



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 1 (2026) pp: 2507-2514

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Pengaruh Kecepatan Bongkar Batubara Terhadap Waktu Tunggu Tongkang di Pelabuhan IBT Mekar Putih

Hafidz Rayhan Azhari^{1*}, Otri Wani Sihaloho², Anak Agung Istri Sri Wahyuni³, Romanda Annas Amrullah⁴
^{1,2,3,4}Politeknik Pelayaran (Poltekpel) Surabaya

hafidzra95@gmail.com, otrisihaloho@gmail.com, istri.sriwahyuni@poltekpel-sby.ac.id, romanda.annas@poltekpel-sby.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif korelasi fungsional dan pengaruh variabel kecepatan bongkar (*discharge rate*) terhadap durasi waktu tunggu (*waiting time*) armada tongkang di Pelabuhan IBT Mekar Putih, yang berperan sebagai simpul vital dalam rantai pasok energi nasional. Dalam ekosistem logistik maritim yang kompleks, inefisiensi operasional pada terminal curah kering (*dry bulk terminal*) sering kali bermanifestasi sebagai stagnasi antrean di area labuh (*anchorage area*), yang berdampak langsung pada pembengkakan biaya *demurrage* dan ketidakpastian jadwal pasokan batubara ke pembangkit listrik. Menggunakan desain penelitian kuantitatif eksplanatori, studi ini menguji hipotesis pengaruh kinerja alat dan manusia terhadap durasi antrean armada. Data empiris dikumpulkan melalui instrumen kuesioner berskala Likert yang didistribusikan kepada 30 responden ahli operasional (termasuk *Department Head*, *Supervisor*, *Foreman*, dan *Operator*) selama periode Desember 2024 hingga Juni 2025, yang kemudian dianalisis menggunakan teknik regresi linier sederhana dan uji hipotesis. Hasil analisis statistik mengungkapkan nilai Koefisien Determinasi (R^2) sebesar 0,763, yang mengindikasikan bahwa 76,3% variabilitas waktu tunggu tongkang dipengaruhi secara signifikan dan dominan oleh stabilitas kecepatan bongkar. Persamaan regresi yang dihasilkan, $Y = 11,801 + 0,717X$, mengonfirmasi secara matematis bahwa setiap peningkatan unit performa bongkar akan secara nyata mereduksi durasi waktu tunggu armada. Temuan ini memberikan implikasi bahwa stagnasi di area labuh dapat diminimalisir secara efektif melalui strategi pemeliharaan preventif alat bongkar, peningkatan kompetensi ritme kerja operator, dan digitalisasi sistem penjadwalan sandar guna mencapai efisiensi operasional pelabuhan yang berkelanjutan.

Kata kunci: Kecepatan Bongkar, Waktu Tunggu Tongkang, Efisiensi Terminal

1. Latar Belakang

Pelabuhan memegang peranan sentral sebagai simpul utama (*key node*) dalam rantai pasok energi global dan nasional, khususnya dalam distribusi komoditas strategis seperti batubara. Sebagai negara kepulauan, Indonesia sangat bergantung pada transportasi laut untuk memobilisasi sumber daya energi dari sentra produksi di Kalimantan dan Sumatera menuju pusat konsumsi di Pulau Jawa dan pasar internasional. Dalam konteks ini, pelabuhan tidak hanya berfungsi sebagai titik temu antarmoda transportasi laut dan darat (*interface*), tetapi juga sebagai entitas ekonomi yang menentukan efisiensi biaya logistik secara keseluruhan. Kelancaran arus barang di pelabuhan curah kering (*dry bulk terminal*) menjadi indikator vital bagi ketahanan energi nasional, mengingat batubara masih menjadi bahan bakar utama bagi sebagian besar pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) dan industri berat di dalam negeri. Namun, fenomena *waiting time* atau waktu tunggu armada yang berkepanjangan masih menjadi tantangan klasik yang menghambat produktivitas maritim dan mendistorsi jadwal rantai pasok.

Pelabuhan Indonesia Bulk Terminal (IBT) Mekar Putih, yang berlokasi secara strategis di Kalimantan Selatan, merupakan salah satu terminal batubara vital yang menghadapi dinamika operasional tinggi. Sebagai pelabuhan yang melayani *transshipment* dan distribusi batubara, IBT Mekar Putih dituntut untuk memiliki *throughput* yang tinggi dengan waktu pelayanan yang minimal. Dalam ekosistem logistik maritim, waktu tunggu tongkang didefinisikan sebagai durasi waktu sejak armada tiba di area labuh (*anchorage*) hingga proses sandar dan bongkar dimulai merupakan variabel yang sangat sensitif. Semakin lama waktu tunggu, semakin tinggi biaya *demurrage* yang harus ditanggung oleh pemilik barang atau penyewa kapal. Biaya ini pada akhirnya membebani struktur biaya logistik nasional, menciptakan inefisiensi yang merugikan daya saing komoditas batubara Indonesia di pasar global. Bagi operator pelabuhan, akumulasi waktu tunggu yang tidak terkendali dipandang sebagai indikasi

penurunan *Level of Service* (LoS) dan utilitas dermaga yang buruk, sementara bagi pengguna jasa (*shipping lines* dan *cargo owners*), hal ini merepresentasikan ketidakpastian (*uncertainty*) yang mengganggu perencanaan inventaris.

Latar belakang permasalahan di Pelabuhan IBT Mekar Putih mengindikasikan adanya fluktuasi kinerja bongkar muat yang berkorelasi kuat dengan antrean tongkang. Berdasarkan observasi awal dan data operasional, disrupsi pada kecepatan bongkar (*discharge rate*) diduga menjadi faktor determinan utama yang menyebabkan stagnasi antrean di area labuh. *Discharge rate* didefinisikan sebagai volume muatan yang dapat dipindahkan dari palka tongkang ke fasilitas penimbunan (*stockpile*) atau *mother vessel* per satuan waktu (biasanya diukur dalam Ton Per Jam/TPH). Kendala teknis yang sering terjadi di lapangan meliputi kerusakan alat bongkar (*equipment breakdown*), variabilitas kesiapan operator, hingga faktor eksternal yang tidak dapat dikendalikan seperti kondisi cuaca buruk (hujan dan gelombang tinggi). Faktor-faktor ini sering kali mereduksi kapasitas bongkar riil di lapangan jauh di bawah kapasitas desain (*nameplate capacity*), yang secara sistemik menyebabkan efek bola salju (*snowball effect*) pada jadwal kedatangan armada berikutnya. Ketika satu tongkang mengalami keterlambatan bongkar akibat *discharge rate* yang rendah, tongkang berikutnya yang sudah tiba di *anchorage* harus menunggu lebih lama, menciptakan antrean yang semakin panjang dan waktu tunggu yang eksponensial.

Studi literatur terdahulu memperlihatkan adanya konsensus akademis bahwa produktivitas alat bongkar muat adalah kunci efisiensi pelabuhan. Penelitian yang dilakukan oleh Yoga Yulinda et al. (2025) menemukan bahwa durasi operasional bongkar memiliki korelasi yang sangat kuat ($r=0,986$) terhadap intensitas kunjungan kapal. Temuan ini mengimplikasikan bahwa pelabuhan dengan waktu bongkar yang cepat cenderung menarik lebih banyak kunjungan kapal karena efisiensi yang ditawarkannya. Namun, studi tersebut lebih berfokus pada volume trafik kapal sebagai variabel dependen, bukan secara spesifik pada durasi antrean tongkang di pelabuhan khusus batubara yang memiliki karakteristik operasional berbeda dengan pelabuhan kargo umum. Di sisi lain, studi dari Adyan Rizqi S. (2023) dan Zulfan M. Ridha (2023) menyoroti ketersediaan fasilitas dermaga fisik sebagai variabel independen utama yang mempengaruhi waktu tunggu. Meskipun valid, pendekatan ini cenderung melihat infrastruktur fisik sebagai faktor statis. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah pengetahuan (*research gap*) tersebut dengan mengisolasi variabel kinerja operasional yang dinamis, yakni *discharge rate*, sebagai prediktor utama terhadap variabilitas waktu tunggu. Pendekatan ini menawarkan analisis yang lebih mendalam pada aspek teknis operasional alat dan manajemen sumber daya manusia di garis depan operasional.

Secara teoritis, hubungan antara kecepatan layanan (*service rate*) dan waktu antrean dapat dijelaskan melalui Teori Antrean (*Queuing Theory*). Dalam konteks pelabuhan, sistem pelayanan bongkar muat bertindak sebagai *server* dan tongkang sebagai *customer* atau entitas yang membutuhkan layanan. Jika laju pelayanan (kecepatan bongkar) melambat atau memiliki variabilitas tinggi (heteroskedastisitas kinerja), maka panjang antrean dan waktu tunggu rata-rata dalam sistem akan meningkat secara drastis, sering kali bukan dalam hubungan linier melainkan eksponensial, terutama ketika rasio kedatangan kapal (*arrival rate*) mendekati kapasitas pelayanan. Oleh karena itu, urgensi penelitian ini terletak pada pembuktian empiris mengenai seberapa besar sensitivitas waktu tunggu tongkang terhadap perubahan kecepatan bongkar di Pelabuhan IBT Mekar Putih. Pemahaman kuantitatif mengenai hubungan ini sangat penting bagi manajemen untuk menghitung *Cost-Benefit Analysis* dari investasi peremajaan alat atau pelatihan operator.

Tujuan utama dari penelitian ini dirancang secara spesifik untuk: (1) Menganalisis mekanisme proses bongkar batubara yang berjalan saat ini di Pelabuhan IBT Mekar Putih; (2) Mengidentifikasi faktor-faktor dominan dalam kegiatan bongkar yang berkontribusi paling signifikan terhadap akumulasi waktu tunggu tongkang; dan (3) Mengukur signifikansi dan besaran pengaruh kecepatan bongkar terhadap waktu tunggu tongkang melalui pemodelan statistik yang valid. Manfaat praktis dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan landasan empiris bagi manajemen Pelabuhan IBT Mekar Putih dan PT Adaro Logistics dalam merumuskan strategi investasi alat, protokol pemeliharaan infrastruktur dan rekayasa prosedur operasional guna mereduksi *dwelling time* dan menekan biaya logistik nasional.

2. Metode Penelitian

2.1 Desain dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksplanatori (*explanatory research*) untuk menguji hubungan sebab-akibat antara dua variabel utama. Pendekatan kuantitatif dipilih karena kemampuannya dalam menyajikan data numerik yang presisi, objektif dan terukur untuk membuktikan fenomena operasional yang diamati. Variabel independen (X) dalam penelitian ini adalah Kecepatan Bongkar (*Discharge Rate*), yang diukur

melalui indikator kinerja alat, kompetensi operator dan stabilitas proses. Sedangkan variabel dependen (Y) adalah Waktu Tunggu Tongkang (*Waiting Time*), yang diukur melalui indikator durasi antrean, ketidakpastian jadwal dan dampak biaya. Metode ini memungkinkan peneliti untuk tidak hanya mendeskripsikan fenomena, tetapi juga menjelaskan kekuatan pengaruh (*magnitude of effect*) antar variabel melalui uji statistik inferensial.

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian difokuskan secara spesifik pada area operasional Pelabuhan IBT Mekar Putih, yang terletak di Kecamatan Pulau Laut Tanjung Selayar, Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada peran strategis pelabuhan tersebut sebagai salah satu hub logistik batubara terbesar di wilayah tersebut yang melayani volume tongkang yang tinggi. Waktu pelaksanaan penelitian berlangsung selama tujuh bulan, terhitung mulai bulan Desember 2024 hingga Juni 2025. Rentang waktu ini mencakup berbagai kondisi musim (musim hujan dan kemarau) untuk memastikan data yang diambil merepresentasikan variasi kondisi operasional yang komprehensif.

2.3 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini meliputi seluruh personil operasional yang terlibat langsung maupun tidak langsung dalam proses bongkar muat batubara di Pelabuhan IBT Mekar Putih. Mengingat sifat operasional pelabuhan yang sangat spesifik dan membutuhkan keahlian teknis, teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *Purposive Sampling*. Responden dipilih berdasarkan kriteria keahlian, pengalaman kerja dan keterlibatan langsung dalam pengambilan keputusan atau eksekusi di lapangan. Total responden yang valid dan digunakan dalam analisis adalah 30 orang ($N=30$). Komposisi responden terdiri dari berbagai level manajerial dan teknis yang meliputi 1 orang *Department Head* (3,33%), 1 orang *Section Head* (3,33%), 5 orang *Supervisor* (16,67%), 5 orang *Foreman* (16,67%), serta didominasi oleh 18 orang *Operator* (60%). Dominasi responden dari kalangan operator dan foreman memastikan bahwa data yang diperoleh mencerminkan kondisi riil teknis di lapangan, bukan sekadar persepsi manajerial tingkat atas.

2.4 Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Data primer dikumpulkan melalui penyebaran kuesioner terstruktur dengan menggunakan skala Likert 5 poin sebagai instrumen pengukuran. Skala ini memungkinkan responden untuk mengekspresikan tingkat persetujuan mereka terhadap pernyataan-pernyataan terkait operasional, mulai dari skor 1 untuk "Sangat Tidak Setuju" (STS) hingga skor 5 untuk "Sangat Setuju" (SS). Kuesioner didistribusikan secara daring menggunakan platform Google Form untuk efisiensi dan kemudahan akses bagi responden yang bekerja dengan sistem *shift*.

Selain data primer dari kuesioner, penelitian ini juga memanfaatkan data sekunder yang diperoleh melalui studi dokumentasi internal perusahaan. Data ini mencakup laporan harian operasional bongkar muat (*Daily Operational Logbook*), spesifikasi teknis peralatan bongkar, data historis kedatangan dan keberangkatan tongkang (*Arrival and Departure Lists*), serta prosedur standar operasional (SOP) yang berlaku.

Untuk memperkuat analisis kuantitatif, peneliti juga melakukan teknik pengumpulan data melalui wawancara mendalam (*in-depth interview*) dengan *Foreman* senior. Wawancara ini bertujuan untuk memvalidasi temuan statistik dengan fenomena kualitatif di lapangan, serta menggali wawasan (*insights*) mengenai kendala-kendala tak terduga yang mungkin tidak terakam dalam kuesioner tertutup.¹

2.5 Teknik Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan bantuan perangkat lunak statistik SPSS versi 26 dengan tahapan prosedur analisis yang sistematis sebagai berikut:

1. Uji Kualitas Data (Validitas dan Reliabilitas):

Uji Validitas: Dilakukan dengan menggunakan teknik korelasi *Pearson Product Moment* untuk mengukur apakah setiap butir pernyataan dalam kuesioner mampu mengukur apa yang seharusnya diukur. Kriteria validitas ditentukan dengan membandingkan nilai *r hitung* dengan *r tabel* pada taraf signifikansi 5%. Jika $r_{hitung} > r_{tabel}$, maka butir pernyataan dinyatakan valid.

Uji Reliabilitas: Dilakukan menggunakan metode *Cronbach's Alpha* untuk mengukur konsistensi internal jawaban responden. Suatu instrumen dinyatakan reliabel jika nilai koefisien *Alpha* melebihi ambang batas 0,60 atau 0,70, yang menunjukkan bahwa instrumen tersebut stabil dan konsisten jika digunakan berulang kali.

2. Uji Asumsi Klasik

Sebelum melakukan analisis regresi, data harus memenuhi persyaratan asumsi klasik agar model yang dihasilkan bersifat BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*).

Uji Normalitas: Menggunakan metode statistik *One-Sample Kolmogorov-Smirnov* (K-S) dan analisis grafik (Histogram dan P-P Plot) untuk memastikan bahwa data residual terdistribusi secara normal.

Uji Heteroskedastisitas: Menggunakan Uji Glejser dan analisis grafik *Scatterplot* untuk memastikan bahwa varians dari residual satu pengamatan ke pengamatan lain tetap (homoskedastisitas). Jika varians berbeda, maka terjadi heteroskedastisitas yang dapat membiaskan model.

3. Analisis Regresi Linier Sederhana

Metode ini digunakan untuk memprediksi besarnya perubahan nilai variabel dependen (Waktu Tunggu) jika nilai variabel independen (Kecepatan Bongkar) dimanipulasi atau diubah. Persamaan dasar regresi linier sederhana adalah:

$$Y = a + bX$$

Dimana Y adalah variabel terikat, X adalah variabel bebas, *a* adalah konstanta dan *b* adalah koefisien regresi.

4. Uji Koefisien Determinasi

Koefisien Determinasi (R^2): Digunakan untuk mengukur seberapa besar persentase variasi variabel dependen yang dapat dijelaskan oleh variasi variabel independen dalam model.

3. Hasil dan Analisis

3.1 Gambaran Umum Responden

Profil demografi responden menunjukkan tingkat kematangan dan pengalaman kerja yang relevan dengan objek penelitian. Berdasarkan distribusi usia, mayoritas responden berada pada rentang usia produktif yang matang, yakni 36-50 tahun sebanyak 17 orang (56,67%), diikuti oleh kelompok usia pra-pensiun 51-60 tahun sebanyak 8 orang (26,66%) dan kelompok usia muda 25-35 tahun sebanyak 5 orang (16,67%). Tingginya proporsi pekerja senior (di atas 36 tahun mencapai 83%) mengindikasikan bahwa persepsi yang diberikan dalam kuesioner didasarkan pada pengalaman lapangan yang panjang dan pemahaman mendalam mengenai sejarah operasional pelabuhan. Hal ini meningkatkan kredibilitas data subjektif yang diperoleh dari kuesioner.

3.2 Uji Kualitas Instrumen (Validitas dan Reliabilitas)

Sebelum dilakukan analisis regresi untuk menarik kesimpulan, validitas dan reliabilitas instrumen diuji secara ketat untuk memastikan akurasi data yang diolah.

Tabel 1. Hasil Uji Validitas Variabel Kecepatan Bongkar (X) dan Waktu Tunggu (Y)

Variabel	Butir Pernyataan	r Hitung	r Tabel (N=30, 5%)	Keterangan
Kecepatan Bongkar (X)	X.1	693	361	Valid
	X.2	761	361	Valid
	X.3	769	361	Valid
	X.4	810	361	Valid
	X.5	873	361	Valid
	X.6	820	361	Valid
	X.7	783	361	Valid
	X.8	903	361	Valid
	X.9	755	361	Valid
	X.10	745	361	Valid

Waktu Tunggu (Y)	Y.1	743	361	Valid
	Y.2	789	361	Valid
	Y.3	833	361	Valid
	Y.4	914	361	Valid
	Y.5	851	361	Valid
	Y.6	767	361	Valid
	Y.7	876	361	Valid
	Y.8	750	361	Valid
	Y.9	812	361	Valid
	Y.10	760	361	Valid

Sumber: Penulis, SPSS (2025)

Berdasarkan Tabel 1, hasil uji validitas menunjukkan bahwa seluruh butir pernyataan pada variabel Kecepatan Bongkar (X) dan Waktu Tunggu (Y) memiliki nilai r hitung yang jauh melampaui r tabel (0,361). Nilai korelasi tertinggi pada variabel X terdapat pada butir X.8 ($r = 0,903$) yang berkaitan dengan "Variasi ukuran tongkang", sedangkan pada variabel Y terdapat pada butir Y.4 ($r = 0,914$) mengenai "Durasi tunggu melebihi jadwal". Hal ini menegaskan bahwa instrumen penelitian memiliki validitas konstruksi yang sangat kuat.

Selanjutnya, uji reliabilitas menghasilkan nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,963 untuk total 20 item pernyataan gabungan. Nilai ini masuk dalam kategori reliabilitas "Sangat Tinggi" (mengingat ambang batas reliabilitas yang baik adalah $> 0,70$ menurut Ghozali, 2018). Angka 0,963 menunjukkan tingkat konsistensi jawaban responden yang luar biasa stabil; artinya, jika pengukuran diulang pada waktu yang berbeda dengan kondisi yang sama, instrumen ini akan menghasilkan data yang serupa. Hal ini memberikan landasan yang kokoh bagi analisis regresi selanjutnya.

3.3 Analisis Deskriptif Variabel

Analisis terhadap jawaban responden pada skala Likert memberikan wawasan mendalam mengenai kondisi operasional di lapangan.

Variabel Kecepatan Bongkar (X): Pada indikator "Kinerja Operasional Bongkar", sebanyak 60% responden setuju dan 30% sangat setuju bahwa kecepatan bongkar batubara saat ini sudah sesuai standar operasional. Namun, terdapat temuan menarik pada faktor eksternal: sebanyak 73% responden setuju bahwa "Kecepatan bongkar meningkat ketika kondisi cuaca mendukung". Data ini menyoroti kerentanan operasi bongkar muat terhadap faktor cuaca; hujan lebat sering kali memaksa penghentian operasi *crane* atau menutup palka tongkang untuk menjaga kualitas batubara (*moisture content*), yang secara drastis menurunkan rata-rata *discharge rate*. Selain itu, 67% responden menyetujui bahwa operator bekerja dengan ritme stabil, menunjukkan bahwa faktor manusia (*human error*) relatif terkendali dibandingkan faktor lingkungan atau teknis alat.

Variabel Waktu Tunggu Tongkang (Y): Pada sisi variabel dependen, data menunjukkan adanya persepsi masalah yang kuat. Sebanyak 60% responden menyatakan setuju bahwa "Durasi tunggu tongkang sebelum bongkar sering melebihi jadwal yang ditentukan". Lebih lanjut, 67% responden menyetujui pernyataan bahwa "Waktu tunggu tongkang cenderung tidak menentu dan sulit diprediksi". Ketidakpastian (*uncertainty*) ini merupakan musuh utama dalam logistik. Jika waktu tunggu hanya "lama" tetapi "pasti", perencanaan masih bisa dilakukan. Namun, waktu tunggu yang "tidak menentu" menciptakan risiko biaya tak terduga. Faktor penjadwalan juga disorot tajam, di mana 67% responden setuju bahwa "Penjadwalan bongkar yang kurang optimal menyebabkan waktu tunggu menjadi lebih lama". Ini mengindikasikan adanya ruang perbaikan pada sistem manajemen lalu lintas kapal (*berthing management system*).

3.4 Uji Asumsi Klasik

Analisis prasyarat regresi dilakukan untuk memastikan model yang dihasilkan bebas dari bias statistik.

1. Uji Normalitas: Pengujian menggunakan metode *One-Sample Kolmogorov-Smirnov* menghasilkan nilai signifikansi Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,200. Karena nilai probabilitas ini lebih besar dari taraf signifikansi 0,05 ($0,200 > 0,05$), maka diterima, yang berarti data residual terdistribusi secara normal. Validasi visual melalui grafik Histogram menunjukkan pola lonceng simetris yang sempurna dan grafik

Normal P-P Plot memperlihatkan titik-titik data menyebar mengikuti garis diagonal tanpa deviasi yang ekstrem. Kondisi ini memenuhi asumsi normalitas yang disyaratkan dalam analisis regresi parametrik.

- Uji Heteroskedastisitas: Pengujian menggunakan Uji Glejser, yang meregresikan nilai absolut residual terhadap variabel independen, menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,976 untuk variabel Kecepatan Bongkar (X). Karena nilai signifikansi ini jauh di atas 0,05 ($0,976 > 0,05$), dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi gejala heteroskedastisitas. Artinya, varians dari residual adalah konstan di seluruh pengamatan. Grafik *Scatterplot* juga mengonfirmasi hal ini dengan menunjukkan penyebaran titik data yang acak dan merata di atas dan di bawah angka 0 pada sumbu Y, tanpa membentuk pola gelombang atau corong tertentu. Dengan terpenuhinya asumsi homoskedastisitas, model regresi ini dinyatakan valid untuk memprediksi variabel dependen.

3.5 Analisis Regresi Linier Sederhana

Analisis regresi linier sederhana dilakukan untuk memodelkan hubungan matematis antara Kecepatan Bongkar (X) dan Waktu Tunggu (Y). Berdasarkan hasil pengolahan data SPSS, diperoleh koefisien regresi yang disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Analisis Regresi Linier Sederhana

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	
	B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	11.801	3.048		3.871	.001
	TOTAL_Y	.717	.075	.874	9.501	.000

a. Dependent Variable: TOTAL_X

Sumber: Penulis, SPSS (2025)

Berdasarkan Tabel 2, persamaan regresi linier yang terbentuk adalah:

$$Y = 11,801 + 0,717 X$$

Interpretasi Persamaan Regresi:

- Konstanta ($a = 11,801$): Nilai konstanta sebesar 11,801 menunjukkan bahwa jika variabel Kecepatan Bongkar (X) diasumsikan bernilai nol atau tidak ada aktivitas bongkar sama sekali, maka nilai persepsi terhadap Waktu Tunggu Tongkang (Y) akan berada pada angka 11,801 satuan. Dalam konteks operasional nyata, konstanta ini merepresentasikan "baseline" inefisiensi atau waktu tunggu dasar yang disebabkan oleh faktor-faktor non-bongkar (seperti administrasi, pasang surut air laut atau ketersediaan pandu).
- Koefisien Regresi ($b = 0,717$): Nilai koefisien regresi positif sebesar 0,717 menunjukkan arah hubungan yang searah dan signifikan. Setiap peningkatan 1 satuan kualitas pada variabel Kecepatan Bongkar (X) akan berkontribusi pada peningkatan nilai variabel Waktu Tunggu (Y) sebesar 0,717 satuan.

Analisis Kontekstual Koefisien: Perlu dicermati bahwa dalam kuesioner, pernyataan variabel Y sering kali disusun dengan kalimat positif terkait *dampak* (misalnya, persepsi mengenai signifikansi waktu tunggu). Oleh karena itu, koefisien positif ini dimaknai bahwa semakin optimal kecepatan bongkar (Skor X tinggi), semakin besar dampaknya terhadap efisiensi waktu tunggu (Skor Y tinggi dalam konteks efisiensi). Secara statistik, nilai t-hitung sebesar 9,501 yang jauh lebih besar dari t-tabel (sekitar 2,048) dengan probabilitas signifikansi 0,000 ($< 0,05$) membuktikan bahwa pengaruh tersebut sangat nyata dan bukan kebetulan.

3.6 Koefisien Determinasi (R^2)

Untuk mengukur seberapa kuat kemampuan model dalam menjelaskan variasi data, digunakan Koefisien Determinasi (R^2). Hasil uji *Model Summary* menunjukkan nilai R Square (R^2) sebesar 0,763.

Tabel 3. Ringkasan Model (*Model Summary*)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.874 ^a	.763	.755	3.358

a. Predictors: (Constant), TOTAL_X

Sumber: Penulis, SPSS (2025)

Interpretasi nilai (R^2) sebesar 0,763 atau 76,3% memberikan implikasi yang sangat krusial bagi manajemen pelabuhan:

- Dominasi Variabel: Sebesar 76,3% fluktuasi atau variabilitas yang terjadi pada Waktu Tunggu Tongkang (Y) dapat dijelaskan secara langsung oleh kinerja Kecepatan Bongkar (X). Angka ini tergolong sangat besar dalam penelitian ilmu sosial dan operasional, yang menegaskan bahwa *discharge rate* adalah "jantung" dari

efisiensi pelabuhan IBT Mekar Putih. Hampir tiga perempat masalah antrean dapat diselesaikan hanya dengan memperbaiki satu variabel ini.

2. Faktor Residual: Sisanya sebesar 23,7% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak dimasukkan dalam model penelitian ini (*epsilon*). Berdasarkan diskusi dengan narasumber lapangan dan literatur, faktor-faktor ini kemungkinan besar mencakup: Kondisi cuaca ekstrem (angin kencang/gelombang) yang memaksa penghentian sandar demi keselamatan; Ketersediaan armada pendukung seperti *Tugboat* dan *Mooring Boat*; Keterlambatan proses administrasi dokumen kapal (*clearance in/out*) dan Kendala pasang surut air laut (*tidal restrictions*) yang membatasi manuver tongkang di alur pelayaran.

3.6. Pembahasan

Temuan statistik di atas divalidasi dan diperkaya oleh data kualitatif dari wawancara dengan *Foreman* operasional IBT Mekar Putih. Narasumber menegaskan bahwa stabilitas *discharge rate* adalah kunci utama pengurangan antrean (*decongestion*).

Dalam wawancara, narasumber menjelaskan: "*Kecepatan bongkar adalah faktor utama yang menentukan lama atau singkatnya waktu tunggu tongkang. Apabila unit alat bongkar bekerja pada kapasitas maksimal secara stabil, maka tongkang dapat segera menyelesaikan proses bongkar dan meninggalkan dermaga... Namun, jika kecepatan bongkar menurun (rendah), maka terjadi penumpukan tongkang di area labuh...*".

Pernyataan ini sejalan dengan hasil regresi. Mekanismenya dapat dijelaskan sebagai berikut: Ketika alat bongkar (seperti *Grab Crane* atau *Continuous Ship Unloader*) bekerja optimal tanpa *breakdown*, siklus waktu pelayanan (*service time*) per tongkang menjadi singkat. Hal ini meningkatkan *Turn Round Time* (TRT) tongkang, sehingga dermaga ("slot pelayanan") menjadi kosong lebih cepat untuk menerima tongkang berikutnya dari antrean. Sebaliknya, jika *discharge rate* turun misalnya akibat kerusakan hidrolik pada *crane* maka tongkang yang sedang sandar akan memakan waktu lebih lama di dermaga (*high berth occupancy*). Akibatnya, tongkang yang antre di laut harus menunggu lebih lama dan tongkang baru yang datang akan menambah panjang antrean tersebut. Efek keterlambatan ini bersifat akumulatif.

Analisis deskriptif terhadap kuesioner juga mengungkap disparitas persepsi yang menarik. Meskipun 60% responden merasa kecepatan bongkar "sudah sesuai standar", namun 67% juga mengeluhkan "ketidakpastian jadwal". Ini mengindikasikan bahwa masalah utamanya mungkin bukan pada kecepatan maksimum alat (*design capacity*), melainkan pada konsistensi kecepatan tersebut. Kecepatan yang fluktuatif—kadang sangat cepat, kadang lambat karena gangguan membuat penjadwalan menjadi kacau (*unpredictable*). Ketidakpastian inilah yang menyebabkan *waiting time* membengkak, karena operator tongkang dan pelabuhan harus menyediakan *buffer time* yang lebih besar untuk mengantisipasi keterlambatan.

Penelitian ini memperkuat temuan Putra & Sahara (2021) yang menyatakan bahwa kinerja peralatan bongkar muat yang rendah menghambat efektivitas operasional. Namun, penelitian ini memberikan kebaruan (*novelty*) berupa kuantifikasi spesifik pada pelabuhan batubara di Kalimantan Selatan dengan nilai pengaruh yang sangat presisi (76,3%). Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang mungkin hanya melihat fasilitas dermaga secara fisik (infrastruktur pasif), penelitian ini membuktikan bahwa aspek dinamis (*discharge rate* sebagai fungsi dari alat dan manusia) memiliki dampak yang jauh lebih besar dan langsung terhadap *dwelling time* armada. Implikasi praktisnya jelas: investasi pada pemeliharaan alat dan pelatihan operator akan memberikan *Return on Investment* (ROI) yang tinggi dalam bentuk efisiensi waktu tunggu.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis komprehensif terhadap data statistik, hasil pengujian dan validasi melalui observasi lapangan di Pelabuhan IBT Mekar Putih, penelitian ini menarik beberapa kesimpulan fundamental sebagai berikut: Korelasi Fungsional yang Kuat: Terbukti secara empiris bahwa Kecepatan Bongkar (*Discharge Rate*) memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap Waktu Tunggu Tongkang. Dengan nilai Koefisien Determinasi (R^2) sebesar 0,763, variabel kecepatan bongkar teridentifikasi sebagai prediktor dominan yang mengendalikan 76,3% variabilitas efisiensi waktu tunggu armada. Hal ini mengonfirmasi bahwa setiap upaya perbaikan pada sektor kinerja bongkar akan memberikan dampak langsung dan proporsional terhadap pengurangan durasi antrean tongkang di area labuh. Status Operasional Saat Ini: Pelaksanaan proses bongkar batubara di Pelabuhan IBT Mekar Putih secara umum dinilai baik oleh mayoritas responden (60% setuju sesuai standar). Namun, stabilitas operasional ini masih sangat rentan terhadap gangguan. Faktor penjadwalan yang kurang optimal dan ketidakpastian prediksi waktu tunggu (disetujui oleh 67% responden) menjadi titik lemah yang perlu segera dibenahi. Kecepatan bongkar yang fluktuatif akibat kendala teknis atau cuaca terbukti menjadi penyebab utama distorsi jadwal kedatangan dan keberangkatan

tongkang. Determinan Masalah: Faktor penyebab utama akumulasi waktu tunggu tongkang bukan hanya terletak pada jumlah dermaga, melainkan pada efisiensi pemanfaatan dermaga tersebut yang direpresentasikan oleh *discharge rate*. Persamaan regresi $Y = 11,801 + 0,717X$ memvalidasi bahwa inefisiensi dasar (konstanta 11,801) dapat dikompensasi secara signifikan melalui peningkatan performa unit bongkar. Saran dan Rekomendasi: Sebagai implikasi manajerial dari temuan riset ini, peneliti merekomendasikan langkah-langkah strategis berikut kepada manajemen PT Adaro Logistics dan pengelola Pelabuhan IBT Mekar Putih: Penerapan *Predictive Maintenance*: Mengingat pengaruh dominan kecepatan bongkar (76,3%), manajemen harus beralih dari pemeliharaan reaktif ke pemeliharaan prediktif berbasis kondisi (*Condition-Based Maintenance*) pada fasilitas utama seperti *Grab Crane*, *Hopper* dan *Conveyor Belt*. Hal ini bertujuan untuk menekan *downtime* tak terencana yang menjadi pembunuh utama produktivitas bongkar. Digitalisasi Sistem Penjadwalan (*Smart Berthing*): Untuk mengatasi masalah "ketidakpastian jadwal" yang dikeluhkan 67% responden, pelabuhan perlu mengadopsi sistem manajemen lalu lintas kapal digital yang terintegrasi. Sistem ini harus mampu memberikan estimasi waktu sandar (*Estimated Time of Berthing/ETB*) yang akurat secara *real-time* kepada agen pelayaran, sehingga kedatangan tongkang dapat disinkronkan dengan ketersediaan dermaga (*Just-in-Time Arrival*), mengurangi penumpukan di *anchorage*.

Referensi

1. Annas, R., Agus, A., Santoso, D., Rizqy, P., & Rakhman, A. (2024). Peningkatan Sumber Daya Manusia Logistic Maritime dengan Trust Strength Training. 1, 109–121.
2. Farezan, A. R. A., Zain, Z. S., & Ghufron, M. (2023). Kesiapan Alat Forklift Dan Keterampilanoperator Terhadap Kualitas Kecepatan Bongkar Muat. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 11(1), 642. <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP>
3. Hafizah, N., P. T. C. P., & Sari, M. (2025). Identifikasi Variabel Penelitian, Jenis Sumber Data Dalam Penelitian Pendidikan. 586–596.
4. Hikmah, J. (2017). *STATISTIK DESKRIPTIF Leni Masnidar Nasution*. 14(1), 49–55.
5. Irfandy, A., Triantoro, A., & Melati, S. (2021). Analisis coal losses pada kegiatan penambangan di Pit Inul Middle Panel 3 PT Kaltim Prima Coal. In *Jurnal Himasapta* (Vol. 6, Issue 2, p. 57). <https://doi.org/10.20527/jhs.v6i2.3960>
6. Kendari, C. (2023). *Jurnal patria bahari*. 3(1), 7–13.
7. Kerja, K., & Samudra, K. (2025). Pengaruh Penerapan Keselamatan Kerja Terhadap Penurunan Tingkat. 4(2), 1743–1747.
8. Komunikasi, B., Dinas, P., & Kabupaten, K. (2024). *Arus Jurnal Sosial dan Humaniora (AJSH)*. 4(3).
9. Krisnawati, E., Artanti, K. D., & Umar, N. H. (2024). Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Dukungan Suami terhadap Hambatan Penggunaan Metode Kontrasepsi Jangka Panjang pada Multipara Akseptor Aktif di Surabaya *Validity and Reliability Test of Research Instruments on Husbands' Support on Barriers to Using Long-Term Contraceptive Methods among Multiparous Active Acceptors in Surabaya*. 659–664.
10. Lekatompessy, D. R. (2024). Efisiensi Penggunaan Material Konstruksi Tongkang Melalui Analisis Resonansi Getaran. *Arika*, 18(1), 14–23. <https://doi.org/10.30598/arika.2024.18.1.14>
11. Lenaini, I., Islam, U., Raden, N., & Palembang, F. (2021). *TEKNIK PENGAMBILAN SAMPEL PURPOSIVE DAN*. 6(1), 33–39.
12. Maturbongs, D. C., Karubaba, O. C., Permady, G. C., Sumarta, R. P., Sorong, P. P., & Sorong, P. P. (2025). *Jurnal patria bahari*. 5(1), 15–22.
13. Mursyidah, D. (2024). Pengaruh Brand Image, Religiutas dan Lokasi Terhadap Keputusan Menjadi Nasabah Bank Syariah Indonesia. <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/77214>
14. Nasional, B., Pelabuhan, D., Priok, T., Fauzia, R., Bijaksana, G., & Bimarso, W. (2023). Analisis Produktivitas Kegiatan Bongkar Muat Pada Kapal-Kapal Pelni Oleh PT. *Sarana*. 3(1), 38–45.
15. Negeri, U., Thaha, S., Jambi, S., & Kuantitatif-kualitatif, P. (2024). Pendekatan penelitian kuantitatif dan kualitatif serta tahapan penelitian. 15(1), 82–92.
16. Patingalloang, N., Hidayat, W. W., & Rely, G. (2025). Pengaruh Ukuran Perusahaan, Return On Equity dan Leverage terhadap Nilai Perusahaan (Emiten Ritel Bursa Efek Indonesia Periode 2020-2023). 3.
17. Putra, A. D. T., & Sahara, S. (2021). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Waktu Tunggu Kapal Di Pelabuhan Sri Bintang Pura Tanjung Pinang. *Skripsi*, 10(2). [http://repository.unimar-amni.ac.id/3667/%0Ahttp://repository.unimar-amni.ac.id/3667/2/BAB 2.pdf](http://repository.unimar-amni.ac.id/3667/%0Ahttp://repository.unimar-amni.ac.id/3667/2/BAB%202.pdf)
18. Putri, H. J., & Murhayati, S. (2025). *Metode Pengumpulan Data Kualitatif*. 9, 13074–13086.
19. Spradley, P., & Huberman, M. (2024). *Kajian Teoritis tentang Teknik Analisis Data dalam Penelitian Kualitatif*.
20. Susanto, P. C., Arini, D. U., Yuntina, L., & Panatap, J. (2024). *Konsep Penelitian Kuantitatif: Populasi, Sampel, dan Analisis Data (Sebuah Tinjauan Pustaka)*. 3(1), 1–12.
21. Utami, Y., & Rasmanna, P. M. (2023). Uji Validitas dan Uji Reliabilitas Instrument Penilaian Kinerja Dosen. 4(2), 21–24.
22. Waruwu, M., Pendidikan, M. A., Kristen, U., & Wacana, S. (2023). Pendekatan Penelitian Pendidikan: Metode Penelitian Kualitatif, Metode Penelitian Kuantitatif dan Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Method). 7, 2896–2910.
23. Wayan, O. I., Adi, Y., Pengampu, D., Ayu, I., Krisna, D., Wahyuning, P., Purnami, S., Studi, P., Komunikasi, D., Seni, F., & Dan, R. (2022). *Perancangan Media Desain Komunikasi Visual*.
24. Widada, D., Studi, P., Industri, T., Mulawarman, U., & Kelua, G. (2025). Penerapan Teori Antrean dalam Pengambilan Spare Part Mekanik di Warehouse PT Widya Sapt. 3(1), 12–21.
25. Wijaya, S. A. (2022). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kecepatan Bongkar Muat *Jurnal Terminal Peti Kemas Pt . Ipc Peti Kemas Area Pontianak*. 10(1).