

Revitalisasi Ilmu Menjangka Peta Dalam Penentuan Posisi Kapal Untuk Ketepatan Di Garis Haluan Pada Peta (Studi Kasus Di Km. Kelud)

Nur Zaeni¹, Neng Sri Komala², Yogaswara Dwi Rachmat³
Program Nautika, Akademi Maritim Djadajat, Jakarta, Indonesia
Corresponding Author: Nur Zaeni, e-mail: nurzaeni1974@gmail.com

Published: Agustus, 2025

ABSTRAK

Navigasi maritim di era kontemporer telah bertransformasi secara radikal dengan adopsi luas teknologi Global Navigation Satellite Systems (GNSS) dan Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS). Perangkat ini menawarkan akurasi posisi real-time yang luar biasa dan kemudahan operasional, namun secara paradoks memicu kekhawatiran mengenai degradasi keterampilan navigasi konvensional, khususnya ilmu menjangka peta (plotting). Penelitian ini berupaya merevitalisasi pemahaman dan praktik menjangka peta manual sebagai fondasi krusial untuk penentuan posisi kapal yang presisi dan pemeliharaan ketepatan di garis haluan pada peta, bahkan di tengah dominasi teknologi canggih.

Melalui studi kasus pada KM. Kelud, sebuah kapal penumpang besar yang beroperasi di jalur-jalur vital Indonesia, investigasi ini menganalisis praktik navigasi anjungan saat ini, mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi penggunaan metode plotting tradisional, dan mengevaluasi bagaimana integrasi kembali secara sistematis prinsip-prinsip menjangka peta dapat meningkatkan keselamatan navigasi, efisiensi rute, dan kapasitas mitigasi risiko terhadap potensi kegagalan sistem elektronik. Pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus digunakan, melibatkan observasi langsung di anjungan, wawancara mendalam dengan perwira navigasi, dan analisis dokumen operasional kapal.

Hasil penelitian secara empiris menunjukkan adanya automation bias yang signifikan di kalangan perwira, yang menyebabkan minimnya praktik plotting manual, meskipun pemahaman teoritis masih ada. Temuan ini menegaskan bahwa revitalisasi ilmu menjangka peta bukan hanya sebagai redundansi keamanan, tetapi juga sebagai elemen integral dalam menciptakan 'navigator hibrida' yang tangguh, mampu mengintegrasikan keunggulan teknologi dengan fundamental navigasi yang tak tergantikan. Rekomendasi praktis untuk kurikulum pendidikan maritim dan prosedur operasi standar di anjungan kapal disajikan untuk mengembalikan keseimbangan esensial ini demi masa depan navigasi yang lebih aman dan adaptif.

Kata Kunci: Ilmu Menjangka Peta, Penentuan Posisi Kapal, Garis Haluan, Navigasi Maritim, KM. Kelud, Keselamatan Navigasi, Automation Bias.

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Sektor transportasi maritim telah lama menjadi urat nadi perekonomian global, memfasilitasi 90% perdagangan dunia (UNCTAD, 2023). Dinamika pelayaran yang terus meningkat ini menuntut tingkat keselamatan dan efisiensi navigasi yang tak tertandingi. Selama berabad-abad, evolusi navigasi maritim telah menjadi saksi bisu inovasi transformatif, dari navigasi astronomi purba hingga puncak teknologi modern. Kini, era digital telah menghadirkan Global Navigation Satellite Systems (GNSS) dan Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS) sebagai pilar utama navigasi anjungan, menjanjikan akurasi posisi real-time yang belum pernah ada sebelumnya, perencanaan rute otomatis, dan alarm anti-kandas (IMO, 2012).

Namun, di balik kemilau kemajuan teknologi ini, tumbuh kekhawatiran yang kian mendalam mengenai potensi erosi keterampilan navigasi fundamental, khususnya ilmu menjangka peta (plotting). Menjangka peta, yang melibatkan penentuan dan pencatatan posisi kapal secara manual di peta kertas menggunakan baringan, jarak, atau informasi posisi lain, telah lama menjadi inti dari kompetensi seorang navigator. Keterampilan ini tidak hanya berfungsi sebagai metode penentuan posisi primer di masa lalu, tetapi juga krusial sebagai metode validasi independen terhadap data elektronik dan sebagai lapis keamanan redundansi dalam skenario kegagalan sistem, gangguan sinyal (jamming/spoofing), atau ancaman siber (European Union Agency for Cybersecurity, 2021). Insiden-insiden maritim kontemporer, seperti insiden kandasnya kapal atau deviasi rute yang tidak terduga, seringkali mengarah pada faktor manusia dan ketergantungan berlebihan pada satu sistem navigasi tanpa validasi silang yang memadai atau pemahaman mendalam tentang prinsip-prinsip navigasi dasar (Marine Accident Investigation Branch, 2017).

Indonesia, sebagai negara kepulauan terbesar di dunia dengan garis pantai yang luas dan lalu lintas maritim domestik yang padat, sangat bergantung pada sektor pelayaran untuk konektivitas antar-pulau, distribusi logistik, dan pertumbuhan ekonomi nasional. Kapal-kapal penumpang seperti KM. Kelud, yang secara rutin mengangkut ribuan penumpang dan muatan kargo di rute-rute vital, beroperasi di lingkungan maritim yang kompleks, seringkali melintasi perairan sempit dan padat. Dalam konteks operasional seperti ini, standar keselamatan navigasi tertinggi adalah prasyarat mutlak. Oleh karena itu, revitalisasi ilmu menjangka peta, bukan sebagai substitusi teknologi, melainkan sebagai komplementer yang esensial, menjadi imperatif. Tujuannya adalah untuk memastikan ketepatan di garis haluan pada peta, yang tidak hanya berkontribusi pada efisiensi rute dan penghematan bahan bakar, tetapi yang terpenting, pada mitigasi risiko navigasi dan peningkatan keselamatan di laut. Penelitian ini akan menguji secara empiris bagaimana keseimbangan antara navigasi modern dan tradisional dapat dicapai demi masa depan navigasi yang lebih tangguh.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus (case study). Pemilihan pendekatan kualitatif didasarkan pada kebutuhan untuk mengeksplorasi fenomena kompleks secara mendalam, yaitu praktik navigasi anjungan dan persepsi perwira mengenai ilmu menjangka peta, dalam konteks operasional yang alami. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk memperoleh pemahaman holistik tentang "mengapa" dan "bagaimana" suatu fenomena terjadi, melalui data yang kaya dan deskriptif (Creswell & Creswell, 2018).

Desain studi kasus secara spesifik dipilih karena penelitian ini berfokus pada analisis intensif terhadap satu unit, yaitu KM. Kelud, yang dianggap representatif dari kapal penumpang besar yang beroperasi di Indonesia dengan tingkat ketergantungan tinggi pada teknologi navigasi modern. Studi kasus memungkinkan penyelidikan kontekstual yang mendalam terhadap praktik, tantangan, dan peluang dalam revitalisasi ilmu menjangka peta di lingkungan operasional yang nyata (Yin, 2018). Meskipun generalisasi statistik tidak menjadi tujuan utama, temuan dari studi kasus dapat memberikan wawasan teoretis yang kuat dan menjadi dasar bagi penelitian lebih lanjut atau pengembangan rekomendasi praktis yang relevan.

Lokasi dan Subjek Penelitian

- Lokasi Penelitian: Penelitian ini akan dilaksanakan di anjungan KM. Kelud selama periode pelayaran yang telah ditentukan. Selain itu, informasi tambahan mungkin diperoleh dari kantor operasional PT. Pelayaran Indonesia (Persero) yang mengelola KM. Kelud untuk mendapatkan konteks kebijakan dan prosedur perusahaan.
- Subjek Penelitian: Subjek utama penelitian ini adalah perwira navigasi senior (Nahkoda, Mualim I, Mualim II, Mualim III) yang bertugas aktif di KM. Kelud. Pemilihan subjek didasarkan pada peran sentral mereka dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pemantauan navigasi sehari-hari. Keterlibatan mereka memberikan akses langsung ke pengalaman, keterampilan, dan persepsi mereka terkait penggunaan sistem navigasi elektronik dan metode menjangka peta. Jumlah subjek akan ditentukan berdasarkan prinsip saturasi data, di mana pengumpulan data dihentikan ketika tidak ada informasi atau tema baru yang signifikan muncul dari wawancara atau observasi tambahan (Guest et al., 2006).

Data kualitatif yang terkumpul dari observasi, wawancara, dan studi dokumentasi akan dianalisis menggunakan analisis tematik (thematic analysis), mengikuti pendekatan Braun dan Clarke (2006). Proses ini memungkinkan identifikasi, analisis, dan pelaporan pola (tema) dalam data secara sistematis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil analisis data secara terperinci, menginterpretasikan temuan-temuan kunci, dan mendiskusikannya dalam konteks literatur yang relevan. Tujuannya adalah untuk menjawab pertanyaan penelitian dan memberikan wawasan mendalam mengenai revitalisasi ilmu menjangka peta di anjungan KM. Kelud.

Berdasarkan data yang terkumpul melalui observasi langsung di anjungan KM. Kelud, wawancara mendalam dengan perwira navigasi, dan studi dokumentasi, beberapa tema sentral dan temuan kunci telah diidentifikasi:

Dominasi Absolut Navigasi Elektronik dan Ketergantungan SinglePoint-of-Failure

Observasi di anjungan KM. Kelud secara konsisten menunjukkan bahwa GNSS dan ECDIS adalah tulang punggung utama dari operasi navigasi sehari-hari. Seluruh perwira jaga secara rutin memantau posisi kapal, garis haluan, dan bahaya navigasi melalui layar ECDIS yang terintegrasi dengan GNSS. Fitur seperti route monitoring anti-grounding alarms, dan konektivitas dengan auto-pilot dimanfaatkan secara ekstensif untuk menjaga kapal tetap berada di jalur yang direncanakan.

- Seorang Mualim III menyatakan, "Dulu kita harus plotting setiap beberapa menit, sekarang tinggal lihat di layar. Posisi sudah ada, haluan juga sudah tertera jelas. Sangat efisien."
- Data logbook menunjukkan frekuensi pengecekan posisi GNSS per watch sangat tinggi, sementara plotting manual di peta kertas sangat jarang dicatat.

Ketergantungan ini menimbulkan kekhawatiran tentang ketergantungan single-point-of-failure. Meskipun ada sistem cadangan elektronik (misalnya, backup ECDIS atau GPS), minimnya praktik manual berarti jika seluruh sistem elektronik gagal atau disusupi, kapasitas navigasi kapal akan sangat terganggu. Ini adalah manifestasi nyata dari risiko yang diidentifikasi oleh IMO (2016) dan komunitas keamanan siber maritim (European Union Agency for Cybersecurity, 2021).

Degradasi Keterampilan Menjangka Peta: Antara Pengetahuan dan Praktik

Meskipun semua perwira yang diwawancarai memiliki sertifikasi STCW yang menunjukkan kompetensi dalam navigasi konvensional, terdapat kesenjangan yang signifikan antara pengetahuan teoritis dan kemampuan praktik menjangka peta.

- Mualim I mengakui, "Kami tahu caranya plotting karena itu bagian dari ujian sertifikasi. Tapi sudah jarang sekali dipraktikkan. Mungkin kalau disuruh plotting cepat, butuh waktu lebih lama dan akurasi bisa berkurang"
- Observasi menunjukkan bahwa ketika plotting manual dilakukan (misalnya, saat latihan atau memasuki pelabuhan kecil), prosesnya seringkali lebih lambat dan memerlukan waktu untuk "mengingat kembali" langkah-langkah detail. Beberapa perwira bahkan terlihat kurang percaya diri dalam mengidentifikasi objek baringan yang ideal atau dalam menggunakan paralel rule secara efisien.

Faktor-faktor seperti tekanan waktu dan volume pekerjaan yang tinggi pada kapal penumpang menjadi justifikasi umum untuk minimnya praktik plotting manual. "Kapal kami jadwalnya padat, Mas. Kalau harus plotting manual terus, kapan kerjanya yang lain?" ujar seorang Mualim II. Ini menunjukkan adanya persepsi bahwa plotting manual adalah tugas yang memakan waktu dan kurang efisien dibandingkan solusi elektronik, yang berujung pada marginalisasi praktik tersebut dalam operasional rutin.

Persepsi Keandalan Teknologi dan Automation Bias

Perwira navigasi di KM. Kelud secara umum memiliki persepsi keandalan yang sangat tinggi terhadap teknologi GNSS dan ECDIS. Mereka merasa sistem ini sangat jarang gagal dan jika pun

ada masalah, seringkali bersifat sementara atau ada sistem cadangan elektronik. Persepsi ini memperkuat automation bias (Parasuraman & Riley, 1997), di mana perwira cenderung mempercayai output sistem elektronik tanpa validasi independen yang memadai.

- Seorang Nahkoda menyatakan, "GPS kami sudah sangat canggih, dan ECDIS juga selalu update. Insya Allah aman. Kita pakai paper chart hanya sebagai cadangan kalau ada inspeksi atau ada masalah yang benar-benar serius."
- Observasi menunjukkan bahwa ketika terjadi GPS signal drop singkat, perwira cenderung menunggu sinyal kembali atau beralih ke GNSS lain daripada segera melakukan plotting manual.

Kondisi ini menciptakan lingkungan di mana validasi manual tidak dianggap sebagai prioritas utama, melainkan sebagai "last resort" atau formalitas belaka. Ini adalah risiko laten yang dapat membahayakan keselamatan, terutama jika terjadi GPS spoofing atau jamming yang lebih canggih.

Implikasi Terhadap Ketepatan Garis Haluan dan Keselamatan Navigasi

Dalam kondisi operasional normal, KM. Kelud mampu mempertahankan ketepatan di garis haluan dengan sangat baik berkat GNSS dan ECDIS. Namun, implikasi dari penurunan keterampilan menjangka peta menjadi krusial dalam skenario non-normal:

- Penurunan Kesadaran Situasional: Ketergantungan pada satu tampilan (ECDIS) dapat mengurangi pemrosesan informasi dari berbagai sumber (visual, audio, radar) dan mengurangi kemampuan perwira untuk membangun gambaran mental yang komprehensif tentang posisi kapal relatif terhadap lingkungan sekitarnya (situational awareness) (Endsley, 1995).
- Reaksi Lambat Terhadap Anomali: Ketika sistem elektronik menunjukkan anomali atau data yang meragukan, perwira yang kurang terampil dalam plotting manual mungkin memerlukan waktu lebih lama untuk memverifikasi posisi secara independen, yang dapat krusial di perairan sempit atau ramai.
- Risiko dalam Kegagalan Sistem Total: Skenario kegagalan total GNSS dan/atau ECDIS akan secara signifikan meningkatkan risiko navigasi, karena perwira mungkin tidak memiliki kemampuan yang memadai untuk beralih sepenuhnya ke navigasi manual dengan cepat dan akurat. Ini bisa berakibat pada deviasi dari garis haluan yang aman, kandas, atau tabrakan.

Sintesa Terhadap Penelitian Terdahulu dan Diskusi

Temuan penelitian ini secara kuat mendukung dan memperkaya literatur yang ada mengenai dampak otomasi navigasi dan pentingnya human factors.

Pertama, hasil yang mengindikasikan dominasi GNSS/ECDIS dan minimnya praktik plotting manual di KM. Kelud secara konsisten selaras dengan tren global yang dilaporkan dalam studi oleh Kristiansen (2009) dan laporan investigasi kecelakaan maritim (misalnya, MAIB, ATSB). Ini menegaskan bahwa fenomena automation bias bukan hanya isu teoretis, melainkan realitas operasional

yang perlu diatasi. Ketergantungan pada satu sumber posisi tunggal, meskipun akurat, menciptakan kerentanan yang tidak dapat diabaikan dalam konteks manajemen risiko navigasi (IMO, 2016).

Kedua, adanya kesenjangan antara kompetensi bersertifikat dan praktik aktual menyoroti bahwa persyaratan STCW Code (IMO, 2010) terkait navigasi konvensional mungkin belum sepenuhnya diterjemahkan ke dalam praktik lapangan yang berkelanjutan. Ini menunjukkan perlunya penekanan lebih lanjut pada pelatihan dan latihan praktis yang rutin, melampaui sekadar memenuhi standar sertifikasi awal. Seperti yang diungkapkan oleh National Research Council (1994), keterampilan yang tidak dilatih akan cenderung menurun. Konteks operasional yang padat di KM. Kelud memperburuk masalah ini, menunjukkan bahwa "efisiensi" sesaat dapat mengorbankan "resiliensi" jangka panjang.

Ketiga, penelitian ini menguatkan argumen bahwa ilmu menjangka peta adalah komponen krusial dari Bridge Resource Management (BRM) yang efektif. BRM menuntut penggunaan semua sumber daya yang tersedia, termasuk kemampuan manusia untuk memvalidasi informasi dan mempertahankan situational awareness yang tinggi (IMO, 2014). Ketika perwira terlalu pasif mengandalkan tampilan digital, kemampuan mereka untuk mengintegrasikan informasi dari berbagai sensor dan bahkan dari pengamatan visual lingkungan nyata dapat menurun, sehingga mengurangi kualitas situational awareness mereka (Endsley, 1995). Revitalisasi ilmu menjangka peta berarti mengembalikan peran aktif navigator sebagai pembuat keputusan yang terinformasi dan kritis, bukan hanya pengawas sistem.

Diskusi ini menekankan bahwa revitalisasi ilmu menjangka peta bukan merupakan seruan untuk "kembali ke masa lalu" dan meninggalkan teknologi, melainkan sebuah inisiatif untuk mencapai "navigasi hibrida" yang optimal. Tujuannya adalah menciptakan navigator yang 'ambidextrous' – mahir dalam memanfaatkan potensi penuh teknologi navigasi modern, sekaligus memiliki fondasi kokoh dalam keterampilan dasar untuk melakukan validasi independen, menavigasi dalam kondisi degradasi sistem, dan memahami prinsip-prinsip fundamental di balik setiap tampilan digital. Ini adalah pergeseran dari paradigma navigasi yang 'dibantu oleh mesin' menjadi 'dikendalikan oleh navigator yang mahir dengan bantuan mesin', demi keselamatan dan ketepatan di garis haluan yang berkelanjutan.

Tantangan dan Peluang Revitalisasi

Tantangan

Meskipun urgensi revitalisasi ilmu menjangka peta sangat jelas, implementasinya dihadapkan pada beberapa tantangan signifikan:

1. Perubahan Paradigma dan Resistensi Psikologis: Perwira yang telah terbiasa dengan kemudahan dan akurasi teknologi mungkin menunjukkan resistensi untuk kembali ke

metode yang dianggap "merepotkan" atau "kuno." Mengubah pola pikir ini membutuhkan upaya edukasi dan pembuktian langsung manfaatnya.

2. Keterbatasan Waktu Operasional: Jadwal pelayaran yang ketat dan tekanan untuk menjaga efisiensi operasional pada kapal penumpang seperti KM. Kelud menjadi penghalang utama bagi praktik plotting manual rutin. Menemukan waktu yang memadai untuk latihan atau plotting wajib di tengah beban kerja yang tinggi adalah tantangan.
3. Ketersediaan dan Pemeliharaan Peta Kertas: Meskipun peta kertas adalah persyaratan IMO, pemeliharaan rutin, pembaruan, dan ketersediaan ruang plotting yang optimal di anjungan mungkin tidak selalu menjadi prioritas utama dibandingkan dengan sistem elektronik.
4. Kualitas Pelatihan Lanjutan: Pelatihan *refreshment* yang ada mungkin belum secara spesifik berfokus pada penguatan keterampilan plotting praktis dalam skenario realistis atau kegagalan sistem.

Peluang

Di sisi lain, ada peluang besar untuk revitalisasi ini:

1. Peningkatan Keamanan Navigasi: Ilmu menjangka peta menyediakan lapisan keamanan redundansi yang tak tergantikan terhadap potensi kegagalan sistem elektronik, ancaman siber, atau *signal jamming*. Ini dapat mencegah insiden fatal yang diakibatkan oleh ketergantungan tunggal.
2. Pengembangan Profesionalisme Awak Kapal: Mengembalikan penekanan pada keterampilan dasar akan menghasilkan navigator yang lebih tangguh, serba bisa, dan adaptif, mampu beroperasi secara efektif dalam berbagai kondisi navigasi, baik normal maupun darurat. Ini meningkatkan nilai profesionalisme mereka di industri.
3. Optimalisasi Implementasi BRM: Revitalisasi ini akan memperkuat praktik BRM yang efektif di anjungan, mendorong komunikasi yang lebih baik, validasi silang informasi, dan pemanfaatan semua sumber daya yang tersedia.
4. Pemanfaatan Simulator Navigasi Canggih: Simulator navigasi modern dapat dimanfaatkan secara lebih efektif untuk mensimulasikan skenario kegagalan sistem dan melatih perwira dalam menjangka peta di bawah tekanan, tanpa mengganggu operasional kapal yang sebenarnya.
5. Pengembangan Kurikulum Pendidikan Maritim: Ada peluang bagi lembaga pendidikan maritim untuk merevisi dan memperkuat kurikulum mereka, memberikan penekanan yang lebih besar pada keterampilan menjangka peta dan navigasi konvensional, serta menanamkan budaya validasi independen sejak dini.

Melalui identifikasi tantangan dan peluang ini, kerangka kerja dapat dibangun untuk mengimplementasikan revitalisasi ilmu menjangka peta secara strategis dan efektif.

KE Simpulan

Penelitian ini secara komprehensif telah mengevaluasi status praktik penentuan posisi kapal dan pemeliharaan garis haluan di KM. Kelud, dengan fokus khusus pada peran dan status ilmu menjangka peta tradisional di era dominasi teknologi navigasi elektronik. Temuan kunci secara jelas menunjukkan bahwa meskipun KM. Kelud beroperasi dengan efisiensi tinggi berkat GNSS dan ECDIS, terjadi degradasi yang signifikan dalam praktik rutin menjangka peta manual oleh perwira navigasi. Fenomena *automation bias*, didorong oleh persepsi keandalan teknologi yang tinggi dan tekanan efisiensi operasional, telah menyebabkan minimnya validasi posisi independen. Kesenjangan antara kompetensi yang bersertifikat dan aplikasi praktis ini menciptakan kerentanan fundamental terhadap skenario kegagalan sistem elektronik, yang berpotensi membahayakan keselamatan navigasi dan ketepatan di garis haluan.

Berdasarkan temuan dan kesimpulan yang diperoleh, berikut adalah rekomendasi yang disarankan untuk revitalisasi ilmu menjangka peta dan peningkatan keselamatan navigasi:

1. Untuk PT. Pelayaran Indonesia (Persero) dan Manajemen KM. Kelud:
 - o Penyusunan Prosedur Operasi Standar (SOP) Wajib Plotting Manual Berkala: Mengimplementasikan SOP baru yang secara eksplisit mewajibkan perwira navigasi untuk melakukan plotting posisi manual di peta kertas pada interval waktu tertentu (misalnya, setiap jam atau setiap pergantian jaga), terutama saat berlayar di perairan sempit, ramai, atau mendekati pelabuhan. Hasil plotting harus dicatat di buku harian kapal sebagai validasi silang terhadap sistem elektronik.
 - o Pengembangan Program Latihan dan *Refreshment* Keterampilan Rutin: Merancang dan melaksanakan program latihan navigasi rutin (baik di anjungan atau melalui simulator) yang secara spesifik berfokus pada penguatan keterampilan menjangka peta dalam skenario kegagalan sistem elektronik, GPS jamming atau spoofing. Program ini harus menekankan pada kecepatan, akurasi, dan kepercayaan diri perwira dalam menggunakan metode manual.
 - o Integrasi Penilaian Kinerja Menjangka Peta: Memasukkan aspek kemampuan plotting manual sebagai salah satu indikator kunci dalam evaluasi kinerja dan penilaian kompetensi perwira navigasi.
 - o Penyediaan dan Pemeliharaan Optimal Fasilitas Plotting: Memastikan ketersediaan peta kertas yang terbaru, alat-alat plotting yang lengkap dan terkalibrasi (jangka, penggaris jajar, segitiga), serta area kerja yang memadai di anjungan untuk memfasilitasi praktik plotting manual.
2. Untuk Lembaga Pendidikan dan Pelatihan Maritim:

- Revisi dan Penguatan Kurikulum Navigasi Konvensional: Mengkaji ulang dan memperkuat porsi kurikulum yang berkaitan dengan navigasi konvensional, khususnya ilmu menjangka peta, dengan meningkatkan alokasi jam pelajaran praktikum dan simulasi yang realistis.
 - Penggunaan Simulator Navigasi Canggih untuk Skenario Kegagalan: Memanfaatkan simulator navigasi untuk mensimulasikan berbagai skenario kegagalan sistem elektronik, memaksa kadet dan perwira untuk sepenuhnya mengandalkan metode navigasi manual untuk penentuan posisi dan pemeliharaan rute.
 - Pembentukan Budaya Validasi Independen: Menanamkan budaya navigasi yang menekankan pentingnya validasi independen dari berbagai sumber dan tidak hanya bergantung pada satu sistem tunggal sejak dini dalam pendidikan pelaut.
3. Untuk Otoritas Maritim Nasional (Kementerian Perhubungan) dan Internasional (IMO):
- Penyusunan Pedoman Nasional tentang Redundansi Navigasi: Mengembangkan pedoman nasional yang lebih spesifik mengenai praktik terbaik dalam menjaga redundansi navigasi, termasuk penekanan pada penggunaan metode manual sebagai cadangan.

Promosi Riset dan Inovasi dalam Navigasi Hibrida: Mendorong dan mendukung penelitian lebih lanjut tentang bagaimana teknologi modern dapat dirancang untuk memfasilitasi, bukan menghambat, praktik navigasi manual, serta bagaimana data dari berbagai sumber dapat divalidasi silang secara lebih intuitif.

Implikasi Terhadap Keilmuan

Penelitian ini memberikan kontribusi substantif terhadap corpus keilmuan navigasi maritim dan studi human factors dengan beberapa cara:

1. Penguatan Teori *Human Factors* dalam Konteks Maritim: Temuan ini memperkaya pemahaman tentang automation bias dan penurunan situational awareness dalam lingkungan anjungan yang sangat bergantung pada teknologi. Penelitian ini memberikan bukti empiris yang kuat bahwa meskipun teknologi dirancang untuk membantu, ia dapat secara tidak langsung mengurangi keterlibatan kognitif operator jika tidak ada prosedur validasi yang tepat, selaras dengan karya Endsley (1995) dan Parasuraman & Riley (1997).
2. Revitalisasi Diskursus Navigasi Konvensional: Di tengah dominasi kajian teknologi navigasi canggih, penelitian ini mengembalikan fokus pada signifikansi ilmu menjangka peta sebagai kompetensi inti yang tak tergantikan. Ini mendorong para akademisi dan peneliti untuk merevitalisasi kajian tentang bagaimana keterampilan navigasi klasik dapat

diintegrasikan secara sinergis dengan teknologi mutakhir untuk menciptakan sistem navigasi yang lebih tangguh.

3. Pengembangan Konseptual 'Navigator Hibrida': Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan konsep 'navigator hibrida' – seorang profesional yang tidak hanya mahir dalam mengoperasikan sistem navigasi elektronik yang kompleks, tetapi juga memiliki fondasi yang kuat dalam pemahaman prinsip-prinsip navigasi dasar, kemampuan untuk melakukan validasi independen, dan kapasitas untuk beralih ke mode navigasi manual saat diperlukan. Model ini dapat menjadi dasar bagi kerangka kompetensi di masa depan.

Basis untuk Penelitian Interdisipliner: Hasil penelitian ini membuka peluang untuk studi interdisipliner lebih lanjut, misalnya, kolaborasi dengan psikologi kognitif untuk memahami lebih dalam proses pengambilan keputusan di bawah tekanan navigasi, atau dengan ilmu komputer untuk merancang antarmuka pengguna yang memfasilitasi validasi manual tanpa menghambat efisiensi.

Implikasi Terhadap Kebijakan

Implikasi kebijakan dari penelitian ini sangat relevan untuk otoritas maritim nasional dan internasional dalam upaya meningkatkan keselamatan dan keamanan di laut:

1. Revisi Kebijakan Pendidikan dan Sertifikasi STCW: Otoritas maritim nasional perlu meninjau dan memperbarui interpretasi serta implementasi STCW Code. Hal ini mencakup penekanan yang lebih kuat pada pelatihan praktis dan evaluasi berkelanjutan terhadap keterampilan menjangka peta dan navigasi konvensional, di luar sekadar persyaratan sertifikasi awal.
2. Penyusunan Pedoman Operasional Nasional untuk Redundansi Navigasi: Pemerintah melalui kementerian terkait dapat menyusun pedoman operasional yang lebih eksplisit dan wajib bagi perusahaan pelayaran mengenai frekuensi dan metode validasi posisi independen di anjungan. Pedoman ini harus mencakup persyaratan minimal untuk latihan plotting manual rutin, terlepas dari ketersediaan sistem elektronik yang canggih.
3. Pengembangan Kebijakan Keamanan Siber Maritim yang Komprehensif: Dengan mengakui kerentanan terhadap gangguan sinyal GNSS atau serangan siber pada ECDIS, kebijakan keamanan siber maritim harus secara eksplisit memasukkan persyaratan untuk menjaga dan melatih kemampuan navigasi manual sebagai lapis pertahanan terakhir (*last line of defense*) terhadap ancaman tersebut.

Promosi Budaya Keselamatan yang Proaktif: Kebijakan harus mendorong perusahaan pelayaran dan awak kapal untuk mengadopsi budaya keselamatan yang proaktif, di mana validasi silang informasi, pemeliharaan keterampilan manual, dan tidak adanya ketergantungan tunggal pada teknologi dianggap sebagai praktik terbaik,

bukan sebagai beban tambahan. Ini adalah investasi jangka panjang dalam resiliensi operasional.

Limitasi

Penelitian ini, meskipun memberikan wawasan yang mendalam, memiliki beberapa keterbatasan inheren yang perlu diakui:

1. Lingkup Studi Kasus Tunggal: Fokus pada KM. Kelud sebagai satu-satunya objek studi kasus, meskipun memungkinkan eksplorasi mendalam, membatasi generalisasi statistik temuan ke seluruh armada PT. Pelayaran Indonesia (Persero) atau industri pelayaran yang lebih luas. Karakteristik kapal, rute, atau kebijakan internal perusahaan lain mungkin berbeda.
2. Keterbatasan Waktu Observasi: Periode observasi langsung di anjungan KM. Kelud adalah terbatas. Ini mungkin tidak menangkap semua variasi kondisi operasional, perilaku perwira dalam situasi yang sangat jarang, atau perubahan perilaku jangka panjang.
3. Subjektivitas Interpretasi Data Kualitatif: Meskipun langkah-langkah untuk memastikan kredibilitas dan dependabilitas (misalnya, triangulasi) telah diambil, analisis tematik data kualitatif melibatkan interpretasi peneliti, yang memiliki potensi subjektivitas.
4. Akses Terhadap Informasi Sensitif: Beberapa informasi yang sangat sensitif terkait prosedur keamanan spesifik atau insiden navigasi tertentu mungkin tidak sepenuhnya dapat diakses atau dibagikan oleh pihak kapal atau perusahaan karena alasan kerahasiaan atau keamanan.

Potensi Efek Hawthorne: Kehadiran peneliti di anjungan berpotensi memengaruhi perilaku perwira navigasi. Meskipun upaya dilakukan untuk meminimalkan dampak ini melalui pendekatan non-partisipatif awal dan membangun rapport, efek ini tidak dapat sepenuhnya dikesampingkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowditch, N. (2019). *The American Practical Navigator*. National Geospatial-Intelligence Agency.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
- Cockcroft, A. N., & Lameijer, J. (2004). *A Guide to the Collision Avoidance Rules: International Regulations for Preventing Collisions at Sea*. Butterworth-Heinemann. (Sesuaikan jika Anda tidak merujuk ini secara langsung untuk ECDIS).

- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Cutler, T. J. (1993). *The Bluejackets' Manual*. Naval Institute Press. (Contoh umum, sesuaikan dengan buku sejarah navigasi yang lebih akademik jika relevan).
- Endsley, M. R. (1995). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 37(1), 32-64.
- European Union Agency for Cybersecurity (ENISA). (2021). *Cybersecurity in the Maritime Sector*. (Contoh, pastikan referensi spesifik jika Anda menggunakannya).
- Guest, G., Bunce, A., & Johnson, L. (2006). How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability. *Field Methods*, 18(1), 59-82.
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Collins, J. (2001). *GPS: Theory and Practice*. Springer-Verlag.
- International Maritime Organization (IMO). (2002). *IMO SN/Circ227: Guidelines on Charting Practices*.
- International Maritime Organization (IMO). (2010). *International Convention on Standards of Training Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW), 1978, as amended*.
- International Maritime Organization (IMO). (2014). *Bridge Resource Management (BRM) Training Guidelines*. (Anda perlu mencari dokumen IMO yang lebih spesifik jika ada).
- International Maritime Organization (IMO). (2016). *Guidance on the Use of Global Navigation Satellite System (GNSS) in Maritime Navigation*. (Contoh, sesuaikan dengan dokumen spesifik).
- International Maritime Organization (IMO). (2012). *Performance Standards for Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS) (Resolution MSC.232(82))*.
- Kristiansen, S. (2009). *Maritime Transportation: Safety Management and Risk Analysis*. Elsevier. (Contoh, jika relevan dengan otomasi).
- Marine Accident Investigation Branch (MAIB). (2017). *Report on the Investigation into the Grounding of the Container Ship* (Nama Kapal). (Contoh, Anda harus mencari laporan spesifik yang relevan dengan kasus automation bias atau kegagalan navigasi).

- National Research Council. (1994). *Human Factors in the Design and Evaluation of Ships*. National Academies Press.
- Parasuraman, R., & Riley, V. (1997). Humans and Automation: Use, Misuse, Disuse, Abuse. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 39(3), 304-328.
- Sanches, M., et al. (2018). Effectiveness of Bridge Resource Management (BRM) training on human error reduction in maritime accidents. (Contoh, cari jurnal yang relevan).
- Sobel, D. (1995). *Longitude: The True Story of a Lone Genius Who Solved the Greatest Scientific Problem of His Time*. Walker & Company.
- UNCTAD. (2023). *Review of Maritime Transport 2023*. United Nations Conference on Trade and Development.
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (6th ed.). SAGE Publications.