

Analisis Proses Pemuatan Batu Bara secara Ship to Ship di Taboneo Anchorage Wilayah Konsesi PT Indonesia Multi Purpose Terminal

Muhammad Rafli Naufaldy Tang, Elly Kusumawati, Upik Widyaningsih

Politeknik Pelayaran Surabaya

Corresponding Author e-mail: mhmdraflitng@gmail.com

Published: Dec, 2025

ABSTRAK

Latar Belakang Penelitian ini mengkaji operasi pemuatan batu bara secara ship-to-ship di Taboneo Anchorage. Tujuan Menganalisis efektivitas operasional, mengidentifikasi hambatan utama penyebab idle time, dan merumuskan strategi mitigasi risiko terintegrasi untuk meningkatkan produktivitas terminal. Metode Penelitian kualitatif deskriptif menggunakan purposive sampling terhadap 30 kapal induk pada Desember 2024, dengan data dikumpulkan melalui observasi lapangan selama 12 bulan, wawancara semi-terstruktur kepada 10 personel operasional, dan analisis dokumenter. Instrumen dan Analisis Data dianalisis menggunakan model interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña meliputi kondensasi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil Analisis mengidentifikasi empat hambatan utama: cuaca ekstrem sebesar 41,5 persen, kerusakan peralatan 31,9 persen, hambatan administrasi 15,8 persen, dan masalah koordinasi sumber daya manusia 10,7 persen, menghasilkan idle time rata-rata 27,93 jam per kapal dari total waktu sandar 136,26 jam. Kesimpulan Implementasi strategi terintegrasi mencakup early warning system, program preventive maintenance, sistem administrasi digital, dan pelatihan personel dapat mengurangi idle time di bawah 20 jam per kapal, meningkatkan efisiensi operasional dan daya saing pelabuhan.

Kata Kunci : Digitalisasi Administrasi, Efisiensi Operasional, Idle Time, Mitigasi Risiko, Transshipment Batu Bara

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Fenomena Penelitian

Sepanjang dua dekade terakhir, permintaan global terhadap batu bara tetap tinggi, mendorong Indonesia sebagai produsen terbesar ketiga dunia untuk mengembangkan logistik ekspor yang efektif di Kalimantan, termasuk Taboneo Anchorage sebagai pusat transshipment internasional (Ramadhan et al., 2024; Adaro Energy, 2024). Data Kementerian ESDM menunjukkan bahwa produksi nasional batu bara mencapai 836,1 juta ton pada 2024, dengan 688 juta ton diantaranya berasal dari Kalimantan, melampaui target awal 710 juta ton dan menegaskan peran strategis Taboneo bagi ekspor nasional (Ramadhan et al., 2024). Proses pemuatan ship to ship menjadi andalan utama karena keterbatasan pelabuhan darat, enabling transfer langsung dari tongkang barge ke mother vessel menggunakan floating crane dan floating terminal unit, sebuah opsi yang meningkatkan kapasitas ekspor hingga 160.000 ton/hari di Taboneo (Izatullah et al., 2022; Fadilah, 2020).

Tren ini berjalan beriringan dengan meningkatnya tantangan global seperti kebijakan transisi energi di Asia, fluktuasi harga internasional, dan meningkatnya tuntutan efisiensi logistik (Echeverri, 2025; Zhafira et al., 2023). Perubahan pola konsumsi energi di negara-negara importir utama seperti China dan India, serta kebijakan proteksionis baru di Asia Tenggara, telah berdampak terhadap volume ekspor dan efisiensi operasional pelabuhan (Barnard, 2023; Adaro Energy, 2024). Resiliensi sistem ship to ship semakin diuji dalam menghadapi risiko cuaca ekstrem, kemacetan armada, polusi operasional, serta tuntutan digitalisasi manajemen logistik (Zhafira et al., 2023; Zhang et al., 2022).

Permasalahan Penelitian

Dalam praktiknya, proses pemuatan batu bara secara ship to ship di Taboneo menghadapi kompleksitas yang tinggi akibat faktor cuaca ekstrem, kerusakan alat, hambatan administrasi, serta koordinasi sumber daya manusia (Ramadhan et al., 2024; Hazzah, 2024). Data lapangan menunjukkan idle time rata-rata 27,93 jam per kapal dari total berthing time 136,26 jam, menandakan penurunan efisiensi dan produktivitas operasional yang signifikan (Ramadhan et al., 2024). Faktor dominan meliputi cuaca ekstrem, kerusakan floating crane dan FTU, administrasi manual, serta komunikasi antarunit yang belum terintegrasi digital (Izatullah et al., 2022; Fadilah, 2020). Penelitian sebelumnya menegaskan bahwa hambatan-hambatan tersebut bersifat sistemik dan memerlukan pendekatan mitigasi risiko berbasis SOP, early warning system, dan digitalisasi pelaporan untuk efektivitas operasional jangka panjang (Zhafira et al., 2023; Surya Alhakim, 2021).

Upaya riset untuk memperbaiki efisiensi ship to ship transfer, seperti optimalisasi desain floating terminal dan digitalisasi manajemen pelabuhan, semakin relevan di era tuntutan global menuju green logistics (Izatullah et al., 2022; Adaro Energy, 2024). Grand theory yang mendasari penelitian ini adalah teori rantai pasok logistik maritim dan risk management dalam manajemen pelabuhan, yang menekankan pentingnya optimalisasi logistik, koordinasi stakeholder, serta penggunaan teknologi modern pada sistem transshipment batubara (Achmadi & Khaqiqi, 2021; Purnomo, 2020). Evolusi teoretis juga merambah aspek keberlanjutan, seperti life-cycle assessment dan pendekatan environmental management system dalam penilaian dampak lingkungan operasi ship to ship (Zhang et al., 2022; Latifa & Syarif Al Imam, 2023).

Paragraf Reduksi Permasalahan dan Urgensi

Banjarmasin dan Taboneo Anchorage muncul sebagai locus utama masalah karena peranannya sebagai gerbang ekspor batubara Kalimantan Selatan dan memiliki karakteristik unik berupa keterbatasan akses sungai bagi kapal berukuran besar, ketergantungan pada floating terminal, serta standar operasional yang masih dalam proses adaptasi terhadap digitalisasi dan mitigasi risiko cuaca (Ramadhan et al., 2024; Izatullah et al., 2022). Studi empiris menemukan bahwa tingkat kerusakan alat, hambatan administrasi, dan idle time tertinggi tercatat pada masa musim hujan dan saat volume ekspor meningkat (Hazzah, 2024; Zhafira et al., 2023). Relevansi lokal semakin mendesak karena Taboneo menjadi representasi penyelenggaraan ship to ship transfer di wilayah perairan terbuka Indonesia dan sering dijadikan model transshipment oleh operator pelabuhan nasional (Pangestu, 2019; Guidance to Loading Coal in Kalimantan, 2023).

Pada level praktik dan kebijakan, modernisasi SOP serta penerapan dashboard monitoring multi platform telah direkomendasikan sebagai solusi inovatif oleh berbagai studi nasional dan internasional, termasuk optimalisasi preventive maintenance, digitalisasi dokumen, dan pelatihan SDM berkelanjutan (Zhafira et al., 2023; Adaro Energy, 2024).

Research Gap dan Kebaruan

Kesenjangan penelitian terletak pada minimnya analisis integratif antara efektivitas SOP, keterpaduan sistem digital, ketahanan terhadap risiko alam serta gangguan operasional, dan evaluasi life-cycle dampak lingkungan operasi ship to ship di Taboneo (Izatullah et al., 2022; Zhang et al., 2022). Studi terdahulu dominan fokus pada deskripsi proses dan identifikasi hambatan, sedangkan integrasi mitigasi risiko berbasis teknologi digital serta analisis rantai logistik hulu ke hilir masih kurang dieksplorasi secara holistik (Hazzah, 2024; Satria et al., 2024). Kebaruan studi ini terdapat pada sintesis antara pemetaan pola hambatan lapangan, integrasi teknologi digital dalam sistem administrasi, dan pengujian solusi mitigasi risiko jangka panjang melalui experimental design berbasis best practice SOP (Ramadhan et al., 2024; Zhafira et al., 2023).

Tujuan, Urgensi, dan Kebaruan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas proses ship to ship transfer batubara di Taboneo Anchorage, mengidentifikasi hambatan utama dan faktor penyebab idle time, serta merancang rekomendasi berbasis mitigasi risiko dan digitalisasi guna meningkatkan produktivitas serta keberlanjutan operasional pelabuhan (Ramadhan et al., 2024; Zhafira et al., 2023). Urgensi penelitian didasari pada tuntutan kebutuhan ekspor nasional, keharusan modernisasi operasional pelabuhan, serta adaptasi terhadap perubahan regulasi dan tren energi global (Barnard, 2023; Adaro Energy, 2024). Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis empiris mitigasi risiko terintegrasi dan digitalisasi manajemen system yang secara langsung berkontribusi pada pengurangan idle time, peningkatan efisiensi operasional, serta menambah daya saing pelabuhan internasional di Indonesia (Zhafira et al., 2023; Guidance to Loading Coal in Kalimantan, 2023).

METODE

Jenis dan Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif yang dirancang untuk memperoleh pemahaman mendalam tentang proses pemuatan batu bara secara ship to ship di Taboneo Anchorage. Menurut Sugiyono (2021), penelitian kualitatif merupakan metode penelitian yang mengandalkan data naturalistik dan bermula dari latar belakang alamiah dengan manusia sebagai instrumen utama penelitian. Pendekatan ini dipilih karena pertanyaan penelitian berfokus pada eksplorasi fenomena operasional yang kompleks dan multifaktor, yang tidak dapat dijelaskan secara memadai melalui pengukuran numerik semata. Sebagaimana dijelaskan oleh Creswell dan Creswell (2023), penelitian kualitatif deskriptif sangat relevan untuk penelitian yang berupaya memberikan gambaran komprehensif tentang peristiwa, fenomena, atau kondisi sosial dalam konteks praktis lapangan.

Desain deskriptif dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk menguraikan secara sistematis dan faktual mengenai proses operasional, faktor-faktor penghambat, dan upaya mitigasi risiko dalam kegiatan pemuatan batu bara secara ship to ship (Emzir, 2021). Desain ini memungkinkan peneliti untuk tetap dekat dengan data lapangan dan menganalisis fenomena dalam setting alami tanpa manipulasi variabel (Widyaningsih, 2022). Metode ini juga memfasilitasi peneliti untuk melakukan observasi langsung terhadap kegiatan operasional, melakukan wawancara mendalam dengan pihak terkait, serta menganalisis dokumen operasional untuk memperoleh pemahaman holistik tentang sistem pemuatan ship to ship di lokasi penelitian (Sudaryono, 2019).

Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan tiga teknik pengumpulan data utama, yaitu observasi lapangan (field observation), wawancara mendalam (in-depth interview), dan dokumentasi (documentation), sesuai dengan panduan yang direkomendasikan oleh Sugiyono (2021) dan Creswell (2023) untuk penelitian kualitatif. Teknik triangulasi ini memastikan validitas data dan mengikuti prinsip teori triangulasi sebagaimana dijelaskan oleh Denzin dan Lincoln (2011), yang menekankan penggunaan berbagai sumber, metode, dan waktu untuk meningkatkan kredibilitas temuan.

Observasi Lapangan. Observasi dilakukan selama periode penelitian di Taboneo Anchorage wilayah konsesi PT. Indonesia Multi Purpose Terminal melalui pengamatan langsung terhadap setiap tahapan kegiatan pemuatan batu bara secara ship to ship. Menurut Kusumawati (2023), observasi merupakan teknik pengumpulan data yang melibatkan pencatatan sistematis terhadap perilaku, aktivitas, dan kondisi lapangan yang relevan dengan pertanyaan penelitian. Peneliti melakukan pencatatan terhadap Standar Operasional Prosedur (SOP) yang diterapkan, kondisi peralatan transshipment equipment seperti floating crane dan floating terminal unit, kesiapan personel, interaksi antar unit operasional, serta hambatan yang muncul selama proses pemuatan berlangsung. Data observasi dikumpulkan dalam bentuk catatan lapangan (field notes), fotografi, dan dokumentasi video untuk memastikan akurasi dan kualitas data deskriptif. Observasi lapangan dilakukan selama 12 bulan di PT. Indonesia Multi Purpose Terminal dan KSOP Kelas III Ranga Ilung, dimulai dari bulan Juli 2024 hingga Juli 2025.

Wawancara Mendalam. Wawancara semi-terstruktur dilakukan dengan informan kunci yang terlibat langsung dalam kegiatan pemuatan batu bara secara ship to ship, meliputi Logistic Planner, Foreman Onboard, Floating Crane Master, Floating Terminal Unit Operator, Tugboat Master, Shipping Agent, dan perwakilan manajemen PT. Indonesia Multi Purpose Terminal. Menurut Moleong (2020), wawancara merupakan percakapan dengan maksud tertentu yang dilakukan antara pewawancara dan terwawancara untuk memperoleh informasi langsung terkait permasalahan penelitian. Teknik ini memungkinkan peneliti untuk menggali perspektif, pengalaman, dan penilaian subjektif dari para praktisi lapangan mengenai efektivitas SOP, faktor-faktor penghambat, dan solusi yang telah atau sedang diupayakan (Creswell, 2023). Wawancara dilakukan dengan menggunakan panduan pertanyaan terbuka yang fleksibel, memungkinkan pengembangan pertanyaan probing untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang fenomena yang diamati.

Dokumentasi. Dokumentasi mencakup pengumpulan dan analisis dokumen operasional perusahaan seperti Statement of Fact (SOF), Draught Survey Report, Cargo Manifest, Daily Meeting Reports, Standard Operating Procedures (SOP), laporan harian kegiatan pemuatan, dan dokumen administratif lainnya. Sebagaimana dijelaskan oleh Amrullah (2022), dokumentasi merupakan teknik pengumpulan data dengan cara mengamati dokumen fisik atau digital di lokasi penelitian yang relevan dengan topik penelitian. Dokumen ini memberikan bukti empiris tentang volume muatan, waktu operasional, hambatan yang tercatat, serta tindakan yang telah diambil dalam mengatasi permasalahan operasional. Dokumentasi juga berfungsi sebagai triangulasi data untuk memverifikasi informasi yang diperoleh melalui observasi dan wawancara.

Populasi dan Sampel

Populasi. Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh kegiatan pemuatan batu bara secara ship to ship yang dilaksanakan di Taboneo Anchorage wilayah konsesi PT. Indonesia Multi Purpose Terminal selama periode penelitian, termasuk semua pihak yang terlibat dalam proses operasional seperti kapal (mother vessel), armada tongkang barge, peralatan transshipment equipment, personel operasional, dan sistem administrasi yang mendukung kegiatan tersebut.

Sampel dan Teknik Sampling. Penelitian ini menggunakan teknik purposive sampling untuk menyeleksi informan dan subjek penelitian yang relevan dengan pertanyaan penelitian. Menurut Sugiyono (2021), purposive sampling merupakan teknik pengambilan sampel yang didasarkan pada pertimbangan tertentu dengan memilih subjek yang dianggap memiliki informasi paling kaya dan relevan. Informan dipilih berdasarkan kriteria: (1) terlibat langsung dalam kegiatan operasional pemuatan ship to ship; (2) memiliki pengalaman minimal 2 tahun dalam industri pelayaran atau logistik maritim; (3) menempati posisi operasional atau managerial yang memahami sistem pemuatan; dan (4) bersedia untuk berpartisipasi dalam wawancara dan memberikan informasi yang akurat.

Sampel untuk observasi lapangan mencakup 30 mother vessel yang melakukan kegiatan pemuatan batu bara di Taboneo Anchorage pada periode Desember 2024, dipilih dengan strategi systematic sampling untuk memastikan representasi yang seimbang dari berbagai waktu operasional dan kondisi lapangan (cuaca normal, cuaca ekstrem, kondisi alat normal, dan kondisi alat bermasalah). Data dari 30 kapal ini dianalisis untuk mengidentifikasi pola hambatan, idle time, dan efisiensi operasional secara komprehensif. Informan wawancara berjumlah minimal 10 orang yang mewakili berbagai fungsi operasional, termasuk manajemen operasional, crew kapal, operator peralatan, foreman, dan staf administrasi.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan sistematis sebagai berikut:

Tahap Persiapan. Peneliti melakukan studi pendahuluan melalui tinjauan pustaka dan konsultasi dengan pembimbing untuk merumuskan pertanyaan penelitian, merancang instrumen pengumpulan data, dan mempersiapkan perizinan untuk melakukan penelitian di lokasi lapangan. Pada tahap ini, peneliti juga melakukan koordinasi dengan manajemen PT. Indonesia Multi Purpose Terminal untuk mengatur jadwal observasi dan wawancara.

Tahap Pengumpulan Data. Observasi lapangan dilakukan secara kontinyu selama periode penelitian dengan fokus pada pencatatan setiap tahapan kegiatan pemuatan, hambatan yang terjadi, waktu operasional, dan respons terhadap gangguan. Wawancara dilakukan secara berkala dengan jadwal yang disepakati dengan informan, menggunakan panduan pertanyaan yang telah disiapkan

sebelumnya. Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan semua dokumen operasional yang relevan, termasuk fotokopi dokumen administrasi, data statistik operasional, dan laporan bulanan perusahaan.

Tahap Analisis Data. Data dianalisis menggunakan model interaktif dari Miles, Huberman, dan Saldaña (2020) yang terdiri atas tiga komponen utama: (1) kondensasi data (data condensation), (2) penyajian data (data display), dan (3) penarikan kesimpulan dan verifikasi (conclusion drawing and verification). Kondensasi data melibatkan proses pemilihan, pemusatan perhatian, penyederhanaan, dan transformasi data dari catatan lapangan, transkrip wawancara, dan dokumen menjadi bentuk yang lebih terorganisir dan mudah dipahami. Penyajian data dilakukan dalam bentuk narasi deskriptif, tabel, bagan alir, dan matrik untuk mengorganisir temuan secara sistematis sesuai dengan tema-tema penelitian. Penarikan kesimpulan dilakukan secara induktif dengan menghubungkan pola-pola data yang muncul dengan pertanyaan penelitian dan landasan teori yang relevan.

Tahap Validasi dan Verifikasi Data. Untuk memastikan keabsahan data, penelitian ini menerapkan strategi triangulasi data, member checking, dan perpanjangan observasi (prolonged engagement) sebagaimana direkomendasikan oleh Lincoln dan Guba (1985) untuk meningkatkan kredibilitas penelitian kualitatif. Triangulasi sumber data dilakukan dengan membandingkan informasi dari berbagai informan dan melihat konsistensi antar sumber. Triangulasi metode dilakukan dengan membandingkan data dari observasi, wawancara, dan dokumentasi untuk memvalidasi temuan. Member checking dilakukan dengan berbagi hasil analisis preliminar kepada informan kunci untuk memastikan bahwa interpretasi peneliti sesuai dengan perspektif dan pengalaman mereka di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Kegiatan Pemuatan Batu Bara secara Ship to Ship di Taboneo Anchorage

Kegiatan pemuatan batu bara secara ship to ship di Taboneo Anchorage wilayah konsesi PT. Indonesia Multi Purpose Terminal berlangsung melalui sebuah sistem operasional terstruktur yang mengikuti Standar Operasional Prosedur yang telah ditetapkan perusahaan. Proses ini memanfaatkan infrastruktur maritim kompleks yang melibatkan berbagai armada dan peralatan transshipment equipment di area perairan terbuka. Menurut Zhafira et al. (2023), operasi transshipment batu bara memerlukan koordinasi yang ketat antara berbagai stakeholder untuk memastikan efisiensi dan keselamatan kerja. Implementasi sistem operasional yang terstruktur menunjukkan bahwa PT. Indonesia Multi Purpose Terminal telah mengakui pentingnya standarisasi prosedur dalam menjamin konsistensi dan reliability operasi di lapangan. Struktur organisasi operasional yang jelas dan pembagian tugas yang terdefinisi dengan baik memungkinkan setiap unit untuk menjalankan fungsinya dengan optimal dan terintegrasi dengan unit lainnya.

Struktur operasional pemuatan di Taboneo dibagi menjadi empat tahapan utama yang saling terintegrasi dan berkelanjutan dalam menciptakan aliran kerja yang efisien. Pertama, tahap perencanaan dan alokasi kapal melibatkan Logistic Planner yang bertugas menerima dan menyusun jadwal harian alokasi tongkang barge serta floating crane dari control tower PT. Adaro Logistics. Pada tahap ini, dilakukan pertimbangan terhadap ketersediaan armada, kondisi cuaca, dan prioritas pemuatan untuk memastikan ketersediaan sumber daya yang optimal. Proses ini mencerminkan pentingnya perencanaan yang matang sebelum operasi dimulai, sehingga dapat meminimalkan konflik jadwal dan memaksimalkan utilisasi armada yang tersedia. Menurut catatan operasional dari PT. Indonesia Multi Purpose Terminal, tahap perencanaan ini dilakukan setiap hari pada pukul 06.00 pagi dengan melibatkan semua unit terkait untuk memastikan sinkronisasi jadwal yang sempurna.

Kedua, tahap persiapan alat dan personel merupakan fase kritis yang menentukan kesiapan operasional di lapangan. Tahap ini melibatkan koordinasi antara Foreman Onboard, Master Floating Crane, Master Tugboat Assist, dan Master atau Chief Officer Mother Vessel untuk memastikan kesiapan penyandaran dan kelayakan operasional peralatan. Standar prosedur yang ditetapkan menetapkan bahwa informasi penyandaran harus disampaikan minimal satu jam sebelumnya untuk memungkinkan persiapan yang memadai. Pada tahap persiapan ini, dilakukan pengecekan visual terhadap kondisi floating crane, floating terminal unit, dan semua peralatan terkait untuk memastikan tidak ada defect atau kerusakan yang dapat mengganggu operasi. Tim Foreman Onboard juga

melakukan koordinasi dengan Master Mother Vessel mengenai kondisi cuaca, kecepatan angin, dan jarak pandang untuk memastikan kondisi layak operasi sebelum kegiatan dimulai.

Ketiga, tahap pelaksanaan pemuatan merupakan inti dari keseluruhan kegiatan ship to ship yang memerlukan koordinasi real-time yang sangat ketat. Pada tahapan ini, operator floating crane dan floating terminal unit bertanggung jawab atas pengangkutan batu bara dari tongkang barge ke palka mother vessel sesuai dengan urutan loading sequence yang telah direncanakan sebelumnya. Operator melakukan pre-start inspection untuk memastikan kelayakan alat sebelum operasi dimulai, termasuk pengecekan sistem hidrolik, pengecekan wire sling, dan pengujian fungsi grab crane melalui dummy runs. Menurut Santoso et al. (2025), optimalisasi jadwal berthing dapat meminimalkan idle time antara kedatangan kapal dengan mengurangi waktu tunggu melalui koordinasi yang efisien dengan semua pihak terkait, termasuk pilot, operator tug, dan stakeholder lainnya. Proses pemuatan berlangsung secara kontinyu dengan monitoring yang ketat dari Foreman Onboard dan Logistic Planner untuk memastikan loading rate tetap sesuai dengan target yang telah ditetapkan.

Keempat, tahap dokumentasi dan administrasi merupakan bagian penting dalam menyelesaikan keseluruhan proses pemuatan dan memastikan keabsahan dokumen operasional kapal. Tahap ini meliputi pengukuran muatan melalui Draught Survey oleh surveyor independen yang ditunjuk oleh shipping agency, penyelesaian dokumen seperti Statement of Fact yang berisi data volume muatan aktual di lapangan, Cargo Manifest yang mendetail rincian muatan, dan Draught Survey Report yang menunjukkan data draft kapal sebelum dan sesudah pemuatan. Selain itu, dilakukan koordinasi dengan pihak shipping agency untuk proses clearance kapal sehingga kapal memiliki dokumen yang lengkap dan sah untuk berlayar ke pelabuhan tujuan. Dokumen-dokumen ini tidak hanya berfungsi sebagai catatan administratif tetapi juga merupakan bukti legal yang diakui oleh berbagai otoritas maritim internasional dan bea cukai di port of discharge.

Data operasional dari 30 kapal mother vessel pada periode Desember 2024 menunjukkan volume kegiatan yang signifikan dengan pola operasional yang dapat dianalisis secara detail untuk mengidentifikasi efisiensi dan hambatan. Rata-rata volume muatan per kapal mencapai 65.388 metrik ton, dengan total kumulatif muatan sebesar 1.961.628 metrik ton selama bulan Desember 2024. Waktu sandar rata-rata (berthing time) tercatat 136,26 jam atau setara dengan 5,6 hari, sementara waktu kerja efektif (berth working time) sebesar 108,34 jam atau 4,5 hari. Data ini menunjukkan bahwa dari setiap waktu sandar rata-rata, hanya sekitar 79,5 persen yang merupakan waktu produktif untuk kegiatan pemuatan aktual. Meskipun kegiatan pemuatan secara keseluruhan telah berjalan sesuai dengan prosedur yang ditetapkan dan telah mencapai volume target bulanan, data tersebut mengungkapkan bahwa terdapat selisih waktu yang signifikan antara waktu total sandar dan waktu kerja efektif.

Idle time rata-rata yang tercatat sebesar 27,93 jam per kapal atau 1,3 hari menunjukkan bahwa masih terdapat ruang yang cukup besar untuk perbaikan dan optimalisasi. Fenomena ini mengindikasikan bahwa setiap kapal yang bersandar di Taboneo Anchorage mengalami waktu tunggu non-produktif yang nyata, baik akibat faktor eksternal seperti cuaca maupun faktor internal seperti hambatan administrasi. Selisih 27,93 jam ini, ketika dikalikan dengan jumlah kapal yang besar (30 kapal dalam satu bulan), menciptakan potensi kerugian ekonomi yang substansial baik bagi perusahaan dalam hal biaya operasional maupun bagi pemilik kapal dalam bentuk demurrage charges. Temuan ini menjadi dasar pertimbangan strategis untuk mengimplementasikan berbagai upaya mitigasi yang dapat mengurangi idle time dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan di lokasi penelitian.

Faktor-Faktor Penghambat dalam Proses Pemuatan Batu Bara

Penelitian mengidentifikasi empat faktor utama yang menjadi penghambat efisiensi kegiatan pemuatan batu bara secara ship to ship di Taboneo Anchorage dengan kontribusi yang beragam terhadap peningkatan idle time. Analisis terhadap penyebab keterlambatan didasarkan pada data empiris yang komprehensif dari 30 kapal sample, observasi lapangan yang berkelanjutan selama 12 bulan, wawancara mendalam dengan stakeholder operasional yang berpengalaman, serta dokumentasi resmi kegiatan pemuatan yang tersimpan dalam sistem administrasi perusahaan. Pengidentifikasian keempat faktor ini dilakukan melalui teknik triangulasi data yang menggabungkan perspektif dari berbagai sumber informasi untuk memastikan validitas dan reliabilitas temuan. Keseluruhan temuan ini memberikan gambaran holistik mengenai kompleksitas tantangan operasional yang dihadapi dalam

sistem ship to ship transfer di lokasi yang spesifik, dan memberikan dasar empiris yang kuat untuk merekomendasikan upaya perbaikan yang targeted dan evidence-based.

Faktor Pertama: Kondisi Cuaca Ekstrem (41,5%)

Faktor cuaca ekstrem merupakan penghambat paling dominan terhadap kelancaran kegiatan pemuatan ship to ship, berkontribusi sebesar 41,5 persen terhadap total idle time dengan dampak yang sangat signifikan terhadap operasional keseluruhan. Proses pemindahan muatan dari tongkang barge ke mother vessel dilaksanakan di area perairan terbuka yang sangat tergantung pada kondisi meteorologi dan tidak memiliki proteksi alami seperti yang dimiliki oleh port terminal konvensional. Kondisi cuaca buruk seperti angin kencang mencapai 20-25 knot, gelombang tinggi lebih dari 3 meter, dan hujan deras yang mengganggu jarak pandang kurang dari 10 meter menyebabkan kegiatan pemuatan harus dihentikan sementara untuk menjaga keselamatan kapal, alat, dan crew. Penelitian serupa oleh Müller et al. (2023) menunjukkan bahwa operator maritim menghadapi tantangan signifikan dalam menavigasi kondisi cuaca ekstrem yang memerlukan penilaian risiko berbasis standar dan informasi cuaca real-time. Standardisasi weather criteria untuk operasi merupakan hal yang kritis, karena keputusan untuk melanjutkan atau menghentikan operasi harus didasarkan pada data meteorologi yang akurat dan interpretasi yang konsisten terhadap standar keselamatan maritim internasional.

Kondisi meteorologi di Taboneo Anchorage menunjukkan pola musiman yang khas dengan variabilitas tinggi sepanjang tahun. Berdasarkan data dari observasi lapangan selama periode Desember 2024 hingga Januari 2025, ditemukan bahwa periode peralihan musim (antara musim hujan dan kemarau) memiliki frekuensi tertinggi kondisi cuaca ekstrem dengan intensitas yang bervariasi. Cuaca buruk tidak hanya terbatas pada angin kencang dan gelombang tinggi, tetapi juga mencakup kondisi fog atau low visibility yang sangat mengganggu operasi, terutama dalam fase penyandaran kapal di mana presisi navigasi sangat penting. Observasi lapangan menunjukkan bahwa pada beberapa kejadian, cuaca ekstrem dapat berlangsung selama 12 hingga 24 jam berturut-turut, mengakibatkan kapal harus menunggu di area anchorage dalam kondisi standby tanpa dapat melakukan kegiatan pemuatan apapun. Dampak dari keterhentian operasi ini tidak hanya terbatas pada waktu tunggu kapal, tetapi juga menyebabkan keterlambatan dalam penyandaran kapal berikutnya yang telah dijadwalkan, menciptakan efek domino dalam sistem penjadwalan kapal mingguan.

Berdasarkan hasil observasi lapangan yang sistematis, rata-rata waktu penundaan kegiatan akibat cuaca ekstrem berkisar antara 8-12 jam per kejadian dengan variasi yang signifikan tergantung pada intensitas cuaca. Dalam beberapa kasus ekstrem, penundaan dapat mencapai 24 jam atau lebih ketika sistem cuaca yang kuat berada di atas lokasi. Proses pemuatan dapat dilanjutkan kembali hanya setelah cuaca dinyatakan sepenuhnya normal dan memenuhi standar keselamatan kerja yang ditetapkan oleh PT. Indonesia Multi Purpose Terminal berdasarkan standar internasional dan pengalaman operasional lapangan. Kriteria weather standby yang ditetapkan mencakup kecepatan angin maksimal 15 knot, tinggi gelombang tidak lebih dari 2.5 meter, dan jarak pandang minimal 5 kilometer untuk memastikan keselamatan dalam operasi penyandaran dan pemuatan. Hal ini menyebabkan kapal harus menunggu di posisi labuh untuk waktu yang tidak dapat diprediksi dengan presisi tinggi, mengakibatkan peningkatan signifikan pada idle time dan biaya operasional kapal yang terus berlanjut meskipun tidak ada aktivitas produktif yang dilakukan.

Implikasi ekonomi dari penghentian operasi akibat cuaca ekstrem sangat substansial bagi semua pihak yang terlibat dalam transaksi perdagangan batu bara ini. Pemilik kapal mengalami kerugian finansial dalam bentuk demurrage charges yang terakumulasi setiap hari kapal berada di luar jadwal yang telah ditetapkan dalam charter party agreement. Pemasokan batu bara menjadi tidak dapat diprediksi dengan akurat, mengakibatkan pembeli komoditas menghadapi ketidakpastian dalam penerimaan barang yang telah dibayarkan sebelumnya. Dari perspektif operasional PT. Indonesia Multi Purpose Terminal, penghentian operasi akibat cuaca berarti armada dan peralatan transshipment equipment tidak dapat digunakan secara produktif, tetapi masih memerlukan biaya operasional dan pemeliharaan. Situasi ini mencerminkan kebutuhan mendesak untuk mengimplementasikan sistem informasi cuaca yang canggih dan predictive untuk memungkinkan perencanaan operasional yang lebih baik serta penjadwalan kapal yang lebih adaptif terhadap kondisi meteorologi yang dinamis.

Mengingat urgensi masalah ini dan kontribusinya yang sangat besar (41,5%) terhadap idle time, pencegahan dan mitigasi risiko cuaca ekstrem harus menjadi prioritas utama dalam strategi peningkatan efisiensi operasional di Taboneo Anchorage. Dengan memperhatikan pola cuaca historis, karakteristik geografis lokasi, dan standar keselamatan internasional, PT. Indonesia Multi Purpose Terminal dapat mengembangkan strategi operasional yang lebih proaktif dan responsif. Implementasi teknologi early warning system yang terintegrasi dengan data real-time dari BMKG dan stasiun cuaca maritim lokal dapat memberikan informasi yang lebih akurat dan membantu dalam pengambilan keputusan operasional yang lebih cepat dan tepat. Dengan demikian, strategi mitigasi terhadap cuaca ekstrem akan menjadi kunci dalam mencapai target penurunan idle time keseluruhan di lokasi penelitian.

Faktor Kedua: Kerusakan Peralatan Transshipment Equipment (31,9%)

Kerusakan pada peralatan pemuatan utama, khususnya floating crane dan floating terminal unit conveyor, merupakan faktor penghambat kedua dengan kontribusi yang cukup signifikan sebesar 31,9 persen terhadap total idle time kapal. Dari hasil observasi dan wawancara mendalam dengan operator peralatan di lapangan, ditemukan bahwa kerusakan yang paling sering terjadi meliputi gangguan pada sistem hidrolik, grab crane yang aus atau tidak berfungsi optimal, wire sling yang putus atau mengalami fatigue, dan belt conveyor yang macet atau slip. Penelitian oleh Simatupang et al. (2019) dan Surya Alhakim (2021) melaporkan bahwa kerusakan alat pemuatan seperti grab crane, loader, dan dozer dapat terjadi karena peralatan yang sudah usang dan kurangnya jadwal perawatan berkala yang konsisten serta terstruktur. Dalam konteks Taboneo Anchorage, sebagian besar peralatan telah beroperasi selama periode yang relatif lama dengan intensitas penggunaan yang tinggi, mengakibatkan tingkat wear and tear yang signifikan. Dokumentasi peralatan menunjukkan bahwa floating crane dan floating terminal unit yang digunakan telah melampaui rekomendasi manufacturer untuk jadwal major overhaul, namun masih terus dioperasikan dengan monitoring yang lebih ketat terhadap kondisi teknis.

Pada praktiknya di lapangan, jadwal preventive maintenance memang telah ditetapkan oleh perusahaan dengan interval waktu tertentu berdasarkan standar operasional, namun sering kali tertunda karena berbagai faktor eksternal. Penundaan jadwal maintenance sering terjadi karena padatnya beban operasi dan adanya kebutuhan kapal yang urgent untuk dimuat segera sesuai dengan charter party agreement, serta keterbatasan ketersediaan teknisi yang bersertifikat untuk melakukan pekerjaan maintenance dengan spesifikasi teknis yang rumit. Laporan kerusakan masih dikirim secara manual melalui radio handheld dan pesan aplikasi WhatsApp, menyebabkan keterlambatan informasi dari lapangan ke bagian maintenance yang dapat mencapai beberapa jam tergantung pada keadaan komunikasi. Proses pelaporan yang tidak efisien ini menciptakan delay dalam proses mobilisasi teknisi dan penyediaan spare parts yang diperlukan untuk perbaikan. Akibatnya, perbaikan alat sering baru dimulai beberapa jam setelah kerusakan dilaporkan, menghasilkan downtime alat yang berkisar antara 4-10 jam per kejadian tergantung pada tingkat kesulitan perbaikan yang diperlukan.

Dampak langsung dari kerusakan peralatan terhadap kinerja operasional sangat nyata dan terukur melalui penurunan loading rate yang signifikan. Situasi ini berdampak langsung pada penurunan loading rate aktual di lapangan, dari target ideal 18.000 ton per hari menjadi rata-rata hanya 14.900 ton per hari pada periode Desember 2024. Penurunan sebesar 3.100 ton per hari atau sekitar 17,2 persen dari target ideal ini menunjukkan dampak signifikan dari kerusakan peralatan terhadap produktivitas operasional. Dalam beberapa kasus ketika terjadi kerusakan pada floating crane, tidak ada alternative peralatan yang dapat langsung menggantikan fungsinya, sehingga seluruh operasi pemuatan harus dihentikan sampai perbaikan selesai dilakukan. Keterbatasan ini mencerminkan desain sistem yang terlalu dependent pada single piece of equipment tanpa backup atau redundancy yang memadai. Data historis menunjukkan bahwa rata-rata frekuensi kerusakan berkisar antara 2-3 kejadian per bulan, dengan downtime total mencapai 20-30 jam per bulan untuk setiap peralatan utama.

Akar penyebab dari tingginya frekuensi kerusakan dapat dilacak ke beberapa faktor struktural dalam sistem maintenance dan operasi. Pertama, sistem Planned Maintenance System (PMS) yang ada masih bersifat reactive daripada proactive, dimana teknisi lebih fokus pada perbaikan kerusakan

daripada pencegahan kerusakan melalui monitoring kondisi yang berkelanjutan. Kedua, training dan competency level teknisi masih belum sepenuhnya sesuai dengan kompleksitas peralatan modern yang digunakan, terutama dalam hal diagnosis awal dan troubleshooting yang cepat. Ketiga, spare parts inventory management belum optimal, sering kali spare parts yang critical tidak tersedia di lokasi operasi sehingga memerlukan procurement time yang lama. Keempat, dokumentasi kondisi peralatan yang detail masih belum konsisten dilakukan, sehingga historical data tentang pola kerusakan dan maintenance history kurang tersedia untuk analisis tren dan predictive maintenance planning. Semua faktor ini secara sinergis berkontribusi terhadap tingginya downtime peralatan dan menurunnya reliability operasional di lapangan.

Menghadapi problematika ini, diperlukan pendekatan komprehensif yang menggabungkan investasi dalam teknologi, pengembangan SDM, dan perubahan mindset operasional dari reactive maintenance menuju proactive dan predictive maintenance. Implementasi Computerized Maintenance Management System (CMMS) akan membantu dalam penjadwalan preventive maintenance yang lebih terstruktur, tracking kondisi peralatan yang lebih akurat, dan inventory management spare parts yang lebih optimal. Dengan sistem ini, teknisi dapat mengidentifikasi pola kerusakan berulang dan mengambil tindakan preventif sebelum kerusakan terjadi. Peningkatan kompetensi teknisi melalui training program yang berkelanjutan dan sertifikasi akan meningkatkan kualitas diagnosa dan efisiensi perbaikan di lapangan. Dengan kombinasi upaya-upaya ini, diharapkan frekuensi kerusakan dapat dikurangi secara signifikan dan downtime alat dapat ditekan di bawah 10 jam per bulan, sehingga loading rate dapat ditingkatkan lebih mendekati target ideal.

Faktor Ketiga: Hambatan Administrasi dan Dokumentasi (15,8%)

Hambatan administrasi dan dokumentasi berkontribusi sebesar 15,8 persen terhadap idle time kapal, merupakan faktor penghambat ketiga yang signifikan dalam proses ship to ship transfer di Taboneo Anchorage. Proses penyelesaian dokumen operasional seperti Statement of Fact yang berisi detail volume muatan aktual, Draught Survey Report yang menunjukkan data kedalaman kapal, Cargo Manifest yang merinci rincian muatan, dan Bill of Lading yang merupakan dokumen legal pengiriman masih dilaksanakan secara manual dan memerlukan tanda tangan fisik dari berbagai pihak yang terlibat. Pihak-pihak yang terlibat dalam verifikasi dokumen mencakup Master Kapal yang bertugas memastikan data muatan akurat sesuai kondisi kapal, Surveyor independen yang ditunjuk oleh shipping agency untuk mengverifikasi volume muatan melalui measurement aktual, perwakilan PT. Indonesia Multi Purpose Terminal yang memastikan kepatuhan terhadap prosedur operasional, dan Shipping Agency yang memiliki tanggung jawab atas aspek legal dan administratif pengiriman. Meskipun kegiatan pemuatan telah selesai secara teknis dan kapal siap untuk berlayar, kapal tetap tertahan di lokasi hingga seluruh dokumen administratif rampung diverifikasi dan ditandatangani oleh semua pihak yang berwenang.

Proses penyelesaian dokumen di Taboneo Anchorage menunjukkan karakteristik yang sangat manual dan sequential, dimana setiap dokumen harus melalui beberapa tahap verifikasi sebelum dapat ditetapkan sebagai dokumen final yang valid. Rata-rata waktu tunggu untuk penyelesaian administrasi berkisar antara 2-6 jam per kapal, dengan variasi yang tergantung pada kompleksitas kasus dan ketersediaan pihak-pihak verifikator. Keterlambatan sering terjadi karena beberapa alasan spesifik yang dapat diidentifikasi dari observasi lapangan dan wawancara dengan pihak-pihak terkait. Pertama, koordinasi antar pihak verifikator belum seragam dalam hal prosedur dan timeline penyelesaian dokumen. Master Kapal dan Surveyor independen sering kali memiliki interpretasi berbeda mengenai spesifikasi teknis tertentu dalam dokumen, mengakibatkan keterlambatan dalam proses penandatanganan. Kedua, perbedaan data antara hasil Draught Survey dengan Bill of Lading atau dokumen lainnya yang memerlukan klarifikasi dan penelusuran sumber perbedaan data tersebut dapat memakan waktu yang cukup lama. Ketiga, dokumen yang ditandatangani di luar jam kerja kantor darat (setelah pukul 17.00 atau di akhir pekan) harus menunggu verifikasi pihak berwenang keesokan harinya, mengakibatkan delay tambahan dalam proses clearance kapal.

Menurut hasil wawancara mendalam dengan perwakilan Shipping Agency dan pejabat administratif PT. Indonesia Multi Purpose Terminal, sistem administrasi yang terdigitalisasi akan sangat membantu dalam mempercepat proses penyelesaian dokumen dan mengurangi waktu final

clearance kapal secara signifikan. Pihak-pihak ini mengungkapkan bahwa hambatan administrasi saat ini bukan karena kurangnya SDM atau keahlian, tetapi lebih karena sistem dan tools yang digunakan masih bersifat legacy dan tidak terintegrasi antar departemen. Perjalanan dokumen dari satu departemen ke departemen lainnya masih dilakukan secara manual dengan mengandalkan komunikasi handheld radio dan aplikasi messaging, sehingga sering terjadi miscommunication atau dokumen terlewat dalam proses. Tidak adanya centralized database untuk semua dokumen operasional membuat tracking status dokumen menjadi sulit dan tidak transparent bagi semua pihak yang berkepentingan. Ketidadaan real-time visibility terhadap status dokumen mengakibatkan seringnya terjadi duplikasi pekerjaan atau penundaan karena pihak-pihak terkait tidak mengetahui status dokumen terbaru.

Implikasi dari hambatan administrasi ini terhadap efisiensi keseluruhan operasional sangat nyata dan terukur. Dengan rata-rata 30 kapal per bulan yang sandar di Taboneo, dan setiap kapal mengalami rata-rata delay administrasi 2-6 jam, total idle time akibat faktor administrasi mencapai 60-180 jam per bulan atau setara dengan 2,5-7,5 hari kerja. Dalam skala ekonomi, delay ini diterjemahkan menjadi demurrage charges tambahan yang harus ditanggung oleh pemilik kapal atau charterer, serta penghentian penyimpanan batu bara yang berdampak pada supply chain ekspor nasional. Dari perspektif PT. Indonesia Multi Purpose Terminal, hambatan administrasi juga mengakibatkan komplikasi dalam penjadwalan kapal berikutnya karena slot berth tidak dapat dilepaskan sampai semua dokumen final selesai, menciptakan inefficiency dalam utilisasi infrastruktur yang tersedia. Dokumentasi administratif yang tidak efisien juga menciptakan risiko errors dan discrepancies yang dapat berujung pada sengketa atau claim antara pihak-pihak terkait mengenai quantity atau quality muatan yang dimuat.

Mengatasi hambatan administrasi memerlukan modernisasi fundamental terhadap sistem dokumentasi dari manual menjadi berbasis digital dan terintegrasi. Implementasi sistem digital yang robust dapat mengurangi waktu penyelesaian dokumen dari rata-rata 2-6 jam menjadi kurang dari 2 jam per kapal, atau bahkan dapat diselesaikan sebelum kapal selesai pemuatan jika sistem dirancang dengan baik. Dengan sistem terintegrasi, semua pihak stakeholder dapat mengakses data yang sama secara real-time, melakukan verifikasi secara parallel daripada sequential, dan menandatangani dokumen secara digital dari lokasi manapun. Pengurangan signifikan dalam waktu administrasi ini akan berkontribusi terhadap penurunan idle time keseluruhan dan peningkatan efisiensi operasional yang substansial di Taboneo Anchorage.

Faktor Keempat: Keterbatasan Sumber Daya Manusia dan Koordinasi Operasional (10,7%)

Faktor sumber daya manusia dan koordinasi operasional berkontribusi sebesar 10,7 persen terhadap idle time, merupakan faktor penghambat keempat namun tetap signifikan dalam konteks keseluruhan operasional ship to ship transfer. Penelitian mengidentifikasi beberapa masalah spesifik dalam aspek ini yang bersifat structural dan operational dalam nature. Pertama, terdapat keterbatasan jumlah operator floating crane dan floating terminal unit yang telah bersertifikat sesuai dengan standar internasional seperti yang ditetapkan oleh IMO atau classification society terkait. Ketersediaan operator yang bersertifikat terbatas membuat scheduling operasional menjadi lebih rigid dan kurang fleksibel dalam mengakomodasi perubahan jadwal kapal yang mendadak. Kedua, sistem komunikasi lapangan yang masih manual dan kurang efektif antara tugboat master, operator crane, port captain, foreman onboard, dan crew kapal mengakibatkan keterlambatan dan miscommunication dalam koordinasi operasional real-time. Ketiga, terdapat perbedaan interpretasi instruksi kerja di lapangan yang sering menyebabkan ketidaksinkronan dalam eksekusi operasi, terutama dalam fase penyandaran kapal yang memerlukan koordinasi yang sangat presisi dan real-time.

Hasil observasi lapangan yang sistematis menunjukkan bahwa alokasi kapal dan tongkang masih dilakukan secara manual melalui radio handheld yang masih menggunakan frekuensi konvensional dan grup WhatsApp sebagai sarana koordinasi utama dalam sistem operasional modern. Ketergantungan pada tool komunikasi yang legacy ini menciptakan beberapa masalah komunikasi yang signifikan dan repetitif. Ketidaksinkronan komunikasi ini mengakibatkan keterlambatan dalam pergerakan armada menuju posisi sandar yang telah ditetapkan, keterlambatan kedatangan tim trimming di atas kapal yang seharusnya telah siap pada jam tertentu, serta kesalahpahaman dalam

koordinasi antara berbagai unit operasional. Dalam beberapa kasus, kapal yang seharusnya mendapatkan giliran pemuatan mengalami penundaan karena perubahan jadwal mendadak akibat kondisi cuaca atau perubahan antrean tongkang yang tidak tercatat secara real-time dalam sistem penjadwalan yang terintegrasi. Berdasarkan data lapangan yang dikumpulkan melalui observasi dan wawancara, keterlambatan shifting peralatan dan kesiapan tim trimming menyebabkan loading rate menurun hingga 10-15 persen dari target harian, yang secara kumulatif menghasilkan kontribusi signifikan terhadap idle time keseluruhan.

Masalah SDM juga mencakup aspek competency dan training yang belum memadai bagi semua level personel operasional. Operator equipment dan crew kapal sering kali kurang familiar dengan procedure terbaru dan best practices internasional dalam operasi ship to ship transfer yang modern. Keterbatasan training opportunity dan investment dalam human capital development mengakibatkan personel operasional lebih banyak mengandalkan pengalaman empiris daripada knowledge yang terstruktur dan scientific-based. Foreman Onboard dan Port Captain sebagai people yang bertanggung jawab untuk supervision dan coordination di lapangan sering kali tidak memiliki background training dalam management skills dan communication, sehingga coordination yang dilakukan sering bersifat command-based daripada collaborative problem-solving. Situasi ini menciptakan rigid hierarchy dalam komunikasi operasional yang tidak responsif terhadap perubahan kondisi yang dinamis di lapangan. Perbedaan interpretasi instruksi kerja juga sering terjadi karena prosedur tertulis yang ada belum cukup detail dan contextual, sehingga setiap personel menginterpretasi instruction dengan cara yang berbeda sesuai dengan pengalaman individual mereka.

Dampak dari keempat sub-faktor dalam kategori SDM dan koordinasi ini terhadap idle time dapat dianalisis melalui beberapa indikator operasional yang terukur. Data lapangan menunjukkan bahwa rata-rata waktu penyandaran kapal (berthing time) melebihi estimasi perencanaan sebesar 30-60 menit per kejadian, yang jika dikumulatif dengan 30 kapal per bulan menghasilkan total delay sebesar 15-30 jam per bulan. Selain itu, terjadi inefficiency dalam penggunaan peralatan karena koordinasi yang kurang baik mengakibatkan idle time peralatan bahkan ketika ada kapal yang sedang menunggu di anchorage. Dalam beberapa kasus, peralatan tidak dapat dioperasikan secara optimal karena tim yang akan mengoperasikan belum siap atau belum tiba di lokasi sesuai schedule yang ditentukan. Inefficiency ini juga tercermin dalam loading rate yang tidak konsisten dari hari ke hari, dengan variasi yang signifikan tergantung pada kualitas coordination dan competency tim operasional yang on duty pada hari tersebut. Analisis lebih detail menunjukkan bahwa pada hari-hari ketika coordination lebih baik (biasanya ketika senior staff hadir dan mengawasi), loading rate mencapai 17.500-18.000 ton per hari, sedangkan pada hari dengan coordination yang kurang optimal, loading rate turun menjadi 13.000-14.000 ton per hari.

Mengatasi hambatan sumber daya manusia dan koordinasi operasional memerlukan pendekatan yang komprehensif dan berkelanjutan, mencakup investasi dalam teknologi komunikasi, pengembangan SDM, dan perubahan paradigma organisasional. Implementasi Integrated Operational Dashboard yang menampilkan informasi real-time mengenai cuaca, jadwal kapal, kondisi peralatan, dan status tongkang akan membantu semua pihak terkait memiliki situational awareness yang sama dan up-to-date, sehingga pengambilan keputusan dapat dilakukan lebih cepat dan terarah. Pelatihan teknis berkala bagi operator floating crane, floating terminal unit, dan tugboat master mengenai best practices operasional dan prosedur keselamatan yang updated akan meningkatkan competency dan profesionalisme tim operasional. Pelatihan soft skills mengenai komunikasi efektif, teamwork, dan leadership akan meningkatkan kualitas koordinasi antar unit operasional. Penetapan standar komunikasi yang jelas dan konsisten melalui radio protocol yang baku dan procedure checklist yang detail akan meminimalkan miscommunication dan perbedaan interpretasi. Dengan kombinasi upaya-upaya ini, diharapkan kontribusi faktor SDM dan koordinasi terhadap idle time dapat dikurangi dari 10,7 persen menjadi di bawah 5 persen, sehingga memberikan kontribusi positif terhadap target penurunan idle time keseluruhan di Taboneo Anchorage.

Akumulasi dan Sinergi Faktor-Faktor Penghambat

Secara keseluruhan, keempat faktor penghambat yang telah diidentifikasi tersebut bersifat saling berkaitan dan terakumulasi dalam peningkatan idle time kapal yang signifikan. Estimasi proporsi

kontribusi masing-masing faktor terhadap total idle time adalah: cuaca ekstrem sebesar 41,5 persen, kerusakan peralatan sebesar 31,9 persen, hambatan administrasi sebesar 15,8 persen, dan sumber daya manusia dengan koordinasi sebesar 10,7 persen. Total dari keempat faktor ini mencapai 100 persen, menunjukkan bahwa idle time kapal sepenuhnya dapat dijelaskan melalui keempat kategori hambatan yang telah diidentifikasi. Akumulasi dari keempat faktor ini menghasilkan idle time rata-rata sebesar 27,93 jam per kapal dari total berthing time 136,26 jam, menunjukkan bahwa sekitar 20,5 persen waktu sandar kapal bukan merupakan waktu produktif untuk kegiatan pemuatan. Dengan volume 30 kapal per bulan yang bersandar di Taboneo, total idle time kumulatif mencapai 837,9 jam atau setara dengan 34,9 hari kerja operasional yang tidak produktif per bulannya.

Sinergi negatif antar faktor-faktor ini mengakibatkan dampak yang lebih severe daripada jika masing-masing faktor dianalisis secara isolated. Sebagai contoh, ketika terjadi cuaca ekstrem yang menghalangi operasi, sekaligus peralatan mengalami kerusakan yang memerlukan perbaikan berkala, dan komunikasi antar unit tidak optimal dalam mengoordinasikan rescheduling, maka idle time yang dihasilkan akan jauh lebih besar daripada penjumlahan sederhana dari ketiganya. Demikian pula, ketika hambatan administrasi terjadi pada saat yang bersamaan dengan penundaan cuaca, seringkali pendokumentasian menjadi lebih kompleks karena data-data operasional menjadi tidak konsisten atau tidak lengkap akibat operasi yang terpotong. Pemahaman mengenai sinergi negatif ini penting untuk design upaya mitigasi yang efektif dan efficient, karena upaya yang diarahkan pada satu faktor saja mungkin tidak akan menghasilkan improvement yang signifikan jika faktor-faktor lain tidak ditangani secara bersamaan.

Upaya dalam Meminimalisir Hambatan Proses Pemuatan

Berdasarkan hasil analisis komprehensif terhadap faktor-faktor penghambat yang telah diidentifikasi, penelitian merumuskan berbagai upaya strategis yang dapat dilaksanakan oleh PT. Indonesia Multi Purpose Terminal untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi kegiatan pemuatan batu bara secara ship to ship. Upaya tersebut difokuskan pada empat aspek utama yang saling mendukung dan terintegrasi dalam sebuah strategi holistik perbaikan operasional. Pendekatan komprehensif ini didasarkan pada best practices internasional dalam maritime operations management dan risk mitigation, dikombinasikan dengan pemahaman mendalam terhadap karakteristik unik dari operasi ship to ship transfer di Taboneo Anchorage. Implementasi upaya-upaya ini akan memerlukan komitmen jangka panjang dari manajemen perusahaan dan keterlibatan aktif dari semua level personel operasional dalam organisasi.

Mitigasi Risiko Cuaca Ekstrem melalui Early Warning System

Mengatasi hambatan cuaca ekstrem yang merupakan penyumbang terbesar terhadap idle time memerlukan pendekatan proaktif dan forward-looking yang mengintegrasikan sistem informasi meteorologi maritim berbasis real-time dan predictive modeling. Menurut penelitian Reigosa et al. (2024), integrasi data marine dan meteorological dapat mendukung mitigasi risiko dengan menyediakan informasi hidrometeorologi yang terpercaya untuk perencanaan infrastruktur dan persiapan bencana dengan tingkat akurasi yang tinggi. PT. Indonesia Multi Purpose Terminal dapat bekerja sama dengan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) serta instansi pelayaran setempat untuk menerapkan sistem informasi cuaca maritim berbasis daring yang memantau kecepatan angin, arah arus, tinggi gelombang, dan curah hujan secara real-time dengan update frequency yang tinggi (setiap 30 menit atau lebih frequent jika memungkinkan).

Implementasi early warning system ini memungkinkan operational team untuk membuat keputusan operasional yang lebih cepat dan tepat berdasarkan data yang akurat dan terkini, seperti menentukan weather window yang aman untuk melanjutkan operasi atau mengatur rescheduling kegiatan pemuatan berdasarkan forecast cuaca yang reliable. Perusahaan juga perlu menetapkan batas operasional aman yang jelas (weather standby limit) berdasarkan standar keselamatan maritim internasional seperti IMO guidelines, sehingga keputusan penghentian atau pelanjutan operasi dapat dibuat dengan konsisten, terukur, dan tidak subjektif. Batas operasional yang ditetapkan harus mempertimbangkan karakteristik operasi ship to ship yang spesifik, termasuk mass dan draft kapal yang biasanya tertarik dalam jenis operasi ini, serta kemampuan teknis dari peralatan yang digunakan.

Dashboard informasi cuaca yang terintegrasi dapat menampilkan not only current conditions tetapi juga forecast untuk 24-48 jam ke depan, sehingga Logistic Planner dapat mengantisipasi weather windows yang akan datang dan melakukan penjadwalan kapal secara strategis. Dengan visibility terhadap weather forecast jangka pendek ini, koordinasi dengan shipping agents dan pemilik kapal juga dapat dilakukan lebih baik, memungkinkan rescheduling yang lebih smooth dan dengan penalty yang minimal. Investment dalam technology ini akan menciptakan competitive advantage bagi PT. Indonesia Multi Purpose Terminal dalam menarik bisnis kapal, karena pemilik kapal akan lebih menyukai terminal yang dapat memberikan predictability lebih tinggi terhadap jadwal kapal mereka.

Implementasi early warning system ini akan secara significant mengurangi uncertainty yang dihadapi oleh semua pihak stakeholder. Pemilik kapal dapat membuat perencanaan fuel dan crew dengan lebih baik ketika memiliki informasi yang lebih akurat mengenai berapa lama estimasi sandar kapal di Taboneo. Shipper dan buyer batu bara dapat merencanakan penerimaan muatan dengan lebih baik. PT. Indonesia Multi Purpose Terminal dapat melakukan manpower planning dan equipment scheduling dengan lebih optimal. Pada akhirnya, sistem ini akan berkontribusi terhadap peningkatan overall efficiency dan reliability dari operasi ship to ship transfer di Taboneo Anchorage. Dengan implementasi comprehensive early warning system, diharapkan kontribusi cuaca ekstrem terhadap idle time dapat dikurangi dari 41,5 persen menjadi di bawah 25-30 persen, mengingat tidak semua kejadian cuaca ekstrem dapat dihindari tetapi paling tidak dapat dimanage dengan lebih baik melalui perencanaan yang lebih baik.

Peningkatan Sistem Perawatan Alat Berbasis Preventive Maintenance

Mengatasi masalah kerusakan peralatan yang memiliki kontribusi 31,9 persen terhadap idle time memerlukan optimalisasi fundamental terhadap jadwal preventive maintenance dan peningkatan sistem pelaporan kerusakan yang modern dan terintegrasi. Penelitian oleh Zhaifira et al. (2023) merekomendasikan bahwa organisasi dapat meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional melalui manajemen sumber daya yang hati-hati, keterlibatan stakeholder, serta evaluasi dan peningkatan strategi yang berkelanjutan dalam mengelola risiko operasional. PT. Indonesia Multi Purpose Terminal perlu menerapkan sistem maintenance yang lebih sistematis dan scientific-based dengan langkah-langkah berikut yang saling terintegrasi: pertama, penjadwalan preventive maintenance yang ketat dan konsisten dengan mempertimbangkan jam operasi optimal alat dan seasonal factors yang mempengaruhi kondisi peralatan.

Kedua, penyediaan spare parts yang critical dan frequently needed harus tersedia di lokasi operasi untuk mempercepat proses perbaikan dan mengurangi downtime tunggu spare parts dari supplier. Strategic inventory management harus diimplementasikan untuk memastikan availability dari spare parts tanpa over-investing dalam inventory yang terlalu besar. Ketiga, digitalisasi pelaporan kerusakan melalui aplikasi mobile yang user-friendly akan memungkinkan operator melapor kerusakan secara real-time dengan foto dan lokasi yang tepat, sehingga maintenance team dapat segera merespons tanpa delay dari komunikasi manual. Aplikasi ini dapat terintegrasi dengan CMMS untuk automatic work order creation dan tracking. Keempat, pelatihan berkala kepada operator dan technician mengenai prosedur inspeksi harian dan perawatan alat yang correct akan meningkatkan awareness terhadap early signs of deterioration sehingga preventive action dapat diambil sebelum kerusakan major terjadi.

Implementation dari Computerized Maintenance Management System (CMMS) yang proper akan menjadi cornerstone dari peningkatan maintenance effectiveness ini. CMMS akan memfasilitasi scheduling yang optimal, tracking kondisi peralatan yang comprehensive, historical analysis terhadap failure patterns, dan inventory management spare parts yang lebih sophisticated. Dengan data historis yang ada dalam CMMS, predictive maintenance techniques dapat diimplementasikan untuk mengidentifikasi equipment yang akan failure dalam waktu dekat dan melakukan preventive action. Dengan sistem ini, downtime alat dapat dikurangi secara signifikan dan loading rate dapat ditingkatkan lebih mendekati target ideal 18.000 ton per hari. Diharapkan dengan implementasi comprehensive preventive maintenance program, kontribusi kerusakan peralatan terhadap idle time dapat dikurangi dari 31,9 persen menjadi di bawah 15-20 persen.

Investment dalam technology dan training ini akan create higher operational reliability dan consistency dalam loading performance. Peralatan yang well-maintained akan memiliki availability rate yang lebih tinggi, sehingga scheduling operasi dapat lebih flexible dan dapat accommodate more efficiently terhadap perubahan jadwal kapal yang mendadak. Dari perspektif finansial, investment dalam preventive maintenance akan memberikan return yang positive melalui reduced downtime, reduced emergency repair costs, dan extended asset life. Dengan demikian, upaya peningkatan maintenance system bukan only merupakan tactical improvement tetapi juga strategic investment dalam long-term sustainability dan profitability dari operasi Taboneo Anchorage.

Digitalisasi Sistem Administrasi dan Dokumentasi

Mengatasi hambatan administrasi yang memiliki kontribusi 15,8 persen terhadap idle time memerlukan modernisasi fundamental terhadap sistem dokumentasi dari manual dan paper-based menjadi fully digital dan terintegrasi dengan semua stakeholder yang terlibat. Implementasi sistem digital untuk pengelolaan dokumen operasional seperti Statement of Fact yang berisi data volume muatan aktual di lapangan, Draught Survey Report yang menunjukkan data kedalaman kapal sebelum dan sesudah pemuatan, dan Cargo Manifest yang merinci rincian detail dari setiap muatan dapat mempercepat proses verifikasi dan clearance kapal secara signifikan. Sistem ini dapat dirancang dengan fitur-fitur yang advanced dan user-friendly: pertama, input data real-time oleh surveyor dan operator lapangan melalui mobile application dengan camera integration untuk dokumentasi foto/video dari loading process.

Kedua, validasi data otomatis yang dilakukan oleh sistem untuk mendeteksi ketidaksesuaian data atau error input, sehingga dapat dicorrect immediately tanpa perlu waiting untuk di-point out oleh verifikator. Ketiga, sistem signature digital yang terintegrasi dengan PKI (Public Key Infrastructure) atau similar technology yang memastikan authenticity dan non-repudiation dari signature, sehingga dokumen yang sudah di-sign oleh authorized personnel tidak dapat diubah lagi. Keempat, dashboard operasional yang menampilkan status dokumen real-time, estimate waktu clearance, dan identifikasi potential bottlenecks dalam proses administrative sehingga dapat diambil corrective action sebelum menjadi masalah yang signifikan.

Menurut penelitian Patel (2025) dan Safarov et al. (2024), teknologi blockchain dan sistem informasi terintegrasi memiliki potensi yang significant untuk mengoptimalkan proses spesifik dalam operasi pelabuhan dan shipping, memberikan transparansi yang belum pernah ada sebelumnya dan memungkinkan pergeseran menuju operasi yang proactive dan anticipatory. Implementasi blockchain technology dapat memberikan additional layer of security dan immutability terhadap dokumen, sehingga menciptakan permanent audit trail yang tidak dapat dimanipulasi. Dengan sistem digital yang comprehensive ini, semua stakeholder (Master Kapal, Surveyor, Port Authority, Shipping Agency) dapat mengakses dokumen yang sama secara parallel, melakukan verifikasi secara concurrent daripada sequential, dan menandatangani dokumen secara digital dari lokasi manapun tanpa perlu physical presence.

Digitalisasi sistem administrasi diharapkan dapat mengurangi waktu penyelesaian dokumen dari rata-rata 2-6 jam per kapal menjadi kurang dari 2 jam per kapal, atau bahkan dapat diselesaikan sebelum kapal selesai pemuatan jika sistem dirancang dengan baik. Dengan pengurangan signifikan dalam waktu administrasi ini akan berkontribusi terhadap penurunan idle time keseluruhan dan peningkatan efisiensi operasional yang substansial. Dari perspektif risk management, sistem digital juga akan mengurangi risk of documentation errors, disputes antar pihak mengenai quantity/quality muatan, dan compliance risks dengan regulasi yang increasingly stringent. Implementasi digital administrative system akan menjadi value-add bagi PT. Indonesia Multi Purpose Terminal dalam competing dengan terminals lain yang masih menggunakan legacy systems.

Peningkatan Kompetensi Sumber Daya Manusia dan Sistem Koordinasi Terintegrasi

Mengatasi hambatan sumber daya manusia dan koordinasi operasional yang berkontribusi 10,7 persen terhadap idle time memerlukan peningkatan holistic terhadap kompetensi personel operasional serta implementasi sistem komunikasi yang terintegrasi dan modern. Langkah-langkah yang dapat diterapkan meliputi: pertama, pelatihan teknis berkala bagi operator floating crane, floating

terminal unit, dan tugboat master mengenai best practices operasional yang terbaru dan prosedur keselamatan yang updated sesuai dengan international standards seperti IMO conventions. Pelatihan ini harus mencakup practical skills development, equipment operation under adverse conditions, emergency procedures, dan decision-making skills dalam situasi yang critical atau unusual.

Kedua, pelatihan soft skills mengenai komunikasi efektif, teamwork, problem-solving, dan leadership akan meningkatkan kualitas interaksi antar unit operasional dan mengeliminasi barriers dalam koordinasi. Pelatihan ini harus disesuaikan dengan local context dan challenges yang dihadapi oleh team di Taboneo. Ketiga, implementasi Integrated Operational Dashboard yang mengintegrasikan informasi mengenai cuaca, jadwal kapal, kondisi alat, dan status tongkang secara real-time dalam satu platform yang accessible oleh semua authorized personnel. Dashboard ini akan provide situational awareness yang sama untuk semua stakeholder, sehingga pengambilan keputusan dapat dilakukan more quickly dan dengan better coordination.

Keempat, penetapan standar komunikasi yang jelas dan konsisten melalui radio protocol yang baku dan detailed procedure checklist akan meminimalkan miscommunication dan perbedaan interpretasi instruksi. Protokol komunikasi ini harus ditulis dengan clear, concise, dan unambiguous language sehingga tidak ada room untuk different interpretations. Regular drills dan simulation exercises dapat dilakukan untuk memastikan bahwa semua personel understand dan comply dengan protokol yang ditetapkan. Kelima, career development program dan incentive system yang reward good coordination dan operational excellence akan motivate team untuk continuously improve performance mereka.

Implementasi dashboard operasional terintegrasi ini akan membantu semua pihak terkait memiliki informasi yang sama dan up-to-date, sehingga pengambilan keputusan dapat dilakukan lebih cepat dan terarah berdasarkan data yang sama dan terpercaya. Dengan sistem ini, koordinasi antar unit akan menjadi lebih efektif dan responsif terhadap perubahan kondisi lapangan yang dinamis. Dengan kombinasi upaya-upaya ini, diharapkan kontribusi faktor SDM dan koordinasi terhadap idle time dapat dikurangi dari 10,7 persen menjadi di bawah 5 persen, sehingga memberikan kontribusi yang positive terhadap target penurunan idle time keseluruhan di Taboneo Anchorage.

Integrasi dan Implementasi Holistik

Penerapan keempat upaya di atas secara terintegrasi dan konsisten diharapkan mampu mencapai target penurunan idle time hingga di bawah 20 jam per kapal dari rata-rata saat ini 27,93 jam, yang merepresentasikan improvement sebesar 28-30 persen terhadap current state. Target ini dirancang dengan mempertimbangkan bahwa tidak semua faktor penghambat dapat sepenuhnya dieliminasi (terutama cuaca ekstrem yang bersifat force majeure), tetapi dapat diminimalkan dan dimanage dengan better strategies. Upaya ini memerlukan komitmen yang strong dari manajemen perusahaan dalam hal alokasi sumber daya yang adequate, investasi teknologi yang signifikan, dan perubahan budaya operasional yang fundamental menuju pendekatan berbasis data dan continuous improvement. Change management yang effective akan menjadi key success factor dalam implementasi dari upaya-upaya ini, karena personel operasional yang telah terbiasa dengan cara kerja lama mungkin akan resist terhadap perubahan yang significant.

Menurut Santoso et al. (2025), optimalisasi jadwal berthing yang mempertimbangkan berbagai faktor operasional secara comprehensive dapat menciptakan proses pemuatan yang lebih efisien dan berdaya saing tinggi dalam competitive maritime market. Dengan menerapkan principles dari Modern Port Operations Management dan Lean Philosophy, PT. Indonesia Multi Purpose Terminal dapat create operational excellence yang sustainable dan continuously improving. Implementation strategy harus mencakup: pertama, phased implementation yang dimulai dengan pilot project di satu aspek operasi sebelum roll-out ke seluruh operasi, sehingga dapat identify dan address challenges early. Kedua, performance measurement dan monitoring yang rigorous terhadap KPIs seperti idle time, loading rate, equipment availability, dan administrative processing time untuk track progress dan identify areas yang memerlukan additional focus.

Ketiga, regular stakeholder engagement dengan semua pihak yang terlibat (crew, operators, management, shipping agencies, surveyors) untuk ensure buy-in dan mendapat continuous feedback dari field level perspective. Keempat, documentation yang comprehensive terhadap all procedures,

lessons learned, dan best practices sehingga knowledge dapat di-preserve dan di-transfer ke new personnel. Kelima, sustainability mechanisms yang ensure bahwa improvements yang dicapai dapat maintained dalam jangka panjang dan tidak regress ke old practices ketika pressure dari business atau changes in personnel.

Implementasi strategi mitigasi risiko terintegrasi ini juga sejalan dengan tren industri maritim global yang strongly moving towards digitalisasi dan automasi operasional, yang pada akhirnya akan meningkatkan daya saing pelabuhan internasional PT. Indonesia Multi Purpose Terminal di Taboneo Anchorage dalam melayani ekspor batu bara nasional. Dengan becoming leading-edge player dalam adopsi modern technologies dan best practices, PT. Indonesia Multi Purpose Terminal dapat position itself sebagai preferred partner bagi international shipping companies dan commodity traders yang demand higher standards of operational efficiency dan reliability. Dengan demikian, upaya-upaya perbaikan operasional ini bukan hanya tactical improvements tetapi juga strategic initiatives yang akan shape long-term competitiveness dan sustainability dari bisnis Taboneo Anchorage dalam landscape industri maritim global yang terus berevolusi.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengungkapkan temuan utama bahwa proses pemuatan batu bara secara ship to ship di Taboneo Anchorage telah berjalan sesuai prosedur yang ditetapkan, namun mengalami hambatan signifikan yang menghasilkan idle time rata-rata 27,93 jam per kapal atau 20,5 persen dari total berthing time. Keempat faktor penghambat telah berhasil diidentifikasi dengan proporsi kontribusi yang jelas: cuaca ekstrem sebesar 41,5 persen, kerusakan peralatan 31,9 persen, hambatan administrasi 15,8 persen, dan sumber daya manusia dengan koordinasi 10,7 persen. Analisis empiris melalui observasi 30 kapal mother vessel selama Desember 2024 menunjukkan total idle time kumulatif sebesar 837,9 jam atau 34,9 hari kerja operasional yang tidak produktif setiap bulannya. Temuan ini memberikan dasar yang solid untuk merekomendasikan implementasi strategi mitigasi risiko terintegrasi yang mencakup early warning system untuk cuaca, preventive maintenance berbasis CMMS, digitalisasi sistem administrasi, dan peningkatan kompetensi SDM dengan sistem komunikasi terstandar.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada periode observasi yang terbatas (12 bulan) dan terfokus pada satu lokasi spesifik (Taboneo Anchorage), sehingga generalisasi hasil mungkin terbatas untuk kondisi ship to ship transfer di lokasi lain. Selain itu, penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif tanpa experimental intervention, sehingga tidak dapat mengukur dampak kuantitatif dari implementasi upaya mitigasi yang direkomendasikan. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan studi komparatif antar lokasi transshipment, mengembangkan model prediktif untuk perencanaan operasional yang lebih optimal, serta melakukan pilot project implementasi upaya mitigasi untuk mengukur efektivitas nyata dalam mengurangi idle time. Implikasi praktis penelitian ini menunjukkan bahwa investasi dalam teknologi (early warning system, CMMS, sistem administrasi digital) dikombinasikan dengan peningkatan SDM dapat menghasilkan return ekonomis yang signifikan melalui pengurangan demurrage charges dan peningkatan throughput pelabuhan, menjadikan penelitian ini relevan bagi pengambilan keputusan strategis di level manajemen pelabuhan dan industri maritim Indonesia.

REFERENSI

- Achmadi, & Khaqiqi. (2021). Teori rantai pasok logistik maritim dan risk management dalam manajemen pelabuhan. *Jurnal Manajemen Pelabuhan Indonesia*, 15(2), 112–128.
- Adaro Energy. (2024). Coal production and export logistics strategies in Indonesia. *Technical Report Series*.
- Amrullah. (2022). Teknik dokumentasi dalam penelitian kualitatif lapangan. *Jurnal Metodologi Penelitian Sosial*, 8(1), 45–62.
- Barnard, S. (2023). Global energy transition policies and their impact on coal markets in Asia. *Energy Economics Review*, 45(3), 234–251.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications.

- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2011). *The SAGE handbook of qualitative research* (4th ed.). SAGE Publications.
- Echeverri, M. (2025). Energy transition challenges and logistical implications for maritime shipping. *Maritime Logistics Quarterly*, 12(1), 78–95.
- Emzir. (2021). *Metodologi penelitian pendidikan: Kuantitatif dan kualitatif* (Edisi Revisi). Rajawali Pers.
- Fadilah. (2020). Optimalisasi operasional pemuatan batu bara di perairan Kalimantan. *Jurnal Transportasi Maritim*, 6(2), 189–207.
- Guidance to Loading Coal in Kalimantan. (2023). Operational standards and best practices for coal transshipment. *Ministry of Transportation Publication*.
- Hazzah. (2024). Analisis hambatan operasional pemuatan batu bara secara ship-to-ship. *Penelitian Operasional Pelabuhan*, 10(1), 42–58.
- Izatullah, et al. (2022). Desain dan optimalisasi floating terminal unit untuk pemuatan batu bara di Indonesia. *Jurnal Teknologi Maritim*, 14(3), 156–172.
- Kusumawati, E. (2023). Teknik observasi sistematis dalam penelitian lapangan operasional. *Jurnal Penelitian Lapangan*, 7(2), 123–139.
- Latifa Syarif Al Imam. (2023). Life-cycle assessment dan environmental management system dalam operasi pelabuhan maritim. *Environmental Management Review*, 18(4), 267–285.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. SAGE Publications.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2020). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (4th ed.). SAGE Publications.
- Moleong, L. J. (2020). *Metodologi penelitian kualitatif* (Edisi Revisi). PT Remaja Rosdakarya.
- Müller, M., et al. (2023). Arctic shipping trends during hazardous weather and sea-ice conditions. *Nature Communications*, 14, 5757. <https://doi.org/10.1038/s44183-023-00021-x>
- Pangestu, D. A. (2019). Analisa operasional pemuatan batu bara di zona STS Muara Berau. *Jurnal Maritim Indonesia*, 5(2), 89–106.
- Patel, K. (2025). Blockchain-enabled supply chain transparency in maritime logistics. *Journal of Maritime Trade and Logistics*, 8(2), 145–163.
- Purnomo. (2020). Teori manajemen pelabuhan dan logistik maritim dalam praktik operasional. *Jurnal Manajemen Bisnis Maritim*, 9(1), 67–84.
- Ramadhan, et al. (2024). Kompleksitas operasional pemuatan batu bara dan strategi mitigasi risiko di Taboneo Anchorage. *Jurnal Analisis Transportasi Laut*, 16(1), 23–41.
- Reigosa, R., et al. (2024). Integration of marine and meteorological data for climate adaptation in port operations. *Marine Environmental Research*, 195, 106–123. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2024.106123>
- Safarov, S., Yakubov, A., & Khan, M. (2024). Supply chain resilience in maritime logistics networks using blockchain and machine learning. *Journal of Integrated Supply Chain Management*, 9(4), 412–428.
- Santoso, P. B., et al. (2025). Factors influencing ship berthing scheduling for enhancing container terminal productivity. *Maritime Business Review*, 10(1), 78–95.
- Simatupang, D., Barasa, L., & Kusuma, L. (2019). Optimalisasi kegiatan pemuatan batu bara pada floating crane di Kalimantan Selatan. *Jurnal Maritim Indonesia*, 5(3), 267–289.
- Sudaryono. (2019). *Metodologi penelitian dalam pendidikan*. Rajawali Pers.
- Sugiyono. (2021). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D* (3rd ed.). Alfabeta.
- Surya Alhakim, A. (2021). Analisis pelaksanaan pemuatan batu bara menggunakan floating crane pada MV Zagreb di Muara Satui Anchorage. *Repository Politeknik Ilmu Pelayaran*, 1, 1–130.
- Widyaningsih, U. (2022). Penelitian deskriptif kualitatif: Metode dan penerapannya dalam penelitian maritim. *Jurnal Metodologi Penelitian Maritim*, 11(2), 156–173.
- Zhang, et al. (2022). Environmental impact assessment dan sustainability dalam operasi transshipment batu bara. *Journal of Maritime Environmental Management*, 19(2), 145–163.
- Zhafira, N., et al. (2023). Risk mitigation strategy for coal transshipment operations at Indonesian anchorages. *Journal of Maritime Operations and Safety*, 7(2), 189–212. <https://doi.org/10.1016/j.josi.2023.05.007>