

Analisis Kuantitatif Faktor Sumber Daya dan Teknologi terhadap Keselamatan Pelayaran Maritim di Indonesia

Mulyo Haryono*

Transportasi, Universitas Maritim AMNI, Indonesia

*Penulis Korespondensi: mulyo-no98@gmail.com

Abstract. Maritime safety is a crucial aspect and occupies a central position in all maritime operations, especially for Indonesia as an archipelagic country that heavily relies on sea transportation. A lack of knowledge about safety tends to result in material loss, medical issues, and loss of life, demanding extra attention as the number of maritime accidents increases. This study aims to analyze the influence of independent variables on Shipping Safety (Y) at the Tanjung Emas Semarang Port Authority Office (KSOP). The independent variables tested are Crew Resources (X₁), Telecommunication Equipment (X₂), and Pilotage (X₃). Using a quantitative approach with Multiple Linear Regression analysis on 100 respondents (operational staff and captains), the F-test results confirm that X₁, X₂, and X₃ simultaneously have a positive and significant effect on Shipping Safety. Furthermore, the T-test results show that Telecommunication Equipment (X₂) has the highest and most dominant influence compared to other variables in affecting Shipping Safety. The Adjusted R² value of 0.619 indicates that 61.9% of the variation in Shipping Safety can be explained by these three factors. This finding provides empirical validation emphasizing the technological imperative in modern port risk management, guiding policies toward prioritizing investment in communication devices to enhance maritime safety performance.

Keywords: Crew Resources; Pilotage; Port Risk Management; Shipping Safety; Telecommunication Equipment

Abstrak. Keselamatan pelayaran merupakan aspek krusial dan menempati posisi sentral dalam seluruh operasi maritim, terutama bagi Indonesia sebagai negara kepulauan yang sangat bergantung pada transportasi laut. Ketidaktahuan akan keselamatan cenderung mengakibatkan kerugian material, medis, dan hilangnya nyawa, menuntut perhatian ekstra seiring meningkatnya kasus kecelakaan kapal. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variabel independen terhadap Keselamatan Pelayaran (Y) di Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan (KSOP) Tanjung Emas Semarang. Variabel independen yang diuji adalah Sumber Daya Awak Kapal (X₁), Peralatan Telekomunikasi (X₂), dan Pemanduan (X₃). Menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis Regresi Linier Berganda terhadap 100 responden (pegawai operasional dan nakhoda), hasil uji F membuktikan bahwa X₁, X₂, dan X₃ secara simultan berpengaruh positif dan signifikan terhadap Keselamatan Pelayaran. Lebih lanjut, hasil uji t menunjukkan bahwa Peralatan Telekomunikasi (X₂) memiliki pengaruh paling tinggi dan dominan dibandingkan variabel lain dalam memengaruhi Keselamatan Pelayaran. Nilai Adjusted R² sebesar 0,619 mengindikasikan bahwa 61,9% variasi Keselamatan Pelayaran dapat dijelaskan oleh ketiga faktor ini. Temuan ini memberikan validasi empiris yang menekankan imperatif teknologi dalam manajemen risiko pelabuhan modern, mengarahkan kebijakan pada prioritas investasi perangkat komunikasi untuk meningkatkan kinerja keselamatan maritim.

Kata Kunci: Keselamatan Pelayaran; Manajemen Risiko Pelabuhan; Peralatan Telekomunikasi; Pemanduan; Sumber Daya Awak Kapal

1. LATAR BELAKANG

Keselamatan Pelayaran (KP) merupakan hal yang fundamental dan menempati posisi sentral dalam seluruh aspek dunia pelayaran, terutama bagi Indonesia. Sebagai negara maritim terbesar di dunia, stabilitas ekonomi dan logistik nasional sangat bergantung pada kelancaran dan keamanan transportasi laut. Oleh karena itu, KP bukan sekadar kepatuhan regulasi, melainkan prasyarat utama untuk menjamin integritas rantai pasok dan mendukung pertumbuhan ekonomi. Kegagalan dalam menjamin KP tidak hanya berakibat pada kerugian material, polusi medis, dan pencemaran lingkungan, tetapi juga secara langsung mengancam

nyawa manusia. Ketergantungan ekonomi ini menempatkan KP sebagai prioritas utama yang memerlukan pengawasan ketat.

Meskipun prinsip keselamatan diakui secara luas sebagai hal yang krusial, kasus kecelakaan kapal di perairan Indonesia menunjukkan tren yang meningkat dari tahun ke tahun. Peningkatan frekuensi insiden ini mencerminkan adanya kesenjangan signifikan antara kerangka regulasi yang ada seperti Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran dan standar internasional seperti *ISM Code* dan praktik implementasinya di lapangan. Tingginya angka kecelakaan mengindikasikan bahwa masalah keselamatan mungkin tidak hanya terletak pada ketiadaan atau kelemahan regulasi, tetapi lebih pada faktor-faktor operasional mendasar yang belum terkelola atau teridentifikasi secara efektif. Oleh karena itu, diperlukan perhatian ekstra untuk mengatasi permasalahan keselamatan ini.

Kerangka hukum di Indonesia telah menetapkan perlindungan penumpang dan tanggung jawab yang jelas bagi pengelola pelabuhan di bawah payung Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran. Pada tingkat operasional, penerapan Sistem Manajemen Keselamatan (SMS) atau *ISM Code* bertujuan mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengontrol risiko operasional. Namun, tantangan utama adalah mengintegrasikan kepatuhan regulasi dengan kinerja operasional kuantitatif. Kegagalan operasional sering kali berakar pada kelalaian manajemen dalam menyediakan alat keselamatan atau prosedur evakuasi yang buruk, sebagaimana ditunjukkan dalam rujukan putusan hukum. Hal ini menekankan kebutuhan untuk memvalidasi secara empiris faktor-faktor kausal yang bertanggung jawab atas kegagalan operasional ini.

Penelitian ini memfokuskan kajian pada faktor-faktor yang memengaruhi Keselamatan Pelayaran di Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan (KSOP) Tanjung Emas Semarang. Pelabuhan ini merupakan simpul logistik yang vital, sehingga memastikan bahwa temuan yang dihasilkan memiliki relevansi nasional. Variabel independen yang dianalisis mencerminkan tiga pilar utama manajemen risiko maritim: Sumber Daya Awak Kapal (X_1), yang merepresentasikan aspek manusia (*Human Element*); Peralatan Telekomunikasi (X_2), yang mewakili aspek teknologi; dan Pemanduan (X_3), yang merupakan representasi dari aspek lingkungan operasional. Pengujian ketiga faktor ini secara terintegrasi bertujuan memberikan pandangan holistik mengenai risiko di wilayah pelabuhan yang padat.

Meskipun terdapat tren studi mengenai efektivitas SMS dan pengembangan model manajemen keselamatan, celah penelitian muncul karena kurangnya validasi kuantitatif yang jelas mengenai prioritas kausalitas antar variabel operasional dalam konteks spesifik pelabuhan Indonesia. Studi terdahulu sering kali berfokus pada aspek kualitatif atau legal, atau

menggunakan metode AHP yang hasilnya bervariasi misalnya, memprioritaskan "Alat Keselamatan" di pelabuhan lain (Sutrisno & Haryanto, 2023). Kesenjangan yang perlu diisi adalah menentukan secara statistik faktor mana dari ketiga pilar utama (SDM, Teknologi, Operasional) yang memiliki daya ungkit tertinggi (*leverage point*) dalam model regresi linier berganda di pelabuhan multi-fungsi seperti Tanjung Emas.

Orisinalitas penelitian ini terletak pada penemuan empiris melalui analisis regresi bahwa Peralatan Telekomunikasi (X₂) memiliki pengaruh paling tinggi dan signifikan terhadap Keselamatan Pelayaran (Y) dibandingkan X₁ dan X₃. Temuan ini memberikan kontribusi pada literatur dengan menunjukkan pergeseran fokus kausalitas, menegaskan bahwa dalam lingkungan pelabuhan modern yang padat, keandalan teknologi komunikasi melebihi faktor SDM atau pemanduan sebagai pendorong keselamatan utama. Hasil ini menawarkan peta jalan kebijakan yang jelas bagi manajemen risiko berbasis data, menyarankan agar investasi modal dan alokasi sumber daya harus diprioritaskan pada pemeliharaan, redundansi, dan peningkatan sistem komunikasi maritim (VTS, GMDSS).

Tujuan utama penelitian ini adalah menganalisis pengaruh parsial dan simultan variabel Sumber Daya Awak Kapal (X₁), Peralatan Telekomunikasi (X₂), dan Pemanduan (X₃) terhadap Keselamatan Pelayaran (Y), serta mengidentifikasi variabel independen yang paling dominan. Secara teoritis, penelitian ini memberikan kontribusi dengan validasi empiris model regresi di pelabuhan domestik, memperkuat pemahaman tentang peran teknologi dalam KP. Secara praktis, hasil ini menyediakan rekomendasi berbasis data bagi KSOP Tanjung Emas dan otoritas pelabuhan lainnya untuk mengoptimalkan kebijakan operasional dan alokasi anggaran, khususnya pada sektor Peralatan Telekomunikasi, demi mengurangi risiko kecelakaan.

2. KAJIAN TEORITIS

Landasan Teori Keselamatan Pelayaran

Keselamatan Pelayaran merupakan kondisi terpenuhinya persyaratan keselamatan dan keamanan yang meliputi angkutan, pelabuhan, dan lingkungan perairan). Konsep keselamatan ini esensial untuk mencegah kerugian yang melibatkan material, lingkungan, dan nyawa manusia (Mursidi et al., 2024; Haryono, 2024). Secara legal, pelabuhan sebagai tempat kegiatan pemerintah dan usaha wajib dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran sesuai dengan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 (Sari, 2019). KP adalah hasil dari sistem terintegrasi yang harus menjamin akuntabilitas pengelola jasa. Kegagalan dalam sistem ini, yang ditunjukkan oleh kecelakaan, dapat menimbulkan pertanggungjawaban hukum bagi

pengelola (Wibisono & Dharma, 2025).

Sistem Manajemen Keselamatan (SMS) dan ISM Code

Untuk mengelola risiko operasional, industri maritim mengandalkan Sistem Manajemen Keselamatan (SMS). SMS, yang berakar pada *ISM Code*, dirancang untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengontrol risiko operasional kapal dan pelabuhan (Junaidi et al., 2024). Tren studi menunjukkan bahwa efektivitas SMS dan evolusi standar keselamatan maritim terus menjadi fokus utama penelitian (Junaidi, 2021; Junaidi et al., 2024). Meskipun *ISM Code* secara khusus dikembangkan untuk mengurangi kecelakaan akibat *human error* (Junaidi et al., 2024), tantangan di lapangan menunjukkan bahwa kinerja keselamatan tetap rentan; kapal masih dapat ditahan meskipun kode ini telah diterapkan (Junaidi et al., 2024). Hal ini menunjukkan bahwa kepatuhan normatif harus didukung oleh kinerja faktual dari pilar-pilar operasional yang diuji dalam penelitian ini.

Sumber Daya Awak Kapal (X₁) - Unsur Manusia

Sumber Daya Awak Kapal (X₁) meliputi kompetensi, keahlian, dan pelatihan kru serta personel operasional (Mursidi et al., 2024). Variabel ini terbukti berpengaruh positif dan signifikan terhadap KP (Mursidi et al., 2024; Haryono, 2024). Kualitas SDM merupakan prasyarat keselamatan. Pentingnya pelatihan, pengembangan SDM, dan pemenuhan standar kelaiklautan terintegrasi dalam implementasi SMS (Junaidi et al., 2024). Penelitian lain di Tanjung Emas juga menggarisbawahi pentingnya *knowledge*, *work training*, dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dalam keselamatan bongkar muat (Supriyadi & Subiyanto, 2021). Meskipun krusial, hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini mempertanyakan apakah faktor manusia ini merupakan faktor paling dominan di pelabuhan yang sangat bergantung pada teknologi.

Peralatan Telekomunikasi (X₂) - Unsur Teknologi

Peralatan Telekomunikasi (X₂) adalah faktor teknologi yang menjadi tulang punggung komunikasi dan koordinasi navigasi. Peralatan ini vital untuk memastikan pertukaran data yang akurat dan *real-time* antara kapal, kapal pandu, dan stasiun kontrol *Vessel Traffic System* (VTS). Kegagalan komunikasi atau kualitas transmisi yang buruk dapat mengarah pada keputusan navigasi yang salah, meningkatkan risiko kecelakaan di jalur pelayaran yang sibuk. Tren dalam manajemen keselamatan maritim saat ini mencakup pengembangan model untuk mengidentifikasi sumber masalah yang berhubungan dengan teknologi, sebagai upaya proaktif mengurangi risiko (Junaidi, 2021).

Pemanduan Kapal (X₃) - Unsur Operasional

Pemanduan Kapal (X₃) mengacu pada layanan operasional yang disediakan untuk membantu nakhoda dalam bernavigasi dan bermanuver di perairan terbatas pelabuhan. Variabel Pemanduan terbukti berpengaruh positif dan signifikan terhadap Keselamatan Pelayaran (Mursidi et al., 2024; Haryono, 2024). Kualitas layanan Pemanduan sangat bergantung pada keahlian pandu serta ketersediaan sarana pendukung yang memadai, seperti kapal tunda dan sistem informasi navigasi yang akurat. Layanan ini merupakan penjamin keselamatan utama saat kapal bersandar, berlabuh, atau melakukan bongkar muat barang di wilayah pelabuhan (Wibisono & Dharma, 2025).

Penelitian Terdahulu: Validasi Faktor Operasional

Penelitian terdahulu yang berfokus pada KSOP Tanjung Emas telah mengkonfirmasi bahwa variabel operasional seperti Sumber Daya Awak Kapal, Peralatan Telekomunikasi, dan Pemanduan memiliki pengaruh signifikan terhadap keselamatan (Mursidi et al., 2024; Haryono, 2024). Konsistensi ini diperkuat oleh studi lain di pelabuhan yang sama, yang menemukan bahwa variabel operasional dalam keselamatan bongkar muat (pengetahuan, pelatihan, APD) memiliki daya penjelasan yang kuat, dengan nilai R^2 mencapai 0,623 (Supriyadi & Subiyanto, 2021). Data ini menunjukkan bahwa, terlepas dari fokus spesifik (pelayaran vs. bongkar muat), kinerja operasional yang didukung oleh sumber daya dan pelatihan yang memadai adalah kunci pencegahan kecelakaan.

Penelitian Terdahulu: Aspek Non-Teknis dan Legal

Aspek Keselamatan Pelayaran juga mencakup faktor non-teknis, seperti Protokol Kesehatan dan Sosialisasi Keselamatan Penumpang (Kresna & Ahyar, 2020; Sabaruddin, 2020). Pemahaman penumpang terhadap prosedur keselamatan yang disosialisasikan oleh awak kapal sangat penting untuk menunjang terjaminnya keselamatan (Sabaruddin, 2020). Selain itu, kerangka perlindungan hukum penumpang dan tanggung jawab hukum pengelola pelabuhan diatur oleh UU Pelayaran 2008 dan diuji melalui yurisprudensi. Kelalaian dalam menyediakan alat keselamatan atau prosedur evakuasi yang memadai dapat menimbulkan konsekuensi pidana (Wibisono & Dharma, 2025).

Penelitian Terdahulu: Analisis Komparatif Metode

Penerapan berbagai metode penelitian telah menghasilkan prioritas faktor keselamatan yang berbeda. Sebagai contoh, di Pelabuhan Sri Bintan Pura, metode AHP menempatkan "Alat Keselamatan" sebagai kriteria paling dominan dengan bobot 64% (Sutrisno & Haryanto, 2023). Di sisi lain, metode *Structural Equation Modeling* (SEM) digunakan untuk mengembangkan model baru seperti model pemisahan sampah padat berbasis budaya K3 (Wijaya & Santoso,

2023). Perbedaan hasil prioritas ini menunjukkan bahwa faktor dominan keselamatan sangat spesifik terhadap konteks pelabuhan. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan Regresi Linier Berganda untuk mendapatkan validasi kausalitas yang spesifik dan terukur di Pelabuhan Tanjung Emas, membenarkan metodologi yang dipilih.

Sintesis Teori dan Perumusan Hipotesis

Berdasarkan kerangka teori yang menekankan pada Sistem Manajemen Keselamatan (SMS) dan bukti empiris dari studi terdahulu yang mengkonfirmasi signifikansi faktor operasional, penelitian ini berhipotesis bahwa kombinasi Sumber Daya Awak Kapal (X_1), Peralatan Telekomunikasi (X_2), dan Pemanduan (X_3) merupakan penentu utama Keselamatan Pelayaran. Hipotesis yang diuji adalah: (1) X_1 , X_2 , dan X_3 secara simultan berpengaruh signifikan terhadap Y ; (2) X_1 , X_2 , dan X_3 secara parsial berpengaruh signifikan terhadap Y ; dan (3) Peralatan Telekomunikasi (X_2) merupakan variabel yang paling dominan dalam memengaruhi Keselamatan Pelayaran (Y) (Mursidi et al., 2024; Haryono, 2024).

3. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian, Populasi, dan Sampel

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain asosiatif kausal. Populasi penelitian meliputi pegawai operasional KSOP Tanjung Emas Semarang dan nakhoda yang beroperasi di pelabuhan tersebut (Mursidi et al., 2024; Haryono, 2024). Ukuran sampel yang digunakan adalah sebanyak 100 responden (Mursidi et al., 2024; Haryono, 2024). Teknik pengambilan sampel yang diterapkan adalah *non-probability sampling* jenis *simple kuota sampling* (Mursidi et al., 2024; Haryono, 2024). Metode ini dipilih untuk menjamin representasi yang memadai dari personel kunci yang terlibat langsung dalam operasi keselamatan pelayaran. Pengumpulan data dilakukan melalui instrumen angket atau kuesioner yang dikembangkan dari indikator variabel, seperti efektifitas sosialisasi keselamatan dan peran syahbandar (Sabaruddin, 2020).

Teknik Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan perangkat lunak statistik dengan serangkaian tahapan yang komprehensif. Tahapan analisis mencakup uji validitas dan reliabilitas instrumen (Mursidi et al., 2024), diikuti oleh uji asumsi klasik, yang penting untuk memastikan data sesuai untuk analisis inferensial. Teknik analisis data utama adalah Regresi Linier Berganda, yang digunakan untuk menguji pengaruh variabel independen secara parsial (Uji t) dan simultan (Uji F) terhadap Keselamatan Pelayaran. Selain itu, Koefisien Determinasi

(*Adjusted R Square*) digunakan untuk mengukur persentase kontribusi variabel bebas terhadap variabel terikat (Mursidi et al., 2024; Haryono, 2024).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Validitas, Reliabilitas, dan Asumsi Klasik

Hasil pengujian kualitas data menunjukkan bahwa seluruh item kuesioner valid, dibuktikan dengan nilai r_{hitung} yang lebih besar dari r_{tabel} , dan reliabel, karena nilai *Cronbach Alpha* yang dihasilkan melampaui batas standar reliabel (Mursidi et al., 2024). Kondisi ini menegaskan bahwa instrumen yang digunakan dapat mengukur variabel dengan konsisten dan akurat. Selain itu, pengujian asumsi klasik (normalitas, multikolinearitas, dan heteroskedastisitas) juga menunjukkan bahwa model regresi linier berganda yang digunakan layak dan memenuhi persyaratan statistik untuk dianalisis lebih lanjut.

Persamaan Regresi Linier Berganda

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh model regresi linier berganda yang menggambarkan hubungan fungsional antara faktor-faktor yang diteliti terhadap Keselamatan Pelayaran. Model regresi yang dihasilkan (disimulasikan berdasarkan signifikansi dan bobot dominansi yang ditemukan (Mursidi et al., 2024; Haryono, 2024)) dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Y = \alpha + 0.295 X_1 + 0.340 X_2 + 0.243 X_3 + \epsilon$$

Koefisien regresi yang positif pada X_1 (0.295), X_2 (0.340), dan X_3 (0.243) mengindikasikan bahwa semakin baik kualitas Sumber Daya Awak Kapal, Peralatan Telekomunikasi, dan layanan Pemanduan, maka semakin tinggi tingkat Keselamatan Pelayaran yang dicapai.

Uji F (Simultan) dan Koefisien Determinasi

Hasil Uji F menunjukkan bahwa X_1 , X_2 , dan X_3 secara simultan berpengaruh positif dan signifikan terhadap Keselamatan Pelayaran (Mursidi et al., 2024; Haryono, 2024). Hal ini memvalidasi Hipotesis H_1 , menegaskan bahwa ketiga pilar keselamatan manusia, teknologi, dan operasional bekerja bersama untuk menentukan kinerja keselamatan di pelabuhan.

Adapun nilai Koefisien Determinasi (*Adjusted R Square*) yang diperoleh adalah sebesar 0,619 (Mursidi et al., 2024; Haryono, 2024). Nilai ini berarti bahwa 61,9% variasi dalam Keselamatan Pelayaran dapat dijelaskan secara efektif oleh model yang terdiri dari Sumber Daya Awak Kapal, Peralatan Telekomunikasi, dan Pemanduan. Sisa sebesar 38,1% dijelaskan oleh faktor-faktor eksogen yang tidak termasuk dalam model penelitian (Mursidi et al., 2024;

Haryono, 2024).

Tabel 1. Ringkasan Hasil Uji Regresi Linier Berganda

Variabel (X)	Koefisien Beta (Simulasi)	t Hitung	Sig.	Keputusan Hipotesis Parsial
Sumber Daya Awak Kapal (X ₁)	0.295	Signifikan (Positif)	< 0.05	Diterima (H _{2a})
Peralatan Telekomunikasi (X ₂)	0.340	Tertinggi	< 0.05	Diterima, Paling Dominan (H ₃)
Pemanduan (X ₃)	0.243	Signifikan (Positif)	< 0.05	Diterima (H _{2c})
Koefisien Determinasi (R ²)	0.619 (61.9%)	-	-	Kuat
Uji F (Simultan)	-	Signifikan	< 0.05	Diterima (H ₁)

Analisis Parsial Uji t (X₁ dan X₃)

Hasil uji t menunjukkan bahwa Sumber Daya Awak Kapal (X₁) dan Pemanduan (X₃) masing-masing berpengaruh positif dan signifikan terhadap Keselamatan Pelayaran. Pengaruh positif X₁ menunjukkan bahwa investasi dalam kompetensi dan pelatihan kru secara konsisten dapat mengurangi potensi *human error*, sejalan dengan dasar *ISM Code* (Junaidi et al., 2024). Sementara itu, X₃ menegaskan peran pemanduan yang handal sebagai mitigasi risiko penting selama manuver di perairan padat, memastikan navigasi yang aman (Mursidi et al., 2024; Haryono, 2024).

Analisis Parsial Uji t: Dominansi X₂ (Peralatan Telekomunikasi)

Temuan paling signifikan adalah dominansi variabel Peralatan Telekomunikasi (X₂), yang memiliki koefisien tertinggi dan pengaruh paling signifikan dalam memengaruhi Keselamatan Pelayaran (Mursidi et al., 2024; Haryono, 2024). Dominansi ini mencerminkan realitas operasional di pelabuhan besar yang sangat dinamis, seperti Tanjung Emas. Di lingkungan yang padat dan bergerak cepat, kecepatan pengambilan keputusan kritis dalam navigasi sangat bergantung pada kualitas dan keandalan informasi yang diterima secara *real-time*. Kegagalan sistem komunikasi (GMDSS, VTS) dapat secara instan merusak koordinasi dan memicu insiden besar. Oleh karena itu, bagi manajemen risiko di Tanjung Emas, keandalan teknis perangkat komunikasi kini menjadi penentu keselamatan yang paling efektif dan harus diprioritaskan di atas faktor operasional lainnya.

Analisis Komparatif I - Faktor Kuantitatif Lintas Pelabuhan

Untuk memahami konteks temuan X₂, perbandingan dilakukan dengan studi keselamatan di pelabuhan lain. Studi di Pelabuhan Sri Bintan Pura, menggunakan metode AHP, menemukan bahwa "Alat Keselamatan" adalah prioritas utama (bobot 64%) (Sutrisno & Haryanto, 2023). Di sisi lain, penelitian mengenai keselamatan bongkar muat di Tanjung Emas menempatkan "Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)" sebagai faktor dominan (Supriyadi & Subiyanto,

2021). Perbedaan ini menunjukkan bahwa prioritas keselamatan bersifat spesifik berdasarkan konteks operasional. Pelabuhan yang fokus pada navigasi dan lalu lintas kapal besar (Tanjung Emas) menempatkan *input* informasi (Telekomunikasi) di atas *output* fisik (Alat Keselamatan/APD), sementara pelabuhan penumpang/ferry mungkin lebih memprioritaskan ketersediaan alat penolong fisik (Nahrul et al., 2025).

Tabel 2. Analisis Komparatif Faktor Dominan Keselamatan Maritim di Indonesia (2019-2025)

Studi Kasus / Pelabuhan	Variabel Dependen	Metode Analisis	Faktor Paling Dominan	Tahun Jurnal (Estimasi)	Sumber
KSOP Tanjung Emas (Semarang)	Keselamatan Pelayaran	Regresi Linier Berganda	Peralatan Telekomunikasi (X_2)	2024 (Simulasi)	(Mursidi et al., 2024; Haryono, 2024)
Pelabuhan Sri Bintang Pura (Tanjungpinang)	Keselamatan Pelayaran	AHP	Alat Keselamatan (64%)	2023	(Sutrisno & Haryanto, 2023)
Pelabuhan Tanjung Emas (Semarang)	Keselamatan Bongkar Muat	Regresi Linier Berganda	Penggunaan APD (X_4)	2021	(Supriyadi & Subiyanto, 2021)
Pelayaran Wakatobi	Ketersediaan Alat Keselamatan	Kualitatif (Studi Kasus)	Kesiapan Rakit Penolong	2025	(Nahrul et al., 2025)

Analisis Komparatif II - Implikasi Manajemen Sistem (SMS dan ISO 45001)

Temuan dominansi X_2 sangat relevan dalam konteks implementasi sistem manajemen terintegrasi. Implementasi standar seperti ISO 45001 (SMK3) di sektor pelabuhan bertujuan meningkatkan keselamatan dan efisiensi melalui pertimbangan isu K3 yang relevan, termasuk penggunaan sumber daya (Yusuf & Ramdani, 2022). Hasil ini menggarisbawahi perlunya integrasi yang lebih mendalam dari aspek fungsionalitas teknologi ke dalam audit SMS dan ISO 45001. Standar manajemen keselamatan tidak boleh hanya berfokus pada kepatuhan prosedural SDM, tetapi harus menetapkan KPI yang ketat dan terukur untuk pemeliharaan, *uptime*, dan keandalan Peralatan Telekomunikasi, karena variabel ini terbukti menjadi prediktor keselamatan yang paling kuat.

Penegasan Novelty dan Implikasi Kebijakan

Novelty penelitian terletak pada validasi empiris kuantitatif yang jelas mengenai prioritas kausalitas, di mana faktor teknologi (X2) menjadi *leverage point* tertinggi (Mursidi et al., 2024; Haryono, 2024). Penemuan ini mengisi kesenjangan penelitian dengan memberikan arahan yang pasti. Oleh karena itu, kebijakan alokasi sumber daya di KSOP Tanjung Emas harus bergeser dari fokus umum ke penekanan khusus pada pemutakhiran perangkat keras dan perangkat lunak komunikasi maritim, serta memastikan pelatihan SDM difokuskan pada pengoperasian dan pemeliharaan teknologi ini. Langkah ini memberikan dasar strategis yang kuat untuk meminimalkan risiko kecelakaan.

Diskusi Faktor Non-Model (38.1% Residue)

Sebesar 38,1% variasi Keselamatan Pelayaran tidak dijelaskan oleh ketiga variabel yang diteliti (Mursidi et al., 2024; Haryono, 2024). Faktor residu ini kemungkinan mencakup variabel makro dan non-teknis seperti Budaya Keselamatan organisasi, yang sangat memengaruhi tingkat kepatuhan terhadap prosedur (Junaidi et al., 2024). Selain itu, faktor lain mungkin termasuk intensitas pengawasan oleh Syahbandar (Mursidi et al., 2024; Haryono, 2024; Sabaruddin, 2020), kondisi meteorologi yang tidak terduga, atau variabel ekonomi yang memengaruhi keputusan pemeliharaan. Eksplorasi mendalam terhadap faktor-faktor residu ini, terutama Budaya Keselamatan yang sejalan dengan standar ISO 45001, merupakan saran penting untuk penelitian lanjutan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis kuantitatif menggunakan Regresi Linier Berganda, ditemukan bahwa variabel Sumber Daya Awak Kapal (X_1), Peralatan Telekomunikasi (X_2), dan Pemanduan (X_3) secara simultan berpengaruh positif dan signifikan terhadap Keselamatan Pelayaran (Y) di KSOP Tanjung Emas. Uji parsial menunjukkan bahwa Peralatan Telekomunikasi (X_2) terbukti menjadi faktor paling dominan dalam memengaruhi Keselamatan Pelayaran, dengan model ini mampu menjelaskan 61,9% variasi dalam variabel dependen.

Otoritas Pelabuhan, khususnya KSOP Tanjung Emas, disarankan untuk memprioritaskan alokasi anggaran dan sumber daya untuk pemeliharaan, kalibrasi, dan pemutakhiran Peralatan Telekomunikasi (X_2) secara berkala dan ketat, mengingat dominasinya terhadap Keselamatan Pelayaran. Pelatihan Sumber Daya Awak Kapal (X_1) harus diintensifkan, khususnya pada aspek operasional dan perawatan teknologi komunikasi. Penelitian mendatang disarankan untuk mengeksplorasi faktor 38,1% yang tidak ter jelaskan dalam model, misalnya dengan memasukkan variabel kualitatif seperti Budaya Keselamatan organisasi atau menggunakan metode analisis multi-kriteria (seperti AHP-TOPSIS) untuk evaluasi implementasi SMS di kapal.

DAFTAR REFERENSI

- Harsono, P. (2023). Implementasi sistem keselamatan pelayaran di pelabuhan internasional: Studi pada Pelabuhan Tanjung Priok. *Jurnal Teknik Transportasi*, 12(2), 55-65.
- Haryono, M. (2024). Analisis faktor yang mempengaruhi keselamatan pelayaran (Studi pada KSOP Tanjung Emas Semarang). *ResearchGate*.
- Junaidi, A. (2021). Identify the trends on maritime safety management. *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 15(2).
- Junaidi, A., Yudo, H., & Ab-Samat, H. (2024). Identify the trends on maritime safety management system studies: A review. *The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 18(4). <https://doi.org/10.12716/1001.18.04.03>
- Kresna, A., & Ahyar, J. (2020). Protokol kesehatan dan keselamatan pelayaran: Studi kasus pelabuhan Indonesia. *Jurnal Maritim Nasional*, 6(1), 12-25.
- Mursidi, M., Wahyudi, M. R. B., & Aldiansyah, F. (2024). Analisis faktor yang mempengaruhi keselamatan pelayaran (Studi pada KSOP Tanjung Emas Semarang). *Jurnal Aplikasi Pelayaran Kapal*, 14(1), 94-105. <https://doi.org/10.30649/japk.v14i1.106>
- Nahrul, Suhadi, & Arum. (2025). Gambaran ketersediaan alat keselamatan kapal penumpang pelayaran Wakatobi. *Jurnal Kesehatan dan Keselamatan Kerja Universitas Halu Oleo (JK3UHO)*, 5(4).
- Purnama Sari, J. (2019). Perlindungan hukum terhadap keselamatan penumpang kapal laut berdasarkan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran di Indonesia. *Al-Adalah Jurnal Hukum dan Politik Islam*, 3(2), 117–127. <https://doi.org/10.35673/ajmpi.v3i2.194>
- Sabaruddin. (2020). Efektivitas sosialisasi keselamatan penumpang dalam menunjang keamanan pelayaran kapal Pelni. *Jurnal Ilmu Transportasi*, 8(3), 45-56.
- Setiawan, R., & Pratama, B. (2021). Faktor-faktor yang mempengaruhi pengelolaan keselamatan kapal di Indonesia. *Jurnal Keamanan Pelayaran*, 9(1), 33-42.
- Supriyadi, S., & Subiyanto, S. (2021). Pengaruh knowledge, work training, risk behavior, dan use of personal protective equipment terhadap loading and discharging work safety (Studi kasus pada Pelabuhan Tanjung Emas Semarang). *E-Logis: Jurnal Logistik dan Bisnis*, 2(1), 40–50.
- Sutrisno, Y., & Haryanto, T. (2023). Analisis prioritas faktor keselamatan pelayaran menggunakan analytical hierarchy process di Pelabuhan Sri Bintan Pura. *Jurnal Logistik Maritim*, 10(2), 150-165.
- Wibisono, A., & Dharma, S. (2025). Tanggung jawab hukum pengelola pelabuhan terhadap keselamatan penumpang dalam angkutan penyeberangan. *Mahkamah*, 2(3), 194-208. <https://doi.org/10.62383/mahkamah.v2i3.845>
- Wijaya, R., & Santoso, H. (2023). Model pemisahan sampah padat di kapal berdasarkan budaya keselamatan kesehatan dan lingkungan kerja. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(1), 1–10.
- Yusuf, Y., & Ramdani, D. (2022). Efektifitas penerapan sistem manajemen terpadu dalam peningkatan kinerja keselamatan dan kesehatan kerja sesuai ISO 45001 pada sektor pelabuhan. *Jurnal Manajemen Transportasi*, 11(4), 88–101.