

**OPTIMALISASI PENGGUNAAN VIRTUAL PARALLEL INDEX
PADA ARPA DI MT.STAR VALIANT**



MUHAMMAD FIKRI ZAQIUDIN

21.41.183

NAUTIKA

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

**OPTIMALISASI PENGGUNAAN VIRTUAL PARALLEL INDEX
PADA ARPA DI MT.STAR VALIANT**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk menyelesaikan
Diploma IV Pelayaran

Program studi Nautika

Disusun dan Diajukan oleh

MUHAMMAD FIKRI ZAQUIUDIN
21.41.183 NAUTIKA

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

SKRIPSI

**OPTIMALISASI PENGGUNAAN VIRTUAL PARALLEL INDEX
PADA ARPA DI MT.STAR VALIANT**

MUHAMMAD FIKRI ZAQIUDIN

21.41.183

Telah di pertahankan didepan Panitia Ujian Skripsi
Pada tanggal 12 September 2025

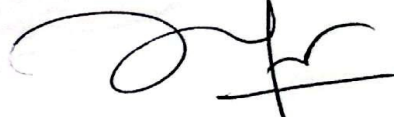
Menyetujui,

Pembimbing I



Capt. Marthen Todingan, SP-1
NIP, -

Pembimbing II



Capt. Ismail, M.M., M.Mar
NIP.198301112023211008

Mengetahui:

A.n Direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I



Capt. FAISAL SARANSI, M.T., M.Mar.
NIP. 197503291999031002

Ketua Program Studi Nautika



SUBEHANA RACHMAN, S.A.P., M.Adm.S.D.A.
NIP. 197809082005022001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa oleh karena berkat rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini dengan judul “ **OPTIMALISASI PENGGUNAAN VIRTUAL PARALLEL INDEX PADA ARPA DI MT.STAR VALIANT**”.

Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan baku Taruna untuk menyelesaikan studi program Diploma IV dan wajib diselesaikan pada periode yang ditetapkan. Skripsi merupakan syarat mutlak bagi taruna pada saat melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PRALA) ketika berada di atas kapal.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyelesaian tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan baik dari segi bahasa, susunan kalimat, maupun cara penulisan serta pembahasan materi akibat keterbatasan penulis dalam penguasaan materi, waktu dan data-data yang diperoleh. Penulis juga senantiasa menerima kritikan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini. Penulisan karya tulis ilmiah ini dapat terselesaikan karena adanya bantuan dari beberapa pihak, olehnya itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, khususnya kepada kedua orang tua dan saudara tercinta serta senior- senior yang selalu memberi dukungan baik moral maupun material serta 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. Subehana Rachman S.A.P..M.Adm.S.D.A selaku Ketua Jurusan Nautika.
4. Capt.Marthen Todingan selaku dosen pembimbing I.
5. Capt.Ismail, M.M.,M.Mar selaku dosen pembimbing II.

6. Para dosen di PIP MAKASSAR pada umumnya dan para dosen jurusan Nautika pada khususnya yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat.
7. Ayah bunda, yang selalu menjadi penyemangat penulis, terimakasih atas segala kasih sayang, doa dukungan dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan studinya sampai meraih gelar sarjana. Terimakasih selalu berjuang untuk penulis.
8. Keluarga penulis, khususnya kakak yang telah memberikan kasih sayang, perhatian, dukungan dan doa
9. Rekan-rekan Taruna-Taruni PIP MAKASSAR dan pihak yang membantu dalam penyusunan karya tulis ilmiah ini.

Terima kasih kepada beliau dan semua pihak yang telah membantu, semoga semua amal dan jasa mereka mendapat imbalan dari Tuhan Yang Maha Esa.

Akhir kata penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penulisan karya tulis ilmiah ini. Penulis berharap semoga karya tulis ilmiah ini dapat bermanfaat untuk menambah wawasan bagi penulis serta berguna bagi pembaca.

Makassar, 12 September 2025



MUHAMMAD FIKRI ZAQUUDIN

21.41.183

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fikri Zaqiudin

NIT : 21.41.183

Program Studi : Nautika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

“OPTIMALISASI PENGGUNAAN VIRTUAL PARALLEL INDEX PADA ARPA DI MT.STAR VALIANT”

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

Makassar, 12 September 2025



Muhammad Fikri Zaqiudin

21.41.183

ABSTRAK

Operasional Radar Saat Bernavigasi di MT.Star Valiant. (Dibimbing oleh MARTEN TODINGAN dan ISMAIL). RADAR dalam bahasa Inggris merupakan *Radio Detection and Ranging*, merupakan alat navigasi yang dapat mendeteksi kapal lain, *bouy*, daratan, hingga mengukur baringan dan jaraknya menggunakan sistem layaknya radio (*transmitt dan received signal*). Dalam bernavigasi, radar digunakan sebagai alat pencegah tubrukan di laut yang sangat penting, khususnya pada kondisi berkabut dan atau malam hari. Karena radar mampu memberikan informasi yang sama di setiap kondisi. Dengan demikian pada malam hari pun kita dapat melihat kapal dan pergerakannya seperti layaknya pada siang hari. Kesalahan yang diakibatkan karena perancangan atau desain sistem kerja yang kurang baik kepada alat navigasi radar dapat menyebabkan bahaya bagi keselamatan pelayaran. Seperti yang terjadi pada MT.Star Valiant, yang mana alat navigasi radar tidak dapat bekerja dengan optimal sehingga dapat berbahaya bagi keselamatan kapal saat berlayar. Adapun tujuan penelitian adalah untuk mengetahui sejauh mana tingkat mengoptimalkan penggunaan radar untuk bernavigasi pada MT.Star Valiant.

Penelitian ini dilaksanakan di atas MT.Star Valiant. Jenis metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif yaitu penelitian yang berusaha mendeskripsikan sesuatu tentang proses yang sedang berlangsung dan metode analisis yaitu bagian dari proses analisis dimana data primer atau data sekunder yang dikumpulkan lalu di proses untuk menghasilkan kesimpulan dalam pengambilan keputusan. Adapun metode pengumpulan data yang dilakukan yaitu berupa metode observasi secara langsung dan dokumentasi dengan cara mengumpulkan data melalui peninggalan tertulis berupa arsip-arsip dan buku yang berhubungan dengan masalah yang dibahas.

Berdasarkan hasil penelitian mengenai sejauh mana optimalnya penggunaan radar dalam bernavigasi menunjukkan bahwa masih kurang

optimalnya pengoperasian penggunaan dan perawatan alat navigasi radar yang mengakibatkan magnetron kerja pada radar tidak optimal saat bernavigasi. Sehingga penggunaan radar kurang maksimal selama melakukan pengamatan untuk menunjang keselamatan pelayaran.

Kata kunci : Alat Navigasi, Radar, Penggunaan, Keselamatan, Pelayaran

ABSTRACT

Radar Operations While Navigating on the MT Star Valiant ship. (Supervised Capt. MARTEN TODINGAN dan Capt. ISMAIL) RADAR in English is Radio *Detection and Ranging*, a navigation tool that can detect other ships, bouy, land, to measure bearing and distance using a radio like system (*transmite and receive signal*). In navigation, radar is used as a means of preventing collisions at sea which is very important, especially in foggy condition and or at night. Because the radar is able to provide the same information in every condition. Thus at night we can see the ship and its movements like during the day . Errors caused by the design or design of the working system that is not conducive to radar navigation equipment may cause harm to transportation safety. As happened in MT. Star Valiant, where the radar navigation tool cannot work optimally so that it can be dangerous for the safety of the ship while sailing. The purpose of this reseach is ti find out to what axtent the level of optimizing the use of radar to navigate the MT. Star Valiant.

This research was carried out aboard the MT. Star Valiant. The type of research method used in this research is descriptive research, that is, research that aims to describe the ongoing process and analytical method, which is part of the analysuis process where primary data or secondary data are collected and then processed to produce conclusions in decision making. The data collection method used is in the form of direct observation and recording, collecting data through written relics in the form of archives and books related to the issues discussed.

Based on the results of research regarding the optimal extent of the use of radar in navigating, it shows that the operation of the use and maintenance of radar navigation toolsis still not optimal, which causes themagnetron to work on the radar not optimally when navigating. So that the use of radar is less than optimal during observations to support shipping safety.

Keywords : Navigation Tools, Radar, Usage, Safety, Sailing.

DAFTAR ISI

Nomor	
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Tinjauan Pustaka	6
1. Pengertian Optimalisasi	6
2. Pengertian <i>Automatic RADAR Ploating Aid</i> (ARPA)	6
3. Fungsi ARPA	8
4. Parallel Index	
Error! Bookmark not defined.	
5. Pengertian Tubrukan	9
6. Aturan P2TL dalam pencegahan bahaya tubrukan	10
7. Fitur Pada ARPA	12
B. Kerangka berpikir	15
BAB III METODE PENELITIAN	15
1. Jenis Penelitian	15
2. Definisi Operasional Variabel	15
3. Teknik Pengumpulan Data	16
4. Teknik Analisis Data	17

5. Lokasi dan Waktu Penelitian	17
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	19
A. Analisis Hasil Penelitian	19
B. Pembahasan Masalah Penelitian	21
1. Man (manusia)	21
2. Terjadinya kondisi tidak normal pada radar saat digunakan	22
3. Upaya yang dilakukan dalam penggunaan dan perawatan RADAR ARPA saat bernavigasi	27
BAB V KESIMPULAN	54
SIMPULAN DAN SARAN	54
A. Kesimpulan	54
B. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	58
RIWAYAT HIDUP PENULIS	60

DAFTAR TABEL

Nomor	
Tabel 4.1 Pelabuhan yang Pernah Disinggahi	19
Tabel 4.25 Laporan Pemeliharaan & Perawatan Bulanan Navigasi	50
Tabel 4.26 Laporan Pemeliharaan Parallel Index	51

DAFTAR GAMBAR

Nomor	
Gambar 2.1	Kerangka Berpikir 14
Gambar 3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian 18
Gambar 4.1	Parallel Index 24
Gambar 4.2	Kesalahan Gema Pada RADAR 25
Gambar 4.3	Sektor buda dan bayangan 26
Gambar 4.4	Laporan Perawatan RADAR 27
Gambar 4.5	Tampilan Tabir RADAR 29
Gambar 4.6	Head-Up Mode 30
Gambar 4.7	Head-Up TB Mode 31
Gambar 4.8	Course-Up Mode 31
Gambar 4.9	North-Up Mode 32
Gambar 4.10	True-Motion Mode 33
Gambar 4.11	Keyboard 35
Gambar 4.12	Off Centre Display 35
Gambar 4.13	HDG,SPD,COG,SOG, dan POS 36
Gambar 4.14	Brilliance 37
Gambar 4.15	Watch Alarm 38
Gambar 4.16	Vendor Mode 39
Gambar 4.17	Past Position 40
Gambar 4.18	Target Tracking AIS/Data BOX 41
Gambar 4.19	Marking 42
Gambar 4.20	Navigation warning pada RADAR 42
Gambar 4.21	Menu Nav Line WPT 44
Gambar 4.22	RADAR 46
Gambar 4.23	Sistematika PMS 47
Gambar 4.24	Self-test pada RADAR 48

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	
Lampiran 1. Bridge MT. Star Valiant	57
Lampiran 2. RADAR & ECDIS MT. Star Valiant	58

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sebagai negara maritim dengan 17.508 pulau yang tersebar dan garis pantai yang membentang sepanjang 81.000 km, Indonesia memiliki wilayah perairan yang sangat luas, mencapai 5,8 juta km² atau setara dengan 1,3% dari total perairan dunia (Farhani, A., 2022). Lebih dari sekadar luas, posisi geografis ini menjadikan Indonesia sebagai jalur strategis yang vital bagi pelayaran internasional, menghubungkan berbagai negara tetangga di kawasan Asia Tenggara dan sekitarnya. Karakteristik geografis sebagai negara kepulauan, secara langsung menuntut adanya sistem transportasi laut yang efektif.

Mengingat kebutuhan vital akan transportasi laut, kapal memegang peranan sentral sebagai transportasi penghubung antar pulau di Indonesia. Seiring berkembangnya zaman, teknologi yang diterapkan pada kapal pun mengalami kemajuan signifikan, terutama dalam sistem navigasi. Peralatan navigasi canggih seperti *Radio Detection and Ranging* (RADAR) dan *Automatic RADAR Plotting Aid* (ARPA) memegang peranan penting dalam memastikan keselamatan dan efisiensi pelayaran. Peran penting RADAR dan ARPA dalam alur pelayaran kapal terletak pada kemampuannya dalam memberikan informasi letak dan jarak objek di sekitar kapal, seperti pulau, kedalaman laut, dan kapal lain. Selain itu, kegunaan utama RADAR dan ARPA dalam pengamatan adalah untuk meningkatkan taraf penghindaran tubrukan di laut melalui otomatisasi perolehan informasi. Dengan ARPA, beban pengamatan manual akan berkurang karena sistem ini secara otomatis melacak dan menganalisis pergerakan berbagai sasaran. Hal ini memungkinkan petugas navigasi untuk memantau banyak target secara efektif dan merencanakan tindakan pencegahan tubrukan yang tepat (Syibli, Y, M. & Nuryaman, D., 2021).

Meskipun demikian, efektivitas RADAR dan ARPA tidak menjamin keselamatan sepenuhnya. Salah satu kendala yang mungkin timbul adalah potensi kesalahan dalam membaca atau menginterpretasikan informasi yang disajikan oleh sistem, yang pada gilirannya dapat menjadi pemicu terjadinya kecelakaan kapal. Di samping risiko yang bersumber dari kesalahan penggunaan teknologi navigasi, faktor alam juga memiliki pengaruh besar terhadap keselamatan pelayaran. Kita memahami bahwa alam memiliki dinamika keseimbangannya sendiri. Terlepas dari keyakinan bahwa segala kejadian berada dalam kendali Tuhan, beberapa fenomena alam yang dapat mengancam pelayaran dapat diantisipasi, salah satunya adalah cuaca buruk. Kondisi cuaca saat ini memang sulit diprediksi dengan kepastian mutlak, meskipun berbagai indikator seperti pergerakan awan, kecepatan angin, tekanan udara, serta kondisi arus dan alun dapat dianalisis. Ironisnya, cuaca buruk sering kali menjadi penyebab kecelakaan pelayaran, menduduki peringkat kedua setelah *human error* (Setyawan, dkk., 2023).

Oleh karena itu, baik potensi kesalahan dalam pengoperasian teknologi navigasi maupun tantangan yang disebabkan oleh kondisi alam perlu dipertimbangkan dengan cermat dalam upaya komprehensif untuk meningkatkan keselamatan pelayaran secara keseluruhan. Kurangnya pemahaman dan implementasi ISM Code juga terindikasi berkontribusi pada tingginya angka kecelakaan kapal. IMO (*International Maritime Organization*) memonitor lebih dari 80% kecelakaan kapal disebabkan oleh kesalahan manusia, dan 75% hingga 79% dari kesalahan manusia disebabkan oleh buruknya implementasi manajemen. Dengan kata lain, kesalahan manusia dalam pengoperasian kapal seringkali berakar pada kegagalan dalam menerapkan prosedur manajemen yang efektif, yang seharusnya distandarisasi dan diatur oleh ISM Code. Kegagalan implementasi ini mencakup berbagai aspek, termasuk kurangnya keterampilan dan kompetensi awak kapal, ketidakpatuhan terhadap aturan kerja, serta

kurangnya pengetahuan tentang pentingnya pelatihan di atas kapal (Bustamin, dkk., 2024).

Salah satu contoh kasus kecelakaan karena penggunaan RADAR ARPA secara tidak maksimal terjadi pada tanggal 19 Mei 2010, melibatkan antara MT. Soechi Chemical XIX dengan KM. Dian No.1. Investigasi mendalam mengungkapkan bahwa kurangnya kompetensi dan pemahaman perwira kapal dalam mengoperasikan RADAR, serta ketidakmampuan dalam merespons situasi bahaya tubrukan secara efektif, menjadi faktor utama penyebab kecelakaan ini. Temuan ini menyoroiti bahwa meskipun teknologi canggih seperti RADAR dan ARPA tersedia, efektivitasnya sangat berga``ntung pada keahlian dan kesiapsiagaan penggunanya. Menyikapi kecelakaan ini, Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) mengeluarkan serangkaian rekomendasi keselamatan yang ditujukan kepada berbagai pihak terkait untuk meningkatkan standar keselamatan dan mencegah terulangnya kejadian serupa di masa depan. Belajar dari kasus kecelakaan tersebut, penulis ingin menginvestigasi cara memastikan peralatan navigasi, khususnya RADAR dan ARPA agar berfungsi baik dan terawat. Tujuannya adalah meningkatkan keamanan dan kenyamanan pelayaran kapal. Berdasarkan latar belakang ini, penulis tertarik untuk mengajukan proposal dengan judul: “ **OPTIMALISASI PENGGUNAAN VIRTUAL PARALLEL INDEX PADA ARPA DI MT.STAR VALIANT**”.

B. Rumusan masalah

Ketika berlayar faktor yang menentukan aman atau tidaknya perjalanan pelayaran tersebut, salah satunya adalah profesionalisme awak kapal baik segi teori maupun prakteknya. Dalam kasus ini penulis memberikan gambaran mengenai penggunaan RADAR untuk menunjang keselamatan dalam cuaca buruk di kapal. Dan berdasarkan

latar belakang diatas, maka masalah pokok yang akan dibahas dalam penulisan ini adalah:

1. Apakah mengoptimalkan penggunaan ARPA di MT. Star Valiant sudah optimal dalam menggunakan fitur ARPA?
2. Bagaimana perwira mengusai parallel index dalam mengoptimalkan RADAR ARPA dalam bahaya tubrukan

C. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai penulis setelah penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui peran RADAR,ARPA dalam upaya membantu sarana navigasi.
2. Untuk mengurangi bahaya bahaya seperti kapal kandas,tubrukan,dan sebagainya.
3. Untuk mengetahui upaya apa saja untuk memaksimalkan kinerja RADAR

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai penulis dalam penelitian ini antara lain:

1. Secara Teoritis
 - a. Untuk menambah pengetahuan pembaca, pelaut, maupun kalangan umum tentang pengoperasian alat navigasi ARPA.
 - b. Mengetahui dan memahami bagaimana memperkecil terjadinya kesalahan pengoperasian alat navigasi ARPA dalam menghindari bahaya tubrukan diatas kapal.
 - c. Sebagai perbandingan antara teori dan praktek di lapangan pada saat PRALA.
2. Secara Praktis
 - a. Sebagai kontribusi masukan yang bermanfaat dalam melaksanakan pengoperasian alat navigasi ARPA secara efektif dan efisien sehingga dapat menentukan posisi kapal dan menghindari bahaya tubrukan saat berlayar.

- b. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi contoh untuk digunakan crew kapal dalam pengoprasian RADAR secara benar sebagai fungsi bagi transportasi laut untuk menetapkan alur pelayaran yang ada dilaut,sungai,dan danau serta melakukan kepentingan yang dapat membantu meningkatkan keselamatan dalam sebuah pelayaran.
- c. Penelitiann ini diharapka dapat menjadi contoh agar kadet meningkatkan kopetensi dan belajar tentang alat navigasi yang ada di atas kapal khususnya RADAR.
- d. Sebagai tindakan antisipasi terhadap kecelakaan diatas kapal yang disebabkan oleh rusaknya alat navigasi ARPA.
- e. Membagi pengetahuan dan wawasan khususnya bagi taruna agar dapat dijadikan sebagai bahan acuan materi bagi peneliti berikutnya untuk dapat menyempurnakan dan diharapkan dapat menambah pengetahuan bagi masyarakat umum tentang jenis-jenis ARPA dan dunia pelayaran.
- f. Sebagai bahan acuan yang dapat diterapkan guna menyiapkan calon perwira yang memiliki kecakapan serta pengetahuan tentang penggunaan ARPA saat praktek laut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Pengertian Optimalisasi

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, optimalisasi berasal dari kata optimal yang bermakna terbaik, tertinggi, atau paling menguntungkan. Dengan demikian, optimalisasi dapat diartikan sebagai tindakan, proses, atau cara untuk menjadikan sesuatu (misalnya desain sistem atau keputusan) mencapai kondisi yang paling sempurna, fungsional, atau efektif (Hidayat, A. & Irvanda, M., 2022). Sejalan dengan itu, Hysocc dalam jurnal (Sari, A. I., 2023) mendefinisikan optimalisasi sebagai suatu proses yang ditujukan mencapai hasil ideal dengan tingkat efektivitas yang maksimal. Upaya optimalisasi mencakup peningkatan dan penyempurnaan sistem yang suda ada, ataupun perancangan yang optimal sejak awal. Melalui optimalisasi, sebuah sistem dapat ditingkatkan efektivitasnya, yang dapat berupa peningkatan keuntungan atau pengurangan waktu proses (Hidayat, A. & Irvanda, M., 2022).

2. Pengertian *Automatic RADAR Plotting Aid* (ARPA)

ARPA, yang merupakan singkatan dari *Automatic RADAR Plotting Aid*, adalah sistem komputer yang secara otomatis melakukan plotting RADAR menggunakan teknik segitiga kecil dengan rasio yang sama. Sistem ini memanfaatkan arah baringan dan jarak yang diukur dengan interval sangat cepat, sehingga mampu memplot lebih dari 20 objek sekaligus (Nursyamsu, dkk., 2021). Lebih lanjut, ARPA dapat menilai resiko tabrakan dan memungkinkan operator untuk melihat manuver yang dilakukan oleh kapal. Sebuah RADAR dengan ARPA memiliki kemampuan dapat membuat trek menggunakan kontak RADAR. Sistem ini secara otomatis menghitung haluan, kecepatan,

dan titik terdekat atau *Closest Plotting Approach* (CPA) dari objek yang dilacak, sehingga dapat mendeteksi potensi bahaya tabrakan dengan kapal lain atau daratan (Syibli, Y, M. & Nuryaman, D., 2021).

Penggunaan RADAR *Automatic RADAR Plotting Aid* (ARPA) memiliki peran krusial dalam meningkatkan keselamatan pelayaran dan mencegah tubrukan di laut. RADAR ARPA secara signifikan membantu mengurangi beban pengamatan manual bagi personel kapal dengan menyediakan informasi target secara otomatis. Sistem ARPA memungkinkan pengamatan dan analisis pergerakan banyak sasaran sekaligus, melampaui kemampuan plotting manual. Dengan informasi yang akurat dan cepat mengenai potensi bahaya tubrukan, seperti yang dihitung oleh ARPA, personel kapal dapat mengambil tindakan pencegahan yang tepat waktu (Syibli, Y, M. & Nuryaman, D., 2021).

Pengembangan ARPA (*Automatic RADAR Plotting Aid*) dipicu oleh insiden tabrakan kapal SS Italia Andrea Doria dalam kondisi kabut tebal di lepas pantai timur Amerika Serikat yang berujung pada tenggelamnya kapal tersebut. Teknologi RADAR ARPA mulai berkembang pada tahun 1960-an seiring dengan kemajuan mikroelektronika. Kapal kargo MV.Taimyr menjadi kapal pertama yang menggunakan ARPA komersial pada tahun 1969, yang diproduksi oleh Kongsberg Norcontrol Norwegia Company (kini bagian dari Kongsberg Maritime Discovery) (Sumanto, 2024). Saat ini, penggunaan dan pengadaan ARPA diatur oleh berbagai kebijakan, termasuk Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2010 Pasal 21, Peraturan Menteri No. 25 Tahun 2011 Pasal 6, serta konvensi internasional SOLAS (*Safety Of Life At Sea*) Chapter V. Regulasi SOLAS Chapter V secara spesifik mewajibkan: semua kapal berbobot 300 GT ke atas dan semua kapal penumpang untuk dilengkapi dengan RADAR 9 GHz dan bantuan perencanaan elektronik; semua kapal berkapasitas 500 GT ke atas harus dilengkapi dengan alat bantu pelacak otomatis untuk

memplot jangkauan dan arah target lain; dan semua kapal dengan 3000 GT ke atas harus memiliki RADAR 3 GHz atau RADAR 9 GHz kedua yang independen dari yang pertama, serta alat bantu pelacak otomatis kedua yang juga independen (Nursyamsu, dkk., 2021). Hal ini sejalan dengan upaya *International Maritime Organization* (IMO) dalam meningkatkan keselamatan pelayaran, di mana IMO juga mewajibkan pemasangan *Automatic Identification System* (AIS) transponder pada kapal penumpang, kapal tanker, dan kapal berukuran 300 GT ke atas (*Regulation 19 SOLAS Chapter V*). Selain itu, *Electronic Chart Display and Information System* (ECDIS) diakui sebagai alat bantu navigasi yang penting dan dapat berfungsi sebagai cadangan peralatan utama asalkan memenuhi standar kinerja IMO (aturan V/19 dan V/27 SOLAS 1974). Integrasi teknologi seperti AIS dan ECDIS ke dalam RADAR ARPA semakin memperkuat fungsinya dalam meningkatkan keselamatan dan efisiensi navigasi di laut, yang secara keseluruhan didukung oleh kerangka regulasi nasional dan internasional (Syibli, Y, M. & Nuryaman, D., 2021).

3. Fungsi ARPA

ARPA sendiri memiliki beberapa fungsi (Ma, F. dkk., 2015) (Syibli and Nuryaman, 2021), diantaranya :

- a. Menampilkan pergerakan relatif target pada layar RADAR.
- b. Menyajikan data numerik seperti kecepatan, jarak, *Distance at Closest Point of Approach* (DCPA) dan *Time to Closest Point of Approach* (TCPA), yaitu jarak dan waktu terdekat antara kapal pengguna dan target lain yang terdeteksi .
- c. Memberikan visualisasi langsung penilaian risiko tubrukan pada layar.
- d. Memproses data RADAR secara signifikan lebih cepat dibandingkan sistem RADAR konvensional, meskipun tetap memiliki keterbatasan yang serupa.

- e. memberikan peringatan kepada operator kapal jika target mendekati area berbahaya atau bergerak dalam pola yang berisiko.
 - f. Dengan otomatisasi pelacakan dan klasifikasi target, ARPA mengurangi kebutuhan intervensi manual dan mempercepat proses pengambilan keputusan di jembatan navigasi.
4. Pengertian Tubrukan

Tubrukan adalah peristiwa benturan yang terjadi antar benda saling adu tumbuk dan menyebabkan kecelakaan., Tubrukan kapal merupakan situasi darurat yang sangat berbahaya, dapat terjadi antara kapal dengan dermaga maupun dengan berbagai objek apung lainnya. Insiden ini tidak hanya mengancam keselamatan jiwa manusia dan potensi kerugian harta benda, tetapi juga menimbulkan risiko signifikan terhadap lingkungan maritime (Setyawan, dkk., 2023). Berbagai faktor dapat menjadi pemicu utama timbulnya keadaan darurat di atas kapal, yang secara umum dapat dikategorikan sebagai berikut:

- a. Kesalahan manusia (*Human error*): Meliputi kesalahan navigasi, kurangnya kewaspadaan, miskomunikasi, atau kegagalan dalam mengikuti prosedur keselamatan.
- b. Kesalahan peralatan (*Equipment failure*): Kerusakan atau malfungsi pada sistem vital kapal seperti kemudi, mesin, RADAR, atau peralatan navigasi lainnya.
- c. Kesalahan prosedur (*Procedural error*): Ketidaksesuaian atau kekurangan dalam implementasi prosedur operasional standar, panduan keselamatan, atau protokol darurat.
- d. Pelanggaran terhadap aturan (*Violation of regulations*): Tindakan yang melanggar peraturan pelayaran, standar keselamatan maritim, atau ketentuan hukum yang berlaku.
- e. Faktor eksternal (*External action*): Kondisi di luar kendali langsung awak kapal, seperti cuaca buruk (badai, kabut tebal), arus kuat, visibilitas rendah, atau adanya bahaya navigasi yang tidak terduga.

- f. Kehendak Tuhan Yang Maha Kuasa (*Acts of God*): Kejadian alam yang ekstrem dan tidak dapat diprediksi, seperti gempa bumi bawah laut atau tsunami, meskipun jarang menjadi penyebab langsung tubrukan kapal dalam pengertian konvensional. (Setyawan, dkk., 2023)

Setiap kapal harus menggunakan semua sarana yang tersedia untuk memastikan ada atau tidaknya risiko tubrukan. Jika timbul keraguan, risiko tersebut harus dianggap ada. Penggunaan ARPA (Automatic RADAR Plotting Aid) harus dilakukan dengan benar, termasuk pemantauan jarak jauh untuk peringatan dini dan pelacakan sistematis objek yang berpotensi menimbulkan bahaya, jika perangkat ini terpasang dan berfungsi dengan baik.

Keputusan tidak boleh didasarkan pada informasi yang tidak memadai, terutama data dari ARPA. Dalam menentukan apakah risiko tubrukan ada, pertimbangan-pertimbangan berikut harus diperhitungkan: risiko harus dianggap ada jika baringan pedoman kapal yang mendekat tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. Risiko juga mungkin ada meskipun terjadi perubahan baringan yang jelas, terutama saat mendekati kapal lain dari jarak yang sangat dekat.

5. Aturan P2TL dalam pencegahan bahaya tubrukan :

a. Aturan 5 *Look Out*

Aturan ini mewajibkan setiap kapal untuk selalu melakukan pengamatan visual dan pendengaran secara seksama, serta memanfaatkan semua sarana yang tersedia sesuai kondisi. Pengamatan berkelanjutan ini penting untuk menilai situasi dan risiko tubrukan secara komprehensif. Beberapa poin penting dalam pengamatan pelayaran meliputi: pengamatan harus dilakukan setiap saat (24/7) selama berada di kapal; penjagaan dilakukan oleh personel terlatih, berpengalaman, dan dalam kondisi fisik yang baik;

penggunaan efektif alat navigasi seperti RADAR, ARPA, AIS, VHF Radio, ECDIS, dan GPS; serta peningkatan intensitas dan kehati-hatian pengamatan, terutama pada malam hari atau saat kabut (Setyawan, dkk., 2023).

b. *Aturan 6 Safe Speed*

Aturan *Safe Speed* dalam COLREG (Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea) mengharuskan setiap kapal untuk senantiasa mempertahankan kecepatan aman yang memungkinkan tindakan penghindaran tubrukan yang efektif, termasuk kemampuan untuk berhenti dalam jarak yang sesuai. Penentuan kecepatan aman ini memerlukan pertimbangan berbagai faktor, meliputi tingkat visibilitas di laut, kepadatan lalu lintas pelayaran, kemampuan manuver kapal (termasuk jarak henti dan kemampuan berbelok dalam berbagai kondisi), ketersediaan cahaya latar pada malam hari, kondisi angin, laut, dan arus, potensi bahaya navigasi di sekitar, serta draft kapal relatif terhadap kedalaman air (Setyawan, dkk., 2023).

c. *Aturan 7 Risk of Collision*

Aturan ini menekankan bahwa pengamatan yang cermat melalui indra penglihatan, pendengaran, RADAR, dan semua alat bantu yang tersedia sangat penting untuk mengurangi potensi tabrakan kapal. Elemen krusial selanjutnya dalam pengawasan yang efektif adalah penentuan apakah risiko tubrukan itu ada. Jika seorang pelaut memiliki keraguan, kondisi tersebut harus dianggap sebagai risiko. Peralatan RADAR harus dimanfaatkan dengan tepat, termasuk penggunaan pemindaian jarak jauh untuk mendapatkan peringatan dini terhadap potensi bahaya tubrukan. Selama pelayaran berlangsung, pelaut tidak boleh membuat asumsi berdasarkan informasi yang terbatas. Penilaian risiko harus didukung oleh penggunaan penglihatan dan berbagai alat navigasi yang tersedia,

seperti binokular, baringan kompas, RADAR, RADAR plotting (ARPA), AIS, dan Radio VHF (Setyawan, dkk., 2023).

d. Aturan 8 *Action to Avoid Collision*

Aturan 8 *Action to Avoid Collision* dalam COLREG (Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea) mengamanatkan bahwa setiap tindakan pencegahan tubrukan harus sesuai dengan aturan yang berlaku dan diambil secara tepat waktu. Tindakan ini dapat berupa perubahan haluan atau kecepatan kapal, baik kecil maupun signifikan, asalkan perubahan tersebut mudah diamati secara visual maupun melalui RADAR oleh kapal lain. Perubahan arah yang dilakukan pada saat yang tepat merupakan cara yang efektif untuk menghindari tubrukan, terutama dalam situasi jarak dekat. Tindakan penghindaran haruslah seefektif mungkin, memastikan kapal-kapal dapat saling melewati pada jarak yang aman, dan keefektifannya harus terus dipantau hingga kedua kapal benar-benar saling melewati. Selain perubahan arah, pengurangan kecepatan, bahkan penghentian laju kapal dengan mengurangi RPM mesin, juga merupakan tindakan yang diatur dalam COLREG atau P2TL (Peraturan Pencegahan Tubrukan di Laut) (Setyawan, dkk., 2023).

6. Fitur Pada ARPA

RADAR sangat berpengaruh terhadap optimalisasi penggunaan Radar. Dimana peran Radar sebagai alat navigasi tentunya harus didukung dengan berbagai sistem seperti pemrosesan data, pelacakan objek, tampilan grafis serta fungsi alarm akan mempengaruhi dalam proses penggunaan radar (Herningsih & Zulviananda, 2021).

Untuk meningkatkan optimalisasi penggunaan Radar dengan memperhatikan Spesifikasi Radar, maka yang harus dilakukan oleh manajemen adalah mengikuti perkembangan teknologi Radar. Beberapa perkembangan teknologi Radar yaitu sistem protokol

baru, *message structure*, *modules*, *data source*, dan *software*. Beberapa teknologi tersebut akan meningkatkan optimalisasi penggunaan Radar dalam memberikan navigasi sehingga keselamatan pelayaran juga meningkat (Czaplewski et al., 2019) Spesifikasi RADAR berpengaruh terhadap optimalisasi penggunaan Radar. Apabila spesifikasi Radar dipersepsikan baik oleh pelanggan/konsumen maka ini akan dapat meningkatkan kualitas navigasi dan juga keselamatan dalam berlayar. Sehingga penggunaan Radar dapat dioperasikan secara optimal (Han et al., 2023).

7. Parallel Index

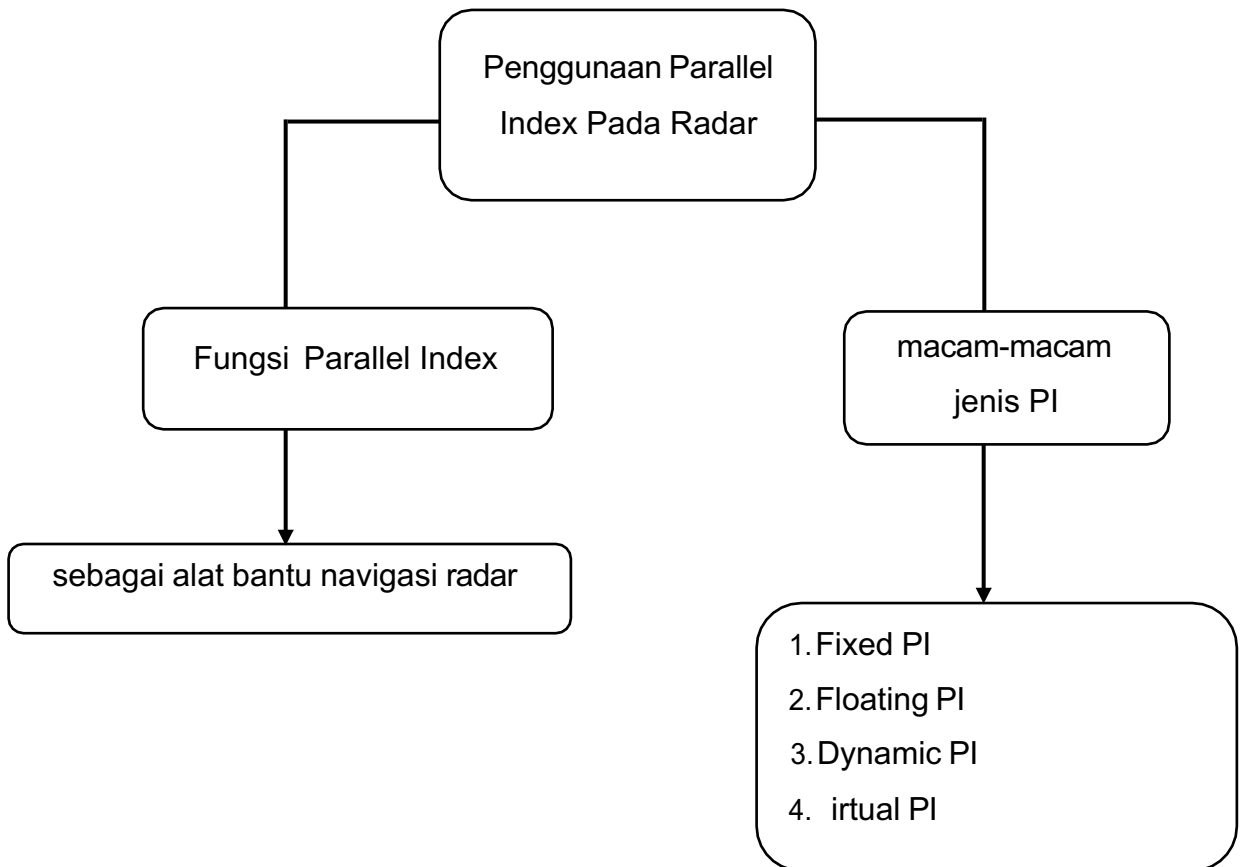
Parallel index merupakan pendekatan optimasi pada sistem basis data yang memungkinkan proses pengindeksan dan pencarian data dilakukan secara paralel pada beberapa unit pemrosesan. Teknik ini memanfaatkan kemampuan *multi-core*CPU, GPU, atau kluster komputer untuk membagi beban kerja, sehingga dapat meningkatkan kecepatan eksekusi *query* dan efisiensi pengolahan data besar. strategi pengindeksan yang disesuaikan dengan arsitektur perangkat keras modern, seperti *hardware-conscious indexing*, mampu mempercepat proses eksekusi *query* hingga 48,6% dibandingkan metode tradisional. Menurut Abbasi et al. (2024)

Dalam sistem basis data modern, *parallel indexing* bekerja dengan membagi proses pembuatan indeks menjadi beberapa bagian yang dapat dijalankan bersamaan. Setiap prosesor mengelola subset data tertentu dan hasilnya digabungkan kembali menjadi satu indeks global. Menurut Elmeiligy et al. (2021), metode ini terbukti efektif dalam menangani data multidimensi berukuran besar, karena mampu meminimalkan *bottleneck* yang sering terjadi pada sistem pengindeksan Tunggal. Menurut Elmeiligy et al. (2021).

Perkembangan *parallel indexing* kini tidak hanya berfokus pada peningkatan kecepatan melalui *multi-threading* dan *GPU acceleration*, tetapi juga mulai menggabungkan algoritma pembelajaran mesin untuk meningkatkan adaptivitas terhadap variasi beban kerja dan karakteristik data. Shi, Cong, dan Li (2022) menjelaskan bahwa *machine learning-based indexing* mampu memperkirakan kinerja indeks secara dinamis dan lebih akurat dibandingkan pendekatan *rule-based* tradisional. Hal ini memungkinkan sistem basis data untuk secara otomatis menyesuaikan strategi pengindeksan sesuai dengan pola akses data dan jenis *query* yang paling sering digunakan. Shi, Cong, dan Li (2022).

B. Kerangka berpikir

Gambar 2.1 Kerangka Berpikir



BAB III

METODE PENELITIAN

1. Jenis Penelitian

Sugiyono (2018) menjelaskan bahwa metode penelitian kualitatif berakar pada landasan filosofis tertentu dan diterapkan dalam konteks ilmiah (eksperimen). Dalam pendekatan ini, peneliti memegang peranan sentral sebagai instrumen utama pengumpul dan penganalisis data. Teknik pengumpulan data dan analisis yang digunakan bersifat kualitatif, dengan fokus utama pada pemahaman makna di balik fenomena yang diteliti. Sejalan dengan pandangan ini, jenis penelitian yang akan digunakan adalah penelitian kualitatif. Metode ini melibatkan pengumpulan data secara langsung oleh peneliti melalui studi dokumen, observasi perilaku, dan wawancara dengan partisipan. Meskipun instrumen penelitian mungkin digunakan, alat tersebut biasanya dirancang sendiri oleh peneliti dengan pertanyaan terbuka, berbeda dengan kecenderungan untuk menggunakan kuesioner atau instrumen standar yang dikembangkan oleh peneliti lain. Berdasarkan uraian tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa peneliti adalah elemen kunci dalam penelitian kualitatif. Mereka bertanggung jawab atas pengumpulan data, pengembangan instrumen yang mungkin unik, dan bahkan penentuan kapan penelitian dianggap selesai.

2. Definisi Operasional Variabel

Operasional variabel merupakan panduan lengkap yang menjelaskan secara detail cara mengamati, mengukur, atau menguji sebuah variabel dalam konteks pengujian. Dengan kata lain, operasional variabel memberikan aturan dan prosedur yang jelas bagi peneliti dalam melaksanakan penelitiannya, sehingga pengumpulan dan analisis data dapat dilakukan dengan lebih terarah, fokus, efisien, dan konsisten (Megasari, C. & Latif, B. S., 2022).

Variabel didefinisikan sebagai konsep yang memiliki nilai yang beragam atau sesuatu yang menjadi fokus dalam penelitian (Megasari, C. & Latif, B. S., 2022). Variabel dalam penelitian ini diklasifikasikan menjadi 2 kategori, yaitu:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas, atau sering disebut variabel independen, adalah variabel yang memengaruhi atau menyebabkan perubahan pada variabel terikat atau variabel dependen (Monitaria, A, B. & Baskoro, E., 2021). Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah penggunaan RADAR ARPA untuk mencegah resiko tubrukan antar kapal di laut.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat, atau sering disebut variabel dependen merupakan variabel yang dipengaruhi atau dihasilkan oleh adanya variabel bebas atau variabel independen (Monitaria, A, B. & Baskoro, E., 2021). Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah optimalisasi penggunaan RADAR ARPA dalam pencegahan bahaya tubrukan.

3. Teknik Pengumpulan Data

Digunakan beberapa metode pengumpulan data yang diperlukan dalam memecahkan permasalahan dalam penelitian ilmiah ini. Metode yang digunakan, yaitu :

1. Studi Kepustakaan (*Library Research*): Metode ini melibatkan pengumpulan data dengan cara membaca, mencatat, dan merangkum berbagai materi yang relevan dengan penelitian. Sumber-sumber tersebut meliputi buku, artikel ilmiah, peraturan perundang-undangan, dokumen-dokumen ilmiah lainnya, termasuk majalah dan bulletin.
2. Wawancara (Tanya Jawab): metode ini dilakukan dengan cara mengajukan pertanyaan dan berdiskusi langsung dengan perwira

jaga dan awak kapal selama penulis melaksanakan Praktik Laut (PRALA). Fokus utama wawancara ialah mengenai pentingnya RADAR dalam menunjang keselamatan pelayaran.dengan teknik melihat langsung keadaan di atas kapal sehubungan dengan pentingnya RADAR terhadap keselamatan pelayaran.

3. Observasi: Metode ini melibatkan observasi atau pengamatan langsung terhadap kondisi dan situasi di atas kapal. Tujuannya ialah untuk mendapatkan pemahaman langsung mengenai relevansi RADAR terhadap aspek keselamatan pelayaran.

4. Teknik Analisis Data

Pada penelitian ini digunakan metode penelitian kualitatif. Metode penelitian kualitatif merupakan metode untuk memahami dan menjelaskan suatu fenomena secara mendalam dengan mengumpulkan, menganalisis, dan menafsirkan data yang bukan berupa angka. Metode ini lebih menekankan pada konteks sosial, pengalaman individu, dan makna yang terkandung dalam fenomena yang diteliti (Pratiwi, 2017). Dalam penelitian ini, peneliti akan mengkaji fenomena penggunaan RADAR ARPA untuk mencegah resiko tubrukan antar kapal di laut.

5. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan diatas kapal MT STAR VALIANT yang menjadi tempat praktek laut (PRALA) dari peneliti selama 12 bulan.

Gambar 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

NO	URAIAN KEGIATAN	BULAN											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Penyusunan dan Uji	■	■	■	■	■							
2	Pengurusan Izin	■											
3	Pengumpulan Data		■										
4	Ujian Proposal			■	■								
5	Penelitian					■	■						
6	Analisis Penelitian							■	■				
7	Seminar (uji) hasil penelitian								■				
8	Perbaikan hasil									■			
											■		
9	Perbaikan hasil skripsi											■	
10	Pengumpulan skripsi										■		
11	Jurnal Internasional											■	■