

Pemanfaatan Floating Equipment untuk Meningkatkan Produktivitas Bongkar Muat Batubara di Area Ship to Ship (STS) Transfer Taboneo

Mohamad Nufel^{1✉}, Vidya Selasdini², Yuliarman Saragih³

(1) Program Studi S2 Manajemen Terapan, Konsentrasi Pemasaran Inovasi dan Teknologi (PIT), STIP Jakarta

(2) Program Studi S2 Manajemen Terapan, Konsentrasi Pemasaran Inovasi dan Teknologi (PIT), STIP Jakarta

(3) Program Studi S2 Manajemen Terapan, Konsentrasi Pemasaran Inovasi dan Teknologi (PIT), STIP Jakarta

✉ Corresponding author
(m.nufel@yahoo.co.id)

Abstrak

Kegiatan bongkar muat batubara di Kalimantan Selatan dipusatkan di kawasan labuh Taboneo sebagai area Ship to Ship (STS) Transfer, namun kajian terdahulu masih terfragmentasi antara pemodelan optimasi alokasi alat, analisis statistik produktivitas, dan kajian sosio-teknis tanpa kerangka integratif. Penelitian ini bertujuan mengkaji desain sistem, kontribusi kuantitatif, dan strategi optimasi floating equipment terhadap produktivitas bongkar muat batubara di area STS Transfer Taboneo melalui pendekatan campuran (mixed methods) yang menggabungkan observasi lapangan longitudinal, wawancara purposive terhadap 12 informan kunci, analisis dokumen operasional, dan dukungan analisis regresi linier. Hasil menunjukkan floating crane dan floating conveyor sebagai tulang punggung sistem tiga layer dengan kapabilitas storage, blending, dan metal detection; throughput meningkat 2–3 kali, biaya demurrage turun 40–60%, dan 78,5% varian produktivitas dijelaskan faktor internal. Kebaruan penelitian terletak pada kerangka optimasi terintegrasi yang menghubungkan desain teknis, bukti kuantitatif, dan dimensi sosio-teknis sebagai landasan transformasi smart port pada operasi transshipment lepas pantai.

Kata Kunci: *floating equipment, Ship to Ship Transfer, bongkar muat batubara, Taboneo Anchorage, produktivitas pelabuhan*

Abstract

Coal cargo handling in South Kalimantan is centered at the Taboneo anchorage as a Ship to Ship (STS) Transfer area; however, previous studies remain fragmented between equipment-allocation optimization models, statistical productivity analyses, and socio-technical studies without an integrative framework. This study examines the system design, quantitative contribution, and optimization strategy of floating equipment for coal cargo handling productivity at the Taboneo STS Transfer area using a mixed-methods approach combining longitudinal field observation, purposive interviews with 12 key informants, operational document analysis, and supporting linear regression analysis. Results show floating cranes and floating conveyors as the backbone of a three-layer system with storage, blending, and metal detection capabilities; throughput increased 2–3 times, demurrage costs decreased 40–60%, and 78.5% of productivity variance was explained by internal factors. The novelty of this research lies in an integrated optimization framework linking

technical design, quantitative evidence, and socio-technical dimensions as a foundation for smart port transformation in offshore transshipment operations.

Keywords: *floating equipment, Ship to Ship Transfer, coal cargo handling, Taboneo Anchorage, port productivity*

PENDAHULUAN

Indonesia, khususnya Provinsi Kalimantan Selatan, merupakan salah satu pemasok batubara terbesar di pasar energi global. Meskipun berbagai sumber energi alternatif terbaru terus dikembangkan, laju pertumbuhannya dinilai masih relatif lambat sehingga kebutuhan terhadap batubara sebagai sumber energi primer belum menunjukkan penurunan yang berarti (APBMI, 2024; Sun et al., 2021). Kegiatan pemuatan batubara di Kalimantan Selatan dipusatkan di kawasan labuh (anchorage) Taboneo yang dikenal sebagai area Ship to Ship (STS) Transfer. Kondisi perairan yang relatif dangkal di muara Sungai Barito mengharuskan penggunaan metode transshipment, di mana batubara diangkut melalui tongkang menuju kapal induk berukuran besar. Keterbatasan Gearless Vessel yang tidak memiliki crane mendorong kebutuhan akan floating equipment—floating crane, floating conveyor, hingga Floating Transfer Unit (FTU)—sebagai media transfer muatan.

Kajian terdahulu mengenai produktivitas bongkar muat dan operasi STS Transfer dapat dipetakan ke dalam tiga arus utama. Pertama, arus pemodelan optimasi yang mengembangkan model matematis alokasi floating crane, seperti model Mixed Integer Programming yang dikembangkan Zulkarnain et al. (2017) untuk optimasi alokasi floating crane pada transshipment batubara di perairan lepas Indonesia; arus ini kuat secara komputasional namun tidak menyentuh dimensi organisasi dan manusia. Kedua, arus analisis statistik-kuantitatif, seperti studi Putra et al. (2026) yang menguji pengaruh variabel operasional terhadap produktivitas pemuatan floating crane di Taboneo Anchorage menggunakan regresi linier; arus ini menghasilkan bukti empiris kuat namun berhenti pada identifikasi hubungan variabel tanpa merumuskan strategi optimasi sistemik. Ketiga, arus sosio-teknis, seperti Nufel et al. (2022) yang mengidentifikasi model “Resilience through Informality” di STS Taboneo; arus ini kaya secara kontekstual namun belum terhubung dengan desain teknis dan bukti kuantitatif. Sementara itu, literatur smart port internasional (Belmoukari et al., 2023; Boullauazan et al., 2023; Heikkilä et al., 2022) hampir seluruhnya berfokus pada terminal peti kemas berbasis darat, sehingga konteks transshipment curah lepas pantai di negara kepulauan berkembang masih merupakan celah penelitian (research gap) yang nyata.

Berdasarkan pemetaan tersebut, kebaruan (novelty) penelitian ini dinyatakan secara eksplisit pada tiga hal: (1) mengintegrasikan ketiga arus kajian—desain teknis sistem, bukti kuantitatif produktivitas, dan dimensi sosio-teknis—ke dalam satu kerangka optimasi operasional yang utuh untuk operasi STS Transfer curah; (2) memposisikan floating equipment bukan sekadar alat produksi, melainkan arsitektur sistem tiga layer dengan kapabilitas bernilai tambah (storage, blending, metal detection, digital monitoring) yang selama ini belum dikonseptualisasikan dalam literatur; dan (3) merumuskan jalur transformasi smart port untuk konteks anchorage lepas pantai, yang memperluas kerangka kematangan smart port Boullauazan et al. (2023) dari terminal darat ke operasi transshipment terapung. Dengan demikian kontribusi artikel ini melampaui studi kasus lokasi tertentu dan menawarkan pengembangan konsep yang dapat direplikasi pada anchorage sejenis.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengkaji jenis dan desain sistem floating equipment yang beroperasi di area STS Transfer Taboneo; (2) menganalisis kontribusi kuantitatif floating equipment terhadap produktivitas bongkar muat beserta metode pengukurannya; dan (3) merumuskan

kerangka strategi optimasi operasional terintegrasi berbasis data sebagai landasan transformasi smart port.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain metode campuran (mixed methods) dengan strategi embedded: pendekatan kualitatif deskriptif-analitis sebagai desain utama, diperkuat data kuantitatif operasional sebagai basis triangulasi. Penelitian dilaksanakan di kawasan Taboneo Anchorage, Banjarmasin, Kalimantan Selatan, pada periode pengamatan 2024–2025.

Prosedur Observasi Lapangan

Observasi non-partisipan dilakukan terhadap siklus bongkar muat lengkap (barge alongside hingga completion) pada unit floating crane dan floating conveyor yang beroperasi. Observasi mencakup variasi kondisi: shift siang dan malam, musim kemarau dan penghujan, serta kondisi operasi normal dan saat terjadi gangguan. Aspek yang diamati meliputi alur kerja pemuatan, koordinasi komunikasi antarunit, prosedur pergantian shift, penanganan cuaca buruk, dan praktik perawatan alat. Hasil observasi didokumentasikan dalam lembar catatan lapangan terstruktur yang memuat waktu, aktivitas, durasi, dan hambatan yang terjadi.

Informan Wawancara

Wawancara semi-terstruktur dilakukan terhadap 12 informan kunci yang dipilih secara purposive berdasarkan keterlibatan langsung dan penguasaan teknis: 3 operator floating crane (pengalaman 5–15 tahun), 2 foreman bongkar muat, 2 supervisor operasional, 2 personel maintenance/engineering, 2 manajemen perusahaan bongkar muat, dan 1 perwakilan agen kapal. Komposisi ini dirancang untuk menangkap perspektif lintas hierarki operasional, sejalan dengan strategi purposive sampling yang juga digunakan Putra et al. (2026) pada populasi personel operasional floating crane di lokasi yang sama. Wawancara berlangsung 45–90 menit per informan, direkam dengan persetujuan, dan ditranskripsikan verbatim.

Teknik Analisis Data

Data kualitatif dianalisis menggunakan analisis tematik enam tahap Braun dan Clarke (2006): familiarisasi, pengodean awal, pencarian tema, penelaahan tema, pendefinisian tema, dan penyusunan laporan. Triangulasi dilakukan dengan membandingkan hasil wawancara, catatan observasi, dan dokumen operasional (Daily Operation Report/DOR, time sheet, statement of facts, laporan perawatan). Data kuantitatif dianalisis secara deskriptif-komparatif dengan membandingkan indikator kinerja antar periode dan antar konfigurasi peralatan.

Perhitungan Indikator Kuantitatif dan Dasar Nilai R^2

Indikator produktivitas diukur sebagai berikut: (1) loading rate dihitung dari total tonase termuat dibagi waktu kerja efektif (MT/jam) berdasarkan DOR; (2) throughput dibandingkan antara konfigurasi floating equipment optimal dan metode konvensional (crane kapal/geared vessel) pada periode dan kelas kapal setara; (3) reduksi biaya demurrage dihitung dari selisih laytime aktual terhadap laytime kontraktual pada sampel voyage sebelum dan sesudah optimasi; dan (4) efisiensi pelaporan diukur dari durasi siklus pelaporan manual dibandingkan sistem DOR digital. Nilai $R^2 = 0,785$ bersumber dari analisis regresi linier yang menguji pengaruh faktor internal (waktu kerja efektif dan proses operasional) terhadap produktivitas pemuatan pada unit floating crane di Taboneo Anchorage, sebagaimana dilaporkan Putra et al. (2026) yang mengolah data kuesioner 30 responden operasional melalui perangkat lunak SPSS 26 dengan uji validitas, uji reliabilitas (Cronbach's Alpha 0,963), dan uji asumsi klasik. Nilai tersebut diadopsi dalam penelitian ini sebagai bukti pendukung eksternal (bukan hasil pengujian ulang) bahwa 78,5% varian produktivitas

dijelaskan faktor internal yang berada dalam kendali manajemen; interpretasi kausal terhadap angka ini dilakukan secara hati-hati dan dibingkai sebagai asosiasi statistik.

Dengan penjabaran prosedur, sumber data, dan teknik analisis di atas, penelitian ini dapat direplikasi peneliti lain pada lokasi transshipment sejenis dengan menyesuaikan konteks operasional setempat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Desain Sistem Floating Equipment di Area STS Transfer Taboneo

Sistem floating equipment di area STS Transfer Taboneo beroperasi dalam tiga layer yang saling terintegrasi. Layer 1 adalah sumber muatan: tambang hulu → stockpile tepi sungai → tongkang (barge). Layer 2 adalah inti sistem floating equipment: Floating Crane (FC), Floating Conveyor, dan Floating Transfer Unit (FTU). Layer 3 adalah kapal induk (mother vessel) berukuran Panamax hingga Capesize. Sistem dilengkapi kapabilitas pendukung: Floating Storage, Coal Blending, Metal Detection, dan Digital Real-time Monitoring.

Tabel 1. Komponen Utama Desain Sistem Floating Equipment di Taboneo Anchorage

No.	Komponen	Fungsi Utama	Kapasitas	Keterangan
01	Floating Crane (FC)	Transfer tongkang → mother vessel, grab 10–30 ton, rotasi 360°	1.000–3.000 MT/shift	Fleksibel, multi-site
02	Floating Conveyor / FTU	Belt conveyor terapung; transfer kontinu kecepatan tinggi	3.000–6.000 MT/jam	Capesize/VLOC
03	Floating Storage Unit	Buffer penyimpanan di atas air; menjaga kontinuitas muat	5.000–20.000 MT	Minimal idle time
04	Floating Office & Control	Pusat kendali lapangan; monitoring real-time & VHF	—	Permata Barito
05	Sistem Pendukung	Tugboat, mooring, sensor cuaca, metal detection, coal analyzer	—	Terintegrasi IoT
06	Digital Monitoring System	DOR digital real-time, tonnage tracking, dashboard harian	—	Data-driven ops

Sumber: Laporan operasional lapangan Taboneo Anchorage (2024–2025); observasi penulis.

2. Kontribusi Kuantitatif: Metode Pengukuran dan Hasil

Menjawab kebutuhan validitas klaim kuantitatif, Tabel 2 menyajikan capaian setiap komponen beserta metode pengukuran dan sumber datanya. Peningkatan throughput 2–3 kali diperoleh dari perbandingan loading rate rata-rata konfigurasi floating equipment (DOR 2024–2025) terhadap baseline pemuatan menggunakan crane kapal pada kelas kapal setara. Penurunan biaya demurrage 40–60% dihitung dari selisih laytime aktual-kontraktual pada sampel voyage sebelum dan sesudah optimasi peralatan. Efisiensi pelaporan $\pm 80\%$ diukur dari reduksi durasi siklus pelaporan setelah implementasi DOR digital. Sifat perbandingan ini adalah kuasi-komparatif (tanpa kelompok kontrol acak), sehingga hubungan sebab-akibat dibingkai sebagai inferensi operasional yang didukung konsistensi lintas sumber data (triangulasi), bukan kausalitas eksperimental.

Tabel 2. Analisis Manfaat, Metode Pengukuran, dan Sumber Data per Komponen

Komponen	Dampak Kuantitatif	Metode Pengukuran	Sumber Data	Implikasi Strategis
Floating Crane	Throughput 2–3× lebih tinggi vs konvensional	Perbandingan loading rate rata-rata DOR periode 2024–2025 vs baseline crane kapal	DOR harian PT PBMM	Fleksibilitas multi-site
Floating Conveyor	Loading rate hingga 3.000–6.000 MT/jam	Pencatatan tonnage tracking otomatis per shift	Sistem monitoring digital	Ideal Capesize/VLOC
Floating Storage	Waiting time tongkang menurun signifikan	Analisis time sheet antrian tongkang sebelum–sesudah buffer	Time sheet operasional	Operasi kontinu
Coal Blending	Quality reject menurun; nilai jual naik	Rekapitulasi klaim kualitas buyer per periode	Laporan komersial	Spesifikasi terpenuhi
Metal Detection	Kontaminasi terdeteksi real-time	Log deteksi logam per pemuatan	Log sistem deteksi	Kepercayaan buyer
Digital Monitoring	Efisiensi pelaporan $\pm 80\%$	Perbandingan durasi siklus pelaporan manual vs digital	Wawancara & observasi	Keputusan berbasis data

Sumber: DOR, time sheet, statement of facts, dan wawancara operasional (2024–2025); diolah penulis.

Temuan bahwa 78,5% varian produktivitas dijelaskan faktor internal (waktu kerja dan proses operasional) konsisten dengan hasil regresi Putra et al. (2026) di lokasi yang sama, dan koheren dengan temuan Caldas et al. (2024) bahwa determinan efisiensi pelabuhan lebih banyak berada

pada kualitas proses dan tata kelola internal dibandingkan faktor eksternal. Implikasinya, mayoritas ruang perbaikan produktivitas berada dalam kendali penuh manajemen.

3. Perbandingan Kondisi Sebelum dan Sesudah Optimasi

Tabel 3 merangkum perbandingan kondisi operasional sebelum dan sesudah optimasi floating equipment berdasarkan observasi lapangan, dokumen operasional, dan konfirmasi wawancara lintas informan:

Tabel 3. Perbandingan Kondisi Operasional Sebelum dan Sesudah Optimasi Floating Equipment

SEBELUM Floating Equipment Optimal	SESUDAH Floating Equipment Optimal
X Waiting time tongkang panjang (tidak ada buffer)	✓ Floating Storage → tongkang antri teratur
X Idle time tinggi saat alat breakdown tiba-tiba	✓ Preventive maintenance → breakdown hampir nol
X Pergantian shift lambat & tidak terstandar	✓ SOP shift handover seamless → idle ≤ 15 menit
X Koordinasi manual → kesalahan komunikasi	✓ Floating Office + VHF = koordinasi presisi
X Cuaca buruk = operasi berhenti total	✓ Prosedur cuaca terstandar → operasi tetap berjalan
X Data produksi manual (lambat & error-prone)	✓ Digital DOR real-time → keputusan berbasis data

Sumber: Observasi lapangan, dokumen operasional, dan triangulasi wawancara (2024–2025).

4. Diskusi: Posisi Temuan terhadap Literatur dan Teori

Ditinjau dari teori produktivitas pelabuhan, temuan ini memperkuat pandangan bahwa kinerja pelabuhan merupakan fungsi gabungan kapasitas alat, proses, dan manusia—bukan kapasitas alat semata (Caldas et al., 2024). Berbeda dengan model alokasi MIP Zulkarnain et al. (2017) yang mengoptimalkan penugasan floating crane secara matematis namun mengasumsikan keandalan alat konstan, penelitian ini menunjukkan bahwa keandalan justru merupakan variabel manajerial yang dibentuk oleh preventive maintenance dan logistik suku cadang; dengan demikian model optimasi masa depan perlu memasukkan konstrain perawatan—sejalan dengan keterbatasan yang diakui sendiri oleh model tersebut.

Dari perspektif efisiensi logistik maritim dan manajemen rantai pasok, floating storage berperan sebagai decoupling point yang memisahkan ritme kedatangan tongkang dari jadwal mother vessel, mengurangi variabilitas antrian—mekanisme yang analog dengan fungsi buffer inventory dalam teori rantai pasok. Penurunan idle time dan demurrage yang teramati konsisten dengan argumen Notteboom dan Paridaens (2021) bahwa integrasi kebijakan dan operasi maritim menurunkan biaya transaksi logistik. Pada dimensi lingkungan, reduksi waktu tunggu kapal secara langsung menurunkan emisi idling sesuai agenda dekarbonisasi IMO (2018) dan arah kebijakan green port (Zhou et al., 2024).

Ditinjau dari literatur digitalisasi pelabuhan, implementasi DOR digital, tonnage tracking, dan dashboard harian di Taboneo merepresentasikan tahap awal-menengah kematangan smart port dalam kerangka Boullauazan et al. (2023)—yakni digitisasi data dan visibilitas operasional—namun

belum mencapai tahap prediktif-otonom yang dicirikan analitik berbasis IoT dan digital twin (Belmoukari et al., 2023; Heikkilä et al., 2022). Faktor keberhasilan smart port pascapandemi yang diidentifikasi Hsu et al. (2023)—komitmen manajemen, kompetensi SDM, dan integrasi data—sepenuhnya relevan dengan temuan sosio-teknis Nufel et al. (2022) di lokasi ini: keunggulan adaptif tenaga kerja perlu diformalkan melalui kerangka kompetensi agar transformasi digital tidak menciptakan kesenjangan keterampilan. Sintesis ini menunjukkan bahwa jalur smart port untuk anchorage lepas pantai harus berjalan dua arah sekaligus: penguatan infrastruktur digital dan institusionalisasi pengetahuan tacit—sebuah proposisi konseptual yang menjadi kontribusi akademik artikel ini.

5. Kerangka Strategi Optimasi Operasional Terintegrasi

Berdasarkan sintesis temuan dan literatur, enam strategi dirumuskan sebagai satu kerangka terintegrasi—bukan daftar terpisah—yang mencakup dimensi teknis, proses, manusia, dan digital:

(1) Preventive Maintenance Terstruktur. Jadwal perawatan berbasis jam operasi seluruh unit; menjawab kelemahan budaya perawatan reaktif dan asumsi keandalan konstan pada model optimasi terdahulu.

(2) Standarisasi SOP Shift & Handover. Prosedur pergantian shift seamless dengan target transisi ≤ 15 menit untuk mengeliminasi idle time non-produktif.

(3) Integrasi Floating Storage sebagai Buffer. Pemanfaatan storage sebagai decoupling point rantai pasok untuk menstabilkan antrian tongkang dan menjaga kontinuitas pemuatan.

(4) Digitalisasi Monitoring & Pelaporan. DOR digital real-time, tonnage tracking otomatis, dan dashboard harian sebagai fondasi tahap kematangan smart port berikutnya.

(5) Formalisasi Kompetensi Operator. Sertifikasi berbasis pengalaman dan pelatihan cargo handling kondisi cuaca buruk, menginstitusionalkan pengetahuan tacit (Nufel et al., 2022; Sencila & Bolmsten, 2023).

(6) Upgrading Selektif ke Floating Conveyor/FTU. Untuk volume Capesize/VLOC, peningkatan loading rate hingga $3\times$ dengan estimasi ROI 12–18 bulan berdasarkan simulasi biaya operasional.

SIMPULAN

Simpulan Utama

Floating equipment merupakan tulang punggung operasional bongkar muat batubara di area STS Transfer Taboneo dengan arsitektur sistem tiga layer dan kapabilitas bernilai tambah (storage, blending, metal detection, digital monitoring). Optimasinya terbukti meningkatkan throughput 2–3 kali, menurunkan biaya demurrage 40–60%, dan meningkatkan efisiensi pelaporan $\pm 80\%$, dengan 78,5% varian produktivitas dijelaskan faktor internal yang berada dalam kendali manajemen.

Kontribusi Penelitian

Secara akademik, penelitian ini menyumbangkan kerangka optimasi terintegrasi yang menghubungkan desain teknis, bukti kuantitatif, dan dimensi sosio-teknis pada konteks transshipment curah lepas pantai—celah yang belum diisi literatur smart port yang selama ini berfokus pada terminal peti kemas darat—serta proposisi jalur transformasi smart port dua arah: infrastruktur digital dan institusionalisasi pengetahuan tacit.

Implikasi Praktis

Bagi perusahaan bongkar muat dan otoritas pelabuhan, enam strategi terintegrasi yang dirumuskan dapat dijadikan peta jalan perbaikan bertahap: dimulai dari preventive maintenance dan standarisasi SOP (biaya rendah, dampak cepat), dilanjutkan integrasi buffer storage dan digitalisasi pelaporan, hingga formalisasi kompetensi dan upgrading peralatan selektif.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian terbatas pada satu lokasi anchorage dengan desain kuasi-komparatif tanpa kelompok kontrol; nilai R^2 yang diadopsi bersumber dari studi eksternal pada populasi yang sama sehingga bukan hasil pengujian ulang; dan generalisasi temuan ke anchorage lain memerlukan penyesuaian konteks operasional.

Rekomendasi Penelitian Selanjutnya

Arah penelitian berikutnya dirumuskan secara konkret: (1) pengembangan model optimasi alokasi floating equipment yang memasukkan konstrain perawatan dan cuaca sebagai perluasan model MIP terdahulu; (2) uji coba arsitektur IoT pada unit floating crane—sensor beban grab, vibrasi mesin, dan posisi—sebagai basis predictive maintenance; (3) pembangunan prototipe digital twin operasi STS untuk simulasi skenario penjadwalan; (4) evaluasi longitudinal dampak sistem monitoring berbasis data terhadap indikator produktivitas dan emisi idling; serta (5) replikasi kerangka terintegrasi pada anchorage transshipment lain di Indonesia untuk menguji validitas eksternal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi S2 Manajemen Terapan STIP Jakarta atas bimbingan akademik, serta kepada manajemen dan personel operasional di Taboneo Anchorage yang telah berbagi data dan pengalaman lapangan dalam penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- APBMI. (2024). Laporan Operasional STS Transfer Taboneo Anchorage 2023–2024. Jakarta: Asosiasi Perusahaan Bongkar Muat Indonesia.
- Belmoukari, B., Audy, J.-F., & Forget, P. (2023). Smart port: A systematic literature review. *European Transport Research Review*, 15, 4. <https://doi.org/10.1186/s12544-023-00581-6>
- Boullauazan, Y., Sys, C., & Vanelslender, T. (2023). Developing and demonstrating a maturity model for smart ports. *Maritime Policy & Management*, 50(4), 447–465. <https://doi.org/10.1080/03088839.2022.2074161>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Caldas, P., Pedro, M. I., & Marques, R. C. (2024). An assessment of container seaport efficiency determinants. *Sustainability*, 16(11), 4427. <https://doi.org/10.3390/su16114427>
- Heikkilä, M., Saarni, J., & Saurama, A. (2022). Innovation in smart ports: Future directions of digitalization in container ports. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(12), 1925. <https://doi.org/10.3390/jmse10121925>
- Hsu, C. T., Chou, M. T., & Ding, J. F. (2023). Key factors of the success of smart ports during the post-pandemic era. *Ocean & Coastal Management*, 233, 106455. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106455>
- International Maritime Organization (IMO). (2018). Initial IMO strategy on reduction of GHG emissions from ships (MEPC 72/17/Add.1). London: IMO.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2026). Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 1 Tahun 2026 tentang Sistem Manajemen Mutu Perusahaan Bongkar Muat. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Notteboom, T., & Paridaens, H. (2021). National integrated maritime policies (IMP): Vision formulation, regional embeddedness, and institutional attributes for effective policy integration. *Sustainability*, 13(17), 9557. <https://doi.org/10.3390/su13179557>

- Nufel, M., Purnamasita, L., & Hutagaol, M. N. (2022). Optimizing coal transfer productivity at Taboneo: A socio-technical analysis of STS operations. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(3), 245–256.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2025). Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2025 tentang Kepelabuhanan. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Putra, R. S., Sihalohe, O. W., Wahyuni, A. A. I. S., & Dahri, M. (2026). Analisis pemuatan batubara menggunakan floating crane dengan metode ship to ship pada PT PBMM di Taboneo Anchorage. *Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)*, 5(1).
- Sencila, V., & Bolmsten, J. (2023). Sustaining maritime operational knowledge: Addressing the aging workforce challenge in seaports. *Marine Policy*, 155, 105777.
- Sun, X., Liu, C., & Wang, J. (2021). Evaluating the environmental efficiency of container shipping in the context of MARPOL Annex VI. *Maritime Policy & Management*, 48(5), 649–665. <https://doi.org/10.1080/03088839.2020.1803424>
- Zhou, K., Yuan, X., Guo, Z., Wu, J., & Li, R. (2024). Research on sustainable port: Evaluation of green port policies on China's coasts. *Sustainability*, 16(10), 4017. <https://doi.org/10.3390/su16104017>
- Zulkarnain, Destyanto, A. R., & Hidayatno, A. (2017). The development of coal transshipment model for floating crane allocation with mixed integer programming. *Prosiding Seminar Nasional Terpadu Keilmuan Teknik Industri*. Malang: Universitas Brawijaya.