

**PENGARUH FAKTOR CUACA TERHADAP EFISIENSI RUTE PELAYARAN:
STUDI KASUS PADA KAPAL PENUMPANG SABUK NUSANTARA 43 DI
PERAIRAN ROTE NDAO INDONESIA**

Alief Dhani Rahman Pradana^{1*}, Mudiyanto², Dedy Kristiawan³

Program Studi Teknologi Rekayasa Operasi Kapal, Universitas Hangtuah Surabaya,
Indonesia¹²³

Email: aliefdhanirahmanpradana9@gmail.com¹, mudiyanto@hangtuah.ac.id²,
dedy.kristiawan@hangtuah.ac.id³

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh faktor cuaca terhadap efisiensi operasional pelayaran KM. Sabuk Nusantara 43 di wilayah perairan Nusa Tenggara Timur. Faktor cuaca yang diteliti meliputi kecepatan angin, tinggi gelombang, dan kecepatan arus, sedangkan efisiensi operasional diukur melalui efisiensi waktu tempuh dan konsumsi bahan bakar. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif dan verifikatif. Data diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada 30 awak kapal serta data sekunder dari BMKG dan logbook kapal. Analisis data menggunakan regresi linier sederhana dengan bantuan SPSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor cuaca berpengaruh positif dan signifikan terhadap efisiensi operasional pelayaran dengan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$ dan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 66,5%. Faktor yang paling dominan memengaruhi efisiensi operasional adalah tinggi gelombang karena berpengaruh langsung terhadap stabilitas kapal, kecepatan pelayaran, dan konsumsi bahan bakar. Penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi cuaca yang baik dapat meningkatkan efisiensi operasional kapal, sedangkan cuaca buruk menurunkan efisiensi pelayaran.

Kata kunci: faktor cuaca, efisiensi operasional, tinggi gelombang, pelayaran, KM. Sabuk Nusantara 43.

Abstract

This study aims to analyze the influence of weather factors on the operational efficiency of KM. Sabuk Nusantara 43 in the waters of East Nusa Tenggara. The weather factors examined include wind speed, wave height, and ocean currents, while operational efficiency is measured through travel time efficiency and fuel consumption. This research employed a quantitative method with descriptive and verificative approaches. Data were collected through questionnaires distributed to 30 crew members and secondary data obtained from BMKG and ship logbooks. Data analysis was conducted using simple linear regression with SPSS software. The results showed that weather factors have a positive and significant effect on operational efficiency, with a significance value of $0.000 < 0.05$ and a coefficient of determination (R^2) of 66.5%. Wave height was identified as the most dominant factor affecting operational efficiency because it directly influences ship stability, sailing speed, and fuel consumption. The study indicates that

favorable weather conditions improve ship operational efficiency, while poor weather conditions reduce sailing efficiency.

Keywords: weather factors, operational efficiency, wave height, shipping, KM. Sabuk Nusantara 43.

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan terbesar di dunia dengan lebih dari 17.000 pulau yang tersebar dari Sabang hingga Merauke. Kondisi geografis tersebut menjadikan transportasi laut sebagai urat nadi utama yang menghubungkan antarwilayah, terutama di kawasan timur Indonesia yang didominasi oleh pulau-pulau kecil dan terbatasnya infrastruktur transportasi darat maupun udara. Dalam praktik operasionalnya pelayaran kapal penumpang sangat di pengaruhi oleh kondisi lingkungan laut, terutama faktor cuaca yang dinamis dan sulit dikendalikan. Variabilitas cuaca di wilayah perairan indonesia menuntut pengelolaan operasional kapal yang adaptif agar tetap efisien dan aman.

Parameter cuaca maritim, kecepatan angin dan tinggi gelombang merupakan dua faktor yang paling dominan mempengaruhi kinerja operasional kapal. Kecepatan angin berperan sebagai pemicu utama terbentuknya gelombang permukaan laut, sedangkan tinggi gelombang berpengaruh langsung terhadap stabilitas kapal, hambatan gerak, serta kenyamanan pelayaran. Peningkatan kecepatan angin umumnya diikuti oleh kenaikan tinggi gelombang, yang pada akhirnya menyebabkan kapal mengalami tambahan hambatan saat bergerak. Kondisi ini berdampak pada kebutuhan penyesuaian kecepatan dan perubahan jalur.

Kapal Sabuk Nusantara 43 merupakan salah satu kapal perintis yang dioperasikan untuk mendukung konektivitas wilayah kepulauan di Indonesia bagian timur. Kapal ini mulai beroperasi secara aktif sejak sekitar tahun 2017 sebagai bagian dari program tol laut dan pelayaran perintis yang dikelola oleh pemerintah yang dibuat pada Keputusan Kementrian Perhubungan No.33 tahun 2001 mengenai Penyediaan dan Pengusahaan Angkutan laut. Secara operasional, Kapal Penumpang Sabuk Nusantara 43 melayani rute pelayaran antarpulau dengan frekuensi pelayaran yang relatif rutin, yaitu sekitar 1-2 kali pelayaran dalam satu minggu, tergantung pada kondisi cuaca, serta kebutuhan layanan penumpang dan logistik. Dalam satu bulan, kapal ini dapat melakukan 1-3 kali pelayaran, sedangkan dalam satu tahun frekuensi pelayaran dapat mencapai lebih dari 50 kali perjalanan. Intensitas pelayaran yang cukup tinggi tersebut menyebabkan kapal sering beroperasi pada kondisi cuaca laut yang bervariasi, khususnya di perairan terbuka.

Operasional kapal perintis di wilayah NTT menghadapi berbagai tantangan, salah satunya adalah faktor cuaca laut yang sering berubah secara ekstrem. Gelombang tinggi, kecepatan angin yang bervariasi, serta arus laut yang kuat sering kali menyebabkan keterlambatan waktu tempuh, peningkatan konsumsi bahan bakar, dan penurunan efisiensi operasional kapal. Berdasarkan data yang didapat dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG, 2024), wilayah Laut Sawu dan Laut Flores yang menjadi lintasan utama KM. Sabuk Nusantara 43 memiliki nilai tinggi gelombang 1.5 - 3 meter pada musim peralihan, bahkan bisa sampai lebih dari 4 meter pada periode puncak angin timur.

Mahmoodi et al. (2025) menegaskan bahwa kondisi cuaca yang sulit diprediksi dapat menimbulkan gangguan pada jadwal pelayaran yang telah direncanakan. Ketika kapal menghadapi arus laut yang kuat atau gelombang tinggi di luar perkiraan, operator kapal harus melakukan penyesuaian daya dorong dan arah pelayaran secara berulang untuk menghindari risiko kecelakaan. Hal ini tidak hanya menurunkan efisiensi energi, tetapi juga menyebabkan keterlambatan kedatangan di pelabuhan tujuan serta meningkatnya biaya bahan bakar dan pemeliharaan mesin. Dampak ini akan semakin besar apabila kapal beroperasi di wilayah yang memiliki dinamika atmosfer dan oseanografi kompleks, seperti di perairan timur Indonesia.

Dari sisi teknis, kondisi tersebut berdampak langsung terhadap efisiensi bahan bakar kapal (Fuel per Nautical Mile) dan efisiensi waktu tempuh (Estimated Time of Arrival – Actual Time of Arrival). Ketika kecepatan angin meningkat atau arah arus berlawanan dengan jalur pelayaran, gaya hambat yang diterima kapal meningkat, sehingga mesin harus bekerja lebih keras untuk mempertahankan kecepatan jelajah. Konsekuensinya, konsumsi bahan bakar menjadi lebih tinggi dan waktu tiba aktual (Actual Time of Arrival) sering kali melebihi waktu estimasi (Estimated Time of Arrival). Hal ini menimbulkan penurunan efisiensi operasional yang dapat berdampak pada biaya logistik, ketepatan jadwal distribusi, serta kepuasan pengguna jasa.

Penelitian ini menjadi penting karena efisiensi bahan bakar dan waktu merupakan indikator kinerja utama dalam operasional kapal. Berdasarkan peraturan Nomor PM 93 tahun 2021 oleh menteri perhubungan tentang penyelenggaraan kapal perintis, operator wajib menjaga efektivitas pelayaran dengan memperhatikan aspek keselamatan, efisiensi, dan ketepatan waktu. Dalam konteks tersebut, memahami sejauh mana faktor cuaca memengaruhi efisiensi operasional kapal menjadi langkah penting dalam menunjang proses pengambilan

keputusan yang didasarkan pada hasil analisis data (data driven operation management) di sektor pelayaran perintis.

Efisiensi bahan bakar juga berkaitan erat dengan aspek lingkungan. Sektor transportasi laut berkontribusi terhadap emisi karbon global, sehingga peningkatan efisiensi konsumsi bahan bakar tidak hanya berdampak ekonomi tetapi juga mendukung upaya dekarbonisasi maritim nasional (International Maritime Organization, 2023). Dengan demikian, penelitian ini memiliki relevansi ganda: sebagai upaya akademik untuk memahami hubungan antara cuaca dan efisiensi, serta sebagai kontribusi praktis terhadap kebijakan operasional kapal perintis yang berkelanjutan.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan pengambilan keputusan operasional yang berbasis bukti kuantitatif. Operator kapal perintis memerlukan parameter objektif untuk menentukan batas aman dan efisien dalam menjalankan pelayaran. Hasil analisis pengaruh faktor cuaca dapat digunakan sebagai dasar penyusunan prosedur operasi standar berbasis ambang kecepatan angin dan tinggi gelombang. Pendekatan ini mendukung manajemen risiko pelayaran secara lebih terukur. Selain itu, temuan penelitian dapat membantu optimalisasi perencanaan waktu tempuh dan konsumsi bahan bakar. Dalam jangka panjang, efisiensi operasional akan berkontribusi pada keberlanjutan layanan pelayaran perintis. Aspek keselamatan penumpang juga akan meningkat melalui keputusan navigasi yang lebih presisi. Dengan demikian, penelitian ini memiliki nilai praktis dan strategis. Kontribusinya tidak hanya bersifat teoritis tetapi juga aplikatif.

Menurut penjelasan tersebut, penelitian ini berfokus pada analisis pengaruh faktor cuaca (kecepatan angin, tinggi gelombang) terhadap efisiensi operasional KM. Sabuk Nusantara 43 di wilayah perairan Nusa Tenggara Timur. Melalui pendekatan kuantitatif berbasis data lapangan, hasil yang diharapkan dari penelitian ini yaitu berhasil memberikan gambaran empiris tentang hubungan variabel cuaca terhadap kinerja operasional kapal dan menjadi dasar rekomendasi bagi peningkatan efisiensi pelayaran perintis di Indonesia bagian timur.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian deskriptif dan verifikatif. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian berfokus pada pengukuran hubungan antara faktor cuaca terhadap efisiensi operasional pelayaran KM. Sabuk Nusantara 43 secara statistik. Penelitian deskriptif digunakan untuk

menggambarkan kondisi faktor cuaca dan tingkat efisiensi operasional kapal berdasarkan data lapangan, sedangkan penelitian verifikatif digunakan untuk menguji hipotesis mengenai pengaruh faktor cuaca terhadap efisiensi operasional pelayaran. Variabel independen dalam penelitian ini adalah faktor cuaca yang meliputi kecepatan angin, tinggi gelombang, kecepatan arus, kondisi cuaca laut, dan arah angin, sedangkan variabel dependen adalah efisiensi operasional pelayaran yang diukur melalui efisiensi bahan bakar, efisiensi waktu, kecepatan aktual, stabilitas operasional, dan deviasi waktu pelayaran.

Penelitian dilaksanakan pada operasional KM. Sabuk Nusantara 43 yang melayani rute pelayaran di wilayah Nusa Tenggara Timur (NTT), meliputi Pelabuhan Waingapu, Salura, Raijua, Seba, Ndao, Batutua, Tenau Kupang, Wulandoni, dan Larantuka. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada karakteristik perairan NTT yang memiliki kondisi cuaca laut dinamis dengan pengaruh angin musiman serta tinggi gelombang yang cukup tinggi. Penelitian dilakukan dalam periode Januari hingga Oktober 2025 yang mencakup tahap persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis data, hingga penyusunan laporan penelitian. Responden penelitian terdiri dari 30 awak kapal (ABK) KM. Sabuk Nusantara 43 yang dipilih karena terlibat langsung dalam aktivitas operasional pelayaran dan memahami kondisi pelayaran di lapangan.

Sumber data dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada awak kapal menggunakan media Google Form dengan skala Likert lima tingkat, yaitu sangat setuju hingga sangat tidak setuju. Kuesioner disusun berdasarkan indikator variabel penelitian untuk mengetahui persepsi responden mengenai pengaruh faktor cuaca terhadap efisiensi operasional kapal. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari data BMKG Maritim, logbook kapal, data konsumsi bahan bakar mesin induk, serta data Estimated Time of Arrival (ETA) dan Actual Time of Arrival (ATA). Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen penelitian terlebih dahulu diuji validitas dan reliabilitasnya guna memastikan bahwa setiap item pertanyaan mampu mengukur variabel penelitian secara tepat dan konsisten.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis statistik deskriptif dan analisis regresi linier sederhana dengan bantuan aplikasi SPSS. Analisis statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik data penelitian seperti nilai rata-rata, nilai minimum, nilai maksimum, dan standar deviasi dari masing-masing variabel. Selanjutnya dilakukan uji asumsi klasik yang meliputi uji normalitas, uji multikolinearitas, dan uji

heteroskedastisitas untuk memastikan model regresi memenuhi syarat analisis statistik. Analisis regresi linier sederhana digunakan untuk mengetahui besarnya pengaruh faktor cuaca terhadap efisiensi operasional pelayaran. Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji t parsial dan koefisien determinasi (R^2) untuk mengetahui tingkat signifikansi pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen dalam penelitian

PEMBAHASAN

A. Pengaruh Faktor Cuaca Terhadap Efisiensi Operasional Rute Pelayaran Pada KM. Sabuk Nusantara 43

Pembahasan mengenai pengaruh faktor cuaca terhadap efisiensi operasional pelayaran pada KM. Sabuk Nusantara 43 menunjukkan bahwa kondisi cuaca memiliki hubungan yang sangat erat dengan kelancaran operasional kapal. Faktor cuaca seperti kecepatan angin, tinggi gelombang, dan kondisi arus laut menjadi variabel eksternal yang secara langsung memengaruhi stabilitas kapal, waktu tempuh pelayaran, serta penggunaan bahan bakar selama perjalanan. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, faktor cuaca terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap efisiensi operasional pelayaran di wilayah perairan Nusa Tenggara Timur.

Hasil analisis regresi linier sederhana menunjukkan bahwa variabel faktor cuaca memiliki nilai koefisien regresi sebesar 0,300 dengan arah hubungan positif. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa semakin baik kondisi cuaca yang dihadapi kapal selama pelayaran, maka efisiensi operasional kapal akan meningkat. Sebaliknya, apabila kondisi cuaca memburuk, maka efisiensi operasional kapal akan mengalami penurunan. Hubungan positif tersebut memperlihatkan bahwa faktor cuaca merupakan salah satu aspek penting dalam mendukung kelancaran aktivitas pelayaran.

Selain itu, hasil uji parsial (uji t) menunjukkan bahwa faktor cuaca memiliki nilai signifikansi sebesar 0,000 lebih kecil dari 0,05 dengan nilai t hitung sebesar 7,450 lebih besar dari t tabel 2,048. Hasil tersebut membuktikan bahwa faktor cuaca berpengaruh secara signifikan terhadap efisiensi operasional pelayaran pada KM. Sabuk Nusantara 43. Dengan demikian, hipotesis penelitian yang menyatakan adanya pengaruh faktor cuaca terhadap efisiensi operasional kapal dapat diterima secara statistik.

Pengaruh faktor cuaca terhadap efisiensi operasional kapal dapat dilihat dari aspek efisiensi waktu pelayaran. Ketika kapal menghadapi kondisi cuaca buruk seperti gelombang

tinggi dan angin kencang, kecepatan kapal akan mengalami penurunan karena kapal harus menyesuaikan kecepatan demi menjaga stabilitas dan keselamatan pelayaran. Kondisi tersebut menyebabkan waktu tempuh menjadi lebih lama sehingga jadwal kedatangan kapal sering mengalami keterlambatan dibandingkan dengan Estimated Time of Arrival (ETA) yang telah direncanakan sebelumnya.

Selain memengaruhi waktu tempuh, faktor cuaca juga berdampak langsung terhadap konsumsi bahan bakar kapal. Pada kondisi cuaca buruk, mesin kapal harus bekerja lebih keras untuk melawan hambatan dari gelombang dan angin. Akibatnya, penggunaan bahan bakar menjadi lebih besar dibandingkan ketika kapal beroperasi pada kondisi laut yang tenang. Hal ini menyebabkan efisiensi bahan bakar menurun dan biaya operasional pelayaran menjadi lebih tinggi.

Wilayah operasional KM. Sabuk Nusantara 43 yang berada di kawasan perairan Nusa Tenggara Timur memiliki karakteristik laut terbuka dengan kondisi oseanografi yang cukup dinamis. Perairan seperti Laut Sawu dan Laut Flores dikenal memiliki tinggi gelombang dan kecepatan angin yang berubah-ubah, terutama pada musim angin timur. Kondisi geografis tersebut membuat kapal perintis seperti KM. Sabuk Nusantara 43 sering menghadapi tantangan cuaca ekstrem selama menjalankan pelayaran antarpulau.

Secara teoritis, hasil penelitian ini sejalan dengan konsep efisiensi operasional transportasi laut yang menyatakan bahwa faktor meteorologi dan oseanografi merupakan determinan utama dalam kinerja pelayaran. Kecepatan angin dan tinggi gelombang dapat meningkatkan hambatan gerak kapal (*ship resistance*), sehingga mesin kapal membutuhkan tenaga yang lebih besar untuk mempertahankan kecepatan jelajah. Kondisi tersebut berdampak pada meningkatnya konsumsi energi dan menurunnya efisiensi operasional.

Temuan penelitian ini juga didukung oleh penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Prasita et al. (2021), yang menyatakan bahwa kondisi cuaca ekstrem dapat menyebabkan keterlambatan jadwal pelayaran dan gangguan operasional kapal. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa tingginya gelombang dan kuatnya angin dapat menghambat kelancaran pelayaran kapal feri di wilayah perairan Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa cuaca merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam operasional transportasi laut.

Penelitian Maharani dan Perdana (2025) juga menunjukkan bahwa variabel cuaca seperti tinggi gelombang, kecepatan angin, dan arus laut memiliki pengaruh signifikan terhadap efisiensi manuver kapal. Semakin tinggi gelombang dan semakin kuat angin yang dihadapi

kapal, maka kemampuan kapal untuk mempertahankan stabilitas dan arah pelayaran akan semakin menurun. Dampaknya adalah peningkatan waktu manuver serta bertambahnya konsumsi bahan bakar kapal.

Selain itu, penelitian Setiawan et al. (2024) menjelaskan bahwa pemanfaatan data cuaca dalam perencanaan rute pelayaran mampu meningkatkan efisiensi bahan bakar hingga 15–25%. Temuan tersebut memperkuat hasil penelitian ini bahwa kondisi cuaca yang baik dapat meningkatkan efisiensi operasional kapal secara signifikan. Oleh karena itu, informasi prakiraan cuaca menjadi salah satu komponen penting dalam mendukung pengambilan keputusan operasional pelayaran.

Berdasarkan hasil koefisien determinasi (R^2), diperoleh nilai sebesar 0,665 atau 66,5%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa faktor cuaca mampu menjelaskan sebesar 66,5% variasi efisiensi operasional pelayaran pada KM. Sabuk Nusantara 43. Sementara itu, sisanya sebesar 33,5% dipengaruhi oleh faktor lain di luar penelitian seperti kondisi teknis mesin kapal, keterampilan awak kapal, manajemen operasional, serta sistem navigasi yang digunakan selama pelayaran.

Dari hasil penelitian ini dapat dipahami bahwa faktor cuaca bukan hanya menjadi kondisi alam biasa, tetapi merupakan variabel strategis yang sangat menentukan keberhasilan operasional pelayaran. Oleh karena itu, perusahaan pelayaran perlu memperhatikan kondisi cuaca secara lebih serius melalui pemanfaatan teknologi prakiraan cuaca dan sistem monitoring cuaca secara real time sebelum kapal melakukan pelayaran. Langkah tersebut penting untuk meningkatkan efisiensi operasional sekaligus menjaga keselamatan pelayaran.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa faktor cuaca memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap efisiensi operasional pelayaran pada KM. Sabuk Nusantara 43. Kondisi cuaca yang baik mampu meningkatkan efisiensi waktu tempuh dan penggunaan bahan bakar, sedangkan kondisi cuaca buruk dapat menurunkan kinerja operasional kapal. Dengan demikian, pengelolaan operasional berbasis informasi cuaca menjadi salah satu langkah penting dalam mendukung keberlanjutan dan efektivitas layanan pelayaran perintis di wilayah Indonesia bagian timur.

B. Faktor Yang Paling Dominan Memengaruhi Efisiensi Operasional Kapal Di Wilayah Perairan NTT

Berdasarkan hasil analisis penelitian yang telah dilakukan pada KM. Sabuk Nusantara 43, diperoleh bahwa tinggi gelombang merupakan faktor cuaca yang paling dominan

memengaruhi efisiensi operasional pelayaran di wilayah perairan Nusa Tenggara Timur (NTT). Dominasi tersebut terlihat dari besarnya pengaruh tinggi gelombang terhadap perubahan efisiensi waktu pelayaran dan konsumsi bahan bakar dibandingkan variabel cuaca lainnya seperti kecepatan angin dan kecepatan arus laut. Kondisi ini menunjukkan bahwa karakteristik gelombang laut memiliki hubungan langsung terhadap performa operasional kapal selama pelayaran berlangsung.

Secara teknis, tinggi gelombang berpengaruh terhadap hambatan gerak kapal (ship resistance). Ketika kapal menghadapi gelombang tinggi, badan kapal mengalami tekanan yang lebih besar sehingga laju kapal menjadi lebih lambat. Akibatnya, mesin induk harus bekerja lebih keras untuk mempertahankan kecepatan jelajah kapal. Kondisi tersebut menyebabkan konsumsi bahan bakar meningkat dan efisiensi operasional menurun. Semakin besar gelombang yang dihadapi, maka semakin besar pula energi yang dibutuhkan kapal untuk tetap bergerak stabil.

Selain memengaruhi konsumsi bahan bakar, tinggi gelombang juga berdampak pada efisiensi waktu pelayaran. Gelombang tinggi menyebabkan kapal mengalami penurunan kecepatan efektif (speed loss), sehingga waktu tempuh menjadi lebih lama dibandingkan estimasi awal pelayaran. Dalam kondisi tertentu, kapal bahkan harus mengurangi kecepatan demi menjaga keselamatan pelayaran. Hal ini menyebabkan terjadinya deviasi antara Estimated Time of Arrival (ETA) dan Actual Time of Arrival (ATA).

Di wilayah perairan NTT, pengaruh tinggi gelombang menjadi semakin signifikan karena sebagian besar jalur pelayaran KM. Sabuk Nusantara 43 berada di perairan terbuka seperti Laut Sawu dan Laut Flores. Perairan tersebut dikenal memiliki dinamika oseanografi yang cukup ekstrem, terutama pada musim angin timur. Berdasarkan data BMKG, tinggi gelombang di wilayah tersebut dapat mencapai lebih dari 3 meter, bahkan pada kondisi tertentu melebihi 4 meter. Kondisi ini secara langsung memengaruhi stabilitas dan efisiensi operasional kapal.

Gelombang tinggi juga memengaruhi kenyamanan dan stabilitas kapal selama pelayaran. Ketika kapal mengalami gerakan pitching dan rolling akibat hempasan gelombang, awak kapal harus melakukan penyesuaian navigasi secara terus-menerus. Koreksi arah tersebut menyebabkan jalur pelayaran menjadi kurang optimal dan berdampak pada meningkatnya penggunaan bahan bakar. Dengan demikian, pengaruh tinggi gelombang tidak hanya bersifat

fisik terhadap kapal, tetapi juga berdampak terhadap pengambilan keputusan operasional di atas kapal.

Hasil penelitian ini sejalan dengan teori yang menyatakan bahwa gelombang laut merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi efisiensi operasional kapal. Menurut Yusuf (2021), gelombang dengan arah berlawanan terhadap jalur pelayaran dapat meningkatkan waktu tempuh hingga 15%. Selain itu, gelombang tinggi menyebabkan kapal kehilangan sebagian kecepatan efektifnya sehingga efisiensi pelayaran menjadi menurun. Temuan tersebut mendukung hasil penelitian yang menunjukkan bahwa tinggi gelombang memiliki pengaruh dominan terhadap operasional kapal.

Penelitian ini juga memperkuat hasil penelitian Maharani dan Perdana (2025) yang menyatakan bahwa tinggi gelombang memiliki pengaruh signifikan terhadap efisiensi manuver kapal di perairan sempit. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa semakin tinggi gelombang, maka respons kemudi kapal menjadi lebih lambat dan radius putar kapal semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa gelombang laut memengaruhi tidak hanya kecepatan kapal, tetapi juga kemampuan kapal dalam menjaga stabilitas dan arah pelayaran.

Sementara itu, variabel kecepatan angin juga memberikan pengaruh terhadap efisiensi operasional, namun pengaruhnya tidak sebesar tinggi gelombang. Kecepatan angin umumnya memengaruhi stabilitas permukaan kapal dan meningkatkan hambatan aerodinamis pada badan kapal. Ketika angin bertiup berlawanan arah dengan haluan kapal, tenaga mesin yang dibutuhkan menjadi lebih besar. Akan tetapi, pengaruh tersebut masih relatif lebih kecil dibandingkan dampak langsung yang ditimbulkan oleh tinggi gelombang terhadap gerakan kapal.

Kecepatan arus laut juga berpengaruh terhadap efisiensi pelayaran, khususnya terhadap arah dan laju kapal. Arus yang berlawanan arah dengan jalur pelayaran dapat memperlambat pergerakan kapal sehingga konsumsi bahan bakar meningkat. Sebaliknya, arus yang searah dapat membantu mengurangi beban kerja mesin. Namun demikian, berdasarkan hasil penelitian, pengaruh arus laut masih lebih rendah dibandingkan pengaruh tinggi gelombang karena arus cenderung lebih mudah diantisipasi melalui penyesuaian jalur pelayaran.

Dominannya pengaruh tinggi gelombang menunjukkan bahwa faktor keselamatan dan efisiensi operasional pelayaran sangat bergantung pada kondisi laut. Oleh sebab itu, informasi mengenai tinggi gelombang harus menjadi prioritas utama dalam perencanaan pelayaran kapal perintis, khususnya di wilayah perairan terbuka seperti NTT. Perusahaan pelayaran perlu

memanfaatkan data prakiraan cuaca secara maksimal untuk menentukan jadwal keberangkatan dan rute pelayaran yang lebih aman dan efisien.

Selain itu, hasil penelitian ini memberikan implikasi praktis bagi manajemen operasional kapal. Penggunaan sistem monitoring cuaca secara real time sangat diperlukan agar nahkoda dapat mengambil keputusan navigasi yang tepat ketika menghadapi kondisi gelombang tinggi. Dengan adanya sistem pemantauan cuaca yang akurat, perusahaan dapat mengurangi risiko keterlambatan pelayaran, menekan konsumsi bahan bakar, serta meningkatkan keselamatan awak dan penumpang kapal.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa tinggi gelombang merupakan faktor cuaca yang paling dominan memengaruhi efisiensi operasional KM. Sabuk Nusantara 43 di wilayah perairan NTT. Tinggi gelombang berpengaruh langsung terhadap stabilitas kapal, kecepatan pelayaran, konsumsi bahan bakar, dan ketepatan waktu kedatangan kapal. Oleh karena itu, pengelolaan operasional kapal berbasis informasi gelombang laut menjadi langkah penting dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan operasional pelayaran perintis di Indonesia bagian timur.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa faktor cuaca memiliki pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi operasional pelayaran KM. Sabuk Nusantara 43 di wilayah perairan Nusa Tenggara Timur. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa kondisi cuaca yang baik, seperti kecepatan angin yang stabil, tinggi gelombang yang rendah, dan arus laut yang tidak terlalu kuat, mampu meningkatkan efisiensi operasional kapal, baik dari segi waktu tempuh maupun konsumsi bahan bakar. Sebaliknya, kondisi cuaca yang buruk menyebabkan meningkatnya hambatan pelayaran sehingga efisiensi operasional kapal menurun. Nilai koefisien determinasi sebesar 66,5% menunjukkan bahwa faktor cuaca memberikan kontribusi besar terhadap perubahan efisiensi operasional pelayaran.

Penelitian ini juga menemukan bahwa tinggi gelombang merupakan faktor cuaca yang paling dominan memengaruhi efisiensi operasional kapal dibandingkan kecepatan angin dan arus laut. Tinggi gelombang secara langsung memengaruhi stabilitas kapal, kecepatan pelayaran, serta konsumsi bahan bakar selama perjalanan. Semakin tinggi gelombang laut, maka semakin besar hambatan yang diterima kapal sehingga kapal mengalami penurunan

kecepatan dan peningkatan penggunaan bahan bakar. Selain itu, kondisi gelombang tinggi sering menyebabkan perubahan jalur pelayaran dan keterlambatan waktu kedatangan kapal.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa faktor cuaca merupakan variabel eksternal yang sangat penting dalam menentukan keberhasilan operasional pelayaran kapal perintis. Efisiensi operasional kapal tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi cuaca, tetapi juga didukung oleh faktor internal seperti kondisi teknis kapal, kemampuan awak kapal, dan sistem manajemen operasional. Oleh karena itu, pemanfaatan data cuaca, perencanaan rute pelayaran yang tepat, serta peningkatan kemampuan awak kapal menjadi langkah penting dalam meningkatkan efisiensi dan keselamatan pelayaran di wilayah perairan terbuka seperti Nusa Tenggara Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyono Setiawan, A., Hartono, R., & Pratama, D. (2024). *Optimalisasi penentuan rute terbaik pelayaran berbasis analisis big data untuk efisiensi bahan bakar kapal laut*. Jurnal Riset & Teknologi Terapan Kemaritiman, 3(1), 32–39.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. (2024). *Laporan meteorologi maritim wilayah Indonesia timur*. BMKG.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik transportasi laut Indonesia 2023*. BPS.
- D., & Raharjo, S. (2021). *Analisis pengaruh cuaca terhadap efisiensi bahan bakar kapal ferry di wilayah pelayaran timur Indonesia*. Jurnal Transportasi Laut Indonesia, 18(2), 105–115.
- Harun, M. (2021). *Stabilitas dan efisiensi operasional kapal di perairan timur Indonesia*. Journal of Marine Engineering and Science, 5(2), 91–98.
- Ihsan Galib, I., Abdullah, M., & Rahman, A. (2022). *Optimalisasi olah gerak kapal dalam pelayaran menghadapi cuaca buruk*. E-Journal Marine Inside, 4(1), 56–62.
- International Maritime Organization. (2023). *IMO GHG emission strategy*. IMO.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 93 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Kapal Perintis*. Kemenhub.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2022). *Laporan kinerja Direktorat Jenderal Perhubungan Laut tahun 2022*. Kemenhub.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2023). *Laporan kinerja transportasi laut nasional*. Direktorat Jenderal Perhubungan Lau
- Maharani, S. P., & Perdana, E. (2025). *Analisis pengaruh kondisi cuaca terhadap efisiensi manuver kapal di perairan sempit*. Journal of Nautical Science and Technology, 1(2), 27–34.

- Prasita, V. D., Zati, L. A., & Widagdo, S. (2021). *The characteristics of west season wind and wave and their impacts on ferry cruise in the Kalianget–Kangean route*. *Pertanika Journal of Science & Technology*, 29(3), 2087–2102.
- Santosa, H., & Wibowo, A. (2021). *Teorimanuverabilitas dan efisiensi operasional kapal*. Poltekpel Surabaya Press.
- Setiawan, A., & Hartono, R. (2024). *Optimalisasi rute pelayaran berbasis analisis big data untuk efisiensi bahan bakar kapal laut*. *Jurnal Teknologi dan Sistem Maritim*, 3(1), 32–39.
- Sugiyono. (2021). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sutopo, A., & Nugroho, R. (2022). *Kajian efisiensi energi pada kapal penumpang berbasis operasi cuaca dan arus laut di perairan NTT*. *Marine Journal of Operations and Engineering*, 7(1), 33–45.
- Yusuf, H. (2020). *Pengaruh kondisi gelombang terhadap kecepatan dan konsumsi bahan bakar kapal perintis di Laut Flores*. *Jurnal Maritim Nusantara*, 6(2), 89–98.