment and Piping Erection Work Batch II*. Durasi rencana pekerjaan adalah 5 bulan dimulai dari bulan Agustus 2022 hingga Desember 2022. Pekerjaan mengalami keterlambatan di bulan ke-5. Hal ini dikarenakan adanya *additional work* yaitu pekerjaan modifikasi *line combustion*. Perhitungan *Earned Value Method* dilakukan guna menghindari adanya keterlambatan

pada penjadwalan dan pembekanan biaya setelah dilakukan penambahan durasi kerja.

3.2 Work Breakdown Structure

Pengelompokan pekerjaan utama dan rinciannya untuk memudahkan proses pembuatan jadwal hingga tahapan penyelesaian proyek dapat dilakukan dengan membuat *Work Breakdown Structure* (WBS). WBS pada *Mechanical Equipment and Piping Erection Work Batch II* yang dibagi menjadi empat sub bidang antara lain *Equipment installation, piping installation, insulation, dan additional working*.



Gambar 1 WBS Mechanical Equipment and Piping Erection Work Batch II

3.3 Perhitungan 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 1 Planned Value

Bulan Ke-	Planned Value			
	Dalam bulan		Kumulatif	
	Bobot	Nilai (Rp)	Bobot	Nilai (Rp)
1	20,18%	1.391.640.427,3	20,18%	1.391.640.427,3
2	20,18%	1.391.640.427,3	40,36%	2.783.280.854,6
3	22,95%	1.582.663.419,5	63,31%	4.365.944.274,2
4	22,95%	1.582.663.419,5	86,26%	5.948.607.693,8
5	13,74%	947.529.210,68	100,00%	6.896.136.904,4

Berdasarkan Tabel 1, *Planned Value* terbesar terdapat pada bulan ke-3 dan ke-4 dengan bobot persentase 22,95% dan nilai sebesar Rp1.582.663.419,58. Sedangkan nilai *Planned Value* terkecil terdapat pada bulan ke-5 dengan bobot persentase 13,74% dan nilai sebesar Rp947.529.210,68. Nilai kumulatif bulan terakhir sama dengan nilai kontrak biaya langsung.

2. Perhitungan Earn Value

Nilai Earned Value diperoleh dari sudut pandang nilai pekerjaan secara fisik yang telah diselesaikan terhadap anggaran yang disediakan.

Tabel 2 Earned Value

Bulan Ke-	Earned Value			
	Dalam bulan		Kumulatif	
	Bobot	Nilai (Rp)	Bobot	Nilai (Rp)
1	21,5%	1.482.669.434,46	21,50%	1.482.669.434,46
2	23,7%	1.634.384.446,36	45,20%	3.117.053.880,83
3	24,9%	1.717.138.089,22	70,10%	4.834.191.970,04
4	16,2%	1.117.174.178,53	86,30%	5.951.366.148,57
5	7,5%	517.210.267,84	93,80%	6.468.576.416,41

Berdasarkan Tabel 2, *Earned Value* terbesar terdapat pada bulan ke-3 dengan bobot persentase 24,9% dan nilai sebesar Rp1.717.138.089,22. Sedangkan nilai *Earn Value* terkecil terdapat pada bulan ke-5 dengan bobot persentase 7,5% dan nilai sebesar Rp517.210.267,84. 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 dan *overhead* yang digunakan dalam rangka menyelesaikan pekerjaan sesuai aktivitasnya selama period tertentu.

Tabel 3 Actual Cost

Bulan Ke-	Actual Cost (Rp)	Kumulatif Actual Cost (Rp)
1	Rp1.569.895.750,25	Rp1.569.895.750,25
2	Rp1.721.610.762,15	Rp3.291.506.512,41
3	Rp1.804.364.405,01	Rp5.095.870.917,41
4	Rp1.204.400.494,32	Rp6.300.271.411,73
5	Rp869.779.541,81	Rp7.170.050.953,54

Dari tabel 4.7, nilai *actual cost* terbesar terjadi pada bulan ke-3 yaitu sebesar Rp1.804.364.405,01, sedangkan nilai *actual cost* terkecil terjadi pada bulan ke-5 yaitu sebesar Rp869.779.541,81

3.4 Analisis Variance

1. Cost Variance (CV)

Nilai CV diperoleh dari nilai pengurangan *Earned Value* dengan *Actual Cost*. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai kumulatif CV pada bulan ke-1 adalah -Rp87.226.315,79, pada bulan ke-2 sebesar -Rp174.452.631,58 pada bulan ke-3 sebesar -Rp261.678.947,37, pada bulan ke-4 sebesar -Rp348.905.263,16, dan pada bulan ke-5 sebesar -Rp701.474.537,13.

Nilai CV menunjukkan nilai negatif pada setiap bulannya, hal ini dapat diartikan pekerjaan-pekerjaan tersebut menelan biaya lebih tinggi dari anggaran.

2. Schedule Variance (SV)

Nilai SV diperoleh dari pengurangan nilai *Earned Value* dengan *Planned Value*. Berdasarkan perhitungan diperoleh hasil pada bulan ke-1 nilai kumulatif SV adalah sebesar Rp91.029.007,14, bulan ke-2 sebesar Rp333.773.026,2, bulan ke-3 sebesar Rp468.247.695,8, bulan ke-4 sebesar Rp2.758.454,762, bulan ke-5 sebesar

-Rp427.560.488

Pada bulan ke-1, ke-2, dan ke-3, SV bernilai positif menunjukkan waktu pelaksanaan proyek terlaksana sesuai perencanaan awal. Sedangkan pada bulan ke-5 menunjukkan nilai negatif menunjukkan waktu pelaksanaan terlambat dari perencanaan awal.

3. Analisis Hubungan *Schedule Variance* dan *Cost Variance*

Hubungan *Schedule Variance* (SV) dan *Cost Variance* (CV) akan memberikan penilaian kinerja pekerjaan terhadap biaya dan jadwal sesuai rencana dengan kondisi aktualnya.

Pada bulan ke-1 hingga bulan ke-4 SV bernilai positif dan CV bernilai negatif. Hal ini dapat dikatakan bahwa pekerjaan selesai lebih cepat dari pada rencana dengan biaya lebih tinggi dari anggaran. Sedangkan pada bulan ke-5 SV dan CV keduanya bernilai negatif atau dapat dikatakan bahwa pekerjaan terlambat selesai dan biaya lebih tinggi dari anggaran.

3.5 Analisis Index Performance

1. Cost Performance Index (CPI)

Dari hasil perhitungan yang ada pada table 7 dapat diketahui bahwa pada bulan ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 nilai CPI < 1 yang berarti *Actual Cost* (AC) yang dikeluarkan lebih besar dari nilai pekerjaan yang didapat atau *Earned Value* (EV). Nilai CPI dari bulan ke-1 hingga bulan ke-5 adalah sebesar 0,94; 0,95; 0,95; 0,94; 0,90 dengan rata-rata 0,94 atau dibawah 1 sehingga dapat dikatakan pengeluaran biaya proyek lebih besar dari nilai pekerjaan yang telah dikerjakan.

Tabel 4 CPI

Bulan ke-	Bulan Ini		
	EV	AC	CPI
	a	b	a ÷ b
1	Rp1.482.669.434,46	Rp1.569.895.750,25	0,94
2	Rp3.117.053.880,83	Rp3.291.506.512,41	0,95
3	Rp4.834.191.970,04	Rp5.095.870.917,41	0,95
4	Rp5.951.366.148,57	Rp6.300.271.411,73	0,94
5	Rp6.468.576.416,41	Rp7.170.050.953,54	0,90

2. Schedule Performance Index (SPI)

Dari hasil perhitungan yang ada pada tabel 8 dapat diketahui bahwa pada bulan ke-1, ke-2, ke-3, nilai SPI >1. Hal ini menunjukkan kontrol performa proyek terhadap jadwal dan pengeluaran lebih cepat dari yang direncanakan. Bulan ke-4 nilai SPI sebesar 1,00 yang berarti kontrol performa proyek terhadap jadwal dan pengeluaran terlaksana sesuai jadwal. Sedangkan pada bulan ke-5 nilai SPI <1, yang berarti pekerjaan insulasi seperti insulasi *blanket rockwool* dan *cladding* mengalami keterlambatan.

Tabel 5 SPI

Bulan ke-	Perbulan		
	EV	PV	SPI
	a	b	a ÷ b

1	Rp1.482.669.434,46	Rp1.391.640.427,32	1,07
2	Rp3.117.053.880,83	Rp2.783.280.854,65	1,12
3	Rp4.834.191.970,04	Rp4.365.944.274,23	1,11
4	Rp5.951.366.148,57	Rp5.948.607.693,81	1,00
5	Rp6.468.576.416,41	Rp6.896.136.904,48	0,94

3. Analisis Hubungan CPI dan SPI

CPI mengidentifikasi biaya pengeluaran sedangkan SPI mengidentifikasi jadwal pelaksanaan. Hubungan keduanya ini dapat menjadi penilaian performa suatu pekerjaan

Pada bulan ke-1, ke-2, dan ke-3 SPI bernilai >1 dan CPI bernilai <1 atau dapat dikatakan pekerjaan terlaksana lebih cepat dari jadwal dengan *Actual Cost* yang dikeluarkan lebih besar dari nilai pekerjaan yang didapat. Pada bulan ke-4 SPI bernilai =1 dan CPI <1 atau dapat dikatakan pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dengan *Actual Cost* yang dikeluarkan lebih besar dari nilai pekerjaan yang didapat. Sedangkan pada bulan ke-5 SPI dan CPI keduanya sama-sama bernilai <1 atau dapat dikatakan pekerjaan selesai terlambat dengan *Actual Cost* yang dikeluarkan lebih besar dari nilai pekerjaan yang didapat.

3.6 Perhitungan Produktivitas

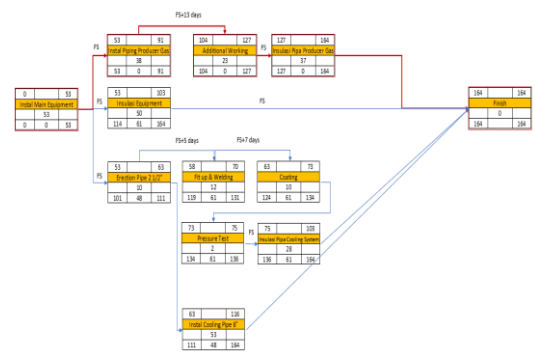
Produktivitas pekerjaan mengestimasi durasi pekerjaan selesai berdasarkan volume pekerjaan yang dapat terselesaikan dalam waktu tertentu (volume pekerjaan/ waktu).

Dari perhitungan produktivitas aktual diperoleh bahwa durasi untuk pekerjaan instal *main equipment* adalah 53 hari, pekerjaan *piping installation* adalah 63 hari, pekerjaan *insulation* pada penjadwalan normal adalah 63 hari dan 111 hari pada penjadwalan dengan *additional working*, sedangkan pengerjaan *additional working* adalah 23 hari.

3.7 Penjadwalan *Precedence Diagram Method (PDM)*

Penjadwalan pada pekerjaan *Mechanical Equipment and Piping Erection Work Batch II* menggunakan hubungan jaringan kerja PDM untuk memberikan hasil penjadwalan yang optimal. Berdasarkan hasil perhitungan produktivitas, diperoleh durasi penjadwalan normal adalah 116 hari. Durasi penjadwalan rekomendasi pekerjaan dengan *Additional Working* adalah 164 hari.

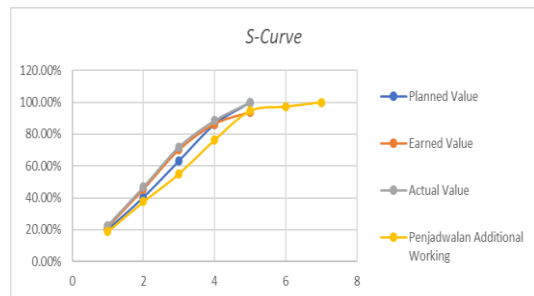
Lintasan kritis terpanjang ada pada rangkaian pekerjaan *main equipment installation - modifikasi line combustion - blanket rockwool dan cladding*. Lintasan kritis tersebut diperoleh dari total float sama dengan 0. Gambar 2 menunjukkan diagram PDM.



Gambar 2 Diagram PDM Penjadwalan

3.8 Analisis S-Curve

S-Curve menunjukkan penggambaran kemajuan kerja (bobot%) kumulatif pada sumbu vertikal terhadap waktu pada sumbu horizontal. Kemajuan kerja pada S-Curve diperoleh dari besarnya pengeluaran biaya.



Gambar 3 S-Curve

Pada bulan ke-1, ke-2, ke-3, dan ke-4 kurva *planned value* berada di bawah *earned value* atau dapat dikatakan pada bulan-bulan tersebut nilai progres pekerjaan yang ditunjukkan melalui kurva *earned value* lebih tinggi dari rencana (*planned value*) sehingga dapat dikatakan progres pekerjaan selesai lebih cepat dari rencana. Sedangkan pada bulan ke-5 kurva *earned value* berada di bawah kurva *planned value* dan dibawah nilai 100% atau dapat dikatakan progres pekerjaan berjalan terlambat. Sedangkan kurva *actual cost* pada bulan ke-1 hingga ke-5 berada di atas kedua kurva EVM lainnya hal ini menunjukkan bahwa *actual cost* yang dikeluarkan lebih besar dari anggaran.

S-Curve pada penjadwalan dengan *additional working* pada bulan ke-1 hingga ke-4 berada di bawah kurva EVM, hal ini dikarenakan perbedaan total nilai pekerjaan. Pada kurva penjadwalan dengan *additional working* total nilai pekerjaan lebih besar karena adanya penambahan biaya untuk modifikasi *line combuster* sehingga berpengaruh terhadap bobot distribusi pekerjaan. Pada bulan ke-5 perhitungan nilai kumulatif penjadwalan dengan *additional working* lebih besar 0,72% dari nilai *earned value* atau dapat dikatakan penjadwalan *additional working* dapat direkomendasikan. Memasuki bulan ke-6 dan ke-7 kurva melandai atau stabil karena pekerjaan telah memasuki tahap akhir atau selesai.

4. KESIMPULAN

Susunan WBS pada pekerjaan *Mechanical and Piping Erection Work Batch II* terdiri atas pekerjaan Instal *Main Equipment*, Instal Pipa, *Insulation*, *Additonal Working*. Dari hasil analisis diperoleh bahwa pada bulan ke-1, ke-2, dan ke-3 nilai CPI <1 dan nilai SPI >1, menunjukkan bawah pekerjaan terlaksana lebih cepat dari jadwal dengan *Actual Cost* (AC) yang dikeluarkan lebih besar dari nilai pekerjaan yang didapat atau *Earned Value* (EV); pada bulan ke-4 nilai CPI <1 dan SPI=1, menunjukkan bawah pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dengan *Actual Cost* (AC) yang dikeluarkan lebih besar dari nilai pekerjaan yang didapat atau *Earned Value* (EV). Sedangkan pada bulan ke-5 nilai CPI dan SPI menunjukkan nilai <1 sehingga menunjukkan bawah pekerjaan selesai terlambat dengan *Actual Cost* (AC) yang dikeluarkan lebih besar dari nilai pekerjaan yang didapat atau *Earned Value* (EV). Total durasi normal adalah 116 hari sedangkan total durasi penjadwalan dengan *additional working* adalah 164 hari.

6. 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] Ramadhan, A. R., Sandora, R., & Arumsari, N. (2021). Optimasi Penjadwalan Proyek Jaringan Gas untuk Rumah Tangga Menggunakan Metode *Project Crashing* dan *Least Cost Scheduling*. In *Proceedings Conference on Piping Engineering and its Application (Vol. 6, No. 1, pp. 136-141)*.
- [4] Riyanto, J. (1986). Produktivitas dan Tenaga Kerja. Jakarta: SIUP.