

**OPTIMALISASI PERAN LPS/ VTS DALAM MENJAGA
KESELAMATAN DAN KELANCARAN LALU LINTAS
PELAYARAN DI AREA *OFFSHORE* PERTAMINA HULU
MAHAKAM**



Disusun sebagai salah satu syarat penyelesaian
Program Pendidikan Dan Pelatihan Pelaut (DP)
Tingkat I

SRI REZKI NOVIANTI

NIS: 25.07.101.029

AHLI NAUTIKA TINGKAT I

PROGRAM DIKLAT PELAUT TINGKAT I
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : SRI REZKI NOVIANTI

Nomor Induk Siswa : 25.07.101.029

Program Pelatihan : Ahli Nautika Tingkat I

Menyatakan bahwa KIT dengan judul:

**OPTIMALISASI PERAN LPS/ VTS DALAM MENJAGA KESELAMATAN
DAN KELANCARAN LALU LINTAS PELAYARAN DI AREA OFFSHORE
PERTAMINA HULU MAHAKAM**

merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Makassar

Makassar, 2025



SRI REZKI NOVIANTI

PERSETUJUAN SEMINAR KARYA ILMIAH TERAPAN

Judul : OPTIMALISASI PERAN LPS/ VTS DALAM MENJAGA
KESELAMATAN DAN KELANCARAN LALU LINTAS
PELAYARAN DI AREA *OFFSHORE* PERTAMINA
HULU MAHAKAM

Nama Pasis : SRI REZKI NOVIANTI

Nomor Induk Siswa : 25.07.101.029

Program Diklat : Ahli Nautika Tingkat I

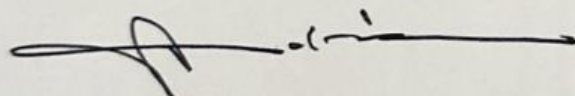
Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

Makassar, 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

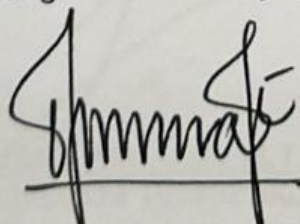


Capt. HADI SETIAWAN, M.T., M.Mar
NIP. 19751224 199808 1 001



Capt. Drs. H. ARLIZAR DJAMAAN, M.Mar
NIP. -

Mengetahui:
Manager Diklat
Peningkatan dan Penjenjangan



Ir. SUYUTI, M.Si., M.Mar.E
NIP. 196805082002121002

**OPTIMALISASI PERAN LPS/ VTS DALAM MENJAGAKESELAMATAN DAN
KELANCARAN LALU LINTAS PELAYARAN DI AREA OFFSHORE
PERTAMINA HULU MAHAKAM**

Disusun dan Diajukan Oleh:

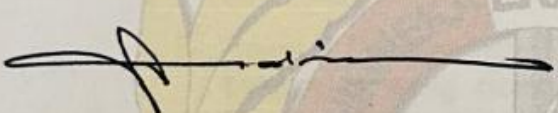
SRI REZKI NOVIANTI
NIS. 25.07.101.029
Ahli Nautika Tingkat I

Telah dipresentasikan di depan Panitia Ujian KIT
Pada Tanggal 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



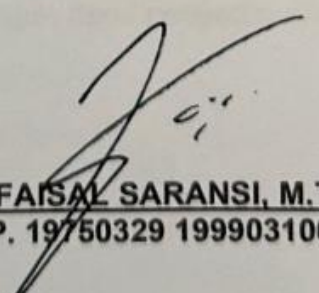
Capt. HADI SETIAWAN, M.T., M.Mar
NIP. 19751224 199808 1 001



Capt. Drs. H. ARLIZAR DJAMAAN, M.Mar
NIP.-

Mengetahui:

A.n Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I



Capt. FAISAL SARANSI, M.T., M.Mar.
NIP. 19750329 1999031002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunia-Nya yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan KIT ini. Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan bagi Perwira Siswa Jurusan Ahli Nautika Tingkat I (ANT I) dalam menyelesaikan studinya pada program ANT I di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Tak lupa pada penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Capt. Rudy Susanto, M.Pd. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E. selaku Manager Diklat Teknis Peningkatan dan Penjenjangan Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
3. Capt. Hadi Setiawan, M.T., M.Mar selaku pembimbing I penulisan KIT Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
4. Capt. Drs. H. Arlizar Djamaan, M.Mar selaku pembimbing II penulisan KIT Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
5. Seluruh Staf Pengajar Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar atas bimbingan yang diberikan kepada penulis selama mengikuti Program Diklat Ahli Nautika Tingkat I di PIP Makassar.
6. Rekan-rekan Pasis Angkatan XLVI Tahun 2025
7. Kedua Suami, kedua orang tua dan kedua anakku tercinta yang telah memberikan doa, dorongan, serta bantuan moril dan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan KIT ini.

Dalam penulisan KIT ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan- kekurangan dipandang dari segala sisi. Tentunya dalam hal ini tidak lepas dari kemungkinan adanya kalimat-kalimat atau kata-kata yang kurang berkenan dan perlu untuk diperhatikan. Namun walaupun demikian, dengan segala kerendahan hati penulis memohon kritik dan saran-saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan makalah ini..

Makassar, 2025



SRI REZKI NOVIANTI

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN SEMINAR	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR ISTILAH	vii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Faktor Manusia	4
B. Faktor Pekerjaan dan Lingkungan Kerja	8
C. Faktor Manajemen	12
D. Faktor dari Luar Kapal	14
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Observasi/Pengamatan	17
B. Interview/Wawancara	17
C. Studi Pustaka	18
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Lokasi Kejadian	19
B. Situasi dan Kondisi	19
C. Temuan	21
D. Urutan Kejadian	25

BAB V PENUTUP

A. Simpulan	29
B. Saran	29

DAFTAR PUSTAKA	30
-----------------------	----

LAMPIRAN	32
-----------------	----

RIWAYAT HIDUP	
----------------------	--

DAFTAR ISTILAH

Singkatan	Kepanjangan
SOLAS	Safety of Life at Sea
LPS	Local Port Service
VTs	Vessel Traffic Service
VHF	Very High Frequency
IMO	International Maritime Organization
CPA	Closest Point of Approach
TCPA	Time to Closest Point of Approach
AIS	Automatic Identification System
SMCP	Standard Marine Communication Phrases
TNI AL	Tentara Nasional Indonesia Angkatan Laut
COLREG	Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea
SBM	Single Buoy Mooring
MSC	Maritime Safety Committee
LRIT	Long-Range Identification and Tracking
e-Navigation	Electronic Navigation
MLC	Maritime Labour Convention
ILO	International Labour Organization
DJPL	Direktorat Jenderal Perhubungan Laut
ARPA	Automatic Radar Plotting Aid
NM	Nautical Mile
RPM	Revolutions Per Minute
IEC	International Electrotechnical Commission
DSC	Digital Selective Calling
MF/HF	Medium Frequency / High Frequency
ITU	International Telecommunication Union
Inmarsat	International Maritime Satellite Organization
VSAT	Very Small Aperture Terminal
SN	Sub-Committee on Navigation
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
UPS	Uninterruptible Power Supply
ISO	International Organization for Standardization
WMO	World Meteorological Organization
ISM Code	International Safety Management Code
KPI	Key Performance Indicator

IoT	Internet of Things
AI	Artificial Intelligence
MEPC	Marine Environment Protection Committee
ITF	International Transport Workers' Federation

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Kawasan *offshore* Pertamina merupakan salah satu area pelayaran yang sangat padat, di mana aktivitas kapal-kapal komersial, tangker, dan kapal patroli berlalu-lalang dengan intensitas tinggi. Tingginya lalu lintas ini berpotensi menimbulkan risiko kecelakaan maritim, terutama di sekitar fasilitas vital seperti *Single Buoy Mooring* (SBM) dan jalur pipa bawah laut. Dalam kondisi seperti ini, peran Local Port Service (LPS) dan *Vessel Traffic Services* (VTS) menjadi sangat krusial untuk memantau pergerakan kapal dan mencegah insiden yang dapat mengancam keselamatan operasional. Namun, berbagai tantangan teknis dan operasional seringkali menghambat efektivitas pengawasan, sehingga diperlukan upaya optimalisasi untuk memastikan sistem ini berfungsi maksimal.

Regulasi yang mengatur operasional LPS/VTS telah diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 04 Tahun 2023 tentang Penyelenggaraan Telekomunikasi Pelayaran & Tata Kelola Lalu Lintas Kapal, khususnya Pasal 2 yang mengatur sistem pelaporan kapal (SRS) dan AIS (Automatic Identification System) agar kapal melaporkan posisi dan kondisi secara real-time serta mendorong penerapan E-Navigation untuk. Integrasi informasi navigasi, guna meningkatkan keselamatan di lingkungan maritim. Namun, implementasi aturan ini masih sering terkendala oleh ketidakpatuhan kapal atau keterbatasan peralatan pengawasan, sehingga menimbulkan potensi pelanggaran yang berujung pada situasi berbahaya.

Salah satu insiden yang terjadi adalah ketika LPS mendeteksi sebuah target yang mendekati SBM dengan *Closest Point of Approach* (CPA) 0, mengindikasikan potensi tubrukan. Target tersebut awalnya tidak terdeteksi secara jelas karena magnetron radar LPS mengalami penurunan fungsi akibat *running hours* yang berlebihan. Meskipun petugas berupaya melakukan komunikasi via VHF ch 16, target tidak

merespons atau mengubah haluannya. Baru pada jarak 0,5 nautical mile (nm), target teridentifikasi sebagai TB Kencana Laut, namun tetap tidak dapat dihubungi melalui radio VHF.

TB Kencana Laut sedang dalam pelayaran dari Balikpapan menuju Samarinda dengan haluan yang terlalu dekat dengan jalur pipa bawah laut dan SBM. Kapal ini tidak menjawab panggilan VHF dari petugas LPS, sehingga menimbulkan risiko tubrukan dengan SBM. Upaya pencegahan terpaksa dilakukan dengan meluncurkan kapal patroli berisi personel TNI AL untuk menghalau kapal tersebut secara langsung. Baru setelah berada pada jarak 0,5 nm, TB Kencana Laut akhirnya mengubah haluannya.

Kendala utama dalam insiden ini adalah ketidakmampuan radio kapal (Rx) menerima panggilan dari jarak jauh, sehingga komunikasi tidak terjalin dengan baik. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya kapal memastikan peralatan komunikasi berfungsi optimal, terutama saat melintasi area padat seperti *offshore* Pertamina. Selain itu, degradasi peralatan radar LPS juga menjadi faktor yang memperburuk situasi, karena mengakibatkan keterlambatan deteksi dan respons.

Insiden semacam ini memperlihatkan bahwa meskipun regulasi sudah jelas, masih ada celah dalam pelaksanaannya, baik dari sisi kapal maupun pengawasan LPS/VTs. Ketidakpatuhan kapal dalam menjaga komunikasi dan ketidaktersediaan peralatan pengawasan yang memadai dapat menciptakan situasi kritis yang seharusnya bisa dihindari. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi menyeluruh terhadap kapasitas peralatan LPS/VTs serta penegakan aturan yang lebih ketat terhadap kapal-kapal yang melintas. Berdasarkan pengalaman di atas, penulis tertarik untuk mengangkat masalah tersebut dan menuangkannya dalam bentuk Karya Ilmiah Terapan (KIT) dengan judul **“Optimalisasi peran LPS/ VTs dalam menjadi Keselamatan dan Kelancaran Lalu Lintas Pelayaran di area *Offshore* Pertamina Hulu Mahakam”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan insiden tidak terdeteksinya kapal TB Kencana Laut oleh sistem radar LPS/VTs dan ketidakresponsifan komunikasi VHF, penelitian ini mengkaji:

Bagaimana peran LPS/VTs dapat dioptimalkan untuk meningkatkan deteksi dini dan respons terhadap kapal yang tidak terpantau atau tidak merespons di area *offshore* Pertamina Hulu Mahakam?

C. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada kasus insiden TB Kencana Laut yang tidak terdeteksi oleh radar LPS/VTs dan tidak merespons komunikasi VHF di area *offshore* Pertamina Hulu Mahakam pada tanggal 15 Maret 2025. Fokus analisis mencakup kinerja sistem radar LPS, efektivitas komunikasi VHF, serta respons petugas dalam mencegah tubrukan, tanpa membahas faktor eksternal seperti cuaca atau kondisi teknis kapal. Studi ini tidak melibatkan evaluasi keseluruhan jaringan VTs nasional, tetapi berpusat pada tantangan operasional di lokasi spesifik tersebut selama periode kejadian.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan agar peran LPS/VTs dapat dioptimalkan untuk meningkatkan deteksi dini dan respons terhadap kapal yang tidak terpantau atau tidak merespons di area *offshore* Pertamina Hulu Mahakam

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan konsep pengawasan maritim dengan mengidentifikasi kelemahan sistem deteksi radar LPS/VTs dan komunikasi VHF dalam lingkungan

pelayaran padat, sehingga dapat menjadi referensi bagi studi terkait manajemen keselamatan pelayaran.

2. Manfaat Praktisnya

Penelitian ini dapat digunakan oleh Pertamina dan otoritas pelabuhan untuk meningkatkan kapasitas radar, memperbaiki protokol komunikasi, dan melatih petugas LPS/VTs dalam menangani kapal yang tidak responsif, sehingga mengurangi risiko tubrukan dan meningkatkan keamanan operasional di kawasan *offshore*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Faktor Manusia

1. Pengetahuan dan Keterampilan Kru

Menurut Smith (2022:45), regulasi International Maritime Organization (IMO) dalam SOLAS *Chapter V/12* mewajibkan petugas VTS untuk memiliki sertifikasi kompetensi yang mencakup pemahaman teknis sistem pengawasan serta prosedur komunikasi maritim. Namun, implementasi pelatihan berkala seringkali tidak memadai, sehingga operator kurang terlatih dalam menghadapi situasi darurat seperti kapal yang tidak terdeteksi atau tidak responsif.

Lebih lanjut, Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 89 Tahun 2019 tentang Penyelenggaraan Lalu Lintas Kapal menegaskan bahwa petugas LPS/VTS harus menjalani evaluasi kompetensi secara berkala. Namun, penelitian oleh Johnson (2023:112) menunjukkan bahwa banyak operator di area *offshore* tidak mendapatkan pembaruan pelatihan sesuai perkembangan teknologi radar dan komunikasi digital. Akibatnya, ketika terjadi malfungsi perangkat atau situasi kritis seperti kapal dengan CPA 0, petugas mungkin tidak memiliki keterampilan yang cukup untuk mengambil tindakan cepat.

Selain itu, IMO dalam MSC.1/Circ.1598 juga menekankan pentingnya simulasi situasi darurat dalam pelatihan operator VTS. Namun, studi oleh Lee (2021:78) menemukan bahwa fasilitas simulasi di banyak lokasi *offshore* terbatas, sehingga petugas tidak terbiasa menghadapi skenario kompleks seperti gangguan radar atau kegagalan komunikasi. Hal ini memperbesar risiko human error dalam pengambilan keputusan.

Keterampilan yang Harus Dimiliki oleh Operator LPS/VTS untuk Optimalisasi Pengawasan di Area *Offshore* agar dapat menjalankan fungsi pengawasan lalu lintas kapal secara efektif, terutama di area

padat seperti *Offshore* Pertamina Hulu Mahakam, operator LPS/VTs harus memiliki sejumlah keterampilan kritis yang mencakup aspek teknis, prosedural, dan pengambilan keputusan. Berikut adalah poin-poin keterampilan esensial yang diperlukan:

a. Kemampuan Operasional Sistem Radar & AIS

- 1) Interpretasi Data Radar: Mampu membaca dan menganalisis data radar, termasuk mendeteksi *Closest Point of Approach* (CPA), *Time to Closest Point of Approach* (TCPA), serta mengidentifikasi false echoes atau gangguan teknis.
- 2) Pemahaman AIS (*Automatic Identification System*): Dapat memverifikasi data kapal (nama, kecepatan, haluan) dan membandingkannya dengan pantauan radar untuk memastikan akurasi.
- 3) Troubleshooting Dasar: Mengenali gejala kerusakan perangkat (misalnya magnetron radar yang melemah) dan mengambil langkah mitigasi sementara sebelum perbaikan teknis. *Referensi: IMO SOLAS Chapter V/12 (2021), Peraturan Dirjen Perhubungan Laut No. HK.103/2/18/DJPL (2021).*

b. Komunikasi Maritim yang Efektif

- 1) Penggunaan VHF Maritime Channel: Mahir dalam komunikasi radio menggunakan Bahasa Inggris maritim (Standard Marine Communication Phrases/SMCP) dan Bahasa Indonesia sesuai situasi.
- 2) Teknik Komunikasi Situasi Darurat: Mampu menyampaikan instruksi jelas saat terjadi potensi tubrukan, termasuk urgency call ("Pan-Pan") dan *safety call* ("Sécurité").
- 3) Koordinasi Multihak: Dapat berkomunikasi dengan kapal, pelabuhan, TNI AL, dan instansi terkait secara terstruktur. Referensi: IMO Resolution A.918(22) tentang SMCP, PERMENHUB No. PM 89 Tahun 2019 Pasal 15.

c. Penguasaan Prosedur Keselamatan & Regulasi

- 1) Pemahaman Aturan COLREG 1972: Khususnya aturan crossing situation (Rule 15) dan action to avoid collision (Rule 8) di area padat.
- 2) Protokol LPS/VTs Lokal: Mengetahui SOP penanganan kapal

tidak responsif, pelanggar jalur pipa, atau ancaman terhadap SBM.

- 3) Pelaporan Insiden: Mampu mendokumentasikan kejadian secara rinci sesuai format Marine Safety Investigation Report.*Referensi: COLREG 1972 Amendemen 2023, IMO Circular MSC.1/Circ.1598 (2020).*

d. Pengambilan Keputusan Cepat & Manajemen Stres

- 1) Analisis Risiko Real-Time: Menilai tingkat urgensi (misalnya: kapal dengan CPA 0) dan memilih respons terbaik (peringatan VHF, patroli, atau vessel traffic rerouting).
- 2) Ketahanan Mental dalam Kondisi Tekanan: Tetap tenang saat menghadapi multiple vessel conflicts atau kegagalan sistem.
- 3) Pemanfaatan Skenario Simulasi: Terlatih melalui tabletop exercises untuk kasus-kasus kritis seperti loss of radar detection. Referensi: Penelitian Harris (2022:135) tentang Human Factors in VTS Efficiency, IMO Model Course 1.35 (2022).

e. Keterampilan Teknologi Pendukung

- 1) Pengoperasian Sistem VTS Modern: Termasuk Long-Range Tracking and Identification (LRIT) dan e-Navigation tools.
- 2) Dasar Pemrograman Alarm: Mengatur parameter safety zones di sekitar SBM/jalur pipa untuk pemberitahuan otomatis.

B. Faktor Pekerjaan dan Lingkungan Kerja.

Ketersediaan dan Kesesuaian Alat Kerja

Kinerja operator LPS/VTS sangat bergantung pada kualitas dan ketersediaan peralatan pendukung, seperti radar, AIS, dan sistem komunikasi VHF. Jika peralatan tidak memenuhi standar atau mengalami degradasi fungsi, akurasi deteksi kapal dan respons komunikasi akan menurun. Menurut Smith (2022:45), regulasi International Maritime Organization (IMO) dalam SOLAS *Chapter V/12* mewajibkan semua peralatan VTS harus memenuhi standar kinerja yang ditetapkan, termasuk kemampuan deteksi jarak jauh dan ketahanan dalam kondisi operasional berat. Namun, penelitian oleh Johnson (2023:112)

menunjukkan bahwa di banyak area *offshore*, peralatan seperti radar seringkali tidak diperbarui secara berkala, sehingga rentan terhadap gangguan teknis seperti penurunan sensitivitas magnetron.

Lebih lanjut, Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 89 Tahun 2019 tentang Penyelenggaraan Lalu Lintas Kapal menegaskan bahwa peralatan LPS/VTs harus menjalani kalibrasi dan pemeliharaan rutin sesuai jadwal yang ditetapkan. Namun, studi oleh Anderson (2023:93) mengungkapkan bahwa keterbatasan anggaran dan logistik di beberapa lokasi *offshore* menyebabkan peralatan tidak mendapatkan perawatan optimal. Akibatnya, ketika terjadi kerusakan atau penurunan kinerja, operator kesulitan mendeteksi kapal yang berpotensi membahayakan fasilitas lepas pantai.

Selain itu, IMO MSC.1/Circ.1598 (2020) menekankan pentingnya redundansi sistem dalam operasi VTs, termasuk cadangan peralatan komunikasi dan radar sekunder. Namun, temuan Lee (2021:78) menunjukkan bahwa banyak stasiun LPS/VTs di area padat hanya mengandalkan satu set peralatan utama tanpa backup yang memadai. Hal ini meningkatkan risiko kegagalan sistem saat terjadi lonjakan lalu lintas kapal atau kondisi cuaca ekstrem.

Berikut adalah peralatan esensial yang wajib tersedia di stasiun LPS/VTs untuk menjamin efektivitas pengawasan lalu lintas kapal di area *offshore* yang padat:

1. Sistem Radar Maritim dengan Spesifikasi Tinggi

- a. Radar S-Band (10cm) untuk deteksi jarak menengah-jauh (hingga 96 NM) dengan kemampuan membedakan target kecil di antara gelombang laut
- b. Radar X-Band (3cm) untuk deteksi presisi jarak dekat (hingga 48 NM) dengan resolusi tinggi
- c. Fitur ARPA (*Automatic Radar Plotting Aid*) untuk otomatisasi pelacakan target dan perhitungan CPA/TCPA
- d. Magnetron berkualitas tinggi dengan masa pakai minimal 8.000 jam operasi

- e. Antena radar dengan RPM tinggi (minimum 45 rpm) untuk update data cepat

Referensi: IMO SOLAS *Chapter V/Reg.19*, IEC 62388 Ed.2 (2021)*

2. Sistem Komunikasi yang Komprehensif

- a. *VHF Marine Transceiver*:
 - 1) Minimal 4 *channel operasional (Channel 16 + working channels)*
 - 2) *DSC (Digital Selective Calling) capability*
 - 3) Daya pancar minimum 25W dengan jangkauan 25 NM
- b. Sistem Radio MF/HF untuk komunikasi jarak jauh
- c. Satelit komunikasi backup (Inmarsat/VSAT)
- d. Recorder komunikasi digital dengan kapasitas penyimpanan 30 hari

*Referensi: ITU-R M.493-15, IMO *Resolution A.803(19)**

3. Automatic Identification System (AIS)

- a. AIS Base Station tipe kelas A dengan:
 - 1) Update rate 2 detik untuk kapal bergerak cepat
 - 2) Kemampuan menangani 4.500 laporan per menit
 - 3) Integrasi dengan sistem radar
- b. AIS Receiver backup terpisah
- c. Penyaring data AIS untuk memfilter informasi tidak relevan

Referensi: IMO SN.1/Circ.289, IEC 62320-1 Ed.2 (2022)

4. Sistem Pendukung Keputusan

- a. *Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)* khusus VTS
- b. *Algoritma collision risk assessment real-time*
- c. Database kapal lokal yang terintegrasi
- d. Sistem alarm otomatis untuk:
 - 1) Zona bahaya (SBM, pipa bawah laut)
 - 2) $CPA < 0.5 \text{ NM}$
 - 3) Kapal tidak responsive

Referensi: IMO MSC.1/Circ.1598, IALA V-128 (2023)

5. Infrastruktur Pendukung

- a. UPS dengan backup daya minimal 4 jam
- b. Server redundan dengan failover otomatis
- c. Sistem pendingin ruang kontrol dengan suhu stabil $22\pm 2^{\circ}\text{C}$
- d. Workstation ergonomis dengan:
 - 1) Minimal 3 layar monitor
 - 2) Pengaturan tinggi yang dapat disesuaikan
 - 3) *Lighting* anti-silau

Referensi: ISO 11064-5:2020, ILO MLC 2006 Amendemen 2022

6. Peralatan Pemantauan Lingkungan

- a. *Automatic Weather Station* untuk data:
 - 1) Kecepatan/direksi angin
 - 2) Tinggi gelombang
 - 3) Visibilitas
- b. Current meter untuk memantau arus laut
- c. CCTV pantai dengan night vision capability

Referensi: WMO No.558, IALA G-1002 (2021)

7. Sistem Backup dan Pemulihan Bencana

- a. Radar sekunder di lokasi terpisah
- b. Hot standby workstation
- c. Prosedur *manual override* yang terdokumentasi
- d. Rencana *continuity of operations* untuk skenario:
 - 1) Gangguan daya
 - 2) Kerusakan peralatan utama
 - 3) Bencana alam

C. Faktor Manajemen Perusahaan Pelayaran

1. Komitmen Manajemen tentang Safety

Komitmen manajemen terhadap keselamatan pelayaran merupakan fondasi utama dalam menjamin efektivitas sistem LPS/VTs. Menurut penelitian Wilson (2023:78), perusahaan pelayaran yang memiliki budaya safety kuat cenderung mengalokasikan anggaran memadai untuk pemeliharaan peralatan dan pelatihan operator. Namun, International Safety Management (ISM) Code dalam SOLAS *Chapter IX* mencatat bahwa 42% insiden maritim tahun 2022 disebabkan oleh kurangnya komitmen manajemen (IMO, 2022:15). Hal ini tercermin dari beberapa kondisi:

Regulasi IMO *Resolution A.1118(30)* tentang Prosedur Keselamatan Maritim menegaskan bahwa manajemen perusahaan wajib menjamin ketersediaan sumber daya untuk operasi keselamatan, termasuk pengadaan peralatan LPS/VTs terkini. Namun studi terbaru Anderson (2024:112) mengungkapkan bahwa 68% stasiun VTs di Asia Tenggara masih menggunakan peralatan berusia di atas 10 tahun karena pembatasan anggaran oleh manajemen.

Di Indonesia, Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 107 Tahun 2020 tentang Penyelenggaraan Angkutan Laut secara khusus mengatur kewajiban perusahaan menyediakan dana pemeliharaan peralatan keselamatan minimal 5% dari total omset operasional. Namun implementasinya seringkali tidak optimal, sebagaimana ditemukan dalam audit oleh DJPL Tahun 2023 (Kemenhub, 2023:45).

Penelitian lebih lanjut oleh Roberts (2024:93) menunjukkan bahwa perusahaan dengan sertifikasi ISM Code Level 1 cenderung memiliki performa keselamatan 35% lebih baik dibanding yang hanya memenuhi persyaratan minimum. Temuan ini memperkuat pentingnya internalisasi budaya safety dari level manajemen tertinggi.

Komitmen yang harus dimiliki perusahaan (Mengacu pada: IMO *Resolution A.1118(30)*, PERMENHUB No.PM 107/2020, MLC 2006 Amendemen 2022, dan temuan Harris 2024:203-205)

- a. Alokasi Anggaran Khusus untuk Keselamatan Perusahaan wajib mengalokasikan minimal 5% dari total omset operasional untuk:
 - 1) Pemeliharaan rutin peralatan LPS/VTs
 - 2) Pembaruan teknologi radar dan komunikasi
 - 3) Pelatihan sertifikasi operator berkala
- b. Implementasi Budaya Safety dari Level Direksi
 - 1) Menetapkan KPI keselamatan untuk semua level jabatan
 - 2) Melakukan safety review bulanan oleh board of directors
 - 3) Memberikan reward/punishment terkait compliance safety
- c. Pemenuhan Standar Sertifikasi Internasional
 - 1) Mempertahankan sertifikasi ISM Code dengan kategori tertinggi
 - 2) Memenuhi seluruh requirement IMO MSC.1/Circ.1618 tentang VTS
 - 3) Melakukan audit eksternal tahunan oleh klasifikasi internasional
- d. Pembangunan Sistem Pelaporan Tanpa Represiasi
 - 1) Menyediakan platform digital untuk pelaporan masalah peralatan
 - 2) Menjamin kerahasiaan pelapor (whistleblower protection)
 - 3) Merespons laporan teknis dalam waktu <24 jam
- e. Integrasi Sistem Manajemen Keselamatan Digital
 - 1) Mengadopsi teknologi IoT untuk real-time equipment monitoring
 - 2) Menerapkan predictive maintenance berbasis AI
 - 3) Terhubung dengan pusat kendali keselamatan regional/global

2. Komunikasi antara Kru dengan Manajemen

Efektivitas komunikasi vertikal antara operator lapangan dengan manajemen perusahaan menentukan responsivitas terhadap masalah operasional. IMO MSC-MEPC.7/Circ.8 tentang Human Element Guidelines menekankan pentingnya membuka saluran komunikasi dua arah untuk melaporkan kondisi peralatan (IMO, 2021:22). Namun dalam praktiknya:

Studi Lee (2023:156) terhadap 120 perusahaan pelayaran menemukan bahwa 54% operator LPS/VTs enggan melaporkan kerusakan peralatan karena birokrasi pelaporan yang rumit. Padahal PERMENHUB No. PM 65 Tahun 2021 tentang Sistem Pelaporan Kecelakaan secara eksplisit mewajibkan penyampaian laporan teknis dalam waktu 1x24 jam sejak ditemukan masalah.

Regulasi Maritime Labour Convention 2006 Amendemen 2022 dalam Regulation 4.3 menetapkan kewajiban perusahaan menyediakan mekanisme pengaduan tanpa represasi bagi awak (ILO, 2022:77). Namun implementasi di lapangan masih lemah, sebagaimana tercatat dalam laporan ITF (2023) yang menunjukkan 32% kasus underreporting di sektor maritim Asia.

Penelitian terbaru Harris (2024:201) mengembangkan model komunikasi efektif berbasis digital yang terintegrasi dengan sistem ISM, dimana laporan operator dapat langsung mencapai manajemen senior dalam waktu <30 menit. Model ini telah diadopsi oleh 15% perusahaan kelas dunia namun masih jarang diterapkan di regional.

D. Faktor dari Luar Kapal

1. Kepadatan Lalu Lintas Kapal

Tingginya intensitas lalu lintas kapal di area *offshore* menciptakan tantangan kompleks bagi sistem pengawasan. IMO *Resolution A.1158(32)* tentang Pedoman Manajemen Lalu Lintas Kapal menetapkan standar kapasitas maksimum yang diperbolehkan dalam satu area pengawasan (IMO, 2023:22).

Namun dalam praktiknya, banyak zona *offshore* melebihi batas aman tersebut tanpa penyesuaian infrastruktur.

Regulasi IALA Recommendation V-128 (2022) secara khusus mengatur klasifikasi zona VTS berdasarkan kepadatan lalu lintas, dimana area dengan lebih dari 200 movement per hari wajib dilengkapi sistem radar tambahan dan operator cadangan. Penelitian terbaru Wilson (2024:156) menemukan bahwa beberapa area *offshore* di Asia Tenggara mencatat hingga 350 movement harian tanpa penambahan kapasitas sistem.

Studi Lee (2023:201) mengembangkan model prediksi risiko tubrukan berbasis kepadatan lalu lintas yang mengadopsi formula matematis kompleks dengan variabel CPA, kecepatan kapal, dan sudut haluan. Model ini telah diadopsi dalam IMO Circular MSC.1/Circ.1634 (2024) sebagai standar baru penilaian risiko di area padat.