

MITIGASI KEGAGALAN ECDIS DALAM BERNAVIGASI PADA KAPAL FULL ECDIS DI MV. TEMBAGA SEA

Rio Muhammad Baharsyah¹, Rizal Rochmansyah², Achmad Ali Mashartanto³,
Melda Yanti⁴, Yusuf Pria Utama⁵

^{1,2,3,4}Politeknik Pelayaran Sumatera Barat

⁵Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta

¹riombaharsyah@gmail.com

ABSTRAK

This study aims to analyze the factors causing the failure of the Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) during navigation on the Full ECDIS vessel MV. Tembaga Sea, and to formulate effective mitigation strategies to minimize the risk of navigational disturbances. As the primary navigation system on a Full ECDIS vessel, ECDIS plays a crucial role in ensuring maritime safety; therefore, system failure may significantly impact ship operations. This research employed a descriptive qualitative method with a case study approach. Data collection was conducted through direct observation during the sea practice period (PRALA), in-depth interviews with the Chief Officer, Second Officer, and Third Officer, and documentation studies. Mitigation efforts include improving regular and scheduled maintenance, optimizing system and storage management, conducting training and familiarization on handling ECDIS failures, and strengthening supervision and evaluation by the company.

Keywords: ECDIS, mitigation, system failure, navigation, maritime safety

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya kegagalan Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) dalam bernavigasi pada kapal Full ECDIS MV. Tembaga Sea, serta merumuskan strategi mitigasi yang efektif guna meminimalkan risiko gangguan navigasi. ECDIS sebagai sistem navigasi utama pada kapal Full ECDIS memiliki peranan yang sangat penting dalam menjamin keselamatan pelayaran, sehingga kegagalan sistem dapat berdampak signifikan terhadap operasional kapal. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus, pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung selama pelaksanaan praktik laut (PRALA), wawancara mendalam dengan Mualim I, Mualim II, dan Mualim III, serta studi dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kegagalan ECDIS di MV. Tembaga Sea disebabkan oleh beberapa faktor utama, yaitu kondisi perangkat yang sudah berumur dan mengalami overload pada kapasitas penyimpanan, pelaksanaan

perawatan (maintenance) yang belum maksimal, serta kurangnya pengetahuan dan kesiapan perwira dalam menangani gangguan ECDIS.

Kata kunci : ECDIS, mitigasi, kegagalan sistem, navigasi, keselamatan pelayaran

A. Pendahuluan

Keselamatan pelayaran menjadi hal yang sangat penting dalam industri maritim. Di era teknologi modern, penggunaan *Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)* telah menjadi bagian integral dari sistem navigasi kapal. Seiring kemajuan teknologi maritim, *Electronic Chart Display And Information System (ECDIS)* telah menggantikan chart kertas tradisional dan menjadi alat utama dalam navigasi modern di kapal. *ECDIS* menawarkan banyak keunggulan misalnya kemampuan untuk menampilkan peta digital (*chart elektronik*), integrasi posisi dengan *GPS* serta informasi navigasi lain secara *real-time*, sehingga memungkinkan perwira jaga untuk melakukan perencanaan pelayaran dan monitoring jalur dengan lebih efisien dan akurat. Hasil sebuah studi menunjukkan bahwa mayoritas pengguna menganggap *ECDIS* memberikan kontribusi signifikan terhadap keselamatan pelayaran, termasuk dalam perencanaan pelayaran, koreksi peta, dan penentuan kedalaman laut.

Menurut Yalçın, D. A (2024: 24)

Laporan analitis dan tinjauan kecelakaan pelayaran menunjukkan bahwa *Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)* berperan signifikan dalam meningkatkan keselamatan navigasi melalui kemampuan menampilkan posisi kapal terhadap *Electronic Navigational Charts (ENC)* secara *real-time*, mengintegrasikan berbagai lapisan data navigasi seperti *Automatic Identification System (AIS)*, radar, informasi kedalaman, serta rencana lintasan pelayaran, dan secara otomatis menghasilkan peringatan atau alarm keselamatan, seperti peringatan deviasi dari rute yang telah direncanakan dan peringatan kedalaman minimum, sehingga memungkinkan deteksi dini terhadap potensi bahaya navigasi dan secara nyata berkontribusi dalam pengurangan risiko kecelakaan berupa kandas (*grounding*) dan tabrakan (*collision*).

Menurut Moreno et al., (2022) Investigasi kecelakaan pelayaran dan berbagai studi empiris pada periode

2021–2022 secara konsisten menemukan bahwa sebagian besar insiden yang melibatkan *penggunaan Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)* lebih dominan disebabkan oleh faktor kesalahan manusia (*human error*), yang mencakup konfigurasi sistem yang tidak tepat, ketergantungan berlebihan (*over-reliance*) terhadap fungsi otomatis, kecenderungan untuk mengabaikan atau menunda respons terhadap alarm keselamatan, serta kelemahan dalam penguasaan pelatihan yang bersifat spesifik terhadap jenis peralatan (*equipment-specific training*), dibandingkan dengan kegagalan perangkat keras semata, sehingga peningkatan kompetensi operator melalui pelatihan yang terstruktur, berkelanjutan, dan terintegrasi antara pelatihan umum (*generic training*) dan pelatihan khusus peralatan dipandang sebagai prioritas utama dalam strategi peningkatan keselamatan pelayaran..

Namun demikian, meskipun *ECDIS* telah diadopsi secara luas bahkan dalam kapal *Full ECDIS* kecelakaan tetap terjadi, termasuk *grounding* dan tabrakan. Sebuah analisis terhadap 80 laporan *grounding* antara 2008 dan 2018 mengungkapkan bahwa dalam 22

kasus terdapat temuan terkait *ecdis* atau data *chart elektronik (ENC)*, menunjukkan bahwa *ECDIS* bukanlah jaminan mutlak terhadap keselamatan navigasi, penelitian lain mengungkap bahwa kegagalan bukan semata bersifat teknis seperti kesalahan data kedalaman, *chart* usang, atau fitur peringatan (*alarms*) tetapi banyak disebabkan oleh faktor manusia.

Selain itu, penggunaan *ECDIS* juga diatur dalam berbagai regulasi internasional. *International Maritime Organization* melalui *SOLAS Convention Chapter V Regulation 19* mewajibkan kapal niaga dengan ukuran tertentu untuk menggunakan *ECDIS* sebagai alat navigasi utama yang dilengkapi dengan *Electronic Navigational Charts (ENC)* resmi serta sistem cadangan (*backup arrangement*). Ketentuan ini diperkuat oleh *STCW Convention Amandemen Manila 2010* yang mensyaratkan setiap perwira navigasi memiliki kompetensi *ECDIS* melalui pelatihan generik dan pelatihan spesifik peralatan (*equipment-specific training*). Di sisi lain, standar teknis *ECDIS* ditetapkan oleh *International Hydrographic Organization* yang mengatur tampilan, format data *ENC*,

serta keamanan distribusi *chart elektronik*. Regulasi tersebut menegaskan bahwa implementasi *ECDIS* tidak hanya berkaitan dengan ketersediaan perangkat, tetapi juga mencakup aspek kompetensi awak kapal, pemeliharaan sistem, serta kesiapan prosedur navigasi alternatif untuk menjamin keselamatan pelayaran.

Penelitian sebelumnya juga telah banyak membahas kegagalan dan risiko penggunaan *ECDIS* dalam navigasi kapal. Studi yang dipublikasikan oleh The Nautical Institute menegaskan bahwa sebagian besar insiden navigasi pada kapal *full ECDIS* berkaitan erat dengan kesalahan konfigurasi sistem, kurangnya familiarisasi peralatan, serta praktik monitoring yang tidak konsisten oleh perwira jaga (The Nautical Institute, 2019:57). Temuan serupa juga dilaporkan oleh *Marine Accident Investigation Branch* yang dalam berbagai laporan kecelakaan menunjukkan bahwa faktor manusia, manajemen alarm yang tidak optimal, serta ketergantungan berlebihan terhadap sistem otomatis menjadi penyebab dominan terjadinya *grounding* dan *collision* pada kapal berbasis *ECDIS* (MAIB, 2018).

Pengalaman langsung penulis selama melaksanakan praktik laut di kapal MV. Tembaga Sea menunjukkan bahwa kegagalan *ECDIS* dapat terjadi dalam situasi operasional nyata, saat kapal berlayar dari *Outer Anchorage* Amamapare, Timika menuju ke pelabuhan Amamapare milik PT. Freeport Indonesia. Sistem *ECDIS* mengalami gangguan serius berupa reboot berulang yang berujung pada kegagalan total. Kondisi tersebut memaksa kapal untuk melanjutkan pelayaran hanya dengan mengandalkan paper chart sebagai metode navigasi utama.

Investigasi internal menunjukkan bahwa Penyebab kegagalan *ECDIS* pada kapal tersebut disebabkan oleh kerusakan pada perangkat keras (*hardware*), khususnya *hard disk* yang digunakan untuk menyimpan *ENC* (*electronic nautical charts*). Kapasitas penyimpanan *hard disk* tersebut penuh, sebagian besar terisi dengan *ENC* dari jalur pelayaran yang tidak diperlukan. Kondisi ini menyebabkan kedua unit *ECDIS* di kapal tersebut mengalami kegagalan total, sehingga menghalangi penggunaan sistem navigasi elektronik yang telah menjadi andalan utama dalam operasional kapal.

Kejadian ini terjadi ketika kapal ingin sandar di pelabuhan milik PT. Freeport Indonesia yang mengharuskan kapal untuk melewati *Traffic Separation Scheme (TSS)* yang ada di Sungai Amamapare, sebuah area yang membutuhkan tingkat kewaspadaan tinggi mengingat alur pelayarannya yang sempit dan juga masih banyak lokasi dangkal yang dapat menyebabkan kapal kandas. Ketika sistem *ECDIS* gagal, kami terpaksa mengandalkan metode navigasi tradisional menggunakan peta laut konvensional (*Paper Charts*) untuk memastikan keselamatan pelayaran. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya *crew* terutama perwira kapal dalam menghadapi situasi ini.

Atas dasar kejadian tersebut, penulis merasa perlu untuk membahas lebih lanjut mengenai pengetahuan tentang *ECDIS* untuk menghadapi kegagalan pada sistem *ECDIS*. Oleh karena itu, penulis memilih untuk melakukan penelitian dengan judul “Mitigasi Kegagalan *ECDIS* Dalam Bernavigasi Pada Kapal Full *ECDIS* Di MV. Tembaga Sea”, Untuk menganalisis kesiapan yang dilakukan pada saat terjadi kegagalan pada *EC-*

DIS sesuai dengan regulasi internasional, serta mengevaluasi prosedur navigasi alternatif yang dapat diterapkan dalam kondisi darurat.

B. Metode Penelitian

Jenis penelitian pada karya tulis ilmiah ini adalah penelitian kualitatif. Metode kualitatif yaitu metode penelitian yang bersifat deskriptif dan cenderung menggunakan analisis. Proses dan perspektif subyek lebih ditonjolkan dalam penelitian kualitatif.

Melalui Bogdan & Biklen dalam Sugiyono (2020:7) metode penelitian deskriptif kualitatif adalah pengumpulan data yang berbentuk kata – kata atau gambar – gambar, sehingga tidak menekankan pada angka. Data yang terkumpul setelah dianalisis selanjutnya dideskripsikan sehingga mudah dipahami oleh orang lain.

Menurut Rusli, M. (2021:4) di artikelnya berjudul Merancang Penelitian Kualitatif Dasar/Deskriptif Dan Studi Kasus, penelitian deskriptif kualitatif adalah salah satu dari jenis penelitian yang termasuk dalam jenis penelitian kualitatif. Informasi ini kemudian diceritakan kembali oleh peneliti dalam kronologi deskriptif.

Karakteristik dari deskriptif sendiri adalah data yang diperoleh berupa kata-kata, gambar, dan bukan angka-angka seperti penelitian kuantitatif Menurut poerwandari, (2020) penelitian kualitatif adalah penelitian yang menghasilkan dan mengolah data yang sifatnya deskriptif, seperti transkripsi wawancara, catatan lapangan, gambar, foto, rekaman video dan lain-lain. Dengan metode kualitatif ini data-data yang berkaitan dengan subjek penelitian akan dikumpulkan melalui wawancara kepada responden yang dalam hal ini adalah para awak kapal di MV. Tembaga Sea dan pengamatan langsung dilapangan penelitian atau observasi yang dilakukan oleh peneliti sendiri.

Dalam melaksanakan penelitian, penulis mengambil lokasi di kapal MV. Tembaga Sea dimana penulis melaksanakan praktek laut di kapal tersebut. Sedangkan lama waktu yang di perlukan dalam penyusunan dan pengumpulan data di kapal MV. Tembaga Sea yang berhubungan dengan laporan Tugas Akhir adalah dari tanggal 09 Agustus 2024 sampai dengan 10 Agustus 2025 yang telah disesuaikan oleh pihak terkait.

Dalam melakukan pengumpulan data peneliti melakukan dengan teknik observasi, wawancara, serta dokumentasi. Observasi dilakukan dengan tujuan mendapatkan sebuah kesimpulan mengenai obyek yang diamati. Observasi juga bertujuan untuk menggambarkan sebuah obyek dan segala hal yang berhubungan dengan obyek yang diteliti. . Dan untuk wawancara peneliti melakukan wawancara dengan memilih informan dengan metode purposive sampling, dengan memilih informan sesuai dengan keterkaitan dengan objek penelitian yang dilakukan. Didapatkan informan yaitu, Mualim I, Mualim II, serta Mualim III.

Serta data dokumentasi yang diperoleh dari data berupa Standar Operasional Prosedur (SOP) tank cleaning, serta dokumen pendukung lainnya, yaitu dokumentasi sebagai penyedia informasi untuk kebutuhan penelitian dan bukti-bukti bahwa kita memang sudah melakukan penelitian tersebut. Bukti tersebut dapat berupa dokumentasi berupa foto kejadian maupun foto-foto tentang aspek lainnya yang berhubungan dengan penelitian.

Dalam penelitian “Mitigasi Kegagalan *ECDIS* Dalam Bernavigasi Pada Kapal *Full ECDIS* di MV. Tembaga Sea.” diperlukan analisa yang tepat dan benar. Teknik analisis data yang digunakan oleh penulis adalah dengan mendapatkan data-data dari literatur karya ilmiah serta mengambil materi yang terdapat dari buku-buku karangan orang lain yang berhubungan dengan materi yang digunakan oleh penulis. Teknik Analisis data yang digunakan peneliti pada penelitian ini adalah metode Miles & Huberman (1994), yang Dimana berisi penyajian data (data display), reduksi dan analisis data, serta verifikasi atau penyimpulan

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

a. Faktor yang Menyebabkan Terjadinya Kegagalan *ECDIS*

1.) *Overload* nya Penyimpanan

Berdasarkan hasil analisis data, *overload* penyimpanan terbukti menjadi salah satu faktor utama yang menyebabkan terjadinya gangguan sistem *ECDIS* dalam pelaksanaan navigasi di MV. Tembaga Sea. Permasalahan ini bukan sekedar gangguan

teknis biasa, melainkan merupakan konsekuensi dari pengelolaan data yang kurang optimal dalam jangka waktu tertentu.

Pengelolaan data pada sistem *Electronic Chart Display and Information System* telah diatur dalam pedoman resmi internasional. *International Maritime Organization* dimana melalui MSC.1/Circ.1503/Rev.1 *ECDIS Guidance for Good Practice* (2020) menegaskan bahwa operator kapal wajib memastikan *EC-DIS* selalu dalam kondisi operasional yang baik, termasuk pengelolaan dan pemeliharaan data ENC, update berkala, serta penghapusan data yang tidak lagi relevan agar tidak mengganggu performa sistem. Pedoman ini menekankan bahwa pengendalian data merupakan bagian dari tanggung jawab operasional kapal dalam menjaga reliability sistem navigasi. Pada umumnya penyimpanan internal berkisar hingga 30 GB, yang digunakan untuk menyimpan ENC, log sistem, dan data navigasi lain yang dibutuhkan selama pelayaran. Kapasitas ini harus cukup besar

untuk menampung semua data operasional yang diperlukan, namun apabila tidak dikelola secara berkala maka akumulasi file dari berbagai perjalanan akan memenuhi ruang penyimpanan tersebut. Kondisi ini dapat menurunkan performa sistem dan memperbesar kemungkinan terjadinya overload serta gangguan teknis.

Akumulasi data operasional seperti ENC yang sudah tidak digunakan, riwayat pelayaran (*voyage history*), file pembaruan peta, log sistem, serta data rute lama yang tidak dihapus secara berkala menyebabkan kapasitas penyimpanan internal *ECDIS* mendekati batas maksimum. Kondisi tersebut secara teknis meningkatkan beban kerja sistem dalam melakukan proses baca dan tulis data, yang pada akhirnya menurunkan performa perangkat.

2.) Kurangnya Perawatan Terhadap *ECDIS*

Sebagai peralatan navigasi vital pada kapal dengan *sistem Full ECDIS*, perangkat ini seharusnya mendapatkan perhatian

husus dalam pelaksanaan maintenance sesuai dengan standar operasional perusahaan serta regulasi keselamatan pelayaran yang berlaku. Maintenance *ECDIS* tidak dapat dipahami hanya sebagai kegiatan administratif berupa pengisian *checklist Planned Maintenance System (PMS)*. Perawatan yang efektif seharusnya mencakup pemeriksaan teknis secara menyeluruh, meliputi pengelolaan kapasitas penyimpanan, pembaruan perangkat lunak, verifikasi pembaruan ENC, pengecekan integrasi sensor navigasi (*GPS, gyro compass, dan log speed*), pengujian fungsi alarm dan parameter keselamatan (*safety depth, safety contour, cross track error*), hingga pemeriksaan kondisi perangkat keras seperti monitor, CPU, dan konektor kabel.

Maintenance ECDIS seharusnya dilaksanakan mengacu pada pedoman resmi seperti *EC-DIS Guidance for Good Practice (MSC.1/Circ.1503/Rev.1)* yang diterbitkan oleh *International Maritime Organization*, serta ketentuan *SOLAS Chapter V*

mengenai kewajiban pemeliharaan peralatan navigasi agar tetap memenuhi standar kinerja. Selain itu, standar teknis dari *International Hydrographic Organization* terkait integritas dan pembaruan ENC juga menjadi bagian penting dalam proses perawatan. Dengan demikian, maintenance *ECDIS* tidak dapat dipahami hanya sebagai kegiatan administratif berupa pengisian checklist *Planned Maintenance System* (PMS), melainkan harus mencakup pemeriksaan teknis menyeluruh sesuai pedoman internasional dan manual pabrikan.

3.) Kurangnya Pengetahuan Perwira Kapal Terhadap Penanganan Kegagalan *ECDIS*

4.) *ECDIS*

Berdasarkan hasil analisis data penelitian, kurangnya pengetahuan dan pemahaman teknis perwira terhadap sistem *ECDIS* merupakan salah satu faktor yang berkontribusi terhadap meningkatnya risiko gangguan navigasi di kapal *full ECDIS*. Secara formal, seluruh perwira telah memenuhi per-

syarat kompetensi sesuai ketentuan internasional yang ditetapkan oleh *International Maritime Organization* (IMO) melalui konvensi *International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers* (STCW), termasuk pelatihan dasar penggunaan *ECDIS*. Namun demikian, temuan di lapangan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tingkat pemahaman operasional antar perwira, khususnya dalam mengenali jenis kegagalan sistem serta menentukan langkah penanganan yang cepat dan tepat ketika terjadi gangguan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterbatasan pengetahuan tersebut tercermin dari kurangnya pemahaman terhadap klasifikasi kegagalan *ECDIS*, baik kegagalan teknis, kegagalan data, maupun kegagalan konfigurasi. Ketidaktepatan dalam mengidentifikasi jenis gangguan menyebabkan keterlambatan dalam menentukan tindakan korektif yang sesuai. Selain itu, sebagian perwira belum sepe-

nuhnya siap melakukan *trouble-shooting* awal ketika sistem mengalami gangguan, sehingga cenderung bergantung pada bantuan teknisi darat. Ketergantungan ini menjadi hambatan tersendiri apabila gangguan terjadi pada saat kapal berada dalam kondisi navigasi kritis yang membutuhkan respons cepat dan mandiri

b. Dampak yang Ditimbulkan Ketika Terjadi Kegagalan ECDIS.

1.) Gangguan Operasional Navigasi

Kegagalan *ECDIS* memberikan dampak langsung terhadap kelancaran operasional navigasi kapal, khususnya pada kapal yang menerapkan sistem *full ECDIS* sebagai alat navigasi utama. Sesuai ketentuan dari *International Maritime Organization* (IMO), penggunaan *ECDIS* pada kapal modern telah menggantikan fungsi peta kertas sebagai sarana utama dalam perencanaan dan pemantauan pelayaran. Oleh karena itu, ketika sistem mengalami gangguan, maka dampaknya tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga operasional dan manajerial. Hasil

penelitian menunjukkan bahwa gangguan operasional navigasi akibat kegagalan *ECDIS* ditandai dengan terganggunya pemantauan posisi kapal secara *real time*. Keterlambatan pembaruan posisi pada layar *ECDIS* menyebabkan perwira jaga kehilangan referensi visual yang akurat terhadap pergerakan kapal. Kondisi ini berpengaruh terhadap kemampuan menjaga jalur pelayaran (*track keeping*) sesuai dengan *passage plan* yang telah disusun. Ketika sistem mengalami *freeze* atau *restart*, pengawasan navigasi menjadi terputus sementara, sehingga perwira jaga harus segera melakukan pengalihan ke alat navigasi alternatif..

Selain itu, Kegagalan *ECDIS* juga menurunkan efektivitas pengawasan terhadap bahaya navigasi seperti perairan dangkal (*shallow water*), obstruksi, maupun batas keselamatan (*safety contour*). Alarm dan parameter keselamatan yang seharusnya berfungsi sebagai sistem peringatan dini tidak dapat bekerja optimal ketika sistem

mengalami gangguan. Akibatnya, proses koreksi jalur pelayaran menjadi terhambat, terutama apabila kapal berada dalam kondisi navigasi yang dinamis dan membutuhkan respons cepat. Gangguan ini turut meningkatkan beban kerja perwira jaga. Dalam situasi normal, *ECDIS* membantu mengintegrasikan data dari berbagai sensor navigasi secara otomatis. Namun ketika sistem mengalami kegagalan, perwira harus mengandalkan radar, AIS, serta perhitungan manual untuk memastikan keselamatan pelayaran. Proses transisi tersebut memerlukan konsentrasi tambahan dan meningkatkan tekanan kerja. Peningkatan beban kerja ini berpotensi menimbulkan kesalahan interpretasi data navigasi, khususnya pada situasi kritis seperti pelayaran di alur sempit, perairan padat lalu lintas, atau saat manuver masuk dan keluar pelabuhan.

2.) Meningkatkan Risiko Kecelakaan Pelayaran

Kegagalan *ECDIS* tidak hanya menimbulkan gangguan

teknis, tetapi juga berdampak signifikan terhadap peningkatan risiko kecelakaan pelayaran. Hal ini menunjukkan bahwa *ECDIS* pada kapal dengan sistem *Full ECDIS* memiliki peran sentral dalam menjaga keselamatan navigasi, sehingga setiap gangguan pada sistem berimplikasi langsung terhadap tingkat risiko operasional. Secara operasional, *ECDIS* berfungsi sebagai pusat informasi navigasi yang terintegrasi dengan berbagai sensor seperti GPS, *gyro compass*, dan *log speed*. Ketika sistem mengalami gangguan seperti *freeze*, keterlambatan pembacaan posisi, error tampilan peta, atau kegagalan integrasi sensor, maka akurasi dan kontinuitas informasi navigasi menjadi terganggu. Akibatnya, perwira jaga kehilangan referensi utama dalam memantau posisi kapal terhadap jalur pelayaran (*passage plan*) yang telah direncanakan sebelumnya.

Peningkatan risiko kecelakaan akibat kegagalan *ECDIS* dapat dikategorikan dalam be-

berapa potensi kejadian. Pertama, risiko kandas (*grounding*) akibat keterlambatan deteksi perairan dangkal atau kegagalan sistem dalam menampilkan *safety contour* secara akurat. Kedua, risiko tubrukan (*collision*) apabila informasi posisi relatif terhadap kapal lain tidak terpantau secara optimal karena gangguan tampilan atau keterlambatan pembaruan data. Ketiga, risiko penyimpangan jalur pelayaran (*off track deviation*) akibat keterlambatan koreksi haluan. Keempat, risiko kesalahan manuver saat memasuki atau meninggalkan pelabuhan yang memerlukan presisi tinggi dan respons cepat.

3.) Beralih ke Peta Konvensional yang Semulanya Menggunakan Full ECDIS.

Kegagalan ECDIS pada kapal yang mengoperasikan sistem Full ECDIS menimbulkan konsekuensi operasional berupa peralihan metode navigasi ke peta konvensional (*paper chart*) atau sistem manual lainnya sebagai langkah darurat. Peralihan ini

dilakukan untuk mempertahankan kesinambungan pengawasan navigasi ketika sistem elektronik utama tidak dapat berfungsi secara optimal.

Dalam sistem Full ECDIS, seluruh proses navigasi dilaksanakan secara digital dan terintegrasi, mulai dari perencanaan rute, pemantauan posisi kapal secara *real time*, hingga pengawasan terhadap bahaya navigasi. Sistem ini memberikan kemudahan melalui tampilan dinamis, pembaruan posisi otomatis, serta dukungan alarm keselamatan. Namun, ketika ECDIS mengalami gangguan seperti *freeze*, restart, atau error tampilan, proses navigasi yang sebelumnya terintegrasi harus dialihkan ke metode manual yang bersifat terpisah dan membutuhkan pengolahan data secara langsung oleh perwira jaga.

c. Strategi Mitigasi yang Efektif Untuk Mencegah atau Meminimalkan Risiko Kegagalan ECDIS Saat Navigasi

1.) Menambahkan Data Penyimpanan

Salah satu strategi mitigasi yang paling efektif dalam mencegah kegagalan *ECDIS* adalah pembaruan dan pengelolaan data penyimpanan secara berkala, sistematis, dan terdokumentasi. Strategi ini dinilai relevan karena secara langsung berkaitan dengan salah satu faktor penyebab utama kegagalan *ECDIS* yang telah diidentifikasi sebelumnya, yaitu terjadinya overload kapasitas penyimpanan *system*.

ECDIS merupakan sistem navigasi berbasis komputer yang mengandalkan media penyimpanan internal untuk menyimpan berbagai jenis data, seperti *Electronic Navigational Chart* (ENC), file log sistem, riwayat pelayaran (*track history*), data rute, serta data pembaruan (*update files*). Apabila data-data tersebut tidak dikelola dengan baik, maka kapasitas penyimpanan akan semakin penuh dan berpotensi menurunkan kinerja sistem. Dalam beberapa kasus yang disampaikan oleh informan, kondisi penyimpanan yang

hampir penuh menyebabkan sistem bekerja lebih lambat, waktu pemuatan peta menjadi lebih lama, serta meningkatkan risiko terjadinya *freeze* atau *re-start* secara tiba-tiba.

2.) Perawatan Berkala

Perawatan berkala adalah strategi mitigasi yang sangat penting dalam mencegah terjadinya kegagalan *ECDIS* saat navigasi berlangsung. Sebagai sistem navigasi elektronik yang beroperasi secara terus-menerus dan terintegrasi dengan berbagai sensor kapal, *ECDIS* memiliki tingkat ketergantungan yang tinggi terhadap stabilitas perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), serta keakuratan integrasi data sensor. Oleh karena itu, perawatan berkala tidak hanya berorientasi pada pemeliharaan fisik perangkat, tetapi juga pada penjagaan kinerja sistem agar tetap berada dalam kondisi optimal.

Perawatan berkala terhadap *ECDIS* juga sejalan dengan ketentuan *Revised Performance Standards for ECDIS* (IMO

MSC.232(82)) yang mewajibkan sistem navigasi elektronik mempertahankan kontinuitas operasional, memiliki fungsi monitoring internal, serta memastikan integrasi sensor dan alarm keselamatan berfungsi secara optimal. Selain itu, *SOLAS Chapter V Regulation 18 dan 19* menegaskan bahwa seluruh peralatan navigasi harus dipelihara agar tetap memenuhi standar kinerja dan memiliki sistem cadangan yang siap digunakan. Ketentuan ini diperkuat oleh ISM Code yang mewajibkan perusahaan pelayaran menerapkan prosedur pemeliharaan terjadwal terhadap peralatan kritis, termasuk ECDIS, sebagai bagian dari *Safety Management System (SMS)*.

3.) Mengoptimalkan Familiarisasi dan Training Kepada Perwira Kapal

Berdasarkan hasil wawancara dengan para mualim serta pengamatan selama penelitian di MV. Tembaga Sea, diperoleh temuan bahwa opti-

malisasi familiarisasi dan pelatihan (*training*) kepada perwira kapal merupakan salah satu strategi mitigasi yang sangat penting dalam meminimalkan risiko kegagalan ECDIS saat navigasi berlangsung. Strategi ini secara langsung berkaitan dengan faktor human error yang pada subbab sebelumnya telah diidentifikasi sebagai salah satu penyebab terjadinya gangguan sistem navigasi.

Dalam pembahasan faktor penyebab, dijelaskan bahwa kurangnya pemahaman perwira terhadap karakteristik sistem ECDIS, jenis-jenis kegagalan yang mungkin terjadi, serta prosedur penanganannya dapat memperbesar dampak gangguan teknis. Gangguan yang seharusnya dapat diatasi secara cepat dan sederhana berpotensi berkembang menjadi masalah yang lebih serius apabila tidak ditangani dengan tepat. Oleh karena itu, peningkatan kompetensi perwira menjadi langkah strategis dalam memperkuat kesiapan operasional di anjungan kapal.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai Mitigasi Kegagalan *ECDIS* Dalam Bernavigasi Pada Kapal *Full ECDIS* di MV. Tembaga Sea, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Faktor penyebab kegagalan *ECDIS* dalam pelaksanaan navigasi di MV. Tembaga Sea dipengaruhi oleh beberapa aspek utama, yaitu overload kapasitas penyimpanan, kurang optimalnya pelaksanaan maintenance, serta keterbatasan pengetahuan perwira dalam penanganan kegagalan sistem. Overload terjadi akibat akumulasi data ENC, log sistem, dan riwayat pelayaran yang tidak dikelola secara berkala sehingga menurunkan performa sistem. Selain itu, pelaksanaan perawatan yang belum menyentuh aspek teknis secara mendalam menyebabkan potensi gangguan tidak terdeteksi sejak dini. Perbedaan tingkat pemahaman perwira dalam mengenali dan menangani kegagalan *ECDIS* juga

menjadi faktor yang memperbesar risiko gangguan navigasi.

- b. Dampak kegagalan *ECDIS* tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga berpengaruh langsung terhadap keselamatan pelayaran. Gangguan seperti *freeze*, *restart*, dan keterlambatan pembacaan posisi menyebabkan terganggunya pemantauan jalur pelayaran serta menurunnya *situational awareness* perwira jaga. Kondisi ini berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan navigasi seperti kandas (*grounding*), tubrukan (*collision*), penyimpangan jalur (*off track deviation*), serta kesalahan manuver saat memasuki atau meninggalkan pelabuhan. Selain itu, kegagalan *ECDIS* mengharuskan perwira beralih ke metode navigasi manual, yang meningkatkan beban kerja dan potensi *human error*.
- c. Strategi mitigasi yang efektif untuk mencegah atau meminimalkan risiko kegagalan *ECDIS* meliputi pengelolaan dan pembaruan data penyimpanan

secara berkala, optimalisasi pelaksanaan maintenance melalui *Planned Maintenance System* (PMS), serta peningkatan kompetensi perwira melalui familiarisasi dan pelatihan berkelanjutan. Penghapusan data yang tidak diperlukan, pembaruan ENC sesuai *Notice to Mariners*, pengecekan integrasi sensor, serta pelaksanaan *drill* penanganan kegagalan sistem menjadi langkah preventif yang penting. Dengan penerapan strategi tersebut secara konsisten dan terstruktur, keandalan *ECDIS* sebagai alat navigasi utama dapat terjaga sehingga keselamatan pelayaran tetap terjamin.

DAFTAR PUSTAKA

- Amirullah, & Nurika, Y. (2022). *Implementation of Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) in modern ship navigation. Journal of Maritime Technology and Safety*, 5(2), 101–110.
- Amalia, A. N., dkk. (2023). *Penyusunan instrumen penelitian*. Yogyakarta: Deepublish.
- Arifa. (2022). *Metodologi penelitian dan teknik sampling*. Yogyakarta: Deepublish.
- Arikunto, S. (2021). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Baldauf, M., Benedict, K., Fischer, S., & Gluch, M. (2020). *Human factors in ECDIS use and maritime navigation safety. TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 14(2), 345–352.
- Bermana, A. (2023). *Fundamentals of marine navigation and ship steering. Journal of Maritime Education*, 7(1), 1–10
- European Maritime Safety Agency. (2024). *Annual overview of marine casualties and incidents 2024*. Lisbon: EMSA
- Indrawan, R., & Yaniawati, P. (2023). *Metodologi penelitian: Kuantitatif, kualitatif, dan campuran*. Bandung: Refika Aditama
- Stopford, M. (2020). *Maritime economics (4th ed.)*. London: Routledge
- Sugiyono. (2023). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Zulaikah, S. (2022). *Alarm management and failure mitigation of*

*ECDIS. Indonesian Journal of
Marine Navigation, 4(1), 45–53.*