



Analisis Empiris Faktor-Faktor Kunci Penentu Keselamatan Pelayaran

(Studi Kasus: Implementasi Manajemen di Pelabuhan Gresik)

Nur'aini Budi Cahyani^{1*}, Retno Sri Mulatsih², Andar Sri Sumantri³

¹⁻³Transportasi, Universitas Maritim AMNI, Indonesia

*Penulis Korespondensi: nrainichyani123@gmail.com¹

Abstract. Shipping safety is an essential prerequisite in global and domestic maritime operations. However, ship accident incidents remain an annual vulnerability, often caused by suboptimal safety systems. This study aims to analyze the partial effects of the Implementation of the International Safety Management (ISM) Code (X1), the Implementation of Shipping Navigation Aids (SBNP) (X2), Master's Responsibility (X3), and Crewing (X4) on Shipping Safety (Y) at Gresik Public Port, East Java. The method used is descriptive and quantitative analysis with multiple linear regression. The research population consists of ship crew members at Gresik Port, with a sample of 100 respondents selected through the Quota Sampling technique. The results of the regression analysis show the equation $Y = -1.480 + 0.293X1 + 0.314X2 + 0.187X3 + 0.311X4 + \mu$. The partial hypothesis test (*t*-test) confirms that all independent variables have a positive and significant effect on Shipping Safety. The most dominant variable influencing Shipping Safety is SBNP Implementation (X2) with a coefficient of 0.314, followed closely by Crewing (X4) with a coefficient of 0.311. The Coefficient of Determination (R^2) is 0.685, indicating that 68.5% of the variation in Shipping Safety is influenced by these four variables. These findings underscore the importance of investing in technology-based navigation infrastructure and enhancing the competence of maritime human resources in high-traffic operational areas.

Keywords: Application of Navigational Aids; Captain's Responsibilities; Implementation of the ISM Code; Safety at Sea; Ship Manning

Abstrak. Keselamatan pelayaran merupakan prasyarat esensial dalam operasional maritim global dan domestik. Namun, insiden kecelakaan kapal masih menjadi kerentanan tahunan, sering kali diakibatkan oleh sistem keselamatan yang belum optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh Implementasi *International Safety Management (ISM) Code (X1)*, Penerapan Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP) (X2), Tanggung Jawab Nakhoda (X3), dan Pengawakan Kapal (X4) secara parsial terhadap Keselamatan Pelayaran (Y) di Pelabuhan Umum Gresik, Jawa Timur. Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif dan kuantitatif dengan regresi linear berganda. Populasi penelitian adalah kru kapal di Pelabuhan Umum Gresik, dengan sampel sebanyak 100 responden yang diambil melalui teknik Quota Sampling. Hasil analisis regresi menunjukkan persamaan $Y = -1,480 + 0,293X1 + 0,314X2 + 0,187X3 + 0,311X4 + \mu$. Uji hipotesis parsial (Uji-t) mengonfirmasi bahwa semua variabel independen berpengaruh positif dan signifikan terhadap Keselamatan Pelayaran. Variabel yang paling dominan memengaruhi Keselamatan Pelayaran adalah Penerapan SBNP (X2) dengan koefisien 0,314, diikuti oleh Pengawakan Kapal (X4) dengan koefisien 0,311. Koefisien Determinasi (R^2) sebesar 0,685 menunjukkan bahwa 68,5% variasi Keselamatan Pelayaran dipengaruhi oleh keempat variabel ini. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya investasi pada infrastruktur navigasi berbasis teknologi dan peningkatan kompetensi sumber daya manusia maritim di wilayah operasional padat.

Kata Kunci: Implementasi *ISM Code*; Keamanan Pelabuhan; Keselamatan Pelabuhan; Keselamatan Pelayaran; Tanggung Jawab Nakhoda

1. LATAR BELAKANG

Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) merupakan negara kepulauan yang di satukan oleh wilayah perairan yang sangat luas, menjadikan sektor pelayaran sebagai tulang punggung sistem transportasi nasional. Pelayaran, sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008, dipandang sebagai satu kesatuan sistem yang mencakup angkutan di perairan, kepelabuhanan, keselamatan dan keamanan, serta perlindungan lingkungan maritim (Pemerintah Indonesia, 2008). Pengembangan potensi dan peranannya sangat krusial untuk mewujudkan sistem transportasi yang efektif dan efisien, sekaligus mendukung pertumbuhan ekonomi dan memperkokoh kedaulatan negara (Nur Rachmi et al., 2020). Keselamatan pelayaran didefinisikan sebagai terpenuhinya persyaratan keselamatan dan keamanan yang menyangkut angkutan di perairan, kepelabuhanan, dan lingkungan maritim, mencakup segala tindakan pencegahan kecelakaan dalam melaksanakan kerja di bidang pelayaran (Santosa & Sinaga, 2019).

Meskipun terdapat kerangka hukum yang kuat, industri pelayaran masih menghadapi tantangan serius terkait insiden kecelakaan. Kecelakaan kapal masih rentan terjadi setiap tahunnya, seringkali disebabkan oleh belum optimalnya sistem keselamatan pelayaran yang diterapkan (Nurhasanah et al., 2015). Pengabaian terhadap aspek keselamatan ini tidak hanya berujung pada kerugian jiwa dan harta benda, tetapi juga meningkatkan biaya ekonomi dan lingkungan. Kerugian ini mencakup penurunan produktivitas, timbulnya biaya medis, serta terjadinya polusi dan pencemaran lingkungan yang serius. Data spesifik di Pelabuhan Umum Gresik menunjukkan bahwa antara tahun 2018 hingga 2022, terjadi berbagai jenis kecelakaan mulai dari kapal tenggelam, terbakar, kandas, hingga tabrakan, dengan total korban jiwa yang tercatat mencapai sepuluh orang (KSOP Kelas II Gresik, 2023).

Pelabuhan Umum Gresik, sebagai salah satu simpul penting di Jawa Timur yang berlokasi di Selat Madura, memiliki tingkat kepadatan lalu lintas kapal yang tinggi. Data kunjungan kapal pada kuartal pertama tahun 2023 saja mencapai total 2.295 kunjungan, yang menekankan kebutuhan mendesak akan penegakan standar keselamatan yang ketat. Permasalahan keselamatan di lokasi ini bersifat multiaspek, meliputi buruknya penerapan manajemen keselamatan di bawah *ISM Code*, kurangnya komunikasi dan koordinasi petugas dalam operasional Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP), kelalaian nakhoda dalam memastikan kelaiklautan kapal, hingga isu kesejahteraan dan kualifikasi awak kapal. Sebagai contoh, masalah kesejahteraan awak kapal yang mendapatkan gaji di bawah upah minimum merupakan salah satu indikasi kelaiklautan kapal yang belum terpenuhi, yang berpotensi memengaruhi kinerja operasional.

Untuk mengatasi kerentanan ini, penelitian ini berfokus pada empat faktor utama yang secara teoretis dan praktis dianggap paling signifikan memengaruhi Keselamatan Pelayaran. Faktor-faktor tersebut meliputi aspek manajemen keselamatan berbasis standar internasional (*ISM Code*), aspek teknologi navigasi (Penerapan SBNP), aspek kepemimpinan dan legalitas operasional (Tanggung Jawab Nakhoda), serta aspek sumber daya manusia (Pengawakan Kapal). Kerangka pemikiran ini bertujuan untuk memecah keselamatan pelayaran menjadi dimensi-dimensi yang dapat diukur dan dikelola, sehingga intervensi kebijakan dapat dilakukan secara terarah.

Sejalan dengan latar belakang masalah dan identifikasi variabel, penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis secara empiris pengaruh parsial dari Implementasi *ISM Code*, Penerapan Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP), Tanggung Jawab Nakhoda, dan Pengawakan Kapal terhadap Keselamatan Pelayaran di Pelabuhan Umum Gresik. Tujuan ini mencakup penentuan faktor mana yang memiliki kontribusi terbesar terhadap peningkatan keselamatan pelayaran di wilayah studi tersebut.

Secara akademis, penelitian ini mengisi kesenjangan (research gap) yang ada dalam literatur mengenai model faktor Keselamatan Pelayaran di Indonesia. Meskipun studi terdahulu telah menguji beberapa variabel ini secara terpisah (Mudiyanto, 2019; Santosa & Sinaga, 2019), belum ada model terintegrasi yang membandingkan besaran kontribusi Manajemen, Teknologi, Kepemimpinan, dan SDM secara simultan dalam konteks alur pelayaran padat seperti Gresik. Kebaruan (novelty) dari penelitian ini terletak pada hasil regresi linear berganda yang menyediakan bukti empiris prioritas intervensi. Dengan membandingkan koefisien regresi, otoritas pelabuhan dapat menentukan dengan presisi bagian mana dari sistem keselamatan (manajemen, teknologi, atau SDM) yang membutuhkan alokasi sumber daya paling mendesak untuk menghasilkan dampak maksimal.

Kontribusi penelitian ini sangat penting bagi Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan (KSOP) Kelas II Gresik, perusahaan pelayaran, dan akademisi. Bagi KSOP, hasil analisis koefisien determinan dapat dijadikan bahan masukan dan pertimbangan strategis dalam mengalokasikan investasi untuk peningkatan keselamatan maritim. Misalnya, penemuan faktor dominan dapat mengarahkan kebijakan untuk memprioritaskan modernisasi SBNP atau peningkatan kompetensi awak kapal. Secara akademik, penelitian ini berfungsi sebagai referensi yang memvalidasi model kausalitas empat faktor kunci dalam konteks maritim domestik Indonesia (Samekto, 2019), memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang transportasi laut.

2. KAJIAN TEORITIS

Landasan Teori dan Penelitian Terdahulu

Keselamatan Pelayaran didefinisikan sebagai keadaan terpenuhinya persyaratan keselamatan dan keamanan yang menyangkut angkutan di perairan, kepelabuhanan, dan lingkungan maritim (Pemerintah Indonesia, 2008). Konsep ini merupakan aspek sentral dalam segala aktivitas dunia pelayaran dan menjadi kebutuhan semua pihak. Untuk menjamin keselamatan, diperlukan pemenuhan persyaratan kelaiklautan kapal, yang mencakup keselamatan kapal, pencegahan pencemaran perairan, pengawakan yang memadai, garis muat, permuatan, kesejahteraan awak kapal, serta manajemen keselamatan dan keamanan kapal (Santosa & Sinaga, 2019). Indikator yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengukur Keselamatan Pelayaran (Y) meliputi Keamanan Alur Pelayaran, Kelancaran Lalu Lintas Kapal, dan Keamanan Perairan.

Fondasi Keselamatan Pelayaran terletak pada kelaiklautan kapal (*seaworthiness*). Kelaiklautan adalah kondisi wajib kapal agar diizinkan berlayar, yang mencakup bukan hanya aspek teknis fisik kapal, tetapi juga aspek non-teknis seperti manajemen keselamatan dan pengawakan. Nakhoda wajib menolak untuk melayarkan kapalnya apabila mengetahui kapal tersebut tidak memenuhi persyaratan kelaiklautan yang telah ditetapkan (Pemerintah Indonesia, 2008). Upaya pencegahan kecelakaan di laut harus didukung oleh penguasaan yang memadai terhadap unsur-unsur ini, termasuk kapal, perairan Indonesia, pelabuhan, dan alur pelayaran.

Implementasi *International Safety Management* (ISM) Code (X1) merupakan standar Sistem Manajemen Keselamatan yang diadopsi oleh *Safety of Life At Sea* (SOLAS) pada tahun 1994, yang bertujuan utama untuk menjamin keselamatan di laut dan mencegah kecelakaan yang disebabkan oleh faktor manusia (Mudiyanto, 2019). Latar belakang munculnya ISM Code adalah tingginya angka kecelakaan yang disebabkan oleh kesalahan manusia (*human error*). ISM Code menetapkan peraturan operasional kapal yang aman melalui penerapan *Safety Management System* (SMS), yang diatur di Indonesia melalui Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 45 Tahun 2012 (Indriyani et al., 2021).

Terdapat beberapa dimensi kunci dalam Implementasi ISM Code yang diuji dalam penelitian ini, yaitu Dokumen Keselamatan, Perlindungan Lingkungan Perairan, dan Prosedur Perawatan Kapal. Kehadiran dokumen keselamatan yang lengkap menjadi bukti legalitas dan kelayakan kapal untuk berlayar. Sementara itu, perlindungan lingkungan perairan (termasuk pencegahan pencemaran) merupakan komponen wajib dari SMS. Prosedur perawatan kapal yang terstruktur dan berkala (sesuai indikator X1.3) sangat penting untuk mempertahankan kelayakan teknis kapal. Kepatuhan terhadap prosedur ini menunjukkan bahwa manajemen

risiko tidak hanya fokus pada pencegahan kecelakaan secara langsung, tetapi juga pada eliminasi insiden pencemaran yang dapat dihindari, menegaskan peran ganda ISM dalam menjamin keamanan operasional dan kelestarian lingkungan laut.

Penerapan Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP) (X2) merupakan aspek teknologis yang sangat penting. SBNP adalah peralatan atau sistem yang berada di luar kapal, didesain dan dioperasikan untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi bernavigasi kapal dan/atau lalu lintas kapal (Pemerintah Indonesia, 2021). SBNP mencakup sarana visual (menara suar), elektronik (*Automatic Identification System/AIS*, *Vessel Traffic Services/VTS*, Radar), dan *audible* (bunyi-bunyian). Fungsi utama SBNP adalah membantu navigator menentukan posisi dan haluan kapal, memberitahukan bahaya pelayaran, dan menunjukkan batas alur yang aman (Sampelan et al., 2023).

Fungsi SBNP sangat kritis di alur pelayaran sempit dan padat. SBNP memungkinkan pencegahan bahaya tubrukan antar kapal, serta *grounding* (kandas), yang menjadi masalah umum di area pelabuhan dengan kedalaman yang terbatas. Penerapan SBNP, seperti penggunaan radar dan AIS, sangat vital untuk pengamatan akurat, terutama saat berlayar di daerah ramai atau alur sempit, sesuai dengan Aturan 7(b) *Collision Regulation 1972* (Syibli & Nuryaman, 2021). Oleh karena itu, SBNP memiliki dampak operasional yang tinggi dalam memitigasi risiko inheren dari kepadatan lalu lintas kapal (Syafaat et al., 2020). Indikator dalam penelitian ini mencakup kemampuan SBNP untuk Mencegah Tubrukan Kapal, Mencegah Kapal Kandas, dan Menentukan Posisi atau Haluan Kapal.

Tanggung Jawab Nakhoda (X3) adalah landasan kepemimpinan di laut. Nakhoda merupakan pemimpin tertinggi di kapal yang memiliki wewenang dan tanggung jawab penuh terhadap keselamatan kapal, kru, dan muatan, mulai dari pelabuhan awal hingga tujuan (Saputra et al., 2013). Secara hukum, tanggung jawab Nakhoda sangat luas, mencakup memastikan kelengkapan dan kelaiklautan kapal (Lazuardi, 2013). Bahkan jika terjadi kecelakaan akibat kelalaian, seorang Nakhoda dapat dimintai pertanggungjawaban perdata, dan hanya bisa lolos dari tanggung jawab jika dapat dibuktikan sebaliknya (Sukardi et al., 2025).

Indikator Tanggung Jawab Nakhoda dalam penelitian ini meliputi Kelengkapan Kapal, Keselamatan Kapal, dan Kelaiklautan Kapal. Nakhoda berperan sebagai perwakilan pemilik kapal yang harus memastikan bahwa semua persyaratan operasional (termasuk SBNP dan Pengawakan Kapal) telah dipenuhi sebelum berlayar. Kelalaian dalam pemeriksaan sebelum pelayaran, yang merupakan masalah yang sering terjadi di Pelabuhan Umum Gresik, dapat menyebabkan kecelakaan yang murni menjadi tanggung jawab Nakhoda.

Pengawakan Kapal (X4) mencerminkan dimensi sumber daya manusia, yaitu orang yang bekerja di kapal untuk melaksanakan tugas sesuai jabatannya (Mudiyanto, 2019). Pentingnya faktor manusia dalam keselamatan pelayaran tidak dapat diabaikan, mengingat lebih dari 80% kecelakaan maritim sering dikaitkan dengan *human error*. Pengawakan kapal yang memadai tidak hanya mencakup jumlah personel, tetapi juga kualifikasi, kompetensi, dan kesejahteraan mereka. Awak kapal wajib memiliki sertifikat keahlian dan keterampilan yang sesuai dengan aturan sertifikasi.

Dalam penelitian ini, Pengawakan Kapal diukur melalui Hak Awak Kapal, Kewajiban Awak Kapal, dan Persyaratan Awak Kapal. Pemenuhan hak (gaji, akomodasi, jaminan kesehatan) secara langsung memengaruhi moral dan fokus kerja kru, yang krusial untuk Keselamatan Pelayaran. Kinerja awak kapal yang baik juga berkorelasi kuat dan positif dengan peran teknologi alat keselamatan, menunjukkan bahwa kompetensi SDM dan kualitas teknologi merupakan dua pilar yang saling mendukung dalam keselamatan maritim.

Penelitian terdahulu yang relevan memberikan landasan empiris. Samekto (2019) menemukan bahwa Alat-Alat Keselamatan Kapal dan Sumber Daya Awak Kapal Ikan berpengaruh positif dan signifikan terhadap Keselamatan Pelayaran di Rembang. Sementara itu, Santosa dan Sinaga (2019) mengkonfirmasi bahwa Tanggung Jawab Nakhoda dan Pemanfaatan Sarana Bantu Navigasi berpengaruh terhadap Keselamatan Pelayaran di Tanjung Emas Semarang. Temuan yang menarik datang dari Mursidi (2023) di Semarang yang menunjukkan bahwa variabel Peralatan Telekomunikasi (SBNP) memiliki pengaruh yang paling tinggi dibandingkan variabel lainnya, yang memberikan indikasi awal bahwa di wilayah operasional padat, aspek teknologi dan komunikasi memainkan peran dominan dalam menentukan tingkat keselamatan operasional. Konsistensi temuan ini mendukung hipotesis bahwa SBNP dan Pengawakan Kapal akan menjadi variabel kunci di Pelabuhan Gresik.

3. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian ini mengadopsi pendekatan kuantitatif asosiatif. Penelitian kuantitatif berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti populasi atau sampel tertentu dengan tujuan menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2017). Dalam konteks ini, penelitian menggunakan metode kausal untuk menganalisis hubungan sebab-akibat antara variabel independen (Implementasi ISM Code (X1), Penerapan SBNP (X2), Tanggung Jawab Nakhoda (X3), dan Pengawakan Kapal (X4)) terhadap variabel dependen (Keselamatan Pelayaran (Y)). Pendekatan ini dipilih karena hasil penelitian bertujuan untuk membuat generalisasi berdasarkan data numerik yang diolah secara statistik.

Penentuan Populasi dan Sampel dilakukan dengan cermat. Populasi terhingga dalam penelitian ini adalah seluruh kru kapal yang beraktivitas di Pelabuhan Umum Gresik, yang didasarkan pada data kedatangan kapal selama tiga bulan (Januari–Maret 2023) yang berjumlah 2.295 kunjungan kapal. Karena populasi tersebut besar, penentuan jumlah sampel menggunakan rumus Slovin dengan tingkat kelonggaran (*margin of error*) sebesar 10% ($e=0.1$). Berdasarkan perhitungan $n = 2295 / (1 + 2295 \times (0.1)^2)$, diperoleh jumlah sampel minimal sebesar 95.82, yang dibulatkan menjadi 100 responden. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *Nonprobability Sampling* jenis *Quota Sampling*. Karakteristik responden ditetapkan secara spesifik, yaitu Perwira dek dan perwira mesin, sudah menjadi kru kapal minimal satu tahun (bukan *cadet*), dan berusia lebih dari 20 tahun, untuk memastikan bahwa data diperoleh dari pihak yang memiliki pengetahuan dan pengalaman operasional yang relevan di kapal. Data dikumpulkan melalui kuesioner tertulis menggunakan Skala Likert 5 poin (Sangat Tidak Setuju hingga Sangat Setuju), yang memungkinkan konversi persepsi kualitatif menjadi data kuantitatif. Analisis data didahului dengan Uji Validitas dan Reliabilitas instrumen, diikuti oleh Uji Asumsi Klasik (Normalitas, Multikolinearitas, Autokorelasi, dan Heteroskedastisitas) untuk memastikan kelayakan model regresi. Metode analisis utama adalah Regresi Linear Berganda dan pengujian hipotesis parsial (Uji-t) serta koefisien determinasi (R^2).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Hasil Penelitian

Deskripsi responden menunjukkan bahwa 100% responden berjenis kelamin laki-laki. Distribusi usia responden mayoritas berada di rentang 31–40 tahun (35%), diikuti oleh 41–50 tahun (33%), dan 20–30 tahun (32%). Distribusi jabatan menunjukkan bahwa Mualim II adalah yang paling banyak (19%), sementara posisi KKM, Masinis, Mualim I, Mualim III, dan Nakhoda tersebar merata. Profil ini mengindikasikan bahwa data diperoleh dari kru kapal yang berpengalaman dan berada pada level perwira, sesuai dengan kriteria *quota sampling* yang telah ditetapkan.

Uji Validitas dan Reliabilitas

Sebelum melakukan analisis inferensial, instrumen penelitian diuji validitas dan reliabilitasnya. Semua indikator yang digunakan untuk mengukur X1, X2, X3, X4, dan Y dinyatakan valid karena nilai r_{hitung} masing-masing indikator jauh lebih besar daripada r_{tabel} (0.2565 untuk $df=98$ pada $\alpha=0.01$).

Tabel 1. Hasil Uji Validitas

| Variabel | Indikator | Rhitung | Rtabel | Keterangan |
|-----------------------------|-----------|---------|--------|------------|
| Implementasi ISM Code (X1) | X1.1 | 0.850 | 0.2565 | Valid |
| | X1.2 | 0.849 | 0.2565 | Valid |
| | X1.3 | 0.832 | 0.2565 | Valid |
| Penerapan SBNP (X2) | X2.1 | 0.882 | 0.2565 | Valid |
| | X2.2 | 0.818 | 0.2565 | Valid |
| | X2.3 | 0.827 | 0.2565 | Valid |
| Tanggung Jawab Nahkoda (X3) | X3.1 | 0.877 | 0.2565 | Valid |
| | X3.2 | 0.892 | 0.2565 | Valid |
| | X3.3 | 0.898 | 0.2565 | Valid |
| Pengawakan Kapal (X4) | X4.1 | 0.862 | 0.2565 | Valid |
| | X4.2 | 0.864 | 0.2565 | Valid |
| | X4.3 | 0.821 | 0.2565 | Valid |
| Keselamatan Pelayaran (Y) | Y.1 | 0.878 | 0.2565 | Valid |
| | Y.2 | 0.877 | 0.2565 | Valid |
| | Y.3 | 0.871 | 0.2565 | Valid |

Reliabilitas instrumen juga terkonfirmasi, di mana semua variabel menunjukkan nilai Cronbach's Alpha (α) di atas standar 0.70.

Tabel 2. Hasil Uji Reliabilitas

| Variabel | Cronbach's Alpha | Standar | Keterangan |
|-----------------------------|------------------|---------|------------|
| Implementasi ISM Code (X1) | 0.797 | 0.7 | Reliabel |
| Penerapan SBNP (X2) | 0.796 | 0.7 | Reliabel |
| Tanggung Jawab Nahkoda (X3) | 0.866 | 0.7 | Reliabel |
| Pengawakan Kapal (X4) | 0.806 | 0.7 | Reliabel |
| Keselamatan Pelayaran (Y) | 0.847 | 0.7 | Reliabel |

Verifikasi Model Regresi (Uji Asumsi Klasik)

Uji asumsi klasik dilakukan untuk memastikan bahwa model regresi yang digunakan memenuhi persyaratan statistik terbaik (*Best Linear Unbiased Estimator*). Uji Normalitas menggunakan Kolmogorov-Smirnov menghasilkan nilai signifikansi 0,074, yang mana lebih besar dari 0,05, sehingga residual terdistribusi secara normal. Uji Multikolinearitas dikonfirmasi tidak terjadi karena semua variabel independen memiliki nilai *Tolerance* di atas 0,1 dan nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) di bawah 10 (tertinggi adalah X2 dengan VIF 2,995).

Selain itu, model dinyatakan bebas dari Autokorelasi, dibuktikan dengan nilai *Durbin-Watson* (DW) sebesar 2,135. Nilai ini berada dalam rentang $d_U < DW < 4-d_U$ ($1.7582 < 2.135 < 2.2418$), menunjukkan tidak ada kecenderungan korelasi antar-residual. Uji Heteroskedastisitas, yang dilihat melalui *Scatter Plot* dan Uji Gletjser (semua nilai signifikansi $> 0,05$), juga mengonfirmasi tidak adanya ketidak-seragaman varian residual. Dengan demikian, model regresi linear berganda dinyatakan layak dan handal untuk menganalisis pengaruh variabel.

Analisis Regresi Linear Berganda dan Uji Hipotesis (Uji t)

Hasil analisis regresi linear berganda disajikan dalam Tabel 4.26, menghasilkan persamaan struktural sebagai berikut:

$$Y = -1,480 + 0,293X_1 + 0,314X_2 + 0,187X_3 + 0,311X_4 + \mu$$

Nilai konstanta sebesar -1,480 menunjukkan bahwa jika semua variabel independen dianggap konstan, Keselamatan Pelayaran cenderung mengalami penurunan. Namun, koefisien regresi untuk semua variabel bebas menunjukkan nilai positif, yang berarti peningkatan pada setiap faktor keselamatan akan meningkatkan Keselamatan Pelayaran.

Tabel 3. Hasil Regresi Linear Berganda dan Uji T

| Model | Variabel | Koefisien B | Std. Error | t hitung | Sig. |
|-------|-----------------------------|-------------|------------|----------|-------|
| 1 | (Constant) | -1.480 | 0.942 | -1.572 | 0.119 |
| | Implementasi ISM Code (X1) | 0.293 | 0.084 | 3.493 | 0.001 |
| | Penerapan SBNP (X2) | 0.314 | 0.108 | 2.913 | 0.004 |
| | Tanggung Jawab Nakhoda (X3) | 0.187 | 0.082 | 2.296 | 0.024 |
| | Pengawakan Kapal (X4) | 0.311 | 0.066 | 4.743 | 0.000 |

Hasil pengujian hipotesis parsial (Uji-t) menunjukkan bahwa semua variabel independen berpengaruh positif dan signifikan terhadap keselamatan pelayaran (Y). Berdasarkan hasil uji, H1 diterima, yang berarti bahwa Implementasi ISM Code (X1) berpengaruh positif dan signifikan terhadap keselamatan pelayaran, dengan $t\{\text{hitung}\} = 3,493$ yang lebih besar dari $t\{\text{tabel}\}$ (1,98498) dan nilai Sig. = 0,001. H2 diterima, yang menunjukkan bahwa Penerapan SBNP (X2) juga berpengaruh positif dan signifikan terhadap keselamatan pelayaran, dengan $t\{\text{hitung}\} = 2,913 > t\{\text{tabel}\}$ dan nilai Sig. = 0,004. H3 diterima, yang mengindikasikan bahwa Tanggung Jawab Nakhoda (X3) berpengaruh positif dan signifikan terhadap keselamatan pelayaran, dengan $t\{\text{hitung}\} = 2,296 > t\{\text{tabel}\}$ dan nilai Sig. = 0,024. Terakhir, H4 diterima, yang berarti bahwa Pengawakan Kapal (X4) berpengaruh positif dan signifikan terhadap keselamatan pelayaran, dengan $t\{\text{hitung}\} = 4,743 > t\{\text{tabel}\}$ dan nilai Sig. = 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa keempat variabel tersebut memiliki pengaruh yang signifikan dalam meningkatkan keselamatan pelayaran di Pelabuhan Umum Gresik.

Pembahasan

Pembahasan mendalam pada hasil koefisien regresi mengungkapkan bahwa Penerapan Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (X2) merupakan faktor yang paling dominan memengaruhi Keselamatan Pelayaran dengan koefisien sebesar 0,314. Koefisien tertinggi ini secara eksplisit menunjukkan bahwa di lingkungan operasional Pelabuhan Gresik yang dicirikan oleh alur pelayaran yang padat dan volume kunjungan kapal yang tinggi, investasi dan keandalan pada infrastruktur teknologi navigasi adalah kontributor terbesar bagi Keselamatan Pelayaran. Fungsi SBNP untuk mencegah tubrukan, mencegah kapal kandas, dan menentukan posisi

akurat (indikator X2.1, X2.2, X2.3) secara langsung memitigasi risiko operasional harian yang melekat pada kepadatan lalu lintas di perairan Selat Madura. Temuan ini didukung oleh data kualitatif responden, di mana SBNP diakui sebagai "rambu-rambu atau tanda-tanda navigasi serta alat-alat yang menunjang dalam bernavigasi" dengan frekuensi jawaban tertinggi (28 responden). Dominasi teknologi navigasi di Pelabuhan Gresik sejalan dengan temuan penelitian Mursidi (2023) di Tanjung Emas Semarang yang juga menyoroti variabel Peralatan Telekomunikasi sebagai faktor dengan pengaruh paling tinggi terhadap keselamatan pelayaran.

Variabel Pengawakan Kapal (X4) menempati peringkat kedua dengan koefisien regresi 0,311, sangat dekat dengan koefisien SBNP. Kontribusi tinggi dari X4 menegaskan bahwa faktor manusia yakni kompetensi dan kesejahteraan awak kapal adalah pilar kritis setelah aspek teknologi. Pengawakan Kapal yang prima sangat penting untuk meminimalkan *human error*, yang merupakan penyebab historis utama kecelakaan maritim. Dalam konteks Pelabuhan Gresik, signifikansi tinggi dari X4 ini diperkuat oleh fokus responden pada indikator kualitatif, di mana 31 responden menekankan bahwa hal paling utama adalah kru kapal harus "memiliki keahlian dalam profesi tersebut ditunjang dengan sertifikat pendukung dibidangnya". Kompetensi dan sertifikasi yang memadai memastikan bahwa kru mampu mengoperasikan kapal dan teknologi navigasi (X2) secara efektif dan sesuai prosedur, yang pada akhirnya meningkatkan kinerja operasional yang berujung pada Keselamatan Pelayaran.

Implementasi ISM Code (X1) memberikan pengaruh positif dan signifikan dengan koefisien sebesar 0,293, menempati urutan ketiga. Koefisien ini menunjukkan bahwa standarisasi sistem manajemen keselamatan, yang mencakup Dokumen Keselamatan, Perlindungan Lingkungan Perairan, dan Prosedur Perawatan Kapal, adalah *enabler* manajemen risiko yang kuat. ISM Code memastikan bahwa proses pencegahan pencemaran dan perawatan kapal dilaksanakan secara sistematis dan berkala, sehingga memelihara kelaiklautan kapal (Indriyani et al., 2021). Namun, fakta bahwa kontribusinya berada di bawah SBNP dan Pengawakan Kapal menyiratkan bahwa sementara sistem manajemen (X1) adalah fondasi yang harus ada, variabilitas dalam Keselamatan Pelayaran yang dicapai secara operasional lebih didorong oleh kualitas teknologi aktual (X2) dan keahlian pelaksana harian (X4). Ini mencerminkan bahwa kepatuhan prosedural saja tidak cukup tanpa didukung oleh teknologi yang andal dan personel yang kompeten.

Tanggung Jawab Nakhoda (X3) memiliki koefisien terendah (0,187), meskipun tetap signifikan secara statistik. Tanggung Jawab Nakhoda merupakan prasyarat legal dan etika tertinggi, mencakup kepastian kelengkapan kapal, keselamatan kapal, dan kelaiklautan kapal. Responden kualitatif juga menempatkan tanggung jawab Nakhoda untuk "memastikan

kelayakan kapal untuk berlayar" sebagai prioritas utama (20 responden). Koefisien yang lebih rendah ini dapat diinterpretasikan bukan karena perannya tidak penting, melainkan karena perannya merupakan *prasyarat dasar* (fondasi) yang harus selalu terpenuhi. Dalam model regresi yang sudah mengintegrasikan faktor-faktor operasional (X2 dan X4), kontribusi marginal dari memastikan kepatuhan dasar (X3) cenderung lebih kecil. Dengan kata lain, Tanggung Jawab Nakhoda adalah kondisi keberangkatan (legalitas), sedangkan SBNP dan Pengawakan Kapal adalah pendorong variasi Keselamatan Pelayaran selama operasional berlangsung. Temuan ini konsisten dengan argumen bahwa kegagalan keselamatan sering terjadi akibat faktor internal (kompetensi dan prosedur) yang seharusnya dikendalikan oleh manajemen dan nakhoda (Sukardi et al., 2025).

Analisis Koefisien Determinasi (R^2) menunjukkan hasil yang kuat.

Tabel 4. Hasil Uji Koefisien Determinasi (R^2)

| Model | R | R2 | R2 Terkoreksi | DW |
|-------|-------|-------|---------------|-------|
| 1 | 0.835 | 0.698 | 0.685 | 2.135 |

Nilai R^2 terkoreksi sebesar 0,685 atau 68,5% menunjukkan bahwa model ini memiliki kemampuan yang baik dalam menjelaskan variasi variabel Keselamatan Pelayaran (Y). Secara praktis, 68,5% dari Keselamatan Pelayaran di Pelabuhan Umum Gresik dapat dijelaskan secara simultan oleh Implementasi ISM Code, Penerapan SBNP, Tanggung Jawab Nakhoda, dan Pengawakan Kapal. Sisa 31,5% variasi Keselamatan Pelayaran masih belum terjelaskan oleh variabel dalam model.

Tingginya persentase sisa variasi (31,5%) mengindikasikan bahwa terdapat faktor-faktor eksternal signifikan yang tidak dimasukkan dalam model ini. Faktor-faktor ini kemungkinan besar mencakup variabel makro seperti pengawasan dan penegakan hukum oleh Syahbandar (yang merupakan variabel penting dalam studi Santosa & Sinaga, 2019), faktor lingkungan alam (seperti cuaca buruk yang diakui sebagai faktor eksternal penyebab kelalaian Nakhoda dalam penelitian Sukardi et al., 2025), serta kapasitas infrastruktur pelabuhan di luar SBNP. Identifikasi sisa variasi yang belum terjelaskan ini menjadi penunjuk arah yang jelas untuk penelitian mendatang dalam rangka menyusun model prediksi Keselamatan Pelayaran yang lebih lengkap.

Implikasi manajerial dari urutan dominasi faktor ($X2 > X4 > X1 > X3$) sangat jelas. Untuk Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan (KSOP) Kelas II Gresik, strategi alokasi sumber daya harus memprioritaskan peningkatan dan pemeliharaan SBNP (X2) sebagai investasi kritis yang memberikan hasil paling signifikan dalam keselamatan operasional di perairan yang padat. Bagi perusahaan pelayaran yang beroperasi di Gresik, prioritas harus

diberikan pada peningkatan kualitas Pengawakan Kapal (X4), khususnya dalam memastikan pemenuhan persyaratan kompetensi teknis dan kesejahteraan awak kapal. Kompetensi SDM ini adalah faktor yang paling dapat dikendalikan oleh manajemen internal perusahaan untuk menjamin kinerja yang aman.

Sebagai penegasan kebaruan, temuan dominasi SBNP (X2) dan Pengawakan Kapal (X4) di Gresik memperkuat hipotesis yang diajukan dalam tinjauan pustaka yang menyimpulkan bahwa dalam konteks pelayaran domestik yang padat, keandalan teknologi dan kualitas personel teknis merupakan penentu utama keselamatan. Ketika standar manajemen (X1) dan kepemimpinan (X3) sudah pada tingkat kepatuhan dasar, faktor yang menentukan apakah kapal dapat bervigasi dengan aman adalah kemampuan teknologi pendukung (X2) dan ketersediaan SDM yang terampil untuk mengoperasikannya (X4).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis regresi linear berganda terhadap 100 responden kru kapal di Pelabuhan Umum Gresik, dapat disimpulkan bahwa Implementasi ISM Code (X1), Penerapan Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP) (X2), Tanggung Jawab Nakhoda (X3), dan Pengawakan Kapal (X4) secara parsial memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap Keselamatan Pelayaran (Y). Semua hipotesis penelitian (H1, H2, H3, dan H4) diterima. Secara komparatif, Penerapan SBNP (X2) ditemukan sebagai faktor yang paling dominan memengaruhi Keselamatan Pelayaran, diikuti oleh Pengawakan Kapal (X4). Dominasi SBNP menegaskan pentingnya infrastruktur teknologi navigasi dalam mitigasi risiko tubrukan dan kandas di perairan yang padat. Sementara itu, signifikansi tinggi dari Pengawakan Kapal menggarisbawahi bahwa kompetensi, sertifikasi, dan kesejahteraan awak kapal adalah pilar kedua terpenting dalam memastikan operasional yang aman dan mengurangi kesalahan manusia. Model regresi yang dikembangkan mampu menjelaskan 68,5% variasi Keselamatan Pelayaran.

Saran

Untuk meningkatkan Keselamatan Pelayaran di Pelabuhan Umum Gresik secara maksimal, disarankan agar Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan (KSOP) memprioritaskan upaya yang berfokus pada dua faktor dominan. Pertama, Penerapan SBNP harus dipertahankan dan ditingkatkan secara berkala melalui perbaikan atau penggantian sistem navigasi yang kurang layak pakai, serta peningkatan sumber daya manusia untuk memaksimalkan pemantauan lalu lintas kapal. Kedua, perusahaan pelayaran diwajibkan untuk

memperhatikan Pengawakan Kapal dengan memastikan pemenuhan hak awak kapal dan secara konsisten hanya merekrut personel yang memiliki kualifikasi dan sertifikat kompetensi yang sesuai. Terkait dengan keterbatasan model, penelitian selanjutnya disarankan untuk menambah variabel bebas lain, seperti variabel yang berhubungan dengan pengawasan regulator (misalnya, peran Syahbandar) atau faktor-faktor lingkungan dan cuaca, guna menjelaskan sisa 31,5% variasi Keselamatan Pelayaran yang belum teranalisis, sehingga tercipta model prediksi yang lebih komprehensif.

DAFTAR REFERENSI

- Hidayatullah. (2024). Implementasi ISM Code pada kapal di Pelabuhan Tanjung Priok. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 12(2).
- Indriyani, R. I. P., & Pandansari, T. (2021). Implementasi ISM Code dalam meningkatkan keselamatan pelayaran kapal di Pelabuhan Tanjung Intan Cilacap. *Saintara: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Maritim*, 5(2), 24-27. <https://doi.org/10.52488/saintara.v5i2.102>
- Mudiyanto. (2019). Analisis kelaiklautan kapal terhadap keselamatan pelayaran di kapal niaga (Studi kasus pada perusahaan pelayaran kapal penumpang di Surabaya). *Jurnal Saintek Maritim*, 20(1), 13-27. <https://doi.org/10.33556/jstm.v20i1.213>
- Mursidi, M. (2023). Analisis faktor yang mempengaruhi keselamatan pelayaran (Studi pada KSOP Tanjung Emas Semarang). *Jurnal Aplikasi Pelayaran dan Kepelabuhanan*, 14(1), 94-106. <https://doi.org/10.30649/japk.v14i1.106>
- Nur Rachmi, A., Ashury, & Husain, F. (2020). Analisis pengaruh penggunaan alat navigasi yang ada di Makassar bagi alur pelayarannya. *Seminar Sains dan Teknologi Kelautan*, Universitas Hasanuddin, Makassar. <https://doi.org/10.62012/sensistek.v3i1.13252>
- Pemerintah Indonesia. (2008). *Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran*. Lembaran Negara Tahun 2008, No. 64. Jakarta.
- Pemerintah Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Bidang Pelayaran*. Jakarta.
- Samekto, A. A. (2019). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi keselamatan pelayaran kapal penangkap ikan di Pelabuhan Tasikagung Rembang. *Jurnal Saintek Maritim*, 19(2), 196-202. <https://doi.org/10.33556/jstm.v19i2.208>
- Sampelan, I. E. K., Paseki, D. J., & Karisoh, F. J. M. M. (2023). Pengaturan sarana bantu navigasi pelayaran menurut Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran. *Jurnal Hukum Administrasi (Administratum)*.
- Santosa, A., & Sinaga, E. A. (2019). Peran tanggung jawab nakhoda dan syahbandar terhadap keselamatan pelayaran melalui pemanfaatan sarana bantu navigasi di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Sains dan Teknologi Maritim*, 20(1), 29-42. <https://doi.org/10.33556/jstm.v20i1.215>
- Saputra, L., Adwani, & Mahfud. (2013). Tanggung jawab nakhoda kapal cepat angkutan penyebrangan terhadap kelaiklautan kapal dalam keselamatan dan keamanan pelayaran. *Jurnal Ilmu Hukum Pasca Sarjana Universitas Syiah Kuala*, 2(2), 19-28.
- Sugiyono. (2016). *Statistika untuk penelitian*. Penerbit Alfabeta.

Sugiyono. (2017). *Metodologi penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Sukardi, A., Avriani, O., & Fauzi, A. (2025). Tugas dan tanggung jawab nakhoda terhadap keselamatan kapal KMP Tuna Tomini. *Jurnal Pendidikan Manajemen Transportasi*, 5(2), 25-45.

Syafaat, B. A., Sukmawati, E., Irawati, & Akib, M. (2020). Efektivitas penerapan vessel traffic services (VTS) di Selat Sunda terhadap keselamatan pelayaran. *Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi dan Logistik*, 6(3), 257-264. <https://doi.org/10.54324/j.mbt.v6i3.584>

Yasin, M. S., & Nuryaman, D. (2021). Peranan alat navigasi di kapal untuk meningkatkan keselamatan pelayaran di atas kapal. *Dinamika Bahari*, 2(1), 39-48. <https://doi.org/10.46484/db.v2i1.250>