

Evaluasi dan Analisa Kinerja Proyek terhadap Biaya dan Waktu Penjadwalan Menggunakan Pendekatan *Earned Value Method* (Studi Kasus Proyek *Air Receiver Tank*)

Maulina Septa Dwi Anggraini^{1*}, Renanda Nia Rachmadita², Aulia Nadia Rachmat³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia^{1*}

Program Studi Manajemen Bisnis Maritim, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia²

Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia³
E-mail: maulinasepta@student.ppns.ac.id^{1*}

Abstract – Industrial and construction projects are one of the sectors that support economic growth in Indonesia. Projects are required to be managed to achieve the targets that have been set. One of the construction companies PT. LDP specializing in engineering received the Air Receiver Tank project from one of the clients and the project was delayed from a predetermined deadline. Such delays have consequences for the decrease in client confidence in the performance of the company. Therefore, evaluation and analysis related to the performance of the project are required to the time and cost of the project using the Earned Value Method (EVM). Scheduling analysis uses Precedence Diagram Method (PDM) and crashing to speed up the duration of project completion. The results of the study based on EVM analysis showed that the project experienced delays with an estimated project completion time of 88 days and an estimated project completion cost of Rp662,241,998.41. Based on the analysis using PDM and crashing obtained the results of acceleration from 95 days to 65 days. The acceleration alternative used is to increase the workforce by 50% with a cost increase of 13.89% of the direct labor cost at the actual duration.

Keyword: Air Receiver Tank, Crashing, Earned Value Method, Precedence Diagram Method.

1. PENDAHULUAN

Dalam sebuah proyek konstruksi diperlukan perencanaan dan penjadwalan dalam manajemen proyek untuk mendapat hasil efektif yang sesuai menurut tiga aspek waktu, biaya dan kualitas sebagai bentuk pengoptimalan alur pengerjaan serta perhitungan biaya dalam sebuah proyek. Objek penelitian ini adalah salah satu proyek konstruksi industri berjenis tangki (*Air Receiver Tank*) dimana dalam aktual pengerjaannya proyek ini secara aktual belum mencapai hasil progres 100% tetapi dari segi waktu perencanaan proyek sudah mengalami keterlambatan dari tenggat waktu yang telah ditetapkan, sehingga diperlukan adanya evaluasi dan analisa berdasarkan kinerja proyek secara aktual terhadap biaya dan waktu.

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Earned Value Method* (EVM) yang merupakan konsep pengelolaan suatu proyek dengan menghubungkan antara kinerja, biaya, dan waktu untuk menghitung perkiraan total biaya proyek dan perkiraan waktu pengerjaan proyek. Menggunakan *Precedence Diagram Method* (PDM) sebagai penjadwalan

proyek yang tumpah tindih serta *crashing* untuk mempercepat durasi penyelesaian proyek

2. METODOLOGI

2.1 *Earned Value Method*

Earned Value Method (EVM) yang merupakan konsep pengelolaan suatu proyek dengan menghubungkan antara kinerja, biaya, dan waktu untuk menghitung perkiraan total biaya proyek dan perkiraan waktu pengerjaan proyek. EVM memiliki empat komponen penting yang meliputi penyelesaian fisik dari proyek (*The Percent Complete*), rencana penyerapan biaya (*Budgeted Cost*), biaya aktual yang sudah dikeluarkan (*Actual Cost*) serta suatu nilai yang didapatkan dari *actual cost* yang disebut nilai hasil (*Earned Value*) (Fleming et al., 1994).

Indikator biaya dan jadwal pelaksanaan proyek yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$BCWS = \%Bobot\ Rencana \times BAC \quad (1)$$

$$BCWP = \%Bobot\ Realisasi \times BAC \quad (2)$$

$$SV = BCWP - BCWS \quad (3)$$

$$CV = BCWP - ACWP \quad (4)$$

$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS} \quad (5)$$

$$CPI = \frac{BCWP}{ACWP} \quad (6)$$

$$BETC = \frac{BAC - BCWP}{CPI} \quad (7)$$

$$BEAC = ACWP + BETC \quad (8)$$

T. BCWS = % Aktual Progres yang telah ditempuh

$$X \text{ Jadwal Rencana (SAC)} \quad (9)$$

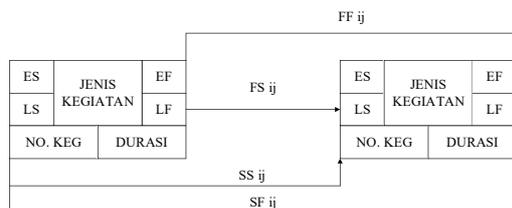
$$SETC = \frac{SAC - T.BCWS}{SPI} \quad (10)$$

$$SEAC = T. BCWP + SETC \quad (11)$$

2.2 Precedence Diagram Method

Menurut Ervianto (2005), kelebihan *Precedence Diagram Method* (PDM) dibandingkan dengan CPM adalah PDM tidak memerlukan kegiatan fiktif/*dummy* sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana. Hal ini dikarenakan hubungan *overlapping* yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan.

Pada PDM juga dikenal adanya konstrain. Satu konstrain hanya dapat menghubungkan dua *node*, karena setiap *node* memiliki dua ujung yaitu ujung awal atau mulai = (S) dan ujung akhir atau selesai = (F). Maka di sini terdapat empat macam konstrain (Soeharto, 1999).



Gambar 38. Hubungan Kegiatan i dan j (Ervianto, 2005 : 251)

Untuk melakukan percepatan durasi dilakukan perhitungan durasi baru untuk setiap kegiatan dengan persamaan (12), (13), dan (14).

$$Daily \ Productivity = \frac{Work \ Load}{Normal \ Duration} \quad (12)$$

$$Crash \ Productivity = (8 \text{ jam} \times productivity/hour) + (a \times b \times productivity/hour) \quad (13)$$

$$Crash \ Duration = \frac{Work \ Load}{Crash \ Productivity} \quad (14)$$

Nilai produktivitas penambahan tenaga kerja dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut: Produktivitas *crashing* = (Produktivitas harian normal x Jumlah pekerja percepatan)/(Jumlah pekerja normal) (15)

Penelitian ini menggunakan asumsi penambahan tenaga kerja sebesar 25% dan 50%.

Dalam melakukan percepatan terdapat dua pilihan, yaitu dengan menambah jam lembur atau menambah tenaga kerja. Perhitungan untuk biaya lembur dapat menggunakan persamaan (16).

$$\begin{aligned} \text{Biaya Lembur} = & (1,5 \times \text{upah normal per jam}) \\ & + (2 \times \text{upah normal per jam}) \\ & + (2 \times \text{upah normal per jam}) \\ & + (\text{upah normal per hari}) \times \\ & \text{jumlah tenaga kerja} \times \text{durasi} \\ & \text{proyek} \quad (16) \end{aligned}$$

Sedangkan untuk perhitungan biaya langsung pada penambahan tenaga kerja dilakukan sama dengan perhitungan biaya langsung pada durasi normal dengan menggunakan persamaan 17.

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya Pekerja} = & (\Sigma \text{Pekerja} \times \text{Durasi (jam)} \\ & \times \text{Tarif per jam}) \quad (17) \end{aligned}$$

Setelah diketahui durasi baru dan biaya *crash*, maka selanjutnya perlu dihitung *cost slope* untuk masing-masing kegiatan. Perhitungan *cost slope* digunakan untuk penentuan waktu optimal proyek.

$$Cost \ Slope = \frac{crash \ cost - normal \ cost}{normal \ duration - crash \ duration} \quad (18)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Earned Value Method

Pada minggu ke 8 proyek direncanakan telah mencapai 92,50%, namun pada realisasinya kinerja proyek hanya 59,69%. Indikator biaya disajikan pada tabel 1.

Tabel 20: Indikator Biaya dan Waktu

Indikator Biaya dan Waktu		
BCWS	BCWP	ACWP
512.395.088,6	330.647.165,8	395.292.248,8
2	4	5

Dengan diketahui nilai indikator biaya, maka dapat dianalisis performa proyek pada setiap minggu dengan menggunakan indikator SV, CV, SPI, dan CPI yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 21: Nilai Varians dan Indeks

SV	CV	SPI	CPI
-181.747.922,79	-64.645.083,01	0,65	0,84

Nilai indeks kinerja biaya (CPI) sebesar 0,84 dan *cost variance* bernilai negatif, yang berarti pengeluaran aktual proyek lebih besar dari pengeluaran seharusnya berdasarkan performa kemajuan proyek dan mengalami pemborosan biaya. Sedangkan nilai indeks kinerja jadwal (SPI) sebesar 0,65 dan *schedule variance* bernilai

negatif, hal ini menunjukkan bahwa realisasi proyek di lapangan lebih lambat dari jadwal yang telah direncanakan.

Presentase pekerjaan sampai dengan minggu ke-8 mencapai 59,69% maka untuk memprediksi anggaran pekerjaan tersisa menggunakan persamaan berikut.

$$BETC = \frac{BAC - BCWP}{CPI}$$

$$BETC = \frac{553.904.636,35 - 330.647.165,84}{0,84}$$

$$BETC = 266.949.749,56$$

Dari perkiraan biaya untuk pekerjaan yang tersisa (BETC) tersebut, didapatkan perkiraan biaya penyelesaian proyek sebagai berikut:

$$BEAC = ACWP + BETC$$

$$= Rp.395.292.248,85 +$$

$$Rp.266.949.749,56$$

$$= Rp 662.241.998,41$$

Proyek direncanakan berlangsung selama 65 hari. Pelaporan dilakukan pada akhir minggu ke-8 tanggal 13 Mei 2020 yaitu pada hari ke 47 proyek berjalan. Dari hasil analisa proyek didapat nilai indeks kinerja jadwal (SPI) sebesar 0,65 maka perhitungan untuk waktu akhir (SEAC) sebagai berikut:

Jadwal Rencana = 65 hari
 Waktu yang sudah ditempuh = 47hari
 Sisa Waktu = 18 hari

$$T_{BCWS} = 59,69\% \times 65 = 38,7985 \gg 39 \text{ hari}$$

$$SETC = \frac{SAC - T_{BCWS}}{SPI}$$

$$SETC = \frac{65 - 39}{0,65}$$

$$SETC = 41 \text{ hari}$$

$$SEAC = T_{BCWP} + SETC$$

$$SEAC = 47 + 41 = 88 \text{ hari}$$

Berdasarkan hasil kalkulasi SEAC pada minggu ke-8 proyek akan selesai dalam waktu 88 hari. Hasil dari perhitungan perkiraan durasi pada EVM adalah hasil progress aktual proyek yang ditinjau berdasarkan jadwal rencananya. Jika performa proyek tetap seperti ini, maka waktu penyelesaian proyek akan mengalami keterlambatan dari jadwal awal perencanaan. Oleh karena itu perlu dilakukan percepatan durasi pada proyek.

3.2 Precedence Diagram Method

Dalam merencanakan dan mengerjakan sebuah proyek setiap perusahaan memiliki sistem perencanaan yang berbeda. Tabel 3 berikut ini adalah pengelompokan kegiatan dan durasi untuk

proyek *Air Receiver Tank* berdasarkan durasi aktual proyek.

Tabel 22: Pengelompokan Kegiatan

Nama Kegiatan	Aktivitas	Durasi (hari)	Predecessor
	Air Receiver Tank		
A	PO Award	1	
B	Engineering		
	1. GA Received 2. Shop Drawing	2 9	A B1
C	Procurement		
	1. Purchase Request 2. Material Received	8 20	B1 C1
D	Fabrication		
	1. Marking Cutting	8	B2; C2 FS - 3
	2. Machining	42	D1 FS - 3 D2 FS - 10
	3. Fit Up	19	D3 FS - 6 D4 FS - 7
	4. Welding	9	
E	Painting		
	1. Blasting + Primer 2. Top Coat	2 0	D5 E1
F	Quality Control	62	D1 SS + 1
G	Packing	1	E2; F
H	Delivery	1	G

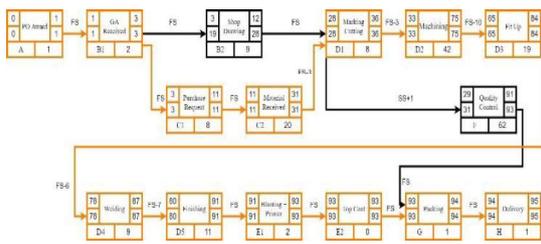
Sedangkan tabel 4 merupakan identifikasi jalur kritis pengerjaan proyek *Air Receiver Tank*.

Tabel 23: Identifikasi Jalur Kritis

Nama Kegiatan	Durasi (hari)	Paling Awal		Paling Akhir		Total Slack	Keterangan
		ES	EF	LS	LF		
A	1	0	1	0	1	0	Kritis
B1	2	1	3	1	3	0	Kritis
B2	9	3	12	19	28	16	Tidak Kritis
C1	8	3	11	3	11	0	Kritis
C2	20	11	31	11	31	0	Kritis
D1	8	28	36	28	36	0	Kritis
D2	42	33	75	33	75	0	Kritis
D3	19	65	84	65	84	0	Kritis
D4	9	78	87	78	87	0	Kritis
D5	11	80	91	80	91	0	Kritis
E1	2	91	93	91	93	0	Kritis
E2	0	93	93	93	93	0	Kritis
F	62	29	91	31	93	2	Tidak Kritis
G	1	93	94	93	94	0	Kritis
H	1	94	95	94	95	0	Kritis

Melalui tabel 4 dapat diketahui kegiatan kritis pada pengerjaan proyek *Air Receiver Tank* berdasarkan jadwal aktual memiliki total durasi 95 hari. Gambar 2 berikut ini adalah jalur kritis

yang terdapat pada pengerjaan proyek *Air Receiver Tank*.



3.3 Perhitungan Durasi Baru

Setelah diketahui jalur kritis pengerjaan proyek, maka selanjutnya dilakukan perhitungan durasi baru untuk setiap kegiatan yang dipercepat. Perhitungan durasi baru dilakukan dengan perhitungan produktivitas terlebih dahulu.

Perhitungan menggunakan persamaan (12), (13), (14) dan hasilnya tersaji pada tabel 5 berikut ini. Tidak semua kegiatan dapat dilakukan percepatan. Tabel 5 merupakan hasil durasi baru dari penambahan jam kerja.

Tabel 24: Durasi Baru Penambahan Jam Kerja

Kode Kegiatan	Durasi (hari)	Crash Productivity (kg/jam)	Crash Duration (Hari)
D1	8	3041,07	6,33 ≈ 7
D2	42	579,25	33,27 ≈ 34
D3	19	1280,45	15,05 ≈ 16
D4	9	2703,18	7,12 ≈ 7
D5	11	2211,69	8,71 ≈ 9
E1	2	12164,31	1,58 ≈ 2
E2	0	-	-

3.4 Perhitungan Penambahan Tenaga Kerja

Perhitungan penambahan tenaga kerja yang dibutuhkan dengan asumsi penambahan 25% dan 50% dari jumlah tenaga kerja normal. Hasil dari penambahan tenaga kerja tersaji dalam tabel 6.

Tabel 25: Penambahan Tenaga Kerja 25% dan 50%

Kegiatan	Pekerja Normal	25% (orang)		50% (orang)	
		Tambahan	Total	Tambahan	Total
D1	3	1	4	2	5
D2	5	1	6	3	8
D3	5	1	6	3	8
D4	3	1	4	2	5
D5	4	1	5	2	6
E1	3	1	4	2	5

Selanjutnya adalah menghitung berapa *crash duration* yang terjadi pada percepatan durasi dengan penambahan tenaga kerja 25% dan 50%. Durasi baru penambahan 25% dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 26: Durasi Baru Penambahan Pekerja 25%

Kegiatan	Produktivitas Normal	Produktivitas Crash	Crash Duration
D1	2408,78	3010,97	6
D2	458,81	573,52	34
D3	1014,22	1267,78	15
D4	2141,13	2676,42	7
D5	1751,84	2189,80	9
E1	9635,10	12043,88	2

Sedangkan durasi baru dengan penambahan tenaga kerja 50% dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8: Durasi Baru Penambahan Pekerja 50%

Kegiatan	Produktivitas Normal	Produktivitas Crash	Crash Duration
D1	2408,78	3613,16	5
D2	458,81	688,22	28
D3	1014,22	1521,33	13
D4	2141,13	3211,70	6
D5	1751,84	2627,75	7
E1	9635,1	14452,65	1

3.5 Biaya Tenaga Kerja

Pada tabel 9 merupakan biaya tenaga kerja langsung pada durasi normal proyek sebelum dilakukan percepatan.

Tabel 27: Biaya Pekerja pada Durasi Normal

Kegiatan	Durasi	Pekerja	Biaya
D1	8	3	Rp 7.280.000
D2	42	5	Rp 64.680.000
D3	19	5	Rp 29.260.000
D4	9	3	Rp 8.820.000
D5	11	4	Rp 13.860.000
E1	2	3	Rp 2.100.000

Percepatan durasi dilakukan dengan 2 alternatif yaitu penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja. Pada tabel 10 merupakan biaya tenaga kerja langsung pada percepatan durasi dengan penambahan jam kerja.

Tabel 28: Biaya Pekerja pada Penambahan Jam Kerja

Kegiatan	Durasi	Pekerja	Biaya
D1	7	3	Rp 10.749.375
D2	34	5	Rp 88.357.500
D3	16	5	Rp 41.580.000
D4	7	3	Rp 11.576.250
D5	9	4	Rp 19.136.250
E1	2	3	Rp 2.100.000

Pada tabel 11 merupakan biaya tenaga kerja langsung pada percepatan durasi dengan penambahan tenaga kerja 25%.

Tabel 29: Biaya Pekerja pada Penambahan Pekerja 25%

Kegiatan	Durasi	Pekerja	Biaya
D1	6	4	Rp 7.560.000
D2	34	6	Rp 71.400.000
D3	15	6	Rp 28.350.000
D4	7	4	Rp 9.310.000
D5	9	5	Rp 14.490.000
E1	2	4	Rp 2.100.000

Pada tabel 12 merupakan biaya tenaga kerja langsung pada percepatan durasi dengan penambahan tenaga kerja 50%.

Tabel 30: Biaya Pekerja pada Penambahan Pekerja 50%

Kegiatan	Durasi	Pekerja	Biaya
D1	5	5	Rp 7.700.000
D2	28	8	Rp 76.440.000
D3	13	8	Rp 32.760.000
D4	6	5	Rp 10.080.000
D5	7	6	Rp 13.720.000
E1	1	5	Rp 2.800.000

3.6 Cost Slope

Cost slope adalah biaya yang dikeluarkan per-satuan waktu yang digunakan untuk percepatan proyek. Perhitungan *cost slope* berguna untuk mengoptimalkan pengeluaran biaya dengan mengurutkan nilai *cost slope* dari yang terkecil juga untuk menghitung waktu keseluruhan percepatan proyek. Perhitungan *cost*

slope menggunakan persamaan 18. Nilai *cost slope* pada percepatan durasi proyek dengan penambahan jam kerja dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 31: *Cost Slope* pada Penambahan Jam Kerja

Kode Kegiatan	<i>Cost Slope</i>	Durasi Normal (hari)	Durasi Crash (hari)	Durasi Percepatan (hari)
D4	Rp 1.378.125	9	7	93
D5	Rp 2.638.125	11	9	91
D2	Rp 2.959.688	42	34	83
D1	Rp 3.469.375	8	7	82
D3	Rp 4.106.667	19	16	79

Nilai *cost slope* pada percepatan durasi proyek dengan penambahan tenaga kerja 25% dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 32: *Cost Slope* pada Penambahan Pekerja 25%

Kode Kegiatan	<i>Cost Slope</i>	Durasi Normal (hari)	Durasi Crash (hari)	Durasi Percepatan (hari)
D1	Rp 140.000	8	6	93
D3	Rp 227.500	19	15	89
D4	Rp 245.000	9	7	87
D5	Rp 315.000	11	9	85
D2	Rp 840.000	42	34	77

Nilai *cost slope* pada percepatan durasi proyek dengan penambahan tenaga kerja 50% dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 33: *Cost Slope* pada Penambahan Pekerja 50%

Kode Kegiatan	<i>Cost Slope</i>	Durasi Normal (hari)	Durasi Crash (hari)	Durasi Percepatan (hari)
D5	Rp 35.000	11	7	91
D1	Rp 140.000	8	5	88
D4	Rp 420.000	9	6	85
D3	Rp 583.333	19	13	79
E1	Rp 700.000	2	1	78
D2	Rp 840.000	42	28	65

3.7 Penentuan Waktu dan Biaya Optimum

Penentuan waktu optimum dilihat berdasarkan waktu percepatan total yang dihasilkan berdasarkan perhitungan *cost slope* sebelumnya. Berdasarkan hasil perhitungan *cost slope*, alternatif percepatan dengan penambahan tenaga kerja 50% dinilai lebih efektif dan menghasilkan waktu optimum karena waktu percepatan yang dihasilkan dari alternatif tersebut adalah 65 hari sama dengan waktu rencana proyek. Proyek tersebut akan mengalami percepatan selama 30 hari dari durasi aktualnya yaitu 95 hari.

Pada percepatan proyek dengan penambahan tenaga kerja 50% biaya tenaga kerja langsung akan mengalami kenaikan dari total biaya tenaga kerja langsung pada durasi normal

yaitu Rp.126.000.000 menjadi Rp.143.500.000 atau mengalami kenaikan biaya sebesar 13,89% dari total biaya tenaga kerja langsung pada durasi normal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan pada pelaksanaan proyek fabrikasi *Air Receiver Tank*, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai perkiraan total biaya proyek adalah sebesar Rp.662.241.998,41 dan nilai perkiraan waktu penyelesaian proyek adalah selama 88 hari dengan meninjau kinerja proyek secara aktual menggunakan metode *earned value* pada proyek fabrikasi *Air Receiver Tank*
2. Jalur kritis yang terbentuk pada proyek *Air Receiver Tank* menggunakan metode PDM adalah melewati kegiatan A-B1-C1-C2-D1-D2-D3-D4-D5-E1-E2-G-H dengan jadwal rencana proyek selama 65 hari dan jadwal aktual proyek selama 95 hari.
3. Percepatan durasi proyek *Air Receiver Tank* untuk mencapai waktu optimal adalah 65 hari sesuai dengan jadwal rencana dengan menggunakan alternatif penambahan 50% tenaga kerja. Percepatan durasi dengan selisih 30 hari meningkatkan biaya tenaga kerja langsung sebesar Rp17.500.000 atau 13,89% dari biaya tenaga kerja langsung pada durasi normal.

5. PUSTAKA

- [1] Ariyanto, M. F. (2020). Evaluasi dan Optimasi Penjadwalan Menggunakan Metode PDM dan Crashing untuk Mempercepat Durasi Pengerjaan Proyek. **Tugas Akhir** Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya
- [2] Pahalawan, F. A. (2015). Analisa Konsep Nilai Hasil (Earned Value Analysis) Terhadap Waktu dan Biaya pada Pekerjaan Proyek Pembangunan Gedung. Skripsi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jember.
- [3] Pratiwi, M. (2019). Evaluasi Biaya dan Waktu Penjadwalan Menggunakan Pendekatan Earned Value Method. **Tugas Akhir** Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.
- [4] Priyo, M. (2012). *Metode "Earned Value" Pada Jasa Konstruksi*. In Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

- [5] Priyo, M., & Sumanto, A. (2016). Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja Menggunakan Metode Time Cost Trade Off: Studi Kasus Proyek Pembangunan Prasarana. **Jurnal Semesta Teknika**.
- [6] Soeharto, I. (1999). **Manajemen Proyek**. In *Erlangga* (Vol. 60, Issue 5).
- [7] Wibowo, F. K., Suraji, A., Program, M., Magister, S., Sipil, T., Indonesia, U. I., Pengajar, S., Studi, P., Teknik, M., Indonesia, U. I., Pengajar, S., Studi, P., Teknik, M., & Indonesia, U. I. (2020). Optimasi waktu dan biaya dengan metode crashing pada proyek pembangunan rumah susun. **Dspace UII**, 1–12.