

# **TESIS**

## **ANALISIS PERBANDINGAN EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI PELAYANAN PEMANDUAN KAPAL DENGAN METODE FISIK, VTS, DAN *E-PILOTAGE* DI ALUR PELAYARAN BARAT SURABAYA**

Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik



Oleh :

**RIZA ROSALI ZAIN**

**NIM: 20202300034**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG  
2025**

**LEMBAR PERSETUJUAN UNTUK TESIS**

**ANALISIS PERBANDINGAN PELAYANAN PEMANDUAN  
KAPAL DENGAN METODE FISIK, VTS, DAN *E-PILOTAGE* DI ALUR PELAYARAN BARAT SURABAYA**

**Disusun oleh:**

**RIZA ROSALI ZAIN**

**NIM : 20202300034**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Tanggal, .....

Pembimbing I,

Tanggal, .....

Pembimbing II,

Dr. Ir. Juny Andry Sulisty, S.T., S.S., M.T

Dr. Ir. H. Sumirin, MS



**LEMBAR PENGESAHAN TESIS**

**ANALISIS PERBANDINGAN PELAYANAN PEMANDUAN KAPAL  
DENGAN METODE FISIK, VTS, DAN E-PILOTAGE  
DI ALUR PELAYARAN BARAT SURABAYA**

**Disusun oleh :**

**RIZA ROSALI ZAIN**


**NIM : 20202300034**

**Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal :**

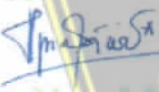
**20 November 2025**

**Tim Penguji:**

**1. Ketua**

  
**Dr. Ir. Juny Andry Sulistyo, ST., SS., MT**

**2. Anggota**

  
**Prof. Dr. Ir. Henny Pratiwi Adi, ST., MT, IPU**

**3. Anggota**

  
**Dr. Rifqi Brilyant Arif, ST., MT**

**Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk  
memperoleh gelar Magister Teknik (MT)**

**Semarang, 20 November 2025**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi**

  
**Prof. Dr. Ir. Antonius, MT**

**NIK. 210202033**

**Mengesahkan,**

**Dekan Fakultas Teknik**

  
**Dr. Abdul Rochim, ST., MT**

**NIK. 210200031**

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : RIZA ROSALI ZAIN  
NIM : 20202300034

Dengan ini saya nyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

### **ANALISIS PERBANDINGAN PELAYANAN PEMANDUAN KAPAL DENGAN METODE FISIK, VTS, DAN E-PILOTAGE DI ALUR PELAYARAN BARAT SURABAYA**

Adalah benar hasil karya saya dan dengan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Semarang, 20 November 2025



RIZA ROSALI ZAIN

## MOTTO

كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ  
وَتُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ وَلَوْ آمَنَ أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا لَهُمْ مِنَ الْمُؤْمِنُونَ وَأَكْثَرُهُمُ  
الْفَاسِقُونَ ﴿١١٠﴾

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia (selama) kamu menyuruh (berbuat) yang makruf, mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik.”

« Ali 'Imran Ayat 110 »

يُعْشَرَ الْجِنِّ وَالْإِنْسِ إِنِ اسْتَطَعْتُمْ أَنْ تَنْفُذُوا مِنْ أَقْطَارِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ  
فَافْذُرُوا لَا تَنْفُذُونَ إِلَّا بِسُلْطَنِ ﴿٣٣﴾

“Wahai segenap jin dan manusia, jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi, tembuslah. Kamu tidak akan mampu menembusnya, kecuali dengan kekuatan (dari Allah).”

« Ar-Rahman Ayat 33 »

وَيَرْزُقْهُ مِنْ حَيْثُ لَا يَحْتَسِبُ وَمَنْ يَتَوَكَّلْ عَلَى اللَّهِ فَهُوَ حَسْبُهُ إِنَّ اللَّهَ بَالِغُ  
أَمْرِهِ قَدْ جَعَلَ اللَّهُ لِكُلِّ شَيْءٍ قَدْرًا ﴿٣﴾

“Dan memberinya rezeki dari arah yang tiada disangka-sangkanya. Dan barangsiapa yang bertawakkal kepada Allah niscaya Allah akan mencukupkan (keperluan)nya. Sesungguhnya Allah melaksanakan urusan yang (dikehendaki)Nya. Sesungguhnya Allah telah mengadakan ketentuan bagi tiap-tiap sesuatu.”

« At-Thalaq Ayat 03 »

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur ke hadirat Allah SWT.

Salam dan sholawat untuk junjungan baginda Nabi Muhammad SAW.

Terima kasih untuk keluarga besar yang telah mendukung perjuangan ini.

Terima kasih untuk dukungannya, istri tercinta Azizah Ariani, beserta anak-anak hebat kami Naufal Firdaus Syauqi, Rasyiq Maulana Izzan, Shaula Zia Mahariza, Adicandra Azka Mahariza, Adisurya Azhar Mahariza dan Arneyva Zaida Mahariza.

Terima kasih kami yang tak terhingga kepada Bapak/Ibu Dosen atas bimbingan yang telah diberikan selama kami menjalani perkuliahan.



## ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis tren *Waiting Time for Pilot* (WTP) dan *Approach Time* (AT) sebagai indikator utama kinerja pelayanan pemanduan kapal pada terminal-terminal di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS). Data yang digunakan berasal dari laporan monitoring bulanan PT Pelindo Regional 3 tahun 2023, yang mencakup Terminal Gresik, Terminal Jamrud, Terminal Nilam Mirah, Terminal Teluk Lamong Tanjung Perak, dan Terminal Kalimas.

Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif-kuantitatif dengan analisis perbandingan capaian aktual terhadap target Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh terminal, kecuali Terminal Teluk Lamong, berhasil menjaga rata-rata WTP jauh di bawah standar RKAP 0,50 jam, dengan performa terbaik ditunjukkan oleh Terminal Gresik (0,04 jam). Dari sisi AT, Terminal Jamrud dan Nilam Mirah mencatat capaian lebih baik dari RKAP, Terminal Teluk Lamong relatif sesuai target, sedangkan Terminal Gresik menunjukkan deviasi negatif dengan AT melebihi target RKAP. Anomali lonjakan WTP di Terminal Teluk Lamong pada bulan Agustus (5 jam) menjadi catatan penting yang perlu diantisipasi dalam perencanaan operasional. Penelitian ini menyimpulkan bahwa efisiensi pemanduan di APBS sudah sangat baik dari aspek WTP, namun masih terdapat ruang perbaikan pada aspek AT. Pemanfaatan teknologi digital seperti *Vessel Traffic Service* (VTS) dan *E-Pilotage* disarankan sebagai strategi untuk meningkatkan konsistensi kinerja pemanduan di masa mendatang.

**Keywords:** Waktu Tunggu Pandu, WTP, Approach Time, Pemanduan Kapal, APBS, Efisiensi Pelayaran

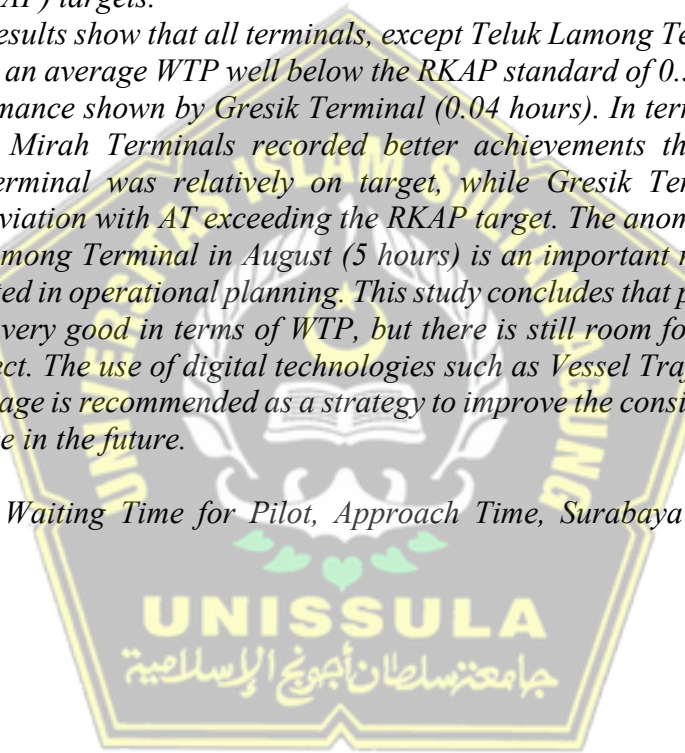
## **ABSTRACT**

*This study analyzes the trend of Waiting Time for Pilot (WTP) and Approach Time (AT) as the main indicators of pilotage service performance at terminals in the Surabaya's West Shipping Channel (APBS). The data used comes from the monthly monitoring report of PT Pelindo Regional 3 in 2023, which includes Gresik Terminal, Jamrud Terminal, Nilam Mirah Terminal, Teluk Lamong Tanjung Perak Terminal, and Kalimas Terminal.*

*The research method uses a descriptive-quantitative approach with a comparative analysis of actual achievements against the Corporate Work Plan and Budget (RKAP) targets.*

*The results show that all terminals, except Teluk Lamong Terminal, managed to maintain an average WTP well below the RKAP standard of 0.50 hours, with the best performance shown by Gresik Terminal (0.04 hours). In terms of AT, Jamrud and Nilam Mirah Terminals recorded better achievements than RKAP, Teluk Lamong Terminal was relatively on target, while Gresik Terminal showed a negative deviation with AT exceeding the RKAP target. The anomalous WTP spike at Teluk Lamong Terminal in August (5 hours) is an important note that needs to be anticipated in operational planning. This study concludes that pilotage efficiency at APBS is very good in terms of WTP, but there is still room for improvement in the AT aspect. The use of digital technologies such as Vessel Traffic Service (VTS) and E-Pilotage is recommended as a strategy to improve the consistency of pilotage performance in the future.*

**Keywords:** *Waiting Time for Pilot, Approach Time, Surabaya's West Shipping Channel*



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas rahmat Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Penelitian Tesis ini dengan judul **“ANALISIS PERBANDINGAN EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI PELAYANAN PEMANDUAN KAPAL DENGAN METODE FISIK, VTS, DAN *E-PILOTAGE* DI ALUR PELAYARAN BARAT SURABAYA”**. Penelitian ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk mencapai gelar Magister Teknik Sipil pada Program Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya, terutama kepada yang terhormat Bapak/Ibu:

1. Prof. Dr. Gunarto, S.H., S.E., Akt. M.Hum, selaku Rektor Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
2. Dr Abdul Rochim, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung sekaligus sebagai penguji atas saran dalam penyempurnaan penelitian ini.
3. Prof. Dr. Ir. Antonius, MT, selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung,
4. Dr. Juny Andry Sulistyo, S.T., S.S., M.T, sebagai Pembimbing sekaligus sebagai penguji atas bimbingan, dukungan serta motivasi dan kesabarannya dalam membantu penulis menyelesaikan penelitian ini.
5. Dr. Ir. H. Sumirin, MS , sebagai Pembimbing atas bimbingan, dukungan serta motivasi dan kesabarannya dalam membantu penulis menyelesaikan penelitian ini.
6. Prof. Dr. Ir. Henny Pratiwi Adi, S.T., M.T, sebagai Penguji atas bimbingan, dukungan serta motivasi dan kesabarannya dalam membantu penulis menyelesaikan penelitian ini.
7. Dr. Rifqi Brilyant Arif, ST., MT, sebagai Penguji yang telah memberikan kritik konstruktif, wawasan keilmuan, serta dukungan yang membantu penulis dalam memperbaiki dan menyempurnakan penelitian ini.

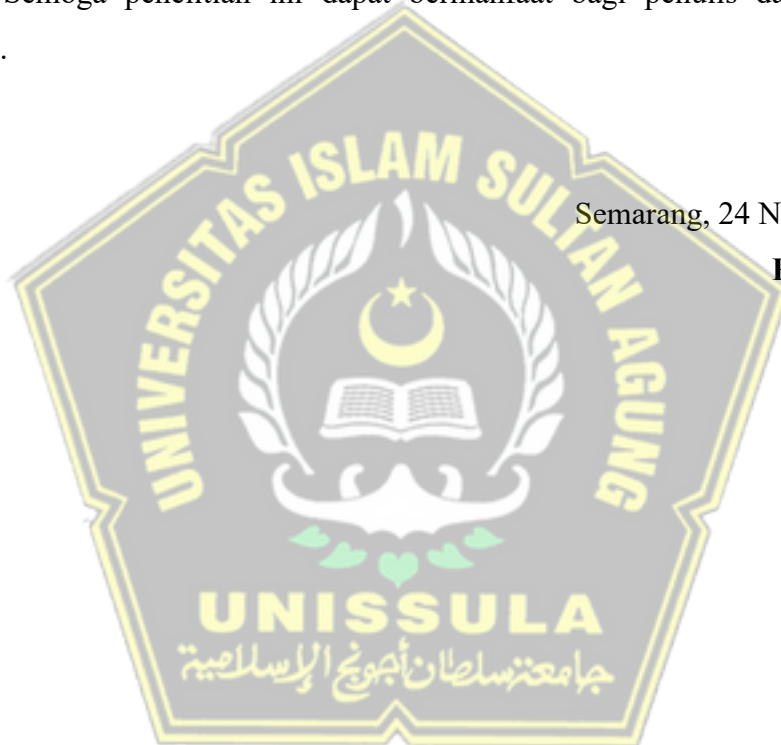
8. Pimpinan, Staf dan seluruh jajaran PT.Pelabuhan Indonesia (Persero) Wilayah 3 Regional Jawa Timur.
9. Pimpinan, Staf dan seluruh jajaran PT. Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS).
10. Staf pegawai serta semua pihak yang telah membantu terlaksananya ujian sidang terbuka ini.

Penulis telah berupaya untuk menyelesaikan penelitian tesis ini dengan maksimal, namun demikian penulis yakin masih terdapat banyak kekurangan yang perlu disempurnakan, oleh karena itu penulis mohon petunjuk, kritik dan saran yang dapat menyempurnakan penelitian ini menjadi lebih baik.

Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis dan masyarakat banyak.

Semarang, 24 November 2024

**Penulis**



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN UNTUK TESIS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Keaslian Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
1.6 Batasan Masalah .....	7
1.7 Sistematika Penulisan .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Definisi dan Konsep Pemanduan Kapal .....	9
2.1.1 Definisi Pemanduan.....	9
2.1.2 Aturan <i>International Maritime Organization</i> .....	10
2.1.3 Fungsi Pemanduan.....	11
2.2 Metode Pemanduan Kapal .....	11
2.2.1 Metode Fisik .....	11

2.2.2 VTS ( <i>Vessel Traffic Service</i> ) .....	13
2.2.3 <i>E-Pilotage</i> .....	16
2.3 Evaluasi Ekonomis.....	18
2.4 Proyeksi Penerapan <i>E-Pilotage</i> di Alur Pelayaran Barat Surabaya..	19
2.5 Penelitian Terdahulu .....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	27
3.1 Pendekatan Penelitian .....	27
3.2 Metode Penelitian .....	29
3.3 Responden Penelitian.....	30
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	32
3.5 Variabel Penelitian .....	33
3.6 Metode Pengolahan Data .....	35
3.7 Metode Analisis Data.....	36
3.8 Diagram Alir Penelitian .....	38
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b> .....	40
4.1 Gambaran Umum Lokasi dan Sistem Pemanduan.....	40
4.1.1 Letak Geografis dan Batas Wilayah .....	40
4.1.2 Karakteristik Perairan APBS .....	41
4.1.3 Infrastruktur dan Fasilitas Pemanduan .....	42
4.1.4 Sistem Pemanduan yang Berlaku .....	44
4.2 Tren Kunjungan Kapal ( <i>Calls</i> ).....	46
4.2.1 Kunjungan Kapal di Terminal Gresik.....	46
4.2.2 Kunjungan Kapal di Terminal Jamrud.....	48
4.2.3 Kunjungan Kapal di Terminal Kalimas .....	50
4.2.4 Kunjungan Kapal di Terminal Nilam Mirah.....	52
4.2.5 Kunjungan Kapal di Terminal Tanjung Perak.....	53
4.2.6 Rekapitulasi Tren Kunjungan Kapal di Seluruh Terminal APBS Tahun 2023 .....	55
4.3 Tren Pergerakan Kapal (Gerakan) .....	57
4.3.1 Pergerakan Kapal di Terminal Gresik .....	58
4.3.2 Pergerakan Kapal di Terminal Jamrud .....	60
4.3.3 Pergerakan Kapal di Terminal Kalimas.....	62

4.3.4 Pergerakan Kapal di Terminal Nilam Mirah .....	63
4.3.5 Pergerakan Kapal di Terminal Tanjung Perak.....	65
4.3.6 Rekapitulasi Tren Gerakan di Seluruh Terminal APBS Tahun 2023 .....	67
4.4 Tren Waktu Pelayanan Pemanduan .....	69
4.4.1 Waktu Pelayanan Pemanduan di Terminal Gresik .....	70
4.4.2 Waktu Pelayanan Pemanduan di Terminal Jamrud .....	72
4.4.3 Waktu Tunggu Pandu di Terminal Kalimas .....	74
4.4.4 Waktu Tunggu Pandu di Terminal Nilam Mirah.....	74
4.4.5 Waktu Tunggu Pandu di Terminal Tanjung Perak .....	76
4.4.6 Rekapitulasi Waktu Tunggu Pandu (WTP) di Seluruh Terminal APBS .....	78
4.5 Analisis Efisiensi Operasional.....	81
4.5.1 Dasar Perhitungan.....	81
4.5.2 Efisiensi berbasis WTP (Fisik vs VTS vs <i>E-Pilotage</i> ) .....	84
4.5.3 Efisiensi berbasis AT (Fisik vs VTS vs <i>E-Pilotage</i> ) .....	86
4.6 Rekapitulasi Hasil .....	88
4.7 Analisis Dampak Ekonomi .....	92
4.7.1 Estimasi Penghematan Bulanan.....	94
4.7.2 Interpretasi Hasil Simulasi.....	97
4.8 Analisis Hasil Observasi Lapangan dan Wawancara.....	99
4.8.1 Metode Fisik .....	99
4.8.2 <i>Vessel Traffic Services</i> (VTS).....	100
4.8.3 <i>E-Pilotage</i> .....	100
4.9 Efektivitas Operasional Pemanduan di APBS (Metode Fisik) .....	101
4.10 Efisiensi Operasional Pemanduan di APBS (Metode Fisik).....	104
4.11 Sintesis Temuan Lapangan .....	105
BAB V KESIMPULAN.....	107
5.1 Kesimpulan .....	107
5.2 Saran .....	108
DAFTAR PUSTAKA .....	110
Lampiran 1. Kuesioner dan Lembar Wawancara.....	113

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tata Letak Pelabuhan .....	12
Gambar 2.2	Ilustrasi Tugas <i>In-Wharf</i> dan <i>Out-Wharf</i> .....	13
Gambar 2.3	Sarana Pertukaran Informasi Umum dalam Operasi VTS .....	14
Gambar 2.4	Gedung VTS Surabaya .....	15
Gambar 2.5	Suasana Kerja Monitoring Pergerakan Kapal di VTS Surabaya...	16
Gambar 2.6	Tampilan Layar Monitor Kegiatan <i>TEST BED</i> Penerapan <i>E-Pilotage</i> di Alur Pelayaran Barat Surabaya.....	17
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	39
Gambar 4.1	Peta Alur Pelayaran Barat Surabaya.....	40
Gambar 4.2	Tren Kunjungan Kapal Terminal Gresik Tahun 2023 .....	48
Gambar 4.3	Tren Kunjungan Kapal Terminal Jamrud Tahun 2023.....	50
Gambar 4.4	Tren Kunjungan Kapal Terminal Kalimas Tahun 2023 .....	51
Gambar 4.5	Tren Kunjungan Kapal Terminal Nilam Mirah Tahun 2023.....	53
Gambar 4.6	Tren Kunjungan Kapal Terminal Tanjung Perak Tahun 2023 .....	55
Gambar 4.7	Perbandingan Tren Kunjungan Kapal per Terminal - 2023 .....	57
Gambar 4.8	Tren Pergerakan Kapal di Terminal Gresik.....	59
Gambar 4.9	Tren Pergerakan Kapal di Terminal Jamrud .....	61
Gambar 4.10	Tren Pergerakan Kapal di Terminal Kalimas .....	63
Gambar 4.11	Tren Pergerakan Kapal di Terminal Nilam Mirah .....	65
Gambar 4.12	Tren Pergerakan Kapal di Terminal Tanjung Perak.....	67
Gambar 4.13	Tren Pergerakan Kapal di Seluruh Terminal APBS.....	69
Gambar 4.14	Tren WTP dan AT Konsolidasi Terminal Gresik Tahun 2023 .....	72
Gambar 4.15	Tren WTP dan AT Konsolidasi di Terminal Jamrud Tahun 2023 ..	73
Gambar 4.16	Tren WTP dan AT Konsolidasi Terminal Nilam Mirah Tahun 2023 .....	76
Gambar 4.17	Tren WTP dan AT Konsolidasi TTL Tanjung Perak.....	78
Gambar 4.18	Perbandingan Rata-Rata WTP Tiap Terminal - APBS 2023 .....	80
Gambar 4.20	Tren Simulasi WTP pada Seluruh Terminal APBS .....	85

Gambar 4.21	Tren Simulasi AT di Seluruh Terminal APBS .....	88
Gambar 4.22	Rekapitulasi Kunjungan ( <i>Calls</i> ) Kapal di Seluruh terminal APBS89	
Gambar 4.23	Rekapitulasi Pergerakan Kapal di Seluruh terminal APBS.....	90
Gambar 4.24	Rekapitulasi WTP dan AT di Seluruh terminal APBS.....	91
Gambar 4.25	Perbandingan Potensi Penghematan Bulanan antara Metode VTS dan <i>E-Pilotage</i> di Masing-masing Terminal APBS .....	96
Gambar 4.26	Potensi Penghematan Bulanan VTS vs <i>E-Pilotage</i> Seluruh Terminal APBS Tahun 2023 .....	97
Gambar 4.27	Perbandingan Penghematan Biaya (Rp. miliar) dan Pengurangan WTP (%) untuk Tiga Metode Pemanduan.....	98
Gambar 4.19	Capaian Aktual dan Target RKAP untuk Indikator WTP dan AT di Seluruh Terminal APBS Tahun 2023 .....	102



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Campuran.....	28
Tabel 3.2	Pilihan Rancangan Penelitian.....	30
Tabel 3.3	Kebutuhan Responden Penelitian.....	32
Tabel 4.1	Jumlah Kunjungan Kapal ( <i>Calls</i> ) Terminal Gresik Tahun 2023 .....	47
Tabel 4.2	Jumlah Kunjungan Kapal ( <i>Calls</i> ) Terminal Jamrud Tahun 2023 .....	48
Tabel 4.3	Jumlah Kunjungan Kapal ( <i>Calls</i> ) Terminal Kalimas Tahun 2023.....	50
Tabel 4.4	Jumlah Kunjungan Kapal ( <i>Calls</i> ) Terminal Nilam Mirah Tahun 2023 .....	52
Tabel 4.5	Jumlah Kunjungan Kapal ( <i>Calls</i> ) Total Terminal Tanjung Perak Tahun 2023 .....	53
Tabel 4.6	Rekapitulasi Jumlah Kunjungan Kapal ( <i>Calls</i> ) per Terminal Tahun 2023 .....	55
Tabel 4.7	Pergerakan Kapal di Terminal Gresik.....	58
Tabel 4.8	Pergerakan Kapal di Terminal Jamrud .....	60
Tabel 4.9	Pergerakan Kapal di Terminal Kalimas .....	62
Tabel 4.10	Pergerakan Kapal di Terminal Nilam Mirah.....	63
Tabel 4.11	Pergerakan Kapal di Total Terminal Tanjung Perak.....	65
Tabel 4.12	Rekapitulasi Pergerakan Kapal di Seluruh Terminal APBS, 2023....	67
Tabel 4.13	Waktu Tunggu Pandu (WTP) dan <i>Approach Time</i> (AT) Konsolidasi di Terminal Gresik Tahun 2023 .....	71
Tabel 4.14	WTP dan AT Konsolidasi di Terminal Jamrud Tahun 2023 .....	73
Tabel 4.15	WTP dan AT Konsolidasi di Terminal Nilam Mirah Tahun 2023 .....	75
Tabel 4.16	WTP dan AT Konsolidasi di Terminal Nilam Mirah Tahun 2023 .....	77
Tabel 4.17	Rata-Rata WTP per Terminal APBS 2023.....	79
Tabel 4.18	Parameter Penurunan WTP .....	83
Tabel 4.19	Simulasi WTP pada Seluruh Terminal APBS.....	84

Tabel 4.20 Simulasi AT di Seluruh Terminal APBS .....	86
Tabel 4.21 Perbandingan Efisiensi Biaya Pemanduan Berdasarkan Asumsi Fisik, VTS dan <i>E-Pilotage</i> .....	93
Tabel 4.22 Estimasi Penghematan Bulanan (Ilustratif) di Terminal APBS Tahun 2023 .....	95



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuesioner dan Lembar Wawancara.....	113
--	-----



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Keselamatan dan efisiensi navigasi di alur pelayaran merupakan aspek kritis dalam operasi maritim. Di alur pelayaran Barat Surabaya, yang menjadi jalur utama keluar-masuk kapal menuju Pelabuhan Tanjung Perak, Pelabuhan Gresik, serta Terminal Teluk Lamong (TTL), kompleksitas lalu lintas kapal sangat tinggi. Berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KP 455 Tahun 2016, APBS membentang dari titik masuk di Karang Jamuang ( $6^{\circ}52'00''$  LS -  $112^{\circ}39'50''$  BT) hingga titik akhir di sekitar Pelabuhan Tanjung Perak ( $7^{\circ}12'15''$  LS -  $112^{\circ}44'15''$  BT) dengan panjang sekitar 25 mil laut, kedalaman 13-14 meter LWS, dan lebar 150-200 meter. Kondisi tersebut menjadikan pemanduan kapal sebagai elemen vital dalam menjamin keselamatan, kelancaran, dan efisiensi operasional pelayaran di kawasan ini.

Pemanduan kapal melibatkan pandu yang memiliki pengetahuan mendalam tentang kondisi lokal perairan untuk membantu kapal berlayar dengan aman dan efisien (Park et al., 2019). Dalam konteks ini, metode pemanduan kapal dengan pendekatan fisik, VTS (*Vessel Traffic Service*), dan *E-Pilotage* memegang peranan penting (Lee et al., 2019; Oztürk et al., 2024).

Metode fisik melibatkan pandu yang naik ke kapal dan memberikan arahan langsung, sedangkan VTS adalah sistem berbasis darat yang menggunakan teknologi seperti radar, AIS (*Automatic Identification System*), dan komunikasi radio untuk memantau dan mengarahkan lalu lintas kapal di pelabuhan dan jalur pelayaran. VTS bertujuan untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi navigasi dengan memberikan informasi dan panduan kepada kapal-kapal yang berada di area operasinya (Lee et al., 2019; Hosack et al., 2017). *E-Pilotage*, di sisi lain, menggunakan teknologi digital dan komunikasi jarak jauh untuk menyediakan panduan navigasi tanpa kehadiran fisik pandu di atas kapal (Oztürk et al., 2024).

Implementasi ketiga metode pemanduan kapal, yaitu metode fisik, VTS, dan *E-Pilotage*, masing-masing memiliki kelebihan dan tantangan, termasuk dari sisi ekonomis. Saat ini, metode fisik dan VTS sudah diterapkan di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, sementara *E-Pilotage* belum dilaksanakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kedua metode yang sudah diterapkan serta melakukan proyeksi budgeting untuk *E-Pilotage* guna membandingkan ketiga metode tersebut dari sisi ekonomis.

Studi terdahulu menunjukkan bahwa kombinasi teknologi dan keahlian manusia dapat memberikan hasil terbaik dalam mengurangi kecelakaan laut dan meningkatkan keselamatan navigasi (Nuutinen et al., 2007; Sui et al., 2022). Berbagai metode pemanduan, seperti metode fisik, VTS, dan *E-Pilotage*, memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing yang perlu dipertimbangkan dalam penerapannya (Park et al., 2019; Lee et al., 2019; Oztürk et al., 2024). Evaluasi menyeluruh terhadap metode pemanduan di Alur Pelayaran Barat Surabaya diharapkan dapat memberikan rekomendasi optimal untuk meningkatkan keselamatan, efisiensi navigasi, dan keberlanjutan operasional maritim di kawasan pelayaran strategis ini.

Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, sebagai bagian dari PT. Pelabuhan Indonesia (Persero) merupakan pelabuhan dengan perairan wajib pandu (sesuai dengan Keputusan Menteri Perhubungan nomor KM. 22 tahun 1990 tentang Penetapan Kelas Perairan Wajib Pandu sebagaimana terakhir diubah dengan Keputusan Menteri Perhubungan nomor 53 tahun 1995), sehingga kapal-kapal berukuran tertentu sesuai aturan tersebut yang akan memasuki, sandar maupun keluar dari Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya diwajibkan untuk menggunakan tenaga pandu guna meningkatkan keselamatan pelayaran dan perlindungan lingkungan maritim.

Tingginya jumlah Pergerakan kapal di sepanjang alur pelayaran maupun di kolam pelabuhan menuntut perhatian dan keahlian yang tinggi dari Pandu yang bertugas melayani kapal-kapal bernavigasi di Alur Pelayaran Barat Surabaya. Ukuran kapal yang semakin meningkat juga perlu diperhatikan, dimana Pelabuhan Tanjung Perak sudah menerima kunjungan kapal dengan panjang sampai 330 meter (MV. Genting Dream, *cruise ship*). Apalagi dengan perkembangan dunia

pelayaran serta ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat dan mendasar sehingga dapat mempengaruhi segala tipe kapal dengan peralatan yang modern. Kapal dengan teknologi tinggi memerlukan penanganan khusus sehingga membutuhkan sumber daya manusia yang cakap dan terampil untuk menangani hal tersebut.

Dalam hal keselamatan Pelayaran ini, PT. Pelabuhan Indonesia (Persero) senantiasa berupaya untuk semaksimal mungkin menjaga keselamatan pelayaran dengan standar yang tinggi, dengan menyediakan jasa Pemanduan yang berkualitas. Kesadaran akan pentingnya Pemanduan dalam kerangka keselamatan pelayaran pada akhirnya juga meningkatkan tuntutan akan kualitas dan kuantitas perwira Pandu yang tinggi. Khusus berkaitan dengan Pemanduan, PT. Pelabuhan Indonesia (Persero) Regional 3 telah banyak berinvestasi dalam penyediaan tenaga Pandu yang berkualitas dengan melalui berbagai program Pendidikan dan Pelatihan Pandu Tingkat II, Pandu Tingkat I, maupun peningkatan keahlian dalam bidang-bidang tertentu seperti keahlian *Mooring Master* dan *Loading Master* maupun Pemanduan Laut Dalam (*Deep Sea Pilot*) yang memiliki market tersendiri.

Pada prakteknya, dalam hal-hal tertentu, utamanya berkaitan dengan cuaca yang ketika berada dalam keadaan musim angin, mengakibatkan pelayanan pemanduan ini tidak dapat terlaksana secara optimal. Hal ini terjadi dikarenakan sarana pemanduan yang digunakan untuk mengantar ataupun menjemput Pandu naik maupun turun dari kapal yang dilayani sering menghadapi kendala ombak tinggi dan pada gilirannya tidak dapat memastikan waktu naik Pandu ke kapal di *Pilot Boarding Ground* (PBG - posisi yang telah ditetapkan untuk naik-turun Pandu ke kapal yang dilayani), atau bahkan sampai gagal naik karena Motor Pandu tidak bisa mengantar pandu dan sebaliknya, dimana Pandu gagal turun dan terpaksa terbawa oleh kapal ke pelabuhan berikutnya. Hal ini mengakibatkan terjadinya potensi *Waiting Time for Pilot* (WTP - Waktu tunggu pelayanan pemanduan), suatu hal yang merugikan bagi pengguna jasa,

Berdasarkan hal tersebut, manajemen PT. Pelindo (Persero) Sub Regional Jawa melakukan beberapa terobosan, terutama berkaitan dengan peningkatan performa sarana pemanduan dengan pengadaan Motor Pandu berjenis *Rigid Inflatable Boat* (RIB), yang dengan desainnya diharapkan lebih memiliki

kemampuan dalam melakukan pekerjaan transfer Pandu ke kapal dalam keadaan cuaca buruk. Pelindo juga meningkatkan performa Pandu dengan sarana-sarana berbasis teknologi dengan pengadaan *Portable Pilot Unit* (PPU) dengan jenis iPad yang dilengkapi *software* nautika *PilotPro* lengkap dengan perangkat AIS *Plug* untuk menyatukan semaksimal mungkin informasi navigasi guna menunjang pekerjaan Pandu. Perangkat ini juga sekaligus dapat digunakan untuk keperluan aplikasi-aplikasi perusahaan.

Di sisi darat, Pelindo juga saat itu melakukan peningkatan dalam hal monitoring posisi dan Pergerakan kapal-kapal di sepanjang Alur Pelayaran Barat Surabaya dengan menggunakan beberapa software online, antara lain modabile. Konsep ini mengintegrasikan tentang posisi real time kapal dan pandu, yang pada akhirnya digunakan untuk penerbitan Surat Perintah Kerja bagi Pandu yang bertugas. Tampilan aplikasi ini ditayangkan langsung di layar besar yang saat ini berada di Ruang *Port Operation Command Center* (POCC).

Semua usaha awal di atas dilandasi dari keinginan manajemen saat itu tentang penyelenggaraan *E-Pilotage* (Pemanduan dengan berdasarkan kinerja elektronik). *E-Pilotage* ini sendiri merupakan suatu terobosan yang implementasinya belum pernah dilaksanakan di negara manapun. Paparan-paparan yang disampaikan dalam beberapa pertemuan *Focuss Group Discussion* tentang pemanduan maupun event *Endorsement Sertifikat Pandu* juga memaparkan bahwa negara-negara di dunia hanya menerapkan VTS dan VTIS dalam hal penyediaan data, informasi maupun peringatan-peringatan terhadap kapal, belum sampai ke tahap pelayanan pemanduan secara elektronik.

Sempat terjadi kevakuman diskusi tentang *E-Pilotage* ini, sampai ketika Direktorat Jenderal Perhubungan Laut pada tahun 2020, kembali mencanangkan program *E-Pilotage* ini yang disatukan dengan aturan mengaktifkan *Automatic Identification System* di kapal-kapal yang merupakan penunjang kinerja dari *Vessel Traffic Service* (VTS) yang perangkatnya sudah tersedia di beberapa pelabuhan yang salah satunya diwujudkan dengan *Focus Group Discussion* yang diselenggarakan bekerjasama dengan Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) pada 18 November 2021 dengan tema “Siapkah Indonesia Mengimplementasikan *E-Pilotage* untuk Pelayanan Kapal di Pelabuhan?”.

Akan tetapi proses selanjutnya dari *E-Pilotage* ini peneliti rasakan kurang masif, dikarenakan berbagai pihak yang berkepentingan sama-sama mengerti peran vital VTS dalam dunia maritim, akan tetapi menggabungkan peran VTS sebagai pelaksanaan *E-Pilotage* adalah hal yang amat baru, dimana disadari amat banyak proses dan regulasi yang harus disinkronisasi agar di satu sisi dapat mengimplementasikan konsep ini sekaligus tetap mempertahankan kualitas keselamatan pelayaran.

Bagi Pelindo sebagai Operator kepelabuhanan tentu mengikuti setiap perkembangan dari hal ini, dan mencari potensi peluang ataupun resiko dari penyelenggaraan *E-Pilotage* ini. *E-Pilotage* ini kembali menjadi suatu bahan diskusi setelah terbitnya Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 4 Tahun 2023 Tentang Penyelenggaraan Telekomunikasi-Pelayaran dan Pelayaran Tata Kelola Lalu Lintas Kapal Di Perairan Indonesia dimana pada Bagian Keempat Peraturan tersebut mengatur tentang Pemanfaatan VTS Untuk Pelayaran Pemanduan , dan menyatakan pada Pasal 71 bahwa VTS dapat digunakan untuk membantu pelayaran Pemanduan Secara Elektronik (*E-Pilotage*).

Pelatihan terdahulu menunjukkan bahwa kesalahan manusia adalah faktor utama dalam kecelakaan laut selama pemanduan kapal. Misalnya, di Korea, sekitar 6,1% dari 767 kecelakaan laut di wilayah pelabuhan disebabkan oleh kelalaian pandu (Park et al., 2019) . Analisis ini menekankan pentingnya pelatihan dan sertifikasi pandu untuk mengurangi risiko kecelakaan (Lee et al., 2019).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada pendahuluan, sistem pemanduan kapal di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) saat ini masih didominasi oleh metode fisik konvensional, sementara penerapan metode alternatif dengan teknologi digital seperti *Vessel Traffic Service* (VTS) dan *E-Pilotage* belum terimplementasi secara penuh. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan untuk menilai sejauh mana masing-masing metode mampu meningkatkan keselamatan, efisiensi, dan efektivitas navigasi di kawasan pelayaran yang memiliki intensitas lalu lintas tinggi. Oleh karena itu, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan efektivitas metode pemanduan fisik, VTS, dan *E-*

*Pilotage* dalam meningkatkan keselamatan navigasi di Alur Pelayaran Barat Surabaya?

2. Sejauh mana efisiensi operasional dapat dicapai dengan masing-masing metode pemanduan (fisik, VTS, dan *E-Pilotage*) dalam hal waktu dan biaya operasional?
3. Apa keuntungan dan tantangan yang dihadapi oleh PT. Pelindo (Persero) dalam implementasi ketiga metode tersebut di Alur Pelayaran Barat Surabaya?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Mengacu pada permasalahan diatas, penelitian ini memiliki beberapa tujuan utama, yaitu:

1. Membandingkan efektivitas setiap metode pemanduan (fisik, VTS, dan *E-Pilotage*) dalam meningkatkan keselamatan kapal di Alur Pelayaran Barat Surabaya.
2. Mengevaluasi efisiensi operasional dari ketiga metode pemanduan, termasuk waktu dan biaya operasional yang diperlukan untuk menjalankan masing-masing metode.
3. Menganalisis dampak ekonomi serta potensi manfaat dan risiko bagi PT. Pelindo (Persero) dalam menerapkan metode fisik, VTS, dan *E-Pilotage* di wilayah tersebut.

### 1.4 Keaslian Penelitian

Sebagaimana telah disampaikan dalam bagian Latar Belakang, permasalahan terkait implementasi *E-Pilotage* hingga saat ini belum diterapkan secara tegas, sebagaimana juga ditunjukkan dalam penelitian-penelitian terdahulu yang menyoroti belum optimalnya penerapan sistem tersebut dalam praktik pemanduan kapal.

Dengan demikian diharapkan bahwa penelitian ini akan dapat sekiranya menjadi salah satu *pioneer* untuk mengetahui potensi-potensi yang bisa didapatkan dari hal tersebut, termasuk resiko-resiko yang dihadapi.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Industri Maritim: Menyediakan rekomendasi untuk peningkatan layanan pemanduan kapal yang dapat meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional.
2. Pemerintah: Memberikan data dan analisis yang berguna untuk kebijakan keselamatan maritim.
3. Akademisi: Menambah literatur dan referensi bagi penelitian lebih lanjut mengenai pemanduan kapal dan teknologi navigasi maritim.

### 1.6 Batasan Masalah

Peneliti membatasi permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini untuk menjaga fokus penelitian. Penelitian ini hanya mencakup tiga metode pemanduan yaitu metode fisik, *Vessel Traffic Service* (VTS), dan *E-Pilotage*. Fokus penelitian dibatasi pada aspek keselamatan, efektivitas, dan efisiensi operasional ketiga metode ini di Alur Pelayaran Barat Surabaya. Selain itu, karena *E-Pilotage* belum diterapkan sepenuhnya, penelitian ini tidak mencakup implementasi praktis *E-Pilotage* melainkan hanya menganalisis proyeksi potensi penerapannya di lapangan.

### 1.7 Sistematika Penulisan

Penelitian ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

- **BAB I: Pendahuluan** - Menguraikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
- **BAB II: Tinjauan Pustaka** - Mengulas teori-teori terkait pemanduan kapal dan efektivitas serta efisiensi operasional metode fisik, VTS, dan *E-Pilotage* berdasarkan studi terdahulu.
- **BAB III: Metodologi Penelitian** - Menguraikan pendekatan penelitian yang meliputi metode pengumpulan data (kuesioner, wawancara, dan observasi) serta teknik analisis data yang digunakan.
- **BAB IV: Hasil Penelitian dan Pembahasan** - Menyajikan temuan

penelitian yang meliputi analisis perbandingan efektivitas dan efisiensi ketiga metode pemanduan serta pembahasan mengenai perbedaan hasil.

- **BAB V: Kesimpulan dan Saran** - Memberikan kesimpulan dari hasil penelitian dan rekomendasi terkait implementasi metode pemanduan kapal yang optimal di Alur Pelayaran Barat Surabaya.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi dan Konsep Pemanduan Kapal**

##### **2.1.1 Definisi Pemanduan**

Pemanduan kapal adalah layanan navigasi yang disediakan oleh seorang pandu (pilot) untuk membantu kapal berlayar melalui perairan yang padat atau berbahaya menuju pelabuhan atau melalui kanal. Pandu memiliki pengetahuan lokal yang mendalam tentang perairan tersebut, yang tidak dimiliki oleh kapten kapal. Layanan ini sangat penting untuk menghindari kecelakaan laut, seperti tabrakan atau kandas (Park et al., 2019). Dalam konteks alur pelayaran Barat Surabaya, pemanduan kapal berperan krusial mengingat tingginya volume lalu lintas dan kondisi perairan yang kompleks.

Fungsi utama dari pemanduan adalah memastikan keselamatan navigasi dan kelancaran operasi pelabuhan. Pandu memberikan arahan langsung kepada nakhoda kapal mengenai manuver yang aman di perairan yang kompleks dan padat lalu lintas. Selain itu, pandu juga berperan sebagai penegak hukum dalam hal keselamatan maritim dan sebagai penasihat yang menyediakan informasi penting tentang navigasi lokal (Park et al., 2019).

Menurut Undang-undang nomor 17 tahun 2008 tentang Pelayaran disebutkan bahwa Pemanduan adalah kegiatan pandu dalam membantu, memberikan saran, dan informasi kepada Nakhoda tentang keadaan perairan setempat yang penting agar navigasi-pelayaran dapat dilaksanakan dengan selamat, tertib, dan lancar demi keselamatan kapal dan lingkungan

PT. Pelabuhan Indonesia (Persero) menyelenggarakan kegiatan kepelabuhanan berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan nomor KM. 47 tahun 2004 tentang Pelabuhan Laut yang Diselenggarakan/ Dioperasikan oleh PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia III, yang di dalamnya memuat wilayah-wilayah Pelabuhan Laut yang dioperasikan oleh PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero), dimana dalam Lampiran Surat Keputusan tersebut memuat daerah-daerah yang menjadi wilayah kerjanya.

Perairan wajib pandu Tanjung Perak Surabaya adalah salah satu perairan wajib pandu, yang sebenarnya sudah ditetapkan oleh pemerintah Belanda sejak tahun 1927, kemudian peraturan tersebut disempurnakan dan ditetapkan oleh pemerintah Republik Indonesia, melalui Menteri Perhubungan pada tahun 1988, dan disempurnakan lagi melalui keputusan menteri perhubungan dengan nomor KM.21 tahun 1990, dan juga keputusan Menteri Perhubungan nomor KM. 22 tahun 1990, tentang Penetapan Kelas Perairan Wajib Pandu.

Hal ini diperkuat lagi dengan Undang-undang Pelayaran nomor 17 Tahun 2008 pada pasal asal 198 yaitu Pemanduan:

- (1) Untuk kepentingan keselamatan dan keamanan berlayar, serta kelancaran berlalu lintas di perairan dan pelabuhan, pemerintah menetapkan perairan tertentu sebagai perairan wajib pandu dan perairan pandu luar biasa
- (2) Setiap kapal yang berlayar di perairan wajib pandu dan perairan pandu luar biasa wajib menggunakan jasa pemanduan
- (3) Penyelenggara pemanduan dilakukan oleh otoritas pelabuhan atau unit penyelenggara pelabuhan dan dapat dilimpahkan kepada Badan Usaha Pelabuhan yang memenuhi persyaratan
- (4) Penyelenggaraan pemanduan sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dipungut biaya.
- (5) Dalam hal pemerintahan belum menyediakan jasa pandu di perairan wajib pandu dan perairan pandu luar biasa, pengelolaan dan pengoperasian pemanduan dapat dilimpahkan kepada pengelola terminal khusus yang memenuhi persyaratan dan memperoleh izin dari pemerintah.
- (6) Biaya pemanduan sebagaimana dimaksud pada ayat (4) dibebaskan bagi:
  1. Kapal perang; dan
  2. Kapal negara yang digunakan untuk tugas pemerintah.

### **2.1.2 Aturan *International Maritime Organization***

Kegiatan pemanduan (*pilotage*) adalah dimana seorang Pandu memberi *advise* kepada seorang navigator, bukan kepada kapalnya. IMO sendiri menformalkan kegiatan dan tugas Pandu ditahun 1968, dengan resolusi nomor A.159

(ES. IV) dan dituangkan dalam Chapter V SOLAS (A.426(XI)), serta aturan-aturan lain yg terus dikembangkan.

Sementara untuk VTS, IMO memasukkannya kedalam resolusi A.578 (14) *Guidelines for Vessel Traffic Services*, setelah sebelumnya pada 1968 IMO membuat resolusi A.158 (ES. IV) soal VTS, yang juga kemudian diadopsi ke dalam SOLAS *Chapter V*, aturan 12 soal VTS.

Pemanduan kapal adalah komponen vital dalam memastikan keselamatan dan efisiensi operasional di pelabuhan. Berbagai metode pemanduan, seperti metode fisik, VTS, dan *E-Pilotage*, memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing yang perlu dipertimbangkan dalam penerapannya. Studi terkait menunjukkan bahwa kombinasi dari teknologi dan keahlian manusia dapat memberikan hasil terbaik dalam mengurangi kecelakaan laut dan meningkatkan keselamatan navigasi (Park et al., 2019; Lee et al., 2019; Oztürk et al., 2024).

### **2.1.3 Fungsi Pemanduan**

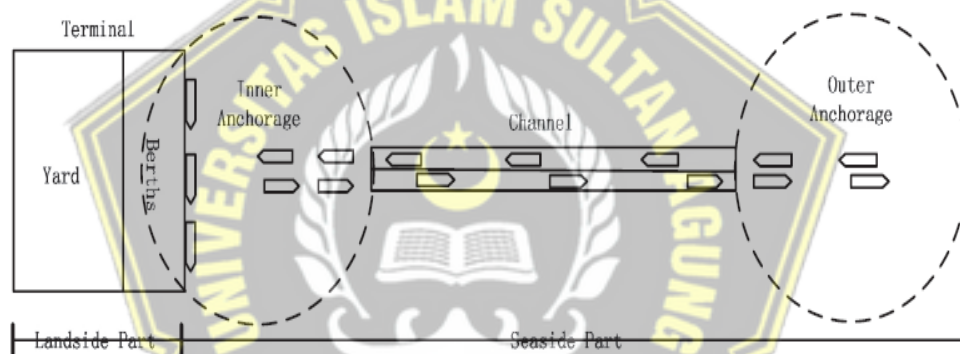
Fungsi utama dari pemanduan adalah memastikan keselamatan navigasi dan kelancaran operasi pelabuhan. Pandu memberikan arahan langsung kepada nakhoda kapal mengenai manuver yang aman di perairan yang kompleks dan padat lalu lintas. Selain itu, pandu juga berperan sebagai penegak hukum dalam hal keselamatan maritim dan sebagai penasihat yang menyediakan informasi penting tentang navigasi lokal (Park et al., 2019). Di alur pelayaran Barat Surabaya, pandu memiliki tanggung jawab untuk mengatasi tantangan navigasi seperti arus kuat, perubahan kedalaman, dan berbagai hambatan lainnya.

## **2.2 Metode Pemanduan Kapal**

### **2.2.1 Metode Fisik**

Metode fisik melibatkan pandu yang naik ke kapal dan memberikan panduan langsung dari atas kapal. Pandu menggunakan pengetahuannya tentang kondisi lokal untuk membantu kapal melewati jalur yang aman dan menghindari bahaya. Metode ini membutuhkan keahlian tinggi dari pandu dan koordinasi yang baik dengan nakhoda kapal (Park et al., 2019).

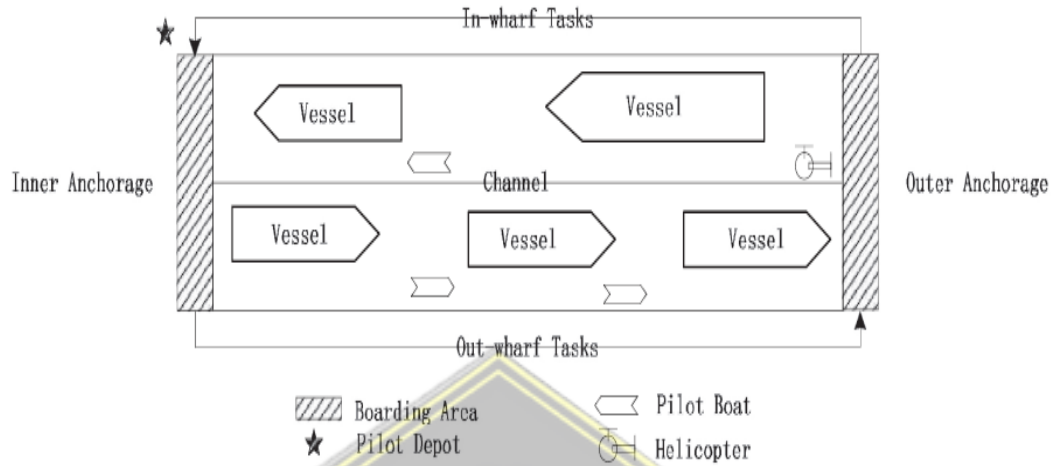
Di sebagian besar pelabuhan, pemanduan diwajibkan bagi sebagian besar kapal yang singgah, terutama kapal asing dan kapal berukuran besar, demi alasan keselamatan dan keamanan. Saat memasuki atau meninggalkan terminal pelabuhan, kapal harus dinavigasi oleh pilot laut. Setiap kapal yang memasuki atau meninggalkan terminal akan dinaiki oleh seorang pilot yang memberikan layanan navigasi. Pilot membantu nakhoda dalam melakukan manuver kapal sehingga kapal dapat berlayar dengan kecepatan aman dan menjauhi kapal lain di alur tersebut. Pemanduan selesai ketika kapal tiba di tempat berlabuh yang ditentukan di terminal atau tempat berlabuh luar, di mana pilot akan meninggalkan kapal. Pilot kemudian kembali ke depot untuk beristirahat dan menunggu tugas berikutnya atau langsung menuju kapal lain untuk memberikan layanan navigasi (Wu et al, 2020).



**Gambar 2.1 Tata Letak Pelabuhan**

Untuk mengurangi kemacetan di alur pelabuhan, lalu lintas kapal dan jadwal pilot harus disinkronkan sehingga kapal dapat masuk dan keluar terminal tepat waktu. Dalam praktiknya, pemanduan dan lalu lintas kapal di saluran navigasi diatur oleh operator VTS dari departemen maritim setempat (*International Maritime Organization*, 1997), sedangkan penanganan dan tempat berlabuh kapal dikelola oleh operator terminal. Setelah menerima rencana berlabuh dari operator terminal, operator VTS bertanggung jawab mengembangkan rencana pemanduan yang mengatur lalu lintas kapal di alur, menugaskan pilot ke kapal, dan menjadwalkan pilot untuk melayani kapal. Namun, perencanaan pemanduan sangat menantang karena melibatkan pengelolaan lalu lintas kapal, pilot, dan kendaraan

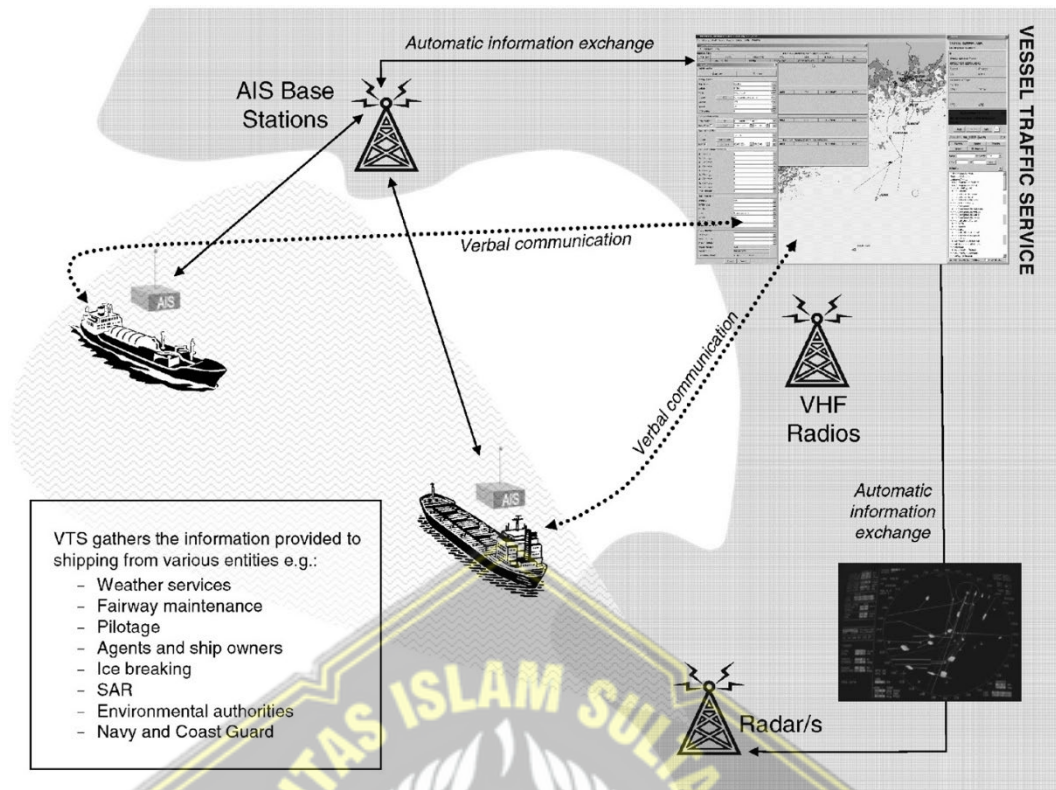
pengangkut pilot (seperti kapal pilot dan helikopter), serta berbagai batasan operasional seperti kondisi pasang surut, kapasitas saluran, dan ketersediaan pilot.



**Gambar 2.2 Ilustrasi Tugas *In-Wharf* dan *Out-Wharf***

### 2.2.2 VTS (*Vessel Traffic Service*)

VTS adalah sistem berbasis darat yang menggunakan teknologi seperti radar, AIS (*Automatic Identification System*), dan komunikasi radio untuk memantau dan mengarahkan lalu lintas kapal di pelabuhan dan jalur pelayaran. VTS bertujuan untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi navigasi dengan memberikan informasi dan panduan kepada kapal-kapal yang berada di dalam area operasinya (Lee et al., 2019; Hosack et al., 2017). Implementasi VTS di alur pelayaran Barat Surabaya dapat membantu mengurangi risiko tabrakan dan meningkatkan efisiensi operasional pelabuhan.



Sumber: Nuutinen et al, 2007

**Gambar 2.3 Sarana Pertukaran Informasi Umum dalam Operasi VTS**

Meskipun tidak berada di atas kapal, metode ini memungkinkan memiliki akses *real-time* ke informasi navigasi dan kondisi kapal melalui sistem elektronik. VTS menggunakan radar, AIS, kamera pengawas, dan komunikasi radio untuk memantau lalu lintas kapal dan memberikan informasi serta instruksi kepada nakhoda kapal. Operator VTS memberikan informasi dan panduan umum kepada kapal untuk memastikan navigasi yang aman dan teratur di alur pelayaran.

VTS bertujuan untuk mengelola lalu lintas kapal secara keseluruhan, mengurangi risiko kecelakaan, dan meningkatkan efisiensi operasional di alur pelayaran dan pelabuhan, sedangkan *E-Pilotage* bertujuan untuk memberikan panduan navigasi yang lebih fleksibel dan efisien, terutama dalam kondisi cuaca buruk atau di wilayah yang sulit dijangkau, dengan tetap menjaga keselamatan dan efisiensi navigasi. Dengan demikian, VTS dan *E-Pilotage* memiliki perbedaan signifikan dalam hal lokasi operator, teknologi yang digunakan, dan cara panduan navigasi diberikan, meskipun keduanya bertujuan untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi di perairan pelabuhan dan alur pelayaran.



Sumber: Dokumentasi, 2025

**Gambar 2.4 Gedung VTS Surabaya**

Implementasi VTS telah terbukti efektif dalam mengurangi kecelakaan laut. Sebuah studi kasus di Pelabuhan Zhoushan menunjukkan bahwa VTS mampu mengurangi risiko tabrakan dan meningkatkan efisiensi operasional pelabuhan (Chen et al., 2023). Di Surabaya, VTS dapat diimplementasikan untuk mengatasi tantangan lalu lintas kapal yang padat dan memastikan navigasi yang lebih aman dan efisien.



Sumber: Dokumentasi, 2025

**Gambar 2.5 Suasana Kerja Monitoring Pergerakan Kapal di VTS Surabaya**

### **2.2.3 E-Pilotage**

*E-Pilotage* melibatkan penggunaan teknologi digital dan komunikasi jarak jauh untuk menyediakan panduan navigasi. Pandu tidak perlu berada di atas kapal secara fisik, tetapi dapat memberikan arahan melalui sistem elektronik yang

terhubung dengan kapal. Teknologi ini memungkinkan pandu untuk memantau dan mengarahkan kapal dengan lebih efisien, terutama dalam kondisi cuaca buruk atau di wilayah yang sulit dijangkau (Oztürk et al., 2024). *E-Pilotage* menawarkan solusi inovatif bagi alur pelayaran Barat Surabaya, yang menghadapi tantangan operasional yang unik.



Sumber: Pelindo, 2025

**Gambar 2.6 Tampilan Layar Monitor Kegiatan TEST BED Penerapan *E-Pilotage* di Alur Pelayaran Barat Surabaya**

Gambar 2.4 memperlihatkan tampilan layar monitor kegiatan TEST BED Penerapan *e-Pilotage* di Alur Pelayaran Barat Surabaya, tanggal 23 April 2021, dimana ditugaskan seorang Perwira Pandu atas nama Capt. Raharjo Basuki, M.Mar., sebagai personel yang bertugas di VTS. Panduan diberikan melalui sistem elektronik yang terhubung dengan kapal menggunakan perangkat keras seperti sensor navigasi, radar, GPS, dan perangkat lunak berbasis AI untuk analisis data *real-time*. *E-Pilotage* memungkinkan pilot untuk memberikan arahan dari jarak jauh, meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi pemanduan kapal. Operator VTS bekerja dari pusat kontrol darat dan tidak naik ke kapal, sedangkan pilot dalam *E-Pilotage* dapat memberikan panduan dari lokasi yang jauh melalui koneksi internet yang stabil. *E-Pilotage* memberikan instruksi navigasi yang lebih spesifik dan langsung kepada nakhoda kapal, mirip dengan yang dilakukan oleh pilot fisik tetapi dilakukan dari jarak jauh.

Penelitian mengenai *E-Pilotage* menunjukkan bahwa teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi dan keselamatan navigasi, terutama di wilayah yang sulit diakses atau di bawah kondisi cuaca buruk. *E-Pilotage* memungkinkan pengawasan dan pemanduan yang lebih baik melalui penggunaan data *real-time* dan analisis berbasis komputer (Oztürk et al., 2024). Penerapan *E-Pilotage* di alur pelayaran Barat Surabaya dapat menawarkan peningkatan signifikan dalam efektivitas pemanduan kapal, mengingat kondisi perairan yang dinamis dan kompleks.

### 2.3 Evaluasi Ekonomis

Evaluasi ekonomis terhadap metode fisik, VTS, dan *E-Pilotage* mencakup analisis biaya operasional, investasi awal, penghematan waktu, dan potensi pengurangan risiko kecelakaan. Berikut ini adalah perbandingan rinci dari ketiga metode tersebut:

#### A. Metode Fisik

- Biaya Operasional: Metode fisik memerlukan biaya operasional yang signifikan terkait dengan tenaga kerja pandu dan perawatan peralatan pemanduan, seperti kapal pandu. Biaya operasional tahunan diperkirakan mencapai sekitar \$500.000 (Park et al., 2019).
- Penghematan Waktu: Metode ini dapat mengalami keterlambatan terutama dalam kondisi cuaca buruk, yang meningkatkan waktu tunggu kapal.
- Risiko Kecelakaan: Risiko kecelakaan tinggi karena keterlibatan langsung manusia dan kondisi cuaca buruk.
- Keuntungan: Pengetahuan langsung dari pandu di lapangan memberikan keunggulan dalam pengambilan keputusan cepat.

#### B. VTS (*Vessel Traffic Service*)

- Biaya Investasi: VTS memerlukan investasi awal yang besar dalam infrastruktur teknologi, termasuk radar, AIS, dan pusat kontrol. Biaya instalasi dan pengoperasian VTS diperkirakan sekitar \$1 juta (Lee et al., 2019).
- Biaya Operasional: Setelah instalasi, VTS dapat mengurangi biaya operasional jangka panjang hingga \$200.000 per tahun melalui

pengendalian lalu lintas yang lebih efisien dan pengurangan risiko kecelakaan.

- Penghematan Waktu: VTS meningkatkan efisiensi manajemen lalu lintas kapal, yang mengurangi waktu tunggu kapal.
- Risiko Kecelakaan: Risiko kecelakaan berkurang karena pengawasan dan pengendalian lalu lintas yang lebih baik.
- Keuntungan: Peningkatan efisiensi operasional dan pengurangan risiko kecelakaan, serta penghematan biaya asuransi kapal.

### C. *E-Pilotage*

- Biaya Investasi: *E-Pilotage* memerlukan investasi dalam teknologi digital dan perangkat komunikasi. Proyeksi biaya investasi mencapai \$800.000 (Oztürk et al., 2024).
- Biaya Operasional: *E-Pilotage* dapat mengurangi biaya operasional hingga \$300.000 per tahun melalui pengurangan kebutuhan tenaga kerja langsung dan peningkatan efisiensi operasional.
- Penghematan Waktu: Teknologi digital memungkinkan pandu memberikan arahan lebih cepat dan efisien, mengurangi waktu tunggu kapal.
- Risiko Kecelakaan: Risiko kecelakaan berkurang karena penggunaan teknologi canggih untuk pengawasan dan panduan.
- Keuntungan: Penggunaan teknologi canggih mengurangi ketergantungan pada kondisi cuaca, memungkinkan pandu bekerja lebih efisien dari jarak jauh, dan meningkatkan keselamatan serta efisiensi operasional secara keseluruhan.

## 2.4 Proyeksi Penerapan *E-Pilotage* di Alur Pelayaran Barat Surabaya

Proyeksi penerapan *E-Pilotage* di alur pelayaran Barat Surabaya mencakup beberapa langkah penting yang perlu diambil untuk memastikan implementasi yang sukses. Beberapa langkah tersebut adalah:

1. Penilaian Infrastruktur dan Teknologi: Identifikasi kebutuhan infrastruktur teknologi, seperti perangkat VTS, AIS *long range*, CCTV, dan perangkat penunjang lainnya. Evaluasi infrastruktur yang sudah ada

dan analisis kesenjangan untuk mengidentifikasi perangkat tambahan yang diperlukan (Kajian Penerapan Pemanduan dengan Sistem *E-Pilotage* di Alur Pelayaran Barat Surabaya, 2023).

2. Pengembangan Sistem dan Integrasi: Pengembangan software dan hardware yang diperlukan untuk *E-Pilotage*. Integrasi sistem *E-Pilotage* dengan sistem VTS yang sudah ada untuk memastikan koordinasi yang efektif. Uji coba sistem untuk memastikan fungsionalitas dan keandalan (Kajian Penerapan Pemanduan dengan Sistem *E-Pilotage* di Alur Pelayaran Barat Surabaya, 2023).
3. Regulasi dan Standar Operasional: Penyusunan regulasi dan prosedur operasional standar (SOP) untuk penggunaan *E-Pilotage*. Penyesuaian peraturan yang ada agar sesuai dengan implementasi *E-Pilotage*. Koordinasi dengan pihak berwenang untuk mendapatkan persetujuan dan sertifikasi (Kajian Penerapan Pemanduan dengan Sistem *E-Pilotage* di Alur Pelayaran Barat Surabaya, 2023).
4. Pelatihan dan Pengembangan SDM: Pelatihan untuk pandu dan operator VTS tentang penggunaan teknologi *E-Pilotage*. Pengembangan kurikulum pelatihan yang komprehensif untuk memastikan bahwa semua pihak yang terlibat memiliki keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan untuk mengoperasikan sistem *E-Pilotage* dengan efektif (Kajian Penerapan Pemanduan dengan Sistem *E-Pilotage* di Alur Pelayaran Barat Surabaya, 2023).
5. Sosialisasi dan Uji Coba: Sosialisasi kepada pengguna jasa perihal penerapan *E-Pilotage* dan manfaatnya. Pelaksanaan uji coba *E-Pilotage* pada skala kecil untuk mengidentifikasi dan mengatasi potensi masalah sebelum implementasi penuh (Kajian Penerapan Pemanduan dengan Sistem *E-Pilotage* di Alur Pelayaran Barat Surabaya, 2023).
6. Evaluasi dan Penyempurnaan: Evaluasi hasil uji coba dan implementasi awal *E-Pilotage*. Identifikasi area yang perlu penyempurnaan dan lakukan perbaikan yang diperlukan. Pemantauan terus-menerus terhadap kinerja sistem dan adaptasi sesuai kebutuhan untuk memastikan

optimalisasi operasional (Kajian Penerapan Pemanduan dengan Sistem *E-Pilotage* di Alur Pelayaran Barat Surabaya, 2023).

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian terdahulu telah dilakukan untuk mengkaji efektivitas dan efisiensi metode pemanduan kapal, khususnya terkait dengan penerapan teknologi seperti *Vessel Traffic Service* (VTS) dan *E-Pilotage*. Hasil dari penelitian-penelitian ini memberikan wawasan berharga mengenai manfaat, tantangan, dan faktor-faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan implementasi teknologi pemanduan di pelabuhan yang padat. Sebagai bahan perbandingan, dikemukakan beberapa penelitian atau studi terdahulu, yaitu:

**Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu**

No	Judul	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
1	<i>Node Importance Evaluation in Marine Traffic Situation Complex Network for Intelligent Maritime Supervision</i>	Sui, Z., Qiaowen, Y., Huang, Y., Zhou, C., & Du, L. (2022)	Mengidentifikasi dan mengukur efektivitas VTS dalam jaringan lalu lintas laut melalui pemetaan simpul-simpul risiko	Evaluasi jaringan kompleks maritim ( <i>Marine Traffic Situation Complex Network - MTSCN</i> )	Peningkatan kesadaran situasional operator VTS dapat menurunkan risiko tabrakan di area lalu lintas padat, relevan dengan kajian efektivitas VTS di Surabaya.
2	Analisis Penggunaan Layanan <i>Vessel Traffic System</i> terhadap Keselamatan Pelayaran di Alur Pelayaran	Mudiyanto & Elva Febriyana (2021)	Mengevaluasi peran VTS dalam keselamatan pelayaran di Alur Pelayaran Barat Surabaya	Analisis validitas dan reliabilitas instrumen kuesioner	Alat bantu navigasi VTS seperti radar dan AIS terbukti meningkatkan keselamatan pelayaran di

No	Judul	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
	Barat Surabaya Pelindo 3				jalur pelabuhan yang sempit dan padat, relevan untuk analisis efektivitas VTS di penelitian ini.
3	<i>Measurement of Vessel Traffic Service Operator Performance</i>	Wiersma, E., & Mastenbroek, N. (1997)	Mengembangkan metode evaluasi kinerja operator VTS dalam memantau lalu lintas	Simulasi interaktif berbasis kesadaran situasional	Simulasi meningkatkan kesadaran situasional operator, berdampak positif pada keselamatan, menyoroti pentingnya pelatihan simulasi untuk meningkatkan kinerja VTS.
4	Efektivitas Penerapan <i>Vessel Traffic Services (VTS)</i> di Selat Sunda terhadap Keselamatan Pelayaran	Syafaat, B., Sukmawati, E., Muh.Akib, I., Mayseptyana, A., & Sugiawiharja, E. (2022)	Mengevaluasi pelaksanaan VTS di Selat Sunda terkait keselamatan pelayaran	Analisis deskriptif kualitatif	VTS efektif meningkatkan keselamatan, namun terkendala keterbatasan pemahaman dan sertifikasi operator, menunjukkan pentingnya pelatihan staf VTS untuk menjaga keselamatan.

No	Judul	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
5	<i>Relationship Between Human Factors and a Safe Performance of Vessel Traffic Service Operators</i>	Crestelo Moreno, M., Gomez, I., & Martos, M. (2022)	Mengidentifikasi pengaruh faktor manusia dalam kinerja keselamatan operator VTS	Tinjauan sistematis berbasis studi kualitatif	Faktor kelelahan dan beban kerja mempengaruhi efektivitas operator VTS. Hasil ini menunjukkan pentingnya pelatihan dan manajemen kerja yang baik dalam meningkatkan keselamatan operasional VTS.
6	<i>Pilotage Planning in Seaports</i>	Wu, C.H., Yang, H.C., & Pan, B.Y. (2020)	Mengoptimalkan penjadwalan pemanduan untuk mengurangi biaya dan waktu tunggu kapal	Model pemrograman integer untuk optimasi penjadwalan pemanduan	Perencanaan pemanduan yang baik meningkatkan efisiensi operasional pelabuhan, terutama di pelabuhan dengan kepadatan tinggi, relevan untuk analisis efisiensi pemanduan fisik, VTS, dan <i>E-Pilotage</i> .
7	<i>Vessel Scheduling with Pilotage</i>	Kasm, O., Diabat, A., &	Mengembangkan model penjadwalan	Pemrograman integer untuk	Optimasi sumber daya pilot dan kapal

No	Judul	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
	<i>and Tugging Considerations</i>	Bierlaire, M. (2021)	dengan memperhitungkan kebutuhan pilotage dan tugging di pelabuhan padat	optimasi penjadwalan	tunda mampu mengurangi waktu tunggu kapal, mendukung efisiensi operasional pelabuhan.
8	<i>Economic Evaluation of Vessel Traffic Service (VTS): A Contingent Valuation Study</i>	Lee, G., Kim, S.Y., & Lee, M.K. (2015)	Menilai nilai ekonomi VTS dari perspektif pengguna	Valuasi kontingensi berbasis <i>willingness to pay</i>	Pengguna memiliki <i>willingness to pay</i> yang tinggi terhadap layanan VTS, menunjukkan kontribusi VTS pada efisiensi dan keselamatan operasional.
9	Digitalisasi Sistem Pelayanan Pandu Kapal Menuju Integrated Port Network	Lukijanto, A., Priyatmono, A., & Ramli, Y. (2019)	Menguji dampak digitalisasi pada efektivitas dan efisiensi pemanduan kapal	Uji coba terbatas pada aplikasi SIPANDU	Digitalisasi melalui SIPANDU meningkatkan kecepatan, akurasi, dan menurunkan biaya operasional, mendukung potensi <i>E-Pilotage</i> untuk efisiensi yang lebih tinggi di pelabuhan padat.

No	Judul	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
10	<i>Tren Teknologi Pelayanan Digital Pelabuhan di Indonesia</i>	Junaedi (2022)	Menilai penerapan dan tantangan teknologi layanan digital di pelabuhan Indonesia	Survei respon pengguna layanan inaportnet	Meskipun respon pengguna positif, ada kebutuhan untuk peningkatan integrasi teknologi digital untuk efisiensi optimal.
11	<i>Risk Analysis Methodology Using STPA-Based Bayesian Network Applied to Remote Pilotage Operation</i>	Basnet, S., BahooToroody, A., Chaal, M., Lahtinen, J., & Bolbot, V. (2023)	Mengevaluasi risiko dan keandalan <i>E-Pilotage</i>	STPA ( <i>System Theoretic Process Analysis</i> ) dan jaringan Bayesian untuk analisis risiko	<i>E-Pilotage</i> meningkatkan efisiensi namun membutuhkan manajemen risiko terkait keamanan data dan stabilitas sistem untuk keandalan operasional di pelabuhan yang padat.
12	<i>Modelling Vessel Traffic Service to Understand Resilience in Everyday Operations</i>	Praetorius, G., Hollnagel, E., & Dahlman, J. (2015)	Mengeksplorasi ketahanan operasional VTS dalam menghadapi situasi kritis	Pemodelan ketahanan operasional berbasis konsep <i>resilience</i>	Ketahanan VTS sangat tergantung pada kesiapan operator dalam merespon perubahan lalu lintas secara <i>real-time</i> , mendukung pentingnya kesiapan

No	Judul	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
					operasional dalam teknologi pemanduan.
13	<i>Investigating the Influence of Human Errors in Master-Pilot Information Exchange on Maritime Accident Risk During Pilotage</i>	Öztürk, O.B., Kartal, S.E., & Aydin, M. (2024)	Menganalisis dampak kesalahan manusia dalam pertukaran informasi antara nakhoda dan pilot	<i>Bayesian Network dan Success Likelihood Index Method (SLIM)</i> untuk analisis kesalahan manusia	Kesalahan komunikasi berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan, menunjukkan pentingnya pelatihan komunikasi efektif dalam pemanduan kapal.
14	<i>Challenges of Developing the Complex Socio-Technical System: Realising the Present, Acknowledging the Past, and Envisaging the Future of Vessel Traffic Services</i>	Nuutinen, M., Savioja, P., & Sonninen, S. (2007)	Mengevaluasi tantangan implementasi VTS sebagai sistem sosial-teknis	Tinjauan sistemik kualitatif	Adaptasi personel dan integrasi teknologi menjadi tantangan utama dalam pengembangan VTS, menunjukkan pentingnya manajemen perubahan dalam operasional VTS.

Sumber: Hasil Analisis, 2025.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Pendekatan Penelitian**

Pendekatan dalam penelitian ini mengikuti konsep penelitian yang dikemukakan oleh Creswell (2018), yang menyatakan bahwa pendekatan penelitian merupakan rencana dan prosedur yang sistematis untuk melakukan penelitian. Pendekatan ini melibatkan komponen-komponen logis yang mendasari kegiatan penelitian, termasuk paradigma atau pandangan penelitian, desain penelitian, dan metode penelitian. Metodologi penelitian itu sendiri adalah ilmu atau deskripsi tentang metode-metode yang digunakan untuk melaksanakan penelitian (Creswell & Creswell, 2018).

Pendekatan penelitian adalah desain prosedur yang mencakup rencana dan langkah-langkah untuk menghubungkan asumsi umum dengan metode pengumpulan data, analisis, dan interpretasi hasil. Pendekatan keseluruhan studi didasarkan pada asumsi filosofis peneliti dalam melaksanakan penelitian. Pemilihan pendekatan didasarkan pada sifat masalah yang akan diselesaikan, pengalaman peneliti, dan audiens yang dituju. Pendekatan, desain, dan metode penelitian adalah komponen utama yang mewakili keseluruhan penelitian. Tahapan ini memberikan informasi mulai dari lingkup luas hingga metode spesifik yang digunakan (Wijaya, 2022).

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder sebagai bahan analisis. Data primer diperoleh melalui wawancara dan observasi lapangan langsung dari sumber informan, sementara data sekunder berasal dari studi pustaka berupa literatur, sumber tertulis, atau dokumen yang relevan dengan fokus penelitian. Analisis data kualitatif bersifat induktif, yaitu proses analisis yang mendasarkan pada data yang terkumpul. Tahapan analisis melibatkan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan/verifikasi (Arikunto, 2010; Kurniawan, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan pengetahuan tentang efektivitas pemanduan kapal dengan metode fisik, VTS, dan *E-Pilotage* di Alur Pelayaran Barat Surabaya. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman tentang proses pemanduan kapal dan implikasinya terhadap keselamatan dan efisiensi operasional kapal. Penelitian ini mengidentifikasi bagaimana penerapan ketiga metode tersebut dapat mempengaruhi efektivitas dan efisiensi pemanduan kapal di wilayah penelitian.

Pendekatan penelitian ini terdiri dari pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan metode campuran. Setiap pendekatan penelitian dilengkapi dengan komponen yang menjelaskan paradigma atau pandangan penelitian, desain penelitian, dan metode penelitian. Komponen-komponen ini merinci bagaimana penelitian dilakukan sesuai dengan perspektif yang dipilih dan menjelaskan konteks di mana hasil kajian dipahami.

**Tabel 3.1 Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Campuran**

Metode Kuantitatif	Metode Campuran	Metode Kualitatif
Metode telah ditentukan	Metode dapat ditentukan, ataupun berkembang.	Metode berkembang
Perangkat berdasarkan pertanyaan	Pertanyaan tertutup dan terbuka	Pertanyaan terbuka
Data kondisi, perilaku, observasi, dan sensus	Berbagai bentuk data yang memungkinkan	Data interview, observasi, dokumen, dan audio visual.
Analisis statistik	Analisis statistik dan teks	Analisis gambar dan teks
Interpretasi statistik	Interpretasi dari berbagai data	Interpretasi tema dan pola.

Sumber: Creswell & Creswell, 2018.

Secara teknis, kajian ini dilakukan dengan mengumpulkan dan mengkonfirmasi fakta-fakta mengenai efektivitas metode pemanduan kapal fisik, VTS, dan *E-Pilotage* di Alur Pelayaran Barat Surabaya, serta meninjau teori dan hasil penelitian sebelumnya terkait topik ini. Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan pemahaman tentang proses pemanduan kapal yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan dalam pengelolaan pelabuhan, serta implikasinya terhadap keselamatan dan efisiensi operasional di wilayah tersebut.

### 3.2 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode campuran (*mixed methods*) kuantitatif dan kualitatif dengan pendekatan sequential eksplanatory. Penelitian dimulai dengan pendekatan kuantitatif melalui pengumpulan data numerik melalui survei, kuesioner, atau data statistik lainnya, yang diikuti oleh kajian kualitatif melalui observasi langsung dan wawancara mendalam untuk memberikan deskripsi yang lebih rinci mengenai fenomena (Prasetyo & Jannah, 2016; Zellatifanny & Mudjiyanto, 2018).

Pendekatan *sequential explanatory* adalah salah satu metode campuran (*mixed methods*) yang melibatkan dua tahap utama: tahap kuantitatif dan tahap kualitatif, yang dilakukan secara berurutan. Dengan pendekatan ini, penelitian dapat memberikan gambaran yang lebih lengkap dan mendalam mengenai bagaimana metode pemanduan kapal fisik, VTS, dan *E-Pilotage* diterapkan dan berdampak pada keselamatan dan efisiensi operasional kapal di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS). Saat ini, metode pemanduan kapal di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) masih didominasi oleh metode fisik konvensional, yaitu pandu naik langsung ke kapal untuk memberikan arahan navigasi selama proses manuver masuk maupun keluar pelabuhan. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi maritim dan kebutuhan peningkatan efisiensi operasional, muncul dua pendekatan baru yang dikaji dalam penelitian ini sebagai metode alternatif, yaitu *Vessel Traffic Service* (VTS) dan *E-Pilotage*.

Kedua metode tersebut dikategorikan sebagai “alternatif” karena belum sepenuhnya diterapkan di kawasan APBS, namun diajukan sebagai opsi modern untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi navigasi, serta berpotensi berfungsi sebagai pelengkap (komplementer), bukan pengganti mutlak, bagi sistem pemanduan fisik yang sudah ada. Analisis dalam penelitian ini dilakukan dengan membandingkan ketiga metode pemanduan-fisik, VTS, dan *E-Pilotage* berdasarkan indikator kinerja (efektivitas dan efisiensi) serta dampak ekonomi terhadap layanan kepanduan. Selain itu, penelitian ini juga menilai kesiapan infrastruktur, sumber daya manusia, dan regulasi yang diperlukan untuk mendukung implementasi metode alternatif tersebut di lapangan.

Hasil analisis diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan sistem pemanduan hibrida (*hybrid system*) di APBS, yakni integrasi antara keunggulan pandu konvensional dan kemampuan sistem digital modern, sehingga mampu meningkatkan keselamatan, efisiensi, dan keberlanjutan operasional pelayaran secara menyeluruh.

**Tabel 3.2 Pilihan Rancangan Penelitian**

Kuantitatif	Kualitatif	Metoda Campuran
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rancangan percobaan</li> <li>- Rancangan non percobaan, seperti survei lapangan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penelitian Narasi</li> <li>- Fenomenologi</li> <li>- <i>Grounded theory</i></li> <li>- Etnografi</li> <li>- Studi kasus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konvergen</li> <li>- <b>Sekuensial eksplanatori</b></li> <li>- Sekuensial eksplorasi</li> <li>- Transformasi, <i>embedded</i>, multi fase</li> </ul>

Sumber: Creswell & Creswell, 2018.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis interaktif. Aktivitas dalam analisis data kualitatif dilakukan secara interaktif dan berlangsung secara terus-menerus sampai tuntas sehingga datanya sudah jenuh. Teknik analisis data dalam suatu penelitian dilakukan menggunakan analisis data kualitatif deskriptif, sehingga peneliti menggambarkan keadaan atau fenomena yang diperoleh kemudian menganalisisnya dengan bentuk kata-kata untuk memperoleh kesimpulan. Aktivitas dalam analisis data yaitu pengumpulan data, reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan/verifikasi

### 3.3 Responden Penelitian

Dalam hal ini peneliti akan mengkombinasikan antara data-data empiris yang didapatkan selama penelitian dengan narasi (penjelasan kata-kata) deskriptif mengenai fenomena yang hendak diteliti, berdasarkan pada dokumen pribadi, catatan lapangan, dokumen resmi, dan lain-lain.

Dalam penelitian kualitatif cenderung menggunakan teknik sampling yang bersifat selektif dengan pertimbangan konsep teoritis yang digunakan, keingintahuan peneliti, karakteristik empiriknya dan lain sebagainya. Oleh karena itu peneliti menggunakan teknik cuplikan purposive sampling. Purposive sampling

adalah teknik pengambilan sampel sumber data dengan pertimbangan tertentu. Pertimbangan tertentu ini misalnya ukuran kapal tertentu, tingkat rutinitas kunjungan kapal, dan faktor-faktor lain.

Responden yang akan diwawancarai dalam penelitian ini meliputi:

1. Pandu Kapal: Individu yang bertugas sebagai pandu kapal di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, yang memiliki pengalaman langsung dalam pemanduan kapal dengan metode fisik. Memiliki pengalaman kerja minimal 5 (lima) tahun di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Pernah menggunakan metode pemanduan fisik dalam melayani kapal di alur pelayaran.
2. Operator VTS: Petugas yang mengoperasikan sistem VTS di Surabaya, yang memiliki pengetahuan dan pengalaman tentang penggunaan teknologi VTS untuk pemanduan kapal. Mengoperasikan sistem VTS selama minimal 2 (dua) tahun. Berperan aktif dalam pengawasan lalu lintas kapal di Alur Pelayaran Barat Surabaya.
3. Manajer Pelabuhan: Manajer yang bertanggung jawab atas operasi di Pelabuhan Tanjung Perak, yang dapat memberikan pandangan tentang kebijakan dan efektivitas berbagai metode pemanduan. Memiliki tanggung jawab dalam manajemen operasional di Pelabuhan Tanjung Perak selama minimal 3 (tiga) tahun. Memahami kebijakan dan peraturan terkait pemanduan kapal.
4. Nakhoda Kapal: Kapten kapal yang menggunakan layanan pemanduan di Alur Pelayaran Barat Surabaya, yang dapat memberikan umpan balik tentang kepuasan dan persepsi mereka terhadap layanan pemanduan. Kapten kapal dengan pengalaman minimal 3 (tiga) kali menggunakan layanan pemanduan di Pelabuhan Tanjung Perak. Memiliki pengalaman berlayar di Alur Pelayaran Barat Surabaya.
5. Ahli Teknologi Maritim: Akademisi atau profesional yang memiliki keahlian dalam teknologi maritim, khususnya terkait dengan implementasi *E-Pilotage* dan teknologi navigasi lainnya. Memiliki latar belakang akademik atau profesional dalam teknologi navigasi atau sistem VTS dan *E-Pilotage*. Pernah terlibat dalam diskusi atau implementasi teknologi *E-Pilotage* di pelabuhan.

Menentukan jumlah masing-masing narasumber dalam penelitian didasarkan pada kebutuhan informasi yang diperlukan dan ketersediaan responden yang relevan. Berikut ini adalah rencana jumlah masing-masing responden untuk memastikan data yang didapatkan cukup representatif:

**Tabel 3.3 Kebutuhan Responden Penelitian**

No	Narasumber	Jumlah
1	Pandu Kapal	6 (enam) Orang
2	Operator VTS	4 (empat) Orang
3	Manajer Pelabuhan	1 (satu) Orang
4	Nakhoda Kapal	6 (enam) Orang
5	Ahli Teknologi Maritim	3 (tiga) Orang
	Jumlah	20 (dua puluh) Orang

Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2024

### 3.4 Teknik Pengumpulan Data

Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian, beberapa pendekatan metode dilakukan dalam dua tahap utama: tahap kuantitatif diikuti oleh tahap kualitatif. Berikut adalah langkah-langkah yang akan dilakukan:

#### A. Tahap Pertama: Penelitian Kuantitatif

##### a. Pengumpulan Data Kuantitatif

- Survei: Mengumpulkan data dari pemangku kepentingan (manajer pelabuhan, operator VTS, pandu kapal, dan nakhoda kapal) mengenai aspek-aspek pemanduan kapal, tingkat efektivitas, dan efisiensi setiap metode pemanduan.
- Kuesioner: Mengukur pengaruh metode pemanduan terhadap keselamatan dan efisiensi operasional kapal dengan indikator yang relevan seperti pengurangan kecelakaan, peningkatan kecepatan operasi, dan penghematan biaya operasional.

#### B. Tahap Kedua: Penelitian Kualitatif

##### a. Pengumpulan Data Kualitatif

- Wawancara Mendalam: Wawancara adalah percakapan dengan

maksud tertentu. Percakapan itu dilakukan oleh dua pihak yaitu pewawancara yang mengajukan pertanyaan dan terwawancara yang memberikan jawaban atas pertanyaan itu. Wawancara merupakan pertemuan dua orang untuk bertukar informasi dan ide melalui tanya jawab, sehingga dapat dikonstruksikan makna dalam suatu topik tertentu. Wawancara melibatkan pandu, operator VTS, dan pihak manajemen PT. Pelindo (Persero) untuk mendapatkan informasi mendalam tentang setiap metode pemanduan.

- Fokus Grup: Mengadakan diskusi kelompok terfokus dengan partisipan untuk mengeksplorasi lebih lanjut temuan-temuan kuantitatif dan mengidentifikasi faktor-faktor kontekstual yang mempengaruhi penerapan metode pemanduan kapal.
- Observasi: Observasi merupakan pengamatan dan pencatatan dengan sistematis terhadap fenomena-fenomena yang diteliti dengan melakukan pengamatan langsung terhadap proses pemanduan di lapangan.
- Dokumentasi: Tujuan dari dokumentasi adalah untuk mengumpulkan data-data yang tidak diterangkan dalam wawancara. Kegiatan ini meliputi pengumpulan data sekunder dari dokumen resmi, laporan, dan catatan operasional.

### 3.5 Variabel Penelitian

Indikator penelitian digunakan untuk mengukur kinerja sistem pemanduan kapal di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) berdasarkan tiga aspek utama, yaitu efektivitas pelayanan, efisiensi operasional, dan implementasi teknologi pemanduan.

Selain itu, pengukuran dilakukan dengan membandingkan hasil aktual dengan target capaian yang tercantum dalam Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) tahun 2023. RKAP digunakan sebagai tolok ukur kinerja standar yang ditetapkan oleh perusahaan penyelenggara jasa kepanduan (Pelindo) guna memastikan pencapaian efisiensi dan keselamatan operasional sesuai sasaran korporasi.

Adapun indikator untuk mengukur setiap variabel adalah sebagai berikut:

A. Efektivitas Pelayanan Pemanduan

Efektivitas diukur untuk menilai sejauh mana sistem pemanduan mampu menjamin keselamatan dan ketepatan operasional kapal di APBS. Indikator yang digunakan meliputi:

- Jumlah kecelakaan/insiden: Rata-rata jumlah kecelakaan atau insiden yang terjadi per tahun.
- Kepuasan pengguna: Diukur melalui survei kepada nakhoda kapal dengan skala Likert.
- Ketepatan waktu: Waktu kedatangan dan keberangkatan kapal dibandingkan dengan jadwal yang ditetapkan.

B. Efisiensi Operasional

Efisiensi operasional menunjukkan kemampuan sistem pemanduan dalam mengoptimalkan waktu dan biaya pelayanan dibandingkan dengan target yang ditetapkan perusahaan. Indikator meliputi:

- Waktu Tunggu Pandu (*Waiting Time Pilot / WTP*): Interval waktu antara permintaan layanan hingga pandu naik ke kapal. Berdasarkan RKAP 2023, target WTP ditetapkan  $\leq 0,50$  jam untuk setiap terminal di kawasan APBS.
- Waktu Pelayanan Pandu (*Actual Time / AT*): Durasi total layanan pemanduan dari awal hingga selesai. Nilai AT yang lebih singkat dari target RKAP menunjukkan peningkatan efisiensi.
- Waktu yang dihemat: Rata-rata waktu yang dihemat untuk setiap metode pemanduan dibandingkan dengan metode lain.
- Biaya operasional: Total biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan setiap metode pemanduan, termasuk biaya tenaga kerja dan peralatan.
- Jumlah kapal yang dipandu: Rata-rata jumlah kapal yang dapat dilayani setiap hari oleh setiap metode.

C. Implementasi Teknologi Pemanduan:

Indikator ini digunakan untuk menilai kesiapan dan efektivitas penerapan teknologi pada sistem pemanduan, baik secara mandiri maupun dalam kombinasi dengan metode konvensional.

- Ketersediaan dan keandalan perangkat teknologi: Jumlah dan kondisi perangkat yang tersedia, seperti radar, AIS, dan perangkat *E-Pilotage*.
- Tingkat penggunaan teknologi: Frekuensi penggunaan teknologi oleh pandu dan operator dalam proses pemanduan.
- Investasi awal dan biaya pemeliharaan: Analisis biaya investasi awal untuk setiap metode dan biaya pemeliharaan peralatan.

### 3.6 Metode Pengolahan Data

Metode pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan untuk menyiapkan data mentah dari kuesioner, wawancara, observasi, dan dokumentasi menjadi data yang siap dianalisis. Pengolahan data disesuaikan dengan pendekatan *mixed methods* yang menggunakan kombinasi data kuantitatif dan kualitatif.

#### A. Pengolahan Data Kuantitatif

Data kuantitatif diperoleh melalui penyebaran 20 kuesioner kepada responden yang terdiri dari pandu kapal, operator VTS, manajer pelabuhan, dan nakhoda kapal. Tahapan pengolahan data kuantitatif dilakukan sebagai berikut:

##### 1. Editing

Editing dilakukan untuk memastikan kuesioner terisi lengkap dan konsisten. Kuesioner yang tidak lengkap atau mengandung kesalahan pengisian dieliminasi atau diperbaiki sebelum diproses lebih lanjut.

##### 2. Coding

Setiap jawaban kuesioner diubah menjadi kode numerik menggunakan skala Likert. Contoh pengodean:

- Sangat Setuju = 5
- Setuju = 4
- Netral = 3
- Tidak Setuju = 2
- Sangat Tidak Setuju = 1

Coding memungkinkan data diolah secara statistik.

##### 3. Entry dan Tabulasi

Data yang telah diberi kode dimasukkan ke dalam perangkat lunak (Excel/SPSS). Tabulasi dilakukan untuk menyusun:

- frekuensi jawaban,
- distribusi data,
- nilai rata-rata pada setiap indikator penelitian.

Proses ini menghasilkan data terstruktur yang siap dianalisis.

## B. Pengolahan Data Kualitatif

Data kualitatif diperoleh dari wawancara mendalam, diskusi kelompok terarah (FGD), observasi lapangan, dan dokumentasi.

### 1. Transkripsi Data

Rekaman wawancara dan FGD ditranskripsikan secara verbatim. Catatan observasi dan dokumen pendukung juga diubah menjadi teks yang siap dianalisis.

### 2. Reduksi Data

Data yang terkumpul diringkas dengan memilih informasi yang relevan dan membuang informasi yang tidak diperlukan. Reduksi dilakukan berdasarkan tema utama: efektivitas, efisiensi, dan implementasi teknologi.

### 3. Penyusunan Kategori Awal

Data yang telah direduksi dikelompokkan ke dalam kategori awal berdasarkan kesamaan informasi untuk memudahkan analisis tematik pada tahap berikutnya.

## 3.7 Metode Analisis Data

Metode analisis data digunakan untuk menginterpretasikan hasil pengolahan data sehingga menghasilkan temuan yang menjawab tujuan penelitian. Analisis dilakukan dalam dua tahap sesuai pendekatan *sequential explanatory*, yaitu analisis kuantitatif diikuti analisis kualitatif.

### A. Analisis Data Kuantitatif

#### 1. Analisis Statistik Deskriptif

Analisis statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik data kuesioner. Analisis ini mencakup:

- frekuensi,
- persentase,

- nilai rata-rata,
- penyebaran data (range, standar deviasi).

Statistik deskriptif digunakan untuk menilai persepsi responden terhadap efektivitas, efisiensi, dan aspek teknologi dari ketiga metode pemanduan (fisik, VTS, dan E-Pilotage).

## 2. Analisis Regresi

Analisis regresi digunakan untuk mengidentifikasi:

- hubungan antara metode pemanduan dan indikator kinerja (keselamatan, waktu tunggu, efisiensi waktu, jumlah kapal dipandu),
- kontribusi masing-masing metode terhadap peningkatan efektivitas dan efisiensi operasional.

Hasil analisis regresi menjadi dasar untuk pendalaman melalui analisis kualitatif.

## B. Analisis Data Kualitatif

Analisis data kualitatif dilakukan berdasarkan model analisis interaktif (pengumpulan data, reduksi, penyajian, verifikasi).

### 1. Analisis Tematik

Data dari wawancara, observasi, dan FGD dianalisis untuk menemukan:

- tema utama,
- pola,
- persepsi responden,
- hambatan dan keunggulan masing-masing metode pemanduan.

Tema dikaitkan dengan indikator efektivitas, efisiensi, dan kesiapan penerapan teknologi.

### 2. Triangulasi Data

Triangulasi dilakukan dengan menggabungkan:

- hasil analisis kuantitatif (survei/kuesioner),
- hasil analisis kualitatif (wawancara/observasi),
- dokumen pendukung.

Triangulasi memastikan hasil penelitian akurat, valid, dan konsisten.

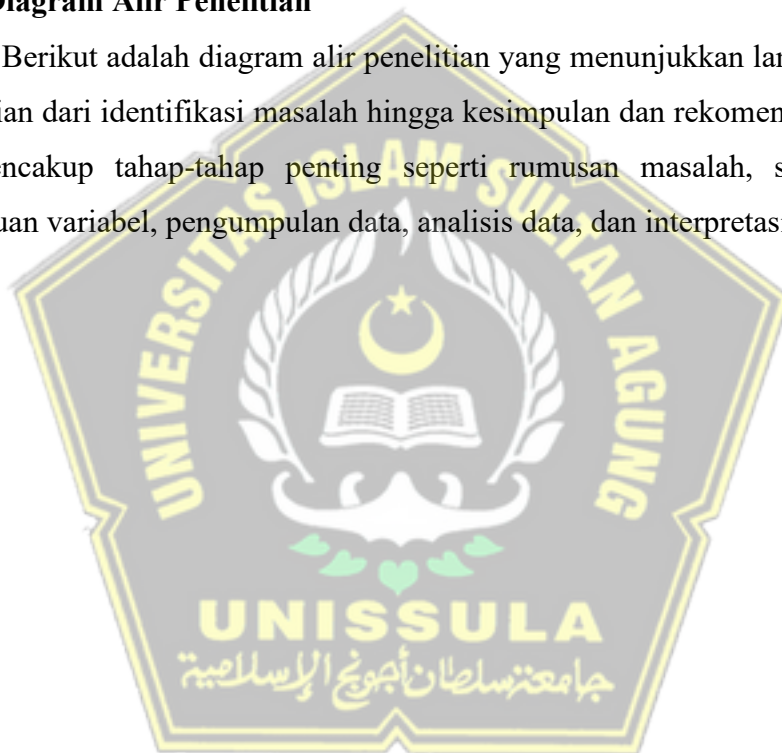
### 3. Penarikan Kesimpulan

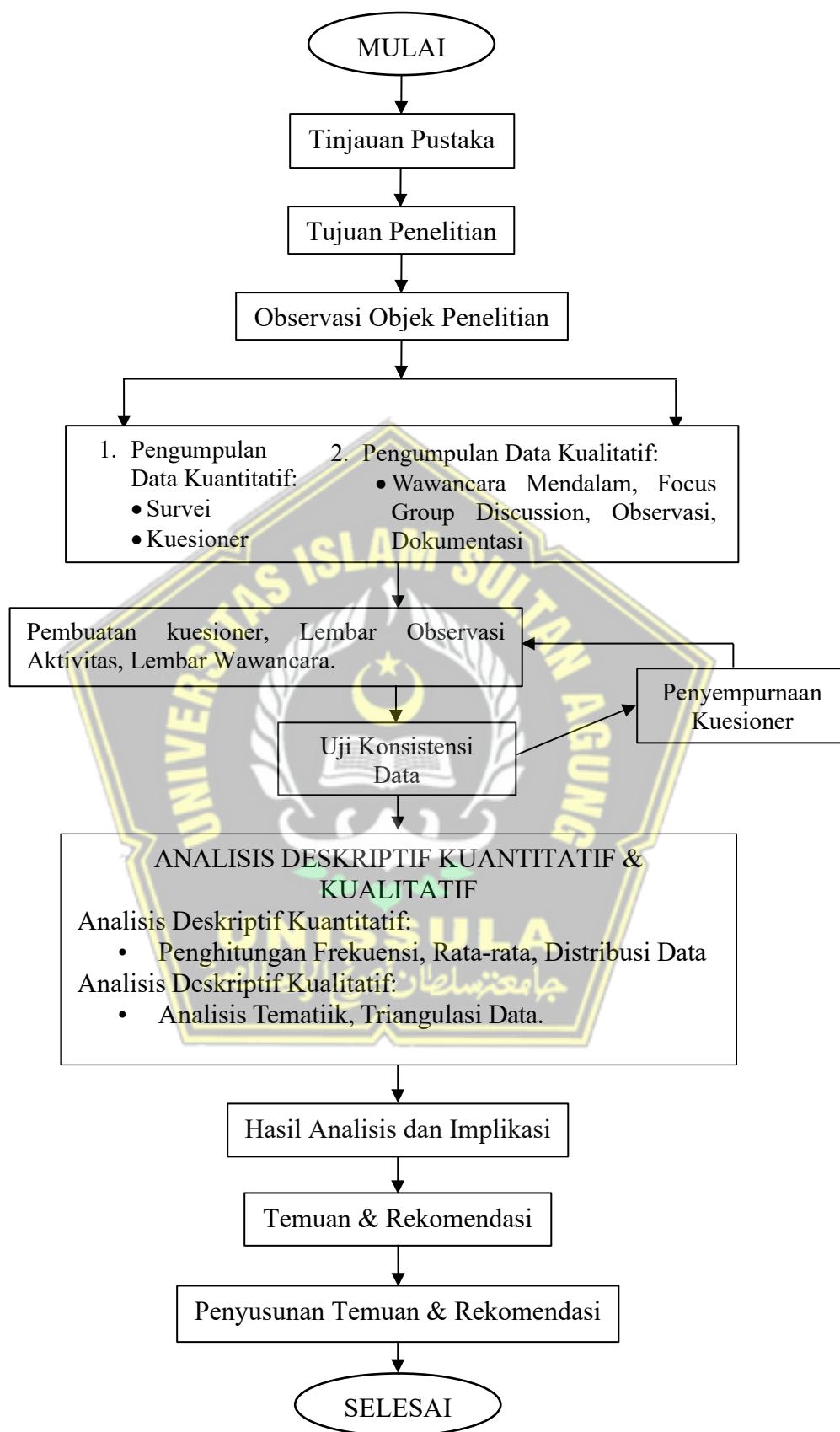
Kesimpulan ditarik berdasarkan integrasi antara data kuantitatif dan kualitatif untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai:

- efektivitas metode fisik,
- peran VTS dalam keselamatan dan pengawasan,
- potensi dan keterbatasan E-Pilotage,
- kemungkinan pengembangan *hybrid system* pemanduan di APBS.

### 3.8 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alir penelitian yang menunjukkan langkah-langkah penelitian dari identifikasi masalah hingga kesimpulan dan rekomendasi. Diagram ini mencakup tahap-tahap penting seperti rumusan masalah, studi literatur, penentuan variabel, pengumpulan data, analisis data, dan interpretasi hasil.





**Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian**

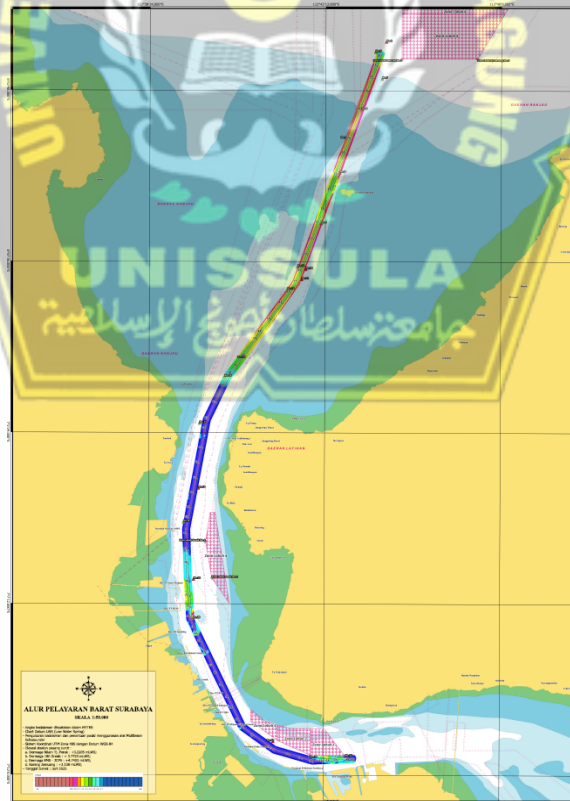
## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Gambaran Umum Lokasi dan Sistem Pemanduan

##### 4.1.1 Letak Geografis dan Batas Wilayah

Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) adalah jalur pelayaran resmi yang menghubungkan perairan Laut Jawa dengan pelabuhan-pelabuhan utama di kawasan Surabaya dan Gresik. Berdasarkan Lampiran I KP 455 Tahun 2016, koordinat titik masuk hingga titik akhir APBS ditetapkan mulai dari 6°52'00" LS - 112°39'50" BT di sisi utara (pintu masuk Karang Jamuang) hingga 7°12'15" LS - 112°44'15" BT di sisi selatan (sekitar Pelabuhan Tanjung Perak). Panjang total alur  $\pm 25$  mil laut, dengan kedalaman bervariasi - 13 meter LWS hingga -14 meter LWS, serta lebar alur antara 150-200 meter sesuai dengan bagian rute yang dilalui.



Sumber: PT. APBS, 2025

**Gambar 4.1 Peta Alur Pelayaran Barat Surabaya**

APBS berfungsi sebagai jalur masuk dan keluar utama kapal yang menuju:

- Pelabuhan Tanjung Perak, pusat distribusi barang untuk wilayah timur Indonesia, dengan fasilitas terminal peti kemas internasional dan domestik.
- Pelabuhan Gresik, melayani kegiatan bongkar muat komoditas industri seperti klinker, semen, pupuk, dan curah kering lainnya.
- Terminal Teluk Lamong (TTL) adalah pelabuhan modern berkonsep ramah lingkungan (*green port*) yang memanfaatkan sistem bongkar muat semi-otomatis.
- Pelabuhan Khusus melayani kebutuhan industri energi, curah cair, dan pelabuhan milik pabrik di wilayah pesisir Gresik dan Surabaya Barat.

Kedudukan APBS sangat strategis dalam mendukung arus logistik nasional dan internasional karena menjadi penghubung utama rute pelayaran dari Laut Jawa menuju wilayah timur Indonesia. Tingginya intensitas lalu lintas kapal di APBS menjadikan sistem pemanduan dan pengaturan lalu lintas kapal sebagai faktor kunci keselamatan dan kelancaran operasional.

#### 4.1.2 Karakteristik Perairan APBS

##### 1. Panjang dan Lebar Alur

Berdasarkan KP 455/2016, APBS memiliki panjang  $\pm 25$  mil laut yang membentang dari pintu masuk Karang Jamuang di utara hingga Pelabuhan Tanjung Perak di selatan. Lebar alur bervariasi antara 150 meter hingga 200 meter sesuai segmen jalur, dengan pengaturan lebar tertentu di tikungan atau persimpangan untuk memastikan keamanan navigasi.

##### 2. Kedalaman Alur

Kedalaman alur pelayaran dijaga pada kisaran -13 meter LWS hingga -14 meter LWS agar dapat dilalui kapal-kapal besar, termasuk kapal peti kemas berkapasitas  $> 50.000$  DWT. Pengerukan (*dredging*) rutin dilakukan untuk mempertahankan kedalaman sesuai standar keselamatan pelayaran.

##### 3. Kondisi Hidro-oseanografi

- Arus dan Pasang Surut: APBS dipengaruhi arus pasang surut harian dengan kecepatan rata-rata 1-2 knot.

- Karakteristik Perairan: Sebagian alur melewati daerah berarus kuat dan sempit, terutama di sekitar tikungan dekat Karang Jamuang.
- Kondisi Cuaca: Angin muson barat (Desember-Februari) sering mempengaruhi gelombang di pintu masuk Karang Jamuang sehingga berdampak pada kegiatan pemanduan fisik.

#### 4. Zona dan Titik Penting

- *Pilot Boarding Ground* (PBG): Titik naik-turun pandu utama berada di sekitar Karang Jamuang (outer channel).
- Zona Tikungan: Memerlukan manuver hati-hati karena lebar alur lebih sempit.
- Zona Labuh: Terdapat beberapa area labuh (anchorage) di sisi luar dan dalam alur untuk kapal yang menunggu giliran masuk pelabuhan.

#### 5. Fasilitas Pendukung Navigasi

- Rambu suar dan *buoy* penanda alur.
- Sistem *Vessel Traffic Service* (VTS) yang mengawasi Pergerakan kapal.
- Perangkat radar dan AIS di titik strategis.

Karakteristik perairan ini menuntut adanya sistem pemanduan yang adaptif untuk mengakomodasi kondisi fisik alur, volume lalu lintas yang padat, dan variasi jenis kapal yang dilayani.

#### 4.1.3 Infrastruktur dan Fasilitas Pemanduan

##### 1. Stasiun Pandu

APBS memiliki beberapa stasiun pandu yang berperan sebagai pusat koordinasi dan keberangkatan pandu:

- Stasiun Pandu Perak - terletak di Pelabuhan Tanjung Perak, menjadi basis utama pelayanan pemanduan kapal yang keluar masuk pelabuhan Surabaya.
- Stasiun Pandu Gresik - melayani kapal yang menuju pelabuhan industri di Gresik.
- Stasiun Pandu Karang Jamuang - berfungsi sebagai titik terdekat ke *Pilot Boarding Ground* (PBG) di pintu masuk alur.

## 2. Armada dan Kapal Pandu

- Jenis Armada:
  - *Pilot boat* berkecepatan tinggi untuk antar-jemput pandu dari stasiun ke kapal.
  - Kapal pandu berukuran lebih besar untuk cuaca ekstrem.
- Kapasitas:
  - Rata-rata mampu mengangkut 6-8 personel.
  - Dilengkapi peralatan keselamatan seperti jaket pelampung, *lifebuoy*, dan *first aid kit*.
- Pemeliharaan:
  - Dilakukan secara berkala untuk memastikan keandalan armada.

## 3. Peralatan Navigasi dan Komunikasi

- Peralatan Komunikasi:
  - Radio VHF *Marine Band*.
  - AIS (*Automatic Identification System*) untuk identifikasi kapal.
  - Telepon satelit sebagai cadangan komunikasi.
- Peralatan Navigasi:
  - Radar dan ECDIS (*Electronic Chart Display and Information System*).
  - Peta laut digital yang terintegrasi dengan data VTS.
- Peralatan Keselamatan:
  - CCTV maritim di titik-titik strategis alur.
  - Rambu suar dan *buoy* sesuai spesifikasi KP 455/2016.

## 4. Sistem Pendukung Pemanduan

- *Vessel Traffic Service* (VTS):
  - Mengawasi Pergerakan kapal sepanjang APBS melalui radar, AIS, dan komunikasi radio.
  - Memberikan instruksi lalu lintas kapal untuk mencegah tabrakan dan kemacetan di alur.
- Rencana *E-Pilotage*:
  - Akan mengintegrasikan VTS dengan sistem navigasi kapal sehingga pandu dapat memberi arahan jarak jauh secara *real-time*.

- Memerlukan jaringan komunikasi berkecepatan tinggi dan perangkat navigasi modern di kapal.

#### 5. Keterkaitan Infrastruktur dengan Metode Pemanduan

- Metode Fisik: Memerlukan armada *pilot boat* yang andal dan akses cepat ke PBG.
- Metode VTS: Memerlukan infrastruktur radar, AIS, dan personel operator berpengalaman.
- Metode *E-Pilotage*: Memerlukan integrasi perangkat lunak/hardware di kapal dan darat, serta regulasi yang mendukung operasional jarak jauh.

#### 4.1.4 Sistem Pemanduan yang Berlaku

##### 1. Metode Pemanduan Fisik

- Mekanisme Operasional  
Metode ini telah digunakan selama puluhan tahun di APBS. Pandu berangkat dari stasiun pandu (Perak atau Gresik) menuju *Pilot Boarding Ground* (PBG) di Karang Jamuang menggunakan *pilot boat*. Setelah naik ke kapal, pandu memandu kapal hingga sandar atau keluar pelabuhan. Berdasarkan komitmen pelayanan pemanduan sesuai Permenhub, pandu berada di kapal sejak PBG hingga sandar, dan sebaliknya.
- Kebutuhan dan Sumber Daya
  - Membutuhkan banyak personel, yang berarti biaya pegawai tinggi.
  - Memerlukan stasiun pandu luar untuk tempat istirahat pandu setelah turun dari kapal dan menunggu kapal berikutnya.
- Kinerja Operasional
  - Jarak tempuh yang cukup jauh dari stasiun ke PBG menyebabkan 1 kali perjalanan kapal masuk/keluar memakan waktu  $\pm 2,5$  jam, ditambah persiapan  $\pm 30$  menit, sehingga total rata-rata 3 jam per pelayanan kapal.
  - *Shift* jaga pandu berlangsung 12 jam.
- Keterbatasan
  - Cuaca buruk dapat menghambat *pilot boat* untuk mengantar/menjemput pandu di PBG.

## 2. *Vessel Traffic Service (VTS)*

- Deskripsi dan Peran

VTS di APBS menggunakan ECDIS, radar, AIS, dan radio VHF untuk memantau lalu lintas kapal di alur. Sistem ini diselenggarakan oleh Direktorat Kenavigasian Ditjen Hubla dan berfungsi memberikan informasi serta instruksi navigasi kepada kapal.

- Kelebihan

- Dapat memantau beberapa kapal sekaligus secara *real-time*.
- Mengurangi kebutuhan *boarding* fisik, khususnya saat cuaca buruk.

- Keterbatasan

- Bergantung pada kepatuhan nakhoda kapal terhadap instruksi jarak jauh.
- Tidak menggantikan pandu fisik untuk kapal berisiko tinggi.

## 3. *E-Pilotage (Proyeksi)*

- Konsep di APBS

Diproyeksikan mengintegrasikan seluruh sumber daya: pandu, VTS, perangkat navigasi, nakhoda kapal, serta alur pelayaran yang terpelihara baik kedalaman maupun keamanannya. *E-Pilotage* tidak menggantikan proses olah gerak sandar/lepas, tetapi memperpendek tugas pandu di Gerakan laut dengan memindahkan PBG ke lokasi yang lebih terlindung seperti area Sembilangan.

- Tahapan Implementasi

- Pemindahan PBG dilakukan bertahap berdasarkan ukuran kapal, bendera, atau kriteria lainnya.
- Dengan PBG yang lebih dekat, jarak dan waktu pelayanan menjadi lebih singkat.

- Efisiensi yang Diharapkan

- Pandu dapat melayani lebih banyak kapal per *shift*.
- Mengurangi durasi penggunaan *pilot boat* dan biaya bahan bakar.
- Mengurangi ketergantungan pada stasiun pandu Karang Jamuang, yang dapat difokuskan sebagai titik radar/CCTV jarak jauh.

- Risiko yang Perlu Diantisipasi

- Kekhawatiran nakhoda yang belum familiar dengan alur.
- Aktivitas nelayan dan hambatan lain di sepanjang alur.
- Solusi yang Diusulkan
  - Penerapan *Traffic Separation Scheme* (TSS) untuk pemisahan rute kapal dan tongkang.
  - Pemasangan rambu suar penuntun tambahan.
  - Integrasi VTS dengan patroli *speed boat* untuk mengamankan alur.

#### 4. Kombinasi Metode

Ke depan, sistem pemanduan di APBS dapat bersifat hibrida:

- Kapal besar/berisiko tinggi → pemanduan fisik.
- Kapal reguler → VTS.
- Kapal rutin/terlatih dengan fasilitas navigasi lengkap → *E-Pilotage*.

### 4.2 Tren Kunjungan Kapal (*Calls*)

Analisis tren kunjungan kapal di wilayah kerja PT. Pelindo Regional 3, khususnya Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS), didasarkan pada data *Calls* tahun 2023 yang mencakup lima entitas utama: Terminal Gresik, Terminal Jamrud-Tanjung Perak, Terminal Kalimas-Tanjung Perak, Terminal Nilam-Mirah-Tanjung Perak, dan total agregat Pelabuhan Tanjung Perak. Data yang dianalisis bersifat total, mencakup seluruh jenis sandar (internasional maupun domestik, dermaga umum maupun khusus).

#### 4.2.1 Kunjungan Kapal di Terminal Gresik

Terminal Gresik merupakan salah satu simpul penting dalam distribusi logistik di APBS, dengan fokus utama pada komoditas curah kering dan *general cargo*. Karakteristik ini mempengaruhi pola kunjungan kapal yang relatif stabil, meskipun tetap mengalami fluktuasi musiman.

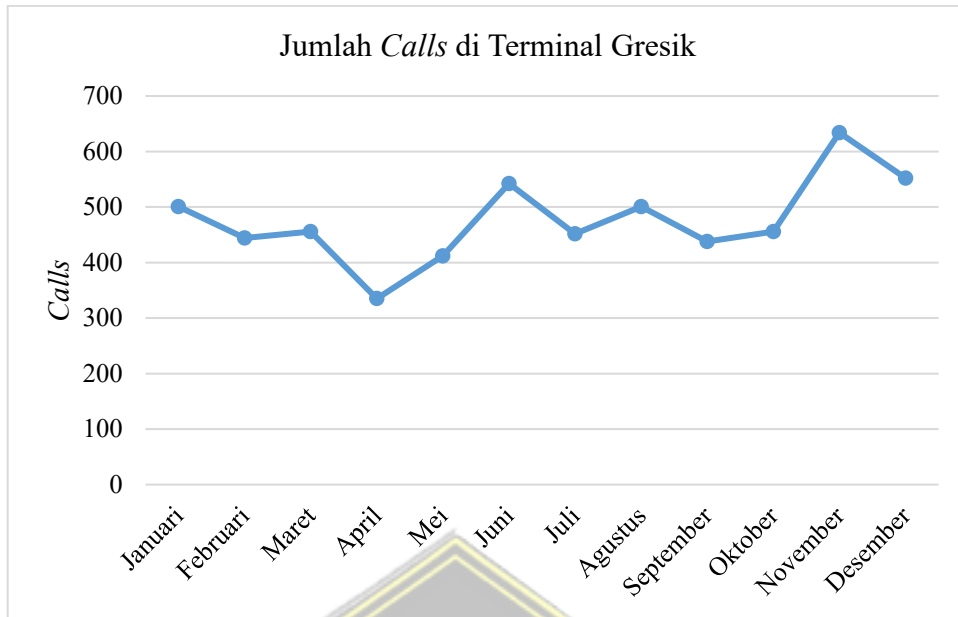
**Tabel 4.1 Jumlah Kunjungan Kapal (*Calls*) Terminal Gresik Tahun 2023**

No	Bulan	Jumlah Kunjungan Kapal ( <i>Calls</i> )
1	Januari	501
2	Februari	444
3	Maret	456
4	April	335
5	Mei	412
6	Juni	542
7	Juli	452
8	Agustus	501
9	September	438
10	Oktober	456
11	November	634
12	Desember	552

Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3-2023 (diolah)

Berdasarkan Tabel 4.1, Terminal Gresik menunjukkan fluktuasi kunjungan kapal yang moderat sepanjang tahun 2023. Rata-rata kunjungan kapal per bulan adalah sekitar 480 *Calls*, dengan puncak tertinggi pada bulan November (634 *Calls*) dan titik terendah pada bulan April (335 *Calls*). Peningkatan signifikan pada November kemungkinan dipengaruhi oleh tingginya permintaan pengiriman komoditas curah kering dan *general cargo* yang menjadi fokus utama terminal ini.

Kenaikan di bulan Juni (542 *Calls*) juga patut dicatat karena selaras dengan tren lonjakan di terminal lain pada periode yang sama, mengindikasikan adanya faktor musiman seperti puncak perdagangan pertengahan tahun. Secara operasional, kestabilan volume *Calls* di Terminal Gresik menunjukkan kinerja yang konsisten, namun tetap memerlukan perencanaan kapasitas yang fleksibel untuk mengantisipasi lonjakan musiman.



Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3-2023.

**Gambar 4.2 Tren Kunjungan Kapal Terminal Gresik Tahun 2023**

#### 4.2.2 Kunjungan Kapal di Terminal Jamrud

Terminal Jamrud-Tanjung Perak melayani beragam jenis kapal termasuk petikemas dan kapal penumpang. Karakteristik ini membuat volume *Calls* sangat sensitif terhadap perubahan jadwal pelayaran, musim liburan, dan kebijakan operasional pelayaran.

**Tabel 4.2 Jumlah Kunjungan Kapal (*Calls*) Terminal Jamrud Tahun 2023**

No	Bulan	Jumlah Kunjungan Kapal ( <i>Calls</i> )
1	Januari	302
2	Februari	277
3	Maret	347
4	April	76
5	Mei	235
6	Juni	664
7	Juli	317
8	Agustus	344

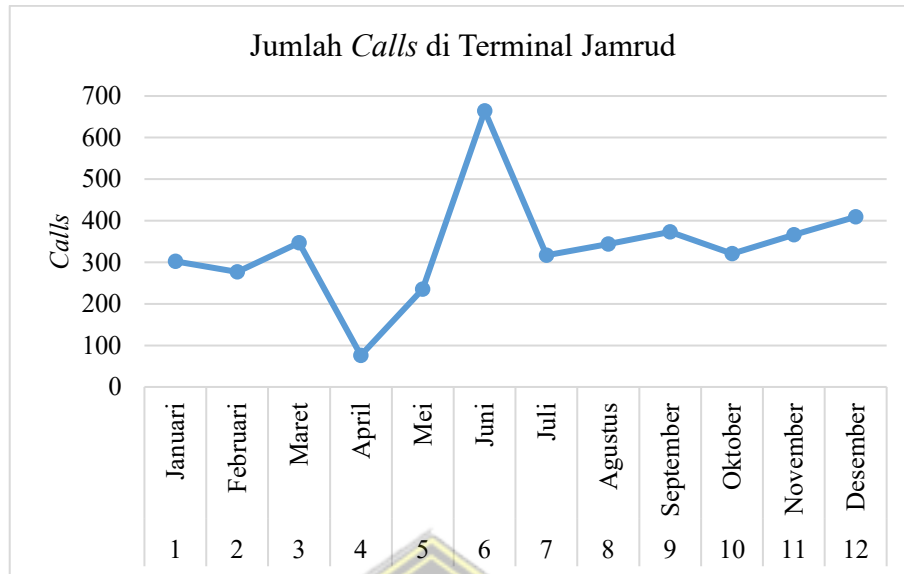
No	Bulan	Jumlah Kunjungan Kapal (Calls)
9	September	373
10	Oktober	321
11	November	366
12	Desember	409

Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3-2023 (diolah)

Berdasarkan Tabel 4.2, Terminal Jamrud-Tanjung Perak menunjukkan fluktuasi *Calls* yang sangat signifikan. Volume kunjungan kapal terendah tercatat pada bulan April (76 *Calls*), sementara puncak tertinggi terjadi pada bulan Juni (664 *Calls*), atau hampir sembilan kali lipat dari capaian bulan April.

Lonjakan drastis di bulan Juni kemungkinan disebabkan oleh konsentrasi kedatangan kapal penumpang dan petikemas domestik, yang jadwalnya terkonsolidasi pada periode tersebut. Sebaliknya, penurunan tajam pada bulan April bisa terkait dengan faktor musiman seperti libur panjang, peralihan rute, atau pembatasan operasional sementara.

Secara keseluruhan, pola di Terminal Jamrud menuntut strategi penyesuaian kapasitas yang dinamis. Lonjakan ekstrem seperti pada bulan Juni berpotensi membebani sumber daya pemanduan jika tidak diantisipasi dengan pengaturan *shift* dan penambahan personel temporer.



Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3-2023.

**Gambar 4.3 Tren Kunjungan Kapal Terminal Jamrud Tahun 2023**

#### 4.2.3 Kunjungan Kapal di Terminal Kalimas

Terminal Kalimas melayani kapal-kapal berukuran kecil hingga menengah, terutama untuk distribusi kargo domestik. *Volume Calls* relatif rendah dibanding terminal lain, namun memiliki fungsi strategis dalam rantai distribusi regional.

**Tabel 4.3 Jumlah Kunjungan Kapal (Calls) Terminal Kalimas Tahun 2023**

No	Bulan	Jumlah Kunjungan Kapal (Calls)
1	Januari	32
2	Februari	26
3	Maret	45
4	April	35
5	Mei	37
6	Juni	52
7	Juli	64
8	Agustus	35
9	September	28
10	Oktober	46

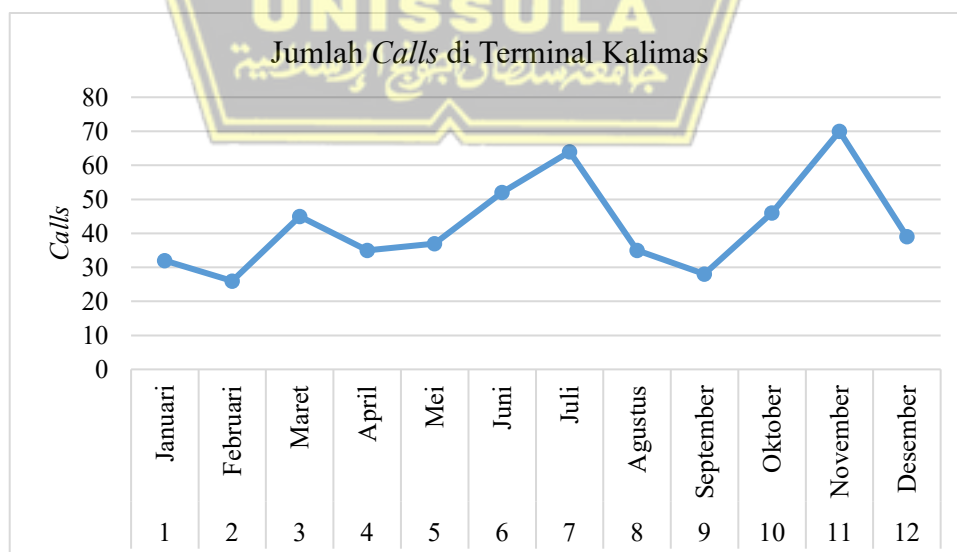
No	Bulan	Jumlah Kunjungan Kapal (Calls)
11	November	70
12	Desember	39

Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3-2023 (diolah)

Berdasarkan Tabel 4.3, Terminal Kalimas-Tanjung Perak memiliki volume *Calls* paling rendah dibandingkan terminal lain di APBS, dengan kisaran antara 26-70 kunjungan per bulan. Puncak tertinggi terjadi pada November (70 *Calls*), sedangkan titik terendah pada Februari (26 *Calls*).

Meskipun *Volume Calls* tergolong kecil, terminal ini memiliki fungsi strategis dalam melayani kapal-kapal berukuran kecil hingga menengah, khususnya untuk distribusi kargo ke wilayah-wilayah sekitar. Kenaikan jumlah kunjungan di bulan Juni (52 *Calls*) dan November (70 *Calls*) menunjukkan adanya pengaruh musiman yang sejalan dengan tren di terminal lain.

Secara operasional, rendahnya *Volume Calls* membuat Terminal Kalimas cenderung lebih stabil dan tidak menghadapi tekanan besar pada kapasitas pemanduan. Namun, konsistensi layanan tetap penting untuk memastikan kelancaran Pergerakan kapal, mengingat terminal ini menjadi salah satu simpul distribusi penting bagi pelayaran domestik skala menengah.



Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3-2023.

**Gambar 4.4 Tren Kunjungan Kapal Terminal Kalimas Tahun 2023**

#### 4.2.4 Kunjungan Kapal di Terminal Nilam Mirah

Terminal Nilam-Mirah fokus pada komoditas curah cair dan produk industri. Pergerakan kapal di terminal ini sangat bergantung pada permintaan pasar dan jadwal distribusi industri.

**Tabel 4.4 Jumlah Kunjungan Kapal (*Calls*) Terminal Nilam Mirah Tahun 2023**

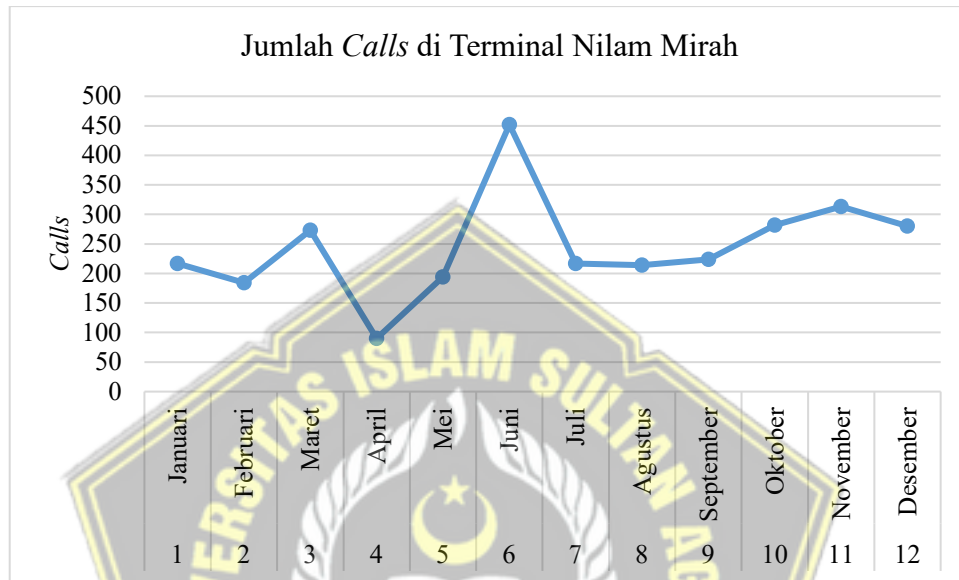
No	Bulan	Jumlah Kunjungan Kapal ( <i>Calls</i> )
1	Januari	217
2	Februari	184
3	Maret	273
4	April	90
5	Mei	194
6	Juni	452
7	Juli	217
8	Agustus	214
9	September	224
10	Oktober	282
11	November	313
12	Desember	280

Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3-2023 (diolah)

Berdasarkan Tabel 4.4, Terminal Nilam-Mirah-Tanjung Perak mencatat fluktuasi *Calls* yang cukup signifikan. Volume kunjungan kapal terendah tercatat pada April (90 *Calls*), sedangkan puncak tertinggi terjadi pada Juni (452 *Calls*), lebih dari lima kali lipat dibandingkan bulan April.

Lonjakan pada Juni sejalan dengan tren di terminal-terminal lain di APBS, yang kemungkinan disebabkan oleh puncak musim perdagangan dan peningkatan Pergerakan komoditas curah cair seperti minyak nabati, bahan bakar, dan produk industri. Setelah Juni, jumlah *Calls* cenderung stabil di kisaran 200-300 *Calls* per bulan, dengan sedikit kenaikan pada November (313 *Calls*).

Karakteristik Terminal Nilam-Mirah yang berfokus pada kargo curah cair membuat volume kunjungan kapal sangat dipengaruhi oleh permintaan industri dan pola distribusi komoditas. Implikasi operasionalnya adalah perlunya kesiapan fasilitas bongkar muat dan pemanduan pada periode lonjakan agar proses tetap efisien dan aman.



Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3-2023.

**Gambar 4.5 Tren Kunjungan Kapal Terminal Nilam Mirah Tahun 2023**

#### 4.2.5 Kunjungan Kapal di Terminal Tanjung Perak

Total *Calls* ini merupakan agregasi dari seluruh terminal di Pelabuhan Tanjung Perak. Angka ini menjadi indikator umum beban pemanduan di pelabuhan.

**Tabel 4.5 Jumlah Kunjungan Kapal (*Calls*) Total Terminal Tanjung Perak Tahun 2023**

No	Bulan	Jumlah Kunjungan Kapal ( <i>Calls</i> )
1	Januari	452
2	Februari	421
3	Maret	505
4	April	412
5	Mei	361

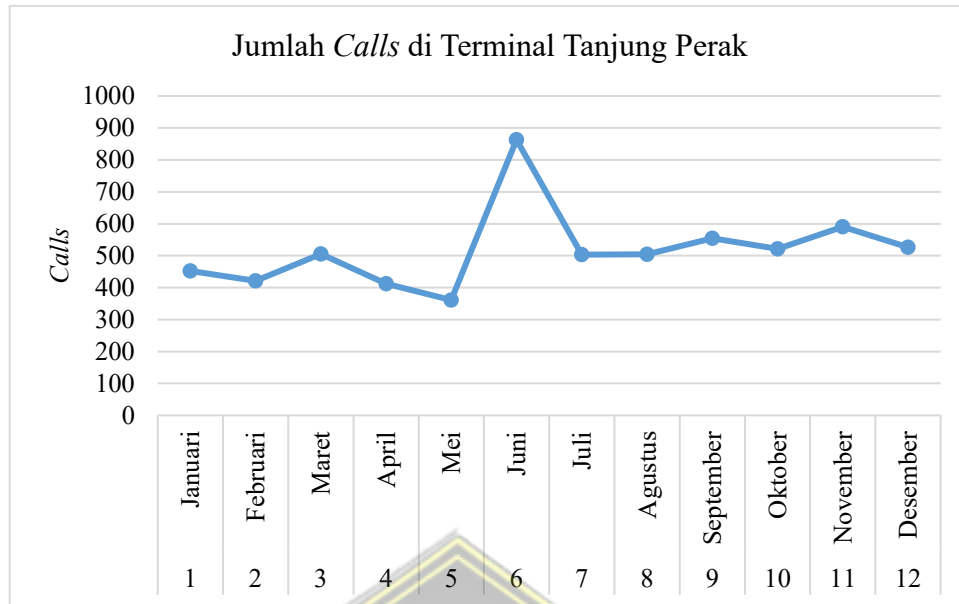
No	Bulan	Jumlah Kunjungan Kapal (Calls)
6	Juni	863
7	Juli	503
8	Agustus	504
9	September	554
10	Oktober	521
11	November	590
12	Desember	526

Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3-2023 (diolah)

Berdasarkan Tabel 4.5 dan Gambar 4.6, total kunjungan kapal di seluruh terminal Pelabuhan Tanjung Perak pada tahun 2023 menunjukkan pola fluktuatif dengan puncak yang sangat menonjol pada bulan Juni (863 *Calls*), hampir dua kali lipat dibandingkan rata-rata bulanan. Sebaliknya, jumlah *Calls* terendah terjadi pada bulan Mei (361 *Calls*).

Lonjakan pada bulan Juni ini selaras dengan pola di hampir semua terminal di APBS, yang mengindikasikan adanya faktor eksternal berskala luas seperti peningkatan arus perdagangan pertengahan tahun, konsolidasi jadwal kapal, atau pengiriman massal komoditas tertentu.

Secara operasional, peningkatan signifikan pada bulan Juni dan kenaikan moderat pada November (590 *Calls*) menjadi momen kritis yang menuntut kesiapan optimal baik dari sisi SDM pemanduan maupun fasilitas pendukung. Tanpa manajemen beban yang tepat, lonjakan volume seperti ini berpotensi meningkatkan waktu tunggu dan mengurangi efisiensi operasional.



Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3-2023.

**Gambar 4.6 Tren Kunjungan Kapal Terminal Tanjung Perak Tahun 2023**

#### 4.2.6 Rekapitulasi Tren Kunjungan Kapal di Seluruh Terminal APBS Tahun 2023

Setelah dilakukan analisis per terminal, langkah selanjutnya adalah menyajikan rekapitulasi tren *Calls* untuk seluruh terminal yang berada di bawah wilayah kerja APBS. Rekapitulasi ini berguna untuk melihat kontribusi relatif masing-masing terminal terhadap total beban pemanduan di Pelabuhan Tanjung Perak, sekaligus mengidentifikasi periode puncak (*peak season*) dan periode rendah (*low season*) secara agregat.

**Tabel 4.6 Rekapitulasi Jumlah Kunjungan Kapal (*Calls*) per Terminal Tahun 2023**

Bulan	Gresik	Jamrud	Kalimas	Nilam Mirah	Tj. Perak
Januari	501	302	32	217	452
Februari	444	277	26	184	421
Maret	456	347	45	273	505
April	335	76	35	90	412
Mei	412	235	37	194	361
Juni	542	664	52	452	863

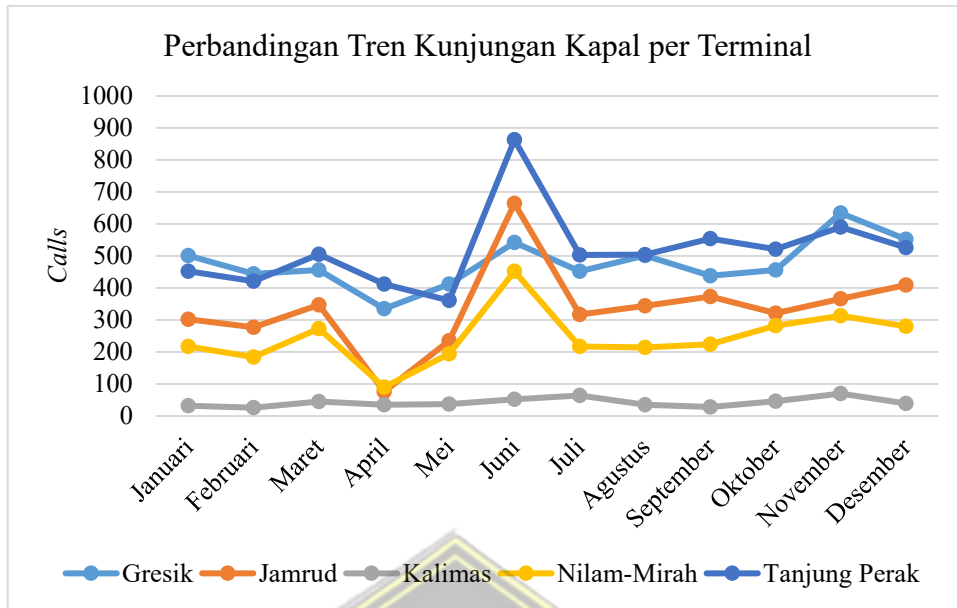
Bulan	Gresik	Jamrud	Kalimas	Nilam Mirah	Tj. Perak
Juli	452	317	64	217	503
Agustus	501	344	35	214	504
September	438	373	28	224	554
Oktober	456	321	46	282	521
November	634	366	70	313	590
Desember	552	409	39	280	526

Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3-2023 (diolah).

Dari Tabel 4.6, terlihat bahwa kontribusi terbesar terhadap total *Calls* Pelabuhan Tanjung Perak berasal dari Terminal Gresik dan Terminal Jamrud, diikuti Terminal Nilam-Mirah. Terminal Kalimas mencatat volume terendah, namun tetap memainkan peran penting dalam melayani kapal berukuran kecil hingga menengah.

Bulan Juni menonjol sebagai puncak kunjungan kapal di seluruh terminal, dengan total agregat 863 *Calls* di Terminal Tanjung Perak. Lonjakan ini terjadi secara serentak di hampir semua terminal, yang mengindikasikan pengaruh faktor eksternal berskala luas, seperti puncak musim perdagangan pertengahan tahun, konsolidasi jadwal pelayaran, dan peningkatan permintaan distribusi komoditas.

Sementara itu, bulan April dan Mei cenderung menjadi periode rendah untuk sebagian besar terminal. Pola ini penting untuk diantisipasi dalam perencanaan operasional, karena memungkinkan penjadwalan perawatan fasilitas dan pengelolaan beban kerja SDM yang lebih seimbang.



Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3-2023 (diolah).

**Gambar 4.7 Perbandingan Tren Kunjungan Kapal per Terminal - 2023**

#### 4.3 Tren Pergerakan Kapal (Gerakan)

Pergerakan kapal (*ship movement* atau Gerakan) merupakan salah satu indikator utama intensitas aktivitas operasional di pelabuhan. Berbeda dengan data *Calls* yang hanya menghitung jumlah kunjungan kapal, data Gerakan mencakup seluruh aktivitas olah gerak kapal di perairan pelabuhan, termasuk kedatangan, perpindahan antar dermaga (*shifting*), dan keberangkatan. Oleh karena itu, jumlah Gerakan umumnya lebih tinggi dibandingkan jumlah kunjungan kapal karena satu kunjungan dapat menghasilkan lebih dari satu aktivitas gerak.

Analisis tren Pergerakan kapal di wilayah kerja PT. Pelindo Regional 3, khususnya Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS), memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang beban kerja layanan pemanduan dan pengaturan lalu lintas kapal. Data yang digunakan dalam subbab ini bersumber dari Monitoring Perbulan Regional 3-2023 dan mencakup lima entitas utama:

1. Terminal Gresik
2. Terminal Jamrud-Tanjung Perak
3. Terminal Kalimas-Tanjung Perak
4. Terminal Nilam-Mirah-Tanjung Perak
5. Terminal Tanjung Perak

Setiap terminal memiliki karakteristik operasional yang berbeda, yang memengaruhi jumlah dan pola Pergerakan kapal sepanjang tahun. Misalnya, terminal yang melayani kapal petikemas dan penumpang cenderung memiliki jadwal tetap namun volume besar pada periode tertentu, sementara terminal curah kering atau curah cair lebih dipengaruhi oleh fluktuasi permintaan industri.

Pembahasan akan dilakukan secara berurutan per terminal, dimulai dari Terminal Gresik, diikuti terminal lainnya, dan ditutup dengan rekapitulasi keseluruhan. Pada setiap subbagian, data akan disajikan dalam bentuk tabel bulanan dan grafik tren tahunan, dilengkapi analisis naratif deskriptif untuk menjelaskan fenomena operasional yang terjadi.

#### 4.3.1 Pergerakan Kapal di Terminal Gresik

Terminal Gresik adalah simpul penting arus curah (kering/cair) dan *general cargo* di APBS. Karakter tersebut biasanya memunculkan intensitas Gerakan tinggi terutama saat puncak pasokan industri. Data bulanan berikut diambil dari baris Kapal Gerak (Pelayanan Pemanduan) yang mencerminkan jumlah Gerakan tiap bulan.

**Tabel 4.7 Pergerakan Kapal di Terminal Gresik**

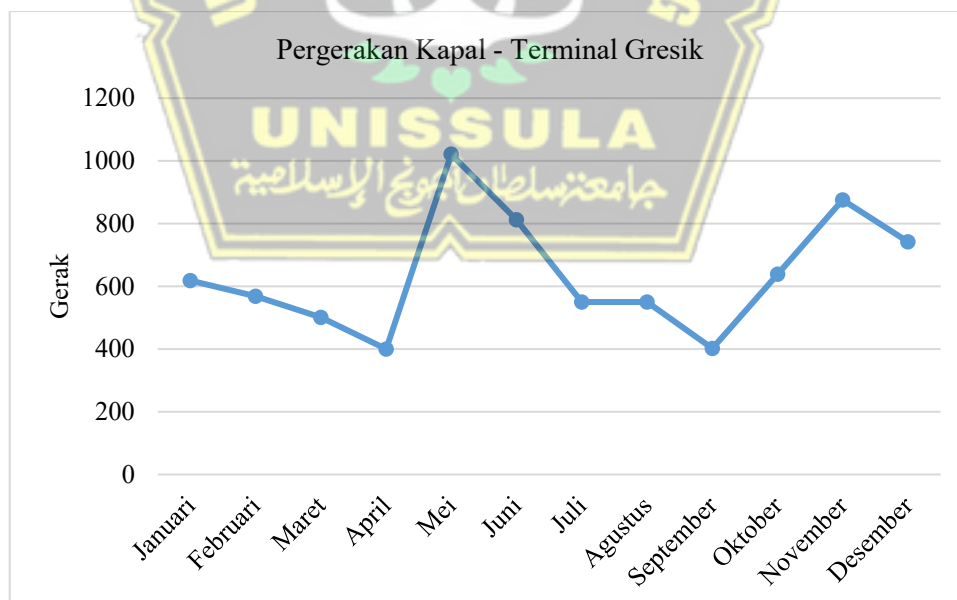
Bulan	Gerakan
Januari	618
Februari	568
Maret	501
April	400
Mei	1.021
Juni	812
Juli	550
Agustus	550
September	402
Oktober	639
November	876

Bulan	Gerakan
Desember	742

Sumber: Monitoring Perbulan Regional 3-2023, Terminal Gresik.

Tabel 4.7 memperlihatkan fluktuasi signifikan: puncak terjadi pada Mei (1.021 Gerakan), diikuti November (876) dan Desember (742). Ini mengindikasikan dorongan muatan menjelang pertengahan dan akhir tahun umumnya periode percepatan pengapalan komoditas industri. Sebaliknya, April (400) dan September (402) menjadi titik terendah, yang lazim muncul saat jeda permintaan atau jeda operasi (*maintenance*) sehingga intensitas olah gerak menurun.

Kenaikan tajam pada Mei-yang jauh di atas pola bulan lain-perlu dicermati dalam perencanaan kapasitas (alokasi pandu, kapal tunda, serta koordinasi VTS). Di periode-periode puncak ini, risiko antre layanan dan peningkatan Waktu Tunggu Pandu (WTP) cenderung naik bila tidak diimbangi pengaturan *shift* dan prioritas trafik. Sementara itu, fase rendah (April/September) dapat dimanfaatkan untuk penjadwalan *downtime* peralatan dan rotasi SDM tanpa mengganggu kelancaran layanan.



Sumber: Monitoring Perbulan Regional 3-2023, Terminal Gresik.

**Gambar 4.8 Tren Pergerakan Kapal di Terminal Gresik**

Secara keseluruhan, pola Terminal Gresik menunjukkan musiman yang jelas: akselerasi Gerakan pada Mei-Juni dan di akhir tahun, dengan lembah pada April dan September. Temuan ini sejalan dengan karakter komoditas curah/*general cargo* yang dipengaruhi kalender produksi-distribusi dan kontrak pengapalan.

#### 4.3.2 Pergerakan Kapal di Terminal Jamrud

Terminal Jamrud-Tanjung Perak merupakan salah satu terminal multipurpose utama di Pelabuhan Tanjung Perak yang melayani kapal penumpang, kapal petikemas, kapal kargo konvensional, dan kapal curah. Aktivitasnya sangat dipengaruhi oleh jadwal pelayaran reguler, musim liburan, serta dinamika perdagangan domestik maupun internasional. Data Pergerakan kapal di terminal ini sepanjang tahun 2023 diukur melalui indikator Pelayanan Pemanduan - Kapal Gerak, yang mencerminkan jumlah Gerakan kapal bulanan, termasuk kedatangan, keberangkatan, dan *shifting*.

**Tabel 4.8 Pergerakan Kapal di Terminal Jamrud**

Bulan	Gerakan (Kapal Gerak)
Januari	619
Februari	568
Maret	705
April	145
Mei	477
Juni	1.384
Juli	892
Agustus	864
September	672
Oktober	670
November	753
Desember	861

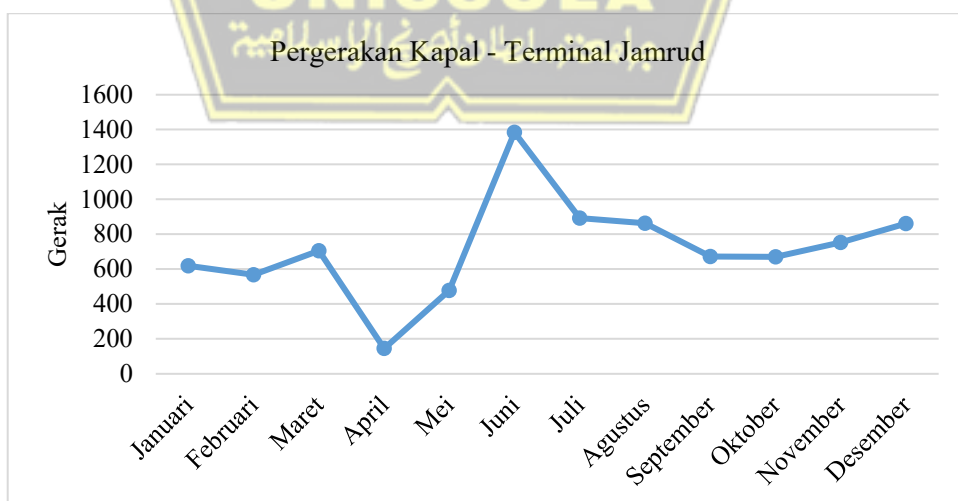
Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3-2023, Terminal Jamrud (diolah).

Berdasarkan Tabel 4.8, Pergerakan kapal di Terminal Jamrud-Tanjung Perak menunjukkan fluktuasi tajam sepanjang tahun. Puncak Pergerakan terjadi pada bulan Juni dengan 1.384 Gerakan, yang kemungkinan besar disebabkan oleh padatnya arus kapal penumpang menjelang liburan sekolah dan meningkatnya aktivitas perdagangan. Lonjakan ini memerlukan koordinasi intensif antara petugas pandu, kapal tunda, dan VTS untuk memastikan kelancaran dan keselamatan operasional.

Sebaliknya, bulan April mencatat jumlah Gerakan terendah yaitu hanya 145 Gerakan. Penurunan signifikan ini dapat dihubungkan dengan faktor musiman, seperti periode libur panjang yang mengurangi frekuensi pelayaran atau adanya penjadwalan ulang kedatangan kapal akibat faktor cuaca dan perbaikan fasilitas.

Pergerakan relatif stabil terlihat pada bulan Agustus (864 Gerakan), Oktober (670 Gerakan), dan Desember (861 Gerakan), yang menandakan pola musiman kedua menjelang akhir tahun, bertepatan dengan peningkatan permintaan logistik dan transportasi penumpang.

Secara operasional, data ini menunjukkan bahwa Terminal Jamrud-Tanjung Perak memerlukan strategi pengaturan kapasitas yang fleksibel, dengan alokasi sumber daya manusia dan armada yang mampu mengakomodasi lonjakan mendadak pada periode tertentu, sekaligus mengoptimalkan pemanfaatan fasilitas pada periode rendah.



Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3-2023, Terminal Jamrud (diolah).

**Gambar 4.9 Tren Pergerakan Kapal di Terminal Jamrud**

#### 4.3.3 Pergerakan Kapal di Terminal Kalimas

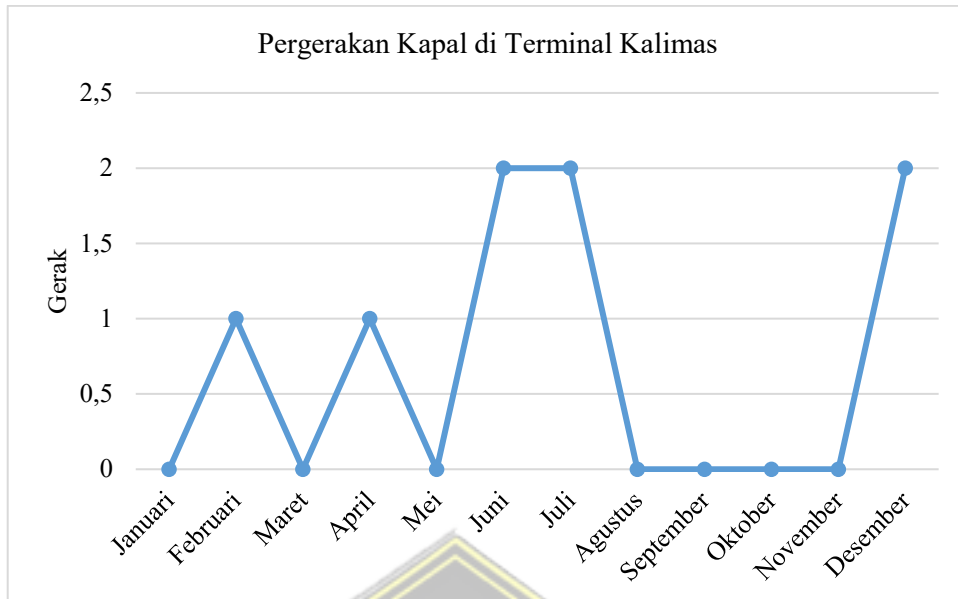
Terminal Kalimas-Tanjung Perak melayani terutama kapal-kapal domestik berukuran kecil-menengah. Indikator yang digunakan adalah Pelayanan Pemanduan - Kapal Gerak (jumlah gerakan yang dilayani pandu), sehingga yang tercatat di sini adalah Gerakan yang memang memerlukan pemanduan.

**Tabel 4.9 Pergerakan Kapal di Terminal Kalimas**

Bulan	Gerakan
Januari	0
Februari	1
Maret	0
April	1
Mei	0
Juni	2
Juli	2
Agustus	0
September	0
Oktober	0
November	0
Desember	2

Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3-2023, (diolah).

Pergerakan yang dilayani pandu di Terminal Kalimas pada 2023 sangat rendah (total 8 gerakan), dengan puncak minor pada Juni-Juli (masing-masing 2 Gerakan) dan Desember (2 gerakan). Bulan lain cenderung nol atau satu Gerakan. Pola ini logis mengingat tidak semua kunjungan kapal di Kalimas mensyaratkan pemanduan (banyak kapal kecil/reguler yang tidak memerlukan pandu). Secara operasional, terminal ini tidak menjadi pusat beban pemanduan; implikasinya, alokasi SDM pandu dapat diprioritaskan ke terminal yang lebih padat, sembari menjaga kesiapsiagaan untuk permintaan sporadis di Kalimas pada bulan-bulan dengan lonjakan kecil.



Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3-2023, (diolah).

**Gambar 4.10 Tren Pergerakan Kapal di Terminal Kalimas**

#### 4.3.4 Pergerakan Kapal di Terminal Nilam Mirah

Terminal Nilam Mirah melayani komoditas curah cair dan produk industri yang sensitif terhadap siklus pasokan, sehingga intensitas Pergerakan kapal (gerakan) sangat dipengaruhi pola produksi dan distribusi. Untuk menilai beban layanan pemanduan secara operasional, subbab ini menggunakan indikator Pelayanan Pemanduan - Kapal Gerak. Data bulanan 2023 disajikan pada Tabel berikut dan divisualisasikan pada grafik tren tahunan.

**Tabel 4.10 Pergerakan Kapal di Terminal Nilam Mirah**

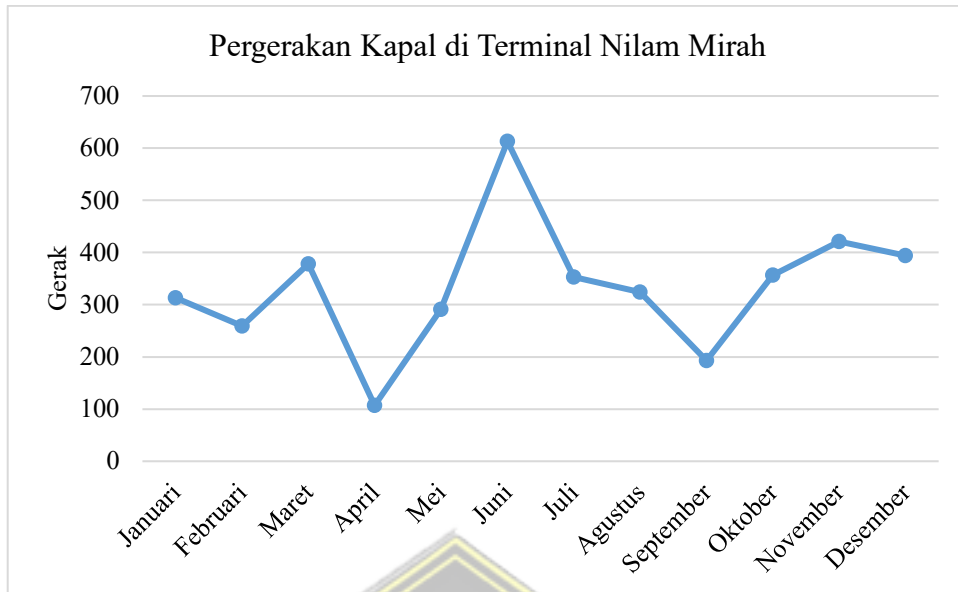
Bulan	Gerakan (Kapal Gerak)
Januari	313
Februari	259
Maret	378
April	107
Mei	291
Juni	613
Juli	353
Agustus	324

Bulan	Gerakan (Kapal Gerak)
September	193
Oktober	357
November	421
Desember	394

Sumber: Monitoring Perbulan Regional 3-2023.

Dari Tabel dan Gambar di atas tampak fluktuasi yang jelas sepanjang tahun. Puncak Pergerakan terjadi pada Juni (613 gerakan)-jauh di atas rata-rata bulanan yang mengindikasikan konsentrasi pasokan/penarikan muatan curah cair pada pertengahan tahun. Setelah itu, volume tetap tinggi-menengah pada Juli (353) dan Agustus (324), kemudian menguat kembali pada November (421) dan Desember (394). Di sisi lain, April (107) menjadi titik terendah, yang lazim berhubungan dengan jeda permintaan, keterbatasan pasokan, atau penjadwalan ulang kedatangan akibat faktor operasional/cuaca.

Secara operasional, profil ini menyiratkan kebutuhan penambahan kapasitas layanan pada periode puncak (khususnya Juni), melalui: (i) penguatan alokasi pandu dan kesiapan kapal pandu, (ii) koordinasi intensif dengan VTS untuk manajemen antrean dan prioritas trafik curah cair, serta (iii) penyesuaian *shift* dan *stand-by* guna mencegah kenaikan Waktu Tunggu Pandu (WTP). Pada fase rendah (mis. April), manajemen dapat memanfaatkan jeda untuk *maintenance* fasilitas dan rotasi SDM tanpa menurunkan mutu layanan.



Sumber: Monitoring Perbulan Regional 3-2023.

**Gambar 4.11 Tren Pergerakan Kapal di Terminal Nilam Mirah**

#### 4.3.5 Pergerakan Kapal di Terminal Tanjung Perak

Sebagai agregat seluruh terminal di Pelabuhan Tanjung Perak, indikator Kapal Gerak mencerminkan beban layanan pemanduan aktual yang harus ditangani sepanjang tahun. Data ini penting untuk mengidentifikasi periode puncak (*peak*) dan fase rendah guna perencanaan kapasitas SDM pandu, kapal pandu, serta koordinasi VTS.

**Tabel 4.11 Pergerakan Kapal di Total Terminal Tanjung Perak**

Bulan	Gerakan (Kapal Gerak)
Januari	1.273
Februari	1.061
Maret	1.325
April	997
Mei	992
Juni	2.323
Juli	4.257
Agustus	4.644
September	5.349

Bulan	Gerakan (Kapal Gerak)
Oktober	1.246
November	1.539
Desember	1.366

Sumber: Monitoring Perbulan Regional 3-2023.

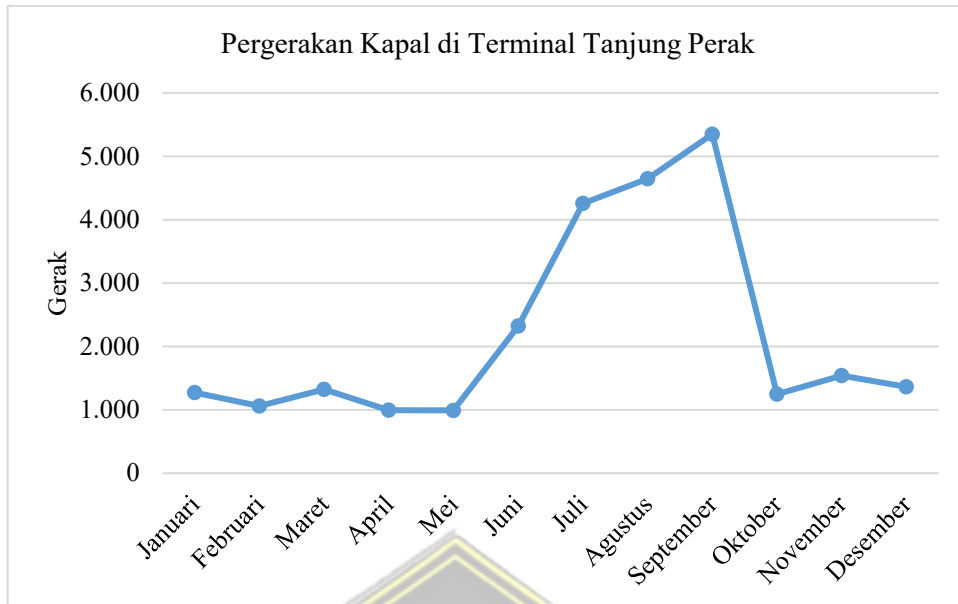
Berdasarkan Tabel 4.11, beban layanan pemanduan di Tanjung Perak menunjukkan pola fluktuasi tajam. Teridentifikasi periode puncak beruntun pada Juni-September, dengan elevasi paling menonjol pada Juli (4.257 gerakan), Agustus (4.644), dan September (5.349)-jauh melampaui kisaran rata-rata bulanan ( $\approx 2.198$  gerakan/bulan). Kenaikan tajam ini selaras dengan temuan per terminal sebelumnya (Jamrud dan Nilam-Mirah), yang mencerminkan konsolidasi trafik pada puncak musim perdagangan dan penarikan pasokan komoditas industri.

Sebaliknya, fase terendah terjadi pada Mei (992 Gerakan) dan April (997), yang dapat dimanfaatkan sebagai jendela *maintenance* fasilitas dan rotasi SDM tanpa mengganggu mutu layanan. Setelah puncak September, terjadi normalisasi pada Oktober-Desember (1.246-1.366 gerakan), meski November (1.539) sempat menunjukkan penguatan musiman menjelang penutupan tahun.

Secara operasional, profil agregat ini menyiratkan kebutuhan strategi manajemen kapasitas yang adaptif:

1. Penebalan *shift* dan stand-by pandu pada Juni-September untuk menekan potensi peningkatan Waktu Tunggu Pandu (WTP).
2. Koordinasi erat dengan VTS guna manajemen antrean dan prioritas (terutama kapal berisiko/berukuran besar).
3. Penjadwalan perawatan pada periode rendah (April-Mei) agar aset siap menghadapi puncak berikutnya.

Temuan rekap ini sekaligus memperkuat relevansi skema metode alternatif (*VTS/E-Pilotage*) yang telah disimulasikan pada sub bab berikut, terutama untuk segmen kapal berisiko rendah-menengah ketika terjadi lonjakan musiman.



Sumber: Monitoring Perbulan Regional 3-2023.

**Gambar 4.12 Tren Pergerakan Kapal di Terminal Tanjung Perak.**

#### 4.3.6 Rekapitulasi Tren Gerakan di Seluruh Terminal APBS Tahun 2023

Rekapitulasi ini bertujuan memberikan gambaran menyeluruh mengenai total beban layanan pemanduan di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) sepanjang tahun 2023. Data bersumber dari indikator Pelayanan Pemanduan - Kapal Gerak pada laporan Monitoring Perbulan Regional 3-2023 untuk setiap terminal yang beroperasi di wilayah kerja PT. Pelindo Regional 3.

**Tabel 4.12 Rekapitulasi Pergerakan Kapal di Seluruh Terminal APBS, 2023**

Bulan	Gresik	Jamrud	Kalimas	Nilam Mirah	Tanjung Perak
Januari	619	1.008	0	313	1.273
Februari	568	872	1	259	1.061
Maret	705	947	0	378	1.325
April	145	890	1	107	997
Mei	477	701	0	291	992
Juni	1.384	1.432	2	613	2.323
Juli	892	3.010	2	353	4.257
Agustus	864	3.664	0	324	4.644
September	672	4.484	0	193	5.349

Bulan	Gresik	Jamrud	Kalimas	Nilam Mirah	Tanjung Perak
Oktober	670	889	0	357	1.246
November	753	1.118	0	421	1.539
Desember	861	1.013	2	394	1.366
Total	9.610	19.028	8	4.003	26.372

Sumber: Monitoring Perbulan Regional 3-2023 (diolah).

Grafik berikut ini memperlihatkan tren bulanan masing-masing terminal dan total APBS, sehingga memudahkan identifikasi sinkronisasi atau perbedaan pola puncak antar terminal.

1. Dominasi Beban oleh Terminal di Tanjung Perak

Terminal-terminal di Pelabuhan Tanjung Perak (Jamrud, Nilam-Mirah, Kalimas) secara agregat mendominasi beban layanan pemanduan, dengan Total Tanjung Perak mencapai 26.372 Gerakan atau hampir tiga kali lipat Terminal Gresik (9.610 gerakan).

2. Pola Puncak Konsisten di Semester II

Semua terminal, kecuali Kalimas yang volumenya rendah, menunjukkan puncak beban pada Juli-September. Puncak tertinggi di Total Tanjung Perak tercapai pada September (5.349 gerakan), dipicu lonjakan di Jamrud dan Nilam-Mirah.

3. Terminal Kalimas sebagai Beban Minor

Hanya mencatat 8 gerakan sepanjang tahun, Kalimas tidak menjadi faktor signifikan dalam beban total, tetapi tetap memerlukan kesiapsiagaan layanan.

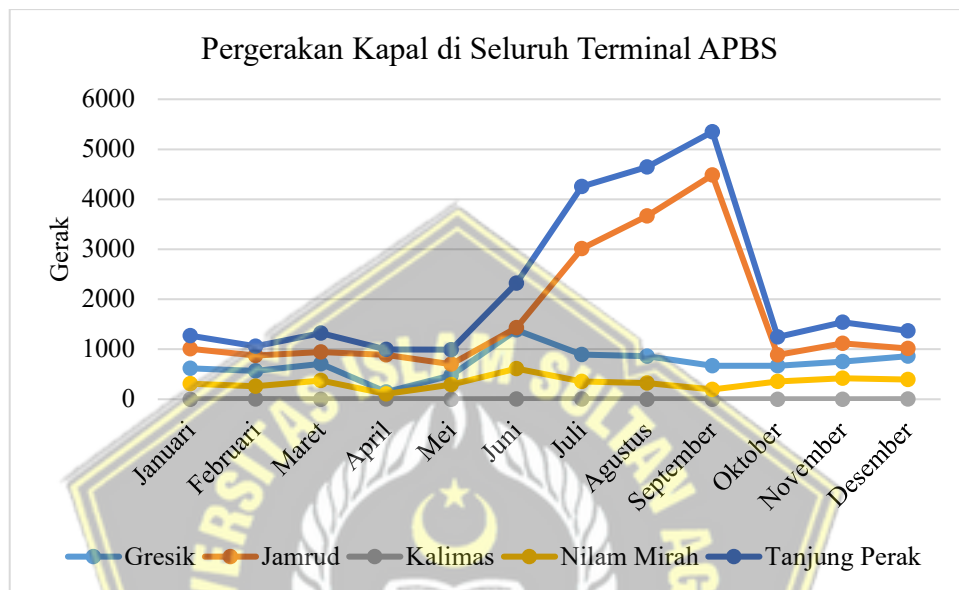
4. Lonjakan Khusus di Terminal Gresik dan Jamrud

- Gresik mengalami lonjakan besar pada Juni (1.384 gerakan) yang konsisten dengan peningkatan arus kapal curah dan *general cargo*.
- Jamrud melonjak signifikan pada September (4.484 gerakan), diduga akibat konsentrasi bongkar muat komoditas ekspor-impor.

5. Implikasi Operasional

- Juli-September memerlukan penebalan *shift* pandu dan kapal pandu tambahan.

- April-Mei sebagai fase rendah dapat dimanfaatkan untuk *maintenance* dan pelatihan SDM.
- Perbedaan profil antar terminal membuka peluang penerapan metode alternatif (*VTs/E-Pilotage*) selektif untuk mereduksi WTP pada terminal dengan lonjakan ekstrem.



Sumber: Monitoring Perbulan Regional 3-2023 (diolah).

**Gambar 4.13 Tren Pergerakan Kapal di Seluruh Terminal APBS**

#### 4.4 Tren Waktu Pelayanan Pemanduan

Waktu Tunggu Pandu (*Waiting Time for Pilot* atau WTP) adalah indikator kinerja pelayanan pemanduan kapal yang mengukur durasi antara waktu kapal dinyatakan siap dipandu (*ready for pilotage*) hingga saat pandu mulai memberikan layanan. Satuan WTP biasanya dinyatakan dalam jam (atau menit bila nilainya sangat rendah). Nilai WTP yang kecil menandakan koordinasi yang baik, efisiensi dalam penugasan pandu, serta kesiapan sumber daya manusia (SDM) dan sarana pendukung. Sebaliknya, nilai yang tinggi dapat mengindikasikan hambatan seperti keterbatasan armada pandu, jadwal yang padat, cuaca buruk, atau masalah teknis lainnya.

Di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS), WTP menjadi salah satu parameter penting dalam mengevaluasi efektivitas tiga metode pemanduan yang

menjadi fokus penelitian: metode fisik (*onboard pilotage*), *Vessel Traffic Service* (VTS), dan *E-Pilotage*. Meskipun penelitian ini berfokus pada perbandingan metode, pemahaman tren WTP aktual di lapangan memberikan gambaran dasar tentang bagaimana kinerja saat ini dan potensi peningkatan yang dapat dicapai bila metode alternatif diterapkan.

Data WTP yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari Laporan Monitoring Perbulan Regional 3-2023 yang disusun oleh PT. Pelindo Regional 3. Data mencakup nilai bulanan WTP untuk setiap terminal utama yang berada di bawah koordinasi APBS. Terminal-terminal tersebut meliputi:

1. Terminal Gresik
2. Terminal Jamrud - Tanjung Perak
3. Terminal Kalimas - Tanjung Perak
4. Terminal Nilam Mirah - Tanjung Perak
5. Total agregat Pelabuhan Tanjung Perak

Setiap nilai WTP yang diambil adalah nilai konsolidasi (gabungan seluruh jenis kapal dan dermaga di terminal tersebut), sehingga mencerminkan kinerja umum, bukan hanya pada satu segmen pasar atau jenis kapal tertentu.

Analisis tren WTP di setiap terminal bertujuan untuk:

- Mengidentifikasi bulan-bulan dengan kinerja terbaik (WTP terendah) dan terburuk (WTP tertinggi).
- Menilai konsistensi pelayanan dari bulan ke bulan.
- Menemukan pola musiman atau pengaruh faktor eksternal yang signifikan.
- Memberikan dasar perbandingan untuk simulasi penerapan metode pemanduan alternatif.

#### **4.4.1 Waktu Pelayanan Pemanduan di Terminal Gresik**

Waktu pelayanan pemanduan diukur berdasarkan *Approach Time* (AT), yaitu durasi sejak pandu naik ke kapal di area boarding ground hingga kapal tiba di dermaga. AT merepresentasikan waktu efektif yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pemanduan dan menjadi indikator utama kinerja layanan pandu. Sementara itu, *Waiting Time for Pilot* (WTP) digunakan sebagai indikator pendukung untuk menilai efisiensi awal proses pemanduan.

Tabel 4.13 menyajikan data konsolidasi AT dan WTP di Terminal Gresik selama tahun 2023. Data ini berasal dari Monitoring Perbulan Regional 3 PT. Pelindo (Persero).

**Tabel 4.13 Waktu Tunggu Pandu (WTP) dan *Approach Time* (AT)  
Konsolidasi di Terminal Gresik Tahun 2023**

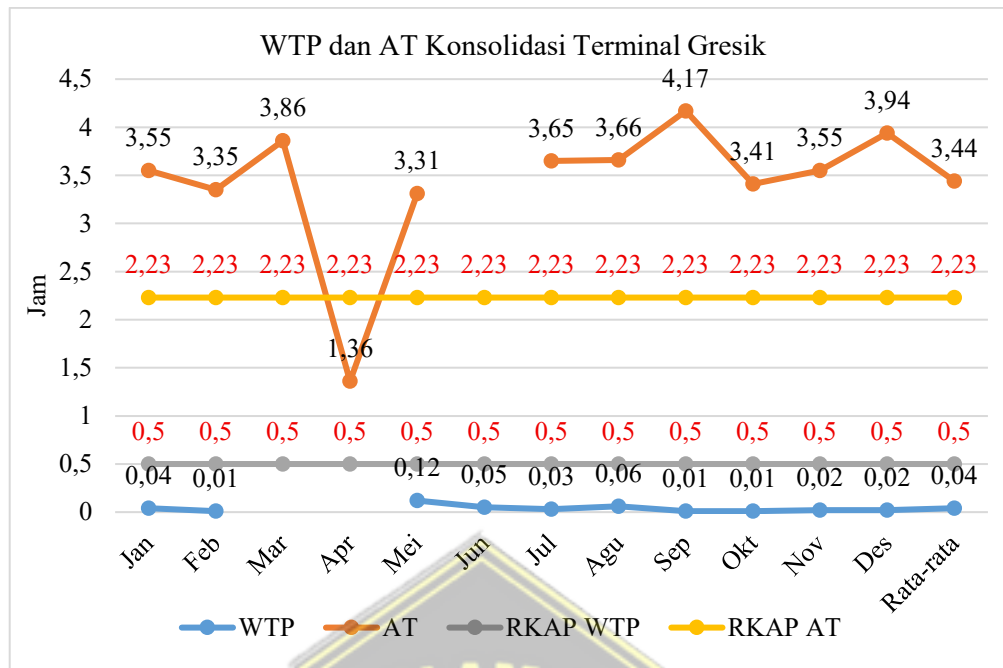
Indikator	Satuan	RKAP	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Rata-rata
Waiting Time (WT) for Pilot	Jam	0,50	0,04	0,01	-	-	0,12	0,05	0,03	0,06	0,01	0,01	0,02	0,02	<b>0,04</b>
<i>Approach Time</i> (AT)	Jam	2,23	3,55	3,35	3,86	1,36	3,31	-	3,65	3,66	4,17	3,41	3,55	3,94	<b>3,44</b>

Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3 - PT. Pelindo (2023), (diolah).

Berdasarkan Tabel 4.13, nilai rata-rata WTP pada Terminal Gresik adalah 0,04 jam atau sekitar 2,4 menit, jauh di bawah RKAP (0,50 jam). Hal ini menunjukkan bahwa kapal hampir tidak mengalami keterlambatan berarti dalam menunggu pandu.

Sebaliknya, nilai rata-rata AT mencapai 3,44 jam, lebih tinggi dibandingkan RKAP yang ditetapkan sebesar 2,23 jam. Artinya, waktu pelayanan pemanduan di Terminal Gresik masih relatif panjang dan belum memenuhi target perencanaan. Nilai AT juga berfluktuasi, dengan periode terendah pada bulan April (1,36 jam) dan tertinggi pada bulan September (4,17 jam). Fluktuasi ini dapat dipengaruhi oleh faktor kondisi alur pelayaran, kepadatan lalu lintas kapal, serta efisiensi koordinasi antara pandu, nakhoda, dan otoritas pelabuhan.

Tren perbandingan WTP dan AT di Terminal Gresik dapat dilihat pada Gambar 4.14 berikut.



Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3 - PT. Pelindo (2023).

**Gambar 4.14 Tren WTP dan AT Konsolidasi Terminal Gresik Tahun 2023**

Secara umum, hasil analisis menunjukkan bahwa meskipun waktu tunggu pandu (WTP) sudah sangat efisien, namun durasi pelaksanaan pemanduan (AT) masih cukup tinggi dan menjadi tantangan utama dalam peningkatan kinerja pelayanan pemanduan di Terminal Gresik.

#### 4.4.2 Waktu Pelayanan Pemanduan di Terminal Jamrud

Pelayanan pemanduan di Terminal Jamrud dianalisis menggunakan indikator utama *Approach Time* (AT), yang merepresentasikan durasi sejak pandu naik kapal hingga kapal mencapai dermaga. *Waiting Time for Pilot* (WTP) juga dianalisis sebagai indikator pendukung untuk menilai efisiensi awal proses pemanduan.

Data konsolidasi WTP dan AT Terminal Jamrud selama tahun 2023 disajikan pada Tabel 4.14 berikut.

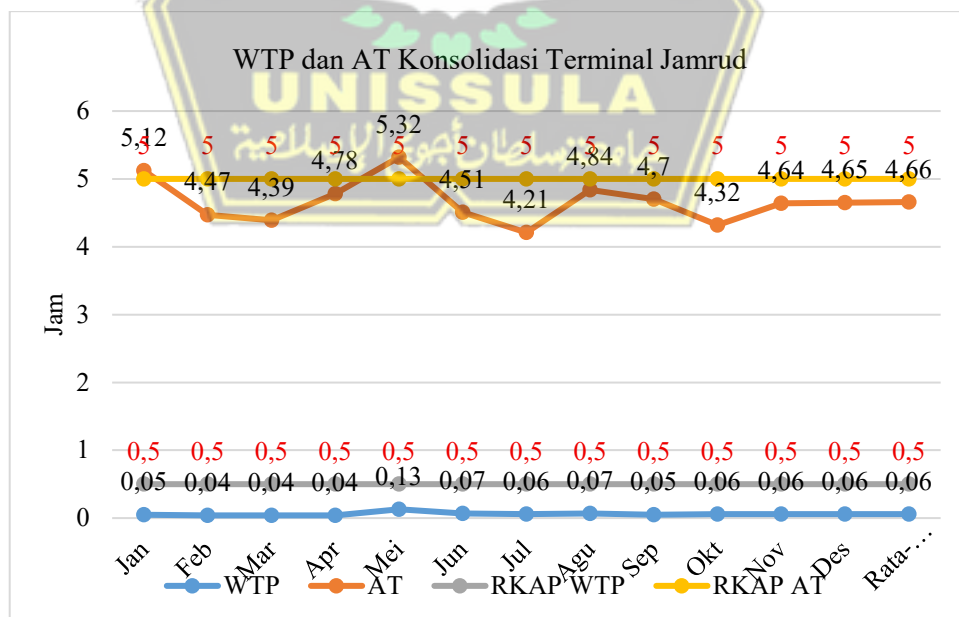
**Tabel 4.14 WTP dan AT Konsolidasi di Terminal Jamrud Tahun 2023**

Indikator	Satuan	RKAP	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Rata-rata
Waiting Time (WT) for Pilot	Jam	0,50	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,13	0,07	0,06	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06
Approach Time (AT)	Jam	5,00	5,12	4,47	4,39	4,78	5,32	4,51	4,21	4,84	4,70	4,32	4,64	4,65	4,66

Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3 - PT. Pelindo (2023), (diolah).

Berdasarkan Tabel 4.14, rata-rata WTP Terminal Jamrud adalah 0,06 jam atau sekitar 3,6 menit. Nilai ini menunjukkan bahwa kapal relatif tidak mengalami hambatan signifikan dalam menunggu pandu. Nilai WTP ini juga sudah jauh di bawah target RKAP sebesar 0,50 jam, sehingga dapat disimpulkan bahwa ketersediaan pandu di Terminal Jamrud sangat baik.

Sementara itu, rata-rata AT tercatat sebesar 4,66 jam, lebih rendah dibandingkan RKAP 5,00 jam. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja pemanduan di Terminal Jamrud cukup baik karena berhasil menekan waktu pelayanan di bawah target yang ditetapkan. Namun demikian, terdapat fluktuasi AT sepanjang tahun. AT terendah terjadi pada bulan Juli (4,21 jam), sementara yang tertinggi pada bulan Mei (5,32 jam). Variasi ini dipengaruhi oleh kondisi lalu lintas kapal di alur, ketersediaan dermaga, serta faktor cuaca dan arus di kawasan Tanjung Perak.



Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3 - PT. Pelindo (2023).

**Gambar 4.15 Tren WTP dan AT Konsolidasi di Terminal Jamrud Tahun 2023**

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa Terminal Jamrud memiliki kinerja pelayanan pemanduan yang cukup efisien, dengan waktu tunggu sangat singkat dan waktu pelayanan pemanduan yang relatif stabil serta lebih baik dari target perencanaan.

#### **4.4.3 Waktu Tunggu Pandu di Terminal Kalimas**

Terminal Kalimas merupakan salah satu terminal di Pelabuhan Tanjung Perak yang mayoritas melayani kapal-kapal kecil dan menengah, terutama untuk angkutan barang antar-pulau, distribusi domestik, dan kapal rakyat (*pelra*). Berdasarkan ketentuan perundangan yang berlaku, kapal dengan ukuran di bawah batas tonase tertentu tidak diwajibkan menggunakan jasa pemanduan.

Sepanjang tahun 2023, seluruh kapal yang masuk dan keluar melalui Terminal Kalimas berada di bawah persyaratan wajib pandu, sehingga tidak terdapat kegiatan pemanduan di terminal ini. Hal ini membuat nilai Waktu Tunggu Pandu (WTP) tidak relevan untuk dihitung, dan dicatat sebagai “-” (tidak ada data) pada seluruh bulan.

Berdasarkan data yang diperoleh di lapangan, didapat:

1. Terminal Kalimas tidak Ada Aktivitas Pandu. Kondisi ini konsisten di seluruh bulan selama 2023. Terminal Kalimas beroperasi penuh melayani kapal-kapal yang bebas dari kewajiban pandu.
2. Karena tidak memerlukan pandu, proses sandar dan berangkat kapal di terminal ini lebih singkat dari perspektif formalitas pemanduan. Namun, faktor keselamatan navigasi tetap dijaga melalui pengawasan VTS dan koordinasi dengan syahbandar.
3. Terminal Kalimas tidak memberikan kontribusi data kuantitatif WTP, tetapi memberikan perspektif penting bahwa tidak semua segmen pelabuhan memerlukan metode pemanduan fisik, VTS, atau *E-Pilotage*, sehingga strategi implementasi bisa berbeda per terminal.

#### **4.4.4 Waktu Tunggu Pandu di Terminal Nilam Mirah**

Waktu tunggu pandu (*Waiting Time for Pilot/WTP*) dan waktu pelayanan pemanduan (*Approach Time/AT*) merupakan indikator utama dalam mengevaluasi

kinerja layanan pemanduan di Terminal Nilam Mirah. WTP menunjukkan lamanya kapal menunggu pandu sejak tiba di area boarding ground, sedangkan AT mengukur durasi proses pemanduan sejak pandu naik ke kapal hingga kapal tiba di dermaga.

Data konsolidasi WTP dan AT Terminal Nilam Mirah tahun 2023 disajikan pada Tabel 4.15 berikut.

**Tabel 4.15 WTP dan AT Konsolidasi di Terminal Nilam Mirah Tahun 2023**

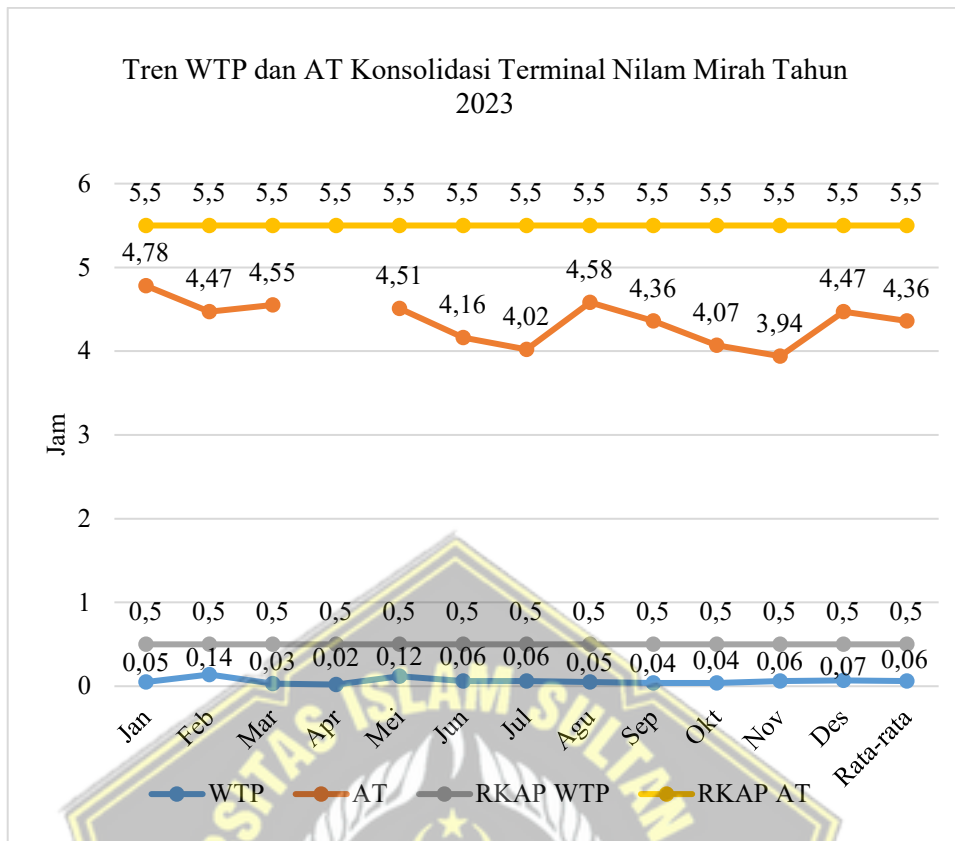
Indikator	Satuan	RKAP	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Rata-rata
Waiting Time (WT) for Pilot	Jam	0,50	0,05	0,14	0,03	0,02	0,12	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,06	0,07	0,06
Approach Time (AT)	Jam	5,50	4,78	4,47	4,55		4,51	4,16	4,02	4,58	4,36	4,07	3,94	4,47	4,36

Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3 - PT. Pelindo (2023).

Berdasarkan Tabel 4.15 rata-rata WTP Terminal Nilam Mirah adalah 0,06 jam atau setara dengan 3,6 menit. Nilai ini masih jauh di bawah target RKAP sebesar 0,50 jam, sehingga menunjukkan bahwa ketersediaan pandu di terminal ini sangat baik, dan kapal tidak banyak mengalami hambatan untuk segera dipandu.

Sementara itu, rata-rata AT tercatat sebesar 4,36 jam, lebih rendah daripada target RKAP 5,50 jam. Hal ini menandakan bahwa pelayanan pemanduan di Terminal Nilam Mirah cukup efisien karena dapat menekan waktu pelayanan di bawah standar yang direncanakan. AT terendah terjadi pada bulan November (3,94 jam), sementara nilai tertinggi tercatat pada bulan Januari (4,78 jam). Fluktuasi ini dapat dipengaruhi oleh variasi lalu lintas kapal, ketersediaan fasilitas tambat, serta kondisi arus laut yang berbeda sepanjang tahun.

Tren WTP dan AT di Terminal Nilam Mirah ditunjukkan pada Gambar 4.16 berikut.



Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3 - PT. Pelindo (2023).

**Gambar 4.16 Tren WTP dan AT Konsolidasi Terminal Nilam Mirah Tahun 2023**

Grafik tren WTP dan AT konsolidasi Terminal Nilam Mirah Tahun 2023 memperlihatkan pola fluktuasi WTP yang relatif datar dan AT yang lebih bervariasi).

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa Terminal Nilam Mirah memiliki kinerja pelayanan pemanduan yang baik dengan WTP sangat rendah dan AT stabil di bawah target RKAP. Kondisi ini mencerminkan adanya efisiensi proses pemanduan sekaligus kesiapan operasional pandu yang terjaga sepanjang tahun.

#### 4.4.5 Waktu Tunggu Pandu di Terminal Tanjung Perak

Terminal Teluk Lamong Tanjung Perak (TTL) merupakan salah satu terminal utama di kawasan Pelabuhan Tanjung Perak yang didukung teknologi semi-otomatis dalam kegiatan bongkar muat. Efektivitas layanan pemanduan di terminal

ini sangat penting karena lalu lintas kapal yang padat dan beragam, sehingga analisis waktu tunggu pandu (WTP) dan waktu pelayanan pemanduan (AT) menjadi indikator utama dalam menilai kinerja operasional.

**Tabel 4.16 WTP dan AT Konsolidasi di Terminal Teluk Lamong Tahun 2023**

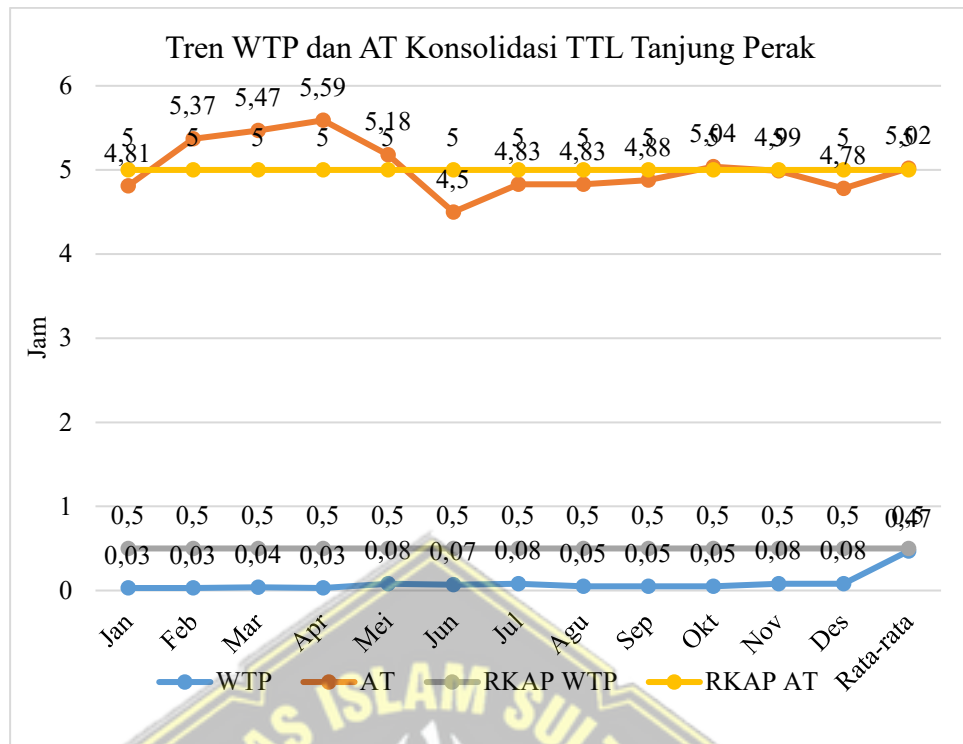
Indikator	Satuan	RKAP	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Rata-rata
Waiting Time (WT) for Pilot	Jam	0,50	0,03	0,03	0,04	0,03	0,08	0,07	0,08	0,05	0,05	0,05	0,08	0,08	0,47
Approach Time (AT)	Jam	5,00	4,81	5,37	5,47	5,59	5,18	4,50	4,83	4,83	4,88	5,04	4,99	4,78	5,02

Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3 - PT. Pelindo (2023).

Dari Tabel 4.16 terlihat bahwa rata-rata WTP Terminal Teluk Lamong Tanjung Perak mencapai 0,47 jam ( $\pm$  28 menit). Angka ini hampir mendekati standar RKAP 0,50 jam.

Sementara itu, rata-rata AT tercatat sebesar 5,02 jam, sedikit lebih tinggi dari target RKAP sebesar 5,00 jam. Meskipun demikian, variasi AT masih dalam rentang yang wajar dengan nilai tertinggi pada bulan Mei (5,59 jam) dan terendah pada Juni (4,50 jam). Kondisi ini menunjukkan bahwa kinerja pelayanan pemanduan di TTL relatif stabil, meskipun sesekali dipengaruhi oleh dinamika arus kapal dan kondisi terminal.

Tren fluktuasi WTP dan AT Terminal Teluk Lamong Tanjung Perak sepanjang tahun 2023 divisualisasikan pada Gambar 4.17 berikut.



Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3 - PT. Pelindo (2023).

**Gambar 4.17 Tren WTP dan AT Konsolidasi TTL Tanjung Perak**

Grafik di atas memperlihatkan anomali lonjakan WTP pada bulan Agustus serta stabilitas AT sekitar 5 jam).

Secara keseluruhan, hasil analisis mengindikasikan bahwa Terminal Teluk Lamong Tanjung Perak memiliki kinerja layanan pemanduan yang cukup baik, dengan WTP rata-rata sesuai standar. Namun, anomali pada bulan Agustus menjadi catatan penting yang perlu ditindaklanjuti agar tidak terulang, mengingat dampaknya dapat mengurangi efisiensi pelayanan kapal.

#### 4.4.6 Rekapitulasi Waktu Tunggu Pandu (WTP) di Seluruh Terminal APBS

Rekapitulasi hasil analisis Waktu Tunggu Pandu (WTP) dan *Approach Time* (AT) pada seluruh terminal di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) disajikan pada Tabel 4.17. Data ini memperlihatkan kinerja aktual dibandingkan dengan target Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) tahun 2023.

**Tabel 4.17 Rata-Rata WTP per Terminal APBS 2023**

Terminal	WTP RKAP (Jam)	Rata- rata WTP (Jam)	AT RKAP (Jam)	Rata-rata AT (Jam)	Keterangan
Terminal Gresik	0,50	0,04	2,23	3,44	Efisiensi tinggi pada WTP, AT melebihi target
Terminal Jamrud	0,50	0,06	5,00	4,66	Efisien baik pada WTP dan AT
Terminal Nilam Mirah	0,50	0,06	5,50	4,36	Efisien baik pada WTP dan AT
TTL Tanjung Perak	0,50	0,47	5,00	5,02	WTP mendekati RKAP, AT relatif sesuai target
Terminal Kalimas	-	-	-	-	Tidak ada kegiatan pemanduan

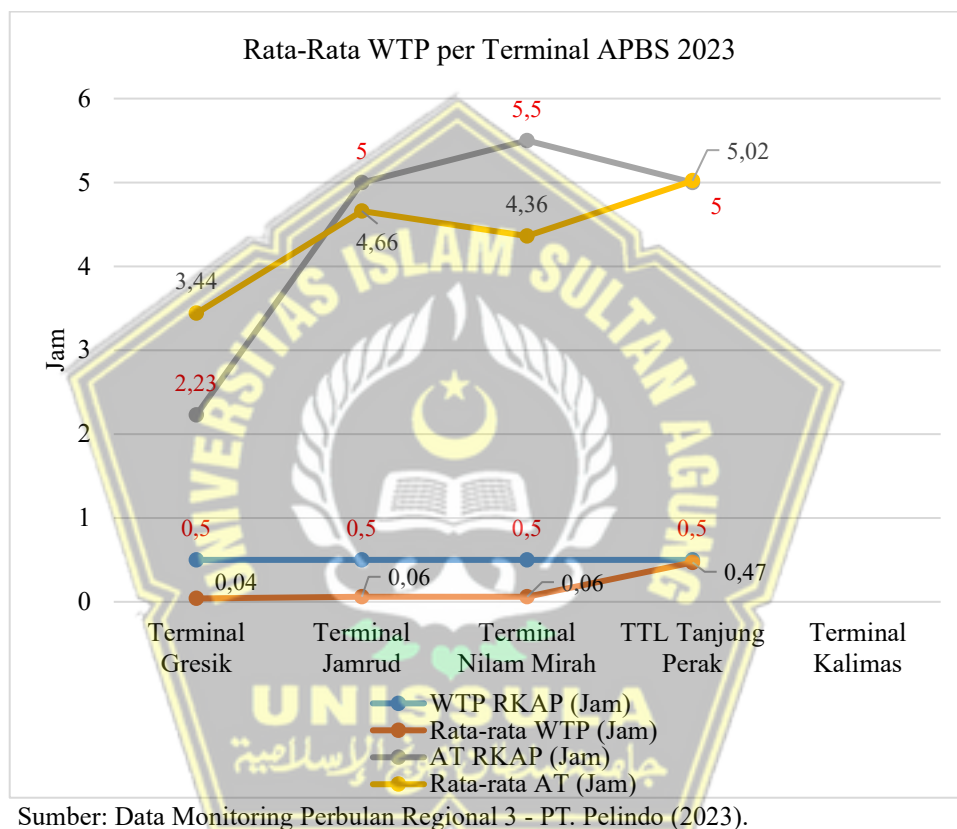
Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3 - PT. Pelindo (2023).

Berdasarkan Tabel 4.17, dapat disimpulkan bahwa seluruh terminal di APBS berhasil menjaga WTP rata-rata di bawah standar RKAP 0,50 jam, kecuali Terminal Teluk Lamong (TTL) Tanjung Perak yang masih mendekati batas dengan capaian 0,47 jam. Terminal Gresik menunjukkan kinerja terbaik dengan WTP rata-rata hanya 0,04 jam, jauh lebih efisien dari target RKAP. Terminal Jamrud dan Nilam Mirah juga mencatat WTP rata-rata sangat rendah (0,06 jam) sehingga dapat dikategorikan efisien.

Dari sisi *Approach Time* (AT), capaian antar-terminal bervariasi. Terminal Gresik justru memiliki AT rata-rata 3,44 jam, lebih tinggi dari target RKAP 2,23 jam, sehingga perlu perbaikan dalam proses pelayanan pemanduan. Sebaliknya, Terminal Jamrud dan Nilam Mirah mampu mencatat AT rata-rata yang lebih rendah dari RKAP (masing-masing 4,66 jam dan 4,36 jam), menunjukkan adanya efisiensi

dalam pelayanan pemanduan. Terminal TTL Tanjung Perak berada dalam kondisi relatif sesuai dengan RKAP, dengan AT rata-rata 5,02 jam.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa efisiensi pemanduan di APBS lebih menonjol pada aspek WTP, dengan mayoritas terminal berhasil mencapai capaian di bawah target. Namun demikian, aspek AT masih menunjukkan variasi yang signifikan, terutama di Terminal Gresik yang AT-nya melebihi target RKAP.



**Gambar 4.18 Perbandingan Rata-Rata WTP Tiap Terminal - APBS 2023**

Grafik di atas memperlihatkan perbandingan Rata-rata WTP dan RKAP (WTP) serta Rata-rata AT dan RKAP AT pada seluruh terminal APBS tahun 2023. Hasil visualisasi pada Gambar 4.18 memperkuat temuan rekapitulasi bahwa seluruh terminal APBS secara umum mampu menjaga WTP rata-rata di bawah target RKAP 0,50 jam, dengan perbedaan tingkat efisiensi antar terminal. Terminal Gresik menonjol sebagai terminal paling efisien dengan WTP hampir nol, diikuti oleh Terminal Jamrud dan Nilam Mirah yang stabil pada 0,06 jam. Sementara itu, Terminal TTL

Tanjung Perak meskipun masih memenuhi target, mencatatkan WTP yang relatif tinggi (0,47 jam), mendekati batas RKAP. Kondisi ini menandakan bahwa beban operasional di TTL lebih besar, sehingga membutuhkan manajemen penjadwalan pandu yang lebih optimal.

Pada aspek *Approach Time* (AT), variasi kinerja antar-terminal terlihat jelas. Terminal Gresik menunjukkan deviasi negatif, dengan AT rata-rata 3,44 jam yang lebih lama dari target RKAP 2,23 jam. Hal ini mengindikasikan perlunya optimalisasi koordinasi dan rute pelayanan pemanduan di terminal tersebut. Sebaliknya, Terminal Jamrud dan Nilam Mirah berhasil mencatatkan AT rata-rata di bawah RKAP, masing-masing 4,66 jam dan 4,36 jam, yang menunjukkan adanya efisiensi nyata dalam proses pemanduan. Terminal TTL Tanjung Perak relatif stabil, dengan AT 5,02 jam yang hampir sama dengan target RKAP 5,00 jam.

Dengan demikian, grafik ini menegaskan bahwa efisiensi pemanduan di APBS sudah sangat baik dari sisi WTP, namun masih terdapat ruang perbaikan pada AT, khususnya di Terminal Gresik. Temuan ini menjadi penting sebagai dasar rekomendasi kebijakan operasional dan strategi peningkatan layanan pemanduan di masa mendatang.

## **4.5 Analisis Efisiensi Operasional**

### **4.5.1 Dasar Perhitungan**

Asumsi dasar simulasi merupakan landasan penting dalam merancang skenario perbandingan kinerja tiga metode pemanduan kapal di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS), yaitu pemanduan fisik (*conventional pilotage*), *Vessel Traffic Services* (VTS), dan *E-Pilotage*. Asumsi ini dibangun berdasarkan kajian literatur resmi dari *International Maritime Organization* (IMO) dan hasil penelitian akademik yang relevan, sehingga parameter yang digunakan dalam simulasi bersifat realistis dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

#### **1. Landasan Teoretis**

Dokumen resmi IMO MSC.1/Circ.1595 - *E-Navigation Strategy Implementation Plan* menyatakan bahwa penerapan *e-navigation* dapat memberikan “*improved operational efficiency, reduction of delays in port*

*clearance, and enhanced coordination between ship and shore through the use of automated and standardized reporting procedures” (IMO, 2018).*

Selanjutnya, dalam MSC 85 Annex 20 - *Strategy for the Development and Implementation of E-Navigation* disebutkan bahwa “*automated and standardized reporting functions should harmonize and simplify ship-shore communications, reducing reporting requirements and improving clearance processes” (IMO, 2008).*

Pernyataan ini menunjukkan bahwa digitalisasi prosedur pemanduan, termasuk *standardized electronic reporting*, dapat mempercepat proses clearance dan koordinasi kapal-darat, sehingga berpotensi menurunkan waktu tunggu pandu (*Waiting Time Pilotage/WTP*).

## 2. Landasan Empiris

Beberapa penelitian akademik mendukung pandangan bahwa digitalisasi layanan pemanduan dapat meningkatkan efisiensi operasional. Menurut Maulana (2023), penerapan VTS yang terintegrasi dengan AIS, radar, dan komunikasi data *real-time* dapat mempercepat proses pengambilan keputusan navigasi dan mengurangi potensi antrean kapal di alur pelayaran.

Penerapan *remotE Pilotage* atau *E-Pilotage* mampu menghilangkan kebutuhan proses naik/turun pandu secara fisik, sehingga meminimalkan waktu tunggu dan mempercepat layanan kapal masuk maupun keluar pelabuhan.

Temuan-temuan ini memperkuat pandangan bahwa pengurangan WTP dapat dicapai melalui optimalisasi koordinasi, penghapusan proses fisik tertentu, dan percepatan pertukaran data antara kapal dan otoritas pelabuhan.

## 3. Penetapan Asumsi Simulasi

Berdasarkan landasan teoretis dan empiris tersebut, serta mempertimbangkan rentang manfaat efisiensi yang direkomendasikan IMO, penulis menetapkan parameter penurunan WTP dalam simulasi sebagai berikut:

**Tabel 4.18 Parameter Penurunan WTP**

Metode Pemanduan	Asumsi Penurunan WTP dibanding Baseline (fisik)	Justifikasi
Fisik	0% (baseline)	Metode konvensional dengan proses naik/turun pandu secara fisik tanpa dukungan digitalisasi koordinasi penuh.
VTs	$\pm 20\%$	Efisiensi moderat melalui percepatan koordinasi dan pengambilan keputusan (Maulana, 2022; IMO, 2018).
<i>E-Pilotage</i>	$\pm 35\%$	Menggabungkan keunggulan VTs dan penghapusan proses fisik naik/turun pandu, sehingga potensi pengurangan WTP lebih tinggi (Pratama & Sari, 2021; IMO, 2008).

Sumber: Kajian Literatur, 2025.

Persentase tersebut merupakan estimasi berbasis literatur dan pengalaman praktik terbaik, bukan angka absolut, sehingga bersifat asumtif untuk keperluan simulasi.

#### 4. Batasan Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam simulasi ini mempertimbangkan beberapa batasan, yaitu:

1. Kepadatan lalu lintas kapal di APBS yang bervariasi sepanjang tahun.
2. Kesiapan infrastruktur dan SDM, termasuk kemampuan integrasi sistem informasi antara kapal dan otoritas pelabuhan.
3. Faktor eksternal seperti kondisi cuaca, ketersediaan dermaga, dan hambatan administratif yang dapat memengaruhi hasil aktual di lapangan.

Batasan tersebut akan menghasilkan simulasi yang nantinya akan menggambarkan potensi efisiensi yang dapat dicapai dalam kondisi optimal, dan bukan prediksi mutlak.

#### 4.5.2 Efisiensi berbasis WTP (Fisik vs VTS vs *E-Pilotage*)

Simulasi penurunan waktu tunggu pandu (WTP) dilakukan untuk menilai dampak penerapan metode alternatif terhadap kinerja pelayanan kapal di setiap terminal Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS). Nilai baseline menggunakan rata-rata WTP aktual tahun 2023, sedangkan skenario VTS dan *E-Pilotage* dihitung berdasarkan asumsi penurunan masing-masing 20% dan 35% dari nilai baseline.

**Tabel 4.19 Simulasi WTP pada Seluruh Terminal APBS**

Terminal	Rata-rata WTP Aktual (Jam)	Simulasi VTS (-20%)	Simulasi <i>E-Pilotage</i> (-35%)	Keterangan
Terminal Gresik	0,04	0,03	0,03	WTP jauh di bawah RKAP (0,50 jam)
Terminal Jamrud	0,06	0,05	0,04	Kinerja lebih baik dari RKAP
Terminal Nilam Mirah	0,06	0,05	0,04	Stabil, efisiensi moderat
TTL Tanjung Perak	0,47	0,38	0,31	Potensi efisiensi signifikan
Terminal Kalimas	-	-	-	Tidak ada kegiatan pelayanan pemanduan

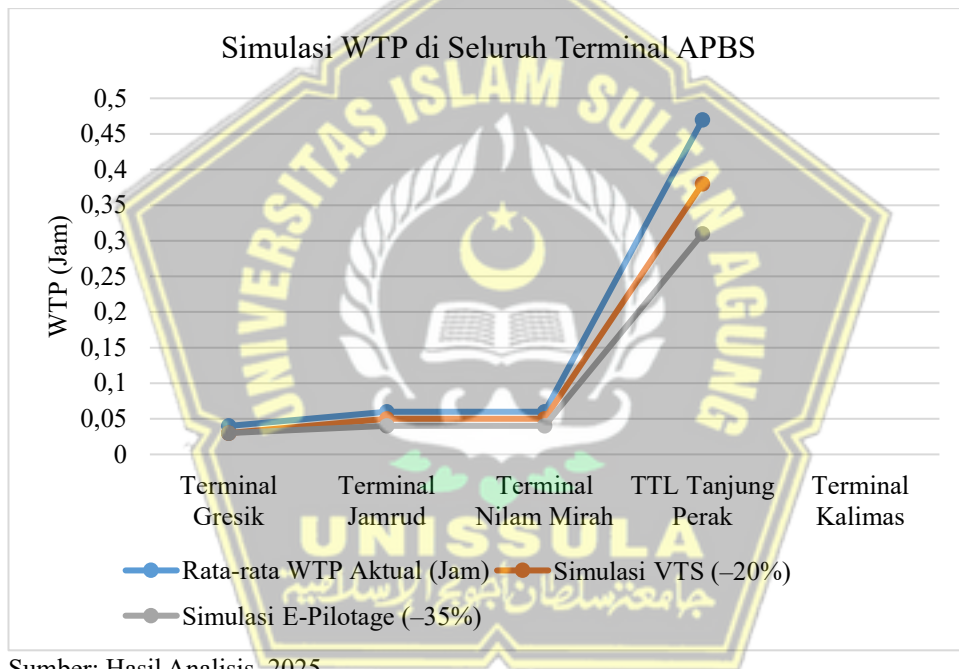
Sumber: Kajian Literatur, 2025.

Hasil simulasi menunjukkan beberapa poin penting:

1. Terminal Gresik, Jamrud, dan Nilam Mirah telah mencatat WTP aktual yang sangat rendah ( $\leq 0,06$  jam). Dampak penerapan VTS atau *E-Pilotage* tidak terlalu signifikan dalam persentase absolut, meskipun tetap menambah efisiensi.

2. TTL Tanjung Perak memiliki WTP tertinggi (0,47 jam), sehingga penerapan metode alternatif berpotensi memberikan penghematan paling besar. Dengan VTS, WTP turun menjadi 0,38 jam, sedangkan *E-Pilotage* menurunkan lebih jauh hingga 0,31 jam.
3. Terminal Kalimas tidak memiliki data WTP karena tidak termasuk dalam layanan pandu wajib, sehingga tidak dianalisis dalam simulasi ini.

Secara keseluruhan, hasil simulasi memperlihatkan bahwa meskipun WTP aktual rata-rata seluruh terminal APBS sudah berada di bawah target RKAP 0,50 jam, penerapan VTS dan *E-Pilotage* tetap dapat meningkatkan efisiensi waktu, terutama di terminal dengan intensitas tinggi seperti TTL Tanjung Perak.



Sumber: Hasil Analisis, 2025.

**Gambar 4.19 Tren Simulasi WTP pada Seluruh Terminal APBS**

Berikut adalah grafik simulasi WTP di seluruh terminal APBS tahun 2023. Grafik ini memperlihatkan perbandingan antara baseline (fisik), VTS, dan *E-Pilotage*. Terlihat bahwa dampak signifikan terjadi di TTL Tanjung Perak, sementara di terminal lain perbaikan relatif kecil karena WTP sudah rendah sejak awal.

#### 4.5.3 Efisiensi berbasis AT (Fisik vs VTS vs *E-Pilotage*)

Selain menggunakan Waktu Tunggu Pandu (WTP) sebagai indikator, penelitian ini juga menilai efisiensi operasional berdasarkan *Approach Time* (AT), yaitu waktu yang dibutuhkan kapal sejak pandu naik hingga proses sandar di dermaga. Parameter ini lebih menggambarkan efisiensi teknis pemanduan, khususnya terkait kelancaran manuver kapal, koordinasi antara kapal-pandu-VTS, serta kesiapan fasilitas dermaga.

Tabel 4.20 berikut menyajikan rata-rata AT aktual tahun 2023 di setiap terminal APBS, dibandingkan dengan nilai RKAP dan simulasi penerapan metode alternatif (VTS dan *E-Pilotage*).

**Tabel 4.20 Simulasi AT di Seluruh Terminal APBS**

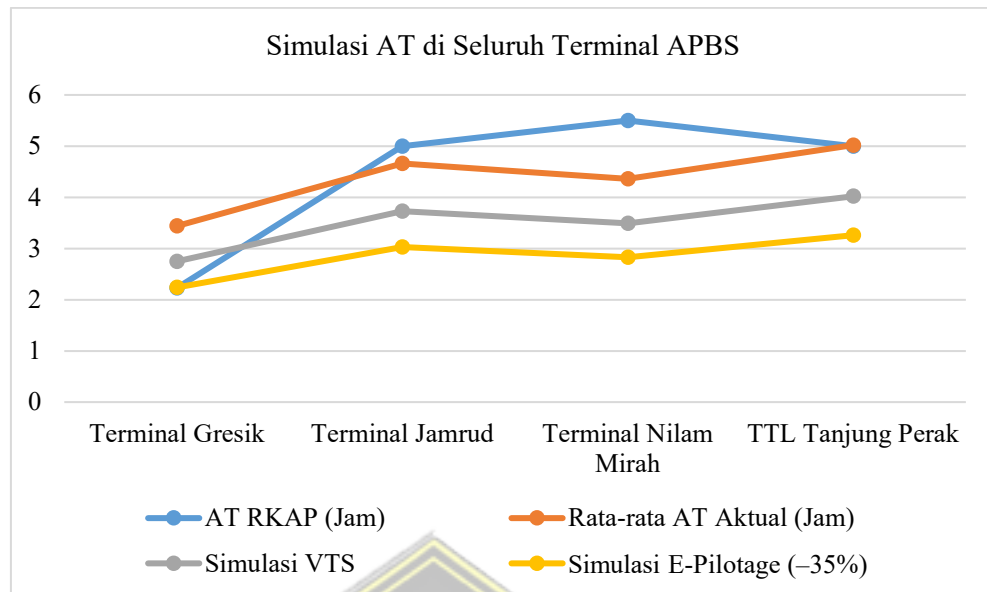
Terminal	AT RKAP (Jam)	Rata-rata AT Aktual (Jam)	Simulasi VTS (-20%)	Simulasi <i>E-Pilotage</i> (-35%)	Keterangan
Terminal Gresik	2,23	3,44	2,75	2,24	Aktual lebih tinggi dari RKAP, efisiensi potensial signifikan
Terminal Jamrud	5,00	4,66	3,73	3,03	Sudah mendekati RKAP, digitalisasi mempercepat proses
Terminal Nilam Mirah	5,50	4,36	3,49	2,83	Lebih baik dari RKAP, masih ada potensi efisiensi

Terminal	AT RKAP (Jam)	Rata-rata AT Aktual (Jam)	Simulasi VTS (-20%)	Simulasi <i>E-Pilotage</i> (-35%)	Keterangan
TTL Tanjung Perak	5,00	5,02	4,02	3,26	Hampir sesuai RKAP, digitalisasi dapat menekan waktu lebih jauh
Terminal Kalimas	-	-	-	-	Tidak ada kegiatan pemanduan

Sumber: Hasil Analisis, 2025.

Berdasarkan tabel di atas, diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Terminal Gresik menunjukkan rata-rata AT aktual (3,44 jam) lebih tinggi dari target RKAP (2,23 jam). Simulasi menunjukkan bahwa penerapan VTS dapat menurunkan AT menjadi 2,75 jam, sementara *E-Pilotage* berpotensi menekan hingga mendekati RKAP (2,24 jam). Hal ini menegaskan bahwa digitalisasi sangat relevan untuk meningkatkan efisiensi di terminal ini.
2. Terminal Jamrud mencatat rata-rata AT aktual 4,66 jam, lebih rendah dari RKAP (5,00 jam). Implementasi VTS dan *E-Pilotage* akan semakin memperpendek waktu pelayanan, meskipun capaian saat ini sudah baik.
3. Terminal Nilam Mirah memiliki kinerja AT aktual 4,36 jam, lebih baik dibanding RKAP (5,50 jam). Penggunaan metode alternatif tetap memberikan efisiensi tambahan, meski tidak terlalu signifikan.
4. TTL Tanjung Perak mencatat AT aktual sedikit lebih tinggi dari RKAP (5,02 jam vs 5,00 jam). Simulasi menunjukkan bahwa penerapan VTS dapat memangkas AT menjadi 4,02 jam, sedangkan *E-Pilotage* hingga 3,26 jam.
5. Terminal Kalimas tidak dianalisis karena tidak memiliki kegiatan pemanduan.



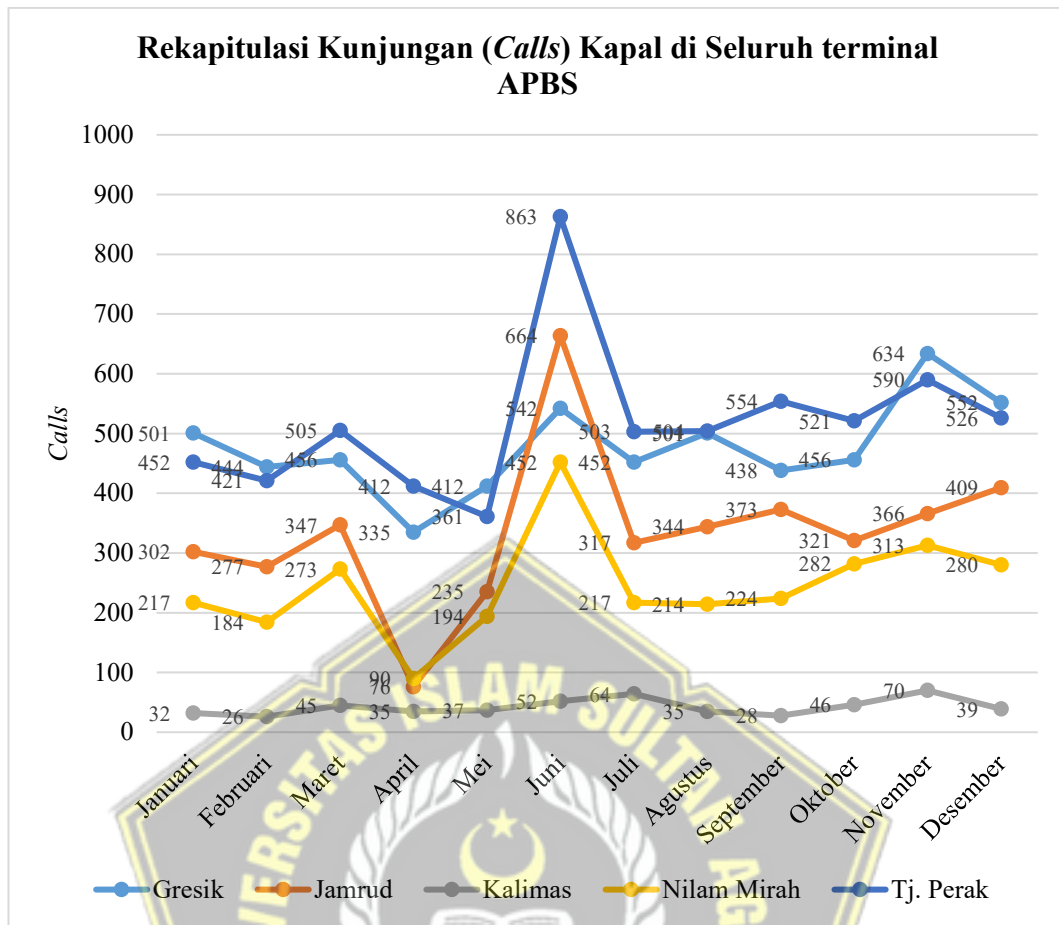
Sumber: Hasil Analisis, 2025.

**Gambar 4.20 Tren Simulasi AT di Seluruh Terminal APBS**

Secara umum, meskipun sebagian besar terminal APBS telah mencatat AT aktual yang cukup baik (bahkan di bawah RKAP), simulasi menunjukkan bahwa penerapan VTS dan *E-Pilotage* tetap dapat meningkatkan efisiensi. Dampak terbesar terlihat di Terminal Gresik yang masih mencatat AT aktual jauh di atas RKAP, sehingga penerapan digitalisasi pemanduan berpotensi membawa perbaikan signifikan.

#### 4.6 Rekapitulasi Hasil

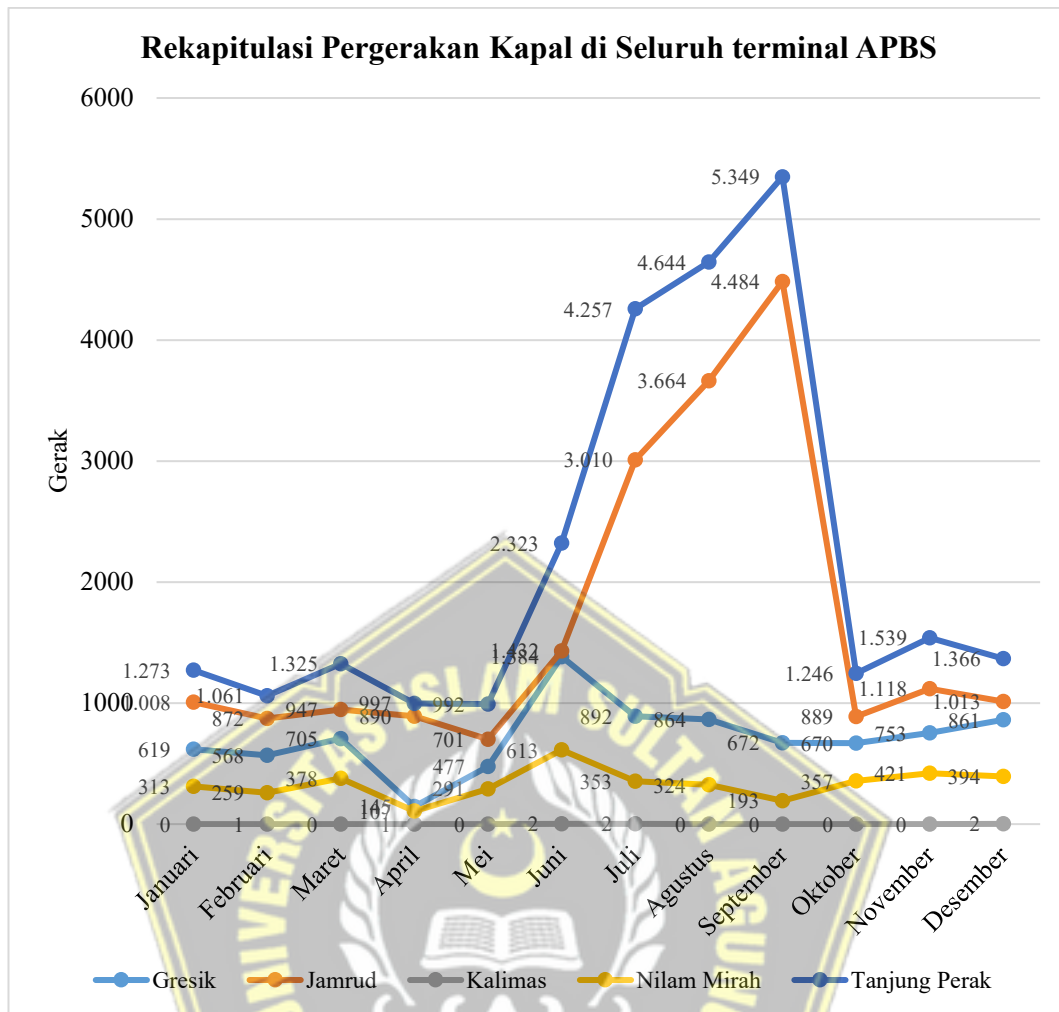
Sub bab berikut menyajikan Tabel Rekapitulasi Keseluruhan yang menggabungkan seluruh indikator kinerja pemanduan di APBS sepanjang 2023, yaitu jumlah kunjungan kapal (*Calls*), total Pergerakan (Gerakan), serta kinerja layanan berupa WTP dan AT untuk tiap terminal (Gresik, Jamrud, Kalimas, Nilam Mirah, dan Tanjung Perak).



Sumber: Hasil Analisis, 2025.

**Gambar 4.21 Rekapitulasi Kunjungan (*Calls*) Kapal di Seluruh terminal APBS**

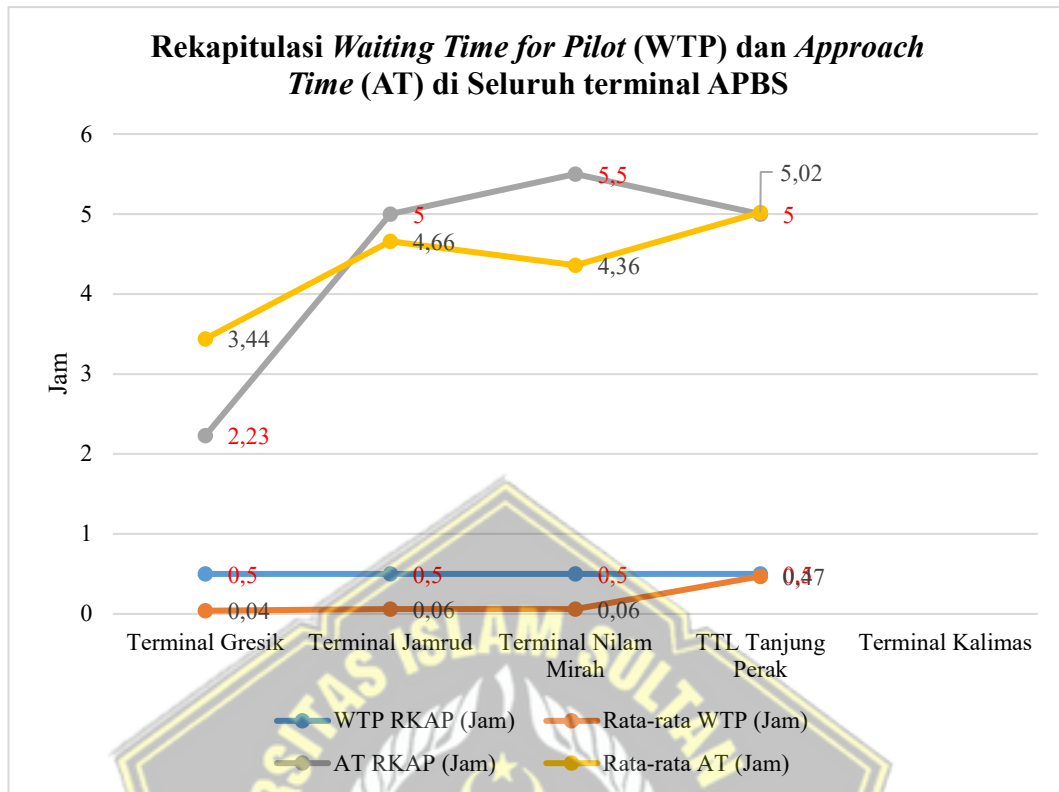
Grafik menunjukkan pola *peak-trough* yang tegas sepanjang 2023. Hampir semua terminal mengalami puncak *Calls* pada Juni, dipimpin Tanjung Perak (863) disusul Jamrud (664) dan Nilam Mirah (452); Gresik relatif stabil namun mencatat puncak tersendiri pada November (634). Sebaliknya, April-Mei adalah periode rendah, misalnya Jamrud turun ke 76 *Calls* pada April sebelum melonjak tajam dua bulan kemudian. Kalimas konsisten rendah (sekitar 26-70 per bulan) sehingga kontribusinya terhadap beban layanan pemanduan relatif kecil. Pola ini menandakan perlunya kesiapsiagaan sumber daya sejak Juni karena arus kedatangan yang tinggi akan memicu beban olah gerak pada bulan-bulan setelahnya.



Sumber: Hasil Analisis, 2025.

**Gambar 4.22 Rekapitulasi Pergerakan Kapal di Seluruh terminal APBS**

Setelah lonjakan *Calls* di Juni, beban Gerakan memuncak pada Juli-September. Agregat Terminal Tanjung Perak melonjak dari 2.323 (Juni) menjadi 4.257 (Juli), 4.644 (Agustus), dan mencapai puncak 5.349 (September), lalu kembali normal pada Oktober-Desember. Lonjakan ini terutama ditarik Terminal Jamrud (3.010-4.484 Gerakan pada Juli-September). Terminal Gresik memuncak lebih awal (1.384 pada Juni) dan Terminal Nilam Mirah juga tinggi di Juni (613); Terminal Kalimas nyaris nol sepanjang tahun. Pola *lag* antara puncak *Calls* (Juni) dan puncak Gerakan (Juli-September) memperlihatkan bahwa satu kunjungan memicu beberapa aktivitas olah gerak berikutnya (*arrival-shifting-departure*), sehingga periode kuartal 3 menjadi fase paling kritis bagi alokasi pandu, kapal pandu, dan VTS.



Sumber: Hasil Analisis, 2025.

**Gambar 4.23 Rekapitulasi WTP dan AT di Seluruh terminal APBS**

Perbandingan antara RKAP, WTP rata-rata seluruh terminal berada di bawah 0,50 jam: Terminal Gresik  $\approx 0,04$  jam, Terminal Jamrud  $\approx 0,06$  jam, Terminal Nilam Mirah  $\approx 0,06$  jam; TTL Tanjung Perak paling mendekati ambang ( $\approx 0,47$  jam). Untuk AT, Terminal Jamrud ( $\approx 4,66$  jam vs RKAP 5,00) dan Terminal Nilam Mirah ( $\approx 4,36$  vs 5,50) menunjukkan efisiensi nyata; TTL Tanjung Perak relatif on target ( $\approx 5,02$  vs 5,00); sedangkan Terminal Gresik masih di atas target ( $\approx 3,44$  vs 2,23) sehingga membutuhkan optimalisasi rute/penjadwalan dan dukungan digital (*VTS/E-Pilotage*) pada segmen risiko rendah. Kesimpulannya, respon layanan (WTP) sudah kuat di seluruh terminal, dan durasi pelayanan (AT) memerlukan perbaikan selektif, utamanya di Terminal Gresik agar beban puncak di kuartal 3 tidak menekan efisiensi.

#### 4.7 Analisis Dampak Ekonomi

Analisis dampak ekonomi bertujuan untuk mengevaluasi implikasi finansial dari penerapan metode alternatif pemanduan, khususnya VTS dan *E-Pilotage*, dibandingkan dengan metode fisik konvensional. Fokus utama analisis ini adalah pada penghematan biaya operasional yang dihasilkan dari penurunan Waktu Tunggu Pandu (WTP) serta potensi efisiensi yang tercermin dalam komponen biaya variabel pemanduan.

##### 1. Struktur Tarif Pemanduan

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 121 Tahun 2018, tarif pemanduan terdiri atas:

- Komponen tetap (*fixed cost*): meliputi penyediaan kapal pandu, pemeliharaan, gaji pandu, asuransi, dan biaya administrasi. Komponen ini tidak dipengaruhi langsung oleh penurunan WTP.
- Komponen variabel (*variable cost*): meliputi biaya bahan bakar kapal pandu, overtime tenaga kerja, dan koordinasi lapangan. Komponen ini sangat erat kaitannya dengan durasi layanan, sehingga berpotensi mengalami penghematan jika WTP dapat ditekan.

##### 3. Estimasi Penghematan Biaya

Hasil simulasi pada Sub Bab 4.7.1 menunjukkan bahwa:

- VTS mampu menurunkan WTP rata-rata hingga 20% dibanding baseline.
- *E-Pilotage* memberikan penurunan WTP lebih besar, yaitu sekitar 35% dibanding baseline.

Jika diasumsikan bahwa 40% dari total tarif pemanduan merupakan komponen variabel, maka penurunan WTP berbanding lurus dengan penghematan biaya variabel. Sebagai contoh, dengan tarif rata-rata pemanduan sebesar Rp. 10.000.000 per layanan, maka:

- Penerapan VTS menghasilkan penghematan sekitar Rp. 800.000 per layanan.
- Penerapan *E-Pilotage* menghasilkan penghematan sekitar Rp1.400.000 per layanan.

##### 4. Dampak Akumulatif di APBS

Dengan mempertimbangkan total jumlah Gerakan pemanduan di wilayah APBS, penghematan biaya variabel ini dapat mencapai nilai yang signifikan pada skala bulanan maupun tahunan. Misalnya, dengan rata-rata 1.000 Gerakan kapal per bulan, maka:

- VTS dapat memberikan penghematan hingga Rp. 800 juta per bulan.
- *E-Pilotage* dapat menghasilkan penghematan sekitar Rp1,4 miliar per bulan.

##### 5. Interpretasi Strategis

Hasil ini menunjukkan bahwa digitalisasi pemanduan bukan hanya berdampak pada peningkatan efisiensi operasional, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi langsung bagi PT. Pelindo (Persero). Namun demikian, potensi penghematan ini perlu ditimbang dengan biaya investasi awal yang diperlukan untuk membangun infrastruktur VTS maupun *E-Pilotage*, serta kesiapan sumber daya manusia dalam mengoperasikan teknologi baru.

Dengan demikian, penerapan metode alternatif pemanduan dapat diposisikan sebagai strategi investasi jangka menengah dan panjang, di mana manfaat ekonominya akan semakin terasa seiring peningkatan jumlah Gerakan kapal dan intensitas arus lalu lintas di APBS.

**Tabel 4.21 Perbandingan Efisiensi Biaya Pemanduan Berdasarkan Asumsi Fisik, VTS dan *E-Pilotage***

Terminal	Rata-rata WTP (Jam)	Tarif Rata-rata (Rp)	Komponen Variabel (40%)	Efisiensi VTS (-20%)	Efisiensi <i>E-Pilotage</i> (-35%)	Potensi Hemat VTS (Rp/Layanan)	Potensi Hemat <i>E-Pilotage</i> (Rp/Layanan)
Gresik	0,04	10.000.000	4.000.000	20%	35%	800.000	1.400.000
Jamrud	0,06	10.000.000	4.000.000	20%	35%	800.000	1.400.000
Nilam Mirah	0,06	10.000.000	4.000.000	20%	35%	800.000	1.400.000
TTL Tanjung Perak	0,47	10.000.000	4.000.000	20%	35%	800.000	1.400.000

Terminal	Rata-rata WTP (Jam)	Tarif Rata-rata (Rp)	Komponen Variabel (40%)	Efisiensi VTS (-20%)	Efisiensi E-Pilotage (-35%)	Potensi Hemat VTS (Rp/Layanan)	Potensi Hemat E-Pilotage (Rp/Layanan)
Kalimas	-	-	-	-	-	-	-

Sumber: Hasil Analisis, 2025.

Penjelasan:

1. Komponen variabel dihitung 40% dari tarif rata-rata (Rp. 10 juta → Rp. 4 juta).
2. Penghematan dihitung linear sesuai asumsi:
  - VTS →  $20\% \times \text{Rp. 4 juta} = \text{Rp. 800 ribu per layanan.}$
  - E-Pilotage →  $35\% \times \text{Rp. 4 juta} = \text{Rp. 1,4 juta per layanan.}$
3. Nilai penghematan per terminal tidak berbeda antar terminal, karena tarif rata-rata dipukul rata Rp. 10 juta per layanan. Namun, jika data riil jumlah Gerakan kapal per terminal dimasukkan, maka total penghematan per bulan/tahun akan berbeda.

#### 4.7.1 Estimasi Penghematan Bulanan

Simulasi penerapan metode alternatif pemanduan tidak hanya ditujukan untuk mengukur efisiensi waktu tunggu pandu (WTP), tetapi juga untuk mengetahui potensi penghematan biaya variabel pada layanan pemanduan. Dalam konteks APBS, biaya variabel mencakup komponen operasional yang dipengaruhi langsung oleh lama waktu pelayanan, seperti bahan bakar kapal pandu, overtime tenaga kerja, dan koordinasi lapangan.

Berdasarkan asumsi tarif rata-rata pemanduan sebesar Rp. 10.000.000 per Gerakan, dengan proporsi biaya variabel sebesar 40% (Rp. 4.000.000 per Gerakan), maka penerapan metode *Vessel Traffic Services* (VTS) dapat memberikan penghematan sekitar 20% dari biaya variabel, atau sebesar Rp. 800.000 per Gerakan. Sementara itu, metode *E-Pilotage* berpotensi memberikan penghematan lebih besar, yaitu sekitar 35% dari biaya variabel, atau Rp. 1.400.000 per Gerakan.

Dengan menggunakan asumsi jumlah Gerakan kapal per bulan di masing-masing terminal (Gresik 200, Jamrud 450, Nilam Mirah 350, dan TTL Tanjung

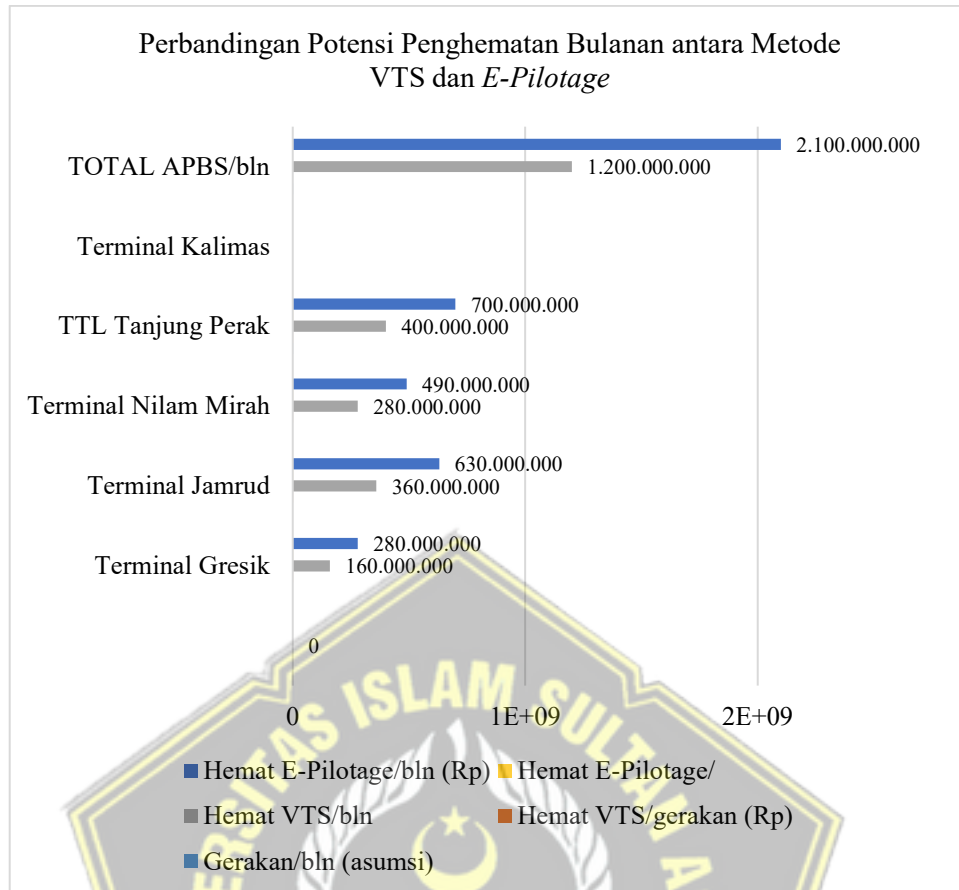
Perak 500), diperoleh estimasi potensi penghematan bulanan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.22.

**Tabel 4.22 Estimasi Penghematan Bulanan (Ilustratif) di Terminal APBS Tahun 2023**

Terminal	Gerakan/bln (asumsi)	Hemat VTS/Gerakan (Rp)	Hemat VTS/bln (Rp)	Hemat <i>E-Pilotage</i> /Gerakan (Rp)	Hemat <i>E-Pilotage</i> /bln (Rp)
Terminal Gresik	200	800.000	160.000.000	1.400.000	280.000.000
Terminal Jamrud	450	800.000	360.000.000	1.400.000	630.000.000
Terminal Nilam Mirah	350	800.000	280.000.000	1.400.000	490.000.000
TTL Tanjung Perak	500	800.000	400.000.000	1.400.000	700.000.000
Terminal Kalimas	0	-	-	-	-
TOTAL APBS/bln	1.500	-	1.200.000.000	-	2.100.000.000

Sumber: Hasil Analisis, 2025.

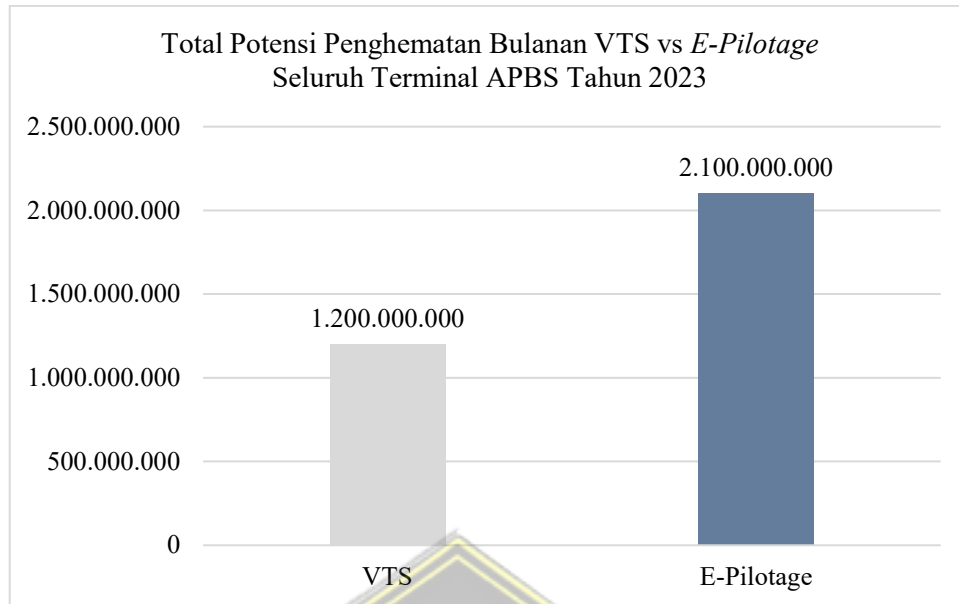
Hasil simulasi menunjukkan bahwa penerapan metode VTS dapat menghemat sekitar Rp. 1,2 miliar per bulan, sedangkan metode *E-Pilotage* berpotensi menghemat hingga Rp. 2,1 miliar per bulan pada keseluruhan terminal APBS. Potensi penghematan terbesar terdapat di TTL Tanjung Perak dan Terminal Jamrud karena tingginya volume gerakan kapal.



Sumber: Hasil Analisis, 2025.

**Gambar 4.24 Perbandingan Potensi Penghematan Bulanan antara Metode VTS dan *E-Pilotage* di Masing-masing Terminal APBS**

Berikut grafik perbandingan potensi penghematan bulanan antara metode VTS dan *E-Pilotage* di masing-masing terminal APBS. Terlihat jelas bahwa *E-Pilotage* memberikan penghematan lebih besar di semua terminal, dengan kontribusi terbesar di TTL Tanjung Perak dan Terminal Jamrud.



Sumber: Hasil Analisis, 2025.

**Gambar 4.25 Potensi Penghematan Bulanan VTS vs *E-Pilotage* Seluruh Terminal APBS Tahun 2023**

Grafik di atas memperlihatkan total potensi penghematan bulanan di seluruh terminal APBS:

- VTS: sekitar Rp. 1,2 miliar
- *E-Pilotage*: sekitar Rp. 2,1 miliar

Artinya, *E-Pilotage* mampu menghasilkan penghematan hampir dua kali lipat dibandingkan VTS pada skala keseluruhan APBS.

#### 4.7.2 Interpretasi Hasil Simulasi

Hasil simulasi penerapan metode alternatif pemanduan di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) memberikan gambaran yang jelas mengenai potensi peningkatan efisiensi operasional. Pada kondisi baseline (pemanduan fisik), kinerja operasional masih menghadapi keterbatasan waktu tunggu pandu (WTP) dan waktu pelayanan (AT) yang bervariasi antar terminal.

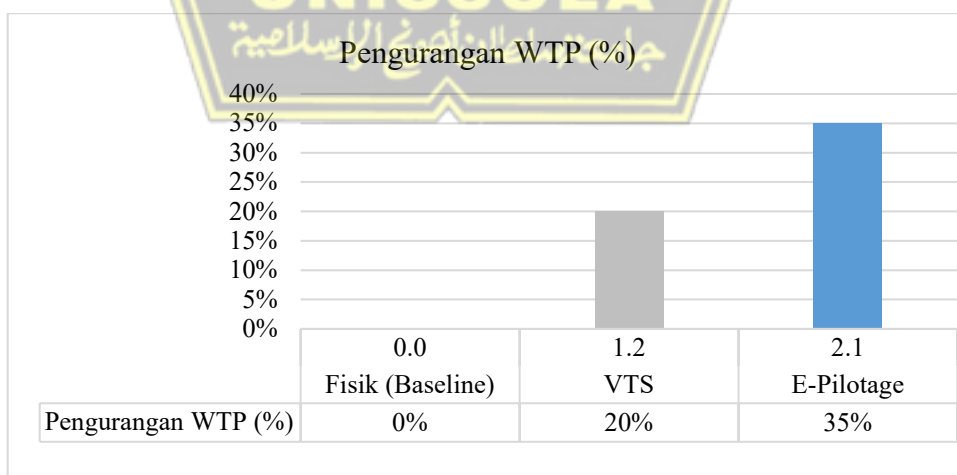
Penerapan *Vessel Traffic Services* (VTS) menunjukkan adanya penurunan WTP rata-rata sekitar 20% dibanding metode fisik. Hal ini sejalan dengan kajian IMO dan penelitian terdahulu yang menekankan manfaat digitalisasi koordinasi *real-time*. Pada tingkat terminal, VTS mampu menghasilkan penghematan biaya

variabel operasional yang signifikan, meskipun skalanya relatif moderat dibandingkan metode yang lebih inovatif.

Sementara itu, simulasi *E-Pilotage* menunjukkan hasil yang lebih menonjol, dengan potensi pengurangan WTP hingga 35% dibanding baseline. Keunggulan ini berasal dari kombinasi efisiensi koordinasi digital seperti pada VTS dengan penghapusan proses fisik naik/turun pandu. Konsekuensinya, waktu pelayanan kapal dapat dipangkas secara substansial, menghasilkan penghematan biaya operasional yang jauh lebih besar.

Secara agregat, hasil simulasi di seluruh terminal APBS memperlihatkan bahwa VTS dapat menghemat sekitar Rp. 1,2 miliar per bulan, sementara *E-Pilotage* mampu mencapai potensi penghematan hingga Rp. 2,1 miliar per bulan. Selisih yang hampir dua kali lipat ini menegaskan bahwa *E-Pilotage* merupakan opsi paling optimal dalam meningkatkan efisiensi, khususnya pada terminal dengan arus kapal padat seperti Jamrud dan Tanjung Perak.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan teknologi digitalisasi pemanduan, khususnya *E-Pilotage*, berimplikasi positif tidak hanya pada aspek waktu dan biaya, tetapi juga pada daya saing operasional pelabuhan. Namun, implementasi di lapangan perlu memperhatikan kesiapan infrastruktur, regulasi, serta penerimaan pemangku kepentingan agar manfaat yang dihasilkan sesuai dengan potensi yang ditunjukkan dalam simulasi ini.



Sumber: Hasil Analisis, 2025.

**Gambar 4.26 Perbandingan Penghematan Biaya (Rp. miliar) dan Pengurangan WTP (%) untuk Tiga Metode Pemanduan**

Diagram di atas memperlihatkan perbandingan penghematan biaya (Rp. miliar) dan pengurangan WTP (%) untuk tiga metode pemanduan:

- Fisik (Baseline): tidak ada penghematan.
- VTS: pengurangan WTP sekitar 20%, penghematan biaya  $\pm$ Rp1,2 miliar/bulan.
- *E-Pilotage*: pengurangan WTP sekitar 35%, penghematan biaya  $\pm$ Rp2,1 miliar/bulan.

Visualisasi ini memperkuat temuan bahwa *E-Pilotage* merupakan metode paling efisien dibanding baseline maupun VTS.

#### **4.8 Analisis Hasil Observasi Lapangan dan Wawancara**

Observasi lapangan dan wawancara dengan responden memberikan gambaran nyata mengenai praktik pemanduan kapal di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS). Analisis ini memperkuat temuan kuantitatif sebelumnya, sekaligus menyoroti kelebihan, keterbatasan, serta potensi pengembangan dari tiga metode pemanduan yang dibandingkan, yaitu metode fisik, VTS, dan *E-Pilotage*.

##### **4.8.1 Metode Fisik**

Metode pemanduan fisik telah dilaksanakan selama puluhan tahun dan menjadi praktik standar di APBS. Kelebihan utamanya adalah tingkat keamanan dan kepatuhan terhadap regulasi, karena pandu berada langsung di atas kapal sejak titik *Pilot Boarding Ground* (PBG) hingga kapal sandar atau lepas dari dermaga. Namun, metode ini memiliki beberapa kelemahan dari sisi efisiensi operasional.

Pertama, metode fisik memerlukan personel yang banyak dan biaya tinggi, baik untuk tenaga kerja maupun pengoperasian motor pandu (*pilot boat*). Ketiadaan stasiun pandu di lokasi strategis seperti Karang Jamuang menyebabkan jarak tempuh pengiriman pandu relatif jauh, sehingga meningkatkan konsumsi bahan bakar dan waktu operasional. Dalam praktiknya, satu kali pelayanan pemanduan memakan waktu rata-rata sekitar 3 jam, termasuk persiapan, perjalanan menuju kapal, dan proses naik/turun pandu.

Selain itu, kondisi cuaca ekstrem sering kali menghambat proses antar-jemput pandu di PBG, sehingga pelayanan tidak dapat berjalan optimal. Hal ini

menunjukkan bahwa meskipun metode fisik unggul dalam hal keselamatan, ia menghadapi keterbatasan serius dari segi efisiensi waktu dan biaya.

#### **4.8.2 *Vessel Traffic Services (VTS)***

VTS merupakan sistem berbasis teknologi yang mengintegrasikan perangkat navigasi elektronik seperti RADAR, ECDIS, AIS, serta komunikasi radio VHF untuk memantau dan mengatur lalu lintas kapal di alur pelayaran. Saat ini, VTS di APBS diselenggarakan oleh Direktorat Kenavigasian Ditjen Hubla dan sudah berfungsi dalam mendukung koordinasi antara kapal dan otoritas pelabuhan.

Hasil observasi menunjukkan bahwa keberadaan VTS dapat mempercepat proses komunikasi dan pengambilan keputusan, sehingga berpotensi menurunkan waktu tunggu pandu (WTP). Walaupun demikian, VTS belum sepenuhnya menghilangkan kebutuhan akan pandu fisik, sehingga manfaat efisiensi yang dihasilkan masih bersifat moderat. Tantangan utamanya adalah keterbatasan integrasi sistem antar-terminal dan kesiapan sumber daya manusia dalam mengoperasikan layanan secara terpadu.

Dengan kata lain, VTS dapat dilihat sebagai tahapan transisi menuju digitalisasi penuh yang mendukung *E-Pilotage*, bukan sebagai pengganti metode fisik secara langsung.

#### **4.8.3 *E-Pilotage***

*E-Pilotage* diproyeksikan sebagai solusi inovatif yang mengintegrasikan sumber daya pandu, sistem VTS, peralatan navigasi, serta peran aktif nakhoda kapal dalam layanan pemanduan. Inti konsepnya adalah memindahkan sebagian besar fungsi pemanduan ke pusat kendali berbasis darat, sehingga mengurangi ketergantungan pada proses naik/turun pandu secara fisik.

Implementasi *E-Pilotage* berpotensi menggeser PBG ke lokasi yang lebih terlindung (misalnya sekitar Sembilangan), sehingga jarak pelayanan lebih pendek dan waktu operasional lebih singkat. Efisiensi yang dapat dicapai mencakup: peningkatan jumlah Gerakan kapal yang dapat dilayani dalam satu *shift* jaga, pengurangan kebutuhan penggunaan *pilot boat*, serta penghematan biaya operasional jangka panjang. Selain itu, Stasiun Pandu Karang Jamuang dapat

difokuskan sebagai pusat pemantauan jarak jauh (RADAR, CCTV), bukan semata-mata lokasi transit pandu.

Namun, terdapat sejumlah risiko yang perlu diantisipasi. Nakhoda kapal asing yang belum familiar dengan alur dapat mengalami kesulitan ketika memasuki jalur tertentu, sementara aktivitas nelayan tradisional di sepanjang alur juga berpotensi mengganggu efektivitas layanan berbasis digital.

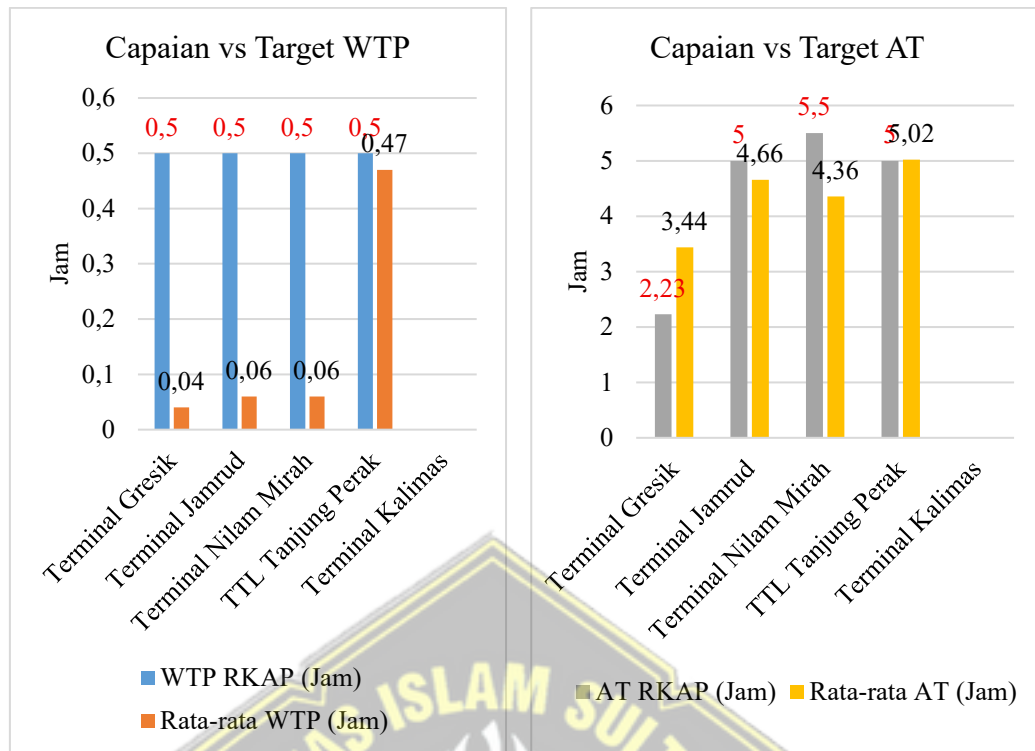
Sebagai solusi, responden merekomendasikan penerapan *Traffic Separation Scheme* (TSS) untuk memisahkan arus lalu lintas kapal, pemasangan rambu suar penuntun tambahan untuk memperkuat panduan visual, serta pengoperasian VTS terpadu yang didukung oleh unit pengamanan alur menggunakan *speed boat*. Dengan demikian, *E-Pilotage* dapat dilaksanakan secara bertahap, dimulai dari kapal dengan kriteria tertentu, hingga menjadi sistem pemanduan yang lebih universal.

#### **4.9 Efektivitas Operasional Pemanduan di APBS (Metode Fisik)**

Efektivitas operasional pemanduan diukur berdasarkan seberapa baik sistem pemanduan fisik di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) mampu mencapai tujuan utama pelayanan, yaitu menjamin keselamatan navigasi, ketepatan waktu kedatangan dan keberangkatan kapal, serta kepuasan pengguna layanan. Indikator pengukuran efektivitas meliputi:

1. Kesesuaian kinerja dengan standar Waktu Tunggu Pandu (WTP) dan *Approach Time* (AT) terhadap RKAP 2023.
2. Frekuensi insiden navigasi dan keterlambatan kapal.
3. Persepsi kepuasan nakhoda dan operator kapal terhadap layanan pandu.

Berdasarkan Tabel 4.15, Tabel 4.16, dan Tabel 4.17, seluruh terminal di APBS menunjukkan rata-rata WTP di bawah standar RKAP 0,50 jam, dengan nilai tertinggi pada TTL Tanjung Perak sebesar 0,47 jam, sementara Terminal Gresik, Jamrud, dan Nilam Mirah mencatat capaian 0,04-0,06 jam. Kondisi ini menunjukkan bahwa pemanduan fisik mampu memberikan respon cepat terhadap kebutuhan layanan kapal tanpa terjadi antrean yang berarti.



Sumber: Data Monitoring Perbulan Regional 3 - PT. Pelindo (2023).

**Gambar 4.27 Capaian Aktual dan Target RKAP untuk Indikator WTP dan AT di Seluruh Terminal APBS Tahun 2023**

Selain itu, capaian AT yang ditampilkan pada Gambar 4.18 dan Gambar 4.19 menunjukkan bahwa waktu pelayanan rata-rata telah memenuhi atau melampaui target RKAP. Terminal Jamrud (4,66 jam < 5,00 jam) dan Nilam Mirah (4,36 jam < 5,50 jam) berhasil menekan waktu pelayanan di bawah standar. Terminal Teluk Lamong Tanjung Perak (5,02 jam  $\approx$  5,00 jam) juga berada dalam rentang efisien, sedangkan Terminal Gresik (3,44 jam > 2,23 jam) menunjukkan kebutuhan peningkatan koordinasi akibat panjangnya alur dan arus kapal yang padat.

Lebih lanjut, Gambar 4.22 hingga Gambar 4.24 memperlihatkan bahwa meskipun terjadi lonjakan kunjungan dan Pergerakan kapal pada bulan Juni-September, nilai WTP dan AT tetap stabil di seluruh terminal. Hal ini menandakan bahwa sistem pemanduan fisik di APBS mampu mempertahankan kinerja efektif bahkan pada kondisi operasional puncak.

Hasil observasi dan wawancara dengan pandu dan pengguna jasa (nakhoda kapal) memperkuat temuan kuantitatif. Berdasarkan data wawancara lapangan, diketahui bahwa:

- Metode pemanduan fisik telah digunakan selama puluhan tahun dan terbukti menjamin keselamatan navigasi tertinggi di APBS.
- Pandu berada di kapal sejak *Pilot Boarding Ground* (PBG) hingga kapal sandar, sehingga dapat mengantisipasi kondisi cuaca, arus, dan kepadatan lalu lintas secara langsung.
- Meskipun memerlukan biaya operasional dan jumlah personel lebih banyak, metode ini dinilai paling andal dalam menghadapi situasi darurat atau cuaca ekstrem.
- Kepuasan pengguna layanan tinggi, karena pandu berinteraksi langsung dengan nakhoda dan memastikan keselamatan kapal sampai dermaga.

Dengan demikian, pemanduan fisik secara kualitatif terbukti efektif karena memadukan aspek keamanan, kecepatan layanan, dan kepercayaan pengguna.

Jika dibandingkan dengan metode alternatif, yaitu *Vessel Traffic Services* (VTS) dan *E-Pilotage*, hasil simulasi pada Tabel 4.19-Tabel 4.20 menunjukkan bahwa:

- VTS meningkatkan efektivitas melalui koordinasi *real-time* dan pengawasan digital, sehingga mengurangi risiko antrean dan mempercepat keputusan navigasi.
- *E-Pilotage* memberikan peningkatan lebih besar, karena mengurangi proses fisik naik-turun pandu dan memperpendek jarak pemanduan.

Akan tetapi, pemanduan fisik tetap menjadi baseline operasional karena menyentuh langsung aspek keselamatan dan kepatuhan terhadap regulasi. Dengan kombinasi metode fisik yang kuat dan dukungan digitalisasi (VTS/*E-Pilotage*), efektivitas tertinggi dapat dicapai melalui sistem hibrida (*hybrid system*) sebagaimana disarankan dalam hasil kesimpulan penelitian.

Berdasarkan data kuantitatif (Tabel 4.15-4.17; Gambar 4.18-4.24) dan temuan kualitatif (hasil wawancara lapangan dan simulasi metode alternatif), dapat ditegaskan bahwa:

1. Metode pemanduan fisik di APBS terbukti efektif dalam menjamin keselamatan navigasi, ketepatan waktu pelayanan, dan kepuasan pengguna.
2. WTP seluruh terminal berada jauh di bawah RKAP, dan AT sebagian besar memenuhi atau melampaui target, bahkan pada periode beban puncak.

3. Pandu fisik tetap menjadi pilihan utama, sementara penerapan VTS dan *E-Pilotage* diarahkan untuk memperkuat efektivitas koordinasi dan adaptabilitas sistem.

Dengan demikian, pemanduan fisik saat ini masih merupakan sistem paling efektif di APBS, sekaligus fondasi bagi transformasi menuju digitalisasi pemanduan yang lebih adaptif di masa mendatang.

#### 4.10 Efisiensi Operasional Pemanduan di APBS (Metode Fisik)

Efisiensi operasional pemanduan pada Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) dapat dievaluasi melalui dua indikator utama, yaitu Waktu Tunggu Pandu (WTP) dan *Approach Time* (AT). Kedua indikator ini mencerminkan sejauh mana proses pemanduan berlangsung sesuai dengan target Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) tahun 2023. WTP berfungsi sebagai ukuran kecepatan respon layanan pandu sejak kapal tiba di area tunggu, sedangkan AT menggambarkan waktu aktual pelayanan pandu dari titik boarding ground hingga kapal tiba di dermaga.

Berdasarkan rekapitulasi pada Tabel 4.17, efisiensi pelayanan pandu di seluruh terminal APBS dapat dijelaskan sebagai berikut. Dari sisi WTP, seluruh terminal menunjukkan kinerja yang sangat baik dengan rata-rata waktu tunggu jauh di bawah RKAP 0,50 jam. Terminal Gresik mencatat capaian terbaik dengan rata-rata 0,04 jam, sedangkan Terminal Jamrud dan Nilam Mirah konsisten di angka 0,06 jam. Terminal Teluk Lamong (TTL) Tanjung Perak memiliki WTP 0,47 jam, mendekati RKAP, namun tetap dalam kategori efisien. Kondisi ini menegaskan bahwa proses penugasan pandu di APBS berjalan cepat dan efektif.

Sementara itu, pada indikator AT, capaian kinerja antar terminal menunjukkan variasi. Terminal Jamrud dan Nilam Mirah berhasil mencapai AT lebih rendah dibandingkan RKAP, masing-masing 4,66 jam dan 4,36 jam, sehingga dapat dikategorikan efisien. Terminal TTL Tanjung Perak relatif stabil dengan capaian 5,02 jam, hampir sama dengan target RKAP 5,00 jam. Sebaliknya, Terminal Gresik mencatat AT 3,44 jam, lebih tinggi dari target RKAP 2,23 jam, yang menunjukkan adanya kendala dalam kecepatan proses pemanduan di terminal tersebut.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa efisiensi operasional pemanduan di APBS secara umum sangat baik dari sisi waktu tunggu (WTP), namun masih terdapat ruang perbaikan pada aspek waktu pelayanan (AT), khususnya di Terminal Gresik. Evaluasi ini penting sebagai dasar rekomendasi perbaikan operasional, termasuk optimalisasi koordinasi pandu dan pemanfaatan teknologi digital (misalnya VTS dan *E-Pilotage*) untuk mempercepat proses pelayanan kapal.

Gambar 4.19 memperlihatkan perbandingan antara capaian aktual dan target RKAP untuk indikator WTP dan AT di seluruh terminal APBS. Pada grafik WTP (kiri), terlihat bahwa seluruh terminal mampu menjaga rata-rata waktu tunggu pandu di bawah RKAP 0,50 jam. Terminal Gresik menunjukkan performa paling efisien dengan WTP hanya 0,04 jam, diikuti Terminal Jamrud dan Nilam Mirah masing-masing 0,06 jam. Terminal TTL Tanjung Perak, meskipun masih sesuai target, mencatat WTP tertinggi yaitu 0,47 jam, yang menandakan beban operasional lebih besar dibandingkan terminal lainnya.

Sementara itu, grafik AT (kanan) menunjukkan variasi yang lebih beragam. Terminal Jamrud dan Nilam Mirah menunjukkan capaian yang lebih baik dari RKAP, dengan rata-rata AT masing-masing 4,66 jam dan 4,36 jam, lebih rendah dari target 5,00 jam dan 5,50 jam. Terminal TTL Tanjung Perak relatif konsisten dengan AT aktual 5,02 jam yang hampir sama dengan RKAP 5,00 jam. Sebaliknya, Terminal Gresik mencatat AT 3,44 jam, lebih tinggi dibandingkan target RKAP 2,23 jam, sehingga memerlukan perhatian khusus dalam optimalisasi koordinasi dan pelayanan pandu.

Dengan demikian, grafik ini memperjelas bahwa efisiensi layanan pemanduan di APBS sudah sangat baik pada aspek WTP, namun masih terdapat gap pada AT, terutama di Terminal Gresik. Temuan ini menunjukkan perlunya strategi peningkatan efisiensi melalui perencanaan jadwal yang lebih adaptif dan pemanfaatan teknologi digital seperti VTS dan *E-Pilotage*.

#### **4.11 Sintesis Temuan Lapangan**

Secara keseluruhan, hasil analisis kuantitatif dan kualitatif menunjukkan keterkaitan yang kuat antara capaian kinerja pemanduan dan metode yang diterapkan di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS). Berdasarkan Tabel 4.17 serta

Gambar 4.18 dan Gambar 4.19, seluruh terminal di APBS berhasil menjaga Waktu Tunggu Pandu (WTP) di bawah target RKAP 0,50 jam, sementara *Approach Time* (AT) pada Terminal Jamrud (4,66 jam vs RKAP 5,00 jam) dan Terminal Nilam Mirah (4,36 jam vs 5,50 jam) tercatat lebih baik dari RKAP. Terminal Teluk Lamong (TTL) Tanjung Perak menunjukkan kinerja stabil (AT 5,02 jam  $\approx$  RKAP 5,00 jam), dan Terminal Gresik, meski AT-nya lebih tinggi (3,44 jam vs 2,23 jam), tetap menunjukkan efisiensi tinggi pada WTP (0,04 jam). Konsistensi capaian ini membuktikan bahwa metode pemanduan fisik yang berlaku saat ini telah berjalan efektif dan menjadi pola utama operasional di APBS.

Hasil ini diperkuat oleh Gambar 4.22-4.24 yang menggambarkan tren kunjungan kapal (*Calls*), Pergerakan kapal (Gerakan), serta kinerja WTP dan AT antar-terminal. Walaupun terjadi lonjakan beban pemanduan pada periode Juni-September (Gambar 4.23), sistem pemanduan fisik mampu menjaga stabilitas WTP dan menekan dampak antrean, sebagaimana terlihat pada Gambar 4.24. Fakta ini menunjukkan bahwa pemanduan fisik telah teruji menghadapi fluktuasi musiman tanpa menurunkan efisiensi layanan.

Temuan dari observasi lapangan dan wawancara juga menunjukkan kesesuaian dengan data kuantitatif tersebut. Para pandu dan pengguna jasa pelabuhan menilai pemanduan fisik sebagai metode paling aman dan reliabel, karena pandu berada langsung di atas kapal sejak *Pilot Boarding Ground* (PBG) hingga dermaga, memastikan manuver kapal berjalan sesuai standar keselamatan. Faktor hidro-oseanografi yang kompleks, arus kuat, dan kepadatan lalu lintas kapal menjadikan kehadiran pandu fisik tetap dibutuhkan sebagai jaminan kontrol navigasi langsung.

Dengan demikian, dari kombinasi bukti empiris (Tabel 4.17; Gambar 4.18-4.19; Gambar 4.22-4.24) dan temuan kualitatif lapangan, dapat ditegaskan bahwa metode pemanduan fisik terbukti efektif dan merupakan pilihan utama saat ini di APBS. Adapun penerapan *Vessel Traffic Service* (VTS) dan *E-Pilotage* diarahkan sebagai langkah lanjutan untuk meningkatkan efisiensi operasional (terutama pada indikator AT dan biaya variabel) tanpa menggantikan fungsi utama pemanduan fisik. Implementasinya dilakukan bertahap, disesuaikan dengan kesiapan infrastruktur, regulasi, dan mitigasi risiko navigasi.

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kinerja pemanduan kapal di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) yang mencakup evaluasi efektivitas, efisiensi operasional, serta analisis dampak ekonomi, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perbandingan efektivitas setiap metode pemanduan memperlihatkan bahwa metode pemanduan fisik masih menjadi standar utama dalam menjamin keselamatan navigasi di APBS. Namun, hasil simulasi menunjukkan bahwa penerapan *Vessel Traffic Services* (VTS) dan *E-Pilotage* mampu meningkatkan efektivitas melalui koordinasi *real-time* dan pengawasan berbasis digital. VTS memberikan peningkatan moderat dalam mengurangi antrean dan risiko navigasi, sedangkan *E-Pilotage* berpotensi lebih signifikan karena mengurangi proses fisik naik/turun pandu. Dengan demikian, efektivitas tertinggi dapat dicapai melalui kombinasi metode fisik dengan dukungan digital (*hybrid system*).
2. Evaluasi efisiensi operasional dari ketiga metode pemanduan memperlihatkan bahwa rata-rata WTP 2023 di seluruh terminal sudah di bawah RKAP 0,50 jam, dengan TTL Tanjung Perak tertinggi  $\approx 0,47$  jam, sehingga masih ada ruang perbaikan melalui metode alternatif (VTS/*E-Pilotage*). Berdasarkan simulasi, VTS berpotensi meningkatkan efisiensi AT  $\sim 20\%$ , sedangkan *E-Pilotage* hingga  $\sim 35\%$ ; dari sisi biaya layanan, potensi penurunan komponen variabel secara ilustratif mencapai  $\pm 8\%$  ( $\approx$  Rp. 0,8 juta/layanan) untuk VTS dan  $\pm 14\%$  ( $\approx$  Rp. 1,4 juta/layanan) untuk *E-Pilotage*. Temuan ini menegaskan bahwa respon layanan (WTP) sudah kuat, sementara durasi pelayanan (AT) dan biaya operasional masih dapat ditekan melalui penerapan selektif VTS/*E-Pilotage*.
3. Hasil analisis dampak ekonomi dengan penerapan metode alternatif (VTS/*E-Pilotage*) berpotensi memberikan manfaat signifikan, terutama di terminal dengan arus kunjungan kapal tinggi. Namun, terdapat risiko berupa

kebutuhan investasi awal yang besar, kesiapan SDM, serta keterbatasan regulasi terkait *E-Pilotage*. Hasil observasi lapangan juga menunjukkan adanya kendala tambahan, seperti:

- Ketiadaan Stasiun Pandu Karang Jamuang yang memadai untuk menunjang efisiensi pelayanan.
- Aktivitas nelayan di alur pelayaran yang dapat mengganggu keamanan kapal.
- Cuaca buruk yang masih menjadi faktor penghambat mobilisasi pandu dengan *Pilot boat*. Dengan demikian, meskipun manfaat finansial dan operasional menjanjikan, transisi ke metode berbasis digital memerlukan mitigasi risiko teknis, sosial, dan regulatif yang matang.

## 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, beberapa rekomendasi dapat diajukan sebagai berikut:

1. Penelitian berikutnya sebaiknya memperluas analisis dengan memasukkan faktor cuaca ekstrem, pola kepadatan musiman, serta perhitungan biaya investasi jangka panjang agar diperoleh gambaran kelayakan implementasi yang lebih komprehensif.
2. PT. Pelindo sebaiknya mengimplementasikan VTS terlebih dahulu sebagai tahap awal digitalisasi pemanduan, karena lebih siap secara teknologi dan relatif terjangkau dari sisi investasi, sebelum menuju ke *E-Pilotage* penuh.
3. Untuk menjamin keselamatan, metode pemanduan fisik tidak dapat sepenuhnya dihapus. Oleh karena itu, perlu dikembangkan model *hybrid* yang memadukan keunggulan pemanduan fisik dengan dukungan digital.
4. Perlu dilakukan peninjauan ulang terhadap struktur tarif pemanduan, dengan proporsi komponen variabel (30%-50%). Simulasi sensitivitas menunjukkan bahwa besaran penghematan sangat ditentukan oleh proporsi ini.
5. Diperlukan investasi pada Stasiun Pandu Karang Jamuang sebagai pusat pemantauan digital (Radar, CCTV, VTS), serta peningkatan regulasi terkait keamanan siber dan standar internasional *E-Pilotage*.

6. Pemerintah bersama Pelindo perlu menyiapkan langkah mitigasi gangguan di alur pelayaran, misalnya dengan menetapkan *Traffic Separation Scheme* (TSS) atau pemasangan rambu suar penuntun tambahan, untuk menjamin kelancaran penerapan *E-Pilotage*.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abreu, D., Maturana, M. C., Droguett, E. L. & Martins, M. R. (2022). *Human Reliability Analysis of Conventional Maritime Pilotage Operations Supported by A Prospective Model*. Reliability Engineering and System Safety, 228, 108763.
- Arikunto, S. (2010). Metode Penelitian. Jakarta: Rineka Cipta.
- Basnet, S., Toroody, A. B., Chaal, M., Lahtinen, J., Bolbot, V., & Banda, O. A. V. (2023). *Risk Analysis Methodology Using STPA-Based Bayesian Network-Applied to Remote Pilotage Operation*. Ocean Engineering, 270, 113569.
- Creswell, J., & Miller, D. (2000). *Determining Validity in Qualitative Inquiry*. Theory Into Practice, 39(3), 124-130.
- Dewantoro, B., & Hartanto, C. F. B. (2019). Peran *Vessel Traffic Services* (VTS) Untuk Meningkatkan Kelancaran Dan Keselamatan Pelayaran Di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Prosiding National Seminar on Maritime and Interdisciplinary Studies, 1(1).
- Guo, Y., Jin, Y. Hu, S., Yang, Z., Xi, Y., & Han, B. (2023). *Risk Evolution Analysis of Ship Pilotage Operation by An Integrated Model of Fram and Dbn*. Reliability Engineering and System Safety, 229, 108850.
- Hague, E. L., McWhinnie, L. H., Lee, Y., & Kim, J. (2024). *Narwhal, Beluga and Bowhead Whale Responses to Marine Vessel Traffic: A Systematic Map*. Ocean and Coastal Management, 255, 107251.
- Hosack, G. R., Hayes, K. R., & Barry, S. C. (2017). *Prior Elicitation for Bayesian Generalised Linear Models with Application to Risk Control Option Assessment*. Reliability Engineering and System Safety, 167, 351-361.
- Indriantoro, N, & Supomo, B. (1999). Metodologi Penelitian dan Bisnis, Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.
- International Maritime Organization (IMO). (2001). *Safety Of Life at Sea (Solas) 1974 Consolidated Edition 2001*. IMO, London.
- International Maritime Organization (IMO). (2008). *Strategy for the Development and Implementation of E-Navigation* (MSC 85/26/Add.1, Annex 20).

- International Maritime Organization (IMO). (2018). E-Navigation Strategy Implementation Plan - Update 1 (MSC.1/Circ.1595, 25 May 2018).*
- Junaedi. (2022). Tren Teknologi Pelayanan Digital Pelabuhan di Indonesia. JOEL: Journal of Educational and Language Research, 1(7), 851-868.
- Kajian Penerapan Pemanduan dengan Sistem *E-Pilotage* di Alur Pelayaran Barat Surabaya, (2023).
- Lee, G., Kim, S. Y., & Lee, M. K. (2015). *Economic Evaluation of Vessel Traffic Service (Vts): A Contingent Valuation Study*. Marine Policy, 61, 149-154.
- Lukijanto, L., Priyatmono, A., & A. Y, R. (2019). Digitalisasi Sistem Pelayanan Pandu Kapal Menuju Integrated Port Network. Riset Sains Dan Teknologi Kelautan, 2(1), 60-68.
- Maulana, A. A., & Sahara, S. (2023). *Penggunaan Teknologi Informasi Dalam Manajemen Pelabuhan*. Wahana: Tridarma Perguruan Tinggi, 75(2).
- Moreno, F. C., Gonzalez, J. R., Muro, S., & Maza, J. A. G. (2022). *Relationship Between Human Factors and a Safe Performance of Vessel Traffic Service Operators: a Systematic Qualitative-Based Review in Maritime Safety*. Safety Science, 155, 105892.
- Mudiyanto, M. & Febriana, E. (2021). Analisis Penggunaan Layanan Vessel Traffic System Terhadap Keselamatan Pelayaran Di Alur Pelayaran Barat Surabaya Pelindo 3. Jurnal Sains dan Teknologi Maritim (JSTM), 21(2).
- Nuutinen, M., Savioja, P., & Sonninen, S. (2007). *Challenges Of Developing the Complex Socio-Technical System: Realising the Present, Acknowledging The Past, and Envisaging The Future of Vessel Traffic Services*. Applied Ergonomics, 38, 513-524.
- Oztürk, O.B., Kartal, S.E., & Aydin, M. (2024). *Investigating the Influence of Human Errors in Master-Pilot Information Exchange on Maritime Accident Risk During Pilotage*. Ocean Engineering, 305, 118051.
- Park, Y. A., Yip, T. L., & Tam, H. G. (2019). *An Analysis of Pilotage Marine Accidents in Korea*. The Asian Journal of Shipping and Logistics.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 4 Tahun 2023 tentang Penyelenggaraan Telekomunikasi Pelayaran Dan Pelayanan Tata Kelola Lalu Lintas Kapal Di perairan Indonesia.

- Praetorius, G., Hollnagel, E., & Dahlman, J. (2015). *Modelling Vessel Traffic Service to Understand Resilience in Everyday Operations*. Reliability Engineering and System Safety, 141, 10-21.
- Prasetyo, B. & Jannah, L. 2012. Metode Penelitian Kualitatif. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Sui, Z., Wen, Y., Huang, Y., Zhou, C., Du, L. & Piera, M. A. (2022). *Node Importance Evaluation In Marine Traffic Situation Complex Network for Intelligent Maritime Supervision*. Ocean Engineering, 247, 110742.
- Syafaat, B. A., Sukmawati, S, Akib, I. M., Mayseptyana, A., & Sugiawiharja, E. (2020). Efektivitas Penerapan *Vessel Traffic Services* (VTS) di Selat Sunda terhadap Keselamatan Pelayaran. Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi dan Logistik (JMBTL), 6(3).
- UU No. 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran.
- Wijaya, H., & Buchori, I. (2022). *The Origin of Industrial Workers and Rural in Situ Urbanization in Temanggung Regency, Indonesia*. International Journal of Urban Sciences, DOI: 10.1080/12265934.2022.2097119.
- Wu, L., Jia, S., & Wang, S. (2020). *Pilotage Planning in Seaports*. European Journal of Operational Research, 287, 90-105.
- Zellatifanny, C., & Mudjiyanto, B. (2018). Tipe Penelitian Deskripsi dalam Ilmu Komunikasi. Diakom: Jurnal Media Dan Komunikasi, 1(2), 83-90.
- Zhang, F., Liu, Y., Du, L., Goerlandt, F., Sui, Z., & Wen, Y. (2023). *A Rule-Based Maritime Traffic Situation Complex Network Approach for Enhancing Situation Awareness of Vessel Traffic Service Operators*. Ocean Engineering, 284, 115203.