



Ranah Research:
Journal of Multidisciplinary Research and Development



082170743613 ranahresearch@gmail.com <https://jurnal.ranahresearch.com>

E-ISSN: [2655-0865](https://doi.org/10.38035/rrj.v6i6)
DOI: <https://doi.org/10.38035/rrj.v6i6>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Analisa Penjadwalan Docking Kapal di PT. Pelayaran Hub Maritim Indonesia dengan Menggunakan Metode Precedence Diagramming Method (PDM) Dan Project Evaluation And Review Technique (PERT)

Moch. Gibran Nashif Arrizal¹, Anggra Fiveriati², IGNA Satria Prasetya³, Jangka Rulianto⁴, Khairul Muzaka⁵

¹ Politeknik Negeri Banyuwangi, Indonesia, mochgibrann@gmail.com

² Politeknik Negeri Banyuwangi, Indonesia, anggrafiveriati@poliwangi.ac.id

³ Politeknik Negeri Banyuwangi, Indonesia, agungsatris@poliwangi.ac.id

⁴ Politeknik Negeri Banyuwangi, Indonesia, jangka.rulianto@poliwangi.ac.id

⁵ Politeknik Negeri Banyuwangi, Indonesia, zaka@poliwangi.ac.id

Corresponding Author: anggrafiveriati@poliwangi.ac.id²

Abstract: PT. Pelayaran Hub Maritim Indonesia (PHMI) is one of the national shipping companies with a large fleet of ships. Ship docking activities at PHMI, which currently use manual methods, experience various difficulties in estimating completion times, monitoring activities, and making schedule changes. This study uses the Project Evaluation and Review Technique (PERT) method to identify delay factors and the Precedence Diagramming Method (PDM) for rescheduling, with the aim of increasing the efficiency and effectiveness of ship docking. It is hoped that the results of the study can reduce delays and increase productivity, so that ships can operate on schedule and avoid losses.

Keywords: Docking, S-Curve, PDM, PERT, Scheduling

Abstrak: PT. Pelayaran Hub Maritim Indonesia (PHMI) merupakan salah satu perusahaan pelayaran nasional dengan armada kapal yang besar. Kegiatan docking kapal di PHMI, yang saat ini menggunakan metode manual, mengalami berbagai kesulitan dalam memperkirakan waktu penyelesaian, memantau kegiatan, dan melakukan perubahan jadwal. Penelitian ini menggunakan metode Project Evaluation and Review Technique (PERT) untuk mengidentifikasi faktor keterlambatan dan Precedence Diagramming Method (PDM) untuk penjadwalan ulang, dengan tujuan meningkatkan efisiensi dan efektivitas docking kapal. Diharapkan, hasil penelitian dapat mengurangi keterlambatan dan meningkatkan produktivitas, sehingga kapal dapat beroperasi sesuai jadwal dan menghindari kerugian.

Kata kunci: Docking, S-Curve, PDM, PERT, Penjadwalan

PENDAHULUAN

Docking kapal merupakan kegiatan perawatan dan perbaikan kapal yang dilakukan secara berkala. Kegiatan ini penting untuk menjaga kondisi kapal agar tetap prima dan dapat beroperasi dengan aman. Docking melibatkan pemeriksaan, perbaikan, dan pemeliharaan berbagai komponen kapal, sehingga perencanaan yang baik sangat diperlukan agar proses ini berjalan lancar dan efisien (Oktafiana & Baroroh, 2022).

PT. Pelayaran Hub Maritim Indonesia (PHMI) adalah perusahaan pelayaran nasional yang memiliki armada kapal yang cukup besar, terdiri dari berbagai jenis kapal seperti kapal tongkang, kapal tugboat, kapal SPOB, hingga kapal motor tanker. Kegiatan docking di PHMI dilakukan oleh tim teknis yang berpengalaman, namun masih menghadapi tantangan dalam hal penjadwalan. Penjadwalan yang tidak tepat dapat mengakibatkan kapal tidak beroperasi sesuai jadwal, yang berdampak pada kerugian finansial dan reputasi perusahaan.

Perencanaan penjadwalan docking sangat penting untuk mencapai efektivitas dan efisiensi waktu. Proses ini melibatkan serangkaian tugas yang dirancang khusus dengan tujuan dan waktu yang telah ditetapkan, namun harus dikelola dengan mempertimbangkan keterbatasan sumber daya yang tersedia (Rahmadani & Sumarningsih, 2018). Saat ini, PHMI menggunakan metode manual untuk penjadwalan docking, yang memiliki berbagai kekurangan, termasuk kesulitan dalam memperkirakan waktu penyelesaian, memantau kegiatan, dan melakukan perubahan jadwal jika diperlukan.

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan durasi docking yang tepat guna meningkatkan efisiensi dan efektivitas. Dengan menggunakan metode Project Evaluation and Review Technique (PERT) untuk mengidentifikasi faktor keterlambatan dan Precedence Diagramming Method (PDM) untuk penjadwalan ulang, diharapkan dapat membantu perusahaan menentukan jadwal docking yang optimal. Hal ini akan memungkinkan kapal beroperasi sesuai jadwal dan menghindari kerugian.

Tujuan akhir dari penelitian ini adalah untuk mengurangi keterlambatan durasi docking, mensinkronkan durasi, dan menghasilkan waktu yang efisien. Dengan demikian, kapal dapat beroperasi sesuai jadwal, menghindari kerugian, dan meningkatkan produktivitas dalam proses docking kapal di masa mendatang.

METODE

Penelitian ini diawali dengan identifikasi masalah terkait penjadwalan docking kapal di PT. PHMI yang melibatkan tiga kapal: MT. Puteri Elok, MT. Asike, dan MT. Hafidyah. Permasalahan utama yang diidentifikasi adalah keterlambatan dalam penjadwalan docking yang dapat berdampak pada operasional kapal dan menyebabkan kerugian finansial maupun reputasi bagi PT. PHMI (Quackenbush, 2020). Untuk mengatasi masalah ini, penelitian berfokus pada analisis perbandingan antara durasi docking yang direncanakan dengan aktual menggunakan metode Precedence Diagramming Method (PDM) dan Project Evaluation and Review Technique (PERT) (Johnson et al., 2014).

Selanjutnya, studi literatur dilakukan untuk mendapatkan informasi pendukung dari berbagai sumber seperti buku, paper, hasil penelitian, dan internet (Oliver & Johnson, 2010). Pengumpulan data mencakup data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung terkait penjadwalan ulang dan faktor keterlambatan docking, sementara data sekunder meliputi data yang sudah ada dari instansi atau penelitian terdahulu, seperti jadwal docking, jenis docking, dan tenaga kerja (Shields & Sullivan, 2012). Data yang terkumpul kemudian diolah menggunakan metode PDM dan PERT untuk menganalisis dan menentukan jadwal docking yang optimal serta meminimalkan keterlambatan (Charlton, 2015).

Analisis PERT digunakan untuk mengestimasi durasi kegiatan dengan teori probabilitas, menentukan mean dari tiga estimasi waktu (optimis, paling mungkin, pesimis), dan membuat jaringan proyek berdasarkan hubungan antar aktivitas (Charlton, 2018). Jalur

kritis ditentukan dari latest completion time dan earliest starting time dengan durasi yang sama, yang kemudian dievaluasi melalui observasi lapangan (Pramasheilla, 2021). Metode PDM digunakan untuk menggambarkan hubungan antar kegiatan dalam proyek, baik yang berurutan, paralel, maupun majemuk, untuk memastikan setiap kegiatan dapat dimulai sesuai jadwal yang direncanakan (Cornette et al., 2019).

Terakhir, untuk menyelesaikan permasalahan keterlambatan, dilakukan analisis penambahan jam orang atau crashing dengan mempercepat durasi proyek menggunakan sumber daya tambahan (Pratten, 2003). Proses crashing melibatkan penentuan waktu optimal dan biaya crash untuk setiap aktivitas, memperbarui jadwal proyek, dan melakukan evaluasi hasil (Quackenbush, 2020). Penjadwalan ulang dengan metode PDM membantu mengidentifikasi jalur kritis dan memaksimalkan efisiensi sumber daya (Johnson et al., 2014). Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan perbedaan antara perencanaan dan aktual, serta memberikan rekomendasi untuk mengurangi keterlambatan dan meningkatkan efisiensi penjadwalan docking kapal di PT. PHMI (Shields & Sullivan, 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada perencanaan penjadwalan docking kapal di PT. Pelayaran Hub Maritim Indonesia, akan digunakan tiga jenis armada kapal yaitu MT Puteri Elok, MT Asike, dan MT Hafidyah. Kapal MT Puteri Elok (IMO 8712245, MMSI 525017081) adalah kapal tanker produk minyak yang dibangun pada tahun 1987, dengan usia 37 tahun, dan saat ini berlayar di bawah bendera Indonesia. Spesifikasi teknisnya mencakup panjang 74,92 meter, lebar 11,50 meter, kecepatan berkisar antara 6,5 hingga 10 knot, serta daya dukung beban mati (DWT) sebesar 992 ton. Kapal ini memiliki rincian pekerjaan yang mencakup perawatan dan pemeriksaan menyeluruh terhadap sistem permesinan, badan kapal, dan sistem penunjang lainnya untuk memastikan keselamatan dan efisiensi operasional selama berlayar.

Lalu armada kapal yang kedua yaitu kapal MT Asike. Kapal MT Asike (IMO 9004085, MMSI 525015459) merupakan kapal tanker minyak nabati yang dibangun pada tahun 1990 (berusia 34 tahun) dan saat ini berlayar di bawah bendera Indonesia. Kapal MT Asike memiliki dimensi panjang 50,15 meter dan lebar 8 meter, kecepatan 9,9 kn dan memiliki daya dukung beban mati (DWT) sebesar 434 Ton. Berikut adalah tampak fisik dari kapal MT Asike.



Gambar 1. Tampak Fisik Kapal MT Asike

Pada perencanaan penjadwalan docking kapal di PT. Pelayaran Hub Maritim Indonesia, kapal MT Hafidyah (IMO 8661288, MMSI 525018151) menjadi fokus utama sebagai kapal general cargo yang dibangun pada tahun 2006 dan beroperasi di bawah bendera Indonesia. Dengan dimensi panjang 70,01 meter dan lebar 11,20 meter, serta kecepatan maksimum mencapai 3,9 knot, kapal ini memiliki daya dukung beban mati (DWT) sebesar 986 ton. Kapal ini dilengkapi dengan berbagai peralatan navigasi elektronik penting seperti Gyro Compass, AIS ICOM MA – 500 TR, RADAR JRC - JMA – 5100, dan GPS TRACK FURUNO, yang mendukung operasional dan keamanan pelayaran dengan memastikan navigasi yang tepat dan pemantauan lingkungan sekitar kapal.

Pekerjaan yang dilakukan pada kapal MT Hafidyah mencakup berbagai aspek mulai dari perawatan umum kapal, perawatan lambung, hingga pemeliharaan sistem sea valve, sea chest, scrapper, dan komponen utama permesinan. Rincian pekerjaan ini termasuk penggantian dan perbaikan berbagai komponen seperti baling-baling, poros baling-baling, daun kemudi, dan bow thruster untuk memastikan bahwa kapal tetap dalam kondisi operasional yang optimal.

Proses docking dan perawatan rutin ini tidak hanya mempertahankan keandalan operasional kapal tetapi juga memastikan keselamatan awak kapal dan muatan selama pelayaran di berbagai perairan di Indonesia.

Rincian pekerjaan kapal MT Hafidyah yang direncanakan untuk docking di PT. Pelayaran Hub Maritim Indonesia mencakup serangkaian tugas yang penting untuk memastikan kapal tetap dalam kondisi operasional yang optimal. Proses docking direncanakan berlangsung selama 16 hari dengan dukungan asistensi naik/turun dock dan pemasangan serta pengaturan balok lunas/samping. Selain itu, akan dilakukan asistensi pandu untuk naik dan turun dock, serta sandar keluar, dengan tug boat disediakan oleh owner.

Pelayanan umum selama pengedokan mencakup pembuangan sampah, sambungan darat untuk aliran listrik, dan penyediaan aliran listrik dan air tawar sesuai kebutuhan kapal. Selain itu, disediakan juga fasilitas kebakaran, MCK untuk OS dan ABK, serta fasilitas sandar. Pekerjaan pada lambung kapal meliputi pembersihan dan pengecatan, termasuk scrapping, sweep vapor blasting, dan pengecatan dengan berbagai jenis cat seperti primer, AC, dan AF.

Bagian sea valve, sea chest, dan scrupper akan dibuka, dibersihkan, dan disiapkan untuk pemeriksaan kelas. Ini mencakup pemasangan kembali dengan packing baru untuk valve dan pengecatan kembali dengan cat yang sesuai. Komponen utama dari permesinan seperti baling-baling, poros baling-baling, propeller bow truster, dan daun kemudi juga akan mendapatkan perawatan dan perbaikan sesuai kondisi lapangan dan petunjuk dari paint maker.

Tabel 1. Durasi Aktual dan Hubungan Antar Kegiatan

ID	Task Name	Durasi Rencana	Durasi Aktual	Predecessors
2	MT. PUTRI ELOK			
3	Pengedokan	13 Days	14 days	2SS
4	Lambung	2 Days	3 days	3SS
5	Jangkar, Rantai Jangkar Dan Bak Rantai	2 Days	4 days	3SS
6	Sea Valve, Sea Chest & Scrupper	3 Days	4 days	4SS
7	Komponen Utama Dari Permesinan	4 Days	4 days	6SS
8	MT HAFIDYAH			
9	Pengedokan	2 Days	2 days	8SS
10	Pelayanan Umum	19 Days	21 days	9SS
11	Lambung	2 Days	3 days	9SS
12	Sea Valve, Sea Chest & Scrupper	7 Days	7 days	10SS
13	Komponen Utama Dari Permesinan	5 Days	5 days	11SS
14	MT ASIKE			
15	Pengedokan	1 Days	2 days	14SS
16	Pelayanan Umum	20 Days	21 days	14SS
17	Lambung	4 Days	4 days	15SS
18	Sea Valve, Sea Chest & Srupper	3 Days	4 days	17SS
19	Komponen Utama Dari Permesinan	4 Days	5 days	17SS

Perencanaan percepatan durasi proyek dilakukan dengan mempertimbangkan biaya percepatan dari masing-masing kegiatan, yang disesuaikan dengan biaya aktual dari setiap item pekerjaan. Biaya aktual dihitung berdasarkan jumlah orang per hari, jumlah jam kerja per hari, dan jumlah jam lembur per hari. Upah per jam untuk tenaga kerja diestimasi sebesar Rp25.000 untuk jam reguler dan Rp30.000 untuk jam lembur.

Dalam analisis penjadwalan menggunakan metode PDM (Precedence Diagramming Method), langkah pertama adalah menentukan durasi dari setiap aktivitas pekerjaan. Durasi ini sangat penting karena mempengaruhi jadwal keseluruhan proyek. Setiap aktivitas memiliki durasi yang berbeda-beda, seperti yang tercantum dalam tabel sebelumnya, yang mencantumkan durasi dalam satuan hari.

Metode PDM memungkinkan untuk menggambarkan hubungan logis antar aktivitas dengan menggunakan notasi Finish to Start (FS), Start to Start (SS), Finish to Finish (FF), dan Start to Finish (SF). Misalnya, Finish to Start (FS) berarti suatu aktivitas tidak dapat dimulai sebelum aktivitas pendahulunya selesai.

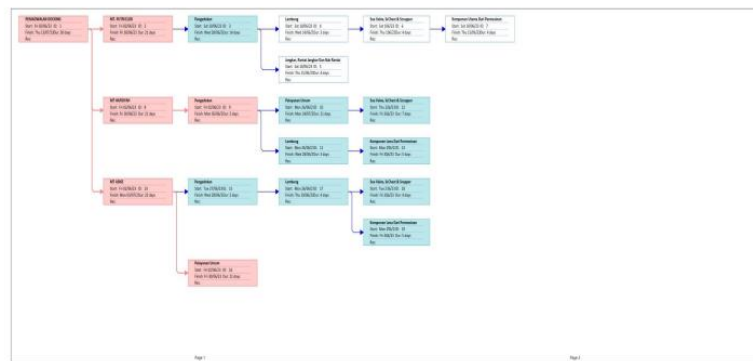
Setelah durasi setiap aktivitas ditetapkan, dilakukan analisis sequencing untuk menentukan urutan dan ketergantungan antar aktivitas. Sequencing ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak seperti Microsoft Project, di mana aktivitas-aktivitas yang terhubung secara logis direpresentasikan dalam diagram urutan aktivitas (Activity Sequence Diagram).

Langkah berikutnya adalah memodelkan dan mensimulasikan urutan aktivitas ini dalam Microsoft Project untuk mencapai logika keterkaitan terbaik yang menghasilkan jadwal pengerjaan proyek yang efisien. Proses ini membantu dalam menetapkan tanggal mulai dan selesai setiap aktivitas, serta keseluruhan proyek docking berdasarkan tanggal yang direncanakan oleh PT Pelayaran Hub Maritim Indonesia.

Dengan menggunakan sistem kerja 8 jam sehari, hari kerja diasumsikan setiap hari dari Senin hingga Minggu, dengan hari awal minggu ditetapkan pada hari Senin. Hal ini memastikan bahwa jadwal yang disusun memperhitungkan waktu kerja yang tersedia secara efektif untuk menyelesaikan setiap aktivitas sesuai dengan kebutuhan proyek.

Hasil dari analisis sequencing dan penjadwalan ini juga dituangkan dalam bentuk bar-chart (diagram batang) yang memvisualisasikan jadwal waktu pelaksanaan setiap aktivitas. Diagram ini membantu dalam memonitor dan mengelola progres pelaksanaan proyek secara lebih efisien.

Dengan demikian, metode PDM dan Microsoft Project tidak hanya memungkinkan perencanaan yang lebih terstruktur dan efisien, tetapi juga membantu dalam mengelola sumber daya, mengoptimalkan waktu, dan memastikan bahwa proyek docking dilakukan sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan dengan baik.



Gambar 2. Hasil Diagram PDM MS. Project

Dalam analisis penjadwalan dengan metode PERT (Program Evaluation and Review Technique), langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan durasi dari setiap kegiatan proyek. Durasi ini diperkirakan dalam tiga skenario: waktu optimis (O), waktu paling mungkin (M), dan waktu pesimis (P). Waktu optimis adalah estimasi waktu tercepat untuk menyelesaikan aktivitas dalam kondisi optimal. Waktu pesimis adalah estimasi waktu terlama untuk menyelesaikan aktivitas dalam kondisi paling tidak menguntungkan. Sedangkan waktu paling mungkin diambil berdasarkan pengalaman dan faktor-faktor aktual yang mempengaruhi pelaksanaan aktivitas.

Misalnya, untuk aktivitas I (jangkar dan rantai) pada kapal MT Putri Elok, skenario waktu optimisnya adalah 2 minggu, waktu paling mungkin adalah 4 minggu, dan waktu pesimis adalah 6 minggu.

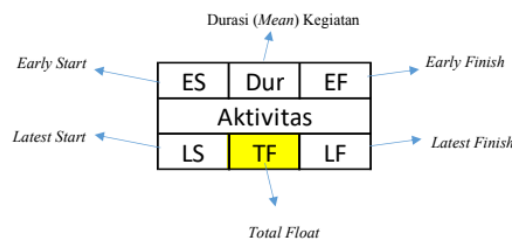
Setelah menentukan mean dari setiap aktivitas berdasarkan skenario waktu, langkah berikutnya adalah membangun diagram jaringan PERT. Diagram ini memvisualisasikan urutan dan ketergantungan antar aktivitas dalam proyek. PERT menggunakan empat skenario waktu untuk setiap kegiatan:

1. Early Start (ES): Waktu tercepat sebuah kegiatan dapat dimulai, dihitung berdasarkan aktivitas pendahulunya dan durasi aktivitas itu sendiri.
2. Early Finish (EF): Waktu tercepat sebuah kegiatan dapat selesai, yaitu ES ditambah durasi kegiatan tersebut.
3. Latest Start (LS): Waktu terlama sebuah kegiatan masih dapat dimulai tanpa mempengaruhi jadwal keseluruhan proyek, dihitung berdasarkan total float atau slack.

4. Latest Finish (LF): Waktu terlama sebuah kegiatan harus selesai tanpa mempengaruhi jadwal keseluruhan proyek, dihitung dengan mengurangi total float dari LS.

Diagram jaringan PERT ini membantu manajer proyek untuk memvisualisasikan jalur kritis (critical path) yang merupakan urutan kegiatan yang paling lama dan tidak dapat ditunda tanpa mempengaruhi jadwal keseluruhan proyek. Jalur kritis ini penting karena menunjukkan aktivitas yang harus dikelola dengan sangat hati-hati untuk menghindari keterlambatan dalam penyelesaian proyek.

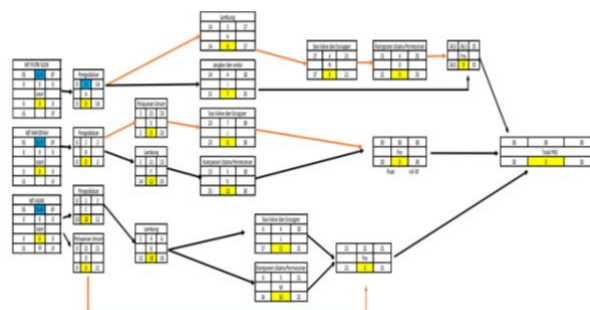
Dengan menggunakan diagram jaringan PERT, manajer proyek dapat melakukan perencanaan yang lebih efektif, mengidentifikasi risiko potensial, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya serta jadwal pelaksanaan. Diagram ini juga memungkinkan untuk mengkomunikasikan rencana proyek secara lebih jelas kepada semua pemangku kepentingan yang terlibat, sehingga meminimalkan kesalahpahaman dan meningkatkan koordinasi tim dalam menjalankan proyek sesuai dengan rencana.



Gambar 3. Formasi Diagram PERT

Dari gambar diagram jaringan PERT yang telah digambarkan, nilai total float (slack) dapat dihitung sebagai selisih antara nilai LF (Latest Finish) dengan EF (Early Finish) dari setiap aktivitas. Jika nilai total float tersebut sama dengan 0, hal ini menunjukkan bahwa aktivitas tersebut termasuk dalam jalur kritis proyek. Jalur kritis adalah serangkaian aktivitas yang, jika mengalami keterlambatan, akan mempengaruhi jadwal keseluruhan proyek. Identifikasi dan pemahaman terhadap jalur kritis sangat penting dalam manajemen proyek untuk fokus pada aktivitas yang krusial demi memastikan penyelesaian tepat waktu dan efisien.

Dari hasil analisis diagram jaringan PERT proyek perbaikan kapal, terlihat bahwa beberapa aktivitas kritis memiliki dampak signifikan terhadap durasi keseluruhan proyek. Setiap aktivitas dalam jalur kritis memiliki total float nol, yang berarti tidak ada ruang untuk keterlambatan tanpa mempengaruhi durasi proyek secara keseluruhan. Misalnya, pada kapal MT Putri Elok, aktivitas pengedokan, lambung, komponen utama permesinan, serta sea valve, sea chest & scrupper adalah bagian dari jalur kritis. Pada kapal MT Hafidyah, aktivitas pengedokan, pelayanan umum, dan sea valve & scrupper memiliki dampak serupa, begitu juga dengan kapal MT Asike yang dipengaruhi oleh aktivitas pelayanan umum.



Gambar 4. Diagram Jaringan PERT

Dari gambar di atas, dapat dideskripsikan bahwa pada aktivitas A, nilai earliest start adalah 0 karena aktivitas A merupakan awal dari pekerjaan kapal MT Putri Elok. Nilai earliest finish untuk aktivitas A diperoleh dari nilai earliest start ditambah durasi (mean) aktivitas A, yaitu $0 + 14 = 14$. Kemudian, earliest start pada aktivitas H diperoleh dari earliest finish aktivitas

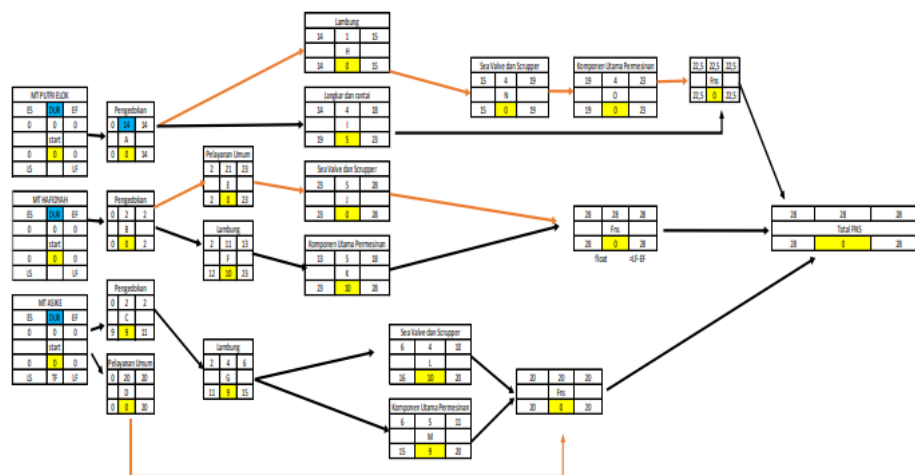
A ditambah dengan durasi (mean) dari aktivitas H, sehingga nilai earliest start dari aktivitas H adalah $14+3 = 17$. Untuk latest finish dimulai dari aktivitas paling belakang dari pekerjaan, yaitu aktivitas poin 5 (pada jaringan proyek). Misalnya, pada aktivitas N, latest start diperoleh dari latest start dari aktivitas O dikurangi dengan waktu (mean) dari aktivitas N, yaitu $21-4 = 17$.

Penentuan jalur kritis didasarkan pada nilai total float dari setiap aktivitas. Jika nilai total float adalah 0, maka aktivitas tersebut termasuk kategori kritis. Penjumlahan durasi dari jalur kritis tersebut merupakan nilai durasi total dalam sebuah pekerjaan proyek. Dari Gambar 4, didapatkan data jalur kritis dari pekerjaan ketiga kapal yaitu sebagai berikut: untuk kapal MT Putri Elok jalur kritisnya adalah (A-H-N-O), untuk kapal MT Hafidyah jalur kritisnya adalah (B-E-J), dan untuk kapal MT Asike jalur kritisnya adalah (D).

Tabel 2. Penentuan Aktivitas Jalur Kritis yang Dipercepat

AKTIVITAS	Time		Crash Dur.	Crash cost per day		Critical
	Normal	Crash				
A	14	10	4	Rp	1.032.143	YES
H	3	1	2	Rp	920.000	YES
N	4	2	2	Rp	667.500	YES
O	4	2	2	Rp	667.500	YES
B	2	1	1	Rp	1.225.000	YES
E	21	20	1	Rp	1.225.000	YES
J	7	5	2	Rp	920.000	YES
D	21	20	1	Rp	1.225.000	YES

Berdasarkan table 2. biaya percepatan yang paling minimal untuk setiap kapal adalah aktivitas H (Kapal MT Putri Elok) dengan biaya Rp920.000, aktivitas J (Kapal MT Hafidyah) dengan biaya Rp920.000, dan aktivitas D (Kapal MT Asike) dengan biaya Rp1.225.000. Oleh karena itu, pada diagram jaringan PERT akan dilakukan percepatan durasi pada ketiga aktivitas tersebut,



Gambar 5. Diagram Jaringan PERT setelah Percepatan Durasi

Dari gambar tersebut, dapat dilihat bahwa terjadi pengurangan durasi total dan penambahan biaya total dari ketiga kapal dengan perhitungan sebagai berikut. Untuk Kapal MT Putri Elok, percepatan pada aktivitas H menghasilkan pengurangan durasi sebesar 2 hari, dari 25 hari menjadi 23 hari. Total biaya setelah percepatan adalah Rp27.950.000, yang dihitung dari total biaya aktual sebesar Rp26.110.000 ditambah biaya percepatan ($Rp920.000 \times 2$ hari). Penambahan biaya akibat percepatan adalah Rp1.840.000, yang merupakan selisih antara total biaya setelah percepatan dan total biaya sebelum percepatan. Untuk Kapal MT Hafidyah, percepatan pada aktivitas J juga menghasilkan pengurangan durasi sebesar 2 hari, dari 30 hari menjadi 28 hari. Total biaya setelah percepatan adalah Rp36.240.000, yang

dihitung dari total biaya aktual sebesar Rp34.400.000 ditambah biaya percepatan (Rp920.000 x 2 hari). Penambahan biaya akibat percepatan adalah Rp1.840.000.

Tabel 3. Jalur Kritis

AKTIVITAS	PREDECESSOR	DURASI (HARI)			MEAN (DURASI)	EARLIEST FINISH	LATEST FINISH	TOTAL FLOAT	CRITICAL	DURASI TOTAL (HARI)
		O	M	P						
MT PUTERI ELOK										
A	-	11	14	16	14	14	14	0	YES	25
H	A	1	3	5	3	17	17	0	YES	
I	A	2	4	6	4	18	25	7	NO	
N	H	1	4	5	4	21	21	0	YES	
O	N	2	4	6	4	25	25	0	YES	
MT HAFIDYAH										
B	-	1	2	4	2	2	2	0	YES	30
E	B	19	21	24	21	23	23	0	YES	
F	B	9	11	13	11	13	25	12	NO	
J	E	5	7	8	7	30	30	0	YES	
K	F	3	5	7	5	18	30	12	NO	
MT ASIKE										
C	-	1	2	4	2	2	12	10	NO	21
D	-	19	21	24	21	21	21	0	YES	
G	C	2	4	6	4	6	16	10	NO	
L	G	2	4	6	4	10	21	11	NO	
M	G	2	5	7	5	11	21	10	NO	

JALUR KRITIS

Untuk Kapal MT Asike, percepatan pada aktivitas D menghasilkan pengurangan durasi sebesar 1 hari, dari 21 hari menjadi 20 hari. Total biaya setelah percepatan adalah Rp34.625.000, yang dihitung dari total biaya aktual sebesar Rp33.400.000 ditambah biaya percepatan (Rp1.225.000 x 1 hari). Penambahan biaya akibat percepatan adalah Rp1.225.000, yang merupakan selisih antara total biaya setelah percepatan dan total biaya sebelum percepatan. Dengan demikian, percepatan durasi pada ketiga aktivitas tersebut menghasilkan pengurangan durasi total dan penambahan biaya total untuk ketiga kapal sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan.

Tabel 4. Rekapitulasi Durasi dan Biaya Total (Before and After Crashing)

AKTIVITAS	Innitality		Crashing Run				Total Dur. Before Crashing	Total Dur. After Crashing	Total Cost Before Crashing	Total Cost After Crashing
	Normal duration	Cost per day	Time float	Time Saved	Dur aft crash	Time float				
Kapal MT Putri Elok										
A	14	Rp 1.032.143	0			14	25	23	Rp 26.110.000	Rp 27.950.000
H	3	Rp 920.000	0	2		1				
I	4	Rp 890.000	7			4				
N	4	Rp 667.500	0			4				
O	4	Rp 667.500	0			4				
Kapal MT Hafidyah										
B	2	Rp 1.225.000	0			2	30	28	Rp 34.400.000	Rp 36.240.000
E	21	Rp 1.225.000	0			21				
F	11	Rp 1.021.429	12			11				
J	7	Rp 920.000	0	2		5				
K	5	Rp 638.571	12			5				
Kapal MT Asike										
C	2	Rp 654.000	10			2	21	20	Rp 33.400.000	Rp 34.625.000
D	21	Rp 1.225.000	0	1		20				
G	4	Rp 1.225.000	10			4				
L	4	Rp 1.021.429	11			4				
M	5	Rp 890.000	10			5				

Keterlambatan pada aktivitas-aktivitas jalur kritis dapat mengakibatkan peningkatan durasi total proyek secara signifikan. Misalnya, asumsi keterlambatan pekerjaan lambung selama 8 hari pada kapal MT Putri Elok dapat meningkatkan durasi total proyek tersebut menjadi 33 hari. Hal ini menunjukkan pentingnya manajemen waktu yang efektif dan pemantauan ketat terhadap aktivitas-aktivitas kritis untuk menghindari keterlambatan yang tidak diinginkan.

Selain itu, dalam konteks percepatan durasi atau crashing, aktivitas-aktivitas yang termasuk dalam jalur kritis diprioritaskan untuk dipercepat. Misalnya, dengan mengurangi durasi aktivitas H (pengedokan pada kapal MT Putri Elok) dari 3 hari menjadi 2 hari, dan aktivitas J (pengedokan pada kapal MT Hafidyah) dari 7 hari menjadi 5 hari, serta aktivitas D (sea valve & scrapper pada kapal MT Asike) dari 21 hari menjadi 20 hari, dapat menghasilkan penghematan waktu yang signifikan.

Pengurangan durasi ini didukung oleh perhitungan crash cost per day, yang mencerminkan biaya tambahan yang diperlukan untuk mempercepat durasi aktivitas-aktivitas tersebut. Dengan mempertimbangkan biaya minimal untuk maksimalisasi pengurangan durasi, strategi crashing ini dapat membantu proyek mencapai target waktu dengan lebih efisien, meskipun akan ada penambahan biaya untuk mencapai percepatan tersebut.

Secara keseluruhan, manajemen waktu dalam proyek perbaikan kapal sangat krusial untuk meminimalkan risiko keterlambatan dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Dengan pemahaman yang baik tentang jalur kritis dan potensi pengaruhnya terhadap durasi proyek, tim manajemen proyek dapat mengambil langkah-langkah yang tepat untuk mengelola dan mengurangi risiko yang mungkin timbul selama pelaksanaan proyek.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis menggunakan PDM dengan Microsoft Project, durasi docking kapal untuk Kapal MT Putri Elok adalah 21 hari, Kapal MT Hafidyah 21 hari, dan Kapal MT Asike 22 hari. Sedangkan dari analisis PERT, durasi yang diestimasi adalah Kapal MT Putri Elok 25 hari, Kapal MT Hafidyah 30 hari, dan Kapal MT Asike 21 hari. Aktivitas dengan total float = 0 pada jalur kritis (seperti A-H-N-O untuk Kapal MT Putri Elok, B-E-J untuk Kapal MT Hafidyah, dan D untuk Kapal MT Asike) menjadi faktor utama keterlambatan.

Dampak dari keterlambatan tersebut ditunjukkan dalam dua skenario: pertama, dengan perlambatan pada pekerjaan lambung selama 8 hari yang mengakibatkan durasi total Kapal MT Putri Elok, Hafidyah, dan Asike menjadi 33 hari; kedua, dengan perlambatan pada pekerjaan sea valve, sea chest & scupper selama 8 hari, yang membuat durasi total Kapal MT Putri Elok menjadi 33 hari, Hafidyah menjadi 38 hari, dan Asike tetap 22 hari.

Untuk meminimalisir keterlambatan, perlu dilakukan percepatan pada aktivitas yang berada di jalur kritis dengan biaya percepatan yang minimal. Contohnya, percepatan aktivitas H pada Kapal MT Putri Elok dan Hafidyah serta aktivitas H pada Kapal MT Asike, dengan penambahan biaya tertentu.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan analisis menggunakan software penjadwalan proyek lain seperti PRIMAVERA P6 untuk membandingkan hasil analisis, serta mempertimbangkan kondisi cuaca yang berbeda untuk meminimalisir keterlambatan berdasarkan kondisi lapangan.

Dengan demikian, analisis ini memberikan gambaran yang jelas tentang faktor-faktor yang mempengaruhi durasi docking kapal dan langkah-langkah yang dapat diambil untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi keterlambatan di PT. Pelayaran Hub Maritim Indonesia.

REFERENSI

- Aji, B. (2021). PENTINGNYA PENGGUNAAN ALAT-ALAT NAVIGASI ELEKTRONIK SAAT DINAS JAGA PADA KAPAL MT. HAFIDYAH [UNIVERSITAS HANG TUAH]. <http://repository.hangtuah.ac.id/>
- Aly, R., & Santoso, E. (2022). Analisa Penjadwalan Docking Kapal di PT. Pelayaran Hub Maritim Indonesia dengan Menggunakan Metode Precedence Diagramming Method (PDM) dan Project Evaluation and Review Technique (PERT). *Jurnal Teknik Sipil*, 23(2), 111-123.
- Aprillia, N. (2018). Analisis Biaya Dan Waktu Pembangunan Graving Dock Di Tanjung Intan, Cilacap. Skripsi (Tidak diterbitkan ed.). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Astri, N. M. (2021). Perencanaan Manajemen Proyek dengan Metode CPM (Critical Path Method) dan PERT (Program Evaluation and Review Technique). *Konstruksia*, 13(1), 447-497.

- Azizah, N. (2017). Penjadwalan Ulang Proyek Pembangunan Gedung Kantor 2 Lantai Menggunakan Metode CPM dan PERT di PT. Sumber Usaha Sukses. Universitas Mercu Buana Jakarta.
- Erlanda, A., & Baroroh, I. (2023). Perencanaan Pengecatan Pada Dermaga Apung Kapal Selam Di Daerah Natuna Dengan Menggunakan CPM PDM PERT (Studi Kasus PT. Wahyu Agung). *Jurnal Jalasena*, 4(2), 1-13.
- Ersaputra, T., Amiruddin, W., & Santosa, A. (2023). Analisa Penjadwalan Proyek Pembangunan Kapal Wisata Glass Bottom Trimaran Pada Konstruksi Hull Dengan Precedence Diagram Method (PDM) Dan Metode Project Evaluation Review Technique (PERT). *Jurnal Teknik Perkapalan*, 11(1), 14-23.
- Ervianto, W. I. (2023). Manajemen proyek konstruksi. Andi.
- Febrianti, D. (2019). Analisis Durasi Dan Perhitungan Biaya Penyusutan (Depresiasi) Alat Berat Excavator. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala*, 8(1), 10–19. <https://jurnal.usk.ac.id/JTS/article/view/12331/10258>
- Firstdhitama, W. (2018). Perencanaan Reparasi Kapal Ferry Untuk Efisiensi Waktu Docking Dengan Metode Flash. Thesis (Tidak diterbitkan ed.). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Ganinda, D., & Damayanti, S. (2021). Laporan Tugas Pengganti Kerja Praktek Tutorial Pembuatan Rencana Anggaran Biaya Dan Penjadwalan Proyek. <http://repository.its.ac.id/id/eprint/8442>
- Hadi, E. S. (2008). Analisa Keandalan Sistem Bahan Bakar Motor Induk Pada Km. Leuser. Kapal: *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan* , 123-135.
- Husen, A. (2009). Manajemen proyek.
- Ilwaru, V., Rahakbauw, D., & Tetimelay, J. (2018). Penjadwalan Waktu Proyek Pembangunan Rumah Dengan Menggunakan Cpm (Critical Path Method) (Studi Kasus: Pembangunan Rumah Tinggal di Desa Amahusu Kota Ambon). *Jurnal Ilmu Matematika dan Terap* 12(2), 61-68. *Insight Samudera Id.* (2023, Desember 01). Samudera. Retrieved Desember 06, 2023, from *Insight Samudera Id*: <https://insight.samudera.id/?p=510>
- Kementerian Perhubungan. (2019). Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 30 Tahun 2019 tentang Sertifikasi dan Keamanan Kapal. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Kerzner, H. (2017). roject management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling (12th ed.). Hoboken: NJ: John Wiley & Sons.
- Khiril, A. (2022). PT. Biro Klasifikasi Indonesia (Persero). Cabang Klas Belawan, Medan, Sumatera Utara.
- LESTARI, I. G. (2022). IDENTIFIKASI DAN MITIGASI RISIKO PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR JALAN LINGKAR BADUNG SELATAN, BADUNG-BALI. *GANEC SWARA* 16.2, 1747-1756.
- Nugraha, A., & Setiawan, B. (2021). Analisis jalur kritis proyek pembangunan jembatan menggunakan metode precedence diagramming method. *Jurnal Teknik Sipil*, 22(1), 1- 10. doi:10.23960/jtsi.v22i1.1552.
- Oktafiana, L., & Baroroh, I. (2022). Comparative Analysis of CPM, PDM and PERT Methods in Ship Repair Scheduling Planning KN. RB 309 Ternate 01. *Berkala Sainstek* 2022, 10(3), 162-174.
- Padaga, L. K. (2018). PENJADWALAN BERDASARKAN ANALISIS FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KETERLAMBATAN PROYEK REPARASI KAPAL: STUDI KASUS MV. BLOSSOM [Institut Teknologi Sepuluh Nopember]. https://repository.its.ac.id/50035/18/4314100146-Undergraduate_Theses.pdf
- Priyambodo, W. (2022). Analisa Perbandingan Penjadwalan Proyek Kontruksi Dengan Critical Path Method (CPM) Dan Precedence Diagram Method (PDM). Skripsi (Tidak diterbitkan ed.). Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

- Proboyo, B. (1999). Keterlambatan waktu pelaksanaan proyek klasifikasi dan peringkat dari penyebab-penyebabnya. *Civil Engineering Dimension* 1.1, 46-58.
- Purnomo, A., Sulistyaningsih, T., & Setiawan, A. (2017). Analisis Jadwal Docking Kapal di PT. Samudera Indonesia Tbk. dengan Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM). *urnal Ilmiah Teknik Industri*, 15(2), 121-130.
- Putra, H., & Astuti, P. (2020). Perbandingan metode Gantt dan precedence diagramming method dalam penjadwalan proyek. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 16(2), 1-10. doi:10.30812/jtik.v16i2.1332.
- Putra, H., & Astuti, P. (2020). Perbandingan metode Gantt dan precedence diagramming method dalam penjadwalan proyek. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 16(2), 1-10. doi:10.30812/jtik.v1.
- Rahmadani, W., & Sumarningsih, T. (2018). Percepatan Jadwal Dengan Sistem Shift Menggunakan Analisa Pdm (Precedence Diagramming Method) (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Pasar Rakyat Sukorejo, Kendal-Jawa Tengah). *Prosiding Kolokium Program Studi Teknik Sipil (KPSTS)* (pp. 21-29). Yogyakarta: FTSP UII.
- Rahman, A. a. (2012). Analisa kepuasan pelanggan pada pekerjaan reparasi kapal dengan metode quality function deployment (qfd). *Jurnal Teknik ITS* 1.1, 297-302.
- Rio, W. Y. (2024). Penjadwalan Ulang Menggunakan Critical Path Method Pada Pembangunan Rumah Tinggal Cluster Pineville Grand City Balikpapan. *Innovative: Journal Of Social Science Research* 4.1, 5691-5701.
- Sabariah, I. S. (2012). Analisis Metode Network Planning dan S-Curve Proyek Konstruksi di Bogor. *ASTONJADRO* 1.1, 28-34.
- Saputra, E., & Wibowo, S. (2022). Pengaruh frekuensi docking terhadap risiko kecelakaan kapal di Indonesia. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 27(1), 1-10.
- Setyawan, M. B. (2019). Estimasi Perhitungan Kebutuhan Materi, Biaya Replating Dan Kebutuhan Jam Orang Dalam Proses Reparasi Di PT Najatim (Studi Kasus KM. Cengkeh 02). *Diss. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya*.
- Sitompul, A. M., Robinson, & Chaerudin, R. (2020). Analisis Menurunnya Performa Kompresor Udara Guna Kelancaran Operasional Mesin Induk Di Kapal MT.Asike 1. Meteor STIP Marunda, 13(2), 58–65. <https://doi.org/10.36101/msm.v13i2.153>
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)* Jilid 1 Konsep. Jakarta: Erlangga. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Supriyanto, A. (2017). *Manajemen Perawatan Kapal*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Susilo, S., Prasetyo, A., & Sulistyaningsih, T. (2022). *Manajemen Penedokan Kapal*. Yogyakarta: Deepublish.
- Teguh, R. a. (2015). *Diktat Manajemen Proyek*.
- Vincentius, A. (2022). Studi Ekosistem Hutan Mangrove Sebagai Ekowisata (Ecotourisme) Di Desa Reroroja, Kecamatan Magepanda, Kabupaten Sikka, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *AQUANIPA, Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*, 4(2), 1-13.
- Wibowo, A. a. (2010). Eksplorasi metode Bar chart, cpm, pdm, pert, Line of balance dan time chainage diagram Dalam penjadwalan proyek konstruksi. (Doctoral dissertation, magister teknik sipil).
- Wibowo, B. M. (2015). "Analisis Finansial Usaha Docking Kapal Purse Seine di CV Putra Barokah Kabupaten Pati. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology* 4.4, 223-229.
- Widiatmaka, P. (2018). *Manajemen Perawatan dan Perbaikan Kapal*. Semarang: PIP Semarang.
- Wijaya, I. M. (2022). Analisis Waktu Menggunakan Metode Penjadwalan Presedence Diagram Method (PDM) Dan Critical Chain Project Management (CCPM). *Skripsi (Tidak diterbitkan ed.)*. Bali: Politeknik Negeri Bali.