P-ISSN: 2716-2656, E-ISSN: 2985-9638
JOURNAL MARINE INSIDE
VOLUME 8, ISSUE 2, DECEMBER 2026
https://ejournal.poltekpel-banten.ac.id/index.php/ejmi/

JENIS ARTIKEL: ARTIKEL PENELITIAN

Analisis pengaruh kerusakan struktural deck jetty terhadap kapasitas dan efisiensi loading rate batu bara di jetty Mahakam Coal Terminal

Rizky Widayanto*, Andi Prasetiawan, Fitri Zuhriyah

Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
E-mail koresponden: *rizkywidiyanto1@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji keterkaitan kerusakan deck jetty dengan produktivitas pemuatan batu bara di Jetty Mahakam Coal Terminal melalui observasi, wawancara, dokumentasi dan pembobotan fishbone 5M+1E. Kondisi yang dilaporkan berupa retak beton, keausan lantai dan korosi. Data operasional 21–27 Juni dan 21–27 Agustus 2025 menunjukkan gross loading rate meningkat dari 134 menjadi 202 TPH (50,7%) dan nett loading rate dari 145 menjadi 210 TPH (44,8%). Kategori machine memperoleh skor tertinggi (180; dilaporkan 95%). Perbedaan periode dan skor penilaian tidak membuktikan penyebab struktural secara mandiri. Pengendalian operasional sementara dan inspeksi oleh tenaga ahli struktur diperlukan untuk mengevaluasi risiko dan menetapkan tindakan perbaikan.

Kata Kunci: Batu bara, deck jetty, efisiensi operasional, kerusakan struktural, loading rate.

ABSTRACT

This study examines the relationship between deck jetty deterioration and coal-loading productivity at Mahakam Coal Terminal using observation, interviews, operational records and 5M+1E fishbone scoring. Reported deterioration includes concrete cracking, floor wear and corrosion. Operational records for 21–27 June and 21–27 August 2025 show gross loading rates of 134 and 202 TPH (50.7% increase), and net rates of 145 and 210 TPH (44.8% increase). The machine category received the highest score (180; reported as 95%). Period differences and rating scores alone do not establish structural causation. Temporary operational controls and inspection by qualified structural specialists are needed to evaluate risks and determine corrective actions.

Keywords: *Coal, deck jetty, loading rate, operational efficiency, structural damage.*

INFORMASI ARTIKEL

Diterima	Direvisi	Disetujui	Diterbitkan
20 Juli 2026	20 November 2026	25 November 2026	26 Desember 2026

DOI: https://doi.org/10.62391/ejmi.v8i2.238

Cara Mengutip: Rizky Widayanto, Andi Prasetiawan, Fitri Zuhriyah, "Analisis pengaruh kerusakan struktural deck jetty terhadap kapasitas dan efisiensi loading rate batu bara di jetty Mahakam Coal Terminal," Journal Marine Inside, vol. 8, no. 2, pp. 415–422, 2026, doi: https://doi.org/10.62391/ejmi.v8i2.238.

AKSES TERBUKA, HAK CIPTA, DAN LISENSI
Hak cipta tetap pada penulis, dengan memberikan hak publikasi pertama kepada Journal Marine Inside. Artikel menggunakan lisensi Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0) sesuai perjanjian publikasi jurnal.

PENDAHULUAN

Pemuatan batu bara merupakan salah satu kegiatan yang banyak dilakukan di berbagai pelabuhan atau loading *point* di Indonesia, seperti Kalimantan, Sumatera, dan Sulawesi, guna memindahkan muatan batu bara menuju alat angkut yang akan mengirimkannya ke pelabuhan tujuan [1]. Salah satu indikator penting dalam kegiatan tersebut adalah *loading rate,* yaitu rata-rata ton per jam proses bongkar muat batu bara ke dalam palka kapal atau kecepatan pemuatan [2]. Sektor industri batu bara, terutama

pada kegiatan *ekspor,* berkontribusi signifikan terhadap penerimaan negara dan devisa sehingga menjadi penggerak penting perekonomian regional maupun nasional [3]. *Jetty* Mahakam Coal Terminal (MCT) berperan vital sebagai sarana pemuatan batu bara dari area penimbunan ke kapal tongkang. *Deck jetty*, sebagai komponen struktural utama yang menanggung beban operasional bongkar muat berupa alat berat, batu bara, dan *conveyor*, rentan mengalami kerusakan struktural berupa retak, spalling, korosi pada tulangan, hingga penurunan daya dukung. Apabila tidak ditangani, kerusakan tersebut berpotensi menurunkan kapasitas daya dukung struktur, membatasi kecepatan dan area kerja alat bongkar muat, bahkan menghentikan operasional sementara, sehingga secara akumulatif menurunkan efisiensi loading rate dan berujung pada keterlambatan pengapalan serta kerugian finansial.

Infrastruktur pelabuhan merupakan komponen dasar yang menentukan kemampuan suatu pelabuhan dalam melayani kapal dan menangani barang secara efektif dan efisien. Fasilitas fisik seperti dermaga, *jetty,* akses laut, dan jalur masuk menjadi bagian integral dari sistem operasi pelabuhan yang berperan meminimalkan hambatan teknis dan memaksimalkan produktivitas bongkar muat, sehingga menjadi faktor penting dalam membentuk daya saing dan kinerja operasional pelabuhan secara keseluruhan. Peningkatan kualitas infrastruktur akses pelabuhan, misalnya melalui pendalaman alur pelayaran, terbukti dapat menurunkan biaya transportasi serta memperkuat daya saing pelabuhan lewat peningkatan efisiensi layanan dan kapasitas penanganan kargo [4]. Dalam konteks terminal batu bara, infrastruktur *jetty* yang baik diperlukan untuk menjaga alur pemuatan tetap lancar karena *jetty* tidak hanya menyediakan area kerja fisik, tetapi juga memengaruhi mobilitas alat berat dan kecepatan operasi bongkar muat; gangguan pada infrastruktur ini dapat mengakibatkan meningkatnya idle time alat, keterlambatan pelayanan kapal, serta penurunan produktivitas terminal secara keseluruhan [5].

Deck jetty, sebagai bagian struktur pelabuhan yang secara langsung menerima beban operasional bongkar muat saat kapal bersandar dan alat berat beroperasi, harus mampu menahan beban statis maupun dinamis dari aktivitas bongkar muat, gelombang, arus laut, serta beban lingkungan lainnya. Seiring waktu dan paparan lingkungan, struktur ini rentan mengalami kerusakan yang memengaruhi kemampuannya melaksanakan fungsi secara optimal. Kerusakan struktural pada *deck jetty* umumnya disebabkan oleh kombinasi paparan laut yang agresif berupa korosi akibat garam dan oksidasi, beban dinamis serta statis dari aktivitas bongkar muat, kurangnya pemeliharaan berkala atau inspeksi teknis, dan faktor konstruksi awal seperti material yang belum sesuai standar. Kerusakan tersebut berkonsekuensi langsung terhadap operasional pelabuhan: area kerja yang rusak mengurangi efektivitas alat berat sehingga proses bongkar muat menjadi lebih lambat, menurunkan *loading rate* secara keseluruhan, memperpanjang waktu sandar kapal, serta meningkatkan risiko kecelakaan kerja akibat permukaan yang tidak rata atau struktur yang menahan beban secara tidak sempurna [6].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisis pengaruh kerusakan struktural *deck* jetty terhadap kinerja operasional bongkar muat di *Jetty* Mahakam Coal Terminal (MCT), khususnya pada aspek penurunan kapasitas dan *loading rate.* Rumusan masalah yang dikaji meliputi: (1) bagaimana tingkat kerusakan struktural *deck jetty* memengaruhi penurunan kapasitas *loading rate* batu bara; (2) faktor dominan apa dari kerusakan struktural deck jetty yang paling signifikan terhadap penurunan efisiensi *operasional*; dan (3) upaya atau strategi apa yang dapat dilakukan untuk meminimalkan dampak kerusakan tersebut terhadap *loading rate*. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk: (1) menganalisis secara kualitatif keterkaitan antara tingkat kerusakan struktural deck jetty dan dampaknya terhadap penurunan kapasitas *loading rate*; (2) *mengidentifikasi* dan memetakan faktor kerusakan struktural yang paling dominan terhadap penurunan efisiensi operasional bongkar muat; dan (3) memberikan gambaran mengenai upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak kerusakan struktural *deck jetty* terhadap *loading rate.* Secara teoretis, penelitian ini diharapkan memperkaya literatur manajemen pelabuhan dan operasional kepelabuhanan, khususnya terkait keterkaitan antara kondisi fasilitas fisik dengan efisiensi bongkar muat dan keselamatan kerja, sedangkan secara praktis penelitian ini diharapkan menjadi bahan pertimbangan manajerial bagi perusahaan pelayaran dalam menentukan prioritas perawatan, rehabilitasi, dan penjadwalan pemeliharaan infrastruktur *jetty.*

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif analitis untuk menggambarkan kondisi aktual kerusakan *deck jetty* dan menganalisis keterkaitannya dengan penurunan kapasitas serta efisiensi *loading rate* batu bara (Pasaribu et al., 2025). Pendekatan kualitatif dipilih karena permasalahan kerusakan deck jetty tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga memengaruhi pola kerja, kebijakan operasional, dan pengambilan keputusan manajerial [7]. Penelitian dilaksanakan di PT Ancara Logistics Indonesia Cabang Samarinda, Kalimantan Timur, dengan objek pengamatan utama

pada *Jetty* Mahakam Coal Terminal, selama periode pelaksanaan praktik darat berlangsung dari 20 Juli 2024 sampai dengan 26 Juli 2025. Sumber data terdiri dari data primer, yang diperoleh melalui observasi langsung terhadap kondisi deck jetty dan wawancara semi terstruktur dengan operator alat berat, teknisi pemeliharaan, dan manajemen operasional, serta data sekunder yang berasal dari laporan internal perusahaan mengenai kondisi *jetty,* data historis *loading rate,* dan literatur akademik terkait [8].

Teknik pengumpulan data meliputi observasi *nonpartisipatif* terhadap kondisi fisik deck jetty dan aktivitas bongkar muat, wawancara semi terstruktur dengan narasumber yang dipilih secara purposive [9], serta dokumentasi berupa laporan *inspeksi*, data historis loading rate, dan foto kondisi lapangan. Instrumen penelitian meliputi pedoman *observasi*, pedoman wawancara, dan kuesioner skala Likert yang disebarkan kepada 38 responden yang terlibat dalam kegiatan bongkar muat di *Jetty* Mahakam Coal Terminal. Dalam penelitian *kualitatif*, peneliti sendiri bertindak sebagai instrumen utama (human instrument) yang secara langsung menentukan fokus penelitian, memilih informan, melakukan pengumpulan data, menilai kualitas data, menganalisis data, serta menarik kesimpulan [8]. Instrumen pendukung yang digunakan meliputi pedoman observasi untuk mengamati kondisi fisik *deck jetty* dan pengaruhnya terhadap pergerakan alat berat, pedoman wawancara semi terstruktur sebagai acuan penggalian informasi dari operator alat berat, teknisi pemeliharaan, loading master, dan pengawas operasional [10], serta instrumen dokumentasi berupa daftar laporan inspeksi, data *historis loading rate*, dan foto kondisi lapangan. Penggunaan instrumen yang bervariasi tersebut bertujuan meningkatkan kedalaman data serta meminimalkan bias peneliti [11].

Analisis data dilakukan melalui reduksi data, penyajian data, serta penarikan kesimpulan dan verifikasi [12]. Reduksi data dilakukan dengan memilah dan menyederhanakan data mentah hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi agar relevan dengan fokus penelitian, kemudian data disajikan dalam bentuk uraian naratif, tabel, dan matriks untuk mempermudah *identifikasi* pola hubungan *antarvariabel*, sebelum akhirnya ditarik kesimpulan yang diverifikasi secara bertahap dengan data lapangan [13]. Faktor penyebab kerusakan struktur dianalisis menggunakan diagram Fishbone dengan pendekatan 5M+1E, yaitu *man, method, machine, material, measurement*, dan *environment* [14], [15], yang kemudian dibobotkan menggunakan skala Likert dengan lima alternatif jawaban (skor 1 untuk sangat tidak setuju hingga skor 5 untuk sangat setuju) untuk menentukan tingkat dominasi masing-masing faktor terhadap kerusakan struktur *deck jetty.*

Pembobotan fishbone digunakan untuk mengurutkan faktor berdasarkan penilaian, bukan menentukan besarnya kontribusi kausal. Jumlah penilai, jumlah butir, skala lengkap, dan penyebut persentase tiap kategori belum ditampilkan. Skor dan persentase yang dicantumkan dipertahankan sebagaimana dilaporkan sampai lembar penilaian tersedia. Keabsahan data diuji melalui teknik triangulasi, yaitu metode pemeriksaan data dengan memanfaatkan berbagai sumber, teknik, dan waktu untuk memastikan keakuratan serta konsistensi data penelitian, mencakup aspek *credibility, transferability, dependability*, dan *confirmability* [8]. Penelitian ini menerapkan triangulasi sumber, yaitu membandingkan dan mengonfirmasi hasil observasi lapangan, wawancara narasumber, dan dokumentasi tertulis, sehingga peneliti dapat memastikan bahwa data yang diperoleh benar-benar mencerminkan kondisi kerusakan struktural deck jetty dan dampaknya terhadap kegiatan operasional bongkar muat batu bara di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Objek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT Ancara Logistics Indonesia Cabang Samarinda, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang jasa logistik dan pertambangan terintegrasi, dengan fokus utama pada pengangkutan laut *(barging), transshipment,* dan pengelolaan *intermediate stockpile* (ISP) untuk batu bara. Pada periode pelaksanaan penelitian, perusahaan ini mengoperasikan 12 unit kapal tugboat dan 12 unit kapal tongkang dengan lingkup layanan meliputi keagenan pengiriman, kegiatan bongkar muat, penyewaan tugboat dan tongkang, penyediaan floating *crane,* serta pengurusan dokumen *port clearance,* dan senantiasa mengutamakan aspek kesehatan serta keselamatan kerja guna mencapai target zero accident.

Jetty Mahakam *Coal* Terminal merupakan salah satu fasilitas pelabuhan khusus yang digunakan untuk mendukung kegiatan bongkar muat batu bara, khususnya pada proses pemuatan dari stockpile ke kapal tongkang, dan menjadi titik temu strategis antara transportasi darat dan transportasi laut dalam rantai distribusi batu bara. Struktur utama jetty ini terdiri atas deck beton bertulang, tiang pancang *(pile), trestle* penghubung, serta fasilitas pendukung seperti *fender* dan *bollard* yang secara fungsional dirancang untuk menahan beban statis maupun dinamis dari alat berat, *conveyor*, dan lalu lintas

kendaraan pengangkut batu bara. Seiring tingginya intensitas penggunaan, struktur *deck jetty* berpotensi mengalami penurunan kondisi fisik berupa retak, deformasi, maupun keausan permukaan yang memengaruhi aspek keselamatan operasional, kapasitas pemuatan, serta efisiensi waktu loading.

Posisi Penelitian terhadap Studi Terdahulu

Topik kerusakan fasilitas *jetty* dan kinerja bongkar muat batu bara telah dikaji pada beberapa penelitian sebelumnya dengan penekanan yang berbeda-beda. Pratama (2022) menganalisis dampak kerusakan struktur jetty berupa retak beton, korosi tulangan, dan penurunan deck terhadap kelancaran operasional alat berat dan aktivitas bongkar muat batu bara di terminal khusus, dengan persamaan pada aspek terjadinya kerusakan *jetty* namun berbeda pada fokus pengaruhnya terhadap kelancaran bongkar muat secara umum. Saputra (2021) berfokus pada produktivitas *loading rate* batu bara berdasarkan jumlah alat berat, waktu siklus kerja, kapasitas *conveyor,* dan sistem koordinasi pemuatan tanpa mengaitkannya dengan kondisi struktural fasilitas *jetty,* sedangkan Hidayat (2023) mengevaluasi efisiensi operasional bongkar muat dari sisi waktu sandar kapal, kesiapan alat, dan manajemen operasional tanpa menyoroti kondisi fisik jetty secara mendalam. Berbeda dengan ketiga penelitian tersebut, penelitian ini secara spesifik mengaitkan tingkat kerusakan struktural *deck jetty* dengan dua indikator kinerja sekaligus, yaitu kapasitas dan efisiensi *loading rate,* serta memetakan faktor penyebab dominan melalui pendekatan diagram *Fishbone* yang dibobotkan dengan skala *Likert.* Posisi ini menempatkan penelitian sebagai pelengkap kajian terdahulu, sekaligus memberikan data empiris terbaru yang bersumber langsung dari kondisi operasional di *Jetty* Mahakam Coal Terminal pada tahun 2025.

Pengaruh Kerusakan Struktural *Deck Jetty* terhadap Kapasitas *Loading Rate*

Hasil observasi menunjukkan bahwa struktur *deck jetty* di Mahakam Coal Terminal, khususnya pada jetty 1B, mengalami beberapa bentuk kerusakan, yaitu retakan pada permukaan beton, keausan pada lantai *jetty*, serta indikasi korosi pada komponen struktur yang terpapar langsung oleh air laut. Kondisi ini muncul akibat tingginya intensitas penggunaan jetty sebagai fasilitas utama bongkar muat batu bara, ditambah beban dari pergerakan alat berat, aktivitas penyandaran tongkang, dan distribusi material dari area tongkang ke kapal atau stockpile. Beberapa area *jetty* menunjukkan tanda-tanda penurunan kualitas struktur yang berpotensi memengaruhi kelancaran operasional bongkar muat apabila tidak ditangani secara tepat. Selain kondisi struktural, ditemukan pula bahwa proses bongkar muat batu bara pada jetty ini dilaksanakan dengan target kapasitas *loading rate* tertentu sesuai standar operasional perusahaan, namun dalam pelaksanaannya kondisi struktur yang rusak pada beberapa bagian menyebabkan proses operasional menjadi kurang optimal.

Operator alat berat harus menyesuaikan pola kerja baru agar tetap menjaga keselamatan operasional, sehingga dalam beberapa kondisi memengaruhi kecepatan proses pemuatan batu bara. Faktor lingkungan perairan seperti arus, gelombang, serta paparan air laut turut memberikan pengaruh terhadap kondisi struktur *jetty;* paparan air laut dalam jangka waktu panjang memicu korosi pada komponen struktur sehingga berpotensi menurunkan daya tahan material konstruksi apabila tidak diimbangi dengan pengendalian dan pemeliharaan yang memadai. Kerusakan tersebut berdampak langsung terhadap operasional bongkar muat. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak operasional, operator alat berat harus menyesuaikan pola pergerakan alat untuk menghindari area yang rusak guna menjaga keselamatan kerja, sehingga proses bongkar muat menjadi lebih lambat dan kurang efisien dibandingkan kondisi normal. Perbandingan capaian loading rate pada periode jetty mengalami kerusakan dan periode setelah dilakukan perbaikan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Loading Rate Batu Bara

No.	Periode	Total Cargo (MT)	Average Gross Loading Rate (TPH)	Average Nett Loading Rate (TPH)
1.	21–27 Juni 2025	45.441,60	134	145
2.	21–27 Agustus 2025	50.833,43	202	210

Sumber: Data operasional PT Ancara Logistics Indonesia (2025)

Berdasarkan Tabel 1, gross loading rate meningkat dari 134 menjadi 202 TPH (68 TPH atau 50,7%), sedangkan nett loading rate meningkat dari 145 menjadi 210 TPH (65 TPH atau 44,8%). Periode Juni dan Agustus masing-masing berlangsung tujuh hari. Naskah mengaitkan peningkatan tersebut dengan penanganan deck jetty, tetapi jumlah alat aktif, jam kerja, cuaca, karakteristik muatan dan

kondisi struktur per periode belum disajikan secara lengkap. Perbandingan ini menunjukkan perubahan produktivitas antarperiode, bukan efek kausal yang terisolasi.

Implikasi terhadap Kapasitas Jetty dan Keselamatan Kerja

Kapasitas jetty menggambarkan kemampuan fasilitas untuk menangani kegiatan bongkar muat dalam periode tertentu, yang dipengaruhi oleh kelayakan fisik, luas area operasional, kemampuan manuver alat, serta kondisi peralatan dalam mendukung alur barang. Kapasitas jetty akan menurun apabila terjadi pembatasan ruang kerja akibat kerusakan struktur, sebab ruang yang sempit membuat alat tidak dapat beroperasi pada titik ideal sehingga waktu pemuatan menjadi lebih lama dan pola aliran barang terganggu [16]. Hal ini konsisten dengan temuan penelitian ini, di mana pembatasan area kerja pada jetty 1B memaksa alat berat digeser ke area tertentu dan operator harus menyesuaikan pola bongkar muat yang baru, sehingga *volume* muatan yang dapat dipindahkan setiap jam ikut menurun.

Selain berdampak pada kapasitas, kerusakan deck jetty juga meningkatkan risiko operasional yang harus dikelola untuk menjamin keselamatan pekerja dan keberlangsungan operasi. Permukaan jetty yang rusak dapat meningkatkan potensi tergelincirnya alat berat, kerusakan roda, hingga menurunnya stabilitas alat selama proses pemuatan, terlebih pada lingkungan kerja dengan visibilitas rendah dan tingkat debu tinggi seperti terminal batu bara [17]. Kondisi permukaan yang tidak rata juga berkontribusi terhadap potensi kerusakan sisi kontainer maupun muatan selama proses penanganan di pelabuhan [18]. Oleh karena itu, area *jetty* yang rusak wajib dibatasi penggunaannya, meskipun pembatasan ini turut mengurangi ruang kerja dan memperpanjang waktu pemuatan, sehingga pengelolaan risiko yang efektif perlu diterapkan agar aktivitas pemuatan tetap aman sekaligus sesuai standar operasional pelabuhan.

Faktor Dominan Penyebab Kerusakan Struktural Deck Jetty

Faktor penyebab kerusakan deck jetty dianalisis menggunakan diagram fishbone dengan pendekatan 5M+1E. Pendekatan tersebut mengelompokkan faktor menjadi manusia, metode, mesin, material, pengukuran, dan lingkungan. Pembobotan setiap faktor menggunakan skala Likert berdasarkan penilaian 38 responden dari bagian operasional PT Ancara Logistics Indonesia, loading master, awak kapal, dan operator alat berat. Tabel 2 menyajikan hasil pembobotan yang digunakan untuk menilai dominasi relatif setiap faktor.

Tabel 2. Hasil Pembobotan Faktor Penyebab Kerusakan Deck Jetty (Skala Likert)

No.	Faktor (5M+1E)	Skor	Persentase
1.	Machine (Mesin)	180	95%
2.	Man (Manusia)	162	85%
3.	Material	144	76%
4.	Environment (Lingkungan)	137	72%
5.	Measurement (Pengukuran)	122	64%
6.	Method (Metode)	104	54%

Sumber: Hasil analisis data penelitian (2025)

Kategori machine memperoleh skor tertinggi (180; persentase dilaporkan 95%). Hasil ini menunjukkan prioritas menurut pembobotan, bukan bukti bahwa 95% kerusakan disebabkan oleh mesin. Penggunaan alat berat dan beban berulang merupakan hipotesis mekanisme yang perlu diperiksa melalui data beban, inspeksi struktur, serta pengujian yang relevan oleh tenaga ahli. Faktor lain yang turut berkontribusi adalah man (85%), yang berkaitan dengan kurangnya pemahaman sebagian *loading master* terhadap prosedur penyandaran tongkang sehingga meningkatkan risiko benturan; material (76%), berupa penurunan kualitas akibat kelelahan material dan paparan lingkungan laut seiring bertambahnya usia struktur*; environment* (72%), yaitu tekanan mekanis dari arus dan gelombang laut yang mempercepat korosi; *measurement* (64%), terkait kegiatan inspeksi dan pemeliharaan berkala yang belum berjalan optimal sehingga kerusakan kecil tidak segera terdeteksi [5]; serta method (54%), berupa prosedur operasional bongkar muat dan pola penyandaran tongkang yang belum sepenuhnya sesuai standar. Kondisi infrastruktur yang tidak memadai pada gilirannya meningkatkan idle time alat, memperlambat pelayanan kapal, dan menurunkan produktivitas terminal secara keseluruhan [4], [19].

Upaya Meminimalkan Dampak Kerusakan Deck Jetty terhadap *Loading Rate*

Mengingat faktor *machine* merupakan penyebab paling dominan, strategi utama yang perlu dilakukan perusahaan adalah mengendalikan penggunaan alat berat dan mengatur beban operasional pada area jetty, antara lain melalui pembatasan beban alat berat sesuai kapasitas struktur deck jetty serta

pengaturan pola pergerakan alat agar distribusi beban tidak terpusat pada satu titik. Upaya lain yang perlu dilakukan adalah meningkatkan kegiatan inspeksi dan pemeliharaan preventif secara berkala, seperti perbaikan permukaan *deck* yang retak, pelapisan anti korosi pada bagian struktur yang terpapar air laut, serta penggantian komponen yang mengalami penurunan kualitas, sebagaimana disarankan pada studi perbaikan struktur dasar jetty untuk meningkatkan kapasitas dan kinerjanya [16].

Selain aspek teknis, peningkatan kompetensi operator alat berat dan loading master melalui pelatihan prosedur operasional yang aman turut membantu mengurangi risiko kesalahan operasional yang dapat memperparah kerusakan fasilitas *jetty.* Secara lebih rinci, strategi tersebut dapat diuraikan berdasarkan pemangku kepentingan yang terlibat. Bagi perusahaan, inspeksi dan pemeliharaan rutin perlu difokuskan pada bagian deck beton, tiang pancang, *fender,* dan area yang sering dilalui alat berat, sehingga kerusakan kecil seperti retakan atau keausan permukaan dapat segera ditangani sebelum berkembang menjadi kerusakan yang lebih besar. Bagi *loading master* dan tenaga kerja bongkar muat, penerapan prosedur penyandaran tongkang dan pengoperasian alat berat sesuai standar perlu ditingkatkan disiplinnya, mengingat penyandaran yang tidak sesuai prosedur berpotensi menimbulkan benturan yang mempercepat kerusakan fasilitas.

Adapun bagi kepala operasional *jetty*, pengaturan jalur pergerakan alat berat dan pembatasan beban operasional pada area tertentu perlu dilakukan berdasarkan evaluasi berkala terhadap kondisi fasilitas. Evaluasi tersebut dapat dilakukan melalui laporan operasional, hasil inspeksi lapangan, dan dokumentasi kondisi struktur. Hasil evaluasi dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan tindakan pemeliharaan dan perbaikan fasilitas secara tepat waktu. Pembatasan beban dan jalur pergerakan alat berat dapat diterapkan sebagai tindakan sementara berdasarkan penilaian risiko oleh pihak yang berwenang. Namun, penetapan kapasitas beban, kebutuhan perkuatan, dan kelayakan operasional struktur harus didasarkan pada hasil inspeksi dan analisis teknis oleh ahli struktur karena pengamatan visual saja tidak cukup untuk menentukan batas beban yang aman.

Efisiensi operasional terminal juga dipengaruhi oleh penjadwalan pemanduan, alokasi tambatan, waktu tunggu, dan koordinasi kedatangan kapal [20], [21], [22], [23], [24], [33], [34], [35]. Dalam kegiatan operasional terminal curah, kondisi fasilitas penanganan muatan dan ketepatan penjadwalan kegiatan turut berperan dalam mengurangi risiko keterlambatan pemuatan [30], [31], [32]. Literatur tersebut menunjukkan pentingnya keterpaduan antara pengelolaan fasilitas dan perencanaan kegiatan operasional pelabuhan. Dalam konteks Mahakam Coal Terminal, pemeliharaan struktur *jetty* perlu diselaraskan dengan pengaturan pergerakan alat berat dan pelaksanaan kegiatan pemuatan batu bara. Penerapan strategi tersebut secara terpadu diharapkan dapat meningkatkan efisiensi *loading rate*, menjaga kelancaran bongkar muat, meningkatkan keselamatan operasional, serta memperpanjang usia pakai fasilitas *jetty*.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu disampaikan agar hasilnya dipahami secara proporsional. Pertama, ruang lingkup penelitian hanya mencakup *Jetty* Mahakam *Coal* Terminal di bawah operasional PT Ancara Logistics Indonesia Cabang Samarinda, sehingga hasilnya tidak dapat digeneralisasikan pada *jetty* lain dengan karakteristik dan sistem operasional yang berbeda. Kedua, penelitian ini berfokus pada kerusakan struktural *deck jetty* dan pengaruhnya terhadap kapasitas serta efisiensi *loading rate,* tanpa membahas secara mendalam faktor manajemen operasional perusahaan secara keseluruhan atau kinerja teknis alat berat. Ketiga, analisis kondisi struktur dilakukan berdasarkan observasi visual dan wawancara, tanpa pengujian teknis laboratorium material atau perhitungan rekayasa sipil yang lebih mendalam, sehingga penelitian lanjutan yang melibatkan pengujian teknis struktur serta jumlah informan yang lebih beragam masih diperlukan untuk memperkuat temuan ini.

SIMPULAN

Kerusakan deck jetty yang dilaporkan meliputi retak beton, keausan lantai dan korosi. Gross loading rate meningkat 50,7% dan nett loading rate 44,8% antara dua periode yang dibandingkan. Kategori machine memiliki skor fishbone tertinggi, tetapi hasil ini belum menunjukkan hubungan sebab-akibat. Pengendalian sementara kegiatan dan inspeksi struktur oleh tenaga ahli perlu dipisahkan dari penetapan kapasitas aman dan evaluasi efektivitas perbaikan.

DEKLARASI DAN INFORMASI TAMBAHAN

ORIGINALITAS DAN PENGAJUAN EKSKLUSIF

Para penulis diminta mengonfirmasi bahwa naskah ini asli, belum pernah diterbitkan, dan tidak sedang diajukan ke jurnal lain.

KONTRIBUSI PENULIS

Usulan CRediT (untuk persetujuan penulis): Rizky Widayanto: konseptualisasi, metodologi, analisis formal, penulisan draf awal. Andi Prasetiawan; Fitri Zuhriyah: investigasi, validasi, serta peninjauan dan penyuntingan naskah.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak terdapat konflik kepentingan yang dilaporkan.

PENDANAAN

Penelitian ini tidak menerima pendanaan atau hibah khusus dari pihak luar, sesuai informasi yang tersedia.

PERSETUJUAN ETIK

Penelitian menggunakan catatan pemuatan batu bara, dokumentasi kerusakan jetty dan wawancara. Nomor persetujuan etik atau keputusan pengecualian belum dilaporkan.

PERSETUJUAN PARTISIPAN

Naskah melaporkan keterlibatan partisipan. Prosedur persetujuan partisipan sudah didokumentasikan dan dikonfirmasi oleh penulis.

KETERSEDIAAN DATA

Data penelitian meliputi catatan pemuatan batu bara, dokumentasi kerusakan jetty dan wawancara. Permintaan akses data pendukung dapat diajukan kepada penulis korespondensi, dengan memperhatikan izin dan kerahasiaan data.

PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN

ChatGPT (OpenAI) digunakan untuk membantu penyuntingan bahasa, struktur, pemeriksaan konsistensi, dan penyesuaian format naskah. Data, hasil, interpretasi, dan substansi ilmiah menjadi tanggung jawab para penulis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang serta kepada PT Ancara Logistics Indonesia Cabang Samarinda atas dukungan fasilitas, data, dan bimbingan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini.

INDEPENDENSI EDITORIAL

Penelaahan dan keputusan editorial dilaksanakan secara independen sesuai kebijakan Journal Marine Inside. Keterlibatan penulis dalam tim editorial perlu diungkapkan dan dikelola melalui pengunduran diri dari penanganan naskah sendiri.

HAK CIPTA DAN LISENSI

Hak cipta tetap pada penulis; Journal Marine Inside memperoleh hak publikasi pertama. Ketentuan yang dicantumkan pada template adalah lisensi Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0).

DAFTAR PUSTAKA

[1] Bahar, R., & Khotami, W. (2022). Proses kegiatan pemuatan batubara pada pelabuhan khusus milik PT. *Talenta Bumi di Sungai Puting Marabahan Barito Kuala. Jurnal Pena Jangkar, 2*(1), 45–51.

[2] Saleh, M. (2023). Analisis loading rate dalam kegiatan bongkar muat batubara di pelabuhan khusus. *Jurnal Transportasi dan Logistik Maritim*.

[3] Pahlevi, R., Thamrin, S., Ahmad, I., & Nugroho, F. B. (2024). Masa depan pemanfaatan batubara sebagai sumber energi di Indonesia. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan, 5*(2), 50–60.

[4] Wagner, N., Kotowska, I., & Pluciński, M. (2022). The impact of improving the quality of the port's infrastructure on the shippers' decisions. *Sustainability, 14*(10), 1–22.

[5] Kurniawan, F., Musa, S. N., Moin, N. H., & Sahroni, T. R. (2022). A systematic review on factors influencing container terminal's performance. *Operation and Supply Chain Management, 15*(2), 174–192.

[6] Refani, A. N., & Nagao, T. (2023). Corrosion effects on the mechanical properties of spun pile materials. *Applied Sciences, 13*(3), 1507.

[7] Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2025). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches (5th ed.)*. Sage Publications.

[8] Sugiyono. (2022). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Alfabeta.

[9] Ruslin, Mashuri, S., Rasak, M. S. A., Alhabsyi, F., & Syam, H. (2022). Semi-structured interview: A methodological reflection on the development of a qualitative research instrument in educational studies. *IOSR Journal of Research & Method in Education, 12*(1), 22–29.

[10] Arianto, B. (2024). *& Rani., Teknik wawancara dalam metoda penelitian kualitatif*. Borneo Novelty Publishing.

[11] Helpiastuti, S. B., Fitriani, F., Haryati, T., Sasongko, R. W., Irwanto, I., Rumahlewang, E., Susanto, H., Widnyani, I. A. P. S., Girindra, I. A. G., Enas, U., & Simalango, E. M. (2025). *Dasar-dasar penelitian administrasi (Teknik dan pendekatan metodologis)*. Penerbit Widina.

[12] Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2020). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook*. Sage Publications.

[13] Rahmani, A., Murhayati, S., & Kholis, N. (2025). Analisis data kualitatif. *Jurnal Pendidikan Tambusai, 9*(2), 1–10.

[14] Siswoyo, S. D., & Sistarani, M. (2020). Manajemen teknik (Untuk praktisi dan mahasiswa teknik). *Deepublish*.

[15] Zulkifli, A., Hanum, B., & Junaedi, D. (2022). Metode penelitian teknik industri. *Sumber Alam Langgeng Barakah (Sumalaba)*.

[16] Racasiwi, D. A., & Rifai, A. I. (2024). Bottom structure repair and FRP carbon installation to increase the capacity and performance of jetty (Case study: Jetty structure repair–Pax Ocean, Batam). *Journal of Civil Engineering and Planning, 5*(2), 263–271.

[17] Maistrello, G., Singh, B., Howard, I., Adams, A., Cardoz, P., Fahy, N., & Hofman, J. (2025). The impact of climate change on occupational safety and health in selected sectors: A scoping review. *Lloyd's Register Foundation*.

[18] Jakovlev, S., Eglynas, T., Jankunas, V., Jusis, M., & Voznak, M. (2025). Analysis of damage to shipping container sides during port handling operations. *Journal of Marine Science and Engineering, 13*(5), 982.

[19] Carboni, A., Deflorio, F., Caballini, C., & Cangelosi, S. (2024). Advances in terminal management: Simulation of vehicle traffic in container terminals. *Maritime Economics & Logistics, 27*, 500–524.

[20] Fei, P., Ning, W., Li, K., Xu, X., Chu, X., & Liu, C.. (2026). Coordinated vessel arrival time prediction and berth allocation optimization for efficient port operations. *Journal of Marine Science and Engineering*. https://doi.org/10.3390/jmse14080758

[21] Zheng, H., Wang, Z., & Duan, S.. (2025). Integrated optimization of vessel sequencing and bulk carrier berth allocation with shifting in a comprehensive port. *Ocean Engineering*. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.119891

[22] Fadiansyah, M. R., Purnomo, P., & Kusumawati, E.. (2022). Pengaruh waiting time dan berth occupancy ratio terhadap integrated port time di PT Pertamina trans kontinental cabang plaju. *Meteor STIP Marunda*. https://doi.org/10.36101/msm.v15i2.234

[23] Kahraman, S., & Zorba, Y.. (2018). Situational awareness analysis of port pilotage services. *Journal of ETA Maritime Science*. https://doi.org/10.5505/jems.2018.48569

[24] Makhado, N., Paepae, T., Sejeso, M., & Harley, C.. (2025). Berth allocation and quay crane scheduling in port operations: A systematic review. *Journal of Marine Science and Engineering*. https://doi.org/10.3390/jmse13071339

[25] Efendi, A. W. (2025). Identification of damage and assessment of the jetty using non-destructive method (NDT). *Journal of Maritime Dynamic, 6*(1), 22–31.

[26] Hidayat, M. (2023). Evaluasi efisiensi operasional bongkar muat batubara di terminal khusus. *Jurnal Logistik dan Transportasi Maritim, 5*(2), 45–56.

[27] Pasaribu, H., Rosidi, A., Pratama, D. A., Wambrauw, A., Muliani, F., Widodo, S. S. S., Gunawan, H., Kusumawati, D., Latupeirissa, S. J., Yuswanita, L., & Widayanti, L. P. (2026). Metodologi penelitian. *CV. Insight Media*.

[28] Pratama, R. A. (2022). Analisis dampak kerusakan struktur jetty terhadap kelancaran bongkar muat batu bara di terminal khusus batubara. *Jurnal Teknik Transportasi Laut, 4*(1), 21–30.

[29] Saputra, D. (2021). Analisis produktivitas loading rate batubara pada fasilitas jetty di pelabuhan khusus. *Jurnal Transportasi Laut Indonesia, 3*(2), 67–75.

[30] Dabke, C. S.. (1991). Bulk-Handling facility at nhava sheva port, maharashtra. *Structural Engineering International*. https://doi.org/10.2749/101686691780617652

[31] Kai, K., Jing, Z., Cui-Juan, S., & Xiao-Xu, Y.. (2013). Research on integrated scheduling model for handling operation system of dry bulk cargo port. *Information Technology Journal*. https://doi.org/10.3923/itj.2013.5595.5600

[32] Parman, Agustin, D. F., & Sophia, A. V.. (2025). Integrated risk assessment and mitigation strategy prioritization for cargo handling delays in dry bulk port terminals: A combined fmea-ahp analysis. *Airlangga Journal of Innovation Management*. https://doi.org/10.20473/ajim.v6i4.81817

[33] Fan, H., Zhang, T.-H., Zhao, J., & Yue, L.-J.. (2025). Berth allocation and tugboat scheduling problem for tidal ports with compound channels: The case of Tianjin port. *Ocean Engineering*. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2025.120744

[34] Idris, M., Sulistiono, A., Karubaba, O. C., Adiputra, I. K. H. P., & Syah, I. Z.. (2026). Mooring, pilotage, and towage services supporting vessel operations at Tanjung emas port, Semarang. *Jurnal Venus*. https://doi.org/10.48192/vns.v14i1.848

[35] Jia, S., Li, C.-L., & Xu, Z.. (2020). A simulation optimization method for deep-sea vessel berth planning and feeder arrival scheduling at a container port. *Transportation Research Part B: Methodological*. https://doi.org/10.1016/j.trb.2020.10.007