

Optimalisasi Penggunaan Alat Navigasi Radar di Alur Pelayaran Sempit Sungai Mahakam untuk Meningkatkan Keselamatan Pelayaran (Studi Kasus Mv. Meratus Kapuas)

Jalesveva Ulhaq Widodo^{1*}, Mudiyanto², Dedy Kristiawan³

¹⁻³Teknologi Rekayasa Operasi Kapal, Fakultas Vokasi Pelayaran Universitas Hang Tuah, Indonesia

Email : jalesjalesveva@gmail.com¹, mudiyanto@hangtuah.ac.id², dedy.kristiawan@hangtuah.ac.id³

*Penulis Korespondensi: jalesjalesveva@gmail.com

Abstract. This study analyzes the optimization of radar usage on the MV *Meratus Kapuas* while navigating the narrow channels of the Mahakam River to enhance navigational safety. A descriptive qualitative method was employed, utilizing observation, interviews, and documentation. The findings indicate that radar plays a crucial role in assisting the officer of the watch in monitoring the vessel's position, detecting surrounding targets, and avoiding the risks of collision and grounding. However, radar utilization has not yet been fully optimized due to technical constraints—such as radar clutter and gyro deviation—as well as human error in equipment operation and decision-making. The effectiveness of radar usage is heavily influenced by the competence and discipline of the officer of the watch. Optimization efforts include regular training on radar operation and navigational decision-making, periodic equipment maintenance and calibration, and improved monitoring discipline. Furthermore, radar usage should be supplemented by cross-checks using AIS and ECDIS to minimize the risk of accidents during navigation on the Mahakam River.

Keywords: Mahakam River; Navigation; Radar Optimization; Radar; Shipping Safety.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan menganalisis optimalisasi penggunaan radar pada MV Meratus Kapuas saat melintasi alur sempit Sungai Mahakam untuk meningkatkan keselamatan pelayaran. Penelitian menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa radar membantu perwira jaga memantau posisi kapal, mendeteksi target di sekitar kapal, serta mengurangi risiko tubrukan dan kandas. Namun, pemanfaatannya belum optimal akibat kendala teknis, seperti radar clutter dan deviasi gyro, serta kesalahan manusia dalam mengoperasikan peralatan navigasi dan mengambil keputusan. Efektivitas penggunaan radar dipengaruhi oleh kompetensi, ketelitian, dan kedisiplinan perwira jaga dalam melaksanakan tugas navigasi. Upaya optimalisasi meliputi pelatihan rutin pengoperasian radar, peningkatan kemampuan pengambilan keputusan, perawatan dan kalibrasi peralatan secara berkala, serta penguatan disiplin pemantauan selama pelayaran. Selain itu, informasi radar perlu diverifikasi melalui pemeriksaan silang dengan Automatic Identification System (AIS) dan Electronic Chart Display and Information System (ECDIS). Langkah tersebut diharapkan meningkatkan kewaspadaan situasional dan meminimalkan risiko kecelakaan kapal di Sungai Mahakam secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Kesalahan Manusia; Keselamatan Pelayaran; Navigasi; Radar; Sungai Mahakam.

1. LATAR BELAKANG

Keselamatan dalam dunia pelayaran merupakan aspek yang harus diperhatikan. Kegiatan pelayaran mencakup unsur sikap, nilai-nilai, serta terpenuhinya standar keselamatan dan keamanan yang berkaitan dengan transportasi di wilayah perairan dan aktivitas kepelabuhanan. Tingkat keselamatan pelayaran yang rendah bisa disebabkan oleh lemahnya pengelolaan sumber daya manusia, seperti kurangnya pendidikan, rendahnya kompetensi, kondisi kerja yang buruk, jam kerja yang berlebihan, serta pengelolaan proses yang tidak optimal. Hal ini dapat berdampak pada meningkatnya beban ekonomi, munculnya biaya kesehatan, dan pencemaran lingkungan (Weda Iwan, 2022). Alat navigasi elektronik merupakan satu teknologi yang ada diatas kapal untuk mempermudah perwira jaga dalam melaksanakan kegiatan pelayaran. Navigasi elektronik yang ada di kapal biasanya terdiri dari

VHF, Radar, AIS, ARPA, ECDIS, serta buku publikasi lainnya. Salah satu navigasi elektronik yang paling penting diatas kapal guna meningkatkan keselamatan pelayaran adalah Radar. Radar (Radio Detecting And Ranging) merupakan alat navigasi elektronik yang memiliki fungsi dapat mendeteksi objek atau target yang ada di sekitar kapal serta dapat memberikan informasi terkait jarak dengan target lain, dan dapat mencegah adanya bahaya tubrukan kapal yang dibantu oleh ARPA (Antoro et. al,2003).

Fenomena yang terjadi di MV. Meratus Kapuas adalah penggunaan Radar yang belum optimal sehingga menimbulkan bahaya tabrakan dan kandas yang dialami oleh MV. Meratus Kapuas di pelayaran sempit Sungai Mahakam. Radar tidak hanya menampilkan keberadaan lain, pelampung, garis pantai, tetapi juga dapat memberikn data tentang bearing (haluan) dan jarak antara kapal dengan objek-objek tersebut. Kemampuan ini menjadikan Radar sebagai alat navigasi elektronik yang mendukung keselamatan pelayaran terutama di alur pelayaran yang sempit dan padat (Alfareza Rahman,2024).

Penelitian terdahulu secara konsisten menekankan bahwa optimalisasi penggunaan Radar sangat krusial dalam bernavigasi di alur pelayaran sempit. Kendala teknis yang sering dialami yaitu seperti pengaturan gain yang kurang tepat, sea clutter, rain clutter sebagai penyebab umum hilangnya target berukuran keil atau munculnya false echo pada Radar, dan master gyro dengan gyro repeator mengalami deviasi yang mengakibatkan perbedaan selisih haluan antara Radar dengan kemudi. Dampak dari ketidakefektifan ini terbukti secara operasional, (Antoro et.al.2023) seperti yang pernah terjadi pada KM. Bintang Utama menemukan bahwa penggunaan Radar yang tidak optimal saat memasuki alur pelayaran sempit dapat mengakibatkan keterlambatan pengambilan keputusan.

Di luar faktor teknis, faktor manusia dalam pengoperasian Radar juga menjadi penentu utama pada efektivitas Radar. Rendahnya kompetensi awak kapal seperti kurangnya pelatihan khusus pada Radar, pemahaman terhadap fitur ARPA yang terbatas, dan kebiasaan menggunakan pengaturann standar tanpa adaptasi dengan kondisi lapangan merupakan faktor ketidakefesian peenggunaan Radar. Terlebih faktor human error pada saat melintasi alur pelayaran sempit sangat mempengaruhi faktor keselamatan pelayaran.

Alur pelayaran sempit khususnya Sungai Mahakam merupakan alur yang memiliki tingkat resiko bahaya turbukan dan kandas karena alur gerak yang terbatas serta memiliki karakteristik alur yang berkelok-kelok. Salah satu jenis kecelakaan kapal yang sering terjadi adalah kandas dan tubrukan. Beberapa faktor pemicunya adalah pasang surut yang dinamis, tingginya kepadatan alur, serta ruang olah gerak yang terbatas. Berdasarkan fenomena tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis optimalisasi penggunaan Radar pada kapal

kontainer seperti MV. Meratus Kapuas serta memetakan faktor penghambat yang muncul saat memasuki alur pelayaran sempit Sungai Mahakam. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis maupun teoritis bagi meningkatkan keselamatan navigasi di perairan sungai Indonesia.

2. KAJIAN TEORITIS

Optimalisasi

Optimalisasi memiliki arti yang berasal dari kata optimal yang berarti tertinggi atau terbaik. Optimalisasi merupakan sebuah tindakan atau cara yang bertujuan mengoptimalkan sesuatu hal menjadi yang terbaik atau tertinggi. Optimalisasi memiliki metode atau langkah langkah dalam hal mengoptimalkan. Dalam penelitian yang saya buat ini adalah bagaimana metode atau cara kita untuk mengoptimalkan dalam penggunaan alat navigasi Radar di alur pelayaran sempit. Secara umum, tantangan yang dihadapi oleh banyak organisasi berkaitan dengan faktor internal, seperti sumber daya manusia, sarana atau peralatan, dan sistem kerja yang digunakan. Apabila upaya perbaikan telah dilakukan sesuai kebutuhan organisasi baik dalam hal tenaga kerja, peralatan, sistem, maupun perombakan menyeluruh. Maka proses optimalisasi dapat diwujudkan secara lebih maksimal (Zefanya Winner Purba, 2021)

Keselamatan Pelayaran

Keselamatan pelayaran dapat diartikan sebagai kondisi di mana seluruh ketentuan terkait aspek keselamatan dan keamanan dalam kegiatan transportasi laut telah dipenuhi, mencakup operasional di perairan, aktivitas kepelabuhanan, serta perlindungan lingkungan maritim sebagaimana diatur dalam Undang- Undang Pelayaran Nomor 17 Tahun 2008. Pemenuhan keselamatan pelayaran bertujuan untuk menjamin kelancaran dan keamanan kegiatan pelayaran dari potensi risiko yang dapat membahayakan manusia, kapal, maupun lingkungan laut. Kelaiklautan kapal tersebut meliputi terpenuhinya aspek keselamatan kapal, upaya pencegahan pencemaran yang bersumber dari kapal, kecukupan dan kompetensi pengawasan kapal, kesesuaian pemuatan serta penerapan garis muat kapal, perlindungan terhadap kesejahteraan awak kapal dan kesehatan awak kapal dalam pelayaran, kejelasan status hukum kapal, dan penerapan manajemen keselamatan sistem pencegahan pencemaran dari kapal (Malik D et.al, 2025).

Alat Navigasi Radar

Ketentuan Perlengkapan Navigasi Radar Menurut Solas 1974 Peraturan 19 Bab V dari SOLAS 1974 Edisi Konsolidasi 2009. Secara komprehensif mengatur kewajiban perlengkapan navigasi yang harus tersedia di atas kapal, tergantung pada ukuran kapal berdasarkan Gross

Tonnage (GT). Berdasarkan ketentuan ini, kapal dengan tonase minimal 1.600 GT wajib dilengkapi setidaknya satu unit radar. Sementara itu, kapal dengan tonase 10.000 GT atau lebih diwajibkan memiliki dua unit radar. Regulasi ini menekankan bahwa keselamatan merupakan aspek utama dalam pelayaran dan aktivitas transportasi laut (Rajendra Abiyyu Nugraha, 2025).

Pengertian Radar, Radar merupakan salah satu alat navigasi elektronik yang ada di kapal, RADAR kepanjangan dari "Radio Detecting And Ranging" yang memiliki peran terpenting pada saat berlayar. Radar berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur suatu obyek yang ada di sekitar kapal dengan bantuan gelombang elektromagnetik. Disamping itu, Radar dapat memberikan informasi secara detail terkait kapal, pelampung, jaring, kapal ikan, pulau, dan obyek lainnya yang dapat kita ukur jaraknya melalui baringan Radar tersebut (Alfareza Rahman A.R, 2024). Alat navigasi Radar pada kapal dirancang untuk dapat melihat keadaan sekitar pada saat cuaca berkabut, kegelapan, hujan, dan kondisi cuaca lainnya. Penggunaan Radar sangat membantu para perwira jaga di anjungan yang melaksanakan olah gerak dalam mendeteksi suatu obyek dengan jarak terbatas oleh pandangan visual manusia dengan tujuan dapat mengantisipasi adanya bahaya tubrukan.

Peran ARPA Terhadap Radar, Fungsi-fungsi umum pada ARPA (Automatic Radar Plotting Aid) meliputi: presentasi gerak Radar secara relatif, penyajian informasi seperti kecepatan, jarak, CPA, dan Time to Closest Point of Approach (TCPA), kemampuan menampilkan penilaian risiko tubrukan langsung di layar monitor, serta data Radar yang lebih cepat dibandingkan Radar konvensional meski dengan batasan yang serupa (Nursyamsu, 2021). Master gyro Terhadap Radar, Master gyro atau gyro compas adalah perangkat navigasi yang menggunakan prinsip giroskopik dan rotasi bumi untuk menentukan arah True North (Utara Sejati). Berbeda dengan kompas magnetik yang terpengaruh medan magnet, master gyro memberikan heading yang stabil dan akurat dalam berbagai kondisi lingkungan laut (Saldi S, 2024). Faktor Human Error Terhadap Pengoperasian Radar, Pengoperasian Radar bukan hanya urusan teknis perangkat, tetapi sangat bergantung pada kompetensi, kewaspadaan, dan pengambilan keputusan operatornya. Inilah yang disebut sebagai Human Error. Faktor manusia menjadi kritis karena Radar adalah perangkat yang menyajikan data mentah yang harus diterjemahkan dengan benar oleh pengguna untuk menghasilkan gambaran situasi yang akurat dan keputusan yang aman. Di lingkungan spesifik seperti Sungai Mahakam, kurangnya latihan dan pengalaman navigasi sungai memperparah risiko. Navigasi sungai menuntut interpretasi radar yang dipadukan dengan pemandangan visual secara real-time, mengenali pola clutter khas sungai, dan antisipasi terhadap lalu lintas kapal kecil yang tidak terdeteksi radar. Tanpa pelatihan khusus ini, operator yang terbiasa di laut lepas akan kewalahan (Wahyuni et, al.2021).

Kesalahan yang bersifat sistemik namun krusial adalah terkait input heading. Operator sering kali tidak memahami perbedaan antara input gyrocompass dan kompas magnetik, atau bahkan tidak menyadari dari mana sumber heading Radar berasal. Ketidaktahuan ini fatal ketika terjadi gyro error. Kegagalan untuk mengoreksi error heading atau memverifikasi kebenaran data gyro dengan sumber lain (seperti GPS atau observasi bearing matahari/benda darat) menyebabkan seluruh informasi bearing di Radar menjadi salah (Elysabet Br Sidauruk et, al.2023).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk menggambarkan secara mendalam penggunaan dan optimalisasi Radar pada MV Meratus Kapuas saat beroperasi di alur pelayaran sempit Sungai Mahakam. Pendekatan ini digunakan untuk memahami kondisi operasional, teknis, serta faktor manusia yang berkaitan dengan keselamatan pelayaran. Data penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara dengan perwira kapal mengenai kondisi SDM, cuaca, Radar, dan alur pelayaran (Undari Sulung et al., 2024). Data sekunder diperoleh dari dokumen kapal, logbook, voyage report, manual Radar, jurnal, buku, dan penelitian terdahulu (Fiantika et al., 2022). Sumber data tersebut digunakan sebagai dasar dalam memperoleh informasi yang sesuai dengan fokus penelitian (Jailani, 2023).

Penelitian dilaksanakan selama kurang lebih 12 bulan dalam kegiatan Praktik Laut (PRALA) di atas MV Meratus Kapuas ketika melakukan pelayaran dan manuver di alur Sungai Mahakam. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan studi dokumentasi. Observasi dilakukan secara langsung selama kegiatan jaga laut dan olah gerak kapal, sedangkan wawancara dilakukan dengan perwira kapal untuk memperoleh informasi mengenai penggunaan Radar dan kondisi navigasi. Studi dokumentasi digunakan untuk memperkuat hasil observasi dan wawancara melalui dokumen serta arsip yang berkaitan dengan objek penelitian (Ardiansyah et al., 2023). Ketiga teknik tersebut digunakan untuk memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh mengenai optimalisasi penggunaan Radar dalam mendukung keselamatan pelayaran di alur pelayaran sempit Sungai Mahakam.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan Radar pada MV. Meratus Kapuas memiliki peranan penting dalam menunjang keselamatan pelayaran saat melintasi alur sempit Sungai Mahakam. Radar digunakan oleh perwira jaga untuk memantau posisi kapal,

mendeteksi target di sekitar kapal, mengetahui jarak antar kapal, serta membantu menjaga kapal tetap berada pada jalur pelayaran yang aman. Selain berfungsi sebagai alat bantu navigasi utama, Radar juga digunakan bersama alat navigasi lain seperti AIS dan ECDIS untuk meningkatkan ketelitian pengamatan dan pengambilan keputusan navigasi. Kombinasi penggunaan alat navigasi tersebut membantu perwira jaga dalam mengurangi risiko tubrukan dan kandas selama kapal melintasi Sungai Mahakam yang memiliki lalu lintas kapal cukup padat dan kondisi perairan yang kompleks.

Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan Radar belum sepenuhnya optimal karena masih terdapat beberapa kendala teknis. Kendala tersebut meliputi adanya clutter Radar, deviasi antara master gyro dan gyro repeater, serta keterbatasan tampilan Radar pada kondisi tertentu. Gangguan tersebut dapat memengaruhi keakuratan pembacaan target sehingga berpotensi menghambat proses navigasi kapal.

Selain faktor teknis, faktor human error juga menjadi salah satu penyebab kurang optimalnya penggunaan Radar di kapal. Kesalahan dalam pengaturan Radar, kurangnya ketelitian dalam interpretasi target, serta keterlambatan pengambilan keputusan navigasi dapat meningkatkan risiko kecelakaan pelayaran. Oleh karena itu, kompetensi dan kedisiplinan perwira jaga sangat memengaruhi keberhasilan navigasi dan keselamatan pelayaran di alur sempit Sungai Mahakam.

Berdasarkan hasil penelitian, optimalisasi penggunaan Radar dapat dilakukan melalui peningkatan kompetensi perwira jaga melalui pelatihan rutin, peningkatan disiplin monitoring Radar selama pelayaran, pelaksanaan cross check dengan AIS dan ECDIS, serta perawatan dan kalibrasi alat navigasi secara berkala. Dengan penerapan strategi tersebut, penggunaan Radar diharapkan mampu meningkatkan keselamatan pelayaran dan meminimalkan risiko tubrukan maupun kandas saat kapal melintasi alur pelayaran sempit Sungai Mahakam.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan Radar pada MV. Meratus Kapuas memiliki peranan penting dalam menunjang keselamatan pelayaran saat melintasi alur sempit Sungai Mahakam. Radar membantu perwira jaga dalam memantau posisi kapal, mendeteksi target di sekitar kapal, serta menghindari risiko tubrukan dan kandas. Namun, penggunaan Radar belum sepenuhnya optimal karena masih terdapat kendala teknis seperti clutter Radar dan deviasi gyro, serta faktor human error dalam pengoperasian alat navigasi dan pengambilan keputusan navigasi. Oleh karena itu, kompetensi dan kedisiplinan perwira jaga sangat memengaruhi efektivitas penggunaan Radar dan keselamatan pelayaran. mesin, serta peningkatan risiko

kesalahan posisi terhadap dermaga. Selain itu, keterbatasan daya dorong tugboat, gangguan teknis mesin, dan koordinasi kru yang belum optimal turut memperburuk proses sandar. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa keberhasilan proses sandar sangat bergantung pada sinergi antara kesiapan teknis kapal, kemampuan kru, performa tugboat, dan sistem komunikasi yang efektif, terutama dalam menghadapi kondisi cuaca ekstrem.

Untuk meningkatkan optimalisasi penggunaan Radar, diperlukan pelatihan rutin bagi perwira jaga mengenai pengoperasian alat navigasi dan pengambilan keputusan navigasi di alur sempit. Selain itu, perawatan dan kalibrasi Radar perlu dilakukan secara berkala agar alat navigasi dapat berfungsi dengan baik. Penggunaan Radar juga perlu didukung dengan cross check menggunakan AIS dan ECDIS serta peningkatan disiplin monitoring navigasi selama pelayaran guna meminimalkan risiko kecelakaan kapal di Sungai Mahakam.

DAFTAR REFERENSI

- Alfareza Rahman, A. R. (2024). Optimalisasi peranan radar sebagai alat navigasi di MT. Musi [Skripsi, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar].
- Andrea, L. R. (2024). Analisis olah gerak kapal di alur pelayaran sempit di Sungai Mahakam pada MV. Spil Renata [Skripsi, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang].
- Antoro, D., Dewi Apriani, D., Akhsan, A., & Barombong, P. P. (n.d.). Optimalisasi alat radar dalam navigasi KM. Bintang Utama di alur pelayaran sempit. *Jurnal Politeknik Pelayaran Barombong*.
- Ayulia, A. B. (2025). Optimalisasi penggunaan radar pada saat bernavigasi di cuaca buruk di MT. Narpatisuta [Skripsi, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar].
- Cahyasusila, A. B., & Pratama, M. H. B. (2022). Analisis faktor manusia pada kecelakaan kapal di wilayah Indonesia. *Jurnal Pendidikan dan Pembangunan*, 10(2), 385–389.
- Fiantika, F., Wasil, M., Jumiati, S. R. I., Honesti, L., Wahyuni, S. R. I., Mouw, E., & Ambarwati, K. (2022). Metodologi penelitian kualitatif. *PT Global Eksekutif Teknologi*.
- Fitrial, D., Purba, D., & Setiawan, A. (2022). Optimalisasi alat navigasi radar di atas kapal MV Tanto Mandiri saat memasuki alur pelayaran sempit. *Jurnal Meteor*, 15(2), 376–389. <https://doi.org/10.36101/msm.v15i2.249>
- Haifa, N. M., Nabilla, I., Rahmatika, V., Hidayatullah, R., & Harmonedi, H. (2025). Variabel identifikasi penelitian, jenis sumber data dalam penelitian pendidikan. *Dinamika Pembelajaran: Jurnal Pendidikan dan Bahasa*, 2(2), 256–270. <https://doi.org/10.62383/dilan.v2i2.1563>
- Ilham, A. (2022). Pentingnya pemahaman dan pengetahuan tentang pengoperasian radar bagi deck officer ketika masuk dan keluar Pelabuhan Semarang pada malam hari [Karya tulis].
- Jailani, M. S. (2023). Teknik pengumpulan data dan instrumen penelitian ilmiah pendidikan pada pendekatan kualitatif dan kuantitatif. *IHSAN: Jurnal Pendidikan Islam*, 1(2), 1–9. <https://doi.org/10.61104/ihsan.v1i2.57>

- Malatunduh, I. K. N., Widarbowo, D., Kendek, M., Muhammad, F., Gumelar, F., & Sumarta, R. P. (2024). Optimalisasi penggunaan Radio Detection and Ranging (Radar) untuk keselamatan dalam bernavigasi pada alur pelayaran sempit di KMP Virgo 18. *Jurnal Patria Bahari*, 4. <https://doi.org/10.54017/jpb.v4i1.121>
- Malik, D., & Widodo, W. (2025). Analisis pengaruh faktor manusia terhadap keselamatan pelayaran di kapal penumpang perusahaan Surabaya. *Jurnal Sains dan Teknologi Maritim*, 25(2), 215–228. <https://doi.org/10.33556/jstm.v25i2.457>
- Marlina, B. (2024). Analisis olah gerak kapal saat memasuki alur pelayaran sempit guna keselamatan pelayaran KM. Kelud [Skripsi, Politeknik Pelayaran Sumatera Barat].
- Mochammad Firman, Sitepu, F., Puspitacandri, A., & Ngurah Ade, A. A. D. P. Y. (2025). Analisis penyebab terjadinya kandas MV. Tanto Luas di Sungai Mahakam. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*, 4. <https://doi.org/10.55606/jurritek.v4i1.5397>
- Muhammad Iqbal, M. I. (2024). Analisis kecelakaan kapal MV. Tonasa Line XI saat memasuki alur pelayaran sempit [Skripsi, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar].
- Nursyamsu, Herningsih, S. W., & Zulviananda, M. F. (2021). Optimalisasi penggunaan ARPA (Automatic Radar Plotting Aid) guna meminimalisir kecelakaan di laut. *E-Jurnal Marine Inside*, 16. <https://doi.org/10.56943/ejmi.v3i2.30>
- Pradipta, R. S. (2023). Analisa perawatan dan perbaikan alat navigasi radar ARPA di MV. Manalagi Dasa [Skripsi, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang].
- Pramiyati, T., Jayanta, J., & Yulnelly, Y. (2017). Peran data primer pada pembentukan skema konsep yang faktual (Studi kasus: Skema konsep dasardata Simbumil). *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 8(2), 679–686. <https://doi.org/10.24176/simet.v8i2.1574>
- Pratama, M. F., & Pratama, M. F. (2024). Optimalisasi penggunaan radar pada saat berlayar di alur pelayaran sempit di MT. Anargya 1 [Skripsi, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar].
- Purba, P. Z. (2022). Analisis operasional radar secara optimal saat bernavigasi di KM Derya Mas [Skripsi, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar].
- Rajendra, A. N. (2025). Optimalisasi penggunaan alat navigasi radar dalam keselamatan pelayaran di MT. Cahaya Mulya 88 [Skripsi, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar].
- Sadang Bin Sabang. (2024). Analisis penyebab kapal kandas saat memasuki alur pelayaran sempit sungai. *Jurnal Skripsi Politeknik Pelayaran Surabaya*, 15.
- Saldi, S. (2024). Analisis sistem navigasi kompas dalam menentukan posisi kapal di MV. Granada Carrier [Skripsi, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar].
- Simamora, Y. V., & Nengsih, W. (2025). Tantangan teknis dalam pelayaran kapal tunda di alur Sungai Mahakam. *Jurnal Siwah*, 1(4), 152–159.
- Siregar, E. B., Siregar, M. S., & Nurman, S. (2023). Analisis keterampilan petugas jaga terhadap penggunaan radar untuk menghindari terjadinya kecelakaan di MT. Narpatisuta. *Jurnal Pendidikan*, 6(1), 3441–3448. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i1.2834>
- Sugiyono. (2020). Metode penelitian kualitatif untuk penelitian yang bersifat eksploratif, interpretif dan konstruktif. Alfabeta.

- Suryani, D., & Lusiani. (2024). Pengaruh sistem navigasi di atas kapal terhadap kompetensi awak kapal MV. Mochtar Prabu Mangkunegara. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Maritim*, 8, 46. <https://doi.org/10.52475/saintara.v8i2.325>
- Syarif, Z. (2025). Analisis penggunaan radar di alur pelayaran sempit di MV. Kharis Trinity [Skripsi, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar].
- Wahyuni, A. A. I. S., Wahdiana, D., Hasugian, S., & Paramitha, A. A. I. S. B. (2021). Analisis human error terhadap penggunaan peralatan komunikasi dan navigasi kapal sebagai penyebab kecelakaan kerja. *Infokes: Jurnal Ilmiah Rekam Medis dan Informatika Kesehatan*, 11(1), 59–64. <https://doi.org/10.47701/infokes.v11i1.1049>