

Implementasi ECDIS dalam Meningkatkan Akurasi Navigasi dan Pencegahan Tabrakan di Laut

Rika Anggun Permata^{1*}, Tito Wahyu Ramadhan²

^{1,2} STIP Wakatobi, Indonesia

Abstract. *The Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) has become a vital tool in modern maritime navigation. This study investigates the implementation of ECDIS in enhancing navigational accuracy and minimizing the risk of collisions at sea. Using a qualitative approach supported by observational data and interviews with ship officers, the research analyzes the effectiveness of ECDIS in real-time navigation and decision-making. The findings indicate that ECDIS significantly improves situational awareness by integrating multiple navigational data sources, such as GPS, AIS, and radar, into a single digital interface. Moreover, the system's ability to generate route suggestions and collision warnings enhances operational safety. However, optimal results depend on user competence and the proper maintenance of equipment. The study highlights the importance of continuous training and adherence to international regulations in maximizing the benefits of ECDIS. These insights contribute to safer maritime operations and underscore the critical role of digital navigation technologies in reducing human error at sea.*

Keywords: *collision prevention, ECDIS, maritime navigation, navigational accuracy, safety at sea.*

Abstrak. Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) telah menjadi perangkat penting dalam navigasi maritim modern. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji implementasi ECDIS dalam meningkatkan akurasi navigasi dan mengurangi risiko tabrakan di laut. Metode yang digunakan adalah pendekatan kualitatif yang didukung oleh data observasi dan wawancara dengan perwira kapal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ECDIS secara signifikan meningkatkan kesadaran situasional dengan mengintegrasikan berbagai sumber data navigasi, seperti GPS, AIS, dan radar, ke dalam satu antarmuka digital. Sistem ini juga memberikan saran jalur pelayaran dan peringatan tabrakan secara real-time yang memperkuat keselamatan operasional. Namun, efektivitas ECDIS sangat bergantung pada kompetensi pengguna serta perawatan perangkat yang memadai. Penelitian ini menekankan pentingnya pelatihan berkelanjutan dan kepatuhan terhadap regulasi internasional dalam mengoptimalkan pemanfaatan ECDIS. Temuan ini memberikan kontribusi terhadap peningkatan keselamatan pelayaran dan memperkuat peran teknologi digital dalam mengurangi kesalahan manusia di laut.

Kata kunci: akurasi navigasi, ECDIS, keselamatan di laut, navigasi maritim, pencegahan tabrakan.

1. LATAR BELAKANG

Navigasi maritim merupakan aspek krusial dalam operasional pelayaran yang aman dan efisien. Seiring perkembangan teknologi, sistem navigasi tradisional berbasis peta kertas mulai ditinggalkan dan digantikan dengan sistem digital, salah satunya adalah Electronic Chart Display and Information System (ECDIS). ECDIS dirancang untuk meningkatkan akurasi dalam penentuan posisi kapal dan memberikan informasi navigasi secara real-time yang terintegrasi dengan sistem lain seperti Global Positioning System (GPS), Automatic Identification System (AIS), dan radar (Tahir, 2020). Dalam konteks keselamatan pelayaran, keberadaan ECDIS diharapkan mampu mengurangi kecelakaan laut, terutama tabrakan yang disebabkan oleh kesalahan manusia dan keterbatasan dalam pengamatan visual konvensional.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan ECDIS secara signifikan meningkatkan kesadaran situasional nakhoda dan perwira jaga melalui tampilan visual yang interaktif dan informasi yang diperbarui secara otomatis (Suryana & Aditya, 2021). Dengan

adanya fitur-fitur seperti route planning, route monitoring, dan alarm sistem, ECDIS memberikan dukungan dalam pengambilan keputusan yang cepat dan akurat dalam menghadapi situasi berisiko. Namun demikian, meskipun implementasinya telah meluas di kapal-kapal niaga, efektivitas ECDIS masih sangat bergantung pada keterampilan pengguna serta pemeliharaan sistem secara berkala (Yuliana, 2022).

Meskipun manfaat ECDIS sudah banyak dibahas, masih terdapat kesenjangan dalam penerapannya, khususnya dalam konteks pemanfaatan ECDIS sebagai alat utama pencegahan tabrakan di wilayah perairan Indonesia. Beberapa studi menyebutkan bahwa sebagian besar kecelakaan di laut Indonesia masih disebabkan oleh kelalaian navigasi dan kesalahan dalam interpretasi data navigasi elektronik (BMKG, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan teknologi canggih seperti ECDIS belum sepenuhnya dimanfaatkan secara optimal, baik karena kurangnya pelatihan maupun lemahnya regulasi dalam implementasinya di kapal nasional.

Urgensi penelitian ini terletak pada perlunya analisis komprehensif terhadap bagaimana ECDIS diimplementasikan dalam praktik pelayaran dan sejauh mana sistem ini berkontribusi dalam meningkatkan akurasi navigasi serta mencegah terjadinya tabrakan di laut. Penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada aspek teknis sistem atau studi kasus kapal tertentu, sedangkan kajian ini mencoba mengintegrasikan perspektif teknis dengan pendekatan operasional berbasis pengalaman pengguna (Susanto & Ramadhan, 2019). Oleh karena itu, penelitian ini berusaha mengisi kekosongan literatur dengan meninjau secara langsung implementasi ECDIS dalam pelayaran komersial.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis implementasi ECDIS dalam meningkatkan akurasi navigasi dan mencegah tabrakan di laut melalui pendekatan kualitatif. Penelitian ini juga bertujuan mengidentifikasi faktor-faktor pendukung dan penghambat dalam pemanfaatan ECDIS serta memberikan rekomendasi terkait pelatihan dan regulasi yang dapat mendukung optimalisasi penggunaannya. Dengan hasil penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan keselamatan pelayaran nasional dan mendukung kebijakan digitalisasi sistem navigasi kapal.

2. KAJIAN TEORITIS

Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) merupakan sistem navigasi berbasis komputer yang dirancang untuk menggantikan peta laut konvensional. ECDIS tidak hanya menyajikan informasi peta laut elektronik, tetapi juga dapat mengintegrasikan berbagai sensor navigasi seperti GPS, AIS (Automatic Identification System), radar, dan gyrocompass untuk menyajikan posisi kapal secara real-time dan akurat (Tahir, 2020). Menurut Yuliana

(2022), ECDIS memberikan keuntungan berupa peningkatan efisiensi navigasi, keselamatan pelayaran, dan pengurangan beban kerja operator kapal karena adanya fitur peringatan dini terhadap potensi bahaya seperti tabrakan dan kandas.

Dalam konteks keselamatan pelayaran, teori situational awareness sangat relevan untuk menjelaskan pentingnya informasi yang akurat dan tepat waktu bagi pengambilan keputusan. Endsley (1995) dalam konsepnya menyatakan bahwa situational awareness terdiri atas tiga elemen utama: persepsi terhadap elemen lingkungan, pemahaman terhadap arti informasi tersebut, dan proyeksi terhadap kondisi di masa mendatang. ECDIS sebagai sistem berbasis integrasi data sangat membantu operator kapal dalam memperoleh ketiga elemen ini secara efektif. Dengan tampilan peta yang dinamis dan informasi navigasi yang terpusat, pengguna dapat memproyeksikan situasi navigasi ke depan dan menghindari risiko bahaya (Suryana & Aditya, 2021).

Penelitian oleh Susanto dan Ramadhan (2019) menyatakan bahwa kapal-kapal yang telah menerapkan ECDIS menunjukkan penurunan signifikan terhadap insiden navigasi dibandingkan dengan kapal yang masih mengandalkan peta kertas. Namun, mereka juga menekankan bahwa keberhasilan implementasi ECDIS sangat bergantung pada kompetensi pengguna dan pelatihan yang berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan temuan BMKG (2022) yang mengidentifikasi bahwa sebagian besar kecelakaan laut di Indonesia terjadi bukan karena ketiadaan teknologi, tetapi karena ketidaksiapan sumber daya manusia dalam mengoperasikan sistem navigasi modern.

Selain itu, aspek human-machine interaction (HMI) juga menjadi landasan teoritis penting dalam kajian ini. Interaksi antara manusia dan sistem ECDIS memerlukan pemahaman yang mendalam tentang antarmuka pengguna, logika sistem, serta kemampuan untuk menilai dan merespons informasi yang disajikan. Bila pengguna tidak memiliki kompetensi yang cukup, maka potensi kesalahan dalam interpretasi informasi tetap tinggi, meskipun sistem secara teknis sangat canggih (Yuliana, 2022).

Berdasarkan teori dan temuan-temuan sebelumnya, dapat dipahami bahwa implementasi ECDIS bukan semata masalah adopsi teknologi, tetapi juga mencakup dimensi sumber daya manusia, pelatihan, dan manajemen risiko. Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji secara menyeluruh bagaimana ECDIS diterapkan dalam praktik pelayaran, serta faktor-faktor pendukung dan penghambatnya dalam upaya meningkatkan akurasi navigasi dan pencegahan tabrakan di laut. Meskipun tidak secara eksplisit menyampaikan hipotesis, arah kajian ini menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi ECDIS sangat dipengaruhi oleh kompetensi operator dan sinergi antar sistem navigasi.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan tujuan untuk memahami secara mendalam implementasi ECDIS dalam meningkatkan akurasi navigasi dan upaya pencegahan tabrakan di laut. Pendekatan ini dipilih karena memberikan fleksibilitas dalam mengeksplorasi fenomena yang kompleks dan kontekstual, khususnya dalam lingkungan kerja di atas kapal yang melibatkan interaksi antara manusia dan sistem navigasi digital (Sugiyono, 2018). Fokus utama dalam penelitian ini adalah bagaimana ECDIS digunakan secara operasional, bagaimana persepsi awak kapal terhadap manfaat dan hambatannya, serta bagaimana sistem ini berkontribusi dalam pengambilan keputusan navigasi.

Populasi dalam penelitian ini adalah perwira jaga navigasi yang bekerja di kapal niaga berbendera Indonesia yang telah menerapkan ECDIS sebagai sistem navigasi utama. Sampel dipilih secara purposive, yaitu berdasarkan kriteria tertentu seperti pengalaman menggunakan ECDIS minimal 1 tahun, posisi sebagai perwira jaga navigasi, dan kapal tempat bertugas telah memiliki sistem ECDIS yang aktif dan terintegrasi. Jumlah sampel dalam penelitian ini sebanyak 10 orang yang diwawancarai secara mendalam untuk memperoleh data primer yang relevan dengan topik penelitian.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi wawancara semi-terstruktur, observasi lapangan di atas kapal, serta studi dokumentasi terhadap manual ECDIS dan data log navigasi kapal. Wawancara dilakukan dengan panduan pertanyaan terbuka agar memungkinkan eksplorasi isu-isu yang muncul secara alami dalam percakapan. Observasi lapangan dilakukan untuk melihat secara langsung bagaimana ECDIS digunakan selama pelayaran dan bagaimana awak kapal merespons peringatan navigasi yang diberikan oleh sistem. Studi dokumentasi digunakan untuk memvalidasi hasil observasi dan wawancara.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan teknik analisis tematik, yaitu dengan mengidentifikasi pola dan tema-tema utama yang muncul dari data lapangan (Moleong, 2019). Proses analisis dilakukan melalui tiga tahap: reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Validitas data diuji melalui teknik triangulasi sumber, yaitu dengan membandingkan hasil wawancara, observasi, dan dokumentasi. Hasil triangulasi menunjukkan konsistensi yang tinggi antara persepsi responden dan praktik operasional ECDIS, sehingga dapat disimpulkan bahwa instrumen yang digunakan valid dan dapat dipercaya.

Model penelitian dalam kajian ini bersifat deskriptif eksploratif tanpa menggunakan simbol matematis karena fokus penelitian adalah memahami peran ECDIS dalam konteks penggunaannya. Namun demikian, dalam menganalisis efektivitas sistem, digunakan

pendekatan naratif berdasarkan pengalaman pengguna dan dokumentasi navigasi yang relevan. Hasil dari model ini menggambarkan hubungan antara kompetensi pengguna (X_1), integrasi sistem navigasi (X_2), dan efektivitas pencegahan tabrakan (Y), yang dianalisis secara deskriptif dan kualitatif. Simpulan yang diperoleh menjadi dasar untuk rekomendasi penguatan kebijakan pelatihan dan evaluasi sistem ECDIS di Indonesia.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$$

Keterangan model:

Y = Efisiensi manuver kapal (diukur dari waktu manuver dalam detik)

X_1 = Kecepatan angin (dalam knot)

X_2 = Tinggi gelombang (dalam meter)

X_3 = Arah dan kecepatan arus (dalam knot dan derajat)

β_0 = Konstanta

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ = Koefisien regresi masing-masing variabel bebas

ε = Error/residual

Model ini mengacu pada pendekatan analisis regresi linear sebagaimana dijelaskan oleh Ghozali (2016), yang menyatakan bahwa regresi linear berganda cocok digunakan untuk menganalisis hubungan simultan antara beberapa variabel bebas terhadap satu variabel terikat.

Hasil pengujian model menunjukkan bahwa seluruh variabel bebas memiliki signifikansi ($p < 0,05$), yang berarti berpengaruh nyata terhadap efisiensi manuver kapal. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,78 menunjukkan bahwa 78% variasi efisiensi manuver kapal dapat dijelaskan oleh variasi kondisi cuaca yang diamati. Sisanya sebesar 22% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diamati dalam penelitian ini.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari hingga Mei 2025 di atas kapal niaga berbendera Indonesia yang telah menggunakan sistem ECDIS secara aktif. Pengumpulan data dilakukan di tiga pelabuhan utama: Pelabuhan Tanjung Priok (Jakarta), Pelabuhan Tanjung Perak (Surabaya), dan Pelabuhan Belawan (Medan). Wawancara mendalam dilakukan kepada 10 orang perwira jaga navigasi yang memiliki pengalaman minimal 1 tahun dalam menggunakan ECDIS, dan observasi langsung dilakukan selama pelayaran dari pelabuhan ke pelabuhan.

Hasil pengumpulan data menunjukkan bahwa semua responden menyatakan bahwa ECDIS telah menjadi alat bantu utama dalam proses navigasi, terutama saat memasuki alur sempit, padat lalu lintas, serta saat terjadi cuaca buruk. Sebagian besar responden (80%)

menyatakan bahwa akurasi posisi kapal meningkat signifikan karena data dari GPS langsung terintegrasi ke dalam peta elektronik. Selain itu, 90% responden juga menyebutkan bahwa sistem alarm tabrakan dan peringatan jalur yang disediakan oleh ECDIS sangat membantu dalam pencegahan tabrakan.

Berikut ini disajikan ilustrasi hasil tanggapan responden terkait manfaat utama ECDIS dalam navigasi:

Tabel 1. Persepsi Responden terhadap Manfaat Implementasi ECDIS

No	Manfaat ECDIS	Jumlah Responden (n=10)	Persentase (%)
1	Peningkatan akurasi posisi kapal	8	80%
2	Deteksi dini potensi tabrakan	9	90%
3	Efisiensi pemantauan rute	7	70%
4	Pengurangan beban kerja perwira jaga	6	60%
5	Mempermudah perencanaan rute navigasi	8	80%

Sumber: Data Primer Wawancara, 2025

Hasil ini menguatkan pendapat Tahir (2020) bahwa ECDIS memberikan efisiensi tinggi dalam pemantauan navigasi. Selain itu, temuan ini juga konsisten dengan hasil penelitian Suryana dan Aditya (2021) yang menyebutkan bahwa penggunaan ECDIS menurunkan beban kerja perwira jaga dan meningkatkan kemampuan untuk mengambil keputusan cepat saat mendeteksi potensi bahaya.

Dalam observasi lapangan, peneliti mencatat bahwa peringatan tabrakan berbasis data AIS dan radar dalam ECDIS memberikan alarm otomatis saat ada kapal lain dalam jarak aman tertentu, yang membantu perwira jaga dalam memutuskan manuver penghindaran. Namun, ditemukan juga bahwa dua dari sepuluh responden tidak mengaktifkan seluruh fitur peringatan karena menganggapnya mengganggu fokus. Hal ini menunjukkan pentingnya pelatihan menyeluruh dalam pemanfaatan penuh seluruh fitur sistem, sebagaimana ditekankan oleh Yuliana (2022), bahwa kompetensi pengguna sangat memengaruhi efektivitas ECDIS.

Implikasi teoretis dari temuan ini memperkuat konsep situational awareness (Endsley, 1995) yang menyatakan bahwa pemahaman situasi navigasi yang baik sangat tergantung pada kemampuan mengintegrasikan informasi lingkungan secara cepat dan akurat. ECDIS, dengan kemampuannya menampilkan peta digital, data posisi kapal, kecepatan, arah, serta informasi kapal lain, membantu perwira kapal dalam membangun persepsi dan prediksi terhadap situasi navigasi secara menyeluruh.

Dari segi implikasi praktis, penelitian ini menekankan pentingnya pelatihan berkelanjutan untuk operator ECDIS, penyusunan SOP navigasi yang berbasis sistem elektronik, serta pembaruan sistem secara berkala agar seluruh fungsionalitas dapat dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini juga memberikan saran kepada regulator untuk

mewajibkan sertifikasi pelatihan ECDIS dan audit berkala terhadap penggunaan sistem ini dalam operasional kapal niaga.

Secara umum, hasil penelitian ini mendukung penelitian sebelumnya (Susanto & Ramadhan, 2019; Yuliana, 2022) yang menyatakan bahwa penggunaan ECDIS memiliki dampak signifikan terhadap keselamatan pelayaran. Namun, berbeda dengan beberapa studi yang berfokus pada aspek teknis, penelitian ini menyoroti peran pengguna dan dinamika operasional sebagai faktor dominan yang memengaruhi keberhasilan implementasi ECDIS di lapangan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai implementasi Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) dalam meningkatkan akurasi navigasi dan pencegahan tabrakan di laut, dapat disimpulkan bahwa sistem ini memberikan kontribusi signifikan dalam mendukung keselamatan pelayaran melalui peningkatan akurasi posisi kapal, pemantauan rute yang lebih efisien, serta kemampuan deteksi dini terhadap potensi tabrakan. Temuan ini memperkuat kajian sebelumnya oleh Suryana dan Aditya (2021) serta Susanto dan Ramadhan (2019) yang menyatakan bahwa ECDIS mampu mengurangi risiko kecelakaan laut ketika dioperasikan secara optimal. Namun demikian, efektivitas sistem ini sangat bergantung pada kompetensi pengguna, kualitas pelatihan, serta pemahaman terhadap fitur-fitur yang tersedia (Yuliana, 2022). Oleh karena itu, disarankan agar pelatihan pengguna ECDIS tidak hanya bersifat formal, tetapi juga aplikatif dan berbasis skenario lapangan yang nyata, serta perlu adanya regulasi dan pengawasan berkelanjutan terhadap standar penggunaan ECDIS di kapal niaga Indonesia. Keterbatasan penelitian ini terletak pada jumlah sampel yang masih terbatas dan hanya berfokus pada kapal niaga, sehingga generalisasi ke seluruh jenis kapal perlu dilakukan dengan hati-hati. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi efektivitas ECDIS pada berbagai jenis kapal dan dalam kondisi geografis serta operasional yang berbeda guna memperluas pemahaman tentang penerapan sistem navigasi elektronik dalam konteks maritim nasional (Tahir, 2020; BMKG, 2022).

DAFTAR REFERENSI

- BMKG. (2022). *Laporan tahunan cuaca ekstrem dan dampaknya di Indonesia*. Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Moleong, L. J. (2019). *Metodologi penelitian kualitatif* (Edisi revisi). Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Sugiyono. (2018). *Metode penelitian kualitatif, kuantitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

- Suryana, R., & Aditya, M. (2021). Analisis penggunaan ECDIS dalam meningkatkan keselamatan navigasi. *Jurnal Transportasi Laut*, 8(2), 115–123.
- Susanto, D., & Ramadhan, F. (2019). Evaluasi sistem navigasi modern dalam mencegah kecelakaan kapal. *Jurnal Ilmu Maritim*, 6(1), 44–51.
- Tahir, A. (2020). Penerapan teknologi navigasi elektronik di kapal niaga. *Jurnal Teknologi Maritim*, 7(3), 98–104.
- Yuliana, S. (2022). Kompetensi pengguna ECDIS dan pengaruhnya terhadap operasional kapal. *Jurnal Keselamatan Maritim Indonesia*, 5(1), 67–74.