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

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
6 (2) 2026, Page: 29972-29983

ANALISIS PENERAPAN APLIKASI PELINDO TERMINAL OPERATING SYSTEM MULTIPURPOSE (PTOS-M) TERHADAP OPERASIONAL PELABUHAN DI PT BERLIAN MANYAR SEJAHTERA

Muhammad Teguh Santoso[1], Indah Ayu Johanda Putri[2], Bugi Nugraha[3], Henna Nurdiansari[4]

[1,2,3]Program Studi Sarjana Terapan Transportasi Laut, Politeknik Pelayaran Surabaya
[4]Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya

Corresponding Author Muhammad Teguh Santoso E-mail: muhammadteguh1603@gmail.com, indahayu@poltekpel-sby.ac.id, bugi.nugraha@poltekpel-sby.ac.id , henna.nurdiansari@poltekpel-sby.ac.id,

Published: Juni , 2026

ABSTRACT

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh meningkatnya kebutuhan digitalisasi operasional pelabuhan untuk mendukung efisiensi bong kar muat di terminal multipurpose. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penerapan Pelindo Terminal Operating System Multipurpose (PTOS-M) terhadap operasional pelabuhan di PT. Berlian Manyar Sejahtera. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif eksplanatori dengan populasi 147 kapal dan teknik sensus sebagai sampel. Instrumen penelitian meliputi observasi, dokumentasi, dan studi pustaka, sedangkan data dianalisis menggunakan statistik deskriptif, uji asumsi klasik, regresi linier berganda, uji t, uji F, dan koefisien determinasi dengan bantuan SPSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan PTOS-M berpengaruh signifikan terhadap Idle Time dan Not Operation Time dengan arah hubungan negatif, sedangkan produktivitas bongkar muat tidak berpengaruh signifikan secara parsial. Model regresi juga terbukti layak dan memiliki daya jelaskan yang sangat kuat. Kesimpulannya, PTOS-M efektif meningkatkan efisiensi dan kelancaran operasional pelabuhan, sehingga implementasinya perlu terus dioptimalkan dalam pengelolaan terminal multipurpose.

Keyword : Digital Port Operations, Idle Time, Not Operation Time, Port Efficiency, Terminal Operating System

© 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

Indonesia sebagai negara kepulauan menjadikan transportasi laut bukan sekadar moda logistik, melainkan infrastruktur strategis yang menopang konektivitas antarpulau, arus barang, dan daya saing perdagangan nasional dalam rantai pasok global. Dalam dua hingga tiga tahun terakhir, literatur menunjukkan bahwa digitalisasi pelabuhan, integrasi sistem terminal, dan otomasi proses bongkar muat menjadi agenda utama untuk merespons tekanan efisiensi, transparansi, dan kecepatan layanan di sektor maritim. Sejalan dengan itu, pelabuhan modern dituntut tidak hanya berfungsi sebagai titik singgah kapal, tetapi juga sebagai simpul logistik yang mampu mengurangi waktu tunggu, mempercepat aliran muatan, dan meningkatkan koordinasi antarpelaku usaha.

Pada konteks Indonesia, kebutuhan tersebut semakin relevan karena aktivitas pelabuhan tidak hanya berpusat pada terminal peti kemas, tetapi juga pada terminal multipurpose yang menangani curah kering dengan karakter operasional yang lebih dinamis dan sangat bergantung pada sinkronisasi alat, tenaga kerja, dan sistem informasi. PT. Berlian Manyar Sejahtera di kawasan JIIPE merupakan contoh nyata terminal multipurpose yang menangani komoditas seperti pupuk, klinker, gula, dan

gandum dalam volume besar, sehingga efisiensi bongkar muat menjadi faktor penentu produktivitas layanan. Implementasi sistem digital seperti PTOS-M menjadi penting karena mampu menstandardisasi alur pelayanan, memperpendek port stay, dan meminimalkan deviasi operasional yang berpotensi menambah biaya serta memperlambat sirkulasi kapal dan barang.

Sejumlah studi terdahulu menegaskan bahwa penerapan terminal operating system dan digitalisasi pelabuhan berkontribusi positif terhadap produktivitas operasional. Penelitian terbaru pada konteks PTOS-M menunjukkan bahwa sistem tersebut berpengaruh positif dan signifikan terhadap produktivitas bongkar muat, serta mendukung peningkatan efektivitas operasional terminal multipurpose. Temuan serupa juga muncul pada kajian digitalisasi pelabuhan yang menekankan bahwa sistem terintegrasi mampu mempercepat proses administrasi, meningkatkan transparansi, dan menurunkan waktu tunggu kapal melalui integrasi data antarpihak.

Namun demikian, hasil penelitian sebelumnya belum sepenuhnya konsisten dan masih menyisakan beberapa keterbatasan penting. Sebagian studi lebih banyak berfokus pada terminal peti kemas atau pelabuhan dengan karakteristik operasional yang berbeda, sehingga belum cukup merepresentasikan kondisi terminal multipurpose yang mengandalkan kombinasi ship crane, grab bucket, dan truck losing seperti di PT. Berlian Manyar Sejahtera. Selain itu, penelitian terdahulu cenderung menilai digitalisasi dari sisi umum efisiensi sistem, tetapi belum secara spesifik menguji bagaimana PTOS-M memengaruhi produktivitas bongkar muat dalam operasi curah kering yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi, keterlibatan alat yang beragam, dan potensi bottleneck pada area dermaga.

Berdasarkan celah tersebut, penelitian ini menegaskan bahwa masih terdapat research gap antara klaim umum mengenai efektivitas digitalisasi pelabuhan dan bukti empiris yang benar-benar menjelaskan dampak PTOS-M pada operasional terminal multipurpose curah kering. Dengan demikian, problem statement penelitian ini adalah sejauh mana penerapan PTOS-M berpengaruh terhadap efektivitas operasional pelabuhan dan produktivitas bongkar muat di PT. Berlian Manyar Sejahtera, terutama dalam konteks kegiatan bongkar muat berbasis crane kapal dan truck losing yang menuntut koordinasi waktu, data, dan sumber daya secara presisi.

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penerapan PTOS-M terhadap operasional pelabuhan serta menguji pengaruh produktivitas bongkar muat berbasis aplikasi tersebut pada kinerja layanan PT. Berlian Manyar Sejahtera. Urgensi studi ini terletak pada kebutuhan industri pelabuhan Indonesia untuk memperkuat digitalisasi yang tidak hanya bersifat administratif, tetapi juga berdampak langsung pada efisiensi operasional, penurunan port stay, dan peningkatan produktivitas terminal multipurpose. Kebaruan penelitian ini terletak pada fokus empirisnya terhadap implementasi PTOS-M pada terminal curah kering multipurpose yang belum banyak dikaji, sehingga kontribusinya tidak hanya memperluas literatur tentang digital port operations, tetapi juga menyediakan bukti praktis bagi pengelola terminal dalam merancang standardisasi operasional yang lebih efektif, adaptif, dan terukur.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan **kuantitatif** dengan desain eksplanatori, yaitu pendekatan yang bertujuan menguji hubungan dan pengaruh antarkonsep secara terukur melalui data numerik, statistik, dan prosedur analisis inferensial. Secara konseptual, metode penelitian dipahami sebagai cara ilmiah untuk memperoleh data dengan tujuan dan kegunaan tertentu, sedangkan penelitian kuantitatif menekankan pengukuran objektif atas fenomena yang diteliti untuk menguji hipotesis yang telah dirumuskan sebelumnya (Sugiyono, 2021; Sudaryono, 2021). Dalam kerangka penelitian ini, pendekatan kuantitatif dipandang paling relevan karena objek kajian berupa penerapan PTOS-M, produktivitas bongkar muat, serta operasional pelabuhan dapat dinyatakan dalam bentuk data angka, diolah secara statistik, dan dibandingkan sebelum serta sesudah penerapan sistem pada konteks operasional PT. Berlian Manyar Sejahtera. Sejalan dengan itu, pendekatan ini juga konsisten dengan prinsip penelitian terapan yang menempatkan data lapangan sebagai dasar pengujian hubungan antarvariabel secara empiris, sistematis, dan dapat direplikasi (Creswell & Creswell, 2021; Emzir, 2022).

Penelitian dilaksanakan di PT. Berlian Manyar Sejahtera, kawasan JIIPE, Gresik, Jawa Timur, Indonesia, selama periode Juli 2024 sampai Juli 2025. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada pertimbangan bahwa perusahaan tersebut merupakan terminal multipurpose yang telah menerapkan Pelindo Terminal Operating System Multipurpose PTOS-M dalam aktivitas bongkar muat curah kering, sehingga relevan untuk dianalisis secara operasional dan metodologis. Unit analisis dalam penelitian ini adalah aktivitas kapal yang melakukan bongkar muat dan terekam dalam sistem operasional perusahaan selama periode September 2024 sampai Agustus 2025. Dari populasi sebanyak 147 kapal, penelitian ini menggunakan teknik sensus, yaitu seluruh populasi dijadikan sampel karena jumlahnya masih terjangkau untuk diteliti secara menyeluruh dan tersedia data operasional yang lengkap. Penggunaan sensus dalam penelitian kuantitatif dapat memperkuat validitas internal ketika seluruh elemen populasi yang relevan diikutkan dalam analisis, terutama saat data bersifat administratif dan terdokumentasi secara konsisten (Sugiyono, 2021; Creswell & Creswell, 2021).

Variabel penelitian terdiri atas variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas pertama adalah **penggunaan PTOS-M (X1)**, yang dioperasionalkan sebagai tingkat pemanfaatan sistem digital dalam merekap dan mengelola aktivitas operasional pelabuhan, dihitung melalui persentase aktivitas yang tercatat dalam PTOS-M dibandingkan total aktivitas operasional pada periode tertentu. Variabel bebas kedua adalah **produktivitas bongkar muat (X2)**, yang diukur menggunakan indikator ton/gang/hour atau T/G/H, yakni jumlah tonase yang ditangani setiap gang kerja dalam satu jam kerja efektif, dengan komponen perhitungan meliputi total tonase, jumlah gang per hari, dan effective time. Sementara itu, variabel terikat adalah **operasional pelabuhan bongkar muat (Y)**, yang direpresentasikan oleh indikator Idle Time dan Not Operation Time. Idle Time menunjukkan waktu tidak produktif selama kegiatan bongkar muat, sedangkan Not Operation Time menggambarkan waktu henti yang direncanakan dalam operasional kapal. Definisi operasional ini disusun agar pengukuran lebih terarah, terstandar, dan mudah dianalisis secara statistik, selaras dengan prinsip operasionalisasi variabel dalam penelitian kuantitatif terapan (Sugiyono, 2021; Sudaryono, 2022). Dalam konteks pelabuhan, pengukuran berbasis waktu dan output operasional juga sejalan dengan kajian produktivitas pelabuhan modern yang menekankan pentingnya waktu tunggu, efisiensi proses, dan sinkronisasi sistem digital dengan arus kerja lapangan.

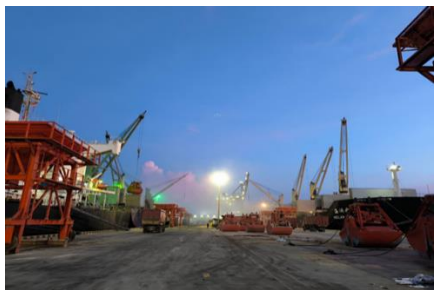
Sumber data dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung terhadap kegiatan bongkar muat dan rekapitulasi kinerja waktu bulanan PT. Berlian Manyar Sejahtera, termasuk data yang dihasilkan oleh PTOS-M seperti Idle Time, Not Operation Time, dan time sheet pada daily report produktivitas kapal. Data sekunder diperoleh dari dokumentasi resmi perusahaan, daily report, serta literatur ilmiah yang relevan dengan topik PTOS-M, produktivitas bongkar muat, dan manajemen operasional pelabuhan. Penggabungan sumber data primer dan sekunder ini digunakan untuk memperkuat ketepatan analisis serta memudahkan triangulasi konseptual terhadap fenomena yang diteliti (Emzir, 2022; Creswell & Creswell, 2021). Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi partisipatif, dokumentasi, dan studi pustaka. Observasi digunakan untuk menangkap kondisi nyata proses bongkar muat di lapangan, dokumentasi dipakai untuk menelusuri bukti administrasi operasional, sedangkan studi pustaka berfungsi memperkaya landasan teori dan membandingkan temuan penelitian dengan studi terdahulu. Pendekatan ini sesuai dengan prinsip penelitian kuantitatif yang menekankan keterukuran data dan kejelasan prosedur pengumpulan data untuk mendukung reliabilitas hasil analisis (Sugiyono, 2021; Cresswell, 2021).

Teknik analisis data dilakukan secara bertahap dengan bantuan perangkat lunak SPSS. Tahap awal adalah statistik deskriptif untuk menggambarkan distribusi data pada variabel X1, X2, dan Y agar pola umum kondisi operasional dapat dibaca sebelum analisis inferensial dilakukan. Selanjutnya, dilakukan uji asumsi klasik yang mencakup uji normalitas Shapiro-Wilk, uji multikolinearitas, uji heteroskedastisitas, dan uji autokorelasi. Uji normalitas digunakan untuk memastikan data residual berdistribusi normal, uji multikolinearitas untuk memastikan tidak ada korelasi tinggi antarvariabel bebas, uji heteroskedastisitas untuk memeriksa kesamaan varians residual, dan uji autokorelasi untuk menilai independensi residual antarobservasi. Setelah seluruh asumsi terpenuhi, analisis dilanjutkan dengan regresi linier berganda untuk menguji pengaruh X1 dan X2 terhadap Y, disertai uji t untuk pengaruh parsial, uji F untuk pengaruh simultan, serta koefisien determinasi untuk menilai besarnya

kontribusi model dalam menjelaskan variabel dependen. Pemilihan regresi linier berganda tepat karena penelitian ini ingin menguji lebih dari satu variabel bebas secara simultan terhadap satu variabel terikat dalam konteks operasional pelabuhan yang terukur secara numerik (Sugiyono, 2021; Sudaryono, 2022; Sungkawa, 2020). Secara metodologis, penggunaan teknik ini juga konsisten dengan praktik penelitian kuantitatif modern yang menuntut pengujian asumsi model secara cermat agar hasil estimasi lebih valid, akurat, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian



Gambar 1 Dermaga PT. Berlian Mnayar Sejahtera

PT. Berlian Manyar Sejahtera (BMS) adalah badan usaha pelabuhan sekaligus perusahaan bongkar muat yang berlokasi di kawasan JIIPE Gresik, dengan kantor di Jl. Raya Manyar Km. 11, Manyar, Gresik, Jawa Timur, serta area dermaga di koordinat 7°05'17"S 112°39'13"E. Perusahaan ini bergerak dalam jasa bongkar muat kargo curah kering dan kargo umum skala internasional, dengan komoditas utama seperti gandum, garam, soybean meal, pupuk MOP, gypsum, bentonite, steel wire, dan steel slab.

Dalam operasionalnya, BMS menggunakan metode truck losing, yaitu muatan dari kapal langsung dipindahkan ke truk melalui hopper untuk dikirim ke gudang consignee. Fasilitas dermaganya terdiri atas sisi dalam sepanjang 400 meter dengan kedalaman -12 LWS dan sisi luar 450 meter dengan kedalaman -14 LWS, yang mampu menampung hingga empat kapal bulk carrier berukuran LOA 170 sampai 190 meter.

Untuk mendukung kegiatan bongkar muat, BMS memiliki 14 unit grab, 4 unit bucket, 14 unit hopper, serta 2 unit shore scale yang digunakan untuk memastikan akurasi penimbangan muatan. Struktur organisasi perusahaan juga menjadi bagian penting dalam mendukung kelancaran operasional pelabuhan.

Deskripsi Variabel Penelitian

Tabel 1. Variabel Penelitian

No	Bulan	PTOS-M (%)	*Ton/Gang/Hour* (Jam)	*Idle Time* (Jam)	*Not Operation Time* (Jam)
1	September	78	1450	142.5	17.8
2	Oktober	80	1600	138.2	16.9
3	November	82	1750	133.6	15.8
4	Desember	85	2100	128.4	14.9
5	Januari	87	1950	122.7	13.7
6	Februari	88	2250	119.3	13.1
7	Maret	90	2050	114.8	12.5
8	April	92	2350	108.6	11.4
9	Mei	94	2450	102.4	10.6
10	Juni	95	1800	99.8	9.9
11	Juli	97	2550	92.3	8.8
12	Agustus	98	2650	89.5	8.1

Berdasarkan data pengamatan selama September hingga Agustus pada 147 kapal, penelitian ini menunjukkan pola hubungan yang jelas antara penggunaan PTOS-M, produktivitas bongkar muat,

dan kinerja operasional pelabuhan. Secara umum, peningkatan pemanfaatan PTOS-M diikuti oleh kenaikan produktivitas bongkar muat, sementara Idle Time dan Not Operation Time cenderung menurun. Pola ini memperlihatkan bahwa digitalisasi operasional melalui PTOS-M berkontribusi positif terhadap efektivitas kegiatan bongkar muat di PT. Berlian Manyar Sejahtera.

Variabel penggunaan PTOS-M menunjukkan tren peningkatan yang konsisten. Pada awal pengamatan, tingkat penggunaan sistem berada pada 78 persen di bulan September dan terus naik hingga mencapai 98 persen pada bulan Agustus, atau meningkat sebesar 20 persen selama satu tahun. Kenaikan ini menandakan bahwa sistem semakin terintegrasi dalam proses kerja dan menunjukkan adaptasi SDM yang semakin baik terhadap sistem digital.

Sejalan dengan itu, produktivitas bongkar muat yang diukur melalui T/G/H juga mengalami peningkatan. Nilainya bergerak dari 1450 ton/gang/hour pada September menjadi 2650 ton/gang/hour pada Agustus, meskipun sempat terjadi penurunan kecil pada Januari. Secara total, produktivitas meningkat 1200 ton/gang/hour, yang menunjukkan adanya perbaikan efisiensi kerja dan pengelolaan operasional yang lebih baik.

Sementara itu, Idle Time menunjukkan penurunan yang konsisten dari 142,5 jam pada September menjadi 89,5 jam pada Agustus. Penurunan sebesar 53 jam ini mencerminkan semakin kecilnya waktu tidak produktif selama kegiatan bongkar muat, baik akibat kendala alat, cuaca, maupun hambatan operasional lainnya.

Selain itu, Not Operation Time juga mengalami penurunan dari 17,8 jam menjadi 8,1 jam selama periode penelitian, atau turun 9,7 jam secara keseluruhan. Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan waktu operasional, termasuk jeda kerja dan pergantian shift, menjadi lebih efisien dan lebih terkendali.

Secara keseluruhan, data deskriptif ini memperlihatkan hubungan yang **berbanding lurus** antara penggunaan PTOS-M dan produktivitas bongkar muat, serta hubungan yang **berbanding terbalik** dengan Idle Time dan Not Operation Time. Artinya, semakin optimal penggunaan PTOS-M, semakin tinggi produktivitas dan semakin rendah waktu tidak produktif dalam operasional pelabuhan.

Berdasarkan temuan tersebut, dapat disimpulkan secara deskriptif bahwa PTOS-M memberikan dampak positif terhadap kinerja operasional pelabuhan di PT. Berlian Manyar Sejahtera. Temuan ini menjadi dasar yang kuat untuk dilanjutkan ke analisis inferensial guna menguji signifikansi pengaruh antarvariabel penelitian.

Hasil Uji Hipotesis

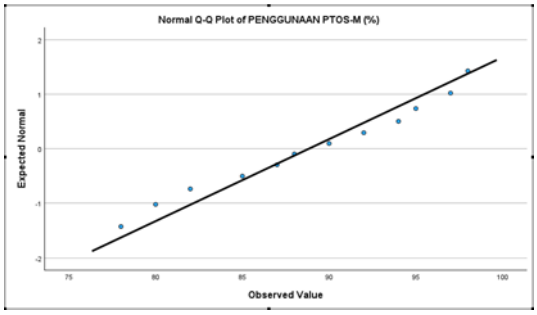
Tabel 2. Hasil Uji Normalitas

No	Variabel	Statistik Shapiro-Wilk	Sig. (p-value)	Keterangan
1	Penggunaan PTOS-M	0,957	0,741	Berdistribusi normal
2	Produktivitas Bongkar Muat (T/G/H)	0,972	0,929	Berdistribusi normal
3	Residual 1 (*Idle time*)	0,898	0,151	Berdistribusi normal
4	Residual 2 (*Not operation time*)	0,956	0,727	Berdistribusi normal

Berdasarkan uji Shapiro-Wilk, seluruh data memenuhi asumsi normalitas karena nilai signifikansi masing-masing variabel dan residual lebih besar dari 0,05. Variabel penggunaan PTOS-M memiliki Sig. 0,741, produktivitas bongkar muat 0,929, residual pertama (*idle time*) 0,151, dan residual kedua (*not operation time*) 0,727, sehingga model regresi layak dilanjutkan ke analisis berikutnya.

Grafik Q-Q plot juga mendukung hasil tersebut karena sebaran titik data berada di sekitar garis diagonal, yang menunjukkan pola distribusi yang mendekati normal.

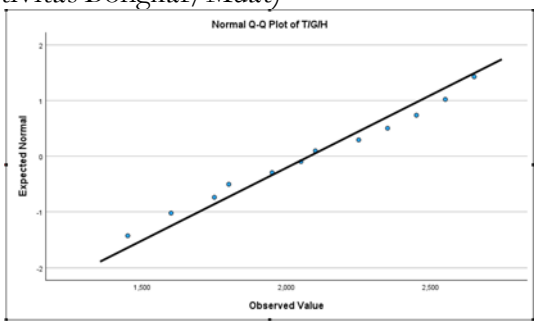
1. Grafik variabel X1 (Penggunaan PTOS-M)



Gambar 1 *Normality Q-Plot X*^{1}

Berdasarkan grafik *Normal Q-Q Plot* pada variabel penggunaan PTOS-M (%), terlihat bahwa titik-titik data menyebar di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi data mendekati distribusi normal, karena dalam uji normalitas melalui Q-Q Plot, data dikatakan normal apabila titik-titik observasi tidak menyimpang jauh dari garis diagonal. Meskipun terdapat sedikit penyimpangan pada beberapa titik, namun masih dalam batas wajar dan tidak membentuk pola tertentu yang signifikan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data penggunaan PTOS-M memenuhi asumsi normalitas dan layak digunakan untuk analisis statistik parametrik.

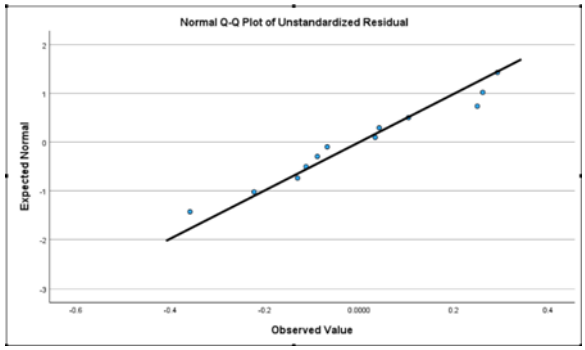
2. Grafik variabel X^2 (Produktivitas Bongkar/Muat)



Gambar 2 *Normality Q-Plot X*^{2}

Berdasarkan grafik *Normal Q-Q Plot* pada variabel produktivitas bongkar muat (T/G/H), terlihat bahwa titik-titik data cenderung mengikuti dan berada di sekitar garis diagonal. Pola ini menunjukkan bahwa distribusi data mendekati distribusi normal, karena tidak terdapat penyimpangan yang signifikan dari garis acuan. Meskipun terdapat sedikit deviasi pada beberapa titik, hal tersebut masih dalam batas wajar dan tidak membentuk pola tertentu seperti lengkungan atau penyimpangan ekstrem. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data produktivitas bongkar muat (T/G/H) memenuhi asumsi normalitas dan layak digunakan dalam analisis statistik parametrik.

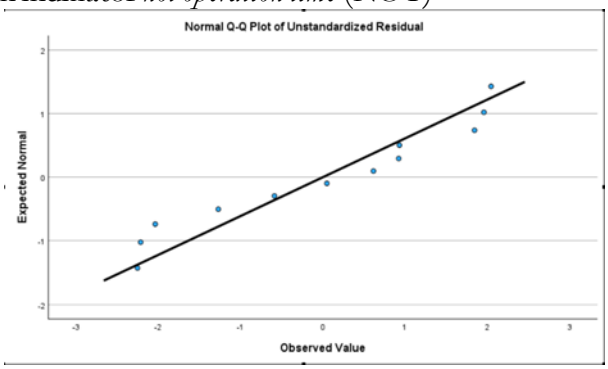
3. Grafik variabel Y dengan Indikator idle time



Gambar 3 *Normality Q-Plot* variabel Y *(Idle Time)*

Berdasarkan grafik Normal Q-Q Plot of *Unstandardized Residual*, terlihat bahwa titik-titik residual menyebar di sekitar garis diagonal dan cenderung mengikuti arah garis tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi residual mendekati distribusi normal. Meskipun terdapat sedikit penyimpangan pada beberapa titik di bagian ujung, namun penyimpangan tersebut masih dalam batas wajar dan tidak membentuk pola yang signifikan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa asumsi normalitas pada model regresi telah terpenuhi, sehingga model layak digunakan untuk analisis lebih lanjut.

4. Grafik variabel Y dengan indikator *not operation time* (NOT)



Gambar 4 *Normality Q-Plot* variabel Y (NOT)

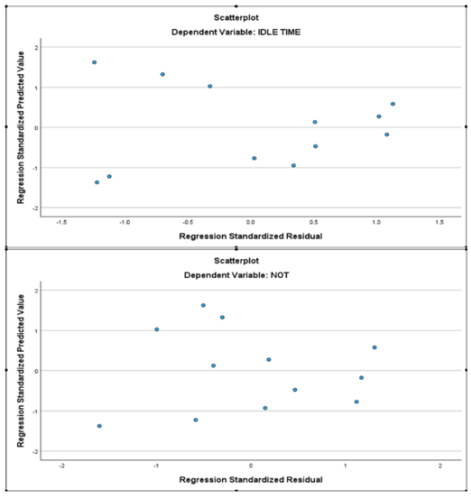
Berdasarkan grafik Normal Q-Q Plot of *Unstandardized Residual*, terlihat bahwa sebagian besar titik residual berada di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi residual mendekati distribusi normal. Meskipun terdapat sedikit penyimpangan pada beberapa titik, terutama di bagian awal dan akhir, namun tidak menunjukkan pola yang signifikan atau menyimpang jauh dari garis diagonal. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa asumsi normalitas pada model regresi telah terpenuhi dan model dapat digunakan untuk analisis selanjutnya.

Tabel 3. Hasil Uji Multikolinearitas

No	Model	Variabel Independen	Tolerance	VIF	Keterangan
1	Idle Time	Penggunaan PTOS-M (%)	0,305	3,276	Tidak terjadi multikolinearitas
2	Idle Time	T/G/H	0,305	3,276	Tidak terjadi multikolinearitas
3	NOT	Penggunaan PTOS-M (%)	0,305	3,276	Tidak terjadi multikolinearitas
4	NOT	T/G/H	0,305	3,276	Tidak terjadi multikolinearitas

Hasil uji multikolinearitas menunjukkan bahwa model regresi penelitian ini bebas dari gejala multikolinearitas. Pada model dengan variabel dependen Idle Time maupun NOT, nilai Tolerance sebesar 0,305 dan VIF sebesar 3,276 masih berada dalam batas yang aman, yaitu Tolerance > 0,10 dan VIF < 10.

Artinya, variabel Penggunaan PTOS-M (%) dan T/G/H tidak memiliki korelasi tinggi yang dapat mengganggu estimasi koefisien regresi, sehingga model layak digunakan untuk analisis berikutnya.



Gambar 5 Uji Heteroskedasitisitas

Berdasarkan grafik scatterplot pada model pertama dengan variabel dependen Idle Time, titik-titik residual menyebar secara acak di atas dan di bawah garis nol tanpa membentuk pola tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat gejala heteroskedastisitas, sehingga asumsi homoskedastisitas terpenuhi.

Pada model kedua dengan variabel dependen NOT, pola penyebaran titik juga serupa, yaitu acak dan tidak membentuk pola mengerucut, melebar, atau bergelombang. Dengan demikian, kedua model regresi dapat dinyatakan bebas dari heteroskedastisitas dan hasil estimasinya lebih stabil serta layak digunakan untuk analisis selanjutnya.

Tabel 1 Hasil Uji Autokorelasi

No	Model	Variabel Dependen	Nilai Durbin-Watson	Interpretasi	Keterangan
1	Model 1	Idle Time	0,660	Terjadi autokorelasi positif	Nilai jauh di bawah 2 menunjukkan adanya korelasi antar residual
2	Model 2	Not Operation Time (NOT)	1,478	Autokorelasi rendah	Nilai mendekati 2 menunjukkan residual relatif independen

Hasil uji autokorelasi menunjukkan bahwa model dengan variabel dependen Idle Time masih mengandung indikasi autokorelasi positif karena nilai Durbin-Watson sebesar 0,660, sedangkan model dengan variabel dependen NOT memiliki nilai 1,478 yang lebih mendekati 2 sehingga relatif lebih baik dalam memenuhi asumsi independensi residual. Kondisi pada model pertama kemungkinan dipengaruhi oleh karakteristik data operasional yang bersifat berurutan, misalnya antrian kapal, kepadatan aktivitas, cuaca, dan efisiensi alat bongkar muat yang dapat memengaruhi periode berikutnya.

Secara umum, model kedua dapat dinilai lebih stabil dibandingkan model pertama karena penyimpangan autokorelasinya lebih rendah. Sementara itu, model pertama masih memerlukan perbaikan analitis, misalnya dengan menambahkan variabel penjelas yang relevan atau menggunakan pendekatan estimasi yang lebih sesuai seperti Generalized Least Squares agar hasil model menjadi lebih reliabel.

Tabel 2 Hasil Uji t (Parsial)

No	Model	Variabel Independen	Nilai t	Sig. (p-value)	Arah Hubungan	Keterangan
1	Idle Time	Penggunaan PTOS-M (%)	-18,135	< 0,001	Negatif	Berpengaruh signifikan

2	Idle Time	T/G/H	0,280	0,786	Positif	Tidak signifikan
3	NOT	Penggunaan PTOS-M (%)	-25,819	< 0,001	Negatif	Berpengaruh signifikan
4	NOT	T/G/H	0,048	0,962	Positif	Tidak signifikan

Hasil uji t pada kedua model menunjukkan bahwa **Penggunaan PTOS-M (%)** berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen. Pada model dengan dependen **Idle Time**, nilai signifikansi PTOS-M kurang dari 0,001 dengan nilai t sebesar -18,135, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi penggunaan PTOS-M, semakin rendah Idle Time.

Sebaliknya, variabel **T/G/H** pada model Idle Time tidak berpengaruh signifikan karena nilai signifikansinya 0,786 dan nilai t hanya 0,280. Temuan ini menunjukkan bahwa perubahan produktivitas bongkar muat belum mampu menjelaskan variasi Idle Time secara berarti dalam model tersebut.

Tabel 3 Hasil Uji F

No	Model (Variabel Dependen)	Nilai F	Sig. (p-value)	Keterangan
1	Idle Time	524,963	< 0,001	Model signifikan (layak)
2	NOT	1088,524	< 0,001	Model signifikan (layak)

Hasil uji F menunjukkan bahwa kedua model regresi memiliki pengaruh simultan yang signifikan terhadap variabel dependen. Pada model dengan dependen **Idle Time**, nilai F sebesar 524,963 dengan signifikansi kurang dari 0,001, sedangkan pada model dengan dependen **NOT**, nilai F sebesar 1088,524 dengan signifikansi kurang dari 0,001.

Temuan tersebut menegaskan bahwa **Penggunaan PTOS-M (%)** dan **T/G/H** secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap Idle Time maupun NOT. Dengan demikian, kedua model regresi dinyatakan layak digunakan karena memenuhi uji kelayakan model, dan model kedua menunjukkan daya jelaskan yang lebih kuat dibandingkan model pertama.

Tabel 4 Hasil Koefisien Determinasi

No	Model (Variabel Dependen)	R Square	Adjusted R Square	Keterangan
1	Idle Time	0,992	0,990	Sangat kuat (99,2% dijelaskan model)
2	NOT	0,996	0,995	Sangat kuat (99,6% dijelaskan model)

Nilai koefisien determinasi menunjukkan bahwa kedua model memiliki kemampuan penjelasan yang sangat kuat terhadap variabel dependen. Pada model pertama, nilai R Square sebesar 0,992 berarti 99,2 persen variasi Idle Time dijelaskan oleh PTOS-M dan T/G/H, sedangkan model kedua dengan R Square 0,996 menunjukkan bahwa 99,6 persen variasi NOT dijelaskan oleh kedua variabel tersebut.

Meski demikian, nilai R Square yang sangat tinggi perlu dibaca bersama asumsi regresi lainnya agar interpretasinya tetap hati-hati. Dalam konteks penelitian ini, hasil tersebut sudah didukung oleh uji normalitas, multikolinearitas, heteroskedastisitas, dan autokorelasi yang telah dilakukan sebelumnya.

Analisis Data

Berdasarkan serangkaian uji asumsi klasik dan uji hipotesis, model regresi yang digunakan dalam penelitian ini secara umum telah memenuhi kriteria kelayakan analitis. Hasil uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa seluruh variabel penelitian dan residual memiliki nilai signifikansi di atas 0,05, sehingga data berdistribusi normal dan layak dianalisis dengan metode parametrik. Selain

itu, uji multikolinearitas memperlihatkan nilai Tolerance sebesar 0,305 dan VIF sebesar 3,276, yang menandakan tidak adanya hubungan linear yang kuat antarvariabel independen.

Pada tahap pengujian parsial, variabel Penggunaan PTOS-M terbukti berpengaruh signifikan dan berarah negatif terhadap Idle Time maupun NOT, sedangkan variabel T/G/H tidak menunjukkan pengaruh signifikan secara parsial terhadap kedua variabel dependen. Meski demikian, uji simultan menunjukkan bahwa kedua variabel independen secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap masing-masing model, sehingga model regresi tetap dinyatakan layak digunakan. Nilai koefisien determinasi yang sangat tinggi, yaitu 0,992 pada model Idle Time dan 0,996 pada model NOT, mengindikasikan bahwa model memiliki kemampuan prediksi yang sangat kuat dalam menjelaskan variasi kinerja operasional pelabuhan.

Akan tetapi, tingginya nilai R Square tetap perlu dibaca secara hati-hati karena interpretasinya harus selalu dikaitkan dengan asumsi klasik lain, khususnya autokorelasi dan stabilitas residual. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini menghasilkan model regresi yang kuat, stabil, dan cukup andal untuk menjelaskan hubungan antara penggunaan PTOS-M, produktivitas bongkar muat, serta efisiensi operasional pelabuhan.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penggunaan aplikasi PTOS-M (*Pelindo Terminal Operating System Multipurpose*) terbukti berpengaruh signifikan terhadap operasional pelabuhan bongkar muat di PT. Berlian Manyar Sejahtera. Sebelum dilakukan pengujian regresi, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas menggunakan metode *Shapiro-Wilk* untuk memastikan bahwa data penelitian berdistribusi normal. Metode ini digunakan karena jumlah sampel penelitian kurang dari 50 data, sehingga dinilai lebih tepat dan sensitif dalam mendeteksi normalitas data (Hati & Aryati, 2022). Hasil uji menunjukkan bahwa seluruh variabel memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, yaitu variabel penggunaan PTOS-M sebesar 0,741, residual pertama sebesar 0,151, serta residual kedua sebesar 0,727. Selain itu, hasil *Normal Q-Q Plot* menunjukkan bahwa titik-titik data menyebar di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis tersebut, sehingga data dinyatakan berdistribusi normal dan layak digunakan dalam analisis regresi.

Hasil uji parsial (uji t) menunjukkan bahwa variabel penggunaan PTOS-M memiliki nilai signifikansi < 0,001 pada model *Idle Time* maupun *Not Operation Time* (NOT) dengan arah hubungan negatif. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi penggunaan PTOS-M, maka *Idle Time* dan NOT akan semakin menurun. Penurunan waktu tidak produktif tersebut menunjukkan bahwa penerapan sistem digital mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas kegiatan operasional pelabuhan. PTOS-M membantu proses operasional menjadi lebih terstruktur melalui integrasi data operasional, pengelolaan jadwal kapal, monitoring kegiatan bongkar muat, serta koordinasi antar bagian secara lebih cepat dan akurat.

Selain itu, hasil uji multikolinearitas menunjukkan nilai *Tolerance* sebesar 0,305 (>0,10) dan VIF sebesar 3,276 (<10), sehingga model regresi dinyatakan bebas dari gejala multikolinearitas. Hasil uji heteroskedastisitas juga menunjukkan bahwa titik-titik residual menyebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu, sehingga *varians* residual dinyatakan konstan . Pada uji autokorelasi, model Idle Time memiliki nilai *Durbin-Watson* sebesar 0,660 yang mengindikasikan adanya autokorelasi positif, sedangkan model NOT memiliki nilai sebesar 1,478 yang lebih mendekati angka 2 sehingga relatif bebas dari autokorelasi. Walaupun masih terdapat indikasi autokorelasi pada model pertama, secara keseluruhan model regresi tetap menunjukkan hasil yang baik dan layak digunakan.

Hasil uji simultan (uji F) menunjukkan bahwa penggunaan PTOS-M bersama produktivitas bongkar muat secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap operasional pelabuhan dengan nilai signifikansi < 0,001. Selain itu, nilai koefisien determinasi (*R Square*) sebesar 0,992 pada model Idle Time dan 0,996 pada model NOT menunjukkan bahwa sebagian besar variasi operasional pelabuhan dapat dijelaskan oleh variabel dalam model penelitian. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa implementasi PTOS-M memberikan pengaruh yang signifikan dan dominan dalam meningkatkan efektivitas serta efisiensi operasional pelabuhan bongkar muat di PT. Berlian Manyar Sejahtera.

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh produktivitas bongkar muat menggunakan aplikasi PTOS-M terhadap operasional pelabuhan bongkar muat, sebelum dilakukan analisis regresi terlebih dahulu dilakukan uji normalitas menggunakan metode Shapiro-Wilk (Quraisy, 2020). Hasil pengujian menunjukkan bahwa variabel produktivitas bongkar muat (T/G/H) memiliki nilai signifikansi sebesar 0,929 atau lebih besar dari 0,05, sehingga data dinyatakan berdistribusi normal. Hasil Normal Q-Q Plot juga menunjukkan bahwa titik-titik data menyebar mengikuti garis diagonal, sehingga asumsi normalitas telah terpenuhi dan data layak digunakan dalam analisis statistik parametrik.

Hasil uji parsial (uji t) menunjukkan bahwa variabel produktivitas bongkar muat yang diukur menggunakan indikator T/G/H (Ton/Gang/Hour) tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen. Hal ini terlihat dari nilai signifikansi sebesar 0,786 pada model Idle Time dan 0,962 pada model NOT, di mana kedua nilai tersebut lebih besar dari 0,05. Dengan demikian, produktivitas bongkar muat secara individu belum mampu memberikan pengaruh langsung terhadap penurunan waktu tidak produktif operasional pelabuhan. Hal ini menunjukkan bahwa operasional pelabuhan tidak hanya dipengaruhi oleh tingkat produktivitas bongkar muat, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti kesiapan alat, kondisi cuaca, waktu tunggu kapal, dan koordinasi operasional.

Meskipun tidak berpengaruh secara parsial, hasil uji simultan (uji F) menunjukkan bahwa produktivitas bongkar muat bersama penggunaan PTOS-M secara bersama-sama memiliki pengaruh signifikan terhadap operasional pelabuhan dengan nilai signifikansi < 0,001. Hasil ini menunjukkan bahwa produktivitas bongkar muat akan lebih optimal apabila didukung oleh sistem operasional yang terintegrasi seperti PTOS-M. Dengan adanya sistem tersebut, proses bongkar muat dapat dipantau dan dikendalikan secara lebih efektif sehingga membantu meningkatkan koordinasi dan kelancaran kegiatan operasional di pelabuhan.

Selain itu, hasil uji multikolinearitas menunjukkan bahwa variabel produktivitas bongkar muat tidak memiliki hubungan linear yang kuat dengan variabel independen lainnya karena memiliki nilai Tolerance > 0,10 dan VIF < 10. Hasil koefisien determinasi yang sangat tinggi juga menunjukkan bahwa kombinasi penggunaan PTOS-M dan produktivitas bongkar muat memiliki kemampuan yang sangat kuat dalam menjelaskan operasional pelabuhan. Dengan demikian, walaupun produktivitas bongkar muat tidak berpengaruh signifikan secara parsial, penerapan PTOS-M tetap mampu mendukung peningkatan efektivitas, efisiensi, dan kelancaran operasional pelabuhan bongkar muat secara keseluruhan di PT. Berlian Manyar Sejahtera.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan PTOS-M berpengaruh signifikan terhadap kinerja operasional pelabuhan di PT. Berlian Manyar Sejahtera. Hasil analisis membuktikan bahwa semakin tinggi penggunaan PTOS-M, semakin rendah Idle Time dan Not Operation Time, sehingga sistem ini efektif dalam meningkatkan efisiensi operasional, memperkuat koordinasi kerja, dan mendukung kelancaran aktivitas bongkar muat. Di sisi lain, produktivitas bongkar muat yang diukur melalui T/G/H tidak berpengaruh signifikan secara parsial, tetapi tetap memberi kontribusi penting secara simultan ketika dipadukan dengan penggunaan PTOS-M. Temuan ini menegaskan bahwa digitalisasi operasional melalui PTOS-M menjadi faktor dominan dalam menjelaskan efektivitas pelabuhan pada terminal multipurpose curah kering.

Namun demikian, hasil penelitian ini memiliki keterbatasan, terutama pada jumlah sampel yang hanya mencakup 147 kapal dalam satu periode pengamatan serta adanya indikasi autokorelasi pada model Idle Time yang menunjukkan bahwa masih terdapat dinamika operasional yang belum sepenuhnya terakomodasi dalam model. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan variabel lain seperti cuaca, ketersediaan alat, kepadatan kapal, dan efisiensi tenaga kerja agar model menjadi lebih komprehensif. Secara praktis, perusahaan perlu terus mengoptimalkan implementasi PTOS-M melalui peningkatan disiplin input data, pelatihan operator, dan penguatan pengawasan operasional agar manfaat sistem digital ini semakin maksimal dalam mendukung produktivitas dan efisiensi pelabuhan.

REFERENCES

[1] Badan Pusat Statistik, "Data dan publikasi statistik terkait transportasi dan pelabuhan," Badan Pusat Statistik, [Online]. Available: https://www.bps.go.id. [Accessed: 10-May-2026].

[2] J. W. Creswell and J. D. Creswell, Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches, 6th ed. Thousand Oaks, CA, USA: SAGE Publications, 2021.

[3] Emzir, Metodologi Penelitian Pendidikan: Kuantitatif dan Kualitatif. Jakarta, Indonesia: Rajawali Pers, 2022.

[4] J. Hal and R. Yuniarti, "Kesalahan mahasiswa program studi administrasi publik dalam menyelesaikan soal statistika deskriptif dan statistika inferensial," Jurnal Sains Matematika dan Statistika, vol. 8, no. 1, pp. 46–58, 2022.

[5] S. K. Hati and V. Aryati, Penelitian Manajemen Sumber Daya Manusia. 2022.

[6] B. Hidayat, "Bongkar muat kapal: Proses, tahapan, dan istilah penting," SPIL, 2025. [Online]. Available: https://www.spil.co.id/blogs/bongkar-muat-kapal/. [Accessed: 10-May-2026].

[7] Indonesia, Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 60 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan dan Pengusahaan Bongkar Muat Barang dari dan ke Kapal. Jakarta, Indonesia: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2014.

[8] R. E. Izzaty, B. Astuti, and N. Cholimah, Manajemen Ekspor Impor. 2020.

[9] V. N. Juli, H. A. Yakin, R. A. Amrullah, T. Pribadi, and T. Rahayu, "Analisis kegiatan bongkar muat batu bara pada kapal MV. Chang Long terhadap efisiensi waktu clearance in dan out di PT. Adhika Samudera Jaya," 2025.

[10] Kemenhub RI, Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 60 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan dan Pengusahaan Bongkar Muat Barang dari dan ke Kapal. Jakarta, Indonesia: Menteri Perhubungan Republik Indonesia, 2016.

[11] T. Lestariningsih, D. H. Irawan, and F. R. Kamelia, "Proses kegiatan bongkar clinker pada PT Pelindo (Persero) Cabang Tanjung Wangi," Discovery: Jurnal Kemaritiman dan Transportasi, vol. 4, no. 2, pp. 41–51, 2022.

[12] D. J. Najoan, D. A. Putri, and S. Nurhayati, "Sandar kapal pelabuhan Tanjung Emas," pp. 57–62.

[13] D. Pancajaya, "Pengaruh harga dan kualitas produk terhadap minat beli konsumen Haung Dou," pp. 15–24, 2016.

[14] M. N. Putranto, Tinjauan Operasional Bagian General Affair pada PT. Kamadjaja Logistics. Jakarta, Indonesia: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia Jakarta, 2020.

[15] A. Quraisy, "Normalitas data menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk," vol. 3, pp. 7–11, 2020.

[16] L. M. Saleh, "Journal Agregate," vol. 2, no. 2, pp. 262–270, 2023.

[17] A. Sholikhah, "Statistik deskriptif," Jurnal, vol. 10, no. 2, pp. 342–362, 2016.

[18] Sudaryono, Metodologi Penelitian. Jakarta, Indonesia: Rajawali Pers, 2021.

[19] Sudaryono, Metodologi Penelitian: Pendekatan Praktis. Jakarta, Indonesia: Rajawali Pers, 2022.

[20] Sugiyono, Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung, Indonesia: Alfabeta, 2014.

[21] Sugiyono, Metode Penelitian Pendidikan. Bandung, Indonesia: Alfabeta, 2018.

[22] I. Sungkawa, "Efisiensi pola penggunaan air tanah system rice intensification (SRI)," pp. 259–265, 2020.

[23] G. Thabroni, 2022.

[24] H. Wibowo, "Analisis faktor-faktor yang memengaruhi waktu tunggu kapal di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang," 2010.

[25] F. Zahrotul Azizah, M. Dahri, E. Kurniawan, and O. W. Sihaloho, "Analisis penerapan PTOS-M (Pelindo Terminal Operating System Multipurpose) guna mendukung peningkatan produktivitas bongkar/muat Terminal Berlian Manyar Sejahtera di Pelabuhan Gresik," Optimal: Jurnal Ekonomi dan Manajemen, pp. 228–239, 2025.