

ANALISIS PROSEDUR PENGOPERASIAN ALAT NAVIGASI RADAR DI KMP TRISNA DWITYA BERDASARKAN SOLAS CHAPTER V DI SELAT BALI DENGAN METODE FISHBONE

Magita Kirana Mahadevi¹, A.A. Istri Sri Wahyuni², Indah Ayu Johanda Putri³, A.A. Ngurah Ade Dwi Putra Yuda⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Operasi Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya
Email: magitamahadevi123@gmail.com¹, istri.sriwahyuni@poltekpel-sby.ac.id², indahayu@poltekpel-sby.ac.id³, dwiputrayuda@poltekpel-sby.ac.id⁴

ABSTRAK

Peranan sistem navigasi dalam menentukan arah dan posisi kapal sangat penting bagi pelaut untuk memastikan ketepatan manuver dan keselamatan pelayaran. Radar, sebagai perangkat navigasi utama berbasis prinsip *Radio Detection and Ranging*, berfungsi mendeteksi, mengukur jarak, serta mengidentifikasi objek di sekitar kapal. Keberadaan radar menjadi semakin penting ketika kapal beroperasi di alur pelayaran sempit yang memiliki ruang terbatas, lalu lintas padat, serta risiko tabrakan yang tinggi. Namun, efektivitas radar sering dipengaruhi oleh kesalahan manusia, seperti pengaturan yang tidak tepat, kurangnya pemantauan tampilan radar, dan kekeliruan dalam pengambilan tindakan yang dapat menimbulkan bahaya navigasi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor penyebab human error dalam pengoperasian radar serta menganalisis langkah optimalisasi penggunaan radar sesuai prosedur yang berlaku di kapal. Pendekatan kualitatif digunakan melalui observasi dan wawancara selama 12 bulan praktik layar, didukung data sekunder berupa dokumentasi, regulasi, dan literatur navigasi. Metode *Fishbone Diagram* diterapkan untuk mengklasifikasikan penyebab kesalahan dalam aspek manusia, metode, peralatan, lingkungan, dan manajemen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh alat navigasi pada kedua kapal berfungsi normal, sehingga insiden tabrakan disebabkan oleh faktor *human error*, terutama kelalaian dinas jaga dan kegagalan komunikasi radio dari pihak KMP Munic. Dengan demikian penelitian ini diharapkan menjadi landasan evaluatif bagi perwira jaga dalam meningkatkan keamanan dan ketelitian pengoperasian radar sehingga risiko kecelakaan di alur pelayaran sempit dapat diminimalkan.

Kata kunci: Radar, Navigasi, Fishbone, Alur Pelayaran Sempit

ABSTRACT

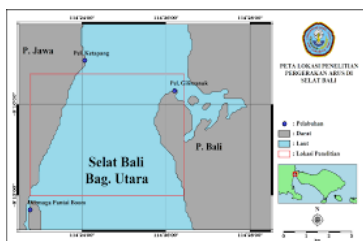
The role of navigational systems in determining a ship's course and position is crucial for ensuring accurate maneuvering and maintaining maritime safety. Radar, as one of the primary navigational instruments based on the principle of Radio Detection and Ranging, functions to detect, measure distance, and identify surrounding objects. Its importance increases significantly when a vessel operates within narrow channels, where limited maneuvering space, dense traffic, and a high risk of collision pose serious challenges. However, radar effectiveness is often reduced by human error, including improper settings, insufficient monitoring of the radar display, and inaccurate decision-making, all of which may lead to navigational hazards. This study aims to identify the factors causing human error in radar operation and to analyze strategies for optimizing radar usage in accordance with applicable onboard procedures. A qualitative approach was employed through observations and interviews conducted over a 12-month sea training period, supported by secondary data including documentation, regulations, and navigational literature. The Fishbone Diagram method was applied to classify the causes of errors into human, method, equipment, environmental, and management aspects. The results indicate that all navigational equipment on both vessels was in normal operating condition; therefore, the collision incident was caused by human error, particularly negligence in navigational watchkeeping and failures in radio communication on the part of KMP Munic. Accordingly, this study is expected to serve as an evaluative basis for watchkeeping officers to enhance safety awareness and accuracy in radar operation, thereby minimizing the risk of accidents in narrow waterways.

Keywords: Radar, Navigations, Fishbone, Narrow Channel

1. PENDAHULUAN

Keselamatan pelayaran merupakan fondasi utama dalam operasional transportasi laut. Dalam dunia maritim modern, keselamatan tidak lagi menjadi aspek tambahan, tetapi menjadi prioritas utama yang harus dipenuhi seluruh unsur pelayaran [1]. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan transportasi laut, sebagai jalur logistik maupun angkutan penumpang, maka tuntutan terhadap teknologi navigasi yang andal dan operator yang berkompeten menjadi semakin besar sehingga membuat perkembangan teknologi navigasi dari masa ke masa telah memberikan perubahan besar terhadap cara sebuah kapal dikendalikan. Pada awal abad ke-20, proses navigasi masih sangat bergantung pada teknik tradisional seperti penggunaan kompas magnetik, serta peta kertas[2]. Seiring berkembangnya kebutuhan keselamatan, teknologi navigasi elektronik kemudian diperkenalkan, termasuk echo sounder, gyro compass, GPS, dan radar. Dari seluruh perangkat tersebut, radar menjadi salah satu yang memberikan dampak signifikan dalam meningkatkan keselamatan pelayaran[3].

Sebagai negara kepulauan, Indonesia dengan 70% wilayahnya berupa perairan memiliki banyak alur pelayaran sempit yang padat, salah satunya adalah Selat Bali[4]. Selat ini merupakan jalur vital bagi transportasi laut yang menghubungkan Pulau Jawa dan Bali, khususnya pada rute Ketapang–Gilimanuk. Setiap hari ratusan kapal feri, kapal barang, kapal nelayan, kapal cepat, dan kapal wisata melintasi jalur ini. Peta selat bali pada gambar 1.1 menampilkan gambaran *visual* kondisi perairan sempit.

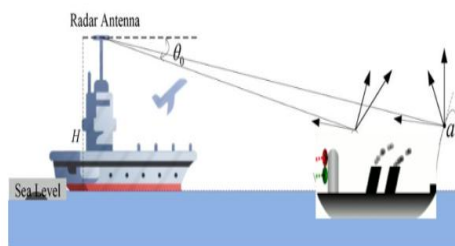


Gambar 1. 1 Peta Selat Bali

Kondisi geografis Selat Bali yang relatif sempit, ditambah dengan arus yang kuat dan cuaca yang tidak menentu, membuat Selat Bali sebagai salah satu alur pelayaran nasional yang dikenal memiliki karakteristik perairan yang cukup kompleks. Arus Selat Bali sering kali kuat dan berubah cepat sesuai dengan fase pasang surut. Banyak kecelakaan laut yang terjadi justru di area sempit dan padat, bukan di

laut lepas[4]. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan ruang gerak kapal, jarak pandang yang sering tertutup hujan, kabut pagi, atau cuaca ekstrem, serta tingginya aktivitas kapal yang lewat. Kecelakaan seperti tubrukan (*collision*), dan kandas (*grounding*). Dalam situasi demikian, radar berfungsi sebagai alat utama untuk memantau posisi relatif kapal terhadap objek lain, daratan, maupun bahaya navigasi di sekitar alur pelayaran[5]. Faktor-faktor tersebut semakin menegaskan pentingnya pengoperasian radar yang optimal, mengingat risiko navigasi meningkat secara signifikan ketika kapal memasuki perairan sempit seperti Selat Bali.

Radar merupakan alat navigasi utama yang berfungsi mendeteksi objek secara otomatis tanpa bergantung pada kondisi visual, sehingga sangat penting terutama saat jarak pandang terbatas akibat kabut, hujan, badai, maupun gelombang tinggi. Di wilayah perairan, Indonesia termasuk wilayah sempit dan padat seperti Selat Bali hal ini membuat radar berperan sebagai perangkat pemantauan situasional yang membantu mencegah tubrukan serta memastikan kelancaran arus lalu lintas kapal [1].

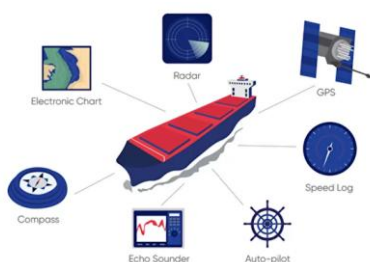


Gambar 1. 2 Prinsip Kerja Radar

Prinsip kerja radar pada gambar 1.2 didasarkan pada pemancaran gelombang elektromagnetik dari ketinggian tertentu di atas permukaan laut. Gelombang ini merambat ke depan dan akan dipantulkan kembali oleh objek seperti kapal atau permukaan laut dengan sudut pantul tertentu [2]. Berdasarkan pantulan tersebut, radar dapat menentukan jarak, arah, dan keberadaan objek di sekitar kapal. Namun, ketepatan informasi yang ditampilkan radar sangat bergantung pada kondisi teknis peralatan serta pengaturan operator. Pengaturan seperti gain, tuning, sea clutter, dan rain clutter harus disesuaikan dengan kondisi perairan dan cuaca agar tampilan radar tetap jelas.

Dalam praktik, terdapat kecelakaan yang terjadi bukan hanya karena kerusakan perangkat, tetapi karena radar tidak digunakan secara optimal atau operator kurang memahami prosedur

pengoperasian[6]. Hal ini menunjukkan bahwa kompetensi perwira jaga menjadi faktor penting dalam keselamatan navigasi[7]. Meskipun radar memiliki kemampuan mendeteksi secara konsisten dalam berbagai kondisi cuaca, perangkat ini tetap memerlukan penguasaan teknis dan ketelitian dalam pemantauan[2]. Oleh karena itu, penggunaan radar harus dilakukan sesuai standar dan regulasi keselamatan termasuk ketentuan SOLAS Chapter V yang menegaskan bahwa peralatan navigasi wajib berada dalam kondisi siap pakai dan digunakan secara tepat[8].



Gambar 1. 3 Alat Navigasi Kapal Menurut Solas Chapter V

Dalam konteks operasional kapal penyeberangan seperti KMP Trisna Dwitya, penggunaan radar tidak dapat diabaikan. Kapal ini beroperasi di Selat Bali yang memiliki karakteristik alur sempit, banyak objek terapung, aktivitas nelayan yang tinggi, serta kondisi perairan yang dapat berubah secara tiba-tiba [9]. Ketika kapal bergerak di malam hari, pada cuaca berkabut, atau dalam kondisi hujan deras, radar menjadi perangkat utama yang membantu nakhoda menentukan langkah-langkah navigasi secara tepat. Untuk memastikan pengoperasian radar dilakukan dengan benar, International Maritime Organization (IMO) telah menetapkan regulasi ketat yang tercantum dalam SOLAS Chapter V[10]. Regulasi ini mengatur persyaratan penggunaan radar sebagai alat bantu navigasi yang wajib digunakan dalam pemantauan situasi pelayaran[11]. SOLAS menekankan bahwa radar harus selalu dioperasikan secara aktif, terutama dalam kondisi tertentu seperti *restricted visibility*, navigasi di alur sempit, perairan padat lalu lintas, serta ketika kapal sedang melakukan manuver kritis. Operator yang bertugas juga wajib memahami cara kerja radar serta mampu menginterpretasikan setiap tampilan radar untuk menghindari kesalahan pengambilan keputusan.

Meskipun radar merupakan perangkat navigasi yang vital, sejumlah insiden di perairan Indonesia masih terjadi akibat pemantauan kondisi lingkungan

yang tidak optimal[2]. Perubahan cuaca yang cepat menuntut perwira jaga untuk melakukan pengamatan radar dan kondisi lingkungan secara cermat. Ketidak cermatan dalam menyesuaikan pengaturan radar dan mengabaikan cuaca buruk, serta kurangnya pemantauan visual lingkungan dapat menurunkan kewaspadaan, terutama di alur pelayaran sempit. Hal ini terlihat pada insiden KMP Tunu Pratama Jaya di Selat Bali ketika kapal berlayar dari Ketapang menuju Gilimanuk. Pada pukul 23.20 WIB di posisi 8°9'32.35"S – 114°25'6.38"E, kapal mengalami distress akibat cuaca buruk ekstrim yang menyebabkan kerusakan mesin. Kondisi ekstrem tersebut seharusnya dapat diantisipasi melalui pemantauan cuaca yang lebih menyeluruh, baik melalui radar maupun informasi meteorologi resmi seperti BMKG. Kurangnya pemantauan lingkungan dan pengoperasian radar secara optimal membuat perwira jaga terlambat mengambil tindakan antisipatif seperti perubahan haluan atau pengurangan kecepatan[12]. Kasus ini menegaskan pentingnya pemantauan cuaca dan pemanfaatan radar secara tepat guna menjaga keselamatan pelayaran di alur sempit seperti Selat Bali[3].



Gambar 1. 4 Angka Kecelakaan Berdasarkan Jenis Peristiwa

Menurut data diatas yang berasal dari Komite Nasional Keselamatan Transportasi, dapat disimpulkan peristiwa kandas kapal memiliki jumlah yang cukup tinggi. Dari tahun 2003 sampai tahun 2017 peristiwa tubrukan mengalami kenaikan yang signifikan tetapi pada tahun 2018 mengalami penurunan. Dilanjutkan dari tahun 2019 sampai tahun 2023 mengalami penurunan yang cukup banyak. Sedangkan kasus kandas terjadi dari tahun 2015 sampai 2018 dan sempat tidak terjadi lagi di tahun 2019 tetapi pada tahun 2020 sampai tahun 2022 mengalami penurunan yang cukup banyak. KNKT menggarisbawahi bahwa sebagian besar kecelakaan bukan hanya disebabkan oleh kerusakan radar, tetapi karena kesalahan manusia dalam mengoperasikan radar. Komite Nasional

Keselamatan Transportasi (KNKT) mencatat sejumlah insiden tabrakan terjadi ketika radar tidak dioperasikan dan tidak dipantau secara berkala saat mendeteksi perubahan posisi relatif kapal lain. Dalam konteks ini kapal penyeberangan yang beroperasi di Selat Bali perlu memiliki standar pengoperasian radar yang sesuai ketentuan[13]. Kondisi tersebut sejalan dengan insiden tabrakan antara KMP Trisna Dwitya dan KMP Munic yang terjadi di perairan Selat Bali pada 17 April 2025. Insiden ini berlangsung pada jalur pelayaran dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi, sehingga menuntut kewaspadaan, ketelitian, serta koordinasi yang optimal dalam pelaksanaan dinas jaga di kapal. Meskipun pada saat kejadian kedua kapal beroperasi dalam kondisi normal, situasi tersebut mencerminkan kompleksitas navigasi di Selat Bali, di mana pemantauan yang optimal terhadap kondisi sekitar kapal serta efektivitas komunikasi antar kapal, menjadi faktor penting dalam menjaga manajemen keselamatan pelayaran[10].

Dalam konteks ini, SOLAS (Safety of Life at Sea) yang dikeluarkan oleh Organisasi Maritim Internasional (IMO) pada bab 5 secara khusus mengatur keamanan navigasi dan mencakup berbagai regulasi untuk meningkatkan keselamatan di laut[3]. Regulasi ini termasuk persyaratan untuk peralatan navigasi, prosedur operasional, dan standar pelatihan. Oleh karena itu, diperlukan analisis menyeluruh mengenai bagaimana prosedur pengoperasian radar diterapkan di KMP Trisna Dwitya. Analisis ini penting untuk mengetahui apakah radar digunakan sesuai dengan SOLAS Chapter V.

Dalam penelitian analisis dilakukan dengan menggunakan metode Fishbone, yaitu suatu pendekatan sistematis yang bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab suatu permasalahan melalui faktor-faktor yang saling berkaitan. Metode ini merepresentasikan hubungan sebab-akibat dalam bentuk diagram tulang ikan, sehingga memudahkan peneliti menelusuri sumber permasalahan. Secara umum, metode Fishbone digunakan untuk menganalisis suatu masalah dengan menguraikannya ke dalam beberapa kategori utama, sehingga proses evaluasi dapat dilakukan secara komprehensif dan objektif, metode Fishbone diterapkan untuk mengidentifikasi penyebab ketidaksesuaian dalam prosedur pengoperasian radar[9]. Melalui pendekatan tersebut, peneliti menelaah berbagai

faktor yang berkontribusi terhadap permasalahan, meliputi aspek manusia, metode kerja, peralatan, manajemen, dan kondisi lingkungan. Penggunaan metode ini diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai faktor-faktor yang memengaruhi tingkat efektivitas penggunaan radar di KMP Trisna Dwitya, sehingga hasil analisis dapat menjadi dasar yang kuat bagi upaya perbaikan dan peningkatan keselamatan pelayaran. Dengan demikian, penelitian yang berjudul “**Analisis Prosedur Pengoperasian Alat Navigasi Radar di KMP Trisna Dwitya Berdasarkan SOLAS Chapter V di Selat Bali dengan Metode Fishbone**” ini diharapkan tidak hanya memberikan analisis akademis, tetapi juga rekomendasi yang dapat digunakan secara langsung oleh perwira kapal dan perusahaan untuk meningkatkan keselamatan pelayaran di masa mendatang.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dalam Karya Ilmiah Terapan (KIT) ini menggunakan metode penulisan deskriptif kualitatif. Menurut Dr. Sapto Maryono, M.Pd. (2021) dalam bukunya *Metodologi Penelitian Kualitatif*, metode deskriptif merupakan pendekatan penelitian yang bertujuan menggambarkan, memaparkan, dan menjelaskan kondisi objek secara apa adanya sesuai dengan situasi nyata pada saat penelitian berlangsung[14]. Sementara itu, pendekatan kualitatif digunakan untuk melakukan pendalaman data sehingga peneliti dapat memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif dan bermakna terhadap fenomena yang diteliti. Selain itu, penelitian ini juga memanfaatkan metode Fishbone (*Ishikawa Diagram*) sebagai alat bantu analisis untuk mengidentifikasi akar penyebab dari permasalahan yang terjadi. Fishbone digunakan untuk mengelompokkan faktor-faktor penyebab ke dalam kategori tertentu, sehingga memudahkan peneliti dalam memahami hubungan antara masalah utama dengan penyebab yang memengaruhinya.

Penelitian dilaksanakan di KMP Trisna Dwitya, yaitu kapal penyeberangan yang beroperasi di Selat Bali pada lintas Ketapang – Gilimanuk. Waktu *sign on* penelitian dilakukan pada tanggal 26 Juli 2024 dan waktu *sign off* pada tanggal 26 Juli 2025 selama kegiatan praktik laut. Data primer penelitian ini melakukan wawancara dengan pihak penanggung jawab kapal yaitu Mualim I, untuk memperoleh informasi mendalam mengenai prosedur pengoperasian radar dan kendala yang dihadapi dalam kapal. Sedangkan data sekunder penelitian ini meliputi *manual book* Radar Furuno Model 1715 yang digunakan untuk memahami spesifikasi teknis

serta prinsip kerja peralatan navigasi di kapal. Teknik pengumpulan data penelitian ini menggunakan observasi, wawancara, dan dokumentasi. Teknik analisis data penelitian ini menggunakan kategori analisis yang lazim dalam metode Fishbone, yaitu: *Man* (SDM/Operator), *Method* (Prosedur atau Standar Operasi), *Machine* (Kondisi Peralatan Radar), *Environment* (Lingkungan Perairan dan Kondisi Operasional), *Material* (Dokumen Pendukung dan Informasi Navigasi), *Management* (Kebijakan dan Pengawasan Operasional)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang diperoleh selama pelaksanaan penelitian di atas kapal KMP Trisna Dwitya. Hasil penelitian disusun berdasarkan data yang dikumpulkan melalui berbagai teknik pengumpulan data, yaitu observasi langsung, wawancara, serta dokumentasi terhadap berita acara kejadian. Data-data tersebut berkaitan dengan pemanfaatan dan prosedur pengoperasian alat navigasi dalam mendukung keselamatan pelayaran. Penyajian hasil penelitian pada gambar 4.6 ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang objektif mengenai kondisi aktual di lapangan, yaitu kejadian tabrakan yang melibatkan KMP Trisna Dwitya dan KMP Munic pada tanggal 17 April 2025. Selanjutnya, hasil penelitian ini menjadi dasar dalam proses analisis untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab permasalahan, khususnya yang berkaitan dengan **faktor manusia (*human error*)** dan penerapan prosedur pengoperasian alat navigasi sesuai ketentuan SOLAS Chapter V, dengan menggunakan metode *Fishbone* (Ishikawa Diagram).

1) Penyajian Data

a. Pengumpulan Data Hasil Observasi

Berdasarkan hasil observasi yang dilaksanakan selama pelaksanaan penelitian di atas kapal KMP Trisna Dwitya, peneliti memperoleh sejumlah data dan temuan yang berkaitan dengan pemanfaatan alat navigasi radar serta perangkat navigasi lainnya dalam **mendukung** keselamatan pelayaran, khususnya saat kapal beroperasi di perairan Selat Bali. Data yang diperoleh meliputi temuan yang bersifat negatif maupun positif, yang didapatkan melalui pengamatan langsung, dokumentasi, serta kajian terhadap berita acara kejadian di atas kapal. Berikut ini disajikan beberapa peristiwa dan temuan yang relevan dengan penelitian:

Berdasarkan berita acara resmi, pada tanggal 17 April 2025, KMP Trisna Dwitya mengalami insiden tabrakan di bagian buritan yang disebabkan oleh KMP Munic. Insiden tersebut terjadi saat KMP Trisna Dwitya berada dalam kondisi mengangapung dan siaga operasional di perairan Selat Bali.

Berdasarkan hasil evaluasi dan keterangan dalam berita acara, diketahui bahwa alat navigasi yang terdapat di KMP Munic berada dalam kondisi

berfungsi dengan baik, sehingga insiden tersebut bukan disebabkan oleh kegagalan peralatan navigasi, melainkan murni akibat kesalahan manusia (*human error*) dalam pengoperasian dan pengawasan navigasi. Insiden tabrakan tersebut mengakibatkan kerusakan pada beberapa bagian kapal, khususnya pada area buritan dan perlengkapan keselamatan, sehingga berdampak terhadap kesiapan operasional kapal serta menimbulkan potensi risiko terhadap keselamatan pelayaran.

Berdasarkan hasil observasi, pada kondisi lalu lintas pelayaran yang padat dan perairan sempit seperti Selat Bali, diperlukan tingkat kewaspadaan yang tinggi dalam pemanfaatan alat navigasi radar dan AIS. Kurangnya pengawasan secara optimal terhadap informasi navigasi, meskipun alat dalam kondisi baik, berpotensi meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan pelayaran.

Ditemukan bahwa pada situasi tertentu, khususnya saat kapal mengangapung atau menunggu giliran operasi di area pelayaran yang ramai, koordinasi serta pemantauan pergerakan kapal lain melalui alat navigasi belum sepenuhnya dimanfaatkan secara maksimal oleh seluruh pihak yang terlibat dalam kegiatan navigasi.

b. Pengumpulan Data Hasil Wawancara

Pengumpulan data dalam penelitian ini juga dilakukan melalui metode wawancara dengan pihak-pihak yang memiliki keterlibatan langsung dalam kegiatan navigasi kapal. Wawancara dilakukan dengan *Chief Officer* (Mualim I) KMP Trisna Dwitya dan *Chief Officer* KMP Munic guna memperoleh informasi yang komprehensif terkait insiden tabrakan yang terjadi pada tanggal 17 April 2025 di perairan Selat Bali. Berdasarkan hasil wawancara dengan *Chief Officer* KMP Trisna Dwitya, diperoleh keterangan bahwa pada saat kejadian berlangsung, pihak kapal telah melakukan pemanggilan dan komunikasi melalui radio VHF sesuai dengan prosedur komunikasi navigasi yang berlaku untuk menyampaikan informasi posisi dan kondisi kapal. Namun demikian, upaya komunikasi tersebut tidak memperoleh tanggapan yang efektif dari pihak KMP Munic, sehingga proses komunikasi antar kapal tidak berjalan sebagaimana mestinya.

Selanjutnya, berdasarkan hasil wawancara dengan *Chief Officer* KMP Munic, dijelaskan bahwa insiden tabrakan tersebut terjadi akibat kesalahan manusia (*human error*) yang dilakukan oleh salah satu awak kapal yang sedang melaksanakan dinas jaga navigasi. Kesalahan tersebut berdampak pada terjadinya gangguan komunikasi berupa keterlambatan respons atau *miss communication*, meskipun seluruh perangkat

navigasi dan komunikasi kapal berada dalam kondisi berfungsi normal.

c. Analisis Data Menggunakan Metode Fishbone

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Fishbone* (Ishikawa Diagram) untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya permasalahan dalam pengoperasian alat navigasi radar yang berimplikasi terhadap keselamatan pelayaran. Metode Fishbone dipilih karena mampu menggambarkan hubungan sebab-akibat secara sistematis dan terstruktur, sehingga memudahkan peneliti dalam menelusuri akar penyebab (*root cause*) dari suatu kejadian. Permasalahan utama (*main problem*) yang dianalisis dalam penelitian ini adalah terjadinya insiden tabrakan antara KMP Trisna Dwitya dan KMP Munic pada tanggal 17 April 2025 di perairan Selat Bali, meskipun seluruh alat navigasi pada kedua kapal berada dalam kondisi berfungsi normal. Dengan demikian, fokus analisis tidak diarahkan pada kerusakan peralatan, melainkan pada faktor-faktor lain yang memengaruhi efektivitas pemanfaatan alat navigasi radar sesuai ketentuan SOLAS Chapter V. Dalam analisis Fishbone ini, faktor penyebab dikelompokkan ke dalam beberapa kategori utama, yaitu *Man* (Manusia), *Method* (Metode/Prosedur), *Machine* (Peralatan), dan *Environment* (Lingkungan).

a. Penetapan Masalah Utama (Main Problem)

Masalah utama (*effect*) dalam analisis Fishbone ini adalah:

“Terjadinya insiden tabrakan buritan KMP Trisna Dwitya oleh KMP Munic di perairan Selat Bali.”

Masalah ini dianalisis dengan mempertimbangkan bahwa:

- 1) KMP Trisna Dwitya berada dalam kondisi mengapung dan siaga,
- 2) Alat navigasi kedua kapal berfungsi normal,
- 3) Komunikasi radio telah diupayakan oleh pihak KMP Trisna Dwitya,
- 4) Insiden terjadi akibat human error dari pihak KMP Munic.

b. Analisis Faktor Penyebab Berdasarkan Fishbone

1) Faktor *Man* (Manusia)

Faktor manusia merupakan penyebab dominan dalam insiden ini. Secara teknis, kesalahan manusia terjadi pada tahap

pengawasan navigasi (*watchkeeping*) dan pengambilan keputusan (*decision making*).

Berdasarkan hasil wawancara dan evaluasi kejadian, awak kapal KMP Munic tidak melakukan pemantauan radar dan AIS secara optimal, serta tidak merespons komunikasi radio VHF yang telah dilakukan oleh KMP Trisna Dwitya. Hal ini mengindikasikan adanya kelalaian dalam pelaksanaan dinas jaga navigasi, yang bertentangan dengan prinsip SOLAS Chapter V. Selain itu, kegagalan dalam menjaga komunikasi antar kapal menunjukkan lemahnya koordinasi antar awak jaga, sehingga informasi posisi dan kondisi KMP Trisna Dwitya tidak ditindaklanjuti secara tepat waktu.

2) Faktor *Method* (Metode/Prosedur)

Faktor metode berkaitan dengan penerapan prosedur operasional navigasi dan komunikasi. Secara prosedural, penggunaan radar, AIS, dan radio VHF telah diatur dengan jelas dalam SOP dan regulasi internasional. Namun, dalam insiden ini, prosedur tersebut tidak diterapkan secara optimal oleh pihak KMP Munic.

Kurangnya respons terhadap panggilan radio, serta tidak dilakukannya tindakan pencegahan dini seperti perubahan haluan atau pengurangan kecepatan, menunjukkan bahwa prosedur komunikasi dan penghindaran tubrakan tidak dijalankan sebagaimana mestinya. Hal ini memperkuat indikasi bahwa permasalahan terletak pada **pelaksanaan prosedur**, bukan pada ketiadaan prosedur itu sendiri.

3) Faktor *Machine* (Peralatan)

Dari sisi teknis peralatan, seluruh alat navigasi baik di KMP Trisna Dwitya maupun KMP Munic, seperti radar, AIS, GPS, dan radio VHF, berada dalam kondisi **berfungsi normal**. Radar mampu mendeteksi target kapal, AIS menampilkan identitas dan posisi kapal, serta radio VHF berada dalam kondisi siaga pada kanal darurat dan umum.

Dengan demikian, faktor mesin atau peralatan bukan merupakan penyebab langsung terjadinya insiden. Namun, temuan ini menegaskan bahwa peralatan navigasi hanya berfungsi sebagai alat bantu, dan efektivitasnya sangat bergantung pada kemampuan manusia dalam menginterpretasikan dan merespons informasi yang tersedia.

4) Faktor *Environment* (Lingkungan)

Faktor lingkungan turut berkontribusi terhadap meningkatnya risiko pelayaran. Selat Bali merupakan perairan sempit dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi, khususnya kapal penyeberangan. Kondisi ini menuntut kewaspadaan ekstra serta pemantauan navigasi secara berkelanjutan.

Dalam kondisi lingkungan seperti ini, keterlambatan respons atau kelalaian kecil dapat berujung pada kecelakaan pelayaran. Oleh karena itu, faktor lingkungan berperan sebagai faktor pendukung yang memperbesar dampak dari kesalahan manusia yang terjadi.

5) Faktor *Management* (Pengawasan dan Organisasi)

Faktor manajemen mencakup pengawasan internal terhadap pelaksanaan dinas jaga, disiplin awak kapal, serta budaya keselamatan (*safety culture*). Kurangnya pengawasan terhadap kepatuhan prosedur jaga navigasi dapat menyebabkan awak kapal bekerja tanpa kontrol yang memadai.

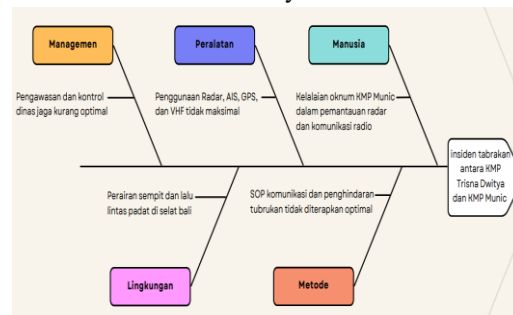
Meskipun tidak ditemukan pelanggaran administratif secara langsung, lemahnya pengawasan terhadap kualitas dinas jaga dan komunikasi menjadi faktor tambahan yang memengaruhi terjadinya insiden.

Tabel 4. 1 Analisis Fishbone

Faktor	Temuan Teknis	Dampak terhadap Kejadian
Man (Manusia)	Kelalaian awak KMP Munic dalam pemantauan radar dan komunikasi radio	Menjadi penyebab utama
Method (Prosedur)	SOP komunikasi dan penghindaran tubrukan tidak diterapkan optimal	Meningkatkan risiko tabrakan
Machine (Peralatan)	Penggunaan Radar, AIS, GPS, dan VHF tidak maksimal	penyebab komunikasi kurang maksimal
Environment (Lingkungan)	Perairan sempit dan lalu lintas padat	Memperbesar dampak kesalahan manusia
Management (Manajemen)	Pengawasan dan kontrol dinas jaga kurang optimal	Faktor pendukung terjadinya insiden

Berdasarkan hasil analisis Fishbone yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa akar penyebab utama (root cause) terjadinya insiden tabrakan antara KMP Trisna Dwitya dan KMP Munic adalah faktor manusia (*human error*), yang diperkuat oleh kurang optimalnya penerapan prosedur komunikasi dan pengawasan navigasi. Faktor peralatan tidak menjadi penyebab utama karena seluruh alat navigasi berada dalam kondisi berfungsi normal, sedangkan faktor lingkungan berperan sebagai kondisi yang meningkatkan tingkat risiko pelayaran.

Analisis ini menunjukkan bahwa peningkatan keselamatan pelayaran tidak hanya bergantung pada ketersediaan dan kelayakan alat navigasi, tetapi juga sangat ditentukan oleh kualitas sumber daya manusia, kedisiplinan dalam penerapan prosedur, serta efektivitas komunikasi navigasi. Oleh karena itu, hasil analisis Fishbone ini menjadi dasar dalam perumusan rekomendasi perbaikan guna meningkatkan penerapan SOLAS Chapter V dalam pengoperasian alat navigasi radar di KMP Trisna Dwitya.



Gambar 4. 1 Diagram Fishbone

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data yang diperoleh melalui observasi langsung di atas kapal KMP Trisna Dwitya, wawancara dengan perwira kapal terkait, serta kajian terhadap berita acara insiden, penelitian ini membahas secara komprehensif faktor-faktor penyebab terjadinya insiden tabrakan antara KMP Trisna Dwitya dan KMP Munic di perairan Selat Bali pada tanggal 17 April 2025. Analisis dilakukan menggunakan metode *Fishbone* (Ishikawa Diagram) sebagai bagian guna mengidentifikasi hubungan sebab-akibat secara sistematis terhadap permasalahan yang diteliti.

Pembahasan difokuskan pada efektivitas penerapan pengoperasian alat navigasi radar dan perangkat navigasi lainnya berdasarkan ketentuan

SOLAS Chapter V, dengan penekanan bahwa insiden tidak disebabkan oleh kegagalan teknis peralatan, melainkan oleh faktor manusia dan penerapan prosedur operasional yang tidak optimal.

1) Analisis Teknis Penyebab Insiden Tabrakan

Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh alat navigasi utama yang terdapat di anjungan KMP Trisna Dwitya maupun KMP Munic, seperti radar, *Automatic Identification System (AIS)*, *Global Positioning System (GPS)*, dan radio VHF, berada dalam kondisi berfungsi normal pada saat kejadian. Kondisi ini menegaskan bahwa secara teknis, kedua kapal telah memenuhi persyaratan kelengkapan dan kelayakan alat navigasi sebagaimana diatur dalam *SOLAS Chapter V Regulation 19* mengenai *carriage requirements for shipborne navigational systems and equipment*.

Meskipun demikian, terjadinya tabrakan mengindikasikan adanya kegagalan dalam pemanfaatan informasi navigasi yang tersedia. Berdasarkan hasil evaluasi, akar permasalahan utama (*root cause*) insiden ini adalah *human error*, khususnya pada pihak KMP Munic, yang berkaitan dengan kelalaian dalam pelaksanaan dinas jaga navigasi (*watchkeeping*). Kelalaian tersebut meliputi kurang optimalnya pemantauan radar dan AIS, serta tidak adanya respons yang memadai terhadap panggilan komunikasi radio VHF yang telah dilakukan oleh pihak KMP Trisna Dwitya.

Dalam konteks teknis navigasi, kegagalan menjaga pengamatan yang efektif bertentangan dengan ketentuan *SOLAS Chapter V Regulation 14*, yang mewajibkan setiap kapal untuk mempertahankan pengamatan yang terus-menerus dengan memanfaatkan seluruh sarana yang tersedia, baik secara visual maupun melalui alat bantu navigasi elektronik.

2) Evaluasi Penerapan Prosedur Navigasi dan Komunikasi

Dari sisi prosedural, penggunaan radar dan AIS seharusnya menjadi sarana utama dalam mendeteksi, memantau, dan mengevaluasi pergerakan kapal lain di sekitar, terutama pada perairan sempit dengan kepadatan lalu lintas tinggi seperti Selat Bali. Informasi jarak, baringan, kecepatan, dan arah gerak target kapal yang ditampilkan pada radar dan AIS harus dianalisis secara berkelanjutan untuk mengantisipasi potensi risiko tabrakan.

Pada saat kejadian, KMP Trisna Dwitya telah melakukan langkah-langkah pencegahan sesuai

prosedur, antara lain dengan menempatkan kapal pada posisi aman, menjaga kesiapsiagaan alat navigasi, serta melakukan komunikasi radio VHF pada kanal umum untuk memberikan peringatan kepada kapal lain di sekitar. Namun, kurangnya respons dari pihak KMP Munic mengindikasikan adanya kegagalan komunikasi dan koordinasi antar kapal.

Kondisi ini menunjukkan bahwa prosedur komunikasi radio, yang merupakan bagian integral dari sistem keselamatan navigasi, tidak diterapkan secara efektif oleh pihak KMP Munic. Dalam praktik navigasi, kegagalan komunikasi dapat menyebabkan keterlambatan pengambilan keputusan dan mempersempit waktu reaksi, sehingga meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan pelayaran.

3) Pengaruh Faktor Lingkungan dan Manajemen Keselamatan

Faktor lingkungan pelayaran turut berkontribusi sebagai faktor pendukung terjadinya insiden. Selat Bali dikenal sebagai perairan sempit dengan arus lalu lintas kapal penyeberangan yang padat dan dinamis. Kondisi ini menuntut tingkat kewaspadaan yang tinggi, pemantauan navigasi secara intensif, serta koordinasi yang efektif antar kapal di area.

Selain itu, dari perspektif manajemen keselamatan, pengawasan terhadap pelaksanaan dinas jaga navigasi memiliki peranan penting dalam mencegah terjadinya kecelakaan. Lemahnya pengawasan dan kontrol terhadap disiplin awak kapal, khususnya dalam menjaga kontinuitas pemantauan dan komunikasi, dapat memperbesar kemungkinan terjadinya *human error*. Oleh karena itu, sistem manajemen keselamatan di atas kapal perlu memastikan bahwa setiap perwira jaga menjalankan tugasnya sesuai dengan standar operasional dan regulasi yang berlaku.

4) Solusi Teknis Berdasarkan Diagram Fishbone

Berdasarkan hasil diagram *fishbone*, solusi teknis yang dapat diterapkan untuk mencegah terulangnya insiden serupa antara lain:

a. Peningkatan Kompetensi dan Profesionalisme Perwira Jaga

Perwira kapal harus memiliki kompetensi yang memadai dalam mengoperasikan dan memanfaatkan alat navigasi secara efektif. Pelatihan berkelanjutan sesuai ketentuan *STCW 1978 as amended Chapter II* perlu

difokuskan pada penguatan keterampilan *watchkeeping*, interpretasi data radar dan AIS, serta pengambilan keputusan navigasi dalam kondisi lalu lintas padat.

b. Penguatan Disiplin Dinas Jaga dan Komunikasi Navigasi

Disiplin dalam menjaga pengamatan dan merespons komunikasi radio harus menjadi prioritas utama. Setiap panggilan radio yang diterima wajib ditindaklanjuti secara cepat dan tepat untuk mencegah miskomunikasi yang dapat berdampak pada keselamatan pelayaran.

c. Optimalisasi Pemanfaatan Sistem Navigasi Terpadu

Informasi dari radar, AIS, dan GPS harus dianalisis secara baik sebagai dasar pengambilan keputusan navigasi. Pemanfaatan alat navigasi yang terintegrasi akan meningkatkan situational awareness perwira jaga terhadap kondisi sekitar kapal.

d. Peningkatan Pengawasan dan Budaya Keselamatan

Nakhoda sebagai pemegang otoritas tertinggi di atas kapal perlu melakukan pengawasan aktif terhadap kinerja perwira jaga. Evaluasi rutin, safety meeting, serta audit internal merupakan langkah penting untuk memastikan bahwa prosedur navigasi dijalankan secara konsisten dan sesuai regulasi.

5) **Implikasi Pembahasan terhadap Keselamatan Pelayaran**

Pembahasan ini menegaskan bahwa keberadaan alat navigasi yang lengkap dan berfungsi normal belum tentu menjamin keselamatan pelayaran apabila tidak diimbangi dengan kompetensi sumber daya manusia dan penerapan prosedur yang disiplin. Insiden tabrakan antara KMP Trisna Dwitya dan KMP Munic menjadi contoh nyata bahwa *human error* masih merupakan faktor dominan dalam kecelakaan pelayaran. Oleh karena itu, upaya peningkatan keselamatan pelayaran harus diarahkan pada penguatan aspek manusia, pengawasan manajemen keselamatan, serta optimalisasi pemanfaatan alat navigasi sesuai dengan ketentuan SOLAS Chapter V, guna mencegah terjadinya kecelakaan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengolahan data, serta pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya mengenai “Analisis Prosedur Pengoperasian Alat Navigasi Radar di KMP Trisna Dwitya Berdasarkan SOLAS Chapter V di Selat Bali dengan Metode Fishbone”, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Insiden tabrakan antara KMP Trisna Dwitya dan KMP Munic di perairan Selat Bali pada tanggal 17 April 2025 disebabkan oleh faktor human error, khususnya kelalaian dalam pelaksanaan dinas jaga navigasi dan kegagalan komunikasi dari pihak KMP Munic. Hasil analisis menunjukkan bahwa kesalahan tersebut berkaitan dengan kurang optimalnya pemantauan radar dan AIS serta tidak adanya respons yang memadai terhadap panggilan radio VHF yang telah dilakukan oleh KMP Trisna Dwitya. Kondisi alat navigasi pada KMP Trisna Dwitya maupun KMP Munic berada dalam keadaan berfungsi normal. Perangkat navigasi utama seperti radar, AIS, GPS, dan radio VHF telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam SOLAS Chapter V, sehingga tidak ditemukan adanya kegagalan teknis peralatan yang menjadi penyebab langsung terjadinya insiden.
2. Penerapan prosedur pengoperasian alat navigasi dan komunikasi belum sepenuhnya dilaksanakan secara optimal, terutama dalam menjaga pengamatan yang efektif dan koordinasi antar kapal di perairan sempit dan padat lalu lintas. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas alat navigasi sangat bergantung pada kompetensi dan kewaspadaan perwira jaga dalam menginterpretasikan serta menindaklanjuti informasi navigasi.
3. Faktor lingkungan pelayaran di Selat Bali yang merupakan perairan sempit dengan tingkat kepadatan lalu lintas kapal penyeberangan yang tinggi, turut berperan sebagai faktor pendukung yang memperbesar risiko terjadinya kecelakaan pelayaran apabila tidak diimbangi dengan pengawasan navigasi yang ketat dan komunikasi yang efektif. Metode *Fishbone* efektif dalam mengidentifikasi akar permasalahan insiden, dengan menunjukkan bahwa faktor manusia menjadi penyebab utama, sementara faktor metode, lingkungan, dan manajemen berperan sebagai faktor

pendukung, serta faktor peralatan bukan merupakan penyebab langsung kejadian tabrakan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Kurnia, E. Nurmala, D. V. Hartati, H. R. Dahlan, and M. F. Balqia, "Use of Radar to Enhance Shipping Safety on the MV. Tanto Salam," *ALTAIR J. Transp. dan Bahari*, vol. 1, no. 2, pp. 1–8, Dec. 2024, doi: 10.62554/a3r24886.
- [2] Dotulung and A. Mantiri, "Fungsi Radar Surveillance IMSS dalam Mendukung Pengamanan Pelayaran di Selat Sunda (ALKI I)," *J. Marit. Indones.*, vol. 8, no. 1, pp. 7–13, 2020.
- [3] Meti Kendek, Nurwahidah, Aries Allo Layok, and Siti Zulaikah, "PERANAN ECDIS DALAM MENUNJANG KEAMANAN NAVIGASI DAN KESELAMATAN PELAYARAN," *J. VENUS*, vol. 5, no. 9, pp. 84–96, May 2023, doi: 10.48192/vns.v5i9.652.
- [4] N. K. Y. K. Sari, R. A. Amrullah, A. K. Gupron, and B. Nugraha, "Analisis Pelayanan Jasa Laporan Kedatangan dan Keberangkatan Kapal (LK3) Terhadap Peningkatan Jumlah Kedatangan Kapal RO-RO (Roll-On/ Roll Off) di Pelabuhan Tanjung Perak," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 4, no. 2, pp. 475–482, Jun. 2025, doi: 10.55826/jtmit.v4i2.690.
- [5] B. R. Mahafza, *Radar Systems Analysis and Design Using MATLAB*. CRC Press, 2020.
- [6] A. A. I. S. Wahyuni, M. I. Firdaus, and E. W. Ardhi, "Identification of Passenger Ship Accident Risk Management with Hazard and Operational Analysis (HAZOP) Approach Riviewed From A Human Resources Perspeptive," *Kapal J. Ilmu Pengetah. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 22, no. 3, pp. 220–231, 2025.
- [7] P. P. Indonesia, *Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 5 Tahun 2010 tentang Kenavigasian*. Indonesia: LN. 2010 No. 8, TLN No. 5093, LL SETNEG, 2010, p. 60.
- [8] P. P. Indonesia, *Undang-undang (UU) Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran*. Indonesia: LN.2008/NO.64, TLN NO.4849, LL SETNEG, 2008.
- [9] R. Haryani, S. S. Bungin, and M. Ilham, "Analisis Pengoperasian Radar pada Kapal Saat Berlayar," *HENGKARA MAJAYA*, vol. 3, no. 1, 2023.
- [10] A. A. I. S. Wahyuni, M. I. Firdaus, and E. W. Ardhi, "Identification of Passenger Ship Accident Risk Management with Hazard and Operational Analysis (HAZOP) Approach Riviewed From A Human Resources Perspeptive," *Kapal J. Ilmu Pengetah. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 22, no. 3, pp. 220–231, Nov. 2025, doi: 10.14710/kapal.v22i3.75830.
- [11] M. I. Skolnik, *Radar Handbook*. New York: McGraw-Hill Education, 2008.
- [12] A. Hanafi, "Manajemen Risiko Bahaya Navigasi Pada Kapal Laut," *J. Marit.*, vol. 12, no. 3, pp. 45–53, 2020.
- [13] A. A. I. S. Wahyuni, D. Wahdiana, S. Hasugian, and A. A. I. S. B. Paramitha, "Analisis Human Error terhadap penggunaan Peralatan Komunikasi dan Navigasi Kapal Sebagai Penyebab Kecelakaan Kerja," *INFOKES J. Ilm. Rekam Medis dan Inform. Kesehat.*, vol. 11, no. 1, 2021, doi: <https://doi.org/10.47701/infokes.v11i1.1049>.
- [14] Ibrahim, *Metode Penelitian Kualitatif: Panduan Penelitian beserta Contoh Proposal Penelitian Kualitatif*. Pontianak, 2015.