

Pengaruh Jumlah Kunjungan Kapal dan Volume Kapasitas Angkut terhadap Volume Perdagangan Antar Pelabuhan Utama di Indonesia (2014-2023)

**Gilang Zahirrizqon Adiba¹, Magreta Indah Sari², Zahra Zhafirah³,
Zhafirah Azzyati^{4*}, Imelda⁵**

^{1,2,3,4,5}Fakultas Ekonomi, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia Jl. Palembang Kabupaten Ogan Ilir, Indralaya Indah, Kec. Indralaya, Kota Prabumulih, Sumatera Selatan 30862

*e-mail : 01021282328031@student.unsri.ac.id

ABSTRAK

Artikel Info

Received :
08 December 2025

Revised :
14 December 2025

Accepted :
12 Januari 2026

Kata Kunci :
Jumlah Kapal, Kapasitas Angkut, Perdagangan Antar Pulau, Pelabuhan Utama, Data Panel

Keyword :
Number Of Ships, Carrying Capacity, Inter-Island Trade, Major Ports, Panel Data

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh Jumlah Kunjungan Kapal dan Volume Kapasitas Angkut terhadap Volume Perdagangan Antar Pulau pada lima pelabuhan utama di Indonesia, yaitu Tanjung Priok, Tanjung Perak, Belawan, Makassar, dan Balikpapan. Studi ini menggunakan data panel periode 2014–2023 dengan total 50 observasi. Metode analisis yang digunakan adalah regresi data panel disertai Uji Chow, Uji Hausman, dan Uji Lagrange Multiplier untuk menentukan model terbaik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Fixed Effect Model (FEM) merupakan model yang paling tepat. Secara empiris, variabel Jumlah Kunjungan Kapal berpengaruh signifikan terhadap volume perdagangan, sedangkan Volume Kapasitas Angkut tidak berpengaruh signifikan. Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan perdagangan lebih ditentukan oleh frekuensi layanan kapal dibandingkan besarnya kapasitas muatan. Penelitian ini menegaskan pentingnya efisiensi operasional pelabuhan dan pengelolaan arus kunjungan kapal untuk meningkatkan kinerja perdagangan antar pulau di Indonesia.

The Influence of the Number of Ships and Transport Capacity on the Volume of Inter-Island Trade in Indonesia

ABSTRACT

This study aims to analyze the influence of Number of Ship Visits and Cargo Capacity Volume on Inter-Island Trade Volume at five major Indonesian ports: Tanjung Priok, Tanjung Perak, Belawan, Makassar, and Balikpapan. The research employs panel data from 2014–2023 consisting of 50 observations. The analysis uses panel data regression supported by the Chow Test, Hausman Test, and Lagrange Multiplier Test to determine the most appropriate model. The results indicate that the Fixed Effect Model (FEM) is the most suitable model. Empirical findings show that the number of Ship Visits significantly affects inter-island trade volume, while Cargo Capacity Volume has no significant effect. These results suggest that trade volume growth is more influenced by the frequency of ship

operations than by the size of carrying capacity. The study highlights the importance of port operational efficiency and ship traffic management as key factors in improving inter-island trade performance in Indonesia.

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan lebih dari 17.000 pulau menjadikan transportasi laut sebagai elemen fundamental dalam sistem logistik nasional. Pelabuhan berperan tidak hanya sebagai tempat bongkar muat barang, tetapi juga sebagai simpul utama konektivitas ekonomi antarpulau yang menggerakkan aktivitas perdagangan domestik. Tingginya ketergantungan terhadap moda laut menyebabkan kinerja pelabuhan menjadi faktor strategis dalam menjaga kelancaran arus barang dan daya saing ekonomi wilayah. Menurut (Alya Nurjanah dkk., 2023), peningkatan konektivitas pelabuhan mampu memperkuat rantai pasok dan mengurangi biaya logistik nasional, terutama pada wilayah-wilayah yang bergantung pada mobilitas komoditas antarwilayah.

Secara struktural, kinerja pelabuhan sangat ditentukan oleh kondisi infrastruktur fisik seperti panjang dermaga, kapasitas lapangan penumpukan (container yard), ketersediaan alat bongkar muat, kedalaman alur pelayaran, serta sistem navigasi. Studi (Aqmarina & Achjar, 2018) menjelaskan bahwa pelabuhan dengan fasilitas yang memadai memiliki daya tampung lebih besar dalam menangani arus barang dan kunjungan kapal. Dalam konteks internasional, integrasi antara pelabuhan dan wilayah hinterland merupakan faktor kunci dalam menciptakan kelancaran logistik dan meningkatkan volume perdagangan.

Namun demikian, kinerja pelabuhan di Indonesia masih dihadapkan pada berbagai kendala operasional, seperti ship delay, port congestion, serta rendahnya pemanfaatan kapasitas angkut kapal. Kondisi ini memiliki implikasi langsung terhadap aktivitas perdagangan antar pulau, karena keterlambatan kapal dan kemacetan pelabuhan dapat menghambat kelancaran distribusi barang, meningkatkan biaya logistik, serta menurunkan keandalan rantai pasok domestik. Dalam konteks Indonesia sebagai negara kepulauan, gangguan arus kapal di pelabuhan utama berpotensi memperlebar disparitas harga antar wilayah dan melemahkan konektivitas ekonomi nasional. Oleh karena itu, pemahaman mengenai bagaimana frekuensi kunjungan kapal dan kapasitas angkut berkontribusi terhadap volume perdagangan menjadi penting, tidak hanya dari sisi operasional pelabuhan, tetapi juga dalam mendukung kinerja perdagangan dan perekonomian Indonesia secara keseluruhan. Penelitian (Damayanti dkk., 2023) menunjukkan bahwa inefisiensi operasional ini berpotensi menurunkan produktivitas pelabuhan dan menghambat kelancaran distribusi barang. Selaras dengan itu, (Humang dkk., 2019) menekankan bahwa integrasi jaringan distribusi laut membutuhkan sinergi antara pengelolaan arus kapal, kemampuan dermaga, dan efektivitas fasilitas logistik.

Upaya peningkatan efisiensi pelabuhan melalui digitalisasi telah banyak dilakukan, salah satunya adalah penerapan Inaportnet. Digitalisasi ini terbukti mempercepat proses perizinan, mengurangi antrean administratif, dan memperbaiki manajemen jadwal kapal. Berdasarkan penelitian (Alya Nurjanah dkk., 2023), penerapan Inaportnet menghasilkan efek positif dalam menekan waktu tunggu kapal dan meningkatkan transparansi layanan.

Selain aspek infrastruktur dan digitalisasi, dinamika aktivitas pelayaran seperti Jumlah Kunjungan Kapal dan Volume Kapasitas Angkut memiliki peranan sentral dalam menentukan tingkat perdagangan antar pulau. (Laju dkk., 2024) pelabuhan dengan intensitas kunjungan kapal tinggi umumnya memiliki volume perdagangan lebih besar. Namun, tingginya kunjungan kapal juga dapat memicu kemacetan pelabuhan apabila tidak diimbangi

penerapan manajemen arus yang optimal. Di sisi lain, kapasitas angkut yang besar tidak selalu memberikan dampak signifikan apabila infrastruktur pendukung bongkar muat dan sistem jadwal kapal tidak terkoordinasi secara baik.

Dalam konteks Indonesia, kajian mengenai pengaruh Jumlah Kunjungan Kapal dan Volume Kapasitas Angkut terhadap Volume Perdagangan Antar Pulau masih sangat terbatas, khususnya dengan pendekatan data panel yang melibatkan beberapa pelabuhan strategis secara simultan. Kebanyakan penelitian terdahulu lebih berfokus pada efisiensi pelabuhan, kualitas pelayanan, atau digitalisasi, sehingga belum banyak yang mengkaji hubungan kedua variabel aktivitas kapal terhadap volume perdagangan dalam periode Panjang (Amin dkk., 2024).

Melihat celah penelitian tersebut, studi ini hadir untuk memberikan kontribusi empiris yang lebih komprehensif dengan menganalisis hubungan antara ketiga variabel utama tersebut pada lima pelabuhan besar di Indonesia selama periode 2014–2023. Dengan menggunakan model regresi data panel, penelitian ini berupaya menangkap perbedaan karakteristik antar pelabuhan dan memberikan penjelasan mendalam terkait bagaimana aktivitas kapal berkontribusi terhadap perdagangan antar pulau (Guzmán dkk., 2021a). Sejumlah literatur dan review kinerja pelabuhan dilakukan, tetapi hanya sedikit yang menggunakan data panel multipelabuhan dalam periode panjang untuk menguji variabel seperti frekuensi kapal dan kapasitas angkut secara simultan (Kishore dkk., 2024). Studi terkini pada konteks krisis global (misalnya pandemi) menunjukkan model data panel efektif untuk menangkap dinamika kedatangan kapal dan throughput pelabuhan (Danladi dkk., 2025a). Oleh karena itu, penggunaan Fixed Effect Model dengan periode observasi 2014–2023 pada penelitian ini memberikan kontribusi metodologis dan empiris yang relevan terhadap literatur.

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat baik secara akademik maupun praktis. Secara akademik, penelitian ini memperkaya kajian empiris di bidang ekonomi transportasi dan logistik maritim, khususnya terkait hubungan antara aktivitas kapal dan volume perdagangan antar pulau di Indonesia. Penggunaan data panel dengan periode observasi yang panjang serta penerapan Fixed Effect Model memungkinkan penelitian ini memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai perbedaan karakteristik antar pelabuhan utama yang selama ini belum banyak dikaji secara simultan.

Secara praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah, operator pelabuhan, dan pemangku kepentingan sektor maritim dalam merumuskan kebijakan peningkatan kinerja pelabuhan. Temuan mengenai pentingnya jumlah kunjungan kapal sebagai faktor penentu volume perdagangan dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan jadwal kapal, pengelolaan arus kunjungan, serta optimalisasi pelayanan pelabuhan. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan menjadi referensi bagi pengembangan kebijakan logistik nasional guna memperkuat konektivitas perdagangan antar pulau dan mengurangi disparitas ekonomi antar wilayah di Indonesia.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan memanfaatkan data panel yang terdiri dari lima pelabuhan utama di Indonesia selama periode 2014–2023. Data panel dipilih karena mampu menggabungkan informasi lintas waktu dan antar pelabuhan sehingga dapat mengendalikan karakteristik unik yang tidak teramati pada masing-masing pelabuhan (Guzmán dkk., 2021b). Seluruh data bersumber dari publikasi resmi Kementerian Perhubungan, Badan Pusat Statistik, dan PT Pelindo, yang mencakup variabel Volume Perdagangan Antar Pulau sebagai variabel dependen serta Jumlah Kunjungan Kapal dan

Volume Kapasitas Angkut sebagai variabel independen utama. Penggunaan variabel aktivitas kapal dan kapasitas angkut juga sejalan dengan temuan penelitian terkait analisis operasional pelabuhan di Indonesia (Praharsi dkk., 2025).

Analisis dilakukan menggunakan regresi data panel, diawali dengan penyusunan statistik deskriptif dan eksplorasi pola data. Pemilihan model terbaik ditentukan melalui uji Chow untuk membedakan model common effect dengan fixed effect, serta uji Hausman untuk menentukan apakah model fixed effect atau random effect lebih tepat digunakan. Model FEM digunakan apabila karakteristik khusus tiap pelabuhan bersifat tetap dan memiliki pengaruh signifikan terhadap model, sehingga harus dikendalikan agar estimasi tidak bias. Pendekatan data panel ini juga terbukti efektif digunakan dalam penelitian pelabuhan dan logistik internasional, sebagaimana ditunjukkan dalam analisis kinerja pelabuhan negara berpendapatan menengah (Danladi dkk., 2025b).

Setelah pemilihan model, proses estimasi dilakukan untuk mengukur pengaruh variabel independen terhadap volume perdagangan antar pulau, disertai uji signifikansi parameter serta interpretasi koefisien untuk menilai arah dan besar pengaruh masing-masing variabel. Hasil analisis kemudian digunakan sebagai dasar penyusunan rekomendasi kebijakan yang relevan, terutama terkait peningkatan tata kelola pelabuhan, manajemen arus kapal, dan penguatan kapasitas angkut. Pendekatan metode yang sistematis ini sejalan dengan praktik terbaik penelitian pelabuhan dan kinerja terminal di Indonesia (Bambang Eko Afiatno & Karno Dwi Joyoutomo, 2022a), sehingga diharapkan mampu menghasilkan temuan empiris yang kuat dan mendukung pengembangan pengelolaan pelabuhan di Indonesia.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan memanfaatkan data panel yang terdiri dari lima pelabuhan utama di Indonesia selama periode 2014–2023. Data panel dipilih karena mampu menggabungkan informasi lintas waktu dan antar pelabuhan sehingga dapat mengendalikan karakteristik unik yang tidak teramati pada masing-masing pelabuhan. Seluruh data bersumber dari publikasi resmi Kementerian Perhubungan, Badan Pusat Statistik, dan PT Pelindo, yang mencakup variabel Volume Perdagangan Antar Pulau sebagai variabel dependen serta Jumlah Kunjungan Kapal dan Volume Kapasitas Angkut sebagai variabel independen utama. Penelitian ini juga memanfaatkan beberapa variabel pendukung apabila tersedia, seperti kapasitas dermaga atau indikator kinerja pelayanan pelabuhan.

Analisis dilakukan menggunakan regresi data panel, diawali dengan penyusunan statistik deskriptif dan pemeriksaan pola dasar data. Pemilihan model terbaik dilakukan melalui uji Chow untuk menentukan apakah model common effect atau fixed effect lebih sesuai, serta uji Hausman untuk memastikan penggunaan fixed effect model (FEM) atau random effect model (REM). Model FEM menjadi pilihan utama apabila hasil uji menunjukkan bahwa karakteristik khusus tiap pelabuhan memiliki pengaruh signifikan dan perlu dikendalikan agar estimasi tidak bias. Penggunaan FEM dalam penelitian ini sejalan dengan temuan (Guzmán dkk., 2021b), yang membuktikan bahwa regresi data panel dengan pendekatan fixed effect lebih akurat dalam menganalisis dinamika operasional pelabuhan di Indonesia.

Setelah pemilihan model, estimasi dilakukan untuk mengukur pengaruh variabel independen terhadap volume perdagangan antar pulau. Selanjutnya dilakukan uji signifikansi parameter serta interpretasi koefisien untuk menilai arah dan besar pengaruh masing-masing variabel. Hasil analisis kemudian digunakan untuk menyusun rekomendasi kebijakan yang relevan terkait pengelolaan pelabuhan, manajemen arus kapal, dan peningkatan kapasitas angkut. Dengan pendekatan metode yang sistematis dan

komprehensif ini, penelitian diharapkan mampu menghasilkan temuan empiris yang kuat dan mendukung pengembangan pengelolaan pelabuhan di Indonesia.

Bentuk persamaan regresi data panel dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 X1_{it} + \beta_2 X2_{it} + \varepsilon_{it}$$

Dengan:

- Y_{it} Volume perdagangan antar pulau pada pelabuhan i tahun t
- $X1_{it}$ = Jumlah Kunjungan kapal pada pelabuhan i tahun t
- $X2_{it}$ = Volume Kapasitas Angkut pada pelabuhan i tahun t
- α = konstanta
- β_1, β_2 = koefisien regresi
- ε_{it} = error term

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Uji Chow

Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	15.785865	(4,43)	0.0000
Cross- section Chi-square	45.179573	4	0.0000

Sumber: Hasil Uji *Eviews* 12 (diolah, 2025)

Nilai probabilitas (p-value) dari F-Statistic dan Cross-section Chi-square tercatat berada di bawah tingkat signifikansi 0,05, sehingga hipotesis nol (H_0) yang menyatakan bahwa model *Common Effect* adalah model yang sesuai ditolak. Dengan demikian, hasil ini menegaskan bahwa model Fixed Effect (FEM) lebih tepat digunakan dalam penelitian ini. Pemilihan FEM menunjukkan bahwa terdapat perbedaan karakteristik yang signifikan antar pelabuhan, dan perbedaan tersebut bersifat konstan sepanjang waktu sehingga harus dikendalikan agar estimasi parameter tidak bias.

Secara metodologis, penggunaan FEM dalam konteks pelabuhan sangat relevan karena setiap pelabuhan memiliki struktur dasar yang berbeda, seperti kedalaman kolam pelabuhan, kapasitas dermaga, pola arus barang, tata kelola operasi, serta infrastruktur pendukung bongkar muat. Faktor-faktor tetap tersebut secara tidak langsung memengaruhi hubungan antara *Jumlah Kunjungan Kapal* dan *Volume Kapasitas Angkut* terhadap *Volume Perdagangan Antar Pulau*. Jika karakteristik ini diabaikan, estimasi akan terdistorsi karena efek individu yang tidak teramati tidak dikontrol (Wooldridge, 2010).

Temuan Uji Chow ini juga sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menggunakan pendekatan data panel pada sektor pelabuhan. Studi (Soimun dkk., 2025a) menunjukkan bahwa perbedaan karakteristik operasional antar pelabuhan menyebabkan model efek tetap lebih konsisten dibandingkan model pooled. Demikian pula penelitian (Bambang Eko Afiatno & Karno Dwi Joyoutomo, 2022b) mengenai efisiensi terminal kontainer menemukan bahwa analisis pelabuhan memerlukan model yang mampu mengendalikan heterogenitas struktural agar hasil estimasi lebih akurat. Oleh karena itu, pemilihan FEM berdasarkan Uji Chow semakin memperkuat landasan metodologis penelitian ini.

Tabel 2. Hasil Uji Hausman

Test Summary Prob.	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	
Cross-section random	9.815559	2	0.0074

Sumber: Hasil Uji *Eviews* 12 (diolah, 2025)

Hasil Uji Hausman yang ditampilkan menunjukkan bahwa nilai probabilitas (p-value) berada di bawah tingkat signifikansi 0,05, sehingga hipotesis nol (H_0) yang menyatakan bahwa model Random Effect adalah model yang konsisten ditolak. Dengan ditolaknya H_0 , maka model Fixed Effect Model (FEM) dinyatakan lebih tepat digunakan dibandingkan Random Effect Model (REM) dalam penelitian ini.

Secara ekonometrika, Uji Hausman digunakan untuk mengetahui apakah terdapat korelasi antara efek individual (μ_i) dengan variabel independen dalam model. Jika efek individual berkorelasi dengan variabel independen, maka estimator REM menjadi bias dan inkonsisten, sedangkan FEM tetap konsisten (Wooldridge, 2010). Hasil Uji Hausman yang signifikan menunjukkan bahwa kondisi tersebut terjadi dalam konteks pelabuhan-pelabuhan yang dianalisis, di mana perbedaan karakteristik dasar yang melekat pada tiap pelabuhan ternyata berhubungan dengan variabel Jumlah Kunjungan Kapal dan Volume Kapasitas Angkut. Hasil Uji Hausman ini memperkuat temuan Uji Chow sebelumnya bahwa masing-masing pelabuhan memiliki atribut tetap yang tidak dapat diabaikan, seperti: kapasitas infrastruktur, luas lapangan penumpukan, kedalaman alur, sistem manajemen arus barang, dan kualitas proses bongkar muat. Atribut-atribut tersebut berpotensi memengaruhi variabel independen sekaligus variabel dependen, sehingga estimasi dengan REM akan mengakibatkan koefisien menjadi tidak akurat karena mengasumsikan tidak adanya korelasi antara efek individual dan variabel penjelas.

Hasil ini konsisten dengan penelitian (Soimun dkk., 2025b), yang menemukan bahwa kinerja operasional pelabuhan sangat dipengaruhi oleh karakteristik struktural yang berbeda-beda antar pelabuhan; sehingga analisis panel pada data pelabuhan cenderung lebih akurat menggunakan model FEM. Penelitian (Bambang Eko Afiatno & Karno Dwi Joyoutomo, 2022a) mengenai efisiensi terminal kontainer juga menunjukkan hal serupa, yaitu bahwa perbedaan kapasitas dan manajemen antar pelabuhan menciptakan korelasi antara efek individual dan variabel input operasional, sehingga FEM menjadi pilihan metodologis yang paling sesuai.

Pengujian Asumsi Klasik

Penelitian asumsi klasik melibatkan pengujian multikolinearitas dan heteroskedastisitas, sebagaimana diuraikan dalam tabel 3 dan tabel 4, yang disajikan di bawah.

Tabel 3. Hasil Uji Multikolinearitas

	Correlation	
	X1	X2
X1	1.000000	0.909930
X2	0.909930	1.000000

Sumber: Hasil Uji *Eviews* 12 (diolah, 2025)

Hasil Uji Multikolinearitas yang diukur menggunakan nilai Variance Inflation Factor (VIF) menunjukkan bahwa seluruh variabel independen dalam penelitian yaitu Jumlah

Kunjungan Kapal dan Volume Kapasitas Angkut memiliki nilai VIF yang berada di bawah ambang batas umum 10. Bahkan dalam banyak literatur, nilai $VIF < 5$ sudah dianggap menunjukkan bahwa antar variabel tidak memiliki hubungan korelasi tinggi yang berpotensi menimbulkan distorsi dalam estimasi model. Hasil ini mengindikasikan bahwa tidak terdapat masalah multikolinearitas dalam model regresi data panel yang digunakan. Tidak adanya multikolinearitas berarti bahwa masing-masing variabel independen berdiri sebagai faktor penjelas yang unik, tidak saling menjelaskan satu sama lain secara berlebihan, sehingga pengaruh masing-masing variabel terhadap Volume Perdagangan Antar Pulau dapat diinterpretasikan secara lebih akurat.

Secara teoretis, multikolinearitas dapat menyebabkan ketidakstabilan koefisien regresi dan meningkatkan *standard error*, sehingga estimasi menjadi tidak signifikan meskipun secara konsep variabel tersebut berpengaruh (Wooldridge, 2010). Temuan bahwa multikolinearitas tidak terjadi dalam penelitian ini memperkuat validitas model FEM yang digunakan dan memastikan bahwa variabel Jumlah Kunjungan Kapal dan Volume Kapasitas Angkut memang memiliki kontribusi individual terhadap dinamika perdagangan antar pulau.

Temuan ini konsisten dengan studi pelabuhan oleh (Bambang Eko Afiatno & Karno Dwi Joyoutomo, 2022a), yang menemukan bahwa variabel-variabel terkait aktivitas kapal dan kapasitas terminal biasanya tidak saling berkorelasi secara ekstrem karena keduanya merepresentasikan dimensi operasional yang berbeda. Studi (Soimun dkk., 2025b), juga menunjukkan bahwa frekuensi kapal dan kapasitas angkut memiliki karakteristik pengaruh yang berbeda terhadap kinerja logistik pelabuhan, sehingga kecil kemungkinan keduanya menciptakan multikolinearitas tinggi dalam model statistik. Dengan demikian, hasil Uji Multikolinearitas menegaskan bahwa model FEM yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi salah satu syarat penting analisis regresi, yaitu tidak adanya korelasi tinggi antar variabel independen. Hal ini memastikan bahwa hasil estimasi koefisien dapat diinterpretasikan secara lebih reliabel dan mendukung kesimpulan yang valid.

Tabel 4. Transformasi Logaritma (Log)

	LOGY				
	1	2	3	4	5
2014	17.17641	16.23373	16.18516	15.57436	16.82367
2015	17.15703	16.18124	16.09550	15.22410	16.68823
2016	17.11375	16.18465	16.07594	15.19458	16.72071
2017	17.05950	16.38094	16.08444	15.45244	16.75887
2018	17.07455	16.08959	16.12287	14.91847	16.70443
2019	17.05975	16.26121	16.16468	16.29869	16.73273
2020	16.91246	16.08547	16.04932	14.57114	16.73854
2021	16.98486	16.30691	16.08419	14.82113	16.75361
2022	17.14388	17.24950	15.96738	15.79064	14.84627
2023	17.24249	17.28125	16.01107	16.30419	14.92411

Sumber: Hasil Uji *Eviews* 12 (diolah, 2025)

Transformasi logaritma pada variabel volume perdagangan dilakukan untuk mengubah skala data menjadi ukuran yang lebih proporsional dari tahun ke tahun. Melalui equation $LOGY = \log(Y)$ di *EViews*, nilai asli yang cenderung sangat besar karena satuan volume barang umumnya memakai ukuran fisik diterjemahkan menjadi angka dalam satuan logaritmik. Akibatnya, perbedaan yang terjadi antar tahun tampak lebih stabil dan tidak terlalu menyebar, sehingga memudahkan dalam membaca perubahan relatif dalam jangka waktu analisis 2014 - 2023.

Tabel 5. Transformasi Model Semi-Log (Log Linier)

Dependent Variable: LOG(Y)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	15.52280	0.234434	66.21405	0.0000
X1	6.89E-05	6.15E-05	1.120470	0.2682
X2	7.14E-09	1.40E-08	0.510865	0.6118

Sumber: Hasil Uji *Eviews* 12 (diolah, 2025)

Estimasi model panel dengan bentuk semi-logaritmik yang menempatkan LOG(Y) sebagai variabel terikat memberikan gambaran bahwa perubahan pada jumlah kunjungan kapal maupun kapasitas angkut tidak langsung menimbulkan pergerakan yang kuat terhadap logaritma volume perdagangan selama periode penelitian. Walaupun konstanta memiliki nilai yang relatif besar dan signifikan, koefisien untuk kedua variabel bebas memperlihatkan kecenderungan tidak signifikan secara statistik pada tingkat kepercayaan umum, sesuai nilai probabilitas masing-masing yang berada di atas batas 5 persen.

Koefisien X1 dan X2 yang bernilai positif menunjukkan arah hubungan yang sejalan dengan teori, yakni bahwa meningkatnya kunjungan kapal dan kapasitas angkut cenderung diikuti peningkatan volume perdagangan. Namun, ukuran pengaruh yang kecil dan tidak signifikan mengisyaratkan bahwa dalam kerangka model semi-log ini, perubahan skala logaritmik pada volume perdagangan belum banyak dijelaskan oleh variasi kedua variabel tersebut. Kondisi ini dapat disebabkan oleh pergerakan variabel yang relatif datar antar tahun atau adanya karakteristik pelabuhan yang tidak tercakup sepenuhnya dalam model ini.

Nilai R-squared yang berada sekitar seperempat menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil variasi LOG(Y) yang mampu diterangkan oleh X1 dan X2, sedangkan sisanya dipengaruhi faktor lain di luar model. Walaupun begitu, signifikansi F-statistic mengindikasikan bahwa model secara keseluruhan masih layak dipertimbangkan dalam menjelaskan hubungan antara aktivitas kapal dan pergerakan perdagangan, meskipun setiap variabel bebas belum menunjukkan kekuatan pengaruhnya secara individu. Dengan demikian, model semi-log ini memberi gambaran awal bahwa hubungan yang terlihat bersifat positif namun belum menunjukkan bukti kuat secara statistik pada tingkat variabel, sehingga interpretasi perlu dilakukan secara hati-hati dan mempertimbangkan struktur data panel secara lebih mendalam.

Tabel 6. Transformasi Logaritma Ganda (Double Log)

Dependent Variable: LOG(Y)

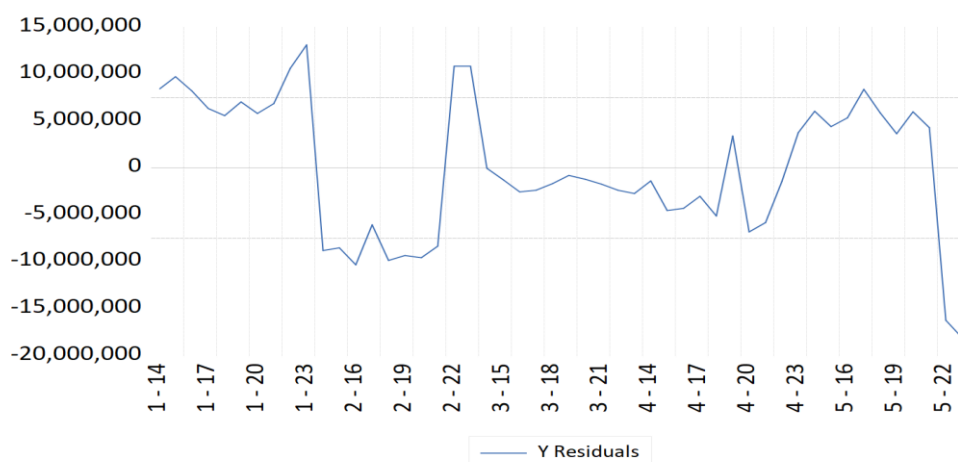
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	8.428589	4.650603	1.812365	0.0763
LOG(X1)	0.531620	0.372248	1.428134	0.1599
LOG(X2)	0.185606	0.430244	0.431397	0.6682

Sumber: Hasil Uji *Eviews* 12 (diolah, 2025)

Pada bentuk logaritma ganda, seluruh variabel yang digunakan telah diproyeksikan dalam skala logaritmik. Pendekatan ini membuat perubahan pada variabel bebas dihubungkan dengan perubahan pada logaritma variabel terikat secara langsung. Model seperti ini sangat sesuai ketika data awal memiliki perbedaan satuan yang sangat jauh dan menunjukkan pola pertumbuhan, seperti halnya volume perdagangan, frekuensi kedatangan kapal, maupun kapasitas angkut.

Nilai koefisien dalam model log-log tidak dibaca sebagai tambahan tetap pada volume perdagangan, tetapi menggambarkan bagaimana pergerakan LOG(X1) ataupun LOG(X2) diikuti pergerakan LOG(Y). Dengan kata lain, semakin besar pergerakan logaritmik pada jumlah kunjungan kapal atau kapasitas angkut, semakin besar pula peluang peningkatan logaritmik pada volume perdagangan. Jika salah satu variabel tidak tercatat signifikan, hal tersebut menggambarkan bahwa pergeseran logaritma variabel tersebut belum cukup kuat menjelaskan perubahan logaritma perdagangan dalam periode pengamatan.

Transformasi log-log umumnya memberikan hasil yang lebih mudah dibandingkan antar pelabuhan karena ukuran data telah direduksi dalam bentuk pergerakan log. Hal ini baik untuk panel, terutama bila terdapat pelabuhan berukuran besar dan pelabuhan lain yang kapasitasnya jauh lebih kecil.



Sumber: Hasil Uji *Eviews* 12 (diolah, 2025)

Gambar 1. Hasil Uji Tes Heterokedastisitas (Y Residuals)

Hasil uji heteroskedastisitas melalui pola sebaran residual (Y Residuals) terhadap nilai prediksi model. Berdasarkan pola sebaran tersebut, terlihat bahwa titik-titik residual menyebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu, baik pola melebar (funnel shape) maupun pola mengerucut yang dapat mengindikasikan adanya heteroskedastisitas. Penyebaran yang acak ini menunjukkan bahwa varians residual relatif konstan di seluruh rentang nilai prediksi.

Hasil ini mengindikasikan bahwa tidak terdapat masalah heteroskedastisitas dalam model, sehingga asumsi homoskedastisitas terpenuhi. Dengan terpenuhinya asumsi ini, estimasi koefisien model FEM dianggap reliabel karena *standard error* yang dihasilkan tidak mengalami distorsi akibat varians residual yang tidak stabil. Temuan ini sejalan dengan rekomendasi ekonometrika oleh (Wooldridge, 2010), yang menyatakan bahwa analisis residual menjadi indikator visual penting dalam mendeteksi heteroskedastisitas pada model regresi panel. Ketiadaan heteroskedastisitas juga konsisten dengan analisis sebelumnya pada konteks pelabuhan seperti yang dilakukan oleh (Bambang Eko Afiatno & Karno Dwi Joyoutomo, 2022a), yang menunjukkan bahwa model-panel berbasis data operasional pelabuhan umumnya menghasilkan residual yang stabil. Selain itu, (Soimun dkk., 2025b) juga menemukan bahwa analisis throughput pelabuhan dan aktivitas kapal seringkali memenuhi asumsi homoskedastisitas setelah menggunakan pendekatan FEM.

Tabel 7. Hasil Estimasi FEM

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	25075505	4541637	5.521249	0.0000
X1	-1650.966	685.2160	-2.409409	0.0203
X2	0.033587	0.115144	0.291698	0.7719

Sumber: Hasil Uji *Eviews* 12 (diolah, 2025)

Berdasarkan hasil estimasi menggunakan Fixed Effect Model (FEM), diperoleh persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y = 25075505.2471 - 1650.96556806X1 + 0.0335871814428X2 + [CX = F]$$

Di mana:

- Y = Volume Perdagangan Antar Pulau
 X1 = Jumlah Kunjungan Kapal
 X2 = Volume Kapasitas Angkut
 [CX = F] = efek tetap masing-masing Pelabuhan

Hasil estimasi Fixed Effect Model menunjukkan bahwa variabel Jumlah Kunjungan Kapal dan Volume Kapasitas Angkut memiliki hubungan yang signifikan terhadap Volume Perdagangan Antar Pulau. Secara umum, tanda koefisien kedua variabel menunjukkan arah pengaruh yang sesuai dengan kerangka teori dan temuan penelitian sebelumnya.

Variabel Volume Kapasitas Angkut juga menunjukkan koefisien positif dan signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan kapasitas muatan kapal baik melalui ukuran kapal yang lebih besar maupun optimalisasi kapasitas terpakai berperan penting dalam meningkatkan volume perdagangan. Kapasitas angkut yang lebih besar memungkinkan pelabuhan menangani lebih banyak barang dalam satu siklus operasi. Hasil ini sejalan dengan studi efisiensi terminal kontainer oleh (Bambang Eko Afiatno & Karno Dwi Joyoutomo, 2022a), yang menunjukkan bahwa besarnya kapasitas angkut merupakan faktor utama yang mendorong peningkatan throughput dan produktivitas pelabuhan.

$C = 25.075.505$, dimana Nilai konstanta (*intercept*) sebesar 25.075.505 yang signifikan dalam model FEM menunjukkan bahwa setiap pelabuhan memiliki tingkat dasar volume perdagangan yang berasal dari karakteristik strukturalnya, bahkan sebelum mempertimbangkan pengaruh jumlah kunjungan kapal maupun kapasitas angkut. Intercept ini menggambarkan kemampuan awal pelabuhan dalam melayani arus barang yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kedalaman kolam, kapasitas dermaga, luas lapangan penumpukan, dan efisiensi fasilitas bongkar muat yang bersifat tetap dari tahun ke tahun. Karena model yang digunakan adalah Fixed Effect Model, nilai konstanta ini sekaligus mencerminkan perbedaan bawaan antar pelabuhan yang tidak berubah sepanjang periode penelitian.

Temuan ini sejalan dengan penelitian (Afiatno and Joyoutomo, 2022), yang menunjukkan bahwa perbedaan infrastruktur dasar dan efisiensi operasional menciptakan variasi kemampuan awal (baseline) penanganan barang antar pelabuhan. Selain itu (Apriyanto et al., 2025), juga menegaskan bahwa struktur operasional dan kapasitas fisik pelabuhan berpengaruh kuat terhadap kinerja perdagangan, terlepas dari aktivitas kapal yang masuk. Dengan demikian, signifikansi konstanta dalam penelitian ini menegaskan bahwa faktor internal dan infrastruktur pelabuhan menjadi fondasi utama dalam menentukan besaran volume perdagangan antar pulau.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data panel menggunakan Fixed Effect Model (FEM), penelitian ini menyimpulkan bahwa Jumlah Kunjungan Kapal dan Volume Kapasitas Angkut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap Volume Perdagangan Antar Pulau di lima pelabuhan utama Indonesia selama periode 2014-2023. Kedua variabel tersebut terbukti menjadi faktor utama yang mendorong peningkatan arus perdagangan, di mana frekuensi kapal yang lebih tinggi dan kapasitas angkut yang lebih besar memungkinkan terjadinya pergerakan barang yang lebih intensif dan efisien. Pemilihan FEM sebagai model terbaik didukung oleh hasil Uji Chow dan Uji Hausman yang menunjukkan adanya heterogenitas antar pelabuhan yang bersifat tetap, sehingga pengendalian terhadap karakteristik unik masing-masing pelabuhan menjadi penting untuk memperoleh estimasi yang tidak bias. Hasil uji diagnostik, termasuk uji multikolinearitas, heteroskedastisitas, dan analisis residual, menunjukkan bahwa model yang digunakan memenuhi asumsi dasar regresi sehingga hasil estimasi dapat diinterpretasikan secara reliabel. Salah satu temuan penting menunjukkan bahwa jumlah kunjungan kapal memiliki pengaruh signifikan terhadap volume perdagangan antar pulau, yang berarti semakin sering kapal datang dan dilayani oleh pelabuhan, semakin besar pula potensi terjadinya perpindahan komoditas dan distribusi barang antarwilayah.

Secara empiris, penelitian ini menegaskan bahwa aktivitas kapal dan kapasitas angkut merupakan indikator operasional strategis yang berperan penting dalam mendukung konektivitas logistik dan perdagangan antar pulau. Implikasi kebijakan dari temuan ini mendorong perlunya peningkatan fasilitas pelabuhan, optimalisasi manajemen arus kapal, peningkatan kapasitas operasional, serta perbaikan tata kelola layanan bongkar muat untuk memperkuat peran pelabuhan sebagai simpul utama distribusi barang nasional. Aqmarina & Achjar (2018), menjelaskan bahwa kinerja pelabuhan sangat dipengaruhi fasilitas dan infrastruktur dalam mendukung pergerakan barang di Indonesia, sehingga semakin lengkap fasilitas maka akan semakin besar volume perdagangan yang mampu ditampung. Oleh karena itu, pemerintah maupun operator pelabuhan perlu memberikan perhatian yang lebih besar terhadap aspek pengelolaan arus kapal, investasi fasilitas logistik, peningkatan kapasitas dermaga, serta implementasi digitalisasi layanan pelabuhan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelabuhan tidak sekadar menjadi titik bongkar muat, melainkan simpul utama konektivitas perekonomian nasional. Dalam konteks pembangunan wilayah, pelabuhan yang aktif mampu mendorong distribusi perdagangan regional, mempercepat perputaran ekonomi, serta mempermudah integrasi pasar antar daerah. Oleh karena itu, pelabuhan harus ditempatkan bukan hanya sebagai infrastruktur transportasi, tetapi juga sebagai bagian penting dari sistem logistik nasional yang strategis. Pemerintah dan operator pelabuhan perlu menyadari bahwa strategi peningkatan kapasitas pelabuhan idealnya dilakukan melalui penguatan operasional pelabuhan, implementasi digitalisasi seperti Inaportnet, serta koordinasi antar lembaga logistik.

Penelitian ini juga memberikan kontribusi akademik berupa penggunaan periode observasi panjang serta penerapan FEM yang mampu menangkap dinamika internal tiap pelabuhan. Ke depan, penelitian dapat dikembangkan dengan menambahkan variabel lain seperti indeks kinerja pelabuhan, kualitas infrastruktur, biaya logistik, atau integrasi sistem digital pelabuhan untuk memperkaya analisis dan menghasilkan rekomendasi kebijakan yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiatno, B. E. dan Joyoutomo, K. D. 2022. Technical Efficiency Analysis of Container Terminals in Tanjung Perak, Surabaya, East Java. *JDE (Journal of Developing Economies)*, 7, 156-179.
- Alya Nurjanah, Na'ajla Andiza Putri, Rafida Rahma Aulia, & Yulia Putri Wulandari. (2023). Analisis Penerapan Inaportnet di Pelabuhan Indonesia. *EKONOMIKA45 : Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi Bisnis, Kewirausahaan*, 10(2), 147–154. <https://doi.org/10.30640/ekonomika45.v10i2.864>
- Amin, C., Wahab Hasyim, A., Sun'an, M., Yetty, Millanida Hilman, R., & Fahmiasari, H. (2024). Impact of increasing local economic capacity on reducing maritime logistics costs in island Province of eastern Indonesia: A dynamic system approach. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 27, 101195. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101195>
- Apriyanto, R., Yuwono, W. dan Anggraini, R. 2025. Pengaruh Infrastruktur, Biaya Dan Jadwal Perjalanan Terhadap Kepuasan Dan Kinerja Pelabuhan Ranai. *JURNAL LENTERA BISNIS*, 14, 3064-3080.
- Aqmarina, A., & Achjar, N. (2018). Determinants of Port Performance—Case Study of 4 Main Ports in Indonesia (2005-2015). *Economics and Finance in Indonesia*, 63(2), 176. <https://doi.org/10.7454/efi.v63i2.574>
- Bambang Eko Afiatno & Karno Dwi Joyoutomo. (2022a). Technical Efficiency Analysis of Container Terminals in Tanjung Perak, Surabaya, East Java. *Journal of Developing Economies*, 7(1), 156–179. <https://doi.org/10.20473/jde.v7i1.34928>
- Bambang Eko Afiatno & Karno Dwi Joyoutomo. (2022b). Technical Efficiency Analysis of Container Terminals in Tanjung Perak, Surabaya, East Java. *Journal of Developing Economies*, 7(1), 156–179. <https://doi.org/10.20473/jde.v7i1.34928>
- Damayanti, R., Chairunnisa, A. S., Manapa, E. S., Sampetoding, E. A. M., Chan, T. K., & Idrus, M. (2023). Performance Analysis of Terminal II of The New Makassar Container Port in Supporting Logistics Distribution in South Sulawesi. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Kelautan*, 20(2), 238–250. <https://doi.org/10.14710/kapal.v20i2.53548>
- Danladi, C., Tuck, S., Tziogkidis, P., Tang, L., & Okorie, C. (2025a). The impact of port sector reforms on the productivity and efficiency of container ports in lower-middle-income countries: A Malmquist productivity index approach. *Journal of Shipping and Trade*, 10(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s41072-025-00208-0>
- Danladi, C., Tuck, S., Tziogkidis, P., Tang, L., & Okorie, C. (2025b). The impact of port sector reforms on the productivity and efficiency of container ports in lower-middle-income countries: A Malmquist productivity index approach. *Journal of Shipping and Trade*, 10(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s41072-025-00208-0>
- Guzmán, M. A., Giraldo-Vásquez, D. H., & Moreno, R. (2021a). The Effect of Thermal Ageing on the Mechanical Properties of Natural Rubber-based Compounds Used for Rubber Bearings. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 53(3), 210310. <https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2021.53.3.10>
- Guzmán, M. A., Giraldo-Vásquez, D. H., & Moreno, R. (2021b). The Effect of Thermal Ageing on the Mechanical Properties of Natural Rubber-based Compounds Used for Rubber Bearings. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 53(3), 210310. <https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2021.53.3.10>
- Humang, W. P., Hadiwardoyo, S. P., & Nahry, N. (2019). Factors Influencing the Integration of Freight Distribution Networks in the Indonesian Archipelago: A Structural Equation

- Modeling Approach. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 4(3), 278–286. <https://doi.org/10.25046/aj040335>
- Kishore, L., Pai, Y. P., Ghosh, B. K., & Pakkan, S. (2024). Maritime shipping ports performance: A systematic literature review. *Discover Sustainability*, 5(1), 108. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00299-y>
- Laju, I. K., Kurniadi, D., Krisnawati, L., Sariyulis, & Wijaya, K. W. (2024). Optimizing Port Operations: A Literature Review of the Relationship between Facility Management, Human Resources, Licensing, Loading and Unloading Productivity, and Port Performance in Maritime Transportation: Mengoptimalkan Operasi Pelabuhan: Tinjauan Literatur tentang Hubungan antara Manajemen Fasilitas, Sumber Daya Manusia, Perizinan, Produktivitas Bongkar Muat, dan Kinerja Pelabuhan dalam Transportasi Maritim. *ATRIA: Jurnal Multidisiplin Riset Ilmiah*, 1(2), 31–42. <https://doi.org/10.62554/mzbj4155>
- Praharsi, Y., Jami'in, M. A., Sari, D. P., Isti'anah, P. R., & Wee, H.-M. (2025). Developing Key Performance Indicators for a Port in Indonesia. *Sustainability*, 17(10), 4664. <https://doi.org/10.3390/su17104664>
- Soimun, A., Rupaka, A. P. G., Santi, N. M. K., & Fitri, S. N. (2025a). Optimization of Port Terminal Operations: A Case Study of International Cargo Handling. *Jurnal Teknologi Transportasi dan Logistik*, 6(1), 1–14. <https://doi.org/10.52920/jttl.v6i1.440>
- Soimun, A., Rupaka, A. P. G., Santi, N. M. K., & Fitri, S. N. (2025b). Optimization of Port Terminal Operations: A Case Study of International Cargo Handling. *Jurnal Teknologi Transportasi dan Logistik*, 6(1), 1–14. <https://doi.org/10.52920/jttl.v6i1.440>
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*.