

**OPTIMALISASI PERALATAN NAVIGASI DI ANJUNGAN UNTUK
POSISI BERLABUH JANGKAR DALAM PERSIAPAN BONGKAR MUAT
SECARA STS DI MV. LUMOSO JAYA**



FIRMAN BINTANG PAMUNGKAS

21.41.129

NAUTIKA

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN POLITEKNIK
ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2025**

**OPTIMALISASI PERALATAN NAVIGASI DI ANJUNGAN UNTUK
POSISI BERLABUH JANGKAR DALAM PERSIAPAN BONGKAR MUAT
SECARA STS DI MV. LUMOSO JAYA**

Skripsi

Sebagai Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program
Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi Nautika

Disusun dan Diajukan Oleh

FIRMAN BINTANG PAMUNGKAS

NIT. 21.41.129

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN POLITEKNIK
ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2025**

SKRIPSI

OPTIMALISASI PERALATAN NAVIGASI DI ANJUNGAN UNTUK POSISI BERLABUH JANGKAR DALAM PERSIAPAN BONGKAR MUAT SECARA STS DI MV. LUMOSO JAYA

FIRMAN BINTANG PAMUNGKAS

NIT : 21.41.129

Telah di pertahankan didepan Panitia Ujian Skripsi

Pada tanggal 12 September 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Capt. OKTAVERA SULISTIANA, MT., M.Mar.

NIP. 197710031998082001

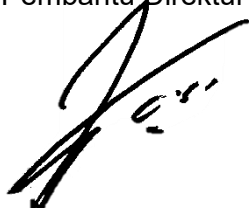


Capt. SULTAN, M.M., Mar.

NIP. 196802022002121001

Mengetahui :

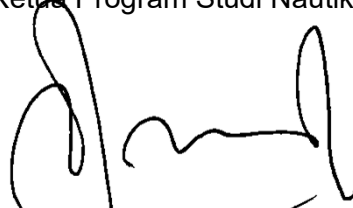
A.n Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I



Capt. FAJAL SARANSI, M.T., M.Mar.

NIP. 197503291999031002

Ketua Program Studi Nautika



SUBEHANA RACHMAN, S.A.P., M.Adm.S.D.A.

NIP. 197809082005022001

PRAKATA

Puji syukur kepada Allah SWT berkat Rahmat, Hidayat, dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian ini dengan judul “Optimalisasi peralatan navigasi di anjungan untuk posisi berlabuh jangkar dalam persiapan bongkar muat secara STS di MV. LUMOSO JAYA”. Laporan penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada program Diploma IV Program Studi Nautika, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

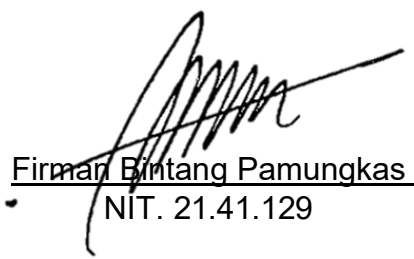
Peneliti menyadari dalam penyusunan penelitian ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Capt. Rudy Susanto, M.Pd. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar., selaku Pembantu Direktur I Politeknik Ilmu pelayaran Makassar
3. Bapak Capt. Hadi Setiawan, M.T., M.Mar., selaku Pembantu Direktur II Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
4. Capt. Oktavera Sulistiana, MT., M.Mar. selaku Pembantu Direktur III dan Dosen Pembimbing I pada Skripsi Peneliti
5. Capt. Sultan, M.M., M.Mar.,. Selaku Dosen Pembimbing II pada Skripsi Peneliti.
6. Para Dosen dan Staff Pengajar Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan petunjuk dan bimbingan hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
7. Kedua Orang tua peneliti, Ayahanda Hardi Sujadi yang selalu menjadi inspirasi dan panutan. Ibunda Susi Armawati atas ketulusan doa, dukungan, semangat serta usaha yang selalu dilakukan.
8. Teruntuk saudara-saudara dan sahabat-sahabat peneliti yang selalu memberikan *support* serta semangat.

9. Kepada *senior, junior* dan rekan Taruna/i Poltikenik Ilmu Pelayaran Makassar khususnya angkatan XLII atas kebersamaan dan dukungannya selama ini.
10. Direktur dan segenap staff PT. Lumoso Pratama Line serta seluruh *crew* kapal MV. LUMOSO JAYA yang telah memberikan pengalaman dan pelajaran yang sangat membantu untuk menyelesaikan penelitian skripsi ini.

Penelitian ini tentunya masih memiliki kekurangan mengingat keterbatasan pengetahuan dan pengalaman peneliti. Dengan demikian, kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan untuk menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata, peneliti berharap bahwa skripsi ini tidak hanya dapat memberikan manfaat pribadi bagi pengembangan wawasan peneliti, tetapi juga bermanfaat bagi pembaca yang berkepentingan. Semoga skripsi ini menjadi pijakan awal untuk pengembangan lebih lanjut di masa mendatang.

Peneliti


Firman Bintang Pamungkas
NIT. 21.41.129

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Firman Bintang Pamungkas

Nit : 21.41.129

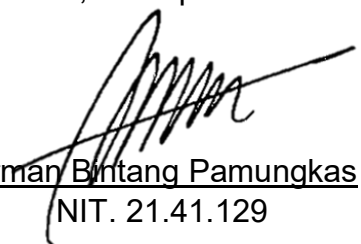
Program Studi : Nautika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul

OPTIMALISASI PERALATAN NAVIGASI DI ANJUNGAN UNTUK POSISI BERLABUH JANGKAR DALAM PERSIAPAN BONGKAR MUAT SECARA STS DI MV. LUMOSO JAYA

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam skripsi ini, kecuali tema dan peneliti yang nyatakan kutipan, merupakan ide yang peneliti susun sendiri. Jika pernyataan diatas terbukti sebaliknya, maka peneliti bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 12 September 2025



Firman Bintang Pamungkas
NIT. 21.41.129

ABSTRAK

FIRMAN BINTANG PAMUNGKAS, “*Optimalisasi* Peralatan Navigasi di anjungan untuk posisi Berlabuh Jangkar dalam persiapan Bongkar Muat secara STS di MV. Lumoso Jaya” (dibimbing oleh Capt. Oktavera Sulistiana dan Capt. SULTAN)

Keakuratan peralatan navigasi untuk posisi berlabuh jangkar merupakan faktor kunci dalam memastikan keselamatan dan efisiensi operasional kapal, terutama dalam persiapan bongkar muat secara *Ship-to-Ship* (STS). Kesalahan dalam penentuan posisi dapat menyebabkan ketidakstabilan kapal, meningkatkan risiko gesekan antar kapal, serta menghambat kelancaran operasional proses bongkarmuat secara *Ship-to-Ship* STS.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran atau performa peralatan navigasi seperti *AIS*, *GPS*, *ECDIS*, *Radar*, dan *Echosounder* dalam menentukan posisi berlabuh jangkar serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi akurasi kegiatan olah gerak selama proses berlabuh jangkar sebelum proses STS dengan tongkang dilaksanakan. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif. Proses analisis melalui deskripsi kualitatif atas hasil observasi kegiatan operasional, wawancara dengan kru di anjungan selama proses olah gerak berlabuh, serta analisis data historis dari sistem navigasi di anjungan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan yang terjadi pada *Echosounder* tidak berpengaruh secara signifikan terhadap keakuratan penentuan posisi berlabuh berkat keberadaan alat-alat lainnya dalam sistem navigasi di anjungan.

Fungsi *Echosounder* dalam menentukan kontur dan kedalaman air laut di tempat berlabuh dapat digantikan fungsinya dengan keberadaan *ECDIS*. Keandalan sistem navigasi di kapal akan maksimal jika proses kalibrasi dan update dilakukan secara rutin. Kegiatan pemeliharaan dan perbaikan atas peralatan yang rusak atau tidak berfungsi harus dilaksanakan pada kesempatan pertama begitu kerusakan teridentifikasi.

Kata Kunci: *Optimalisasi, Peralatan Navigasi, Echosounder, ECDIS*

ABSTRACT

FIRMAN BINTANG PAMUNGKAS *"Optimize the bridge navigation equipment for anchor positions in the preparation of the unloading coal in the MV. Lumoso jaya "(guided by Capt Oktavera Sulistiana and Capt Sultan)*

The accuracy of navigational tools for anchor anchor positions is a key factor in ensuring the ship's safety and operational efficiency, especially in the preparation of ship-to-ship loading (STS). Errors in positioning can lead to ship instability, increase the risk of friction between ships, and obstructing the operational capability of ship-to-ship STS.

The study aims to identify the roles or performance of navigational devices such as ais, GPS, ecdis, radar, and echosounders in determining anchor anchor anchor positions and identifying factors that affect the accuracy of motion activities during anchor anchor before the bottline of STS. The kind of research used was qualitative research. The analysis process through a qualitative description of operations observation, interviews with the crew on the bridge during berthing motion, and historical data analysis of the navigation system on the bridge.

Studies indicate that the damage done to echosounders did not significantly affect the accuracy of anchored positives thanks to the presence of other instruments in the navigation system on the bridge.

Echosounder's function in connection with contour and the depth of seawater at a port can be replaced by ecdis. The ship's navigation system's reliability is maximum if calibration and update processes are routine.

Keywords: Optimization, navigation equipment, echosounder, ecdis

DAFTAR ISI

PRAKATA	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Peran Alat Navigasi Bagi Keselamatan Pelayaran	5
B. Alat Navigasi Sesuai Dengan Ketentuan SOLAS <i>Chapter V</i> Tentang <i>Safety Navigation</i>	6
C. Faktor yang mempengaruhi performa Alat Navigasi	29
D. Berlabuh Jangkar	31
E. Bongkar Muat dengan cara STS	40
F. Kerangka Pikir	43
BAB III METODE PENELITIAN	44
A. Jenis Penelitian	44
B. Definisi Operasional Variable	44
C. Teknik Pengumpulan Data	46
D. Teknik Analisis Data	46
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	47
A. Hasil Penelitian	49
B. Pembahasan	57

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	66
A. Kesimpulan	66
B. Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	70
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	78

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
2.1. <i>GPS (Global Position System)</i>	6
2.2. <i>Radar (Radar Detection And Ranging)</i>	8
2.3. Baringan dengan Baringan	9
2.4. Baringan dengan Baringan	10
2.5. Jarak dengan Jarak	10
2.6. Fitur tombol <i>Radar</i>	11
2.7. <i>(Automatic Identification System)</i>	16
2.8. <i>(Electronic Chart Display and Information System)</i>	19
2.9. <i>Echosounder</i>	22
2.10. <i>Multibeam Echosounder</i>	24
2.11. <i>Singlebeam Echosounder</i>	25
2.12. Kerangka Pikir	43
4.1. Penggunaan <i>ECDIS</i>	53
4.2. Kerusakan statistic paper pada <i>Echosounder</i>	56
4.3. Kelancaran BongkarMuat secara <i>STS</i>	59

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
4. 1 Rangkuman hasil penelitian	60

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1.1. Kerusakan <i>statistic paper</i> pada <i>Echosounder</i>	71
1.2. Tampilan <i>Radar</i> saat Memasuki Alur	72
1.3. <i>Checklist</i> Sebelum Memasuki Alur	73
1.4. Wawancara dengan Mualim II	74
1.5. Wawancara dengan Mualim II	73
1.6. <i>Ship Particular</i> MV. Lumoso Jaya	76
1.7. <i>Crew List</i> MV. Lumoso Jaya	77

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kegiatan *Ship-to-Ship (STS) Transfer* muatan curah kering, seperti batu bara, bijih besi, atau gandum, merupakan operasi logistik maritim yang esensial. Proses ini melibatkan pemindahan kargo antara dua atau lebih kapal *Bulk Carrier* yang berdekatan di laut. Keberhasilan operasi (*STS*) sangat bergantung pada perencanaan dan pelaksanaan yang matang, dengan fokus utama pada tiga aspek krusial keselamatan, efisiensi, dan minimalisasi dampak lingkungan. Dalam konteks ini, navigasi kapal yang akurat dan andal memegang peranan yang sangat vital, terutama dalam memastikan *Manuver* yang aman saat kapal saling mendekat dan mempertahankan posisi yang stabil selama proses bongkar muat berlangsung. (Mv et al., 2024)

Peralatan navigasi modern merupakan jantung dari kemampuan kapal untuk menentukan arah dan posisinya secara tepat. Sistem seperti *Global Positioning System (GPS)* menyediakan data posisi dengan akurasi tinggi, yang memungkinkan nahkoda dan pandu untuk mengontrol jarak dan sudut pendekatan antar kapal selama operasi *STS* dengan aman. Selain itu, informasi dari *Radar* berperan penting dalam mendeteksi dan melacak kapal-kapal lain di sekitar area operasi, sehingga meminimalkan risiko tabrakan. Dalam operasi *Ship-to-Ship (STS)*, *Echosounder* berfungsi krusial dengan menyediakan informasi kedalaman perairan di bawah kapal secara akurat, yang esensial untuk memastikan keselamatan navigasi selama *Manuver* pendekatan dan *Transfer* muatan dengan terus memantau kedalaman guna mencegah kandas akibat perubahan kondisi perairan atau pergerakan kapal, membantu penentuan posisi aman terutama di area batimetri kompleks, mendeteksi bahaya bawah air, dan memverifikasi peta laut.

Oleh karena itu, keselamatan pelayaran adalah fondasi utama dalam setiap kegiatan operasional kapal, terutama mengingat kompleksitas dan potensi bahaya lingkungan maritim. Dalam konteks operasi *Ship-to-Ship*, penentuan posisi kapal secara akurat bukan hanya menjadi faktor keselamatan, tetapi juga secara langsung memengaruhi efisiensi proses *Transfer* muatan. Operasi *Ship-to-Ship* yang aman dan efisien memiliki dampak ekonomi yang signifikan, memfasilitasi kelancaran perdagangan maritim dan rantai pasok logistik global.

Selama proses bongkar muat di kapal *Bulk Carrier*, peran peralatan navigasi sangat krusial. Meskipun kapal curah kering yang terlibat dalam *STS* umumnya tidak dilengkapi dengan sistem *Dynamic Positioning (DP)* yang canggih seperti pada kapal *tanker* atau *LNG*, pemantauan posisi dan heading secara terus-menerus menggunakan *GPS/DGPS* menjadi sangat krusial. Pergerakan relatif antar kapal akibat kondisi lingkungan laut, seperti gelombang dan arus, dapat menimbulkan risiko signifikan terhadap keamanan operasi *Transfer*.

Sebagai contoh mengenai pentingnya pemahaman dan optimalisasi peralatan navigasi, penelitian yang dilakukan oleh Violinda Anji (2021) menyoroti kasus di kapal MV. HI 01. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kurangnya pemahaman awak kapal dalam memanfaatkan peralatan navigasi untuk menentukan kedalaman perairan dan posisi berlabuh yang akurat dapat berakibat fatal, seperti kejadian kapal menjadi larat dan kehilangan jangkar (*loss anchor*). Kasus ini menggaris bawahi bahwa pengoperasian peralatan navigasi yang tidak optimal dapat memiliki konsekuensi serius terhadap keselamatan kapal dan lingkungan.

Terkait insiden near misses yang dialami oleh penulis di kapal MV. Lumoso Jaya pada tanggal 16 Maret 2024. Ketika kapal sedang melakukan *manouver* pada pukul 20.00 WIB di alur pelayaran Sampit sebelum mencapai posisi berlabuh jangkar, kapal hampir mengalami

kandas. Investigasi awal mengindikasikan bahwa pembacaan statistik diagram kontur pada dasar yang di terima *Echosounder* kurang optimal, sehingga informasi kedalaman perairan tidak terinterpretasi dengan baik oleh perwira navigasi. Kejadian ini nyaris menyebabkan kandas, yang bisa menjadi penghambat proses *bermanouver*, dan kerugian ekonomi pada perusahaan. Disebabkan kurang pemeriksaan fungsi seluruh komponen navigasi sebelum dan sesudah penggunaan untuk mendeteksi potensi masalah sejak dini.

Berdasarkan uraian tersebut peneliti akan memberikan judul yang berhubungan dengan masalah yang dialami, dan menyelesaikan dengan memberikan kesimpulan dan saran, serta mengulas sehingga peneliti memberi judul skripsi “Optimalisasi peralatan Navigasi di anjungan untuk posisi berlabuh jangkar dalam persiapan bongkar muat secara *STS* di MV. LUMOSO JAYA”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, dapat dikemukakan rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana peran alat navigasi untuk menentukan posisi berlabuh jangkar yang aman guna memperlancar proses bongkar muat secara *STS* ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas maka penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui peran alat navigasi dalam menentukan posisi berlabuh jangkar yang aman guna memperlancar proses bongkar muat secara *STS*.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan berbagai manfaat yang relevan, baik secara teoritis maupun praktis, khususnya dalam konteks pengoperasian alat navigasi selama proses berlabuh jangkar. Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

- a. Menambah wawasan dalam pengetahuan performa alat navigasi yang menjadi referensi penting bagi penelitian di bidang transportasi laut.
- b. Memberikan informasi ke pembaca mengenai pentingnya pengoptimalan alat navigasi untuk menentukan posisi kapal guna menghindari kandas kapal

2. Manfaat Praktis

- a. Memberikan solusi untuk menjaga performa alat navigasi kapal selama proses berlabuh jangkar agar lebih lancar dan efisien
- b. Membantu meningkatkan pengoperasian alat navigasi dengan benar

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Peran Alat Navigasi Bagi Keselamatan Pelayaran

Penggunaan peralatan navigasi merupakan tugas rutin yang dilakukan oleh perwira jaga di anjungan kapal. Kecelakaan kapal dapat terjadi karena berbagai faktor, salah satunya adalah kurang optimalnya pengoperasian peralatan navigasi oleh perwira jaga, terutama dalam kondisi jarak pandang yang terbatas. Oleh karena itu, pengetahuan yang memadai mengenai peralatan navigasi serta pemahaman terhadap aturan-aturan dalam *COLREG 1972* sangat penting bagi perwira jaga untuk mencegah terjadinya kecelakaan kapal dalam berbagai situasi dan kondisi pelayaran (Purwanto, A., & Yulian, D. 2021)

Prosedur pengoperasian alat navigasi di kapal harus dilakukan secara sistematis untuk memastikan akurasi dan keselamatan pelayaran. Dimulai dengan pemeriksaan awal, di mana perwira memastikan bahwa semua perangkat seperti *GPS*, *Radar*, *AIS*, *ECDIS*, dan *Echosounder* berfungsi dengan baik dan telah dikalibrasi sesuai standar. Selanjutnya, pengaktifan dan konfigurasi dilakukan dengan menyesuaikan frekuensi, mode tampilan, serta memperbarui data navigasi agar sesuai dengan kondisi terbaru di perairan. Saat berlayar, pemantauan terus-menerus diperlukan untuk memastikan kapal tetap berada di jalur yang telah direncanakan, menggunakan kombinasi sensor dan peralatan untuk membaca lingkungan sekitar. Jika terdapat kondisi darurat atau perubahan navigasi yang signifikan, penyesuaian rute dan peringatan keselamatan harus segera diterapkan agar kapal dapat menghindari bahaya. Terakhir, setelah perjalanan selesai, pendokumentasian dan pemeliharaan rutin dilakukan untuk menjaga performa alat navigasi agar tetap optimal di pelayaran berikutnya.

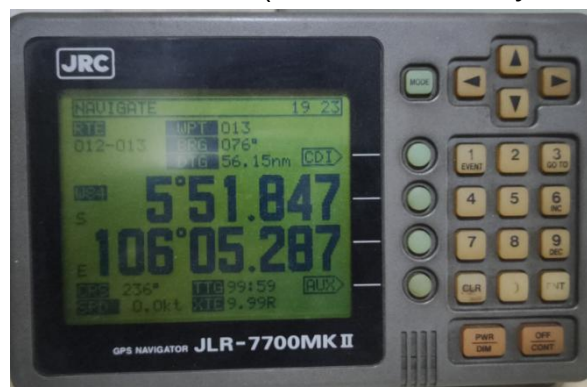
B. Alat Navigasi Sesuai Dengan Ketentuan SOLAS Chapter V Tentang *Safety Navigation*

1. *GPS (Global Position System)*

(Sinurat & Mahendra, 2017) Secara umum *GPS (Global Positioning System)* merupakan sebuah alat navigasi yang digunakan untuk menentukan posisi pada permukaan bumi dengan memanfaatkan sinyal satelit. *GPS* menggunakan 24 satelit yang dapat mengirimkan sinyal gelombang ke permukaan bumi. Sinyal ini akan diterima oleh *GPS*, sehingga titik dimana *GPS* itu berada dapat digunakan untuk menentukan posisi, kecepatan, arah, dan waktu.

Sistem ini didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan serta informasi mengenai waktu secara continue diseluruh dunia tanpa bergantung waktu. Sedangkan alat untuk menerima sinyal satelit yang dapat digunakan oleh pengguna secara umum dinamakan *GPS Tracker* atau *GPS Tracking*, dengan menggunakan alat ini maka dimungkinkan pengguna dapat melacak posisi kendaraan, armada ataupun mobil dalam keadaan nyata.

Gambar 2.1 *GPS (Global Position System)*



Sumber: Dokumentasi MV. Lumoso Jaya

- a. Adapun Fungsi utama *GPS*
- 1) Menentukan kecepatan kapal terhadap suatu titik di darat atau *Speed Over Ground (SOG)*
 - 2) Menentukan arah gerakan kapal terhadap suatu titik tertentu di darat atau *Course Over Ground (COG)*.
 - 3) Menentukan jarak tempuh kapal dengan kecepatan tetap atau berubah-ubah dalam interval waktu tertentu.
 - 4) Menentukan perkiraan waktu tiba di pelabuhan tujuan (*Estimated Time of Arrival*).
 - 5) Menentukan sisa waktu yang harus ditempuh hingga tempat tujuan (*Estimated Time of Enroute*).
 - 6) Membantu memonitoring apabila kapal keluar dari rute atau track yang telah ditentukan.
 - 7) Menampilkan waktu lokal *GMT*
 - 8) Memberikan alarm ketika akan mendekati titik untuk merubah haluan.
- b. Fitur penting yang terdapat pada *GPS* guna memenuhi operasional navigasi:
- 1) Akurasi posisi
 - 2) Peta laut terintegrasi (*Marine Chart Intergration*)
 - 3) Fitur alarm dan peringatan
 - 4) Konektivitas
- c. Hadirnya sebuah teknologi tentunya ada kelemahan dan keunggulannya. Yang menjadi kelemahan dalam penggunaan *GPS* yaitu:
- 1) Tingkat keakuratan tak selamanya presisi. Koordinat posisi yang dilacak oleh satelit mempunyai 8 sistem kesalahan yang akan mempengaruhi tingkat keakuratan *GPS*.
 - 2) Pengguna *GPS* akan cenderung bergantung pada *GPS* ketika berkendara, sehingga kurang waspada terhadap kondisi lalu lintas sekitarnya.

- 3) Tentunya untuk menggunakan teknologi dan layanan *GPS* tidaklah murah, kita harus membeli *GPS* dan juga biaya penggunaan.
- d. Berikut ini adalah yang menjadi keunggulan dalam penggunaan *GPS*:
- 1) Proses navigasi sebuah kapal lebih mudah dan cepat
 - 2) Sangat membantu meningkatkan *Tracking* di dunia militer
 - 3) Mudah dalam mengidentifikasi setiap lokasi yang ada di permukaan bumi serta mengetahui kondisinya secara nyata.
 - 4) Lebih ringkas dan mudah digunakan dibandingkan dengan peta konvensional.
 - 5) Penggunaan *GPS Tracking* bisa meningkatkan keamanan dan kenyamanan dalam menjaga kendaraan atau objek lainnya.

2. *Radar (Radar Detection And Ranging)*

Menurut Arso Martopo, Capt, (1992:49) mengatakan pengertian *RADAR* adalah salah satu alat bantu navigasi yang sangat potensial di atas kapal baik dalam penentuan posisi maupun pendeteksi resiko bahaya tubrukan. Memperjelas pendapat di atas menerangkan tentang suatu alat pembantu navigasi elektronik yang gunanya untuk menentukan posisi kapal dari waktu ke waktu.

Gambar 2.2 *Radar (Radar Detection And Ranging)*



Sumber: Dokumentasi MV. Lumoso Jaya

Radar berfungsi sebagai alat bantu navigasi elektronik yang sangat penting, terutama di bidang transportasi laut dan udara. *adar* digunakan untuk mendeteksi dan mengukur jarak objek di sekitar kapal, seperti kapal lain, daratan, pelampung, atau bahaya lain yang mungkin tidak terlihat secara langsung, sehingga membantu menentukan posisi kapal secara berkala, baik dalam kondisi terang, gelap, maupun cuaca buruk. Dalam penentuan posisi kapal dengan *Radar* dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu menggunakan baringan dengan baringan, menggunakan baringan dengan jarak, dan menggunakan jarak dengan jarak. (Supriyono, H. 2001)

a. Untuk menentukan posisi kapal (*Fix Position*)

Menurut Arleiny, A., Sartoto, M., & Mahendra, A. (2018), menentukan posisi kapal dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah dengan mengambil baringan terhadap objek-objek tetap seperti tanjung, gunung, pelampung, atau benda angkasa. Agar posisi kapal yang diperoleh akurat, baringan yang diambil harus benar (sejati). Oleh karena itu, penting untuk mengetahui kesalahan pedoman dan selalu berusaha mengambil baringan dari lebih dari satu objek agar kesalahan dapat diperiksa. Adapun jenis baringan.

1) Baringan dengan Baringan

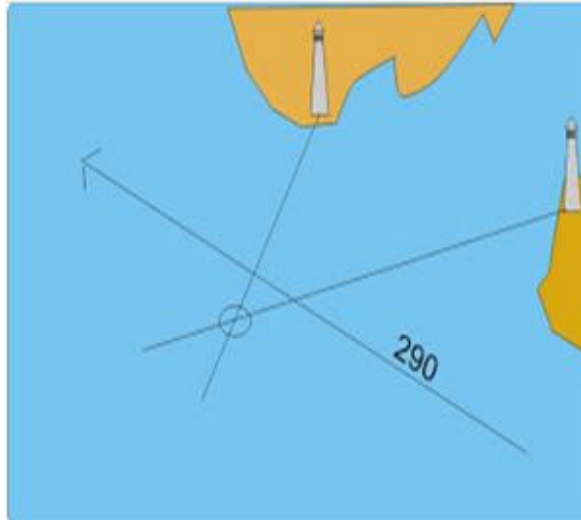
Gambar 2.3 Baringan dengan Baringan



Sumber : <http://faizalbasri.blogspot.com>

2) Baringan dengan Baringan

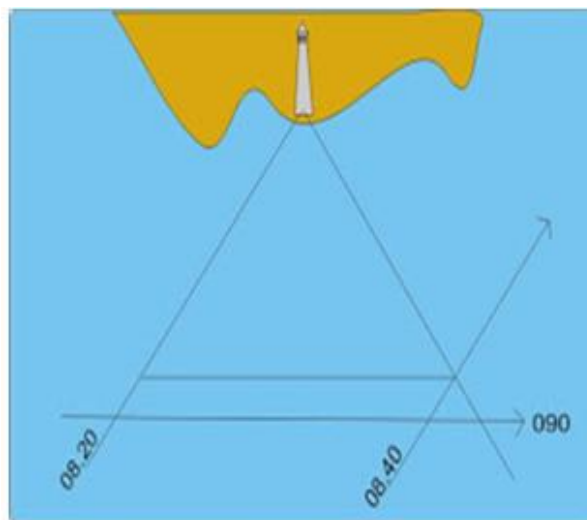
Gambar 2.4 Baringan dengan Baringan



Sumber : <http://faizalbasri.blogspot.com>

3) Jarak dengan Jarak

Gambar 2.5 Jarak dengan Jarak



Sumber : <http://faizalbasri.blogspot.com>

b. Fitur yang terdapat pada *RADAR*

Radar juga berperan dalam memandu jalur kapal, memperkirakan jarak dengan objek lain untuk menghindari tabrakan, serta memberikan peringatan dini terhadap potensi bahaya di sekitar kapal. *Radar* juga dapat memperkirakan

kondisi cuaca dengan aman terdapat tiga sistem yaitu *Gain*, *Sea*, *Rain* yang membantu sistem kerja *Radar* apabila terjadinya cuaca buruk yang dapat mengakibatkan terganggunya tampilan pada layar *Radar* dalam bernavigasi, berikut adalah pengertian dan fungsi dari *Gain*, *Sea*, *Rain*:

Gambar 2.6 Fitur tombol *Radar*



Sumber : Dokumentasi MV. Lumoso Jaya

1) *Gain Tuner*

Gain adalah penguatan atau kemampuan pada antena yang berhubungan dengan directivity dan efisiensi antena (Saipullah, 2017). Dari pengertian tersebut *Gain* tuner berfungsi pada beberapa target untuk mengatur kekuatan pancaran, memperjelas identifikasi pada beberapa target agar gambar lebih jelas.

2) *Sea Tuner*

Dalam buku *Radar Sea Clutter: Modelling and Target Detection* oleh Luke Rosenberg dan Simon Watts (2021), dijelaskan bahwa karakteristik clutter laut sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti sudut elevasi *Radar*, frekuensi operasi, dan kondisi lingkungan. Dari pengertian tersebut dapat diketahui bahwa *Sea* tuner pada *Radar* digunakan saat akan melakukan pengaturan sinyal secara manual, *Sea* tuner beroperasi secara reguler untuk mengontrol gangguan pada tampilan layar *Radar* yang diakibatkan oleh kekacauan di laut.

3) *Rain Tuner*

Menurut Zhang et al. (2016), “semiempirical *Radar* scattering model that takes into account the impacts of both *Sea surface wind and Rain* on the NRCS.” Dari pengertian tersebut dapat dipahami bahwa *Rain* tuner pada *Radar* digunakan untuk memperhitungkan pengaruh hujan terhadap sinyal *Radar*, sehingga performa *Radar* tetap optimal dan dapat digunakan secara efektif meskipun dalam kondisi hujan.

Dalam penggunaan *Radar* diatas kapal perlu mengetahui beberapa istilah tulisan yang terdapat pada display *Radar* tersebut seperti *Bearing*, *Gain*, *Range*, *Tuning*, *VRM*, *CPA* dan lain lain.

1) *Bearing*

Menentukan arah dan posisi kapal berdasarkan objek-objek di sekitar kapal

2) *CPA (Close Point Approach)*

Jarak terdekat kita dengan kapal lain ketika ada kapal lain yang akan mendekati kapal kita. Jika *CPA* memiliki nilai 0 mile, hal ini mengakibatkan kapal akan mengalami tubrukan

3) *T.CPA (Time Closing Point Approach)*

Waktu yang dibutuhkan kapal tersebut untuk mendekati kapal kita pada jarak yang paling dekat

4) *EBM (Electronic Bearing Line)*

Mengaktifkan garis baringan yang dapat digerakan memutar

5) *Gain*

Mengatur besaran frekuensi, kekuatan pancaran dan kepekaan *Radar*

- 6) *Off center*
Posisi kapal pada tampilan *Radar* tidak berada ditengah
 - 7) *Range*
Mengatur jarak jangkauan *Radar*
 - 8) *Tuning*
Melakukan pengaturan transceiver sehingga *Radar* dapat berkerja secara baik dalam mendeteksi objek
 - 9) *VRM (Variable Range Manual)*
Mengukur jarak antara objek dengan kapal dengan mengatur besar kecilnya ring dalam *Radar*
- c. Cara menentukan posisi kapal dengan menggunakan *Radar* untuk mendeteksi objek di sekitar dan mengukur jarak serta arah relatifnya.
- 1) Menggunakan Cursor dan Bearing Pedoman
 - a) *Radar* menampilkan objek seperti kapal lain, pelampung navigasi, atau garis pantai.
 - b) Perwira kapal dapat menggunakan cursor *Radar* untuk mengukur sudut (bearing) antara kapal dan objek yang diketahui posisinya.
 - c) Dengan membandingkan bearing beberapa objek yang telah diketahui posisinya, posisi kapal dapat ditentukan dengan metode triangulasi.
 - 2) Menggunakan Jarak Lingkaran Ring
 - a) *Radar* memiliki lingkaran konsentris yang menunjukkan jarak dari kapal ke objek di sekitar.
 - b) Dengan mengukur jarak kapal ke beberapa titik referensi seperti pelampung atau mercusuar, posisi kapal dapat dihitung dengan akurasi tinggi.
 - 3) Menggunakan Cursor dan Lingkaran Ring
 - a) Kombinasi antara pengukuran bearing dan jarak memungkinkan penentuan posisi kapal dengan lebih

- presisi.
- b) Data dari *Radar* dapat dibandingkan dengan peta elektronik (*ECDIS*) untuk memastikan posisi yang akurat.
- 4) Integrasi dengan Sistem Navigasi Lain
- a) *Radar* sering digunakan bersama dengan *GPS*, *AIS*, dan *ECDIS* untuk meningkatkan akurasi penentuan posisi.
 - b) Data *Radar* dapat dikombinasikan dengan sensor cuaca dan arus laut untuk memperhitungkan faktor eksternal yang mempengaruhi navigasi.
- d. Berkembangnya teknologi tentunya ada kelemahan dan keunggulannya. Yang menjadi kelemahan dalam penggunaan *Radar* yaitu:
- 1) *Radar* bergantung pada listrik, sehingga jika arus listrik padam, *Radar* juga akan mati dan tidak berfungsi
 - 2) Beberapa *Radar* tidak dapat mengetahui arah pergerakan target secara otomatis dan tidak dapat membedakan apakah target bergerak atau diam, sehingga memerlukan pengamatan tambahan
 - 3) Kemampuan resolusi *Radar* menurun dengan jarak, objek yang jauh akan terlihat kurang jelas sehingga fenomena kecil yang penting mungkin tidak terdeteksi dengan baik
 - 4) Echo palsu dan gangguan sinyal dapat terjadi, seperti echo tidak langsung, echo dari side lobe, dan pantulan ulang yang dapat mengganggu pengamatan *Radar*
 - 5) Pengoperasian *Radar* memerlukan ketelitian dan keterampilan kru, kesalahan dalam membaca *Radar* dapat menyebabkan kegagalan navigasi dan risiko tabrakan
 - 6) *Radar* dengan frekuensi S-band memiliki resolusi rendah, sehingga kurang efektif untuk identifikasi objek detail,

meskipun baik untuk deteksi cuaca buruk

e. Berikut ini adalah yang menjadi keunggulan dalam penggunaan *RADAR*:

- 1) Mampu mendeteksi objek di sekitar kapal baik yang bergerak maupun yang diam dalam jarak jangkauan *Radar*, termasuk dalam kondisi cuaca buruk, kabut, atau penglihatan terbatas. Hal ini sangat membantu untuk peringatan dini terhadap kapal lain yang mendekat dan pengaturan *Manuver* kapal
- 2) Memberikan informasi posisi kapal secara kronologis sehingga memudahkan navigasi dan perencanaan perjalanan, termasuk estimasi waktu pengisian bahan bakar dan perhentian
- 3) Mengukur jarak dan posisi objek lain secara akurat, seperti gunung es atau karang, untuk menghindari tabrakan
- 4) Terintegrasi dengan peralatan navigasi lain seperti *ECDIS* dan sinyal komunikasi, sehingga meningkatkan efektivitas sistem navigasi kapal secara keseluruhan
- 5) Membantu mobilisasi kapal dan menghindari tabrakan, terutama di perairan berombak atau jalur pelabuhan yang sempit

3. AIS (*Automatic Identification System*)

Automatic Identification System (AIS) adalah sistem pelacakan kapal jarak pendek yang digunakan pada kapal dan stasiun pantai untuk mengidentifikasi serta melacak kapal melalui pengiriman data elektronik ke kapal lain dan stasiun pantai terdekat. Informasi seperti identifikasi kapal, posisi, tujuan, dan kecepatan dapat ditampilkan pada layar komputer atau pada sistem *ECDIS (Electronic Chart Display and Information System)*, yang membantu meningkatkan keselamatan dan efisiensi navigasi (Rahman & Islam, 2020).

Gambar 2.7 (*Automatic Identification System*)



Sumber: Dokumentasi MV. Lumoso Jaya

Sistem AIS terintegrasi dari Radio VHF *transceiver* standar dengan Loran-C atau GPS (*Global Positioning System*) dan dengan sensor navigasi elektronik lainnya. Untuk aturannya AIS sendiri, IMO (*International Maritime Organization*) sudah membuat suatu aturan yaitu Regulation 19 of SOLAS Chapter V yang berisi tentang pemasangan AIS di mana kapal-kapal diwajibkan untuk memasang perangkat AIS transponder terutama pada kapal penumpang, kapal tanker dan kapal berukuran 300 Gross Tonnage ke atas

Peraturan tersebut juga memuat tentang keharusan AIS untuk menyediakan data informasi berupa identitas kapal, jenis kapal, posisi, tujuan, kecepatan, status navigasi dan informasi lainnya yang berhubungan dengan keselamatan pelayaran. AIS yang digunakan pada peralatan navigasi yang penting untuk menghindari dari kecelakaan akibat tubrukan. Karena keterbatasan dari kemampuan radio, dan karena tidak semua kapal yang dilengkapi dengan AIS, sistem ini berarti yang diutamakan untuk digunakan sebagai alat peninjau dan untuk menghindarkan resiko dari tabrakan daripada sebagai sistem pencegah tubrukan secara otomatis, sesuai dengan COLREGS (*International Regulations for Preventing Collisions At Sea*)

AIS bekerja dengan menggunakan frekuensi sangat tinggi (*Very High Frequency*), yaitu antara 156 – 162 MHz . Sistem Yang ada Beroperasi Sales manager ADA 2 Beroperasi, Yaitu: *AIS* Kelas A Dan *AIS* Kelas B. Kapal-kapal yang dilengkapi dengan perangkat *AIS* dapat memancarkan dan menerima berbagai informasi data tentang kapal-kapal yang dilepas secara otomatis, baik berupa tampilan pada layar *Radar*, maupun peta elektronik (*Grafik Navigasi Elektronik ENC via Electronic Chart Display dan Sistem Informasi ECDIS*)

AIS (Automatic Identification System) berfungsi untuk mengidentifikasi dan memberikan informasi tentang kapal lain di sekitar. Informasi yang di dapat pada *AIS* yaitu:

- a. Nomor IMO
- b. Tanda panggilan
- c. MMSI
- d. posisi kapal (lintang dan bujur)
- e. jenis kapal, Haluan dan kecepatan
- f. *Statis Draugh* , panjang dan lebar kapal
- g. tujuan, *laju belokan* , status navigasi
- h. keberadaan muatan berbahaya di kapal, dan informasi lain yang diperlukan untuk meningkatkan keselamatan dan pelayaran keamanan.

AIS (Automatic Identification System) memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan dalam penggunaannya di navigasi maritim. Berikut adalah beberapa di antaranya:

- a. Kelebihan dari penggunaan *AIS*
 - 1) Meningkatkan Keselamatan Navigasi. *AIS* memungkinkan kapal untuk melihat posisi dan informasi kapal lain secara real-time, membantu menghindari tabrakan.
 - 2) Mempermudah Pengawasan Lalu Lintas Kapal. Sistem ini digunakan oleh *Vessel Traffic Service (VTS)* untuk

memantau pergerakan kapal di jalur pelayaran.

- 3) Mendukung Operasi SAR (*Search and Rescue*) AIS membantu tim SAR dalam menemukan lokasi kapal yang mengalami kecelakaan.
- 4) Efisiensi Operasional. AIS memberikan informasi akurat tentang arus lalu lintas, cuaca, dan kondisi navigasi, sehingga meningkatkan efisiensi operasi kapal.
- 5) Membantu Pengawasan Kegiatan Ilegal. AIS digunakan oleh otoritas maritim untuk mengawasi aktivitas ilegal seperti penyelundupan dan perairan ilegal

b. Kekurangan dalam penggunaan AIS.

- 1) Biaya Pemasangan dan Pemeliharaan, AIS membutuhkan perangkat khusus yang harus dipasang di kapal, yang dapat menambah biaya operasional.
- 2) Rentan terhadap Manipulasi Data, AIS dapat dimanipulasi oleh pihak yang tidak bertanggung jawab, misalnya dengan memalsukan identitas kapal.
- 3) Ketergantungan pada Sinyal VHF, AIS bekerja dengan frekuensi VHF, sehingga dapat mengalami gangguan sinyal di daerah dengan cuaca buruk atau interferensi tinggi.
- 4) Tidak Selalu Akurat dalam Identifikasi Kapal, Jika perangkat AIS tidak dikonfigurasi dengan benar atau mengalami gangguan teknis, informasi yang ditampilkan bisa kurang akurat.

4. *ECDIS (Electronic Chart Display and Information System)*

Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) adalah alat bantu navigasi elektronik yang berfungsi menyediakan informasi navigasi kapal secara real-time. Sistem ini dirancang untuk mendukung dan memback-up peralatan navigasi tradisional seperti peta kertas, *Radar*, dan AIS. *ECDIS* dianggap memenuhi persyaratan keselamatan internasional dan telah disetujui

penggunaannya sebagai pengganti penuh peta kertas di kapal-kapal tertentu sesuai dengan ketentuan IMO (Rahman et al., 2019).

Hal ini sesuai aturan V/19 dan V/27 dari konvensi SOLAS 1974 dan amandemennya. Oleh karena itu peralatan *ECDIS* ini harus memenuhi kriteria standard kinerja dari IMO sesuai bab V Solas 1974. *ECDIS* juga dirancang seperti menyerupai peta atau bisa disebut juga pemindahan peta ke dalam monitor, dilengkapi dengan informasi tentang kedalaman laut, tata pemisah lalu lintas, *racon-racon*, *bouy-bouy* yang berada di sekitar pelabuhan atau di daerah yang memiliki *symbol-symbol* navigasi, Sehingga membantu perwira untuk melakukan pengamatan yang lebih optimal.

Gambar 2.8 (*Electronic Chart Display and Information System*)



Sumber: Dokumentasi MV. Lumoso Jaya

ECDIS (*Electronic Chart Display and Information System*) adalah sistem navigasi elektronik yang digunakan di kapal untuk menggantikan peta laut kertas. Berikut adalah beberapa fungsi utama *ECDIS*:

- a. Menampilkan Peta Elektronik *ECDIS* menyediakan tampilan peta laut digital yang lebih akurat dan mudah diperbarui dibandingkan peta kertas.
- b. Meningkatkan Keselamatan Navigasi Sistem ini memungkinkan pemantauan posisi kapal secara real-time dengan integrasi sensor navigasi seperti *GPS*.
- c. Mendukung perencanaan rute *ECDIS* membantu pelaut dalam merencanakan jalur pelayaran dengan mempertimbangkan faktor seperti kedalaman laut dan rintangan navigasi.
- d. Memberikan informasi Navigasi tambahan sistem ini dapat menampilkan data cuaca, arus laut, dan informasi lainnya yang berguna bagi navigasi.
- e. Mempermudah koreksi peta dalam *ECDIS* dapat diperbarui secara otomatis, mengurangi risiko kesalahan akibat penggunaan peta yang sudah usang

ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan dalam penggunaannya di navigasi maritim. Berikut adalah beberapa di antaranya

- a. Kelebihan dari penggunaan *ECDIS*
 - 1) Meningkatkan Keselamatan Navigasi, *ECDIS* memungkinkan pemantauan posisi kapal secara real-time dengan integrasi sensor navigasi seperti *GPS*.
 - 2) Mempermudah Perencanaan Rute, Sistem ini membantu pelaut dalam merencanakan jalur pelayaran dengan mempertimbangkan faktor seperti kedalaman laut dan rintangan navigasi.
 - 3) Mengurangi Ketergantungan pada peta Kertas, Dengan peta elektronik yang dapat diperbarui secara otomatis, risiko kesalahan akibat penggunaan peta yang sudah usang berkurang.

- 4) Menyediakan informasi Navigasi tambahan, *ECDIS* dapat menampilkan data cuaca, arus laut, dan informasi lainnya yang berguna bagi navigasi.
 - 5) Efisiensi operasional dengan integrasi berbagai sensor dan data navigasi, *ECDIS* membantu meningkatkan efisiensi operasional kapal.
- b. Kekurangan dari penggunaan *ECDIS*.
- 1) Biaya Pemasangan dan Pemeliharaan, *ECDIS* membutuhkan perangkat khusus yang harus dipasang dan diperbarui secara berkala, yang dapat menambah biaya operasional.
 - 2) Ketergantungan pada data Elektronik, Jika terjadi gangguan teknis atau kesalahan dalam pembaruan data, informasi navigasi yang ditampilkan bisa kurang akurat.
 - 3) Memerlukan Pelatihan Khusus, Penggunaan *ECDIS* membutuhkan pelatihan bagi pelaut agar dapat memahami dan mengoperasikan sistem dengan benar.
 - 4) Potensi kesalahan Manusia, Jika pengguna tidak memahami fitur dan batasan *ECDIS*, ada risiko kesalahan dalam interpretasi data navigasi

ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) memiliki berbagai fitur canggih yang meningkatkan keselamatan dan efisiensi navigasi kapal, seperti tampilan peta elektronik yang dapat diperbarui secara otomatis, integrasi sensor navigasi seperti *GPS* dan *AIS*, serta peringatan dini untuk mencegah bahaya seperti perairan dangkal dan zona terlarang. Selain itu, sistem ini memungkinkan perencanaan dan pemantauan rute secara akurat, menampilkan overlay data cuaca serta arus laut, dan menyediakan mode tampilan yang dapat disesuaikan dengan kondisi pencahayaan di jembatan kapal. Dengan berbagai fitur tersebut, *ECDIS* menjadi alat navigasi yang sangat penting dalam industri

maritim modern.

- a. Navigasi yang aman dan mudah dalam Pengoperasian
Menyediakan semua informasi yang dibutuhkan, melalui userfriendly dan intuitif sistem menu.
- b. Sistem Informasi dan Decision Support
Sebuah arus informasi terus-menerus untuk presentasi penting dan paling diperlukan informasi navigasi dan objek.
- c. Pilihan dan Kustomisasi
Baru dan pilihan praktis sistem memungkinkan kustomisasi, termasuk beberapa modus operasi dengan grafik dalam hingga 7 format yang berbeda.
- d. Sensor Integrasi
Menghubungkan semua data yang tersedia onboard navigasi sensor dan sistem
- e. Menyimpan
Efek langsung pada konsumsi bahan bakar, perjalanan kali & waktu kerja.

5. *Echosounder*

Echosounder atau Perum Gema adalah Alat navigasi elektronik yang bekerja dengan menggunakan sistem gema yang dipasang pada dasar laut yang berfungsi untuk mengukur kedalaman perairan, (*Marine Insight Academy*)

Gambar 2.9 *Echosounder*



Sumber : Dokumentasi MV. Lumoso Jaya

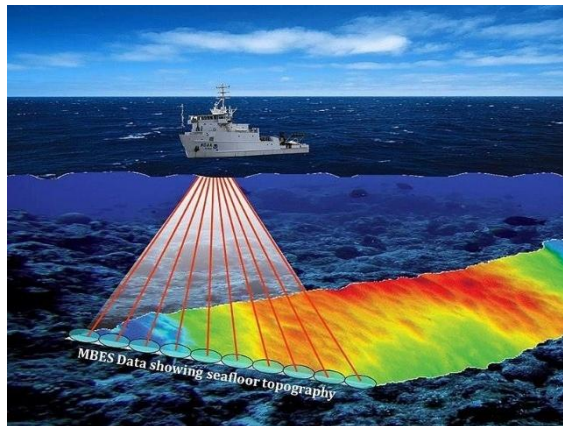
mengetahui bentuk dasar suatu perairan dan untuk mengetahui gerombolan ikan yang berada di bawah kapal secara vertikal. *Echosounder* atau Perum Gema sendiri terdapat 2 jenis yaitu:

a. *Multibeam Echosounder*

Multibeam Echosounder (MBES) merupakan salah satu alat yang digunakan dalam proses pemeruman dalam suatu survei hidrografi. Pemeruman (*sounding*) sendiri adalah proses dan aktivitas yang ditujukan untuk memperoleh gambaran (model) bentuk permukaan (topografi) dasar perairan (*Sea bed surface*). Sedangkan survei hidrografi adalah proses penggambaran dasar perairan tersebut, sejak pengukuran, pengolahan, hingga visualisasinya.

Multibeam Echosounder itu sendiri secara melebar dan melintang terhadap badan kapal. Setiap *beam* itu sendiri akan mendapatkan satu titik kedalaman hingga titik-titik kedalaman tersebut dihubungkan dan akan membentuk profil dasar laut (*Sea Bed*). Jika kapal bergerak maju hasil sapuan *Multibeam* tersebut menghasilkan suatu luasan yang menggambarkan permukaan dasar laut. Komposisi *Transducer* merupakan hasil dari gabungan beberapa *stave* yang tersusun seperti *array* atau matriks. *Stave* adalah bagian *transducer Multibeam Echosounder* yang fungsinya sebagai saluran untuk memancarkan atau menerima pulsa akustik hasil pantulan dari dasar laut (*Sea bed*).

Gambar 2.10 *Multibeam Echosounder*



Sumber: <https://MarineEchosounder>

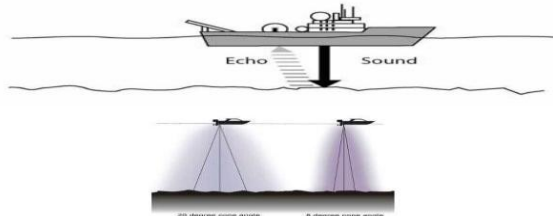
Hasil sudut dari pancaran *beam* terluar sering mengalami kesalahan karena lintasan gelombang akustik yang jaraknya lebih panjang, sehingga memperbesar kesalahan refraksi sudut. Jadi setiap *stave* pada *Multibeam Echosounder* itu sendiri hanya dapat memancarkan sinyal pulsa akustik dengan kode-kode tertentu. Walaupun menggunakan frekuensi yang sama kode sinyal antara *stave* yang satu dengan *stave* yang lain berbeda. Dengan menggunakan akumulasi sinyal akustik yang dapat diterimapada dua *array* yang terpisah, maka akanmembentuk suatu pola interferensi. Pola ini menunjukkan hubungan fase tiap sinyal yang diterima. Berdasarkan hubungan yang ada, suatu arah akan dapat ditentukan. Bila informasi ini dikombinasikan dengan jarak, akan menghasilkan data kedalaman

b. *Singlebeam Echosounder*

Singlebeam Echosounder adalah alat navigasi elektronik yang digunakan untuk mengukur kedalaman air laut denganmenggunakan pancaran tunggal sebagai pengirim dan penerima sinyal gelombang suara. *Singlebeam Echosounder* berfungsi untuk membuat peta dalam bentuk 3D, caranya dengan mengkombinasikanpermukaan fisik lokasi dasar laut

yang pada umumnya digunakan untuk melakukan survei pendahuluan

Gambar 2.11 *Singlebeam Echosounder*



Sumber: <https://MarineEchosounder>

Echosounder memiliki beberapa fungsi utama dalam pengoperasiannya, terutama dalam navigasi maritim dan survei hidrografi. Berikut adalah beberapa fungsi utamanya:

1) Mengukur Kedalaman Laut,

Echosounder digunakan untuk menentukan kedalaman air di bawah kapal dengan mengirimkan gelombang suara dan mengukur waktu pantulannya.

2) Pemetaan Dasar Laut,

Alat ini membantu dalam survei hidrografi untuk memetakan topografi dasar laut, termasuk struktur geologi bawah laut.

3) Navigasi yang Aman,

Dengan memberikan informasi real-time tentang kedalaman di sekitar kapal, *Echosounder* memungkinkan perwira kapal untuk menghindari perairan dangkal atau rintangan bawah laut.

4) Penelitian Kelautan

Data yang diperoleh dari *Echosounder* digunakan dalam penelitian oseanografi untuk memahami ekologi laut, pola arus, dan geologi dasar laut.

5) Pemantauan Habitat Laut,

Echosounder dapat digunakan untuk melacak populasi ikan dan memahami pola migrasi, sehingga bermanfaat bagi industri perikanan.

6) Deteksi Objek di Bawah Air

Alat ini dapat digunakan untuk menemukan kapal karam atau benda lain di dasar laut yang mungkin menjadi rintangan navigasi.

Echosounder dilengkapi dengan proyektor yang berfungsi untuk menghasilkan gelombang akustik yang akan dimasukkan ke dalam air laut. *Sonar bathymetric* memerlukan proyektor yang dapat menghasilkan pulsa akustik berulang kali yang dapat dikontrol.

1) *Transmitter*

Transmitter memiliki fungsi yaitu menghasilkan pulsa yang akan dipancarkan. Terdapat kotak pulsa pada *recorder* yang akan memberikan suatu perintah kapan pembentuk pulsa bekerja. Pulsa akan dibangkitkan oleh *oscillator* lalu diperkuat oleh *power amplifier*, sebelum pulsa tersebut disalurkan ke transducer.

2) *Transducer*

Menurut Deo (2007) *Transducer* merupakan bagian yang sangat penting dari instalasi pada *Echosounder* atau perum gema. Fungsi dari *transducer* adalah mengubah energi listrik menjadi energi suara. Suara merambat melalui medium air dengan cepat rambat yang relatif diketahui atau diprediksi hingga dapat menyentuh dasar perairan dan dipantulkan kembali ke *transducer*. Menurut MacLennan dan Simmons (2005) Fungsi lain dari *transducer* adalah memusatkan energi suara yang akan dipantulkan sebagai *beam*

Transducer memiliki peran sebagai penghasil sekaligus pemancar gelombang suara kedalam medium (air laut). Gelombang suara tersebut diperoleh dengan mengubah energi listrik yang diperoleh dari *transmitter*

3) *Receiver*

Receiver adalah alat yang digunakan untuk menguatkan sinyal listrik yang lemah dari *transducer* saat gema (*Echosounder*) terjadi sebelum dialirkan ke *recorder*. Fungsi dari receiver sendiri adalah menerima objek dan display atau recorder sebagai pencatat dari hasil *Echosounder*. Sinyal listrik yang lemah yang dihasilkan oleh *transducer* setelah *Echosounder* diterima harus diperkuat beberapa ribu kali sebelum diTransfer ke *recorder*

4) *Recorder / Display Unit*

Recorder memiliki fungsi yaitu sebagai pencatat yang dituliskan didalam kertas serta menampilkan pada layar display CRT (*Cathoda Ray Tube*) berupa sinar osilasi untuk layar yang berwarna ataupun berupa tampilan berupa sorotan lampu neon untuk *Echosounder* tanpa rekaman.

Beberapa faktor dapat menyebabkan pembacaan statistik diagram *Echosounder* menjadi kurang optimal. Faktor-faktor ini dapat dikategorikan menjadi masalah teknis perangkat, kondisi lingkungan perairan, dan aspek operasional. Masalah teknis meliputi kalibrasi yang tidak tepat, kerusakan atau kotoran pada transduser, gangguan elektromagnetik, dan perangkat lunak yang usang. Kondisi lingkungan perairan seperti sedimentasi tinggi, keberadaan material tersuspensi, dan perubahan densitas air dapat mempengaruhi propagasi gelombang suara. Aspek operasional mencakup pengaturan parameter yang tidak sesuai dan kurangnya

pemahaman perwira terhadap prinsip kerja *Echosounder* (Brown et al., 2015).

Upaya *maintenance* yang efektif dapat secara signifikan meningkatkan kualitas pembacaan statistik diagram *Echosounder*. Beberapa praktik *maintenance* penting meliputi:

a. Pembersihan *Transducer* Secara Berkala

Transduser yang kotor oleh pertumbuhan biologis, lumpur, atau debris dapat menghambat transmisi dan penerimaan sinyal suara, yang berakibat pada data yang tidak akurat. Pembersihan rutin dengan sikat lembut dan air bersih direkomendasikan.

b. Inspeksi Kabel dan Koneksi

Kabel yang rusak atau koneksi yang longgar dapat menyebabkan gangguan sinyal. Pemeriksaan berkala terhadap kondisi fisik kabel dan memastikan koneksi yang aman sangat penting.

c. Kalibrasi Rutin

Kalibrasi yang tepat memastikan bahwa *Echosounder* mengukur kedalaman dengan akurat. Prosedur kalibrasi harus dilakukan sesuai dengan manual pabrikan dan dalam interval waktu yang direkomendasikan.

d. Pembaruan Perangkat Lunak

Pabrikan *Echosounder* seringkali merilis pembaruan perangkat lunak untuk memperbaiki bug dan meningkatkan kinerja. Memastikan perangkat lunak tetap terbaru dapat berkontribusi pada pembacaan data yang lebih stabil dan akurat.

e. Pelatihan perwira

Perwira yang terlatih dengan baik akan mampu mengoperasikan *Echosounder* dengan benar, menyesuaikan parameter sesuai kondisi lingkungan, dan mengidentifikasi potensi masalah sejak dini.

C. Faktor yang mempengaruhi performa Alat Navigasi

Performa alat navigasi di kapal sangat dipengaruhi oleh faktor teknis, lingkungan, dan keterampilan perwira dalam menggunakannya. Sensor navigasi seperti *GPS*, *Radar*, *AIS*, dan *Echosounder* harus dikalibrasi dengan baik agar menghasilkan data yang akurat untuk menentukan posisi kapal, mendeteksi rintangan, dan memastikan jalur pelayaran yang aman. Selain itu, kondisi cuaca seperti kabut tebal, badai, dan gelombang tinggi dapat memengaruhi efektivitas alat navigasi, sementara interferensi elektronik dari peralatan kapal lainnya juga dapat menurunkan kualitas sinyal. Pemeliharaan rutin dan pembaruan perangkat lunak menjadi langkah penting untuk menjaga keandalan sistem navigasi, sehingga kapal dapat beroperasi dengan efisiensi dan keamanan maksimal selama pelayaran.

Dari berbagai faktor yang mencakup aspek teknis, lingkungan, dan manusia. Setiap alat navigasi, seperti *GPS*, *Radar*, *AIS*, *ECDIS*, dan *Echosounder*, memiliki karakteristik unik yang dapat terpengaruh oleh kondisi operasional kapal.

1. Faktor Teknis

a. Kualitas Sensor dan Kalibrasi

sensor navigasi harus dikalibrasi secara berkala agar tetap akurat. Misalnya, gyro compass dapat mengalami drift jika tidak dikalibrasi dengan benar.

b. Pemeliharaan dan Perawatan

Alat navigasi memerlukan pemeliharaan rutin untuk mencegah kerusakan akibat korosi, kelembaban, atau keausan komponen elektronik.

c. Interferensi Elektronik Peralatan lain di kapal

seperti radio komunikasi atau sistem kelistrikan, dapat menyebabkan gangguan sinyal pada *Radar* dan *AIS*.

d. Ketersediaan Data dan Pembaruan Sistem

seperti *ECDIS* membutuhkan pembaruan peta elektronik

secara berkala agar tetap akurat dan sesuai dengan kondisi terbaru di perairan.

2. Faktor Lingkungan

a. Kondisi Cuaca hujan lebat, kabut, dan badai

Dapat mengurangi efektivitas *Radar* dan sistem navigasi optik, sehingga kapal harus mengandalkan sensor lain seperti *AIS* atau *GPS*.

b. Gelombang dan Arus Laut

Perubahan arus dan gelombang dapat mempengaruhi stabilitas kapal dan akurasi alat navigasi, terutama *Echosounder* yang bergantung pada pantulan sonar.

c. Aerasi dan Gelembung Udara air

Yang disebabkan oleh baling-baling kapal dapat mengganggu transmisi gelombang ultrasonik pada *Echosounder*, menyebabkan data kedalaman yang kurang akurat.

d. Gangguan Medan Magnetik

Medan magnetik dari peralatan lain atau lingkungan sekitar dapat mempengaruhi kompas magnetik dan gyro compass, menyebabkan kesalahan dalam penentuan arah kapal.

3. Faktor Manusia

a. Keterampilan dan Pemahaman perwira

Kurangnya pemahaman tentang cara mengoperasikan alat navigasi dapat menyebabkan kesalahan dalam interpretasi data, yang berpotensi membahayakan keselamatan kapal.

b. Kualifikasi dan Kompetensi Perwira Kapal

Perwira yang tidak terlatih dengan baik dapat mengalami kesulitan dalam menggunakan alat navigasi secara optimal, terutama dalam situasi darurat.

c. Kesalahan dalam Pengaturan Alat konfigurasi yang salah

Dapat menyebabkan alat navigasi memberikan informasi yang tidak akurat, seperti kesalahan dalam pengaturan offset *GPS* yang dapat menggeser posisi kapal di peta elektronik.

4. integrasi dengan Sistem Navigasi Lain

a. Penggunaan Multi sensor

Kapal modern sering mengintegrasikan beberapa sistem navigasi untuk meningkatkan akurasi, seperti menggabungkan *GPS*, *Radar*, *AIS*, dan *ECDIS*.

b. Redundansi Sistem

Untuk menghindari kegagalan navigasi, kapal biasanya memiliki sistem cadangan, seperti kompas magnetik sebagai alternatif jika gyro compass mengalami gangguan.

c. Pemantauan dan Diagnostik

Beberapa kapal dilengkapi dengan sistem pemantauan otomatis yang dapat mendeteksi anomali dalam alat navigasi dan memberikan peringatan dini kepada perwira jaga.

D. Berlabuh Jangkar

Menurut Purwantomo (2018:75), “berlabuh jangkar adalah mengikat kapal pada dasar perairan agar kapal tidak hanyut karena arus/angin untuk melaksanakan suatu kegiatan, seperti menunggu clearance untuk memasuki pelabuhan, melaksanakan kegiatan muat bongkar barang, menunggu pandu, dan lain-lain. Pelaksanaan berlabuh jangkar harus dilaksanakan secara efektif, efisien, aman dan terkendali

Dalam OCIMF (2013) di buku *Ship to ship Transfer guide*, menjelaskan prosedur berlabuh jangkar untuk kegiatan *ship to ship* :

1. Prosedur Berlabuh

a. Perencanaan Sebelum Berlabuh (*Pre-Arrival Planning*)

Perencanaan yang komprehensif adalah kunci keberhasilan dan keselamatan saat berlabuh. Beberapa aspek

penting dalam perencanaan meliputi:

1) Informasi Area Labuh

Nakhoda dan perwira navigasi harus mengumpulkan dan mempelajari informasi terbaru mengenai area labuh, termasuk kedalaman air, jenis dasar laut, arus, pasang surut, kondisi cuaca terkini dan perkiraan, keberadaan kapal lain atau rintangan, serta batasan area labuh yang berlaku (IMO, 2019). Informasi ini biasanya diperoleh dari peta laut elektronik (*ECDIS*), publikasi nautika, berita pelaut, dan komunikasi dengan pandu atau otoritas pelabuhan.

2) Pemilihan Posisi Labuh

Berdasarkan informasi area labuh, posisi labuh yang aman dan sesuai dengan rencana kegiatan di pelabuhan harus dipilih. Faktor-faktor seperti ruang gerak yang cukup untuk *Manuver*, jarak aman dari kapal lain dan rintangan, serta kemudahan akses ke fasilitas pelabuhan perlu dipertimbangkan.

3) Pemeriksaan Peralatan

Sebelum tiba di area labuh, semua peralatan yang terkait dengan kegiatan berlabuh harus diperiksa dan dipastikan berfungsi dengan baik. Ini meliputi jangkar dan rantai jangkar, windlass, tali-temali, bollard, serta sistem komunikasi internal dan eksternal.

4) Pembagian Tugas dan *Briefing*

Nakhoda harus memberikan instruksi yang jelas mengenai peran dan tanggung jawab setiap awak kapal selama *Manuver* berlabuh. *Briefing* tim dianjurkan untuk memastikan semua orang memahami rencana, potensi risiko, dan tindakan darurat yang mungkin diperlukan.

5) Perhitungan Jarak Henti dan *Manuver*

Perwira navigasi harus memperkirakan jarak henti

kapal berdasarkan kecepatan, kondisi pemuatan, dan pengaruh lingkungan. Rencana *Manuver* yang detail, termasuk titik-titik perubahan haluan dan kecepatan, perlu disiapkan (Cockcroft & Lameijer, 2017).

b. Pelaksanaan *Manuver* Berlabuh

Pelaksanaan *Manuver* berlabuh harus dilakukan secara bertahap dan hati-hati, dengan memperhatikan kondisi lingkungan dan respons kapal. Tahapan umum dalam *Manuver* berlabuh meliputi:

1) Pendekatan ke Area Labuh

Kapal harus mendekati area labuh dengan kecepatan yang aman dan terkendali, sesuai dengan rencana *Manuver* yang telah dibuat. Komunikasi yang efektif dengan pandu (jika ada) dan otoritas pelabuhan sangat penting pada tahap ini (IMO, 2021).

2) Penentuan Titik Pelepasan Jangkar

Berdasarkan posisi yang diinginkan dan kondisi arus serta angin, titik pelepasan jangkar harus ditentukan dengan cermat. Perwira navigasi harus memantau posisi kapal secara akurat menggunakan sistem navigasi yang tersedia (DNV, 2018).

3) Pelepasan Jangkar

Jangkar harus dilepaskan pada saat yang tepat dengan jumlah rantai yang sesuai dengan kedalaman air dan kondisi cuaca yang diperkirakan. Prosedur pelepasan jangkar harus diikuti dengan benar untuk menghindari kerusakan pada peralatan dan memastikan jangkar mencengkeram dasar laut dengan baik (ABS, 2023).

Menurut IMO MSC.1/Circ.1175, panjang rantai jangkar yang ideal adalah 5–7 kali kedalaman air untuk memastikan jangkar mencengkeram dasar laut dengan

optimal. Dalam kondisi cuaca buruk atau saat kapal menghadapi arus yang kuat, rasio ini dapat ditingkatkan hingga 10:1 untuk meminimalkan risiko terjadinya dragging. Prinsip ini dikenal sebagai scope ratio, yang menjadi acuan penting dalam pengoperasian sistem jangkar secara aman dan efektif. Penggunaan scope yang tidak memadai dapat menyebabkan jangkar tidak menggigit dasar laut dengan kuat, sehingga kapal berpotensi berpindah posisi secara tidak terkendali (*anchor dragging*).

Selain itu, dalam panduan yang sama, IMO juga menekankan pentingnya prosedur penurunan jangkar yang dilakukan secara bertahap dan terkendali. Pengoperasian windlass harus diawasi oleh perwira jaga dengan memastikan sistem rem dan pawl brake berfungsi normal sebelum pelepasan rantai dimulai. Komunikasi yang efektif antara anjungan dan forecastle menjadi syarat mutlak selama proses ini, agar setiap instruksi dapat ditindaklanjuti secara akurat dan cepat. Hal ini penting untuk mencegah kerusakan mekanis maupun cedera personel selama operasi penjangkaran berlangsung.

4) Pengawasan Posisi dan Cengkeraman Jangkar

Setelah jangkar dilepaskan, posisi kapal harus terus dipantau untuk memastikan kapal tidak bergerak keluar dari area labuh yang ditentukan dan jangkar mencengkeram dengan baik. Baringan terhadap benda tetap di darat atau penggunaan sistem pemosisian global (*GPS*) dapat digunakan untuk memantau posisi (EMSA, 2016).

5) Penggunaan Jangkar Kedua (Jika Diperlukan)

Dalam kondisi cuaca buruk atau area labuh yang ramai, penggunaan jangkar kedua mungkin diperlukan untuk meningkatkan keamanan dan mencegah kapal hanyut

.Prosedur pelepasan dan pengaturan jangkar kedua harus direncanakan dan dilaksanakan dengan hati-hati.

c. Setelah Berlabuh (*Post-Anchoring*)

Setelah kapal berhasil berlabuh, beberapa tindakan lanjutan perlu dilakukan:

1) Pemeriksaan Posisi dan Kondisi Jangkar Secara Berkala

Posisi kapal dan kondisi jangkar harus diperiksa secara berkala, terutama saat terjadi perubahan cuaca atau arus yang signifikan. Perwira jaga bertanggung jawab untuk melakukan pengamatan ini dan melaporkan setiap perubahan kepada Nakhoda (IMO, 2020).

2) Pengaturan Sinyal dan Penerangan Labuh

Sesuai dengan peraturan internasional tentang pencegahan tubrukan di laut (COLREGs), kapal yang berlabuh harus memasang sinyal dan penerangan yang sesuai pada malam hari atau saat jarak pandang terbatas (IALA, 2017).

3) Persiapan untuk Kegiatan di Pelabuhan

Setelah berlabuh dengan aman, awak kapal dapat memulai persiapan untuk kegiatan bongkar muat atau kegiatan lain yang direncanakan di pelabuhan.

2. Prosedur Dinas Jaga Saat Kapal Berlabuh Jangkar

Menurut *Standard of Training, Certification and Watchkeeping* (STCW) 1978 Amandemen 2010, tugas jaga kapal diatur secara rinci baik saat di pelabuhan maupun di laut (dalam Mawardi, 2021) dinas jaga di kapal yang sedang berlabuh jangkar merupakan tugas jaga yang dilaksanakan ketika kapal sedang sandar ataupun berlabuh jangkar apapun tujuannya bongkar muat atau perbaikan dan dilaksanakan dengan prinsip jaga 24 jam secara bergantian, Hal ini bertujuan agar awak kapal dapat diatur bergantian pesiar atau meninggalkan kapal sehingga jaga

pelabuhan efektif dilakukan penuh 24 jam atau diatur. Hal ini merupakan aspek krusial dalam menjaga keselamatan kapal, awak kapal, muatan, dan lingkungan sekitar. Prosedur yang efektif memastikan pengawasan terus-menerus terhadap kondisi kapal, posisi, dan potensi bahaya yang mungkin timbul. Berikut adalah prosedur dalam penerapan dinas jaga saat kapal berlabuh jangkar:

a. Serah terima dinas jaga

1) Informasi Umum Kapal

Perwira jaga yang akan menyerahkan dinas memberikan informasi terkini kepada perwira jaga yang akan menggantikannya. Ini mencakup nama kapal, posisi labuh (termasuk perkiraan posisi dengan referensi daratan atau navigasi elektronik), draft kapal, kondisi muatan, dan jumlah awak kapal di atas kapal.

2) Kondisi Jangkar dan Rantai

Informasi detail mengenai jumlah rantai jangkar yang diturunkan, kondisi rantai (misalnya, apakah ada getaran atau bunyi aneh), dan pembacaan tegangan pada rantai jangkar.

3) Kondisi Cuaca dan Laut

Laporan terkini mengenai arah dan kecepatan angin, kondisi arus, tinggi gelombang, visibilitas, dan perkiraan perubahan cuaca berdasarkan informasi meteorologi terbaru.

4) Peralatan Navigasi dan Komunikasi

Status dan fungsi peralatan navigasi (*Radar, AIS, GPS*) dan komunikasi (radio VHF, telepon satelit). Pastikan semua peralatan berfungsi dengan baik.

5) Alarm dan Sistem Keamanan

Status semua alarm kapal (kebakaran, banjir,

bahaya lainnya) dan sistem keamanan (akses ke kapal).

6) Instruksi Khusus

Instruksi khusus dari Nakhoda atau perwira jaga sebelumnya terkait dengan kondisi tertentu, pekerjaan yang sedang berlangsung, atau tindakan pencegahan yang perlu diperhatikan.

7) Buku Jurnal Jaga

Penandatanganan buku jurnal jaga oleh petugas yang menyerahkan dan menerima dinas, mencatat waktu serah terima dan semua informasi relevan.

b. Pelaksanaan Dinas Jaga

1) Pengamatan Visual

Melakukan pengamatan visual secara berkala terhadap kondisi sekitar kapal, termasuk kapal lain, rambu navigasi, perubahan cuaca, dan tanda-tanda bahaya.

2) Pengawasan Peralatan Navigasi

Memantau *Radar* dan *AIS* untuk mendeteksi adanya kapal lain yang mendekat atau bahaya navigasi. Memeriksa posisi kapal secara berkala melalui *GPS* atau sistem navigasi lainnya untuk memastikan kapal tidak bergerak dari posisi labuh yang aman.

3) Pemeriksaan Berkala

Melakukan pemeriksaan berkala di sekitar dek untuk memastikan tidak ada masalah keamanan (misalnya, tali *mooring* yang kendur jika ada kapal lain yang berlabuh dekat), kebocoran, atau kondisi tidak normal lainnya.

4) Pemantauan Kondisi Jangkar

Memeriksa rantai jangkar secara berkala untuk memastikan tidak ada tegangan berlebihan, getaran aneh, atau indikasi jangkar terseret (*dragging*). Perhatikan juga perubahan arah angin atau arus yang dapat mempengaruhi

posisi kapal dan tegangan rantai.

5) Komunikasi

Memastikan komunikasi yang efektif dengan stasiun pantai, kapal lain, atau pihak berwenang jika diperlukan. Memantau radio VHF untuk informasi keselamatan maritim dan panggilan darurat.

6) Pencatatan dalam Buku Jurnal Jaga

Mencatat semua kejadian penting selama dinas jaga, termasuk waktu pemeriksaan, kondisi cuaca, perubahan posisi (jika ada), pergerakan kapal lain, komunikasi yang dilakukan, dan tindakan yang diambil.

c. Serah Terima Dinas Jaga Berikutnya (*Hand over*)

Memberikan laporan yang jelas dan ringkas kepada petugas jaga yang akan menggantikan mengenai semua kejadian penting selama dinas jaga, kondisi kapal, dan instruksi yang perlu diperhatikan. Memastikan buku jurnal jaga telah diisi dengan lengkap dan ditandatangani.

3. Pengaruh Cuaca Dan Arus Terhadap Posisi Berlabuh

Cuaca dan arus laut merupakan dua faktor lingkungan utama yang secara signifikan memengaruhi stabilitas dan posisi kapal saat berlabuh. Kondisi cuaca seperti angin kencang, suhu dingin ekstrem, dan pembentukan lapisan es dapat mengganggu proses olah gerak kapal dan menyebabkan deviasi posisi kapal saat sandar. Arus laut yang kuat juga dapat memengaruhi stabilitas kapal dengan menyebabkan kapal miring atau berguling, terutama jika distribusi muatan dan ballast tidak tepat. Oleh karena itu, pemilihan teknik olah gerak kapal yang tepat dan analisis cuaca yang akurat sangat penting untuk menjaga keselamatan kapal, muatan, dan kru selama proses berlabuh, khususnya pada kondisi perairan yang menantang seperti perairan es.

Selain cuaca, arus laut juga memberikan gaya hidrodinamik

yang memengaruhi posisi kapal berlabuh. Arus menghasilkan gaya seret (*drag force*) searah dengan aliran, dan gaya angkat (*lift force*) jika arahnya tidak sejajar dengan kapal. Arus yang tidak seragam dapat menyebabkan momen yang memutar kapal (*yawing*), dan di perairan dangkal, pengaruh arus dapat meningkat. Sinergi antara cuaca dan arus seringkali memperburuk kondisi, di mana kombinasi angin dan arus yang searah atau berlawanan dapat menghasilkan gaya dan gelombang yang lebih berbahaya.

Untuk mengatasi pengaruh lingkungan ini, kapal berlabuh dilengkapi dengan sistem tambat (tali, rantai) dan penahan (jangkar, dolphin, bollard). Desain dan kekuatan sistem ini harus mempertimbangkan kondisi operasional yang mungkin dihadapi kapal (Molinas & Fathi, 2016). Pemilihan jenis tambatan, jumlah tali, sudut penambatan, dan penggunaan jangkar yang tepat sangat penting untuk menjaga posisi kapal tetap aman dan stabil (Kim & Lee, 2019). Penelitian terus dilakukan untuk mengembangkan pemodelan yang lebih akurat dan sistem tambat yang lebih efektif dalam menghadapi berbagai kondisi cuaca dan arus (Alaez & Pérez-Rojas, 2019).

Swing Circle atau lingkaran berlabuh jangkar adalah area di sekitar kapal yang berlabuh, di mana kapal dapat berayun akibat pengaruh angin, arus, dan gelombang. Ini merupakan radius teoritis yang dihitung berdasarkan panjang rantai jangkar yang dilepaskan dan panjang kapal itu sendiri, di mana kapal dapat bergerak dalam batas tertentu tanpa menggeser posisi jangkar. Pergerakan ini terjadi karena pengaruh eksternal seperti angin dan arus laut adapun fungsi utamanya yaitu:

a. Pentingnya Menentukan *Swing Circle*

- 1) Menghindari Tabrakan kapal harus memastikan bahwa *Swing Circle* tidak bertabrakan dengan kapal lain atau struktur di sekitar.

- 2) Menjaga Stabilitas Kapal memahami radius ayunan membantu dalam perencanaan berlabuh yang aman.
- 3) Mengoptimalkan Posisi Jangkar dengan menghitung Swing Circle, kapal dapat memilih lokasi berlabuh yang sesuai dengan kondisi perairan.

Swing Circle sangat penting dalam operasi berlabuh kapal untuk memastikan keselamatan dan efisiensi navigasi untuk menghindari dari laratnya kapal

b. Faktor yang mempengaruhi *Swing Circle*

- 1) Panjang Rantai Jangkar semakin panjang rantai yang dilepaskan, semakin besar radius ayunan kapal.
- 2) Ukuran Kapal kapal yang lebih besar memiliki radius ayunan yang lebih luas dibandingkan kapal kecil.
- 3) Kondisi Cuaca dan Arus angin kencang dan arus laut dapat menyebabkan kapal berayun lebih jauh dari titik jangkar.
- 4) Jenis Dasar Laut dasar laut yang berlumpur atau berpasir dapat mempengaruhi daya cengkeram jangkar dan stabilitas ayunan kapal

E. Bongkar Muat dengan cara STS

Menurut Budi (2022 : 4) *Ship-to-Ship Transfer operation (STS)* adalah pemindahan muatan antara kapal-kapal yang berlayar di laut yang diposisikan berdampingan, baik dalam keadaan diam maupun sedang berlayar. Bongkar muat secara *ship to ship (STS)* pada kapal *Bulk Carrier* melibatkan *Transfer* kargo curah kering antara dua kapal *Bulk Carrier* yang berdekatan di laut. Untuk memungkinkan fleksibilitas dalam logistik pengiriman, menghindari keterbatasan pelabuhan atau mempercepat proses *Transfer* dalam proses *STS* untuk kargo curah kering memiliki tantangan dan pertimbangan yang signifikan dibandingkan dengan kargo cair.

1. Stabilitas Kapal

Transfer kargo akan mengubah distribusi berat di kedua

kapal, sehingga perhitungan stabilitas yang cermat sangat penting untuk mencegah kondisi berbahaya.

2. Kapasitas Peralatan

Crane, grab, atau sistem *Transfer* lainnya harus memiliki kapasitas yang memadai untuk jenis dan jumlah kargo yang di*Transfer*.

3. Kecepatan *Transfer*

Kecepatan *Transfer* kargo akan mempengaruhi durasi operasi *STS*.

4. Pengendalian Debu dan Tumpahan

Transfer kargo curah kering berpotensi menghasilkan debu dan tumpahan, yang perlu dikendalikan untuk alasan lingkungan dan keselamatan.

Prosedure pada saat melaksanakan proses bongkar muat yaitu:

1. Perencanaan dan Penilaian Risiko

Perencanaan mendetail, termasuk studi kelayakan, penilaian risiko menyeluruh, dan rencana kontingensi.

2. Pemilihan Lokasi

Pemilihan area laut yang terlindung dengan kondisi cuaca dan arus yang tenang.

3. Penyiapan Kapal

Pemeriksaan stabilitas kedua kapal, kesiapan peralatan *mooring* dan *Transfer* kargo.

4. *Manuver* Pendekatan dan *Mooring*

Kedua kapal akan mendekat perlahan dan diikat bersama menggunakan sistem *mooring* dan *fendering* yang sesuai. *Mooring master* yang berpengalaman sangat penting.

5. Penempatan Peralatan *Transfer*

Jika menggunakan *floating crane*, penempatannya di antara kedua kapal memerlukan kehati-hatian. Jika menggunakan *crane* kapal, jangkauan dan kapasitasnya harus dipastikan.

6. *Transfer* Kargo

Transfer kargo dilakukan secara bertahap, dengan pemantauan terus-menerus terhadap stabilitas kedua kapal dan kondisi peralatan *Transfer*. Pengendalian debu dan tumpahan menjadi prioritas.

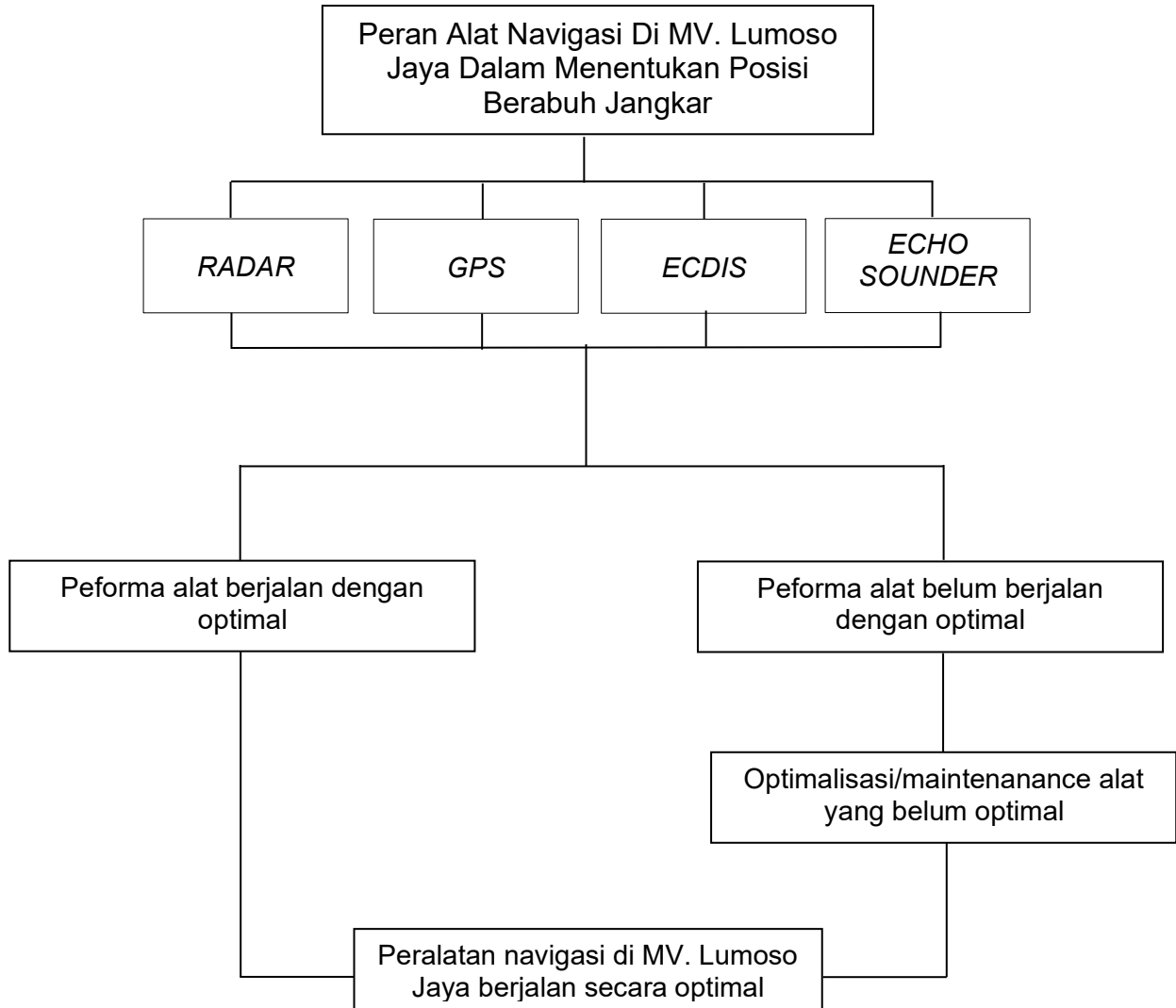
7. Pelepasan dan Keberangkatan

Setelah *Transfer* selesai, kedua kapal akan melepaskan ikatan dan bergerak menjauh dengan aman.

Bongkar muat secara Ship To Ship merupakan kegiatan maritim yang kompleks dan berisiko tinggi yang memerlukan perencanaan matang, koordinasi yang efektif, dan kepatuhan yang ketat terhadap prosedur keselamatan dan lingkungan. (*Oil Companies International Marine Forum* (OCIMF). (2022)

F. Kerangka Pikir

Gambar 2.12 Kerangka Pikir



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif, yang bertujuan untuk memahami, menggambarkan, dan menjelaskan fenomena yang terjadi secara mendalam dalam konteks menjaga performa peralatan navigasi untuk berlabuh jangkar di MV. Lumoso Jaya. Metode ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi berbagai faktor yang mempengaruhi performa peralatan navigasi dalam menentukan posisi berlabuh jangkar, termasuk aspek teknis, lingkungan, manusia serta kendala yang dihadapi dalam praktik. Dengan metode ini, peneliti dapat memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai pengoptimalan performa peralatan navigasi untuk posisi berlabuh jangkar dan persepsi dari para pelaksana di lapangan

B. Definisi Konseptual

Definisi konseptual adalah penjelasan singkat mengenai variable yang akan di teliti. Definisi konseptual bertujuan menjelaskan makna variabel utama yang akan dikaji.

1. RADAR

RADAR adalah alat yang berfungsi untuk mendeteksi objek di sekitar kapal menggunakan gelombang radio. Saat proses labuh jangkar, *Radar* memberikan gambaran tentang lingkungan sekitar, seperti keberadaan kapal lain, pelampung, atau garis pantai. Ini sangat berguna terutama di malam hari atau saat cuaca buruk, ketika pandangan terbatas. Dengan *Radar*, perwira jaga bisa memastikan area labuh cukup aman dan tidak ada risiko tabrakan dengan objek di sekitar kapal

2. *GPS*

GPS (Global Positioning System) adalah alat navigasi yang digunakan untuk menentukan posisi kapal secara akurat melalui sinyal satelit. Saat kapal berlabuh, *GPS* sangat membantu perwira jaga untuk memastikan kapal berada di titik yang tepat sesuai rencana. Selain itu, *GPS* juga berperan dalam memantau apakah kapal tetap pada posisi semula atau mulai bergeser akibat arus atau angin, sehingga tindakan pencegahan bisa segera diambil sebelum situasi memburuk.

3. *ECDIS*

ECDIS adalah sistem navigasi elektronik berbasis peta digital yang menampilkan posisi kapal secara real-time, serta informasi kelautan seperti kedalaman, alur pelayaran, dan rintangan bawah laut. Dalam konteks penelitian ini, variabel *ECDIS* didefinisikan sebagai kemampuan sistem dalam memberikan gambaran kondisi perairan berdasarkan data peta laut elektronik (peta data) yang membantu perwira jaga dalam menentukan posisi aman saat labuh jangkar

4. *Echosounder*

Echosounder adalah alat navigasi yang digunakan untuk mengukur kedalaman laut secara aktual dan real-time dengan memanfaatkan pantulan gelombang suara dari dasar laut. Dalam konteks penelitian ini, variabel *Echosounder* didefinisikan sebagai sejauh mana alat tersebut dapat menyediakan informasi kedalaman yang akurat untuk menentukan area labuh jangkar yang aman.

5. Berlabuh Jangkar

Berlabuh jangkar adalah mengikat kapal pada dasar perairan agar kapal tidak hanyut karena arus/angin untuk melaksanakan suatu kegiatan, seperti menunggu clearance untuk memasuki pelabuhan, melaksanakan kegiatan muat bongkar barang, menunggu pandu, dan lain-lain

6. *Ship To Ship (STS)*

Ship To Ship (STS) adalah pemindahan muatan antara kapal-kapal yang berlayar di laut yang diposisikan berdampingan, baik dalam keadaan diam maupun sedang berlayar

C. Teknik Pengumpulan Data

1. Observasi

Observasi dilakukan dengan cara mengumpulkan data melalui pengamatan secara langsung terhadap peran alat navigasi untuk posisi berlabuh jangkar yakni *RADAR*, *GPS*, *ECDIS* *Echosounder*

2. Dokumentasi

Teknik dokumentasi adalah satu metode pengumpulan data dengan melihat atau menganalisis dokumen-dokumen yang di buat oleh subjek sendiri atau oleh orang lain. Teknik dokumentasi sendiri dapat diartikan sebagai teknik pengumpulan data melalui bahan-bahan tertulis yang diterbitkan oleh lembaga-lembaga yang menjadi objek penelitian. Baik berupa prosedur-peraturan-peraturan-laporan-hasil-pekerjaan yang di terbitkan di oleh lembaga yang menjadi objek penelitian.

3. Wawancara

Adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara berinteraksi langsung dengan narasumber yakni Mualim 2, untuk menggali informasi lebih dalam mengenai topik penelitian.

D. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup beberapa tahapan yang bertujuan untuk memperoleh hasil yang akurat, valid, dan bermanfaat. Tahapan-tahapan tersebut meliputi penyajian data, analisis data, pembahasan dengan teori yang ada, penarikan kesimpulan, dan pemberian saran. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai setiap tahapan:

1. Penyajian data

Penyajian data dilakukan untuk menggambarkan kondisi objek penelitian secara sistematis dan terstruktur. Data yang diperoleh melalui observasi langsung, studi dokumentasi, dan wawancara akan diklasifikasikan dan disajikan dalam bentuk tabel dan narasi yang memudahkan pemahaman. Penyajian ini mencakup informasi terkait pengoptimalan performa peralatan navigasi, kendala yang dihadapi, serta proses pemeliharaan peralatan navigasi di MV. Lumoso Jaya.

2. Analisis data

Analisis data yang dipergunakan dalam penelitian ini yakni data yang diperoleh dari observasi, dokumentasi, dan wawancara akan dianalisis secara kualitatif dengan cara mengobservasi. Data akan dianalisis untuk mengidentifikasi pola-pola yang ada, permasalahan yang muncul, serta hubungan antara berbagai variabel yang mempengaruhi efektivitas pengoptimalan performa peralatan navigasi di kapal MV. Lumoso Jaya

3. Pembahasan dengan teori

Hasil analisis data kemudian akan dibahas dengan merujuk pada teori-teori yang relevan mengenai sistem pengoperasian peralatan navigasi di kapal, serta memberikan pemahaman yang lebih dalam mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi peran peralatan navigasi. Teori yang digunakan dalam pembahasan ini antara lain teori pengoperasian alat navigasi, performa alat navigasi, dan peran alat navigasi dalam pelayaran kapal.

4. Penarikan kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, penarikan kesimpulan akan dilakukan untuk memberikan gambaran umum mengenai temuan utama dalam penelitian ini. Kesimpulan ini akan merangkum hasil penelitian terkait efektivitas pengoperasian peralatan navigasi di kapal MV. Lumoso Jaya

5. Pemberian saran

Sebagai bagian dari hasil penelitian, pemberian saran akan diberikan kepada pihak terkait, untuk meningkatkan peran dalam pengoperasian alat navigasi. Saran yang diberikan akan mencakup rekomendasi terkait perbaikan sistem perawatan, peningkatan pelatihan kru, optimalisasi peralatan navigasi, serta penerapan prosedur dalam pengoperasian peralatan navigasi.