



ANALISIS FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PRODUKTIFITAS BONGKAR MUAT PETI KEMAS DI PELABUHAN MALUNDUNG TARAKAN

Amanda Dian Prasiska^{*1}, Muhammad Djaya Bakri²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, FT UBT, Tarakan

e-mail: *1amandaprasiska277@gmail.com, 2jayabakri@gmail.com

ABSTRACT: Malundung Port in Tarakan is one of the key logistics hubs in North Kalimantan, serving container flows and cargo handling activities that directly influence the reliability of regional freight distribution. Improving container handling productivity at this port is essential to reducing logistics costs and strengthening the competitiveness of the regional supply chain, which requires a quantitative assessment of its determining factors. This study aims to analyse the influence of cargo handling equipment and the implementation of a Terminal Operating System (TOS) on container handling productivity and to identify the most dominant factor. Primary data were collected through a Likert-scale questionnaire distributed to 44 respondents, consisting of TOS operators and representatives of shipping and cargo companies selected using EMKL data. The data were processed using multiple linear regression with IBM SPSS 29. The results show that, simultaneously, handling equipment and TOS have a significant effect on container handling productivity ($R = 0.776$; $R^2 = 0.602$). However, in the initial model only equipment efficiency, equipment availability, and equipment condition and maintenance have a significant partial effect. The final regression model is $Y = 2.708 + 0.202 X_{a2} + 0.606 X_{a3} + 0.049 X_{a5}$, where Y denotes container handling productivity, X_{a2} equipment efficiency, X_{a3} equipment availability, and X_{a5} equipment technology and innovation. This model indicates that equipment availability is the most dominant factor, while TOS-related dimensions have not yet shown a significant effect, so current productivity improvements are more dependent on the adequacy and operational readiness of reliable handling equipment, with TOS optimisation becoming a strategic next step.

Keywords: Cargo handling equipment, Terminal Operating System, Container handling productivity, Malundung Port, Multiple linear regression.

ABSTRAK: Pelabuhan Malundung Tarakan merupakan salah satu simpul logistik penting di Kalimantan Utara yang melayani arus peti kemas dan aktivitas bongkar muat yang berperan langsung terhadap kelancaran distribusi barang kawasan. Peningkatan produktivitas bongkar muat di pelabuhan ini menjadi penting untuk menekan biaya logistik dan memperkuat daya saing rantai pasok, sehingga diperlukan kajian yang mengukur secara kuantitatif faktor-faktor penentunya. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh peralatan bongkar muat dan penerapan Terminal Operating System (TOS) terhadap produktivitas bongkar muat peti kemas serta mengidentifikasi faktor yang paling dominan. Data primer diperoleh melalui kuesioner berskala Likert yang disebarluaskan kepada 44 responden, terdiri atas operator TOS dan perwakilan perusahaan pengguna jasa berdasarkan data EMKL. Data dianalisis melalui analisis regresi linier berganda menggunakan IBM SPSS 29. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara simultan peralatan bongkar muat dan TOS berpengaruh signifikan terhadap produktivitas bongkar muat ($R = 0,776$; $R^2 = 0,602$), namun secara parsial hanya efisiensi peralatan, ketersediaan peralatan, serta kondisi dan perawatan peralatan yang terbukti signifikan pada model awal. Model akhir persamaan regresi yang diperoleh yaitu $Y = 2.708 + 0.202 X_{a2} + 0.606 X_{a3} + 0.049 X_{a5}$, dimana Y = produktivitas bongkar muat peti kemas, X_{a2} = efisiensi peralatan bongkar muat, X_{a3} = ketersediaan peralatan bongkar muat, dan X_{a5} = teknologi dan inovasi peralatan bongkar muat. Model ini menunjukkan bahwa ketersediaan peralatan merupakan faktor paling dominan, sedangkan dimensi TOS

belum menunjukkan pengaruh signifikan, sehingga peningkatan produktivitas saat ini lebih ditentukan oleh pemenuhan jumlah dan kesiapan operasional peralatan yang andal, yang pada tahap berikutnya perlu didukung optimalisasi pemanfaatan *TOS*.

Kata kunci: Peralatan bongkar muat, Terminal Operating System, Produktivitas bongkar muat peti kemas, Pelabuhan Malundung, Regresi linier berganda.

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan sangat bergantung pada sistem transportasi laut untuk mendukung konektivitas, distribusi barang, dan mobilitas masyarakat, terutama dalam mendorong pertumbuhan ekonomi wilayah terpencil. Keberadaan jaringan pelabuhan dari skala lokal hingga internasional menjadikan moda laut sebagai tulang punggung logistik nasional yang mempengaruhi aspek ekonomi, sosial, hingga keamanan (Karubaba, 2024; Safuan, 2022). Peran strategis sektor ini tercermin dari meningkatnya arus barang dan kebutuhan akan efisiensi operasional terminal, termasuk ketersediaan peralatan dan teknologi pendukung bongkar muat (Suryantoro et al., 2020).

Pelabuhan Malundung di Tarakan berperan sebagai simpul logistik utama yang menghubungkan wilayah hinterland Kalimantan Utara dengan jaringan distribusi nasional (Bakri et al., 2020), serta menjadi penggerak ekonomi regional melalui aktivitas bongkar muat peti kemas (Badarusman et al., 2018; Malisan, 2016). Produktivitas terminal sangat dipengaruhi oleh keandalan peralatan bongkar muat dan efektivitas Terminal Operating System (*TOS*). Peralatan yang jarang rusak, cepat dipulihkan, dan menyelesaikan siklus kerja tepat waktu menjadi indikator penting kesinambungan operasi. Suryantoro et al. (2020), menunjukkan bahwa efektivitas peralatan lift on/off berpengaruh langsung terhadap produktivitas. Efisiensi juga tercermin dari operasi yang terorganisir, minim hambatan, dan pemanfaatan kapasitas alat yang optimal, sebagaimana ditunjukkan dalam studi Defrianto dan Purwasih (2023). Rusmiyanto dan Dessixson (2022) mengemukakan bahwa keterbatasan jumlah peralatan meningkatkan risiko penumpukan kontainer, sehingga kecukupan peralatan menjadi kunci kelancaran bongkar muat.

Sulistyono dan Sulistiyowati (2017) menyebutkan bahwa frekuensi kerusakan alat yang rendah dan kemampuan perbaikan yang cepat mencerminkan efektivitas manajemen pemeliharaan, sedangkan kerusakan berulang pada alat bongkar muat akan menurunkan kapasitas produksi secara signifikan. Oleh karena itu, kondisi fisik dan sistem perawatan peralatan merupakan komponen yang tidak terpisahkan dari kinerja bongkar muat peti kemas. Penerapan teknologi modern dan inovasi peralatan juga berperan dalam meningkatkan akurasi operasi, keselamatan kerja, serta efisiensi siklus bongkar muat. Karubaba (2024) menunjukkan bahwa integrasi teknologi ke dalam operasi terminal mampu meningkatkan ketepatan proses dan kinerja pelabuhan secara keseluruhan. Safuan (2022) juga menyatakan bahwa digitalisasi dan modernisasi peralatan merupakan strategi penting dalam penurunan biaya logistik nasional. Keberhasilan inovasi tersebut sangat ditentukan oleh kompetensi operator melalui pelatihan berkelanjutan.

Penelitian Fauzi (2023) menemukan bahwa penerapan *Terminal Operating System (TOS)* dalam proses bongkar muat peti kemas memiliki pengaruh signifikan terhadap integrasi dan kompatibilitas sistem di lingkungan pelabuhan. *TOS* yang terhubung dengan berbagai jenis peralatan bongkar muat memungkinkan pertukaran data yang cepat, akurat, dan selaras antar-unit operasional, mulai dari sisi kapal, lapangan penumpukan, hingga gerbang terminal. Penelitian Hidayat et al. (2023) menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi *TOS* sangat ditentukan oleh kesesuaian sistem dengan infrastruktur dan peralatan yang digunakan di lapangan, sedangkan Liauw et al. (2018) menegaskan bahwa integrasi data yang baik mengurangi kesalahan penempatan kontainer serta meningkatkan efisiensi alur pelayanan. Dengan demikian, kemampuan *TOS* dalam mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak operasional menjadi fondasi bagi kelancaran proses bongkar muat dan pengambilan keputusan secara *real time*.

Dalam aspek manajemen alur kerja dan inventaris, Terminal Operating System (TOS) meningkatkan visibilitas dan pengendalian proses secara signifikan. Sistem ini mendukung penjadwalan peralatan, perencanaan penempatan kontainer, dan pengaturan pergerakan yang lebih efisien sehingga waktu tunggu kapal maupun peralatan dapat ditekan. Lintang et al. (2024) yang mengemukakan bahwa TOS mempercepat proses identifikasi kontainer dan mengurangi hambatan bongkar muat melalui penyediaan informasi lokasi kontainer secara real time. Keandalan serta kestabilan TOS juga bersifat kritis, karena pelabuhan dengan prosedur pemulihan gangguan, kesiapan jaringan, dan dukungan teknis memadai mampu mempertahankan ritme operasi meskipun terjadi kendala. Penelitian Hidayat et al. (2023) menunjukkan bahwa stabilitas sistem merupakan prasyarat agar operasi bongkar muat tetap terjaga pada pelabuhan dengan arus kontainer tinggi.

Fauzi (2023) menyatakan bahwa penerapan Terminal Operating System (TOS) memperkuat koordinasi antar departemen dan pemangku kepentingan, mulai dari operator peralatan, perencana operasi, perusahaan pelayaran, hingga angkutan darat. Yani dan Agung (2023) menunjukkan bahwa digitalisasi layanan pelabuhan, termasuk penggunaan TOS, mempercepat pemrosesan dokumen dan meningkatkan kualitas komunikasi antar-unit. Safuan (2022) juga menegaskan bahwa integrasi sistem digital dalam manajemen pelabuhan mampu menurunkan biaya logistik melalui koordinasi yang lebih baik dan pengurangan waktu tunggu. Secara keseluruhan, TOS menjadi pusat kendali yang menyelaraskan aktivitas bongkar muat dan memperkuat daya saing pelabuhan.

Memperhatikan bahwa operasi bongkar muat peti kemas di Pelabuhan Malundung Tarakan telah didukung peralatan bongkar muat dan penerapan Terminal Operating System (TOS), menjadi relevan untuk mengukur pengaruh keduanya terhadap peningkatan produktivitas. Berdasarkan telaah penelitian terdahulu, studi ini menetapkan dua variabel utama, yaitu: (1) peralatan bongkar muat dengan subvariabel keandalan, efisiensi, ketersediaan, kondisi dan perawatan, serta teknologi dan inovasi; dan (2) penerapan TOS dengan subvariabel integrasi dan kompatibilitas sistem, manajemen alur kerja, manajemen inventaris, keandalan sistem, dan koordinasi antar *stakeholders*.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Metode Pengumpulan Data

Sumber data dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui tanggapan responden terhadap kuesioner terstruktur yang disebarluaskan kepada petugas yang secara langsung mengoperasikan *Terminal Operating System (TOS)* di Pelabuhan Malundung serta perwakilan perusahaan pengguna jasa yang terlibat dalam kegiatan bongkar muat peti kemas berdasarkan data Ekspedisi Muatan Kapal Laut (EMKL) Tarakan. Data sekunder dikumpulkan dari dokumen resmi instansi terkait, meliputi data jumlah dan karakteristik petugas pengoperasi *Terminal Operating System (TOS)* serta profil perusahaan pengguna jasa yang mengikuti kegiatan bongkar muat peti kemas pada EMKL. Data sekunder ini digunakan untuk melengkapi dan menguatkan temuan data primer sehingga analisis yang dilakukan menjadi lebih komprehensif dan andal.

2.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pelabuhan Malundung, Kota Tarakan tepatnya di Jl. Yos Sudarso Lingkas Ujung Kota Tarakan Kalimantan Utara.

2.3. Teknik Pengolahan Data

Adapun teknik pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

2.1.1. Kuesioner Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan instrumen kuesioner untuk mengukur pengaruh peralatan bongkar muat dan penerapan *Terminal Operating System (TOS)* terhadap produktifitas bongkar muat peti kemas di Pelabuhan Malundung Tarakan. Form kuesioner berisi

serangkaian pernyataan untuk menilai variabel independen berupa peralatan bongkar muat dan penerapan *Terminal Operating System (TOS)* yang berpengaruh terhadap produktifitas bongkar muat sebagai variabel dependen. Responden memberikan penilaian kuesioner menggunakan skala Likert (Likert, 1932) dengan 1 sampai dengan 5. Nilai 1 menunjukkan sangat tidak setuju atas pernyataan kuesioner, kemudian nilai 2 = tidak setuju, nilai 3 = netral, nilai 4 = setuju, dan nilai 5 = sangat setuju.

2.1.2. Uji Kualitas Data

Uji kualitas data meliputi uji validitas (Pearson, $r_{hitung} > r_{tabel}$, $\alpha=0,05$) dan uji reliabilitas (*Cronbach's alpha* $> 0,60$) untuk memastikan instrumen kuesioner sahih dan konsisten (Ghozali, 2018).

2.1.3. Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik dilakukan untuk mendeteksi pelanggaran asumsi dasar sebelum analisis regresi lanjutan. Beberapa pengujian yang akan dilakukan dalam uji asumsi klasik meliputi (Ghozali, 2018):

a. Uji normalitas

Dilakukan untuk memastikan residual model regresi berdistribusi normal sehingga uji t dan uji F menjadi sahih. Pemeriksaan dilakukan dengan analisis grafik (histogram, normal P-P plot) dan uji Kolmogorov-Smirnov dengan kriteria signifikansi $> 0,05$ untuk menyatakan distribusi normal.

b. Uji multikolinearitas

Dilakukan untuk memastikan tidak terdapat korelasi tinggi antar variabel bebas yang dapat mengganggu kestabilan estimasi koefisien regresi. Indikator yang umum digunakan antara lain nilai tolerance dan *variance inflation factor (VIF)*.

c. Uji heteroskedastisitas

Bertujuan menguji apakah varians residual bersifat konstan pada seluruh rentang nilai prediksi. Pola sebaran residual terhadap nilai prediksi atau uji statistik tertentu digunakan untuk mendeteksi adanya ketidakhomogenan varians.

2.1.4. Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan untuk menilai signifikansi pengaruh variabel dependen terhadap variabel independen dalam model regresi. Pengujian menggunakan uji t (secara parsial) dan uji F (secara simultan) dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$; nilai signifikansi $< 0,05$ menunjukkan hipotesis kerja diterima. Selanjutnya, analisis koefisien determinasi untuk mengetahui besarnya pengaruh variabel dependen dengan variabel independen (Ghozali, 2018).

2.1.5. Analisis Regresi Linier Berganda

Setelah instrumen dinyatakan valid dan reliabel, data dianalisis dengan regresi linier berganda untuk mengukur pengaruh faktor alat bongkar muat dan faktor penerapan *Terminal Operating System (TOS)* terhadap produktivitas bongkar muat peti kemas di Pelabuhan Malundung Tarakan. Model persamaan regresi yang akan dikembangkan, adalah sebagai berikut:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \mu \quad (1)$$

Dimana Y = produktivitas bongkar muat peti kemas, α = koefisien konstanta, X_1 = peralatan bongkar muat, X_2 = *Terminal Operating System (TOS)*, β_1 = koefisien regresi variabel peralatan bongkar muat, β_2 = koefisien regresi variabel *Terminal Operating System (TOS)*, dan μ = variabel yang tidak terduga.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Responden

Sebanyak 44 orang responden terpilih dalam penelitian ini dengan komposisi sebanyak 24 orang laki-laki (55%) dan perempuan sebanyak 20 orang (45%). Usia responden didominasi rentang usia 20-30

tahun sebanyak 55%, berikutnya rentang 31-40 tahun (30%), usia 41-50 tahun (9%), dan diatas 50 tahun sebanyak 7%. Masa kerja responden bervariasi 1 tahun sampai dengan lebih dari 5 tahun. Identifikasi masa kerja untuk mengetahui pemahaman responden terhadap bidang kerja, sehingga dapat dikategorikan kompeten menjadi responden dalam penelitian ini. Masa kerja 1-2 tahun sebanyak 13 orang (30%), 15 orang dengan masa kerja 2-5 tahun, dan masa kerja lebih dari 5 tahun sebanyak 36%.

3.2 Hasil Uji Validitas dan Uji Reliabilitas

Uji validitas dengan metode Pearson atau *product moment*, dengan $n = 44$, interval kepercayaan = 95% ($r_{tabel} = 0,297$), diperoleh nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$, yang menunjukkan seluruh instrumen kuesioner dikategorikan valid. Hasil uji validitas ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Validitas

Variabel	Nilai r Hitung	Nilai r tabel 5%	Sig	Kriteria
Keandalan peralatan bongkar muat (Xa1)	0.337	0.297	0.026	Valid
	0.364	0.297	0.015	Valid
	0.337	0.297	0.025	Valid
Efisiensi peralatan bongkar muat (Xa2)	0.819	0.297	0.001	Valid
	0.710	0.297	0.001	Valid
Ketersediaan peralatan bongkar muat (Xa3)	0.650	0.297	0.001	Valid
	0.586	0.297	0.001	Valid
	0.517	0.297	0.001	Valid
Kondisi dan perawatan peralatan bongkar muat (Xa4)	0.556	0.297	0.001	Valid
	0.814	0.297	0.001	Valid
Teknologi dan inovasi peralatan bongkar muat (Xa5)	0.466	0.297	0.001	Valid
	0.567	0.297	0.001	Valid
	0.618	0.297	0.001	Valid
	0.621	0.297	0.001	Valid
Integrasi dan kompatibilitas TOS (Xb1)	0.523	0.297	0.001	Valid
	0.457	0.297	0.002	Valid
Manajemen alur kerja (Xb2)	0.539	0.297	0.001	Valid
	0.605	0.297	0.001	Valid
	0.536	0.297	0.001	Valid
Manajemen inventaris (Xb3)	0.380	0.297	0.011	Valid
	0.510	0.297	0.001	Valid
	0.319	0.297	0.035	Valid
Keandalan dan kestabilan TOS (Xb4)	0.432	0.297	0.003	Valid
	0.432	0.297	0.003	Valid
	0.525	0.297	0.001	Valid
	0.624	0.297	0.001	Valid
	0.751	0.297	0.001	Valid
Koordinasi antar stakeholder (Xb5)	0.775	0.297	0.001	Valid
	0.479	0.297	0.001	Valid
	0.801	0.297	0.001	Valid
	0.588	0.297	0.001	Valid
	0.507	0.297	0.001	Valid
Produktivitas bongkar muat peti kemas (Y)	0.801	0.297	0.001	Valid
	0.838	0.297	0.001	Valid
	0.911	0.297	0.001	Valid
	0.855	0.297	0.001	Valid

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Hasil uji reliabilitas untuk seperti disajikan pada Tabel 2, menunjukan nilai reliabilitas diatas 0,60, sehingga analisis dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya.

Tabel 2. Hasil Uji Reliabilitas

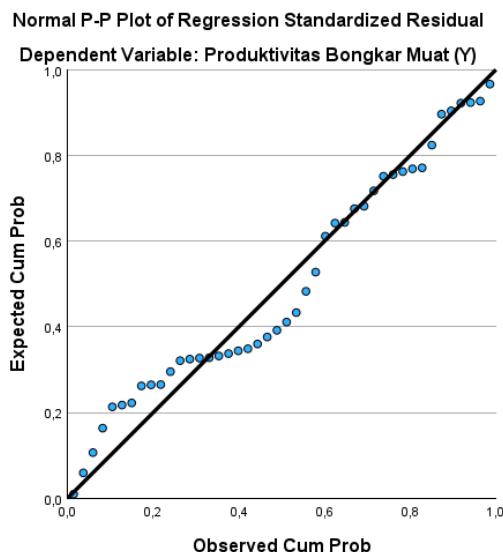
Variabel	Cronbach Alpha	N of item	Kriteria
Keandalan peralatan bongkar muat (Xa1)	0.752	3	Reliabel
Efiensi peralatan bongkar muat (Xa2)	0.641	2	Reliabel
Ketersediaan peralatan bongkar muat (Xa3)	0.805	3	Reliabel
Kondisi dan perawatan peralatan bongkar muat (Xa4)	0.658	2	Reliabel
Teknologi dan inovasi peralatan bongkar muat (Xa5)	0.696	4	Reliabel
Integrasi dan kompatibilitas TOS (Xb1)	0.678	2	Reliabel
Manajemen alur kerja (Xb2)	0.667	3	Reliabel
Manajemen inventaris (Xb3)	0.694	3	Reliabel
Keandalan dan kestabilan TOS (Xb4)	0.771	5	Reliabel
Koordinasi antar stakeholder (Xb5)	0.851	6	Reliabel
Produktivitas bongkar muat peti kemas (Y)	0.845	3	Reliabel

Sumber: Hasil Analisis, 2024

3.3 Uji Asumsi Klasik

3.4.1 Uji Normalitas

Berdasarkan hasil plotting pada Gambar 1, terlihat bahwa sebaran titik observasi cenderung mengikuti dan mendekati garis diagonal. Mengacu pada Ghazali (2018), maka pola tersebut mengindikasikan bahwa data dalam penelitian ini berdistribusi normal, karena tidak terdapat penyimpangan mencolok dari garis diagonal pada grafik .

**Gambar 1. Grafik Plotting Distribusi Normal**

3.4.2 Uji Multikolinieritas

Pengujian ini dilakukan untuk menilai ada atau tidaknya korelasi yang berlebihan antar variabel bebas dalam model regresi. Ghazali (2018) menyebutkan bahwa indikasi tidak terjadinya multikolinearitas ditunjukkan oleh nilai tolerance $> 0,100$ dan nilai VIF $< 10,00$. Berdasarkan Tabel 3, seluruh variabel penelitian memiliki nilai tolerance di atas 0,100 dan nilai VIF di bawah 10,00, sehingga dapat disimpulkan bahwa model regresi tidak mengalami masalah multikolinearitas. Konfirmasi tambahan dilakukan melalui analisis korelasi Pearson pada Tabel 4 yang menunjukkan hasil konsisten, yakni tidak terdapat korelasi antar variabel bebas pada tingkat yang mengganggu kestabilan estimasi regresi.

Tabel 3. Hasil Uji Multikolineritas

Variabel	Colinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
Keandalan peralatan bongkar muat (Xa1)	0.375	2.666
Efisiensi peralatan bongkar muat (Xa2)	0.257	3.898
Ketersediaan peralatan bongkar muat (Xa3)	0.347	2.881
Kondisi dan perawatan peralatan bongkar muat (Xa4)	0.263	3.797
Teknologi dan inovasi peralatan bongkar muat (Xa5)	0.515	1.940
Integrasi dan kompatibilitas TOS (Xb1)	0.470	2.128
Manajemen alur kerja (Xb2)	0.544	1.838
Manajemen inventaris (Xb3)	0.539	1.854
Keandalan dan kestabilan TOS (Xb4)	0.499	2.006
Koordinasi antar stakeholder (Xb5)	0.379	2.642

Sumber: Hasil Analisis, 2024

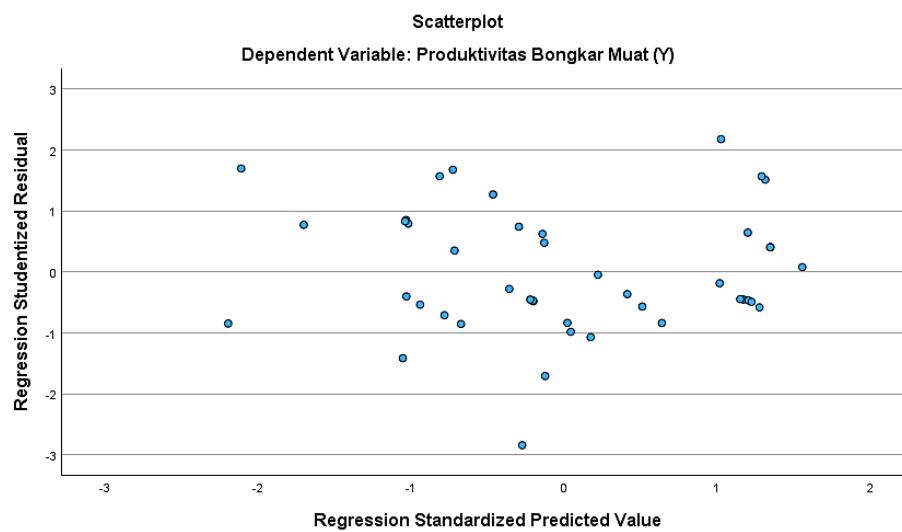
Tabel 4. Hasil Uji Multikolineritas Correlation Person

Variabel	Xa1	Xa2	Xa3	Xa4	Xa5	Xb1	Xb2	Xb3	Xb4	Xb5	Y
Xa1	1,000										
Xa2	0,288	1,000									
Xa3	-0,243	0,575	1,000								
Xa4	0,462	0,736	0,422	1,000							
Xa5	0,135	0,606	0,488	0,377	1,000						
Xb1	-0,298	0,161	0,453	0,216	0,250	1,000					
Xb2	-0,031	0,316	0,379	0,259	0,380	0,230	1,000				
Xb3	0,130	0,164	0,254	0,064	0,324	-0,131	0,514	1,000			
Xb4	-0,133	0,408	0,538	0,242	0,355	0,541	0,271	0,149	1,000		
Xb5	-0,297	0,379	0,613	0,368	0,348	0,505	0,510	0,236	0,539	1,000	
Y	-0,227	0,564	0,759	0,207	0,464	0,277	0,302	0,155	0,401	0,333	1,000

Sumber: Hasil Analisis, 2024

3.4.3 Uji Heteroskedastisitas

Hasil uji heteroskedastisitas seperti disajikan pada Gambar 2.

**Gambar 2. Grafik Scatter Plots**

Ghozali (2018) menyatakan bahwa indikasi tidak terjadinya heteroskedastisitas ditunjukkan oleh ketidadaan pola tertentu (misalnya melebar, bergelombang, atau menyempit) pada Gambar 2, dengan

titik-titik yang menyebar acak di sekitar garis angka 0 pada sumbu Y. Sebaran titik pada grafik hasil estimasi menunjukkan pola yang acak dan tidak membentuk konfigurasi tertentu, sehingga dapat disimpulkan bahwa data dalam penelitian ini tidak mengandung gejala heteroskedastisitas. Dengan demikian, model regresi yang digunakan memenuhi asumsi homoskedastisitas dan analisis dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya.

3.4 Uji Hipotesis

3.5.1 Uji t atau Uji Parsial

Pengujian ini digunakan untuk menilai apakah masing-masing variabel bebas berpengaruh secara parsial terhadap variabel dependen. Suatu variabel independen dinyatakan berpengaruh signifikan apabila nilai t_{hitung} lebih besar daripada t_{tabel} dan nilai signifikansi $< 0,05$. Sebaliknya, jika $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ atau nilai signifikansi $> 0,05$, maka variabel tersebut dinyatakan tidak berpengaruh signifikan secara parsial terhadap variabel dependen. Hasil uji t seperti disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji t (Uji Parsial)

Variabel	t hitung	t tabel	Sig	Keterangan
Keandalan peralatan bongkar muat (Xa1)	-0.499	2.034	0.621	Tidak terdapat pengaruh terhadap variabel dependen (Y)
Efisiensi peralatan bongkar muat (Xa2)	2.840	2.034	0.008	Terdapat pengaruh terhadap variabel dependen (Y)
Ketersediaan peralatan bongkar muat (Xa3)	4.644	2.034	0.001	Terdapat pengaruh terhadap variabel dependen (Y)
Kondisi dan perawatan peralatan bongkar muat (Xa4)	-2.188	2.034	0.036	Terdapat pengaruh terhadap variabel dependen (Y)
Teknologi dan inovasi peralatan bongkar muat (Xa5)	0.205	2.034	0.839	Tidak terdapat pengaruh terhadap variabel dependen (Y)
Integrasi dan kompatibilitas TOS (Xb1)	0.071	2.034	0.944	Tidak terdapat pengaruh terhadap variabel dependen (Y)
Manajemen alur kerja (Xb2)	0.965	2.034	0.342	Tidak terdapat pengaruh terhadap variabel dependen (Y)
Manajemen inventaris (Xb3)	-0.722	2.034	0.475	Tidak terdapat pengaruh terhadap variabel dependen (Y)
Keandalan dan kestabilan TOS (Xb4)	-0.194	2.034	0.847	Tidak terdapat pengaruh terhadap variabel dependen (Y)
Koordinasi antar stakeholders (Xb5)	-1.488	2.034	0.146	Tidak terdapat pengaruh terhadap variabel dependen (Y)

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan Tabel 5, nilai t_{hitung} untuk Xa2 = 2,840, Xa3 = 4,644, dan Xa4 = -2,188 menunjukkan bahwa ketiga variabel tersebut berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen Y, karena nilai t_{hitung} masing-masing lebih besar secara absolut daripada t_{tabel} dan nilai signifikansinya $< 0,05$. Sebaliknya, variabel Xa1, Xa5, Xb1, Xb2, Xb3, Xb4, dan Xb5 dinyatakan tidak berpengaruh signifikan karena memiliki nilai t_{hitung} yang tidak melampaui t_{tabel} serta nilai signifikansi $> 0,05$, sehingga tidak memenuhi kriteria uji t. Oleh karena itu, untuk memperoleh model regresi yang lebih efisien dan representatif, analisis lanjutan dapat difokuskan pada variabel-variabel yang terbukti signifikan, yaitu Xa2, Xa3, dan Xa4.

3.5.2 Uji F atau Uji Serempak

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh variabel bebas secara simultan terhadap variabel dependen. Dalam uji F, suatu model regresi dinyatakan signifikan apabila nilai F_{hitung} lebih besar daripada F_{tabel} dan disertai nilai signifikansi $< 0,05$. Sebaliknya, apabila kedua kriteria tersebut tidak terpenuhi, maka secara bersama-sama variabel bebas dianggap tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen. Berdasarkan hasil pengolahan data dengan IBM SPSS 29 yang

disajikan pada Tabel 6, diperoleh nilai $F_{hitung} = 8,690$ dengan tingkat signifikansi (probabilitas) $0,001 < 0,05$. Temuan ini menunjukkan bahwa variabel Xa1, Xa2, Xa3, Xa4, Xa5, Xb1, Xb2, Xb3, Xb4, dan Xb5 secara simultan berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen, yaitu Produktivitas Bongkar Muat.

Tabel 6. Hasil Uji F (Uji Simultan)

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
<i>Regression</i>	86,050	10	8,605	8,69	<0,001
<i>Residual</i>	32,677	33	0,99		
Total	118,727	43			

Sumber: Hasil Analisis, 2024

3.5.3 Analisis Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi digunakan untuk mengukur besarnya pengaruh variabel bebas terhadap variabel dependen serta tingkat kesesuaian garis regresi dengan data sampel dalam bentuk persentase. Pada Tabel 7, nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,776 mengindikasikan hubungan yang tergolong kuat antara variabel-variabel dalam model.

Tabel 7. Hasil Uji Koefisien Determinasi

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,776	0,602	0,572	1,087

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan Tabel 7, nilai R square sebesar 0,602 menunjukkan bahwa 60,2% variabel Produktivitas Bongkar Muat dijelaskan oleh variabel dependen Peralatan Bongkar Muat dan Terminal Operating System (TOS), sedangkan 39,8% sisanya dipengaruhi faktor lain di luar model penelitian.

3.5 Analisis Regresi Linear Berganda

Penelitian ini menggunakan analisis regresi linier berganda untuk mengukur besarnya pengaruh variabel independen terhadap produktivitas bongkar muat peti kemas. Uji regresi dilakukan untuk memodelkan kontribusi variabel keandalan (Xa1), efisiensi (Xa2), ketersediaan (Xa3), kondisi dan perawatan (Xa4), serta teknologi dan inovasi peralatann bongkar muat (Xa5), bersama integrasi dan kompatibilitas TOS (Xb1), manajemen alur kerja (Xb2), manajemen inventaris (Xb3), keandalan dan kestabilan TOS (Xb4), serta koordinasi antar stakeholder (Xb5) terhadap produktivitas bongkar muat peti kemas (Y). Berdasarkan hasil uji korelasi pada Tabel 4, pemodelan dilakukan secara bertahap, dan formulasi akhir pengaruh peralatan bongkar muat serta Terminal Operating System (TOS) terhadap produktivitas bongkar muat peti kemas di Pelabuhan Malundung Kota Tarakan dengan hasil seperti ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Regresi Pertahap

Variabel	Parameter Model	Tahap									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
constant	c	7,614	6,838	6,175	4,531	4,508	4,633	3,049	2,708	3,121	3,569
Keandalan peralatan bongkar muat	Xa1	-0,084	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Efisiensi peralatan bongkar muat	Xa2	0,624	0,621	0,653	0,196	0,199	0,201	0,208	0,202	0,233	-

Variabel	Parameter Model	Tahap									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ketersediaan peralatan bongkar muat	Xa3	0,684	0,715	0,694	0,723	0,722	0,723	0,623	0,606	0,616	0,721
Kondisi dan perawatan peralatan bongkar muat	Xa4	-0,559	-0,634	-0,634	-	-	-	-	-	-	-
Teknologi dan inovasi peralatan bongkar muat	Xa5	0,025	0,016	-0,009	0,047	0,046	0,061	0,052	0,049	-	-
Integrasi dan kompatibilitas TOS	Xb1	0,018	0,037	0,131	-0,019	-	-	-	-	-	-
Manajemen alur kerja	Xb2	0,131	0,134	0,078	0,077	0,078	-	-	-	-	-
Manajemen inventaris	Xb3	-0,103	-0,122	-	-	-	-	-	-	-	-
Keandalan dan kestabilan TOS	Xb4	-0,021	-0,028	-0,042	0,029	0,027	0,022	-0,034	-	-	-
Koordinasi antar stakeholder	Xb5	-0,154	-0,134	-0,135	-0,182	-0,184	-0,162	-	-	-	-
R ²		0,851	0,850	0,846	0,798	0,798	0,796	0,776	0,776	0,775	0,759
F-hitung		8,690	9,846	11,038	9,015	10,807	13,123	14,803	20,146	30,766	56,974

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Dari hasil pengolahan data di atas, model terbaik yaitu pada tahap ke-8. Meskipun nilai R² sebesar 0,776 yang dihasilkan bukan yang tertinggi, tanda koefisien regresi variabel bebas sesuai dengan yang diharapkan yaitu bernilai positif. Nilai R² tertinggi belum tentu menjamin bahwa model tersebut adalah model terbaik namun dilihat dari koefisien regresi yang signifikan secara statistik menunjukkan bahwa variabel prediktor tersebut memberikan kontribusi yang signifikan dalam menjelaskan variabilitas variabel dependen.

Tabel 8. Hasil Uji Regresi dan Uji t

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	2,708	1,519		1,783	0,082
Efisiensi peralatan bongkar muat (Xa2)	0,202	0,167	0,166	1,212	0,233
Ketersediaan peralatan bongkar muat (Xa3)	0,606	0,119	0,638	5,108	< 0,001
Teknologi dan inovasi peralatan bongkar muat (Xa5)	0,049	0,122	0,052	0,404	0,688

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Sehingga model persamaan regresi liniernya disajikan sebagai berikut:

$$Y = 2.708 + 0.202 Xa_2 + 0.606 Xa_3 + 0.049 Xa_5 \quad (2)$$

Dimana Y = produktivitas bongkar muat peti kemas, Xa₂ = efisiensi peralatan bongkar muat, Xa₃ = ketersediaan peralatan bongkar muat, dan Xa₅ = teknologi dan inovasi peralatan bongkar muat.

3.6 Pembahasan Hasil Penelitian

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa secara simultan seluruh variabel bebas yang diteliti, yaitu lima dimensi peralatan bongkar muat (Xa1–Xa5) dan lima dimensi *Terminal Operating System* (Xb1–Xb5), berpengaruh signifikan terhadap produktivitas bongkar muat peti kemas (Y). Hal ini ditunjukkan oleh nilai F_{hitung} sebesar 8,690 dengan tingkat signifikansi < 0,001, yang berarti model regresi secara

keseluruhan layak digunakan untuk menjelaskan variasi produktivitas bongkar muat. Nilai koefisien korelasi R sebesar 0,776 dan koefisien determinasi R^2 sebesar 0,602 mengindikasikan bahwa sekitar 60,2% variasi produktivitas bongkar muat dapat dijelaskan oleh kombinasi variabel-variabel peralatan dan *TOS*, sementara 39,8% sisanya dipengaruhi faktor lain di luar model, seperti kondisi operasional pelabuhan, jadwal kedatangan kapal, atau kebijakan manajerial.

Secara parsial, hasil uji t awal terhadap model lengkap memperlihatkan bahwa tiga variabel peralatan bongkar muat, yaitu efisiensi peralatan (*Xa2*), ketersediaan peralatan (*Xa3*), serta kondisi dan perawatan peralatan (*Xa4*), berpengaruh signifikan terhadap produktivitas bongkar muat. Hal ini menunjukkan bahwa produktivitas bukan semata-mata ditentukan oleh keberadaan peralatan, tetapi juga oleh sejauh mana peralatan tersebut digunakan secara efisien dan dipelihara dengan baik sehingga siap operasi ketika dibutuhkan. Sebaliknya, variabel teknologi dan inovasi peralatan (*Xa5*) serta seluruh dimensi *TOS* (*Xb1*-*Xb5*) tidak menunjukkan pengaruh signifikan pada taraf kepercayaan 95%. Temuan ini mengindikasikan bahwa, dalam konteks Pelabuhan Malundung saat ini, faktor fisik dan operasional peralatan masih menjadi pengungkit utama produktivitas, sedangkan keunggulan berbasis sistem informasi belum sepenuhnya termanifestasi dalam peningkatan kinerja bongkar muat.

Analisis lanjutan dengan pemodelan regresi bertahap menghasilkan model terbaik yang hanya mempertahankan variabel-variabel peralatan bongkar muat, dengan persamaan: $Y = 2,708 + 0,202 \text{ } Xa2 + 0,606 \text{ } Xa3 + 0,049 \text{ } Xa5$, dengan *Y* adalah produktivitas bongkar muat peti kemas, *Xa2* efisiensi peralatan, *Xa3* ketersediaan peralatan, dan *Xa5* teknologi serta inovasi peralatan bongkar muat. Dalam model ini, koefisien regresi berpenanda positif, yang secara substantif menunjukkan bahwa peningkatan efisiensi, ketersediaan, dan kualitas teknologi/inovasi peralatan cenderung diikuti oleh kenaikan produktivitas bongkar muat. Namun demikian, hasil uji signifikansi pada model akhir memperlihatkan bahwa hanya ketersediaan peralatan (*Xa3*) yang berpengaruh signifikan, sedangkan efisiensi peralatan (*Xa2*) dan teknologi serta inovasi peralatan (*Xa5*) meskipun berkorelasi positif, belum signifikan secara statistik pada taraf 5%.

Temuan bahwa ketersediaan peralatan menjadi faktor paling dominan sejalan dengan karakteristik operasi terminal peti kemas yang sangat bergantung pada kecukupan jumlah *crane*, alat angkat-angkut, dan peralatan pendukung lainnya. Semakin banyak peralatan yang siap operasi tanpa gangguan kerusakan atau antrian penggunaan, semakin kecil waktu tunggu kapal dan truk, serta semakin besar volume peti kemas yang dapat ditangani dalam satuan waktu. Dalam konteks Pelabuhan Malundung Tarakan, hal ini mengindikasikan bahwa strategi penambahan unit peralatan kritis, peningkatan tingkat kesiapan operasional (*availability*), serta manajemen jadwal penggunaan peralatan merupakan prioritas kebijakan yang paling langsung berdampak pada peningkatan produktivitas.

Di sisi lain, tidak signifikannya variabel-variabel *TOS* (integrasi dan kompatibilitas sistem, manajemen alur kerja, manajemen inventaris, keandalan dan kestabilan sistem, serta koordinasi antar stakeholder) dapat diinterpretasikan bahwa pemanfaatan *TOS* di Pelabuhan Malundung belum memberikan pengaruh terukur terhadap produktivitas bongkar muat. *TOS* kemungkinan besar lebih berkorelasi pada aspek transparansi informasi, kemudahan monitoring, dan peningkatan kualitas pelayanan administrasi, sementara kinerja fisik bongkar muat masih ditentukan oleh kapasitas dan ketersediaan peralatan. Selain itu, keterbatasan jumlah responden dan variasi persepsi di antara operator dan pengguna jasa dapat menyebabkan pengaruh *TOS* yang sesungguhnya belum tertangkap secara kuat dalam model statistik.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas bongkar muat peti kemas di Pelabuhan Malundung Tarakan pada tahap sekarang lebih efektif dilakukan melalui penguatan faktor-faktor peralatan bongkar muat, khususnya ketersediaan peralatan, tanpa mengabaikan pentingnya langkah jangka menengah dan panjang untuk mengoptimalkan pemanfaatan *TOS* agar selaras dengan kebutuhan operasi terminal peti kemas.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Secara simultan peralatan bongkar muat dan *Terminal Operating System (TOS)* berpengaruh signifikan terhadap produktivitas bongkar muat peti kemas di Pelabuhan Malundung Tarakan, dengan nilai F_{hitung} sebesar 8,690 dan R^2 sebesar 0,602, yang berarti 60,2% variabel produktivitas bongkar muat peti kemas dapat dijelaskan oleh variabel-variabel dalam model.
2. Secara parsial, variabel peralatan bongkar muat yang berpengaruh signifikan pada model awal adalah efisiensi peralatan, ketersediaan peralatan, serta kondisi dan perawatan peralatan, sementara teknologi dan inovasi peralatan serta seluruh dimensi *TOS* belum menunjukkan pengaruh signifikan pada taraf kepercayaan 95%.
3. Model regresi linier akhir yang lebih ringkas menunjukkan bahwa produktivitas bongkar muat peti kemas dapat direpresentasikan dengan persamaan $Y = 2,708 + 0,202 X_{a2} + 0,606 X_{a3} + 0,049 X_{a5}$, di mana secara statistik faktor yang memberikan kontribusi paling dominan dan konsisten adalah ketersediaan peralatan bongkar muat (X_{a3}).
4. Implikasi praktis dari temuan ini adalah perlunya prioritas kebijakan pada pemenuhan jumlah dan kesiapan operasional peralatan bongkar muat, didukung oleh program pemeliharaan yang terencana, serta pengembangan bertahap teknologi dan inovasi peralatan dan *TOS* agar pada tahap berikutnya mampu memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan produktivitas bongkar muat peti kemas di Pelabuhan Malundung Tarakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badarusman, B., Fadillah, U., Batubara, S., & Nasution, S. (2018). Analisis Terminal Peti Kemas Dan Kapal Serta Arus Peti Kemas Pelabuhan Tarakan. *Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi Dan Logistik*, 5(1), 51–60. Retrieved from <http://library.itlirisakti.ac.id/jurnal/index.php/JMBTL/article/view/190/186>
- Bakri, M. D., Mansur, A. Z., & Bunga, S. (2020). Analisis Kinerja Bongkar Muat di Pelabuhan Tengkayu II Tarakan. *Siklus, Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 204–215. <https://doi.org/10.31849/siklus.v6i2.4475>
- Defrianto, S. B., & Purwasih, R. (2023). Analisa Kinerja Bongkar Muat Di Terminal Petikemas Makassar New Port. *Riset Sains Dan Teknologi Kelautan*, 6(1), 67–74. <https://doi.org/10.62012/sensistek.v6i1.24251>
- Fauzi, A. Z. (2023). *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Bongkar/Muat Di Terminal Petikemas Surabaya (STIA DAN MANAJEMEN KEPELABUHANAN BARUNAWATI SURABAYA)*. Retrieved from <http://repositori.stiamak.ac.id/id/eprint/398/>
- Ghozali, I. (2018). *Aplikasi analisis multivariate dengan IBM SPSS 25*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Karubaba, O. C. (2024). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Terminal Kontainer di Pelabuhan Sorong. *Jurnal Cahaya Mandalika*, 05(2), 468–476.
- Liauw, J. K., Utami, D., & Pandapotan, D. (2018). Penerapan IPC Terminal Operating System dan Layanan Peti Kemas Pelabuhan Tanjung Priok. *Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi Dan Logistik (JMBTL)*, 4(3), 317–322. <https://doi.org/10.54324/j.mbt.v4i3.826>
- Likert, R. (1932). *A Technique for The Measurement of Attitudes*. New York: Archives of Psychology.
- Lintang, Y. M., Nugraha, B., & Gupron, A. K. (2024). Analisis Faktor yang Mempengaruhi Standar Waktu Pelayanan Truck Round Time PT Terminal Peti Kemas Surabaya. *Jurnal Bintang Pendidikan Indonesia*, 2(4), 241–263. <https://doi.org/10.55606/jubpi.v2i4.3296>

- Malisan, J. (2016). Potensi Pengembangan Pelabuhan Tarakan Untuk Konsolidasi Barang Bagi Wilayah Kalimantan Utara Dan Sekitarnya. *Jurnal Penelitian Transportasi Laut*, 18(2), 52–62. <https://doi.org/https://doi.org/10.25104/transla.v18i2.1386>
- Muhammad Rangga Hidayat, Rizky Yudi Prasetyo, & Arif Rachman Dillah. (2023). Peninjauan Terhadap Implementasi Sistem TOS Nusantara di Area Tanjung Priok. *Jurnal MIMBAR ADMINISTRASI*, 20(1), 43–50. <https://doi.org/10.56444/mia.v20i1.654>
- Rusmiyanto, D., & Dessixson, W. T. (2022). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Bongkar Muat Peti Kemas Di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Universal Technic*, 1(1), 67–86.
- Safuan, S. (2022). Penerapan Teknologi Digital di Pelabuhan Indonesia untuk Menurunkan Biaya Logistik Nasional. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTRANSLOG)*, 9(3), 213–220. <https://doi.org/10.54324/j.mtl.v9i3.738>
- Sulistyono, & Sulistiowati, W. (2017). Peramalan Produksi dengan Metode Regresi Linier Berganda. *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, 1(2), 82–89. <https://doi.org/10.21070/prozima.v1i2.1350>
- Suryantoro, B., Purnama, D. W., & Haqi, M. (2020). Tenaga Kerja, Peralatan Bongkar Muat Lift On/Off, Dan Efektivitas Lapangan Penumpukan Terhadap Produktivitas Bongkar Muat Peti Kemas. *Baruna Horizon*, 3(1), 156–169.
- Yani, T. E., & Agung, M. (2023). Efektivitas Pelayanan Prima Terhadap Kepuasan Pelanggan (Studi Kasus PT. Pelabuhan Indonesia II (Persero) Cabang Panjang). *Jurnal Kompetitif Bisnis*, 1(10), 768–780.