

Pengaruh Tingkat Konsolidasi Muatan, Frekuensi Pengiriman, Waktu Pengiriman terhadap Efisiensi Biaya Distribusi melalui Utilisasi Armada PT ABC JABODETABEK

Dolly Ramadan^{1*}, Melia Eka Lestiani², Maniah³

¹⁻³Fakultas Manajemen Logistik, Universitas Logistik & Bisnis Internasional, Bandung, Indonesia

Corresponding Author's e-mail : ramadandolly@gmail.com



e-ISSN: 2964-2981

ARMADA : Jurnal Penelitian Multidisiplin

<https://ejournal.45mataram.ac.id/index.php/armada>

Vol. 04, No. 09 September, 2026

Page: 4749-4757

DOI:

<https://doi.org/10.55681/armada.v4i9.3468>

Article History:

Received: Juli 27, 2026

Revised: Agustus 08, 2026

Accepted: September 19, 2026

Abstract : *This study aims to analyse the effects of load consolidation level, delivery frequency, and delivery time flexibility on distribution cost efficiency through the mediating role of fleet utilisation. The study employed an explanatory quantitative approach using the SEM-PLS method. Data were collected through questionnaires distributed to 100 company employees. The measurement model evaluation results indicate that all indicators met the validity and reliability criteria. The structural model analysis shows that load consolidation level, delivery frequency, and delivery time flexibility have positive and significant effects on fleet utilisation and distribution cost efficiency. Fleet utilisation also has a positive and significant effect on distribution cost efficiency and significantly mediates the relationship between delivery operational variables and cost efficiency. The research model explains 79.2% of the variance in fleet utilisation and 82.9% of the variance in distribution cost efficiency. The findings indicate that optimising load consolidation, delivery frequency management, delivery time flexibility, and fleet utilisation are essential factors in improving company distribution cost efficiency.*

Keywords : *Load Consolidation, Delivery Frequency, Delivery Time Flexibility, Fleet Utilization, Distribution Cost Efficiency.*

Abstrak : Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh tingkat konsolidasi muatan, frekuensi pengiriman, dan fleksibilitas waktu pengiriman terhadap efisiensi biaya distribusi melalui peran mediasi utilisasi armada. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif eksplanatori dengan metode SEM-PLS. Data diperoleh melalui kuesioner terhadap 100 karyawan perusahaan. Hasil evaluasi model pengukuran menunjukkan bahwa seluruh indikator memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas. Pengujian model struktural menunjukkan bahwa tingkat konsolidasi muatan, frekuensi pengiriman, dan fleksibilitas waktu pengiriman berpengaruh positif dan signifikan terhadap utilisasi armada serta efisiensi biaya distribusi. Utilisasi armada juga berpengaruh positif dan signifikan terhadap efisiensi biaya distribusi serta terbukti memediasi hubungan antara variabel operasional pengiriman dan efisiensi biaya. Model penelitian mampu menjelaskan variasi utilisasi armada sebesar 79,2% dan efisiensi biaya distribusi sebesar 82,9%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa optimalisasi konsolidasi muatan, pengaturan frekuensi pengiriman, fleksibilitas waktu, dan utilisasi armada menjadi faktor penting dalam meningkatkan efisiensi biaya distribusi perusahaan.

Kata Kunci : Konsolidasi Muatan, Frekuensi Pengiriman, Fleksibilitas Waktu Pengiriman, Utilitas Armada, Efisiensi Biaya Distribusi.

PENDAHULUAN

PT ABC memiliki pabrik di area Bandung. Area penjualan produk mereka untuk area Jabodetabek dilakukan langsung oleh perusahaan, sedangkan area selain itu bekerja sama dengan perusahaan distributor untuk penjualan produk PT ABC. PT ABC dengan penjualan langsung di Jabodetabek. Permasalahan yang ada saat ini adalah biaya pengiriman lebih besar dari budget pengiriman sebesar 10 % dari harga jual produk sebesar Rp220.000 – hal ini akan memperkecil keuntungan perusahaan. Dalam konteks rantai pasok modern, kinerja distribusi sangat menentukan tingkat kepuasan pelanggan, efisiensi biaya, serta keberlanjutan operasional perusahaan logistik dan manufaktur Christopher. (2016). Biaya transportasi tercatat sebagai salah satu komponen terbesar dalam total biaya logistik, yang dapat mencapai 30–60% dari total biaya logistik perusahaan Bowersox et al. (2013). Kondisi ini mendorong perusahaan untuk mencari strategi distribusi yang mampu meningkatkan utilisasi armada tanpa mengorbankan tingkat pelayanan. Rodríguez et al. (2015) Menyatakan bahwa konsolidasi muatan dapat menurunkan biaya transportasi secara signifikan melalui peningkatan load factor kendaraan. Meskipun demikian, penerapan konsolidasi pengiriman tidak selalu menghasilkan kinerja distribusi yang optimal apabila tidak diimbangi dengan pengelolaan waktu dan rute yang efektif.

Biaya distribusi mencerminkan kemampuan perusahaan dalam mengelola utilisasi armada secara optimal. Menurut Coyle et al. (2017), biaya operasional merupakan indikator utama kinerja logistik yang berpengaruh langsung terhadap daya saing perusahaan. Biaya distribusi yang efisien akan menghasilkan biaya per unit yang lebih rendah, utilisasi armada yang lebih tinggi, serta tingkat pelayanan yang lebih baik. Operasional yang tercapai melalui penerapan tingkat konsolidasi pengiriman, frekuensi pengiriman, dan fleksibilitas pengiriman pada akhirnya berdampak pada efisiensi biaya distribusi. Biaya distribusi ditunjukkan melalui penurunan biaya pengiriman per unit, pengurangan biaya bahan bakar, serta minimisasi biaya tidak bernilai tambah (non-value-added cost). Beberapa studi empiris menunjukkan bahwa peningkatan operasional berkontribusi signifikan terhadap penurunan total biaya distribusi perusahaan Chopra. (2003)

Berdasarkan tujuan penelitian tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisis pengaruh tingkat konsolidasi muatan, fleksibilitas waktu pengiriman, dan frekuensi pengiriman terhadap utilisasi armada. Analisis pengaruh tingkat konsolidasi muatan, frekuensi pengiriman, fleksibilitas waktu pengiriman dan utilisasi armada terhadap efisiensi biaya distribusi Serta pengaruh tidak langsung tingkat konsolidasi muatan, frekuensi pengiriman, dan fleksibilitas waktu pengiriman terhadap efisiensi biaya distribusi melalui utilisasi armada Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan kajian manajemen logistik, serta kontribusi praktis bagi perusahaan dalam merancang strategi distribusi yang lebih efisien dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam penelitian kuantitatif karena bertujuan untuk menguji hubungan dan pengaruh antarvariabel secara objektif dan terukur melalui analisis statistik. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menjelaskan fenomena operasional distribusi berdasarkan data numerik, seperti tingkat konsolidasi muatan, waktu pengiriman, jarak tempuh distribusi, efisiensi operasional, dan biaya distribusi. Menurut Creswell (2014), penelitian kuantitatif menekankan pengukuran variabel, pengujian hipotesis, serta penggunaan teknik analisis statistik untuk menarik kesimpulan yang bersifat umum. Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus karena difokuskan pada satu objek penelitian, yaitu perusahaan ABC.

Penentuan jumlah sampel dalam penelitian ini mengacu pada pendapat Hair et al (2019). Yang menyatakan bahwa jumlah sampel minimum dalam analisis SEM-PLS dapat ditentukan berdasarkan jumlah indikator, yaitu sebanyak 5 sampai 10 kali jumlah indikator yang digunakan dalam penelitian. Penelitian ini menggunakan 20 indikator, sehingga jumlah sampel minimum

yang dibutuhkan adalah $5 \times 20 = 100$ responden. Maka jumlah sampel dalam penelitian ini telah memenuhi kriteria kecukupan sampel.

Karakteristik responden penelitian ini melibatkan 100 karyawan PT ABC yang dikelompokkan berdasarkan jenis kelamin, departemen, dan posisi jabatan. Berdasarkan jenis kelamin, mayoritas responden adalah perempuan, yaitu sebanyak 57 orang (57%), sementara laki-laki berjumlah 43 orang (43%). Dari aspek departemen, kontribusi terbesar berasal dari Departemen Sales sebanyak 44 orang (44%), diikuti oleh Supply Chain 35 orang (35%), Finance 8 orang (8%), Marketing 8 orang (8%), dan Factory 5 orang (5%). Dominasi Departemen Sales dinilai krusial karena berkaitan langsung dengan layanan distribusi perusahaan. Berdasarkan posisi jabatan, responden didominasi oleh tingkat staf operasional sebanyak 85 orang (85%), koordinator 6 orang (6%), Supervisor 5 orang (5%), dan manajer 4 orang (4%). Komposisi multisektor dan multijabatan ini menunjukkan bahwa responden memiliki relevansi serta kapabilitas yang kuat dalam mengevaluasi sistem konsolidasi pengiriman, utilisasi armada, dan biaya distribusi di PT ABC.

Kuesioner menggunakan skala Likert 1 hingga 5 yang sudah teruji dan terverifikasi ($\text{sig} = 0,000-0,0001$) serta memiliki uji reliabilitas (Cronbach's Alpha = $0,842-0,910$) digunakan dalam proses pengumpulan data. Reliabilitas konstruk dinilai menggunakan Cronbach's Alpha dan Composite Reliability dengan nilai yang direkomendasikan $\geq 0,70$, sedangkan validitas konvergen dievaluasi melalui nilai Average Variance Extracted (AVE) yang direkomendasikan $\geq 0,50$ Hair & Alamer (2022); Legate et al (2024). Kuesioner ini bertujuan untuk menilai pandangan responden terkait variabel yang diteliti serta memastikan reliabilitas informasi yang diperoleh. Untuk memperdalam analisis dan memperkuat kesimpulan yang diambil dari data utama, penelitian literatur juga dilakukan sebagai sumber data tambahan.

Penelitian ini menggunakan SEM-PLS dengan SmartPLS versi 4.0 karena dapat menganalisis keterkaitan antarvariabel laten secara bersamaan dalam model kompleks, cocok untuk menguji model teoritis dengan peran mediasi, serta tidak memerlukan distribusi normal dan sesuai untuk sampel terbatas. Analisis dilakukan melalui tiga tahap: evaluasi model pengukuran (outer model) yang menguji validitas konvergen, diskriminan, dan reliabilitas variabel; evaluasi model struktural (inner model) yang mengukur R-Square, signifikansi koefisien jalur melalui bootstrapping 5.000 kali, serta pengujian hipotesis berdasarkan $p < 0,05$; serta pengujian peran mediasi Utilisasi Armada dalam hubungan tingkat konsolidasi muatan, frekuensi pengiriman, dan fleksibilitas waktu pengiriman terhadap efisiensi biaya distribusi menggunakan bootstrapping indirect effect. Penerimaan model ditentukan berdasarkan kesesuaian model pengukuran, kekuatan struktural ($R^2 > 0,50$), dan signifikansi hubungan antarvariabel ($p < 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Analisis validitas validity dilakukan untuk menilai sejauh mana indikator mampu merepresentasikan variabel yang diukur secara konsisten. Penilaian dilakukan melalui nilai loading factor pada setiap indikator, di mana indikator dinyatakan valid apabila memiliki nilai loading di atas 0,7 sesuai rekomendasi Hair et al (2021).

Table 1. Hasil Uji Validitas Outer Loading

	Efisiensi Biaya Distribusi (Z)	Fleksibilitas Waktu Pengiriman (X3)	Frekuensi Pengiriman (X2)	Tingkat Konsolidasi Muatan (X1)	Utilisasi Armada (Y)
Efisiensi Biaya Distribusi (Z1)	0.904				
Efisiensi Biaya Distribusi (Z2)	0.944				
Efisiensi Biaya Distribusi (Z3)	0.879				

Efisiensi Biaya Distribusi (Z4)	0.884				
Fleksibilitas Waktu Pengiriman (X3.1)	0.927				
Fleksibilitas Waktu Pengiriman (X3.2)	0.863				
Fleksibilitas Waktu Pengiriman (X3.3)	0.895				
Fleksibilitas Waktu Pengiriman (X3.4)	0.901				
Frekuensi Pengiriman (X2.1)		0.902			
Frekuensi Pengiriman (X2.2)		0.876			
Frekuensi Pengiriman (X2.3)		0.954			
Frekuensi Pengiriman (X2.4)		0.893			
Tingkat Konsolidasi Muatan (X1.1)			0.962		
Tingkat Konsolidasi Muatan (X1.2)			0.950		
Tingkat Konsolidasi Muatan (X1.3)			0.942		
Tingkat Konsolidasi Muatan (X1.4)			0.957		
Utilisasi Armada (Y1)				0.903	
Utilisasi Armada (Y2)				0.947	
Utilisasi Armada (Y3)				0.949	
Utilisasi Armada (Y4)				0.931	

Sumber: data Riset

Validitas diskriminan dievaluasi menggunakan kriteria Fornell-Larcker untuk memastikan bahwa setiap variabel dalam model memiliki perbedaan empiris yang jelas. Dengan demikian, kriteria Fornell-Larcker terpenuhi sepenuhnya.

Tabel 2. Hasil Uji Validitas Fornell-Larcker

	Z	X3	X2	X1	Y
Efisiensi Biaya Distribusi (Z)	0.903				
Fleksibilitas Waktu Pengiriman (X3)	0.349	0.897			
Frekuensi Pengiriman (X2)	0.412	0.222	0.907		
Tingkat Konsolidasi Muatan (X1)	0.530	0.192	0.197	0.953	
Utilisasi Armada (Y)	0.776	0.400	0.479	0.450	0.932

Sumber: data Riset

Menurut Hair et al. (2021), AVE merepresentasikan rata-rata varians yang dijelaskan oleh indikator terhadap variabelnya. Suatu variabel dinyatakan reliabel apabila memiliki nilai Composite Reliability $\geq 0,70$ dan AVE $\geq 0,50$. Tabel 3 menyajikan hasil perhitungan kedua nilai tersebut untuk setiap variabel penelitian.

Tabel 3. Hasil Uji Reliability AVE

	Cronbach's Alpha	(rho_a)	Composite reliability	AVE
Efisiensi Biaya Distribusi (Z)	0.925	0.928	0.947	0.816
Fleksibilitas Waktu Pengiriman (X3)	0.919	0.945	0.943	0.804
Frekuensi Pengiriman (X2)	0.928	0.937	0.949	0.822
Tingkat Konsolidasi Muatan (X1)	0.966	0.967	0.975	0.908
Utilisasi Armada (Y)	0.950	0.951	0.964	0.870

Sumber : data Riset

Seluruh variabel penelitian (Biaya Distribusi, Fleksibilitas Waktu Pengiriman, Frekuensi Pengiriman, Tingkat Konsolidasi Muatan, dan Utilisasi Armada) dinyatakan reliabel karena memenuhi kriteria penilaian keandalan, baik melalui nilai rho_A, Cronbach's Alpha, Composite Reliability, maupun AVE. Nilai Koefisien Determinasi menjelaskan seberapa besar kontribusi variabel-variabel eksogen dalam memengaruhi variabel intervening dan seberapa besar kontribusi variabel intervening dalam mempengaruhi variabel endogen. Nilai uji koefisien determinasi dilihat dari nilai uji R-squared adjusted.

Tabel 4. Hasil Uji R-Square

	R-Square	R-Square adjusted
Efisiensi Biaya Distribusi (Z)	0.829	0.827
Utilisasi Armada (Y)	0.792	0.790

Sumber : data Riset

Menjelaskan sebesar 0,827 artinya 82,9 % bahwa R-Square adjusted untuk Efisiensi Biaya Distribusi dapat dijelaskan oleh variabel-variabel yang dipengaruhi oleh tingkat konsolidasi muatan, Frekuensi Pengiriman, Fleksibilitas Waktu Pengiriman dan Utilisasi Armada. Menjelaskan sebesar 0,790 artinya 79,0 % bahwa R-square adjusted untuk Utilisasi Armada dapat dijelaskan oleh tingkat konsolidasi muatan, frekuensi pengiriman, dan fleksibilitas waktu pengiriman.

Tabel 5. Uji Hipotesis

	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P Values	Keputusan
X3 → Y	0.316	0.316	0.029	10.795	0.000	Hipotesis diterima
X3 → Z	0.113	0.113	0.039	2.893	0.000	Hipotesis diterima
X2 → Y	0.478	0.477	0.031	15.456	0.000	Hipotesis diterima
X2 → Z	0.225	0.225	0.034	6.688	0.000	Hipotesis diterima
X1 → Y	0.494	0.493	0.030	16.335	0.000	Hipotesis diterima
X1 → Z	0.258	0.259	0.036	7.227	0.000	Hipotesis diterima
Y → Z	0.574	0.573	0.042	13.551	0.000	Hipotesis diterima

Sumber : data Riset

Uji signifikansi koefisien jalur dimanfaatkan untuk mengevaluasi arah serta intensitas pengaruh dari variabel independen terhadap variabel dependen dalam model struktural. Signifikansi hubungan antarvariabel dapat dinilai melalui nilai t-statistics dan p-value, di mana nilai $p < 0,05$ menunjukkan bahwa hubungan tersebut signifikan pada tingkat kepercayaan 95%. Dalam pendekatan PLS-SEM, pengujian hipotesis umumnya dilakukan dengan melihat nilai signifikansi pada setiap koefisien jalur, sehingga hasil tersebut menjadi dasar dalam menentukan apakah hipotesis diterima atau ditolak Kock (2016). Selain itu, prosedur bootstrapping digunakan untuk memperoleh standard error yang kemudian menghasilkan nilai t-statistics sebagai dasar pengujian signifikansi hubungan antarvariabel Wong (2013). Analisis mediasi dilakukan untuk menilai peran variabel perantara dalam memfasilitasi pengaruh antara

variabel bebas dan variabel terikat. Tujuan utama evaluasi ini adalah mengidentifikasi apakah hubungan antarvariabel mengalami penguatan, pelemahan, atau menjadi tidak signifikan ketika mediator dimasukkan ke dalam model. Hasil perhitungan pengaruh tidak langsung ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Efek Mediasi

	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P Values	Keputusan
X1 → Y → Z	0.284	0.283	0.027	10.489	0.000	Hipotesis diterima
X2 → Y → Z	0.275	0.273	0.026	10.473	0.000	Hipotesis diterima
X3 → Y → Z	0.181	0.181	0.023	7.838	0.000	Hipotesis diterima

Sumber : data Riset

Pembahasan

Tingkat Konsolidasi Muatan berpengaruh positif dan signifikan terhadap Utilisasi Armada bahwa semakin tinggi tingkat konsolidasi muatan, maka semakin optimal pula utilisasi armada dalam kegiatan distribusi. menyatakan bahwa konsolidasi pengiriman mampu meningkatkan efisiensi operasional logistik dan utilisasi kendaraan distribusi Liu et al (2022). Frekuensi Pengiriman berpengaruh positif dan signifikan terhadap Utilisasi Armada. menyatakan bahwa frekuensi pengiriman yang efektif mampu meningkatkan efisiensi transportasi dan memperbaiki performa distribusi Rushton et al (2017). Hal ini menunjukkan bahwa semakin teratur dan tinggi frekuensi pengiriman, maka penggunaan armada menjadi lebih optimal karena kendaraan digunakan secara lebih konsisten dalam aktivitas distribusi. Bahwa fleksibilitas waktu pengiriman berpengaruh positif dan signifikan terhadap utilisasi armada. Menyatakan bahwa fleksibilitas dalam aktivitas logistik dan supply chain dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya transportasi, memperbaiki respons distribusi, serta meningkatkan kemampuan adaptasi operasional terhadap perubahan permintaan dan gangguan rantai pasok (Ivanov et al (2019). Utilisasi armada berpengaruh positif dan signifikan terhadap efisiensi Biaya Distribusi. Temuan ini membuktikan bahwa semakin optimal penggunaan armada, biaya distribusi dapat ditekan melalui efisiensi operasional kendaraan. Menyatakan bahwa optimalisasi utilisasi kendaraan dapat mengurangi biaya transportasi per unit distribusi Ballou (2004).

Tingkat konsolidasi muatan berpengaruh positif dan signifikan terhadap efisiensi biaya distribusi. Menunjukkan bahwa strategi konsolidasi distribusi mampu menurunkan total biaya logistik perusahaan Liu et al (2022). Hasil ini menunjukkan bahwa penggabungan muatan merupakan metode krusial untuk mengurangi biaya pengiriman per karton. Semakin banyak barang yang dapat diangkut dalam satu perjalanan, semakin banyak jumlah produk yang menjadi dasar untuk distribusi biaya angkutan. Frekuensi pengiriman berpengaruh positif dan signifikan terhadap efisiensi biaya Distribusi. Bahwa tingginya frekuensi distribusi dapat meningkatkan transportation cost akibat bertambahnya aktivitas operasional kendaraan Simchi-levi et al. (2008). Frekuensi yang sangat tinggi tanpa adanya dukungan kapasitas yang cukup justru bisa meningkatkan jumlah perjalanan serta biaya operasional. Di sisi lain, frekuensi yang terlalu rendah dapat mengakibatkan penumpukan pesanan, keterlambatan dalam pengiriman, serta penurunan kualitas layanan kepada pelanggan. Karena itu, perusahaan harus menemukan frekuensi pengiriman yang seimbang antara efisiensi biaya dan permintaan pelayanan.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis, fleksibilitas waktu pengiriman berpengaruh positif dan signifikan terhadap efisiensi biaya distribusi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin fleksibel waktu pengiriman yang diberikan pelanggan, semakin tinggi efisiensi biaya distribusi yang dapat dicapai perusahaan. Fleksibilitas waktu pengiriman memungkinkan perusahaan untuk menyusun jadwal distribusi, mengoptimalkan rute, menggabungkan muatan, dan meningkatkan utilisasi armada. Temuan ini sejalan dengan Izadkhah et al. (2022) yang menyatakan bahwa fleksibilitas waktu pengiriman dapat memberikan peluang optimasi rute dan menghasilkan penghematan biaya distribusi. Selain itu, Gülmez et al. (2024) juga menjelaskan bahwa flexible time windows

dalam vehicle routing dapat membantu mengurangi jarak tempuh dan biaya operasional transportasi. Oleh karena itu, fleksibilitas waktu pengiriman menjadi salah satu faktor penting dalam mendukung efisiensi biaya distribusi pada kegiatan pengiriman area Jabodetabek

Utilisasi armada mampu memediasi hubungan antara tingkat konsolidasi muatan dan efisiensi biaya distribusi. Bahwa konsolidasi pengiriman mampu meningkatkan utilisasi kendaraan dan menurunkan biaya transportasi secara signifikan (Cranic, 2000). Bahwa tingkat konsolidasi muatan tidak hanya berpengaruh langsung terhadap biaya distribusi, tetapi juga memberikan pengaruh tidak langsung melalui peningkatan utilisasi armada. Konsolidasi muatan memungkinkan perusahaan ABC menggabungkan beberapa pengiriman ke dalam satu kendaraan sehingga kapasitas armada dapat digunakan secara maksimal. Peningkatan utilisasi armada tersebut kemudian berdampak pada efisiensi biaya distribusi karena jumlah perjalanan dapat dikurangi dan penggunaan sumber daya menjadi lebih optimal. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa penggabungan muatan tidak akan memberikan manfaat biaya yang maksimal jika tidak diiringi dengan peningkatan pemanfaatan armada.

Utilisasi armada terbukti menjadi variabel mediator yang signifikan dalam hubungan antara frekuensi pengiriman dan efisiensi biaya distribusi. Bahwa selain memiliki pengaruh langsung terhadap biaya distribusi, frekuensi pengiriman juga memberikan pengaruh tidak langsung melalui peningkatan utilisasi armada. Semakin baik pengaturan frekuensi pengiriman, tingkat penggunaan armada akan semakin optimal sehingga proses distribusi menjadi lebih efisien. (Wei et al. (2023) menjelaskan bahwa pengaturan jadwal pengiriman dan kebijakan konsolidasi yang tepat mampu meningkatkan utilisasi kendaraan serta menurunkan biaya transportasi melalui pengurangan perjalanan yang tidak efisien. Xu et al. (2024) menunjukkan bahwa konsolidasi pengiriman dengan penjadwalan yang tepat mampu menurunkan total biaya logistik melalui peningkatan pemanfaatan kapasitas kendaraan dan pengurangan biaya transportasi. Utilisasi armada terbukti menjadi variabel mediator yang signifikan dalam hubungan antara fleksibilitas waktu pengiriman dan efisiensi biaya distribusi. Selain memiliki pengaruh langsung terhadap biaya distribusi, fleksibilitas waktu pengiriman juga memberikan pengaruh tidak langsung melalui peningkatan utilisasi armada. Semakin baik fleksibilitas waktu pengiriman pelanggan, tingkat penggunaan armada akan semakin optimal sehingga proses distribusi menjadi lebih efisien. Fleksibilitas jadwal memungkinkan perusahaan mengurangi kebutuhan pengiriman mendesak dan mengalokasikan kapasitas kendaraan secara lebih optimal (Mawengkang et al., 2024).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa konsolidasi muatan, frekuensi pengiriman, dan fleksibilitas waktu pengiriman memiliki dampak pada penggunaan armada dalam proses distribusi. Peningkatan tingkat konsolidasi muatan dan pengaturan frekuensi serta fleksibilitas yang lebih baik terhadap pengiriman akan menjadikan pemanfaatan armada lebih optimal. Di sisi lain, penggunaan armada terbukti memengaruhi biaya distribusi. Penggunaan kapasitas armada yang lebih efisien dapat menekan biaya operasional distribusi, sehingga meningkatkan efisiensi biaya bagi perusahaan. Tingkat konsolidasi muatan serta frekuensi pengiriman juga memberikan dampak langsung terhadap biaya distribusi, di mana pengelolaan muatan dan penjadwalan pengiriman yang efektif dapat mengurangi biaya transportasi.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa penggunaan armada berfungsi sebagai variabel penghubung dalam hubungan antara konsolidasi muatan dan biaya distribusi, serta antara frekuensi pengiriman dan biaya distribusi. Oleh karena itu, peningkatan penggunaan armada menjadi salah satu mekanisme penting untuk memperkuat efek dari konsolidasi muatan dan pengaturan frekuensi pengiriman terhadap pengurangan biaya distribusi. Secara keseluruhan, penerapan sistem konsolidasi muatan yang didukung oleh pengaturan frekuensi pengiriman yang tepat serta penggunaan armada yang efisien dapat menjadi strategi yang efektif dalam meningkatkan efisiensi distribusi sekaligus menurunkan biaya pengiriman, terutama di wilayah Jabodetabek.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Universitas Logistik dan Bisnis Internasional (ULBI) yang telah memberikan dukungan akademik selama proses penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing atas arahan, masukan, serta bimbingan yang sangat berarti dalam penyelesaian penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada manajemen dan seluruh responden di PT ABC yang telah memberikan izin, dukungan, serta kesediaannya untuk berpartisipasi dalam pengumpulan data penelitian. Kontribusi dan kerja sama yang diberikan menjadi bagian penting dalam keberhasilan pelaksanaan penelitian ini. Akhirnya, penulis mengungkapkan rasa terima kasih kepada semua yang telah memberikan dukungan, baik dari segi moral maupun material, yang tidak dapat disebutkan secara terperinci. Diharapkan bahwa temuan penelitian ini dapat berguna untuk pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam manajemen logistik dan rantai pasok, serta menjadi acuan untuk penelitian di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ballou, R. H. (2004). *Business Logistics/Supply Chain Management*. Pearson Education.
- Christopher, M. (2016). *Logistics and Supply Chain Management* (5th ed.). London: Pearson Education.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2013). *Supply Chain Logistics Management* (4th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Ivanov, D., Dolgui, A., & Sokolov, B. (2019). The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. *International Journal of Production Research*, 57(3), 829–846. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1488086>
- Izadkhah, A., Agatz, N., & Spliet, R. (2022). Quantifying the impact of delivery day flexibility on logistics operations.
- Coyle, J. J., Bardi, E. J., & Langley, C. J. (2017). *The Management of Business Logistics* (9th ed.). Mason: Cengage Learning.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2017). *The Handbook of Logistics and Distribution Management* (6th ed.). London: Kogan Page.
- Chopra, S. (2003). Designing the distribution network in a supply chain. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 39(2), 123–140.
- Pérez-Rodríguez, R., Hernández, S., & Peeta, S. (2015). Stopover and hub-and-spoke shipment strategies in less-than-truckload carriers. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 76, 108–121. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2015.02.006>
- Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use PLS-SEM and how to report its results. *European Business Review*, 31(1), 2–24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., & Ray, S. (2021). *Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) Using R: A Workbook*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-80519-7>
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2021). *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Kock, N. (2016). Advanced mediating effects tests, multi-group analyses, and measurement model assessments in PLS-based SEM. *International Journal of e-Collaboration*, 12(3), 1–13. <https://doi.org/10.4018/IJeC.2016070101>
- Wong, K. K.-K. (2013). Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) techniques using SmartPLS. *Marketing Bulletin*, 24(1), 1–32.
- Liu, Y., Zhang, Y., Shen, Z.-J. M., & Zhang, S. (2022). Shipment consolidation in logistics and supply chain management: A review. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 164, 102806. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102806>

- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2008). *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Gülmez, M., Çatay, B., & Ehmke, J. F. (2024). The vehicle routing problem with flexible time windows: A review. *European Journal of Operational Research*. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2024.02.020>
- Crainic, T. G. (2000). Service network design in freight transportation. *European Journal of Operational Research*, 122(2), 272–288. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00233-7](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00233-7)
- Mawengkang, H., Syahputra, M. R., Sutarman, & Salhi, A. (2024). A non-linear optimization model for the multi-depot multi-supplier vehicle routing problem with relaxed time windows. *Vehicles*, 6(3), 1482–1495. <https://doi.org/10.3390/vehicles6030070>
- Wei, B., Çetinkaya, S., & Cline, D. B. H. (2023). Inbound replenishment and outbound dispatch decisions under hybrid shipment consolidation policies: An analytical model and comparison. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 175, 103135.
- Xu, Z., Li, F., & Chen, Z.-L. (2024). Shipment consolidation with multiple shipping methods under nonlinear cost structures. *Management Science*, 70(5), 2823–2841.
- Legate, A. E., Ringle, C. M., & Hair, J. F. (2024). PLS-SEM: A method demonstration in the R statistical environment. *Human Resource Development Quarterly*, 35(4), 501–529. <https://doi.org/10.1002/hrdq.21517>
- Hair, J. F., & Alamer, A. (2022). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) in second language and education research: Guidelines using an applied example. *Research Methods in Applied Linguistics*, 1(3), 100027. <https://doi.org/10.1016/j.rmal.2022.100027>
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2023). Reporting reliability, convergent and discriminant validity with structural equation modeling: A review and best-practice recommendations. *Asia Pacific Journal of Management*.