

SKRIPSI

**ANALISIS PENGGUNAAN RADAR DI ALUR PELAYARAN
SEMPIT DI MV. KHARIS TRINITY**



SYARIF ZAINUDDIN

NIT : 20.41.091

NAUTIKA

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Syarif Zainuddin
NIT : 20.41.091
Program Studi : Nautika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

ANALISIS PENGGUNAAN RADAR DI ALUR PELAYARAN SEMPIT DI MV. KHARIS TRINITY

Merupakan karya asli. Kecuali pokok bahasan dan kutipan yang saya buat, tesis ini berisi pendapat saya sendiri. Saya setuju dengan sanksi yang diberikan Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar jika pernyataan di atas menunjukkan sebaliknya.

Makassar, 20 Mei 2025



SYARIF ZAINUDDIN
NIT. 20.41.091

**ANALISIS PENGGUNAAN RADAR DI ALUR PELAYARAN SEMPIT DI
MV. KHARIS TRINITY**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi Nautika

Disusun dan Diajukan oleh

SYARIF ZAINUDDIN

NIT. 20.41.091

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

SKRIPSI

**ANALISIS PENGGUNAAN RADAR DI ALUR PELAYARAN SEMPIT DI
MV. KHARIS TRINITY**

Disusun dan Diajukan oleh:

SYARIF ZAINUDDIN

NIT. 20.41.091

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi
Pada tanggal 20 Mei 2025

Menyetujui:

Pembimbing I

Capt. Welem Ada', M.Pd.
NIP. 196705171997031001

Pembimbing II

Nurul Hatifah, M.Pd

Mengetahui:

a.n. Direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Pembantu Direktur I



Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar
NIP. 19750329 199903 1 002

Ketua Program Studi Nautika

Subehana Rachman, S.A.P., M.Adm. S.D.A.
NIP. 197809082005022001

PRAKATA

Dengan memanjatkan segala puja dan puji shmat kepada Allah SWT, atas shmat dan karuniannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Adapun penyusunan skripsi ini guna untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan program Diploma IV yang diselenggarakan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar. Dalam penulisan skripsi ini, penulis memilih judul “Analisis Penggunaan Radar Di Alur Pelayaran Sempit Di MV. KHARIS TRINITY”.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menggabungkan pengalaman dan data yang mereka peroleh selama menjalankan proyek laut di atas kapal MV. KHARIS TRINITY yang dimiliki oleh KHARIS SHIPPING CO.LTD, serta berbagai buku panduan yang telah penulis baca. Penulis berharap skripsi ini akan memberi manfaat bagi civitas akademika PIP Makassar dan dunia maritim pada umumnya.

Namun demikian, penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna baik dari segi materi maupun penulisannya, jadi dengan penuh kesadaran dan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk memperbaikinya.

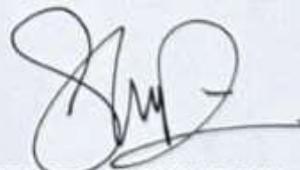
Pada penulisan skripsi ini, penulis juga tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak yang turut ambil bagian dalam penulisan ini baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis dengan rendah hati menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini :

1. Bapak Capt. Rudy Susanto, M.Pd. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar. selaku PUDIR I Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Bapak Capt. Moh. Aziz Rohman, M.M., Mar. Selaku PUDIR II Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

4. Ibu Capt. Oktavera Sulistiana, M.T., M.Mar. selaku PUDIR III Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
5. Ibu SUBEHANA RACHMAN, S.A.P., M.Adm.S.D.A selaku Ketua Prodi Nautika
6. Bapak Capt. Welem Ada', M.Pd. selaku Dosen Pembimbing I
7. Ibu Nurul Hatifah, M.Pd selaku Dosen Pembimbing II
8. Seluruh Dosen dan Staf pengajar Jurusan Nautika Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
9. KHARIS SHIPPING CO.LTD
10. Seluruh Perwira dan awak kapal MV. KHARIS TRINITY
11. Teman-teman Angkatan XLI.
12. Kepada kedua orang tua saya, Ayahanda Zainuddin dan Ibunda HJ. Rahmah, yang telah mendoakan saya dan memberikan dukungan moril dan materil, yang saya yakin setiap keberhasilan saya adalah hasil dari doa mereka
13. Terkhusus Nur Indah Ramadhani Hamsir selalu memberikan semangat dan motivasi selama proses mengerjakan skripsi kepada penulis
14. Terima kasih kepada semua pihak yang tidak disebutkan di atas atas dukungannya dalam menyelesaikan skripsi ini dengan cepat dan efisien. Semoga Allah SWT melimpahkan berkatnya atas semua bantuan dan kebaikannya kepada penulis. berkembang.

Akhirnya penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini jauh dari sempurna dan masih terdapat banyak kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan tanggapan dan saran-saran dari semua pihak guna menyempurnakan skripsi ini.

Makassar, 20 Mei 2025



SYARIF ZAINUDDIN
NIT. 20.41.091

ABSTRAK

Syarif Zainuddin, Analisis Penggunaan Radar Di Alur Pelayaran Sempit Di MV. KHARIS TRINITY, Program Pendidikan Diploma IV (Di bimbing oleh Welem Ada' dan Nurul Hatifah).

Analisis penggunaan Radar dalam alur pelayaran sempit merupakan identifikasi akan hal-hal apa yang menjadi penyebab kurang optimalnya penggunaan Radar pada saat kapal memasuki alur pelayaran sempit

Penelitian ini dilaksanakan di atas kapal MV. Kharis Trinity pada bulan July 2023 hingga July 2024. Jenis penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian kualitatif, dimana jenis penelitian ini lebih fokus pada pengamatan dan mengumpulkan data dengan cara observasi langsung dan wawancara lalu dikaji menggunakan penelitian pustaka.

Hasil yang di peroleh oleh penulis selama melaksanakan penelitian di atas kapal MV. Kharis Trinity menunjukkan bahwa kurang optimalnya pemanfaatan Radar di alur pelayaran sempit disebabkan oleh kurangnya familiaritas kru kapal terhadap pengoperasiannya, yang diperparah oleh minimnya pemahaman prosedur, perawatan Radar yang tidak maksimal, kondisi lingkungan buruk, dan kurangnya pelatihan yang memadai bagi kru baru. Akibatnya, risiko kecelakaan navigasi meningkat, seperti insiden hampir menabrak rumpun nelayan. Optimalisasi penggunaan Radar melalui familiarisasi ulang, pemahaman fitur-fitur penting Radar (*Gain, Rain, Sea*), serta pemanfaatan efektif EBL dan VRM menjadi krusial demi terciptanya pelayaran yang lebih aman di alur pelayaran sempit.

Kata kunci: Analisis, Alur Pelayaran Sempit, Radar.

ABSTRACT

Syarif Zainuddin Analysis of Radar Usage in Narrow Channel on MV. Kharis Trinity (Guided by Welem Ada' and Nurul Hatifah)

This research aims to analyze the use of Radar in navigation to improve maritime safety on the MV Sinar Kintamani.. This study employs a field research method, gathering information through interviews with the ship's crew, observations of Radar usage, and an examination of the standard operating procedures for Radar use on the vessel.

The results of the study indicate that Radar use on the MV. Sinar Kintamani complies with existing procedures; however, there are several technical challenges that reduce its effectiveness, such as the magnetron scanner in Radar has over limit. Radar can enhance maritime safety when used optimally, particularly in detecting nearby objects, monitoring weather conditions, and ensuring the vessel's position in waters not visible to the naked eye.

Keywords: Analysis, Narrow channel, Radar.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Tinjauan Pustaka	6
1. Ketentuan Alat Navigasi Radar	6
2. Definisi Radar (Radio Detection And Ranging)	7
3. Jenis Radar	12
4. Prinsip Kerja Radar	14
5. Prosedur Kerja Operasional Radar	19
6. Bagian Radar	21
7. Tombol dan Kegunaan Radar	22
8. Penggunaan Radar	24
9. Cara Pengoperasian Radar	26
10. Alur Pelayaran sempit	26
11. Aturan P2TL mengenai alur pelayaran sempit	29
12. Kekurangan dan Kelebihan Radar	30
B. Kerangka Pikir	31

BAB III METODE PENELITIAN	32
A. Metode Penelitian	32
B. Definisi Operasional	32
C. Unit Analisis	33
D. Teknik Pengumpulan Data	33
E. Prosedur Pengolahan dan Analisis Data	34
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	36
A. Hasil Penelitian	36
B. Pembahasan	42
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	51
A. Simpulan	51
B. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	54
RIWAYAT HIDUP	55

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil Pengamatan penggunaan radar oleh Perwira Jaga 41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alat Navigasi Radar	10
Gambar 2. 2 Gema radio echo pada radar	14
Gambar 2. 3 True motion Display	18
Gambar 2. 4 Bagian-bagian Radar	21
Gambar 2. 5 Diagram Radar	25
Gambar 2. 6 Kerangka Pikir	31
Gambar 4. 1 Ship Particular Dari MV. Kharis Trinity	37
Gambar 4. 2 Radar di MV. Kharis Trinity	37
Gambar 4. 3 Informasi Radar di MV. Kharis Trinity	38
Gambar 4. 4 Tampilan Radar	40
Gambar 4. 5 Tombol Pada Radar	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Kegiatan

54

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Radar adalah perangkat navigasi elektronik penting yang berperan besar dalam keselamatan dan kenyamanan pelayaran. Radar berfungsi mendeteksi serta mengukur jarak objek di sekitar kapal, seperti kapal lain, pelampung, atau benda terapung. Radar tidak hanya menunjukkan keberadaan objek, tetapi juga memberikan data baringan dan jarak secara akurat. Informasi ini membantu nakhoda mengambil keputusan navigasi yang tepat, menghindari tabrakan, dan menjaga kelancaran operasi kapal. Oleh karena itu, Radar yang berfungsi optimal sangat penting dalam menjamin keselamatan dan efisiensi pelayaran di berbagai kondisi laut.

Dalam alur pelayaran sempit yang ramai tentunya banyak kapal yang keluar masuk alur tersebut, sehingga menyebabkan resiko bahaya tubrukan karena keadaan tempat yang terbatas untuk berolah gerak (Menteri Perhubungan RI, 2011). Efektivitas manajemen perwira menjadi kunci sukses manuver kapal, terutama saat memasuki alur pelayaran sempit. Perwira dituntut memiliki kemampuan operasional yang tangguh, sigap dalam situasi darurat, serta mampu mendelegasikan tugas dan wewenang secara tepat. Koordinasi yang baik dari setiap tindakan sangat penting untuk mencegah kesalahan. Tanpa manajemen yang solid, risiko kegagalan olah gerak meningkat dan membahayakan keselamatan pelayaran.



Gambar 1. 1 Navigasi Radar

Sumber : Google (online)

Radar secara resmi mulai digunakan pada tahun 1941, menggantikan istilah sebelumnya, RDE (*Radio Direction Finding*). Meski begitu, konsep dasar Radar telah dikembangkan jauh sebelum Perang Dunia Kedua oleh para ilmuwan. Salah satu tokoh kunci dalam perkembangan Radar adalah ilmuwan Skotlandia, Robert Watson Watt. Ia mulai meneliti dasar teknologi Radar sejak 1915. Pada 1920 an, saat bekerja di Laboratorium Fisik Nasional, ia memperdalam pemahaman tentang peralatan navigasi dan menara radio, yang menjadi fondasi bagi inovasinya. Kementerian Udara Inggris kemudian memberi Watson-Watt kepercayaan penuh untuk mengembangkan sistem Radar. Ia berhasil menciptakan Radar yang mampu mendeteksi pesawat sejauh 40 mil (64 km). Dalam dua tahun, Inggris membangun jaringan Radar di sepanjang pantai, yang menjadi elemen vital dalam sistem pertahanan udara selama Perang Dunia Kedua.

Pada awalnya, Radar memiliki kekurangan karena memancarkan gelombang elektromagnetik dalam gelombang tidak terputus putus. Ini memungkinkan Radar mendeteksi sesuatu, tetapi tidak di tempat yang benar. Perubahan besar dibawa oleh pengembangan Radar berdenyut (*pulsed*) pada tahun 1936. Karena

sinyal Radar ini diputus secara berirama, pengukuran antara gema memungkinkan untuk menentukan arah dan kecepatan target. Meskipun demikian, penemuan pemancar gelombang mikro berkekuatan tinggi pada tahun 1939 membuat kemajuan besar.

Sesuai dengan kemajuan teknologi maritim, Radar dianggap sangat penting untuk membantu navigasi. IMO membuat keputusan tentang penggunaan Radar dalam berbagai situasi. Ini mencakup persyaratan instalasi, jenis Radar yang harus diinstal, dan jumlah yang harus ada di kapal (SOLAS 1974) (Yasin & Nuryaman, 2021:1). Dalam cuaca cerah, kita dapat melakukannya tanpa kendala dengan menggunakan penglihatan di sekitar, tetapi dalam cuaca buruk, penglihatan kita terbatas karena cuaca buruk meningkatkan risiko tubrukan di laut. Dalam situasi darurat kita harus mengikuti aturan yang tepat untuk mencegah bahaya tubrukan di laut karena ini di luar keadaan normal di atas kapal, yang dapat menyebabkan kerugian perusahaan dan jiwa manusia.

Kapal berlayar dengan kecepatan 8.5 Kn pada pukul 05.34 Waktu Singapura saat MV. KHARIS TRINITY melewati selat pada posisi $01^{\circ}14'7''$ N / $103^{\circ}58'19''$ E. Radar X-band dan S-band beroperasi. Kondisi perairan sangat buruk, dan banyak kapal melintasi atau passing kapal. Hujan lebat dapat mengurangi efektivitas Radar navigasi dengan menciptakan blind sector dan target palsu yang membingungkan. Hal ini memperbesar risiko, seperti insiden kapal nyaris menabrak rumpon nelayan yang tak terdeteksi. Rumpon berbahan gelap dan berukuran kecil sulit terdeteksi Radar, terutama dari jarak jauh, dan mudah tertukar dengan target palsu. Dalam kondisi seperti ini, observasi visual dan pengambilan posisi berkala menjadi krusial. Awak kapal sering mengandalkan ECDIS dan pengamatan langsung saat melintasi alur padat. Meskipun Radar memiliki keterbatasan, khususnya dalam cuaca buruk, alat ini tetap vital untuk mendeteksi objek yang tak

terlihat oleh mata. Namun, Radar tidak menjamin deteksi semua objek, sehingga kombinasi metode navigasi dan kewaspadaan kru sangat penting. Perpaduan antara Radar, ECDIS, pengamatan visual, dan pelaporan posisi secara rutin merupakan kunci keselamatan navigasi di laut.

Selain menjaga keselamatan saat bekerja di atas kapal, kita juga harus memahami penggunaan alat bantu navigasi (Radar). Oleh karena itu, kita perlu memahami aturan atau standar SOLAS 1947 tentang penggunaan Radar untuk mengantisipasi atau menghindari bahaya tabrakan di laut, terutama selama pelayaran alur sempit. Dengan demikian, kita dapat mengurangi tingkat keadaan darurat atau bahaya tubrukan di setiap perjalanan kita. Topik ini menjadi daya tarik tersendiri bagi peneliti untuk dikaji lebih lanjut. Mengingat pentingnya pemahaman dan keterampilan calon perwira kapal dalam mengoperasikan radar, peneliti pun memutuskan untuk mengangkat penelitian dengan judul:

“ANALISIS PENGGUNAAN RADAR DI ALUR PELAYARAN SEMPIT DI MV. KHARIS TRINITY”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran pada bagian latar belakang, maka dapat disusun rumusan permasalahan sebagai berikut : “Faktor apa saja yang menjadi kendala dalam pengoptimalan penggunaan Radar di MV. KHARIS TRINITY ketika memasuki alur pelayaran sempit?”.

C. Tujuan Penelitian

Untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menghambat optimalisasi penggunaan Radar oleh kru kapal, terutama selama memasuki alur pelayaran yang sempit.

D. Manfaat Penelitian

Dengan diadakannya penelitian dan penulisan skripsi ini penulis berharap akan tercapainya manfaat, anatar lain:

1. Manfaat Teoretis

Penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pelayaran, khususnya navigasi kapal dan penggunaan Radar, serta menjadi referensi berharga bagi penelitian selanjutnya terkait peran penting Radar dalam keselamatan dan efisiensi pelayaran.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi panduan bagi perwira atau taruna di kapal dalam memanfaatkan Radar secara efektif selama kegiatan transportasi laut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Ketentuan Alat Navigasi Radar

Peraturan 19 Bab V SOLAS 1974 *Consolidated Edition* 2009 secara menyeluruh mengatur kewajiban perlengkapan navigasi yang harus tersedia di atas kapal, tergantung pada ukuran kapal berdasarkan *Gross Tonnage (GT)*. Dalam ketentuan ini, kapal dengan tonase 1600 GT atau lebih wajib dilengkapi setidaknya satu unit radar, sementara kapal dengan tonase mencapai atau melebihi 10.000 GT diwajibkan memiliki dua radar. Regulasi ini menegaskan pentingnya keselamatan sebagai prioritas utama dalam pelayaran dan aktivitas transportasi laut.

Keselamatan pelayaran memegang peranan vital dalam mendukung kelancaran kegiatan perdagangan internasional, termasuk di wilayah perairan Indonesia. Untuk menjamin hal tersebut, pelaut harus memiliki kompetensi sesuai standar yang ditetapkan dalam Konvensi Internasional tentang Standar Pelatihan, Sertifikasi, dan Pengawasan bagi Pelaut (STCW), yang berada di bawah naungan *International Maritime Organization (IMO)*.

Setiap awak kapal dituntut memiliki keahlian sesuai bidang tugasnya, bekerja secara profesional, dan mengutamakan keselamatan serta keamanan selama operasional kapal. STCW juga menitikberatkan pada kemampuan pelaut dalam navigasi aman, khususnya dalam penggunaan radar dan ARPA (*Automatic Radar Plotting Aid*). Penjelasan lebih lanjut mengenai standar operasional peralatan radar tercantum dalam amandemen STCW tahun 2010. Di sektor pelayaran, peran mualim sangat strategis

karena mereka bertanggung jawab mengoperasikan peralatan navigasi untuk menjamin kelancaran dan keselamatan pelayaran

Persyaratan perlengkapan alat navigasi radar mencakup standar teknis yang ketat, kepatuhan terhadap regulasi internasional, kemampuan untuk mendeteksi objek dengan akurat, serta kebutuhan akan pemeliharaan dan kalibrasi secara berkala. Dengan memenuhi persyaratan ini, radar dapat menjadi alat yang sangat penting dalam memastikan keselamatan pelayaran dan navigasi kapal yang efisien.

2. Definisi Radar (*Radio Detection And Ranging*)

Radar (*Radio Detection and Ranging*) adalah sebuah sistem teknologi yang menggunakan gelombang radio untuk mendeteksi, mengukur jarak, dan memantau objek di sekitarnya. Radar mengirimkan gelombang elektromagnetik (radio) yang dipancarkan ke udara, laut, atau daratan, dan kemudian mengukur waktu yang dibutuhkan gelombang tersebut untuk dipantulkan kembali setelah mengenai objek. Dengan informasi ini, radar dapat menentukan lokasi, jarak, dan kecepatan objek yang terdeteksi.

Navigasi adalah seni dan ilmu menentukan posisi serta arah perjalanan di darat maupun perairan, melibatkan peta, kompas, radar ARPA, dan sistem keselamatan GMDSS. Penguasaan teknik navigasi ini wajib bagi setiap pelaut. Dulu, pelaut bergantung pada benda langit untuk arah, namun kini teknologi modern menyediakan sistem elektronik canggih yang terus berkembang. Organisasi *Maritim Internasional* (IMO) menetapkan standar kemampuan pelaut melalui konvensi STCW untuk menjamin pengoperasian peralatan ini secara tepat. Setiap kru harus memiliki kompetensi tinggi dan profesionalisme, serta menanamkan budaya keselamatan. Dengan radar dan perangkat navigasi mutakhir, pelaut dapat melakukan pengintaian secara

aman. STCW 2010 menjelaskan penggunaan radar operasional, memastikan pelaut memahami teknik navigasi efektif demi keselamatan pelayaran (STCW, 2010).

Nilai keselamatan navigasi dan navigasi maritim juga sangat penting untuk kegiatan perdagangan di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Pada gilirannya, itu akan bergantung pada bagaimana Mariners bertahan. Di dunia perhubungan, terutama di bidang pelayaran yang mengatur penjelajahan kapal, perwira kapal (Mualim) harus memiliki kemampuan untuk mengoperasikan peralatan anjungan untuk memastikan transportasi yang aman dan lancar. Kami menetapkan lokasi kapal. Banyak buku telah diterbitkan tentang navigasi yang benar, salah satunya adalah navigator, yang harus diketahui oleh setiap awak kapal dan digunakan semaksimal mungkin untuk mencapai keselamatan di jalur pelayarannya.

Navigasi adalah ilmu dan seni menentukan posisi, mengarahkan, serta mempertahankan jalur pergerakan suatu objek dari satu tempat ke tempat lain dengan aman dan efisien. Unsur utama navigasi meliputi penentuan posisi menggunakan teknologi seperti GPS, perencanaan rute yang mempertimbangkan rintangan dan kondisi lingkungan, pengendalian jalur, serta pemantauan kemajuan perjalanan. Navigator juga harus mampu mengantisipasi dan menghindari bahaya. Navigasi diterapkan di bidang maritim, udara, darat, dan luar angkasa, menggunakan berbagai peralatan canggih seperti radar, ARPA, ECDIS, dan GMDSS untuk mendukung keselamatan dan keberhasilan perjalanan.

Menurut Suparno (2016:5), keandalan navigasi adalah prasyarat utama untuk keselamatan pelayaran. Ilmu pelayaran menggabungkan teknologi dan seni, yang meliputi tiga pilar utama: penentuan posisi kapal secara akurat, penentuan arah dan

jalur aman yang efisien, serta perencanaan pelayaran komprehensif meliputi estimasi waktu, konsumsi bahan bakar, kondisi cuaca, dan prosedur darurat. Ketiga pilar ini saling terkait untuk menjamin pelayaran yang aman, praktis, dan ekonomis, sehingga kapal dan awaknya dapat mencapai tujuan dengan selamat dan efisien.

Dalam buku "*Handbook of Radar and Harp edisi kedua*", Alan Bole (2014:11) menyatakan bahwa radar (*Radio Detection and Ranging*) adalah perangkat yang berada di geladak anjungan kapal dan memiliki kemampuan pencarian dan penargetan kapal itu sendiri dan lingkungannya. Radar dibuat dengan tujuan memenuhi COLREG sebagai pengaman alat navigasi yang akan dipasang di kapal.

Menurut Arso Martopo (1992), radar adalah instrumen navigasi vital bagi kapal, berfungsi utama menentukan posisi dan mengidentifikasi potensi risiko tabrakan. Radar, singkatan dari *Radio Detection and Ranging*, menggunakan gelombang radio untuk mendeteksi objek, mengukur jarak, dan memetakan sekitarnya. Dengan kemampuan ini, radar sangat berguna bagi kapal dan pesawat dalam mendeteksi objek di sekitar, bahkan saat jarak pandang terbatas. Selain itu, radar juga mampu mengamati kondisi cuaca dan formasi awan, membantu navigator menghindari bahaya, sehingga meningkatkan keselamatan pelayaran dan penerbangan secara signifikan.



Gambar 2. 1 Alat Navigasi Radar

Sumber : Dokumentasi penulis

Menurut Alan Bole (2009:1) dalam bukunya *Radar and ARPA Manual*, radar (*Radio Detection and Ranging*) adalah sistem gelombang elektromagnetik yang digunakan untuk mendeteksi, mengukur jarak, dan memetakan objek seperti pesawat, kendaraan, serta memberikan informasi cuaca. Radar bekerja dengan memancarkan gelombang radio ke objek; gelombang ini dipantulkan kembali dan diterima radar untuk dianalisis, sehingga menentukan lokasi, jarak, dan jenis objek. Teknologi radar berakar dari teori elektromagnetik James Clerk Maxwell (1865) dan eksperimen Heinrich Rudolf Hertz (1866) yang membuktikan gelombang radio, membuka jalan bagi pengembangan radar modern yang sangat efektif dalam navigasi dan deteksi.

Menurut W. Burger (1987), "Istilah 'radar' sejatinya diambil dari ungkapan '*Radio Detection And Ranging*' (Deteksi dan Penentuan Jarak Menggunakan Radio). Gagasan yang melandasinya bersifat langsung dan mudah dipahami. Energi elektromagnetik dilepaskan dalam bentuk semburan atau pancaran singkat, kemudian energi ini akan memantul dari sebuah target (sasaran), dan setelah itu kembali ke sumbernya. Jarak menuju objek yang menghasilkan pantulan (gema) tersebut dapat dihitung dengan cara mengalikan separuh dari interval waktu yang

tercatat dengan kecepatan rambat gelombang, dengan syarat kita mampu mengukur secara akurat jeda waktu antara saat pulsa sinyal dipancarkan hingga saat gema pantulannya diterima kembali."

Penjelasan W. Burger tersebut dapat dimaknai bahwa "Radar" merupakan singkatan dari frasa yang menjelaskan fungsinya, yaitu "*deteksi*" menggunakan radio dan penentuan jaraknya". Konsep yang digunakan pada dasarnya sederhana. Gelombang energi elektromagnetik, setelah dipancarkan, akan bergerak menuju suatu target dan kemudian akan dipantulkan kembali dari target tersebut. Apabila kita dapat menghitung secara presisi selang waktu yang berlangsung antara momen transmisi pulsa awal hingga momen diterimanya kembali pantulan gema, maka kita dapat menentukan jarak ke objek yang menjadi penyebab terjadinya pantulan gema itu. Selanjutnya, jika kecepatan rambat gelombang tersebut telah diketahui nilainya, kita dapat menghitung jaraknya dengan mengalikan nilai kecepatan tersebut dengan setengah dari total interval waktu yang telah diukur.

Penggunaan radar sangat penting dalam navigasi maritim karena kemampuannya mendeteksi objek serta menentukan arah dan jarak dengan cepat dan akurat. Menurut F.J. Wylie (2006:48) dalam Navigasi Elektronik I, nakhoda harus selalu mengetahui posisi kapal relatif terhadap daratan terdekat dan kapal lain di sekitarnya, informasi yang dapat diperoleh secara efektif melalui radar, terutama saat visibilitas terbatas. Meskipun citra radar saat cuaca cerah tidak sejelas penglihatan langsung, radar tetap memberikan data penting yang mungkin terlewat oleh mata. Dalam kondisi visibilitas rendah, radar menjadi alat yang sangat krusial untuk menjaga keselamatan navigasi, memungkinkan nakhoda mengantisipasi potensi bahaya. Dengan kemampuan

mengukur jarak dan baringan objek secara *real time*, radar memberikan keunggulan signifikan dalam pengambilan keputusan. Singkatnya, radar adalah alat navigasi vital yang melengkapi pengamatan visual, memastikan kapal dapat beroperasi dengan aman dalam berbagai kondisi cuaca dan lingkungan.

3. Jenis Radar

a. Ada beberapa jenis radar tergantung fungsinya,

- 1) Target yang jauh diidentifikasi melalui radar pengawasan.
- 2) Radar Cuaca digunakan untuk mengukur cuaca di tempat tertentu.
- 3) Radar kontrol rudal yang digunakan untuk memandu, mencegah dan memandu.
- 4) Radar penerapan tanah digunakan untuk mengevaluasi bahan di dalam tanah.
- 5) Radar Pengukur Kecepatan mengukur kecepatan kendaraan.
- 6) Radar Aperture digunakan untuk gambar.
- 7) Menggabungkan item tertentu.

b. Jenis radar tergantung pada panjang gelombang

Radar terbagi menjadi dua jenis utama: radar pulsa dan radar gelombang kontinu (*sonar*). Radar pulsa paling sering digunakan untuk navigasi kapal laut, seperti radar Decca. Radar ini ideal untuk pelayaran samudra karena jangkauannya luas hingga 92 mil laut dan efisiensi daya yang rendah, sehingga hemat energi. Keunggulan utamanya adalah kemampuan mengendalikan gelombang laut (*sea clutter*), yang mengurangi pantulan palsu dari ombak. Fitur ini membuat radar pulsa sangat efektif dan andal dalam memberikan informasi navigasi yang akurat bagi nakhoda.

- 1) Radar Pulsa

Pada dasarnya radar pulsa dapat digambarkan sebagai diagram blok yang terdiri dari transmitter dan antena yang berfungsi memancarkan gelombang radio dalam pulsa-pulsa dengan daya besar, tetapi dengan durasi pulsa yang pendek dan frekuensi yang tinggi. Masing masing radar mempunyai durasi pulsa (T) dan periode repetasi (T_r) yang berbeda beda, di sesuaikan dengan kegunaannya. Jika pulsa yang dipancarkan antena mengenai target, maka pulsa tersebut akan dipantulkan kembali, kemudian di terima oleh antena dan diteruskan ke receiver. Pulsa pantul (*echo pulse*) yang diterima oleh receiver sebesar selang waktu antara dua pulsa yang telah di pancarkan.

2) Jarak Jangkauan Radar

Sehingga sistem radar dapat digunakan dengan efektif, jarak jangkauan radar harus benar-benar sesuai dengan fungsinya. Untuk mencapai jarak jangkauan maksimum. Anda harus mempelajari karakteristik parameternya terlebih dahulu.

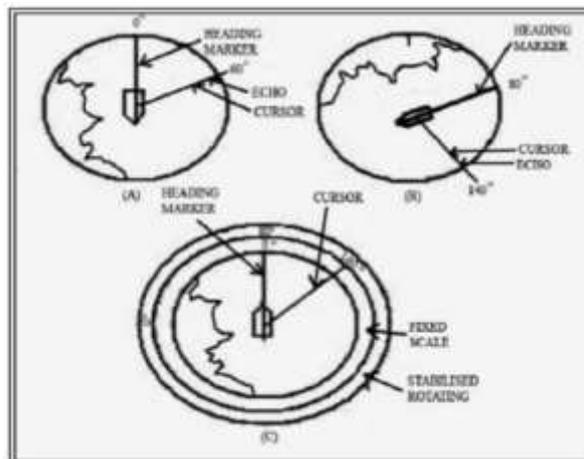
3) *Radar Cross Section Target*

Kemampuan radar mendeteksi target sangat dipengaruhi oleh *Radar Cross Section* (RCS), yang berkaitan langsung dengan jarak maksimum deteksi (R_{maks}). Semakin besar RCS, semakin jauh radar dapat mendeteksi objek. RCS menggambarkan luas area hipotetis yang menangkap dan memantulkan daya radar ke sumbernya. Kuatnya sinyal pantulan tidak hanya tergantung ukuran fisik target, tetapi juga bentuk, material, dan orientasi objek. Oleh karena itu, RCS sangat penting dalam desain radar karena menentukan seberapa jelas suatu objek terdeteksi dan memengaruhi jangkauan serta sensitivitas sistem.

4. Prinsip Kerja Radar

Menurut Prinsip kerja radar (*Radio Detection and Ranging*) didasarkan pada penggunaan gelombang radio untuk mendeteksi dan mengukur jarak objek. Sistem radar mengirimkan gelombang elektromagnetik (biasanya berupa gelombang radio) yang dipantulkan oleh objek, kemudian menangkap pantulan tersebut untuk menganalisis jarak dan posisi objek tersebut.

Radar berfungsi sebagai alat navigasi elektronik dengan memancarkan dan menerima sinyal radio. Antena radar berputar 10–30 kali per menit, memancarkan pulsa sinyal radio berfrekuensi tinggi sekitar 500–3000 kali per detik. Pulsa ini dipantulkan oleh objek sebagai gema yang diterima kembali oleh antena. Sinyal lemah diarahkan ke penerima melalui *switch* pancar/terima, kemudian diperkuat dan dideteksi. Dengan mengukur waktu dan arah gema, radar menghitung jarak dan baringan target, menyediakan informasi navigasi penting bagi kapal.



Gambar 2. 2 Gema radio echo pada radar

Sumber : Shipborne Radar and Arpa : 2016

Ketika gelombang elektromagnetik dipancarkan oleh antena radar, informasi yang diterima segera divisualisasikan

pada layar radar. Proses dimulai dengan munculnya bintik putih yang bergerak membentuk garis sapuan, berputar searah jarum jam mengikuti putaran antena. Saat gelombang memantul dari objek sebagai gema, sinyal video mengubah bintik menjadi bayangan target. Posisi gambar mencerminkan arah gelombang, sementara jarak gambar dari pusat layar menunjukkan jarak target dari kapal. Sistem radar menempatkan kapal di pusat layar, menampilkan objek di sekelilingnya, sehingga nakhoda dapat memahami posisi relatif kapal terhadap daratan, kapal lain, atau hambatan navigasi dengan mudah dan cepat.

Menurut Suryo Nazir (2017), prinsip kerja radar menggunakan prinsip pengiriman gelombang radio dalam bentuk 'microwaves'. Pulsa yang dihasilkan oleh unit pemancar ditransmisikan ke antena melalui sakelar pemancar / penerima elektronik (sakelar T / R elektronik)

Radar bekerja sebagai perangkat navigasi elektronik dengan memancarkan dan menerima gelombang radio secara presisi. Antena radar berputar 10 hingga 30 kali per menit, sambil memancarkan pulsa gelombang elektromagnetik sebanyak 500 hingga 3000 kali per detik. Pulsa ini bergerak menuju objek, kemudian dipantulkan kembali sebagai gema (*echo*). Gema diterima antena dan diarahkan ke unit penerima melalui saklar pemancar/penerima (*transmit/receive switch*). Di unit penerima, sinyal lemah diperkuat dan dideteksi, diubah menjadi format yang dapat diproses dan divisualisasikan, meningkatkan kekuatan tampilan layar radar.

Pada layar radar (*scope*), saat pulsa dipancarkan, bintik putih bergerak dari pusat layar membentuk garis sapuan yang berputar searah jarum jam sesuai putaran antena. Ketika sinyal gema diterima, bintik putih berubah menjadi bayangan target. Posisi gambar menunjukkan arah target, sedangkan jarak gambar

dari pusat layar merepresentasikan jarak target dari kapal. Dengan kapal di pusat layar, berbagai objek terdeteksi mengelilinginya, memberikan gambaran visual *real-time* lingkungan maritim sekitar kapal.

a. *Relative Motion Display (RM)*

Relative Motion Display adalah salah satu display dimana sebuah titik tetap (disebut titik asal atau pusat elektronik) mewakili posisi kapal kita sendiri, sementara semua target bergerak secara relatif di layar radar.

Titik asal biasanya terletak di tengah layar radar tetapi titik itu bias dipindahkan sesuai keinginan pengamat. Ada dua jenis tipe *RM Display* :

1) *The Head Up Display dan The Course Up Display*

a) *The Head Up Display*

Di posisi jam 12 dari PPI (*Plan Position Indicator*) selalu mewakili arah kapal kita sendiri dan karenanya *Heading Marker* tetap pada angka nol skala di sekitar PPI. Semua baringan adalah relatif. Di sebelah kanan layar radar adalah sisi starboard kapal dan di sebelah kiri adalah sisi *port* kapal. Pada saat arah kapal dirubah, *Heading Marker* masih tetap sementara semua target berubah sesuai dengan baringan relatif barunya.

b) *The Course Up Display*

Display ini adalah *Head Up Display* dengan stabilisasi gyro sedangkan pada *Head Up Display* biasa tidak menggunakan stabilisasi gyro. *Display* ini tidak jauh berbeda dengan *Head Up Display* hanya saja semua baringan di *Course Up Display* adalah sejati dan juga gambar di radar pada saat kapal merubah haluan tetap jelas dan tidak kabur seperti *Head Up Display*.

2) *The North Up Display*

Pada display ini, angka nol pada skala tetap PPI mewakili Utara sejati dan *Heading Marker* mewakili arah sejati dari kapal. Semua baringan target adalah sejati. Pada saat kapal merubah arahnya, maka *Heading Marker* berubah ke arah baru di PPI, tetapi semua target tetap pada baringan sejati mereka.

b. *True Motion Display (TM)*

True Motion Display adalah salah satu display dimana titik asal (atau pusat elektronik) bergerak melewati layar radar sesuai dengan arah dan kecepatan kapal kita. Arahnya diambil langsung dari *gyro compass* dan kecepatannya diambil dari speed log.

Pergerakan semua target di layar radar adalah sejati, target yang diam tetap diam sementara target yang bergerak bergerak di layar dengan arah dan kecepatan sesuai dengan kenyataan. Dalam arah perjalanannya, ketika titik asal mencapai batasnya (A dalam gambar) titik itu kembali secara otomatis dan berkelanjutan, ke titik yang sama di didi lainnya (B dalam gambar) dan melanjutkan perjalanannya. Garis HM, EBL, *range rings*, dan VRM bergerak bersamaan dengan titik asal.

C = Centre of PPI

E = Pusat Elektronik

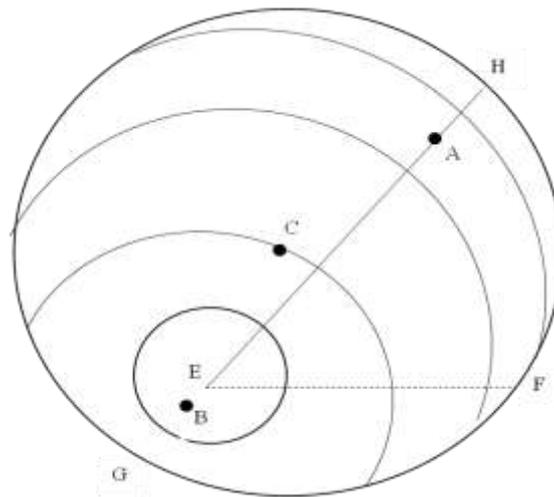
EH = Heading Marker

EF = Electronic Bearing Line

A = Limiting point of run of E

B = Jump back point of this run

CA= CB = 75 % of PPI radius



Gambar 2. 3 *True motion Display*

Sumber : Shipborne Radar and Arpa : 2016

c. Pengukuran Jarak dan Baringan

1) Pengukuran jarak target

Menurut Arso Martopo (2018:75), Untuk mengukur jarak target pada sistem radar, terdapat dua metode utama yang dioperasikan melalui dua jenis tombol berbeda: Fixed Range (Jarak Tetap) dan Variable Range (Jarak Variabel). Kedua metode ini memberikan fleksibilitas bagi operator radar dalam mendapatkan informasi jarak yang akurat, sesuai dengan kebutuhan navigasi.

a) Fixed Range Rings

Jarak diukur sesuai dengan penunjukkan ring, misalnya tepat berada pada ring ketiga dari range 12 mil, berarti jarak = 6 mil. (1 ring = 2 mil). Kesalahan jarak pada pengukuran ini tidak lebih dari 1½ % maksimum range yang digunakan.

b) Variable Range Marker

Ring dapat digunakan memperbesar atau memperkecil dan diukur ketika tepat menyentuh target, pembacaan dilakukan pada indikator digital atau analog.

Kesalahan jarak pada pengukuran ini tidak lebih dari 2½ % maksimum range yang digunakan. Pada umumnya marine radar, kedua cara pengukuran ini dapat dilakukan dengan tombol yang ditempatkan menjadi satu atau terpisah. Sebelum menggunakan pengukuran ring, maka navigator harus mengontrol ketepatan kedua pengukuran jarak ini, dengan cara menempatkan kedua ring berimpit pada jarak yang sama.

2) Pembacaan baringan target

Layar radar menampilkan arah (baringan) dan jarak target menggunakan skala azimuth yang terhubung dengan kompas kapal. Dalam praktiknya, jarak lebih diutamakan karena pengukurannya lebih akurat dibanding baringan. Untuk hasil terbaik, navigator menggunakan baringan visual dari anjungan dan menggabungkannya dengan pengukuran jarak radar, menghasilkan data posisi target yang akurat dan andal.

5. Prosedur Kerja Operasional Radar

Radar biasanya dipakai untuk navigasi dan deteksi objek di laut penting buat menghindari tabrakan, terutama dalam cuaca buruk atau saat malam hari.

Pengoperasian sistem radar di kapal melibatkan serangkaian langkah penting yang dirancang untuk memastikan kinerja optimal dalam navigasi dan deteksi bahaya. Prosedur ini mencakup pengecekan awal, berbagai pengaturan, dan akhirnya pemanfaatan fitur-fitur radar secara efektif untuk menunjang keselamatan pelayaran. Memahami prosedur ini sangat krusial bagi setiap nakhoda dan operator. Berikut panduan teknis dalam proses menghidupkan dan mematikan perangkat radar:

- a. Langkah-langkah menyalakan radar:
1. Mulai dengan Mode Siaga: Pindahkan sakelar daya radar dari posisi OFF ke *STAND BY*. Ini memulai proses pemanasan awal komponen vital.
 2. Tunggu hingga Siap Beroperasi: Bersabar setidaknya 3 menit sampai lampu *READY* menyala, menandakan bahwa proses pemanasan telah selesai. Setelah itu, putar sakelar daya dari *STAND BY* ke ON untuk mengaktifkan pemancaran.
 3. Atur Skala Jarak Awal: Pilih skala jangkauan (*RANGE*) awal yang lebar, seperti 48 mil laut (NM) atau 120 NM. Ini memberikan pandangan umum area sekitar.
 4. Optimalkan Kualitas Sinyal (*Tuning*): Sesuaikan kenop *TUNING* dengan memutarnya searah atau berlawanan arah jarum jam hingga target yang terlihat di layar menjadi lebih cerah dan jelas. Jika belum ada target yang terlihat, atur kenop ini hingga indikator kecerahan menyala, menandakan radar siap menerima sinyal.
 5. Sesuaikan Skala Jarak Sesuai Kebutuhan: Setelah tuning, atur sakelar *RANGE* ke skala jangkauan yang paling sesuai dengan kondisi navigasi saat itu (misalnya, jangkauan yang lebih pendek untuk perairan padat).
 6. Atur Kontrol Tampilan: Sesuaikan tombol *GAIN* untuk mendapatkan visibilitas yang optimal. Jika diperlukan, atur juga tombol *Anti-Clutter Sea* untuk mengurangi derau akibat gelombang laut dan *Anti-Clutter Rain* untuk mengatasi derau dari hujan.
 7. Manfaatkan Kontrol Tambahan: Atur kenop kontrol lainnya, seperti *Variable Range Marker (VRM)* atau *Electronic Bearing Line (EBL)*, sesuai kebutuhan untuk mengukur jarak

dan baringan target secara akurat guna mendapatkan informasi navigasi yang lengkap selama pelayaran.

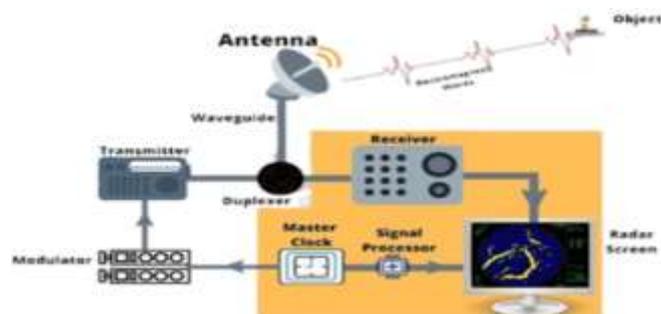
b. Prosedur mematikan radar:

1. Turunkan Pengaturan Tampilan: Putar semua tombol kontrol tampilan, seperti *Brilliance*, *Gain*, *A/C Sea*, dan *A/C Rain*, ke posisi minimum. Ini membantu melindungi layar dan komponen internal saat sistem dimatikan.
2. Alihkan ke Mode Siaga dan Matikan: Pindahkan tombol daya (on/off) ke posisi *Standby* terlebih dahulu. Tunggu sekitar 3 menit untuk memungkinkan komponen radar mendingin, lalu putar tombol daya sepenuhnya ke posisi Off.
3. Putuskan Daya Utama: Terakhir, matikan sakelar utama scanner dan power supply untuk memutuskan aliran listrik sepenuhnya ke unit radar.

c. Radar menentukan posisi suatu objek berdasarkan jarak (*range*) dan arah (*azimuth/elevasi*) dari antena radar ke objek tersebut. Berikut tahapan operasionalnya :

1. Pengukuran jarak (*range*)
2. Penentuan Arah (*Azimuth* dan *Elevasi*)
3. Pengolahan Sinyal (*Signal Processing*)
4. *Output* posisi

6. Bagian Radar



Gambar 2. 4 Bagian-bagian Radar

Sumber : Navigasi Elektronik I : 1992

Pesawat radar di kapal pada umumnya terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut :

- a. Bagian antenna (antenna unit) / pedestal unit antara lain terdiri dari *scanner/ (reflector, horn, motor penggerak, micro switch dan synchro system/ sevrolink)*.
- b. Bagian pemancar (transmitter unit) antara lain terdiri dari modulator, transformer dan magnetron.
- c. Bagian penerima (receiver unit) antara lain terdiri dari mixer, IF amplifier dan video amplifier.
- d. Bagian indicator (indicator unit/display unit) terdiri dari tabung sinar katode (*cathoda ray tube / CRT*), brightening circuit, variable maker, fixrange maker, heading flash maker, sea clutter, sweep generator dan blanking pulse
- e. Time base unit / generator
- f. TR Device (*transceiver device*)
- g. Servo system antara putaran antenna dan putaran pada indicator
- h. Sumber tenaga (*power supply unit*)

7. Tombol dan Kegunaan Radar

Menurut Hadi Supriyono, Capt, (2001:3) fungsi–fungsi tombol RADAR adalah sebagai berikut :

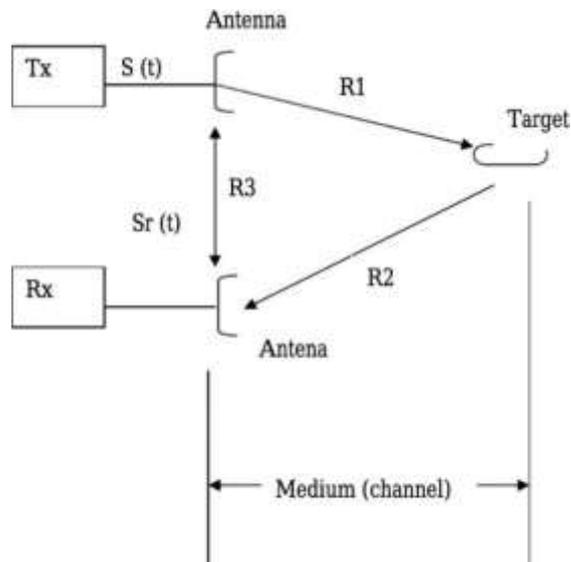
- a. *RADAR stand-by*, Ketika sistem radar berada dalam mode stand-by, itu berarti perangkat sudah siap beroperasi atau dalam kondisi siaga.
- b. *Aerial rotating*, yang menunjukkan putaran antena dalam posisi on.
- c. *Nort-up presentation* yaitu menunjukkan posisi suatu benda di bagian depan dari arah depan Kompas.
- d. *Head-up*, yang menunjukkan posisi suatu benda dibagian depan arah Kompas.

- e. *Alignment Heading Marker*: berfungsi untuk menampilkan garis lurus yang dapat dipindahkan ke arah mana saja ke arah utara.
- f. *Range selector* berfungsi untuk menjelaskan tempat yang dideteksi oleh RADAR
- g. *Short pulse (SP)* yang dapat ditampilkan dengan memutar tombol SP ke arah kanan, menampilkan posisi kapal.
- b. *Long pulse (LP)* yang dapat ditampilkan dengan memutar tombol LP ke posisi LP, menampilkan posisi di layar daya jangkau.
- c. *Tuning*, yang dapat ditampilkan memutar tombol pengaturan ke kanan, membuat gambar lebih jelas.
- d. Gain membuat gambar lebih jelas pada layar RADAR.
- e. *Anti clutter rain minimum (FPT)* yaitu memutar tombol FPT ke Tengah, membuat gambar RADAR lebih jelas saat hujan deras.
- f. *Anti Clutter Sea Minimum dan Maximum (FPT)* berfungsi untuk mengurangi gangguan dari gelombang laut, dan *Anti-Clutter Rain* untuk menyaring pantulan dari hujan deras. Dengan pengaturan yang tepat, radar menampilkan target lebih jelas. Illuminator Skala turut membantu memperjelas jarak, memastikan tampilan radar tetap akurat dan mudah dibaca dalam berbagai kondisi cuaca.
- g. *Marker Jarak Variabel*: berfungsi untuk mengukur jarak dari suatu benda.
- h. *Range Rings Marker* membantu memperjelas gambar dan jarak suatu benda.
- a. *Bearing Marker* menampilkan semua informasi yang diperlukan dari suatu RADAR.
- i. *Transmit Power Monitor*, yang dimaksudkan untuk mengukur kekuatan maksimum pulsa yang dipancarkan oleh RADAR.
- j. *Monitor Transmit/Receive*, yang berfungsi untuk mengetahui pulsa yang diterima dari monitor RADAR.

8. Penggunaan Radar

Dalam penggunaan sehari-hari, radar dapat membantu navigasi elektronik di laut dengan berbagai cara, seperti yang dinyatakan oleh Hadi Supriyono (2001): fungsi radar adalah suatu alat pembantu navigasi elektronik yang gunanya :

- a. Menentukan lokasi kapal sendiri dalam cuaca terang atau gelap atau dalam penglihatan terbatas.
- b. Dapat menemukan suatu objek di permukaan laut dan membariknya untuk menjaga jarak yang diperlukan untuk pelayaran.
- c. Radar plotting adalah proses penting dalam navigasi maritim untuk memantau dan menganalisis pergerakan target secara terus-menerus. Tujuannya adalah mengidentifikasi potensi tabrakan dan mengambil langkah pencegahan. Operator radar harus mencatat data penting seperti arah (*bearing*), kecepatan (*speed*), CPA (*Closest Point of Approach*), TCPA (*Time to CPA*), dan aspek target. Analisis data ini membantu nakhoda membuat keputusan navigasi yang aman dan tepat waktu.
- d. Dalam kondisi di mana tampilan pada peta tidak dapat diandalkan oleh penglihatan, radar mampu memperkirakan adanya cuaca buruk serta lokasi turunnya hujan. Selain itu, radar juga dapat memberikan gambaran proyeksi mendatar mengenai kondisi di sekitar kapal, seperti garis pantai, daratan, dan perbukitan, sehingga membantu meningkatkan kewaspadaan navigasi.
- e. Untuk menentukan posisi kapal dengan metode pengukuran jarak menggunakan radar, dapat digunakan teknik penentuan posisi berdasarkan jarak terhadap beberapa target atau objek (mirip dengan metode baringan silang), apabila terdapat lebih dari satu objek yang terdeteksi di sekitar kapal.



Gambar 2. 5 Diagram Radar

Sumber : Shipborne Radar and Arpa : 2016

Blok diagram ini adalah yang paling umum dari berbagai jenis radar. Terdiri dari dua komponen penting: *transmitter* (*Tx*) yang terhubung ke antena pengiriman, yang akan mengirimkan gelombang elektromagnetik ke target; dan penerima (*R*), yang terhubung ke antena penerima, yang akan menerima gelombang yang berasal dari pantulan target radar. Persamaan sinyal $s(t)$ dibuat pada bagian output terminal penerima, seperti yang ditunjukkan pada blok

Radio ke target. Setelah menabrak target dengan kecepatan 3×10^8 m/s, sebagian sinyal akan dipantulkan kembali ke arah antena penerima radar. Karena sifat dan karakteristik target radar, pantulan sinyal menuju ke antena penerima memiliki bentuk dan persamaan yang berbeda dari yang pertama.

Antena penerima radar menerima persamaan sinyal hasil pantulan, $sr(t)$, dan mengubahnya menjadi sinyal elektronik sebelum diteruskan ke bagian penerima radar. Bagian penerima radar kemudian menganalisis persamaan sinyal $sr(t)$ untuk menentukan lokasi dan jarak target radar.

Penggunaan radar sangat vital dalam memastikan keselamatan pelayaran dan efisiensi navigasi. Radar membantu kapal dalam mendeteksi objek yang tidak terlihat secara langsung, menghindari tabrakan, serta menavigasi di perairan yang sulit. Dengan teknologi modern seperti ARPA, radar kini menjadi alat yang lebih canggih untuk memonitor pergerakan kapal lain dan membantu pengambilan keputusan navigasi yang lebih baik.

9. Cara Pengoperasian Radar

Sesuai yang diuraikan oleh Staf Pengajar BPLP Ujung Pandang (2011:40), prosedur menghidupkan radar adalah :

- a. Atur/pindahkan tombol *power* (saklar *power*) dari posisi OFF ke posisi *STAND BY*.
- b. Tunggu lebih dari 3 menit hingga lampu *READY* menyala, lalu matikan saklar daya dari *STAND BY* ke ON.
- c. Setel sakelar *RANGE* ke indikator 48 mil atau 120 mil.
- d. Sesuaikan tombol *TUNNING* dengan memutarnya searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam (kanan atau kiri), sehingga target akan lebih terang di layar. Jika tidak ada target yang jelas di layar, sesuaikan tombol untuk menerangi indikator dari pengaturan kecerahan, yang menunjukkan bahwa radar siap untuk dilihat.
- e. Setel saklar *RANGE* sesuai indikasi jangkauan yang diinginkan.
- f. Sesuaikan tombol kontrol gain untuk visibilitas yang tepat. Jika perlu, atur tombol *anti clutter sea* dan *anti clutter gain*.
- g. Pasang kenop kontrol lainnya sesuai kebutuhan untuk mengukur jarak dan beban dari tujuan untuk mendapatkan informasi saat berlayar.

10. Alur Pelayaran sempit

Memasuki alur pelayaran sempit merupakan salah satu fase paling menantang dalam navigasi kapal, yang menuntut

kewaspadaan tinggi serta keahlian teknis yang mumpuni. Risiko seperti kandas, tubrukan, dan insiden lain sangat tinggi di area ini. Oleh karena itu, penting bagi navigator untuk memahami dan mematuhi Aturan Internasional (COLREG 1972), terutama Aturan 9 yang mengatur perilaku kapal di alur sempit. Kapal wajib berlayar sedekat mungkin ke sisi kanan alur, dilarang memotong atau berlabuh jangkar di alur, serta harus menghormati prioritas kapal lain sesuai ketentuan. Selain itu, peraturan lokal dan rambu-rambu navigasi dari otoritas pelabuhan juga harus ditaati. Perencanaan navigasi yang matang menjadi kunci utama, mencakup penggunaan peta laut terkini, identifikasi titik-titik kritis, koordinasi dengan pandu, dan pemilihan rute yang aman dengan mempertimbangkan faktor pasang surut, arus, angin, dan karakteristik kapal.

Selama pelayaran di alur sempit, pengamatan visual dan penggunaan alat navigasi seperti radar, ECDIS, AIS, GPS, echo sounder, serta plotting posisi kapal secara rutin sangat diperlukan. Faktor eksternal seperti cuaca, arus, dan kepadatan lalu lintas juga harus diperhitungkan. Pengaturan kecepatan aman sangat penting untuk memungkinkan pengendalian kapal secara efektif dan menghindari tubrukan. Komunikasi yang jelas melalui VHF radio dan koordinasi internal antara anjungan dan kamar mesin juga menjadi faktor penunjang keselamatan. Mesin dan kemudi harus dalam kondisi prima, dan jangkar disiapkan untuk kondisi darurat. Awak kapal harus memahami karakteristik olah gerak kapal, dan tim jaga yang kompeten wajib ditempatkan. Terakhir, antisipasi terhadap efek squat, bank effect, arus, angin, hingga kemungkinan kegagalan mesin atau kemudi harus disiapkan melalui prosedur darurat. Dengan menjalankan semua langkah ini secara disiplin, risiko

kecelakaan dapat ditekan seminimal mungkin dan keselamatan pelayaran lebih terjamin.

Kecepatan saat memasuki alur pelayaran sempit harus disesuaikan dengan prinsip “kecepatan aman” sebagaimana tercantum dalam COLREG 1972 Aturan 6, yang menyatakan bahwa setiap kapal harus berlayar dengan kecepatan yang memungkinkan untuk menghindari tabrakan serta memungkinkan pengambilan tindakan manuver yang tepat dan efektif (IMO, 1972). Dalam menentukan kecepatan ini, perlu mempertimbangkan berbagai faktor seperti lebar dan kedalaman alur, kondisi cuaca, arus, jarak pandang, kepadatan lalu lintas kapal, serta karakteristik olah gerak kapal itu sendiri. Semakin sempit dan dangkal alur, maka semakin rendah kecepatan yang diperlukan untuk mencegah terjadinya efek squat dan bank effect, yang dapat menyebabkan kapal kehilangan kendali arah atau bahkan kandas (Branch, 2007).

Secara umum, kapal besar seperti tanker atau bulk carrier berlayar di alur sempit dengan kecepatan antara 4 hingga 8 knot, tergantung pada kondisi lingkungan dan teknis yang ada (Bowditch, 2002). Dalam kondisi arus kuat, belokan tajam, atau jarak pandang terbatas, kecepatan ini bisa dikurangi hingga di bawah 4 knot. Jika kapal menggunakan jasa pandu (pilot), maka kecepatan biasanya akan ditentukan berdasarkan pertimbangan teknis dan pengalaman lokal pandu tersebut. Kecepatan tidak boleh terlalu tinggi agar kapal tetap dapat dikendalikan dengan aman, namun juga tidak terlalu lambat sehingga kehilangan kemampuan manuver (*steerage way*). Oleh karena itu, pengaturan kecepatan yang tepat sangat penting untuk menjaga keselamatan pelayaran di alur sempit (Knudsen & Hassall, 2010).

11. Aturan P2TL mengenai alur pelayaran sempit

Alur pelayaran sempit atau dalam bahasa Inggris sering disebut sebagai *narrow channel navigation* adalah bagian penting dari pelayaran yang terjadi di perairan terbatas, seperti saluran sempit antara pulau-pulau, selat, atau area pelabuhan yang memiliki ruang navigasi terbatas. Navigasi di perairan sempit memerlukan perhatian ekstra karena berisiko tinggi terhadap kecelakaan seperti tabrakan atau kandas.

Peraturan Penting sekali memahami aturan navigasi, terutama saat kapal memasuki alur pelayaran sempit. Aturan ini secara internasional dikenal sebagai COLREG 1972 (*International Regulations for Preventing Collisions at Sea*) dan di Indonesia diadopsi dalam bentuk P2TL (Peraturan Pencegahan Tubrukan di Laut) melalui Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 7 Tahun 2014. Dalam konteks Aturan 9 (*Rule 9*) tentang Alur Pelayaran Sempit, kapal yang berada di alur sempit wajib tetap berada sedekat mungkin dengan sisi kanan alur jika kondisi memungkinkan dan aman. Kapal dengan panjang kurang dari 20 meter, kapal layar, serta kapal penangkap ikan tidak diperbolehkan menghalangi pergerakan kapal besar yang hanya bisa berlayar aman di dalam alur tersebut. Selain itu, kapal tidak diperbolehkan memotong alur jika tindakan tersebut dapat mengganggu kapal lain yang sudah berada di dalamnya, serta harus menghindari berlabuh jangkar di dalam alur sempit (IMO, 1972; Kementerian Perhubungan RI, 2014). Penerapan aturan-aturan ini, apabila dikombinasikan dengan praktik kelautan yang baik (*good seamanship*), seperti kewaspadaan tinggi, komunikasi yang efektif, serta penguasaan karakteristik kapal, menjadi kunci utama dalam menjaga keselamatan pelayaran di perairan sempit yang memiliki risiko tinggi (Branch, 2007).

12. Kekurangan dan Kelebihan Radar

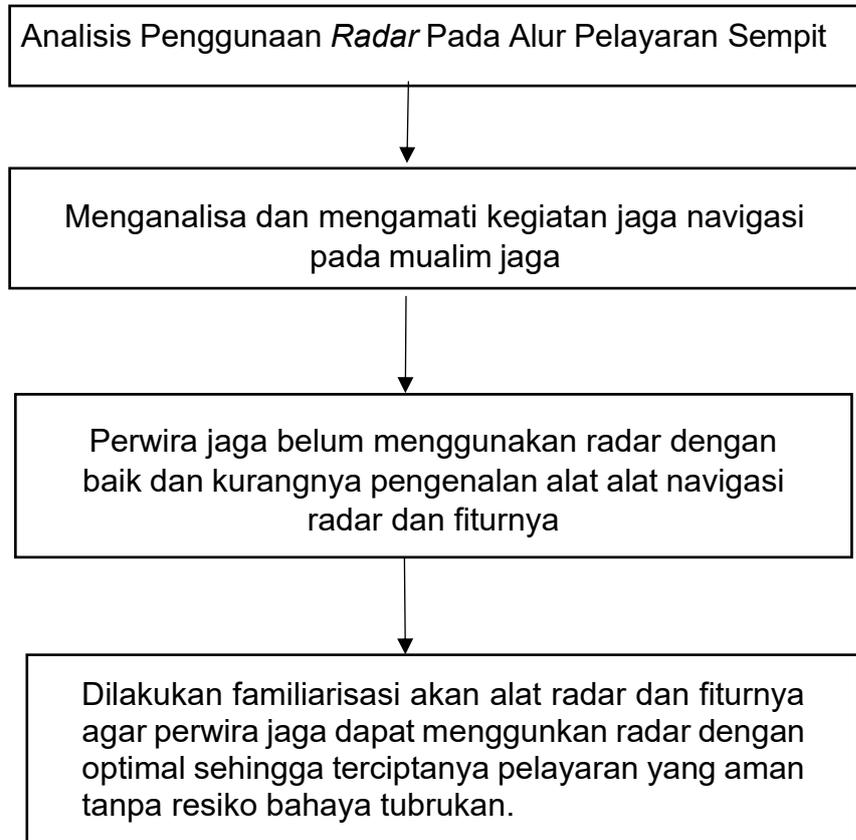
a. Kekurangan

- 1) Masih sangat dipengaruhi oleh kondisi topografi, jadi hasilnya tidak selalu tepat di wilayah bergunung atau berundulasi (Modul Peralatan Navigasi Elektronik, 2013).
- 2) Bayangan palsu atau bayangan palsu yang disebabkan oleh keadaan sekitar alur masih dapat ditemukan. Ini biasanya disebabkan oleh cuaca buruk di alur pelayaran.
- 3) Mahalnya biaya perbaikan dan komponen alat navigasi radar.

2. Kelebihan

Radar bekerja berdasarkan prinsip pemantulan gelombang radio, di mana alat ini tidak memerlukan stasiun pemancar eksternal untuk beroperasi karena sudah dilengkapi dengan pemancar dan penerima internal. Sistem radar memancarkan pulsa gelombang radio pendek melalui antena berarah, kemudian mendeteksi pantulan gelombang tersebut dari objek di sekitarnya, seperti kapal lain, daratan, pelampung, atau rintangan bawah air. Dalam konteks pelayaran di alur sempit yang menuntut kewaspadaan tinggi dan manuver presisi, radar menjadi alat navigasi yang sangat vital. Antena radar yang diarahkan secara presisi akan memberikan gambaran real-time tentang posisi dan jarak objek di sekitar kapal, bahkan dalam kondisi visibilitas rendah seperti kabut, hujan deras, atau malam hari.

B. Kerangka Pikir



Gambar 2. 6 Kerangka Pikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan penelitian kualitatif deskriptif dengan tujuan menemukan setiap kemajuan di bidang ini melalui deskripsi, dokumentasi, analisis, dan interpretasi. Setelah tahap awal analisis, tindakan berikutnya adalah melakukan praktik maritim di atas kapal untuk memahami situasi dan mengetahui apa yang diharapkan dengan membaca literatur. Setelah itu, kita mulai mengidentifikasi masalah saat ini dan tujuan dari masalah tersebut. Kemudian kita dapat mengetahui apakah penelitian sesuai atau tidak.

B. Definisi Operasional

Penjelasan singkat tentang variabel yang akan dibahas, baik variabel bebas maupun variabel terikat, disebut definisi operasional variable.

1. Analisis

Analisis adalah proses penting untuk memahami informasi secara mendalam dengan cara menguraikan data atau masalah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Tujuannya adalah menemukan hubungan, makna, atau pola dari setiap bagian tersebut, sehingga kita bisa menarik kesimpulan yang berguna untuk mengambil keputusan, seperti yang dijelaskan oleh (Sugiyono, 2015).

2. Radar

Radar adalah alat navigasi yang menggunakan gelombang radio untuk mendeteksi dan menentukan jarak, arah, dan kecepatan objek di sekitarnya. Radar bekerja dengan

memancarkan gelombang radio, lalu menangkap pantulannya dari benda seperti kapal, daratan, atau pelampung. Radar

3. Alur pelayaran sempit

Jalan di mana kondisi perairan terbatas, dan kapal yang berlayar di wilayah tersebut harus berlayar sedekat mungkin dengan batas luar alur pelayaran.

C. Unit Analisis

Dalam penelitian kualitatif deskriptif, unit analisis merujuk pada elemen-elemen spesifik yang akan dianalisis untuk mendeskripsikan fenomena yang sedang dipelajari. Tujuan utama penelitian kualitatif deskriptif adalah untuk memberikan gambaran yang mendalam, rinci, dan kontekstual mengenai suatu fenomena atau situasi yang terjadi di lapangan.

Dalam penelitian ini, populasi adalah area generalisasi yang terdiri dari objek atau subjek yang dipilih oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian membuat kesimpulan. Oleh karena itu, unit analisis ini terdiri dari seluruh kru deck yang ditugaskan untuk menjalankan dinas jaga di atas kapal.

Sampel merupakan bagian dari populasi yang ingin diteliti oleh peneliti. Sampel pada penelitian ini adalah Mualim 1, mualim 2, mualim 3, serta juru mudi di kapal MV. Kharis Tririnity

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dan instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Metode Pengamatan (*observasi*)

Selama praktik laut di atas kapal, peneliti melakukan observasi dengan melihat dan menulis secara sistematis tentang objek yang akan diteliti.

Observasi memberi kita pemahaman yang lebih baik tentang kehidupan sosial daripada cara lain.

2. Metode Dokumentasi

Dalam penelitian ini, teknik dokumentasi difokuskan pada pengumpulan berbagai jenis dokumen yang relevan dan mendukung data penelitian yang dibutuhkan, sehingga dapat memberikan informasi yang akurat dan valid.

3. Metode Studi Pustaka

Studi kepustakaan merupakan metode esensial dalam pengumpulan data penelitian. Metode ini berpusat pada peninjauan dan pengumpulan berbagai bahan tertulis yang relevan dengan topik penelitian. Sumber-sumber yang umum digunakan meliputi buku, jurnal ilmiah, artikel, laporan penelitian, tesis, disertasi, serta berbagai referensi lain yang tersedia di perpustakaan fisik maupun digital.

4. Wawancara

Wawancara adalah salah satu metode pengumpulan data yang paling fleksibel dan interaktif, melibatkan proses tanya jawab lisan antara pewawancara (dalam hal ini, petugas jaga) dan responden. Dalam konteks yang Anda sebutkan, wawancara menjadi alat penting yang digunakan oleh petugas jaga selama penggeledahan atau pemeriksaan.

E. Prosedur Pengolahan dan Analisis Data

Prosedur Pengolahan adalah serangkaian langkah yang diambil untuk mengorganisasi, memeriksa, menginterpretasi, dan menyimpulkan data yang telah dikumpulkan selama penelitian. Tujuan utama dari prosedur ini adalah untuk menemukan pola, tema, atau makna yang mendalam dalam data yang memungkinkan peneliti untuk menjawab pertanyaan penelitian.

Analisis data adalah proses mencari dan menyusun data yang diperoleh melalui observasi, dokumentasi, dan penelitian pustaka. Proses ini mencakup mengorganisasikan data ke dalam kategori, menjabarkan ke dalam unit, sintesa, menyusun ke dalam pola, menentukan mana yang penting dan yang harus dipelajari, dan sampai pada kesimpulan yang membuat data mudah dipahami oleh orang lain dan diri sendiri. Analisis data dalam penelitian kuantitatif tidak hanya dilakukan selama periode pengumpulan data, tetapi juga setelahnya.