

ANALISIS PENJADWALAN ULANG PROYEK REPARASI KAPAL TANKER X MENGGUNAKAN *PRECEDENCE DIAGRAM METHOD*

Yusfian Arifqi¹⁾, Fitri Hardiyanti²⁾, dan Ambikka³⁾

¹⁾Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

²⁾Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

³⁾Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

E-mail: yusfianarifqi@student.ppns.ac.id

Abstract

Indonesia as an archipelagic country, possesses a significant potential in the maritime industry, including shipyards that play a vital role in ship repair activities. However, repair projects often experienced delays that resulted in higher costs, disrupted sailing schedules, and reduced customer confidence. This study aimed to analyze delays and develop a rescheduling plan for a tanker repair project at a shipyard in East Java using the Precedence Diagram Method. A descriptive quantitative approach was applied to map project activities, durations, and interdependencies. The findings revealed that the repair project was divided into several activities, and one major adjustment was the cleaning process, which could be conducted in parallel with several other tasks. The rescheduling reduced the total project duration from 60 days to 56 days. The critical path consisted of general service, docking, propulsion system, undocking, administrative completion, and sea trial with ship delivery. These results demonstrated that rescheduling with the Precedence Diagram Method improved efficiency and reduced the risk of delays, providing practical implications for project management in ship repair.

Keywords: *project scheduling, ship repair, Precedence Diagram Method, project management*

Abstrak

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki potensi besar dalam industri maritim, termasuk galangan kapal yang berperan penting dalam kegiatan reparasi. Namun, proyek reparasi sering mengalami keterlambatan yang berdampak pada meningkatnya biaya, terganggunya jadwal pelayaran, serta menurunnya kepercayaan pelanggan. Penelitian ini bertujuan menganalisis keterlambatan dan menyusun penjadwalan ulang proyek reparasi kapal tanker pada salah satu galangan di Jawa Timur dengan menggunakan metode *Precedence Diagram Method*. Penelitian dilakukan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk memetakan aktivitas proyek, durasi, dan ketergantungan antar kegiatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proyek reparasi terbagi dalam beberapa aktivitas, dan salah satu penyesuaian penting adalah pelaksanaan aktivitas pembersihan yang dapat dilakukan secara paralel dengan beberapa pekerjaan lain. Penjadwalan ulang menghasilkan pengurangan durasi total dari 60 hari menjadi 56 hari. Jalur kritis yang terbentuk mencakup aktivitas layanan umum, docking, sistem propulsi, undocking, penyelesaian administrasi, serta sea trial dan penyerahan kapal. Temuan ini memberikan gambaran bahwa penjadwalan ulang dengan metode *Precedence Diagram Method* mampu meningkatkan efisiensi dan mengurangi risiko keterlambatan.

Kata kunci: *penjadwalan proyek, reparasi kapal, Precedence Diagram Method, manajemen proyek*

1. Pendahuluan

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki potensi maritim yang sangat besar, dengan industri galangan kapal sebagai salah satu sektor penting yang berperan dalam mendukung logistik nasional dan transportasi laut. Hingga saat ini, terdapat sekitar 250

perusahaan galangan kapal di Indonesia dengan kapasitas produksi yang mampu memenuhi kebutuhan pembangunan maupun reparasi kapal. Salah satu kegiatan utama galangan kapal adalah proyek reparasi, yang bertujuan menjaga kelaikan operasional kapal. Namun, dalam praktiknya, proyek reparasi kerap mengalami keterlambatan penyelesaian. Keterlambatan tersebut berdampak pada meningkatnya biaya operasional, terganggunya jadwal pelayaran, serta menurunnya kepercayaan pelanggan terhadap perusahaan galangan.

Kasus keterlambatan reparasi yang cukup signifikan terjadi pada salah satu kapal tanker di Jawa Timur, di mana pekerjaan yang seharusnya selesai dalam 26 hari justru memerlukan 60 hari. Kondisi ini menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara rencana dengan realisasi, yang berimplikasi pada kerugian baik bagi pihak galangan maupun pemilik kapal. Permasalahan ini menegaskan perlunya evaluasi terhadap proses perencanaan dan penjadwalan proyek agar kegiatan reparasi dapat berjalan lebih efektif dan efisien.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini berfokus pada penjadwalan ulang proyek reparasi kapal dapat dilakukan dengan metode *Precedence Diagram Method* sehingga mampu meminimalkan keterlambatan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi penjadwalan ulang proyek reparasi kapal tanker x, *Precedence Diagram Method* diharapkan menghasilkan jadwal yang logis dan realistis sehingga nantinya dapat menjadi acuan pada penjadwalan proyek di masa mendatang (Pratama et al., 2023). Hasil penelitian ini dapat menjadi bahan evaluasi dan rekomendasi praktis bagi galangan kapal dalam meningkatkan kinerja manajemen proyek, mengurangi risiko keterlambatan, serta memperbaiki kepercayaan pelanggan di masa mendatang.

2. Tinjauan Pustaka

Precedence Diagram Method (PDM) merupakan salah satu teknik penjadwalan yang termasuk dalam teknik penjadwalan Network Planning atau Rencana Jaringan Kerja. Berbeda dengan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) yang menggunakan *Activity On Arrow* (AOA) yang menitikberatkan kegiatan pada anak panah, PDM menitikberatkan kegiatan pada node sehingga kadang disebut juga *Activity on Node* (Setiawan et al., 2023).

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 sebagai berikut :

1. Konstrain selesai ke mulai – *Finish to Start* (FS)

Konstrain ini memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai FS (i-j) = a yang berarti kegiatan (j) mulai a hari, setelah kegiatan yang mendahuluinya (i) selesai.

2. Konstrain mulai ke mulai – *Start to Start* (SS)

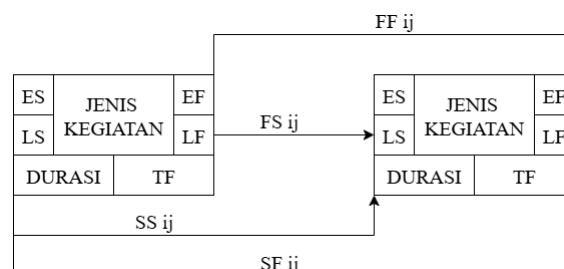
Memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Atau SS (i-j) = b yang berarti suatu kegiatan (j) mulai setelah b hari kegiatan terdahulu (i) mulai. Konstrain semacam ini terjadi bila sebelum kegiatan terdahulu selesai 100 % maka kegiatan (j) boleh mulai setelah bagian tertentu dari kegiatan (i) selesai.

3. Konstrain selesai ke selesai – *Finish to Finish* (FF).

Memberikan penjelasan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Atau FF (i-j) = c yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah c hari kegiatan terdahulu (i) selesai. Konstrain semacam ini mencegah selesainya suatu kegiatan mencapai 100% sebelum kegiatan yang terdahulu telah sekian (=c) hari selesai.

4. Konstrain mulai ke selesai – *Start to Finish* (SF)

Menjelaskan hubungan antara selesainya kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dituliskan dengan SF (i-j) = d, yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah d hari kegiatan (i) terdahulu mulai.



Gambar 1. Diagram PDM
Sumber : (Nurhidayat,2021)

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan tujuan untuk menganalisis keterlambatan proyek reparasi kapal serta menyusun penjadwalan ulang menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM). Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan gambaran terukur mengenai aktivitas proyek, durasi waktu, serta hubungan ketergantungan antar kegiatan (Padaga et al., 2018). Objek penelitian adalah proyek reparasi kapal tanker yang dilaksanakan di salah satu galangan kapal di Jawa Timur, yang mengalami keterlambatan signifikan antara rencana dan realisasi penyelesaiannya.

Metode *Precedence Diagram Method* dipilih dalam penelitian ini karena memiliki fleksibilitas yang lebih tinggi dibandingkan metode penjadwalan lainnya. PDM mampu menggambarkan hubungan ketergantungan antar aktivitas secara lebih realistis melalui empat jenis hubungan. Kemampuan ini sangat relevan dengan proyek reparasi kapal yang sering melibatkan pekerjaan paralel maupun tumpang tindih sehingga tidak semua aktivitas harus menunggu penyelesaian aktivitas sebelumnya. Selain itu, PDM menyajikan informasi penjadwalan secara lebih jelas melalui node yang memuat data durasi, waktu mulai, waktu selesai, dan kelonggaran waktu, sehingga memudahkan identifikasi jalur kritis dan analisis penjadwalan ulang. Dengan keunggulan tersebut, PDM dinilai lebih sesuai digunakan untuk proyek kompleks seperti reparasi kapal tanker karena dapat meningkatkan akurasi, efisiensi, serta memberikan gambaran yang logis terhadap alur penyelesaian proyek.

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara dengan pihak terkait dalam proyek, seperti manajer proyek, supervisor lapangan, dan staf perencanaan. Data sekunder diperoleh dari dokumen proyek, termasuk jadwal kerja (*schedule master*), daftar aktivitas reparasi, laporan progres pekerjaan, serta catatan realisasi waktu penyelesaian. Menurut Novianty et al. (2022), penggunaan kombinasi data primer dan sekunder sangat penting untuk memahami faktor penyebab keterlambatan proyek secara komprehensif.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung di lapangan, studi dokumen, dan wawancara mendalam. Hal ini sejalan dengan Pratama et al. (2023)

yang menyatakan bahwa validitas data dalam studi penjadwalan proyek dapat ditingkatkan dengan triangulasi metode pengumpulan data.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil penelitian

Tabel berikut menunjukkan urutan aktivitas dalam proyek reparasi kapal tanker yang digunakan untuk menyusun diagram *Precedence Diagram Method* (PDM). Setiap aktivitas diberi kode huruf dan dilengkapi dengan daftar aktivitas penerus (successor) yang menunjukkan ketergantungan antar pekerjaan. Misalnya, setelah aktivitas A (*General service*) selesai, maka aktivitas B (*Docking*) dapat dimulai. Beberapa aktivitas memiliki banyak penerus, seperti B, yang dilanjutkan ke aktivitas C, E, F, G, H, dan J.

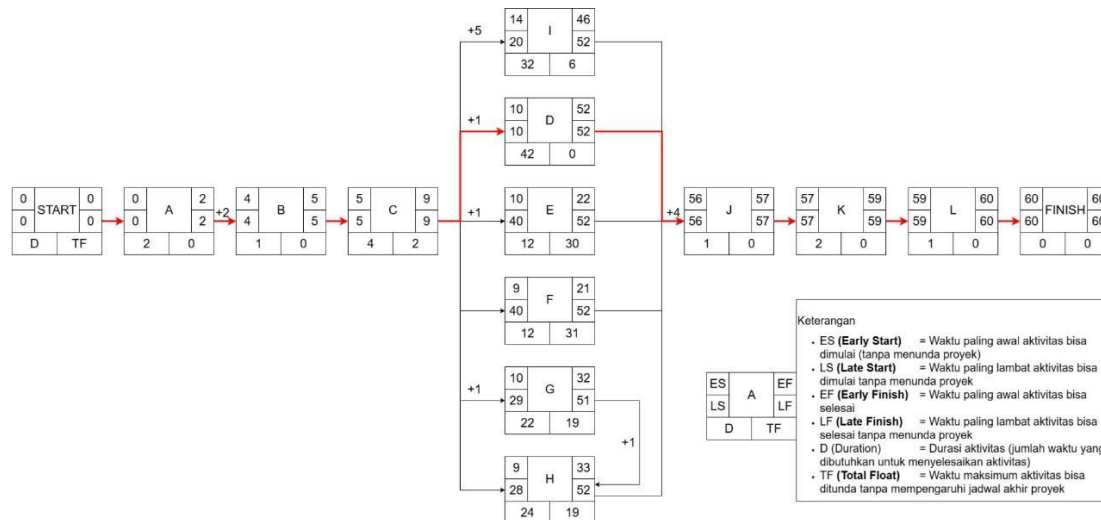
Tabel 1
Durasi dan Predesessor Realisasi Penjadwalan menggunakan PDM

Kode	Item Pekerjaan	Predesessor	Durasi (hari)	Slack (hari)	Keterangan
	Kapal datang (START)	-	0	-	
A	General service	-	2	-	FS
B	Docking	A	1	2	FS
C	Cleaning	B	4	-	FS
D	Sistem propulsi	C	42	1	FS
E	Jangkar, rantai, bak rantai	C	12	1	FS
F	Perawatan lambung	C	12	-	FS
G	Sea chest dan valve	C	22	1	FS
H	QAQC	C,G	24	1	(C-H=FS) & (G-H=FF)
I	Konstruksi	C	32	5	FS
J	Undocking	I,E,F,G,H	1	4	FS
K	Penyelesaian BA, SN, DN	J	2	-	FS
L	Sea trial & Ship delivery	K	1	-	FS
	FINISH	L			FS

Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak PPIC di galangan kapal, diketahui bahwa terdapat peluang untuk melakukan penjadwalan ulang pada aktivitas proyek. Salah satu temuan penting adalah aktivitas C (*Cleaning*) yang sebelumnya direncanakan berurutan setelah aktivitas B (*Docking*), ternyata dapat dilaksanakan secara paralel dengan aktivitas D (*Sistem Propulsi*), E (*Jangkar, rantai, bak rantai*), F (*Perawatan Lambung*), G (*Sea chest dan valve*) dan H (*QAQC*). Penyesuaian ini memungkinkan pekerjaan yang semula dilakukan secara berurutan dapat dijalankan secara bersamaan

tanpa mengganggu keterkaitan antar aktivitas lainnya. Dengan demikian, penjadwalan ulang menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) dapat mengurangi total durasi proyek reparasi kapal tanker, sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan memperkecil risiko keterlambatan pada lintasan kritis.

4.2. Pembahasan



Gambar 2. Realisasi Penjadwalan Menggunakan PDM

Diagram Project Network diatas menampilkan aktivitas proyek beserta ES, LS, EF, LF, durasi, dan Total Float (TF). Jalur kritis ditandai dengan panah merah, yaitu rangkaian aktivitas tanpa kelonggaran waktu (TF = 0) yang menentukan durasi proyek. Hasil analisis menunjukkan proyek berlangsung dari START hingga FINISH melalui aktivitas A, B, C, D, J, K, dan L dengan total durasi 60 hari.

Kemudian menentukan durasi dan predesessor penjadwalan ulang proyek reparasi kapal tanker x

Tabel 2
Durasi dan Predesessor Penjadwalan menggunakan

Kode	Item Pekerjaan	Predesessor	Durasi (hari)	Slack (hari)	Keterangan
	Kapal datang (START)	-	0	-	
A	General service	-	2	-	FS
B	Docking	A	1	2	FS
C	Cleaning	B	4	5	FS
D	Sistem propulsi	B	42	1	FS
E	Jangkar, rantai, bak rantai	B	12	1	FS

Kode	Item Pekerjaan	Predecessor	Durasi (hari)	Slack (hari)	Keterangan
F	Perawatan lambung	B	12	-	FS
G	Sea chest dan valve	B	22	1	FS
H	QAQC	B,G	24	1	(B-H=FS) & (G-H=FF)
I	Konstruksi	C	32	-	FS
J	Undocking	I,E,F,G,H	1	4	FS
K	Penyelesaian BA, SN, DN	J	2	-	FS
L	Sea trial & Ship delivery	K	1	-	FS
	FINISH	L			FS

Tabel 2 menunjukkan urutan aktivitas dalam proyek reparasi kapal tanker yang digunakan untuk menyusun penjadwalan ulang diagram *Precedence Diagram Method* (PDM). Tabel ini menjadi dasar untuk menyusun jaringan kerja proyek, mengidentifikasi jalur kritis, dan membantu dalam penjadwalan ulang agar proyek dapat diselesaikan tepat waktu.

Tabel 3
Perhitungan Maju dan Perhitungan Mundur (hari)

Kode	Aktivitas	Durasi	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack	Total Float	Free Float
A	General service	2	0	2	0	2	2	0	2
B	Docking	1	4	5	4	5	5	0	0
C	Cleaning	4	10	14	12	16	1	2	0
D	Sistem propulsi	42	6	48	6	48	1	0	4
E	Jangkar, rantai, bak rantai	12	6	18	36	48	-	30	34
F	Perawatan lambung	12	5	17	36	48	1	31	35
G	Sea chest dan valve	22	6	28	24	47	1	19	0
H	QAQC	24	5	29	24	48	-	19	1
I	Konstruksi	32	14	46	14	48	4	2	6
J	Undocking	1	52	53	52	53	-	0	0
K	Penyelesaian BA, SN, DN	2	53	55	53	55	-	0	0
L	Sea trial & Ship delivery	1	55	56	55	56	-	0	0

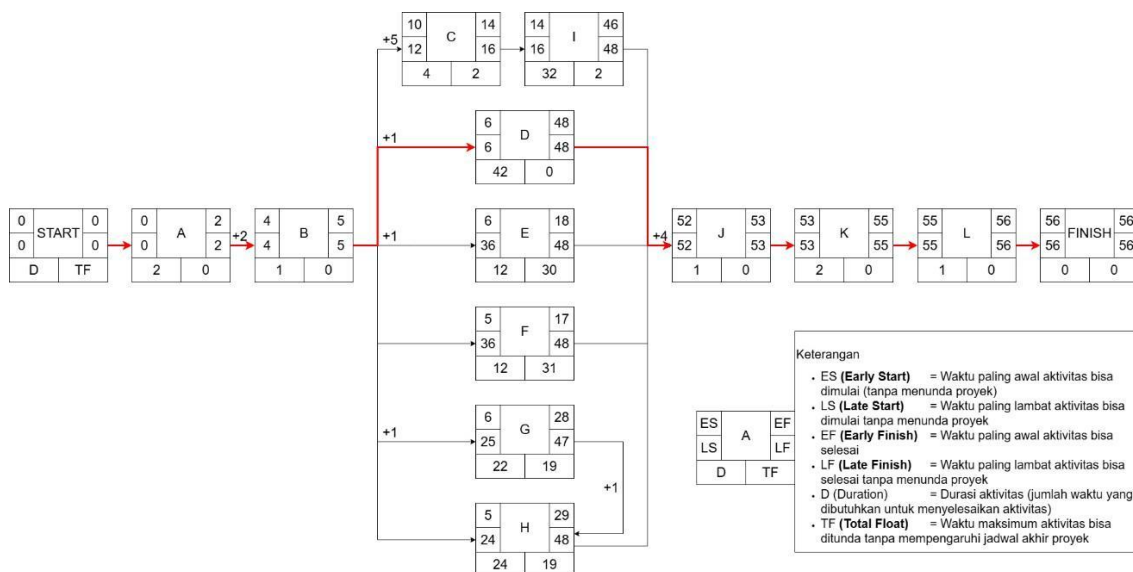
Contoh perhitungan :

Aktivitas B (hari)

$$ES \text{ (Early start)} = EF \text{ predecessor} + slack = 2+2 = 4$$

$$\begin{aligned} \text{EF (Early finish)} &= \text{ES} + \text{Durasi} = 4 + 1 = 5 \\ \text{LS (Late start)} &= \text{LF} - \text{Durasi} = 5 - 1 = 4 \\ \text{LF (Late Finish)} &= \text{LS}_{\text{successor}} (\text{terkecil}) - \text{slack} = 6 - 1 = 5 \\ \text{TF (Total float)} &= \text{LF} - \text{EF} = 5 - 5 = 0 \\ \text{FF (Free float)} &= \text{ES}_{\text{successor}} (\text{terkecil}) - \text{LF} = 5 - 5 = 0 \end{aligned}$$

Tabel 3 tersebut menyajikan hasil perhitungan penjadwalan proyek menggunakan metode forward pass (perhitungan maju) dan backward pass (perhitungan mundur) untuk masing-masing aktivitas dalam proyek reparasi kapal. Tujuan dari analisis ini adalah untuk menentukan waktu pelaksanaan paling awal dan paling lambat dari setiap aktivitas, serta mengetahui besar kelonggaran waktu (slack) yang dimiliki oleh masing-masing aktivitas tanpa mengganggu jadwal akhir proyek.



Gambar 3. Penjadwalan Ulang Menggunakan PDM

Gambar 3 tersebut merupakan diagram PDM divisualisasikan untuk menggambarkan aliran aktivitas proyek secara sistematis. Setiap kotak dalam diagram menunjukkan informasi waktu mulai paling awal (*Early Start*), waktu selesai paling awal (*Early Finish*), waktu mulai paling lambat (*Late Start*), waktu selesai paling lambat (*Late Finish*), durasi, serta total float (kelonggaran waktu maksimum). Jalur kritis pada diagram ini ditandai dengan warna merah, menunjukkan rangkaian aktivitas yang tidak memiliki

kelonggaran (total float = 0), sehingga keterlambatan pada salah satu aktivitas di lintasan ini akan langsung berdampak pada keterlambatan keseluruhan proyek.

Berdasarkan hasil analisis *Precedence Diagram Method* (PDM), setiap aktivitas proyek telah diidentifikasi mencakup durasi, slack, serta hubungan ketergantungan. Sebagian besar hubungan antar aktivitas berupa Finish to Start (FS), dengan beberapa pengecualian Finish to Finish (FF). Hasil perhitungan maju dan mundur menunjukkan bahwa lintasan kritis proyek terdiri dari aktivitas A (General Service) → B (Docking) → D (Sistem Propulsi) → J (Undocking) → K (Penyelesaian Administrasi) → L (Sea Trial & Ship Delivery) dengan total durasi 56 hari. Aktivitas pada lintasan kritis ini tidak memiliki kelonggaran waktu (total float = 0), sehingga keterlambatan salah satu aktivitas akan langsung berdampak pada keterlambatan proyek secara keseluruhan.

Sementara itu, aktivitas lain seperti Cleaning, Perawatan Lambung, Sea Chest dan Valve, serta QAQC memiliki slack antara 1 hingga 5 hari. Informasi ini memberikan fleksibilitas bagi manajemen proyek untuk mengatur prioritas pekerjaan dan menyeimbangkan penggunaan sumber daya. Secara keseluruhan, penggunaan metode PDM membantu menyusun jadwal proyek yang lebih terstruktur, mengidentifikasi jalur kritis, serta memberikan dasar pertimbangan dalam mitigasi risiko keterlambatan pada reparasi kapal tanker.

5. Kesimpulan

Dalam mengatasi keterlambatan, dilakukan penjadwalan ulang proyek menggunakan *Precedence Diagram Method* (PDM). Dari hasil perhitungan maju dan mundur, diperoleh bahwa total durasi proyek yang semula 60 hari menjadi 56 hari, dengan lintasan kritis mencakup aktivitas: A (*General Service*) → B (*Docking*) → D (Sistem Propulsi) → J (*Undocking*) → K (Penyelesaian Administrasi) → L (*Sea Trial & Ship Delivery*).

Referensi

- Novianty, L., Prasetyo, N. A., Satoto, S. W., Pamungkas, N., & Saputra, H. (2023). Studi Penyebab Keterlambatan Proyek Reparasi AHTS 65, 5 M. ABEC Indonesia, 228-239.
- Nurhidayat, A., Arianto, B., & Bhirawa, W. T. (2021). Optimalisasi Pembangunan Proyek Apartemen Sgc Cibubur Dengan Menggunakan Metode Precedence Diagram Method (PDM). *Jurnal Teknik Industri Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma (Unsurya)*, 10(1).
- Padaga, L. K., Rochani, I., & Mulyadi, Y. (2018). Penjadwalan Berdasarkan Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Reparasi Kapal: Studi Kasus MV. Blossom. *Jurnal Teknik ITS*, 7(1), G1-G6.
- Pratama, P.I., Ayu, L.W.R. dan Munasih. (2023). Penjadwalan Ulang Dengan Precedence Diagram Method (Pdm) Pada Proyek Konstruksi Gedung Penunjang Pembelajaran Universitas Negeri Malang. *Student Journal Gelagar*, 10(10).
- Setiawan, A. R., Yulianto, T., Sundari, T., Ramadhani, R., & Nugroho, M. W. (2023). Analisis Penjadwalan Pekerjaan Tanah (Land Clearing) Menggunakan Precedence Diagram Method, Pada Proyek Perumahan Bunda Asri Karangdagangan, Jombang. *Jural Riset Rumpun Ilmu Teknik*, 2(2), 63-73.