



DOI: <https://doi.org/10.38035/jmpis.v7i3>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Model Integratif Pengaruh Armada Logistik Ramah Energi, Strategi Hub Berbasis Energi Lokal, dan Kualitas Infrastruktur Logistik terhadap Loyalitas Pelanggan dengan Peran Ketahanan Sistem Distribusi Logistik pada Perusahaan Kurir di Indonesia

Agil Prasetyo^{1*}, Agus Purnomo², Erna Mulyati³

¹Universitas Logistik dan Bisnis Internasional, Bandung, Indonesia, gilsetyo@gmail.com

²Universitas Logistik dan Bisnis Internasional, Bandung, Indonesia, aguspurnomo@ulbi.com

³Universitas Logistik dan Bisnis Internasional, Bandung, Indonesia, ernamulyati@ulbi.com

*Corresponding Author: gilsetyo@gmail.com

Abstract: *With logistics distribution system resilience acting as a mediating variable, this study examines the relationship between customer loyalty and energy-efficient logistics fleets, local energy-based hub strategies, and the quality of logistics infrastructure. The findings indicate that the three operational factors have a significant impact on customer loyalty and distribution resilience, with values of $\beta = 0.396$ ($p < 0.001$), $\beta = 0.460$ ($p < 0.001$), and $\beta = 0.380$ ($p < 0.001$), respectively. Strong explanatory power is indicated by the R² value of 0.815, which means that the variables under investigation can account for 81.5% of the variance in customer loyalty. The relationship between the operational factors and customer loyalty is highly mediated by Logistics Distribution System Resilience, according to mediation tests. These results demonstrate that improving the quality of logistics infrastructure, establishing local energy-based hub strategies, and deploying energy-efficient fleets all contribute to a more robust distribution system, which in turn increases customer loyalty for Indonesian courier services.*

Keywords: *Energy-Efficient Logistics Fleet, Logistics Distribution System Resilience, Customer Loyalty, Operational Sustainability, Logistics Infrastructure Quality*

Abstrak: Dengan ketahanan sistem distribusi logistik sebagai variabel mediasi, penelitian ini mengkaji hubungan antara loyalitas pelanggan dan armada logistik hemat energi, strategi pusat berbasis energi lokal, dan kualitas infrastruktur logistik. Temuan menunjukkan bahwa ketiga faktor operasional tersebut memiliki dampak signifikan terhadap loyalitas pelanggan dan ketahanan distribusi, dengan nilai $\beta = 0,396$ ($p < 0,001$), $\beta = 0,460$ ($p < 0,001$), dan $\beta = 0,380$ ($p < 0,001$), masing-masing. Daya penjas yang kuat ditunjukkan oleh nilai R² sebesar 0,815, yang berarti bahwa variabel yang diteliti dapat menjelaskan 81,5% varians dalam loyalitas pelanggan. Hubungan antara faktor operasional dan loyalitas pelanggan sangat dimediasi oleh Ketahanan Sistem Distribusi Logistik, menurut uji mediasi. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan kualitas infrastruktur logistik, pembentukan strategi pusat berbasis energi lokal,

dan penggunaan armada hemat energi semuanya berkontribusi pada sistem distribusi yang lebih tangguh, yang pada gilirannya meningkatkan loyalitas pelanggan terhadap jasa kurir di Indonesia.

Kata Kunci: Armada Logistik Hemat Energi, Ketahanan Sistem Distribusi Logistik, Loyalitas Pelanggan, Keberlanjutan Operasional, Kualitas Infrastruktur Logistik

PENDAHULUAN

Industri kurir memainkan peran strategis dalam mendukung pertumbuhan ekonomi Indonesia, terutama di tengah pesatnya ekspansi perdagangan digital dan jaringan distribusi regional. Peningkatan signifikan volume pengiriman dan permintaan layanan last-mile delivery telah meningkatkan kompleksitas operasional perusahaan kurir di seluruh Indonesia. Pertumbuhan ini, meskipun memberikan manfaat ekonomi, juga menyebabkan peningkatan konsumsi energi, emisi transportasi, serta tekanan terhadap infrastruktur logistik. Oleh karena itu, perusahaan kurir dituntut untuk mengadopsi sistem distribusi yang lebih tangguh dan hemat energi guna menjaga keandalan layanan sekaligus menjawab tantangan lingkungan.

Sebagai respons terhadap tantangan tersebut, penerapan Armada Logistik Ramah Energi (Energy-Friendly Logistics Fleets) menjadi semakin penting. Armada ramah energi mencakup penggunaan kendaraan listrik, moda transportasi hemat bahan bakar, sistem optimasi rute, serta praktik manajemen armada yang berorientasi lingkungan. Inisiatif ini bertujuan untuk mengurangi emisi karbon, meningkatkan efisiensi bahan bakar, dan menekan biaya operasional tanpa mengorbankan kinerja pengiriman. Dengan mengintegrasikan transportasi hemat energi ke dalam operasional logistik, perusahaan kurir dapat meningkatkan keberlanjutan operasional sekaligus memperkuat daya saing jangka panjang.

Selain transformasi armada, implementasi Strategi Hub Berbasis Energi Lokal (Localized Energy-Based Hub Strategies) juga berperan penting dalam mengoptimalkan jaringan distribusi. Strategi ini menekankan pengembangan pusat distribusi yang berlokasi strategis dengan memanfaatkan sumber energi lokal atau terbarukan, meminimalkan jarak transportasi, serta meningkatkan koordinasi antar simpul logistik hulu dan hilir. Dengan mendesentralisasikan titik distribusi dan memanfaatkan sumber daya energi lokal, perusahaan kurir dapat mengurangi waktu tempuh, menekan risiko ketergantungan bahan bakar, serta meningkatkan stabilitas distribusi secara keseluruhan.

Selanjutnya, Kualitas Infrastruktur Logistik (Logistics Infrastructure Quality) merupakan faktor fundamental yang menentukan kinerja distribusi. Infrastruktur yang berkualitas tinggi meliputi jaringan jalan, sistem pergudangan, integrasi teknologi informasi, serta konektivitas antarmoda memungkinkan aliran barang yang lebih lancar, mengurangi keterlambatan, dan mendukung operasi logistik yang responsif. Dalam konteks negara berkembang seperti Indonesia, kualitas infrastruktur sangat memengaruhi keandalan pengiriman dan efisiensi biaya, sehingga turut membentuk kepuasan pelanggan dan keunggulan kompetitif.

Integrasi armada ramah energi, strategi hub berbasis energi lokal, dan kualitas infrastruktur logistik secara langsung berkontribusi dalam memperkuat Ketahanan Sistem Distribusi Logistik (Logistics Distribution System Resilience). Ketahanan distribusi merujuk pada kemampuan sistem untuk mengantisipasi, menyerap, beradaptasi, dan pulih dari berbagai gangguan seperti fluktuasi harga bahan bakar, hambatan infrastruktur, perubahan regulasi, maupun lonjakan permintaan tanpa mengganggu kontinuitas layanan. Sistem distribusi yang tangguh meningkatkan stabilitas operasional, mengurangi gangguan layanan, serta mendukung kinerja logistik yang berkelanjutan.

Pada akhirnya, ketahanan sistem distribusi berpengaruh signifikan terhadap Loyalitas Pelanggan (Customer Loyalty) dalam industri kurir. Ketepatan waktu pengiriman, konsistensi kualitas layanan, tanggung jawab lingkungan, serta kemampuan adaptasi operasional akan meningkatkan kepercayaan dan komitmen jangka panjang pelanggan. Ketika perusahaan kurir berhasil mengimplementasikan armada hemat energi dan strategi hub berbasis energi lokal yang didukung oleh infrastruktur yang kuat, mereka tidak hanya meningkatkan ketahanan operasional tetapi juga memperkuat kepuasan dan loyalitas pelanggan.

Dengan demikian, penelitian ini memposisikan Armada Logistik Ramah Energi, Strategi Hub Berbasis Energi Lokal, dan Kualitas Infrastruktur Logistik sebagai pendorong strategis yang meningkatkan Ketahanan Sistem Distribusi Logistik, yang pada akhirnya memperkuat Loyalitas Pelanggan dalam sektor kurir di Indonesia. Kerangka integratif ini menegaskan pentingnya penyelarasan antara inisiatif keberlanjutan dan ketahanan operasional untuk mencapai keunggulan lingkungan sekaligus keunggulan kompetitif.

Penilaian kinerja sistem distribusi logistik tidak lagi dapat hanya mengandalkan indikator ekonomi tradisional seperti efisiensi biaya dan kecepatan pengiriman, tetapi perlu memperhatikan dimensi keberlanjutan operasional, ketahanan sistem, serta dampaknya terhadap kepuasan dan loyalitas pelanggan. Pendekatan ini mencerminkan evaluasi yang lebih komprehensif terhadap kinerja distribusi dalam konteks industri kurir yang semakin dinamis dan berorientasi pada keberlanjutan. Integrasi Armada Logistik Ramah Energi, Strategi Hub Berbasis Energi Lokal, Selain itu, memasukkan infrastruktur logistik yang berkualitas tinggi ke dalam sistem distribusi tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga meningkatkan stabilitas layanan dan reputasi perusahaan sebagai penyedia layanan logistik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam jangka panjang.

Dalam konteks Indonesia, pertumbuhan pesat industri kurir telah memunculkan berbagai tantangan operasional, seperti kemacetan distribusi, ketergantungan pada bahan bakar fosil, ketidakseimbangan kapasitas hub, serta keterbatasan infrastruktur di beberapa wilayah. Kondisi ini berpotensi mengganggu kontinuitas layanan dan menurunkan tingkat kepercayaan pelanggan. Oleh karena itu, implementasi Armada Logistik Ramah Energi dan Strategi Hub Berbasis Energi Lokal menjadi krusial untuk meningkatkan efisiensi distribusi sekaligus memperkuat ketahanan sistem terhadap gangguan operasional. Selain itu, Kualitas Infrastruktur Logistik berperan sebagai fondasi utama yang memungkinkan integrasi sistem transportasi, pergudangan, dan teknologi informasi berjalan secara optimal.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas peran efisiensi armada logistik, pengembangan jaringan distribusi, maupun kualitas infrastruktur secara terpisah, masih terdapat keterbatasan penelitian yang mengkaji pengaruh simultan ketiga faktor tersebut terhadap Loyalitas Pelanggan melalui mekanisme Ketahanan Sistem Distribusi Logistik sebagai variabel mediasi. Sebagian besar studi sebelumnya cenderung berfokus pada aspek operasional atau keberlanjutan lingkungan saja, tanpa mengintegrasikan dimensi ketahanan sistem dan implikasinya terhadap outcome strategis berupa loyalitas pelanggan.

Pemahaman yang buruk tentang bagaimana Armada Logistik Ramah Energi, Strategi Hub Berbasis Energi Lokal, dan Kualitas Infrastruktur Logistik secara bersamaan memengaruhi Loyalitas Pelanggan adalah masalah utama dalam penelitian ini. Ini terutama berkaitan dengan peran mediasi Ketahanan Sistem Distribusi Logistik dalam industri kurir Indonesia. Dengan kata lain, mekanisme bagaimana ketahanan distribusi memperkuat hubungan antara strategi operasional berkelanjutan dan loyalitas pelanggan masih belum banyak dieksplorasi secara empiris.

Penelitian ini memiliki unsur kebaruan (novelty) karena secara spesifik berfokus pada sektor jasa kurir di Indonesia dengan mengintegrasikan perspektif keberlanjutan energi, desain jaringan distribusi, kualitas infrastruktur, serta ketahanan sistem dalam satu kerangka konseptual terpadu. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya memisahkan

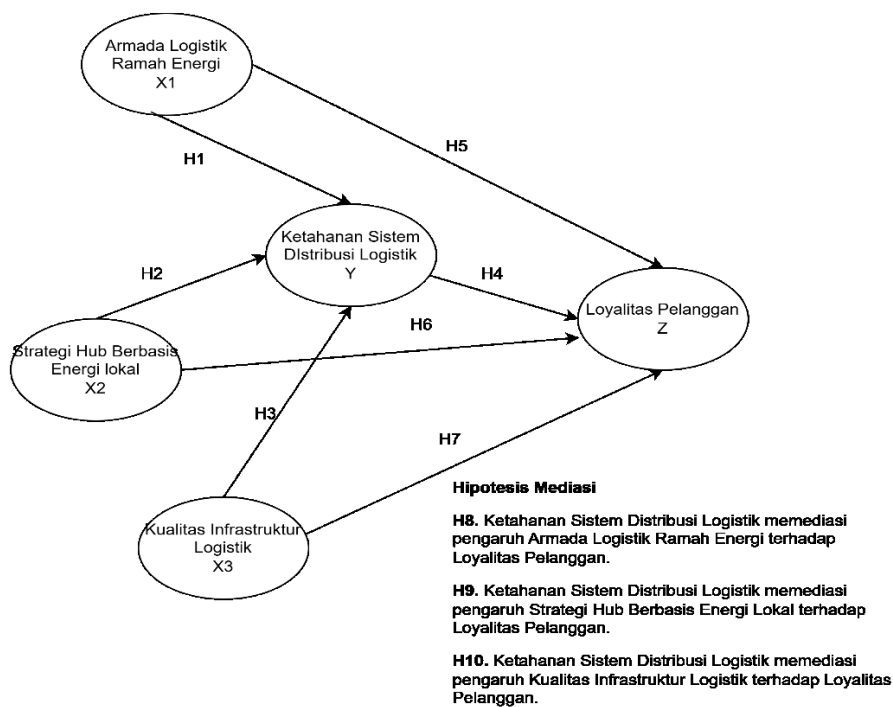
variabel-variabel tersebut, studi ini mengusulkan model integratif yang menganalisis peran simultan seluruh variabel serta efek mediasi Ketahanan Sistem Distribusi Logistik terhadap Loyalitas Pelanggan.

Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya menambah jumlah penelitian yang telah dilakukan tentang ketahanan rantai pasokan dan manajemen distribusi dalam konteks negara berkembang, tetapi juga memberikan pelajaran praktis tentang bagaimana perusahaan kurir di Indonesia dapat membuat strategi operasional yang kuat, hemat energi, dan berfokus pada loyalitas pelanggan jangka panjang.

Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian ini disusun untuk menganalisis pengaruh faktor operasional strategis perusahaan kurir terhadap loyalitas pelanggan dengan mempertimbangkan peran ketahanan sistem distribusi logistik sebagai variabel mediasi. Penelitian ini berangkat dari asumsi bahwa dalam lingkungan industri kurir yang kompetitif dan dinamis, perusahaan perlu mengelola sumber daya operasional secara efektif agar mampu menciptakan sistem distribusi yang tangguh dan berkelanjutan (Holovachko et al., 2024; Moradi & Foroud, 2025). Dalam model penelitian ini, armada logistik ramah energi (Ko & Ko, 2024), strategi hub berbasis energi lokal (Holovachko et al., 2024; Moradi & Foroud, 2025), dan kualitas infrastruktur logistik (Zhang et al., 2024) diposisikan sebagai variabel independen yang merepresentasikan kekuatan sumber daya dan strategi distribusi perusahaan. Ketiga variabel tersebut diasumsikan berpengaruh terhadap ketahanan sistem distribusi logistik, yaitu kemampuan perusahaan dalam merespons gangguan, menjaga stabilitas layanan, serta mempertahankan kinerja distribusi (Zhang et al., 2024; Ko & Ko, 2024; Moradi & Foroud, 2025).

Ketahanan sistem distribusi logistik selanjutnya dipandang sebagai faktor kunci yang berkontribusi terhadap peningkatan loyalitas pelanggan, yang tercermin dari niat penggunaan ulang, kepercayaan, serta rekomendasi positif terhadap perusahaan (Qiu & Abdullah, 2025). Sistem distribusi yang stabil dan responsif akan memperkuat persepsi keandalan layanan sehingga mendorong komitmen pelanggan dalam jangka panjang. Selain melalui pengaruh tidak langsung melalui variabel mediasi, penelitian ini juga menguji pengaruh langsung armada logistik ramah energi, strategi hub berbasis energi lokal, dan kualitas infrastruktur logistik terhadap loyalitas pelanggan untuk mengetahui apakah faktor operasional tersebut dapat secara langsung membentuk loyalitas tanpa melalui mekanisme ketahanan distribusi (Qiu & Abdullah, 2025; Zhang et al., 2024). Dengan demikian, Model penelitian menunjukkan hubungan kausal antara tiga variabel independen, satu variabel mediasi, dan satu variabel dependen. Metode kuantitatif akan digunakan untuk mengevaluasi variabel ini secara empiris.



Sumber : data riset

Gambar 1. Kerangka Penelitian

METODE

Desain Penelitian

Metode survei eksplanatori memang digunakan untuk menganalisis relasi kausal antar variabel karena dirancang untuk mengidentifikasi dan menjelaskan hubungan sebab-akibat serta memprediksi variasi hubungan tersebut Sofya et al., 2024), (Aburayya, 2025; . Desain cross-sectional mengumpulkan data dari sampel pada satu titik waktu, memberikan cara efisien secara biaya dan waktu untuk menilai karakteristik dan persepsi populasi melalui kuesioner terstruktur tanpa pengukuran berulang Sofya et al., 2024), (Prince & Das-Munshi, 2020). Keterbatasan desain ini yakni ketidakmampuan menelusuri perubahan temporal dan menetapkan kausalitas definitif telah diakui dalam literatur, meskipun desain tetap luas dipakai karena menghasilkan data representatif dan memadai untuk pengujian hubungan antar variabel secara empiris (Prince & Das-Munshi, 2020; , Sofya et al., 2024). Aplikasi empiris desain explanatory survey + cross-sectional didokumentasikan di berbagai studi kuantitatif terapan sebagai pendekatan praktis untuk pengujian hipotesis dan generalisasi awal (Aburayya, 2025, Kamilia et al., 2020).

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini terdiri dari semua pelanggan perusahaan jasa kurir di Indonesia yang pernah menggunakan layanan pengiriman barang dalam jangka waktu tertentu. Pemilihan populasi pelanggan didasarkan pada tujuan penelitian yang ingin mengukur dampak implementasi praktik logistik berkelanjutan dan kualitas sistem distribusi (Sumarna, 2021; Husain et al., 2023). Populasi ini terdiri dari orang-orang yang memiliki pengalaman langsung dengan proses distribusi, sehingga mereka dapat memberikan penilaian terhadap kinerja operasional perusahaan, termasuk aspek armada logistik, strategi hub, kualitas infrastruktur, dan ketahanan sistem distribusi logistik (Sumarna, 2021; Husain et al., 2023). Oleh karena itu, dalam penelitian ini, unit analisis adalah pelanggan individu atau customer level bukan perusahaan (Husain et al., 2023). Dalam penelitian ini, teknik sampling non-probability

digunakan; pendekatan purposive sampling memilih responden berdasarkan tujuan penelitian. Tidak semua anggota populasi memiliki karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan penelitian, sehingga teknik ini digunakan. Kriteria Responden:

1. Semua responden harus pernah menggunakan layanan perusahaan jasa kurir di Indonesia dalam jangka waktu tertentu, mungkin antara enam dan dua belas bulan terakhir.
2. Bersedia mengisi kuesioner secara menyeluruh dan objektif (Sjakoer et al., 2022; Mayulu et al., 2020).

Kaidah umum PLS-SEM (Partial Least Squares Structural Equation Modeling) meminta ukuran sampel minimal 5–10 kali jumlah indikator atau jalur struktural terbesar dalam model. Tujuan dari metode ini adalah untuk mencapai kestabilan estimasi parameter dan kekuatan statistik (statistical power). Ini terutama berlaku untuk model dengan konstruk laten dan hubungan kausal kompleks (Natalie & Saryatmo, 2024; Ursula & Saryatmo, 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi Outer Model

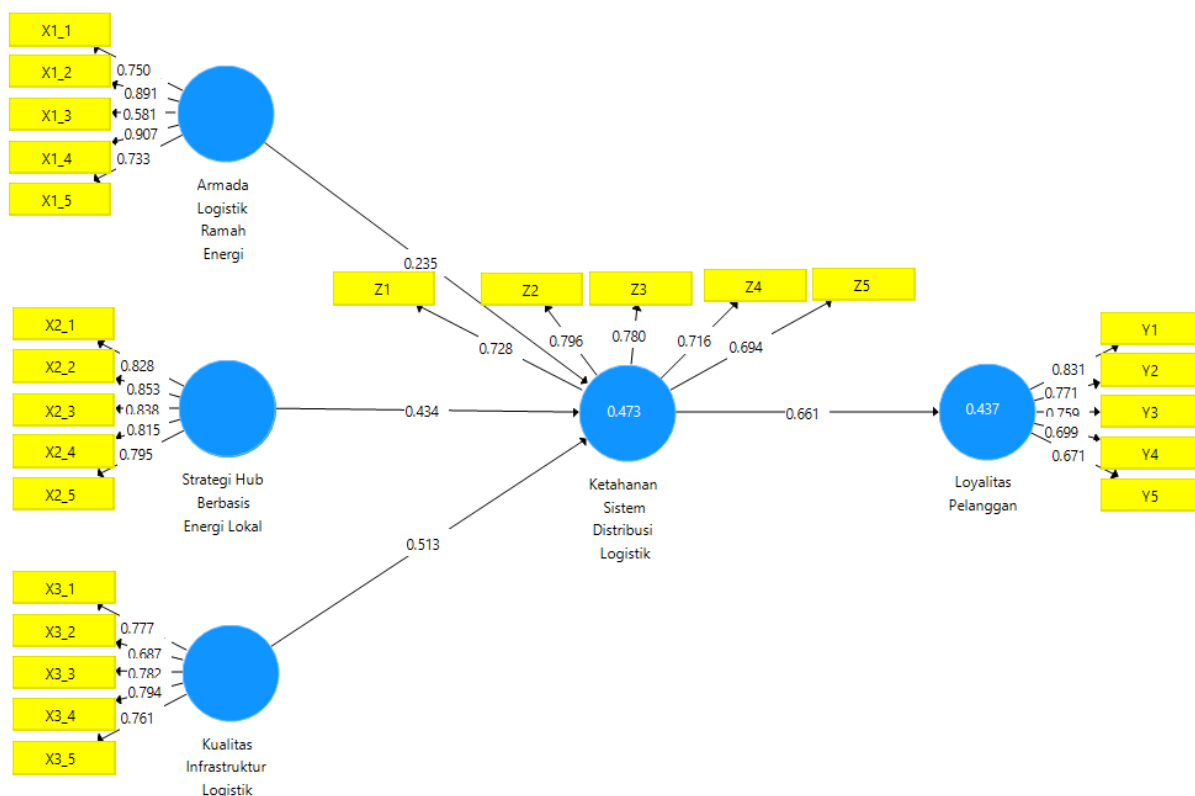
Pengajian *outer model* mencakup penilaian model reflektif dan model formatif. Dalam model reflektif, pengujian melibatkan analisis validitas dan rehabilitas. Sementara untuk model formatif, pengukuran dilakukan baik pada tingkat konstruk (variabel laten) maupun pada tingkat indikator (variabel manifes) dengan mempertimbangkan analisis multikolinearitas.

Analisis Keabsahan Indikator (Convergent Validity)

Pengujian validitas konvergen (*convergent validity*) diimplementasikan guna menilai seberapa efektif variable laten atau variable tidak langsung dalam model pengukuran atau struktur dapat merefleksikan konstruk yang sama. Keluaran nilai dari pengukuran luar dan keluaran Average Variance Extracted (AVE) dapat digunakan untuk menilai proses pengujian validitas konvergen. AVE menunjukkan seberapa besar variasi yang dapat dipahami dari indikator yang diambil dengan mempertimbangkan adanya kesalahan pengukuran. Salah satu hasil dari analisis faktor penampungan atau koefisien faktor adalah penampungan luar, yang menunjukkan tingkat korelasi antara indikator dan variable laten. Tabel *outer loading* berperan penting dalam menilai kualitas pengukuran variable laten dengan memperhatikan kontribusi setiap indikator terhadap variable laten yang sedang dianalisis. Nilai AVE dianggap memadai jika mencapai validitas konvergen jika berada di atas 0,7.

Model Analisis Jalur Sem-Pls

Selanjutnya, SmartPLS digunakan untuk menganalisis data penelitian. Hasilnya adalah model struktural yang menggambarkan hubungan antarvariabel penelitian. Model penelitian mencakup variabel eksogen Armada Logistik Ramah Energi, Strategi Hub Berbasis Energi Lokal, dan Kualitas Infrastruktur Logistik, variabel mediasi Ketahanan Sistem Distribusi Logistik, serta variabel endogen Loyalitas Pelanggan. Model ini digunakan untuk menjelaskan bagaimana kapabilitas logistik berkelanjutan dan kualitas infrastruktur berkontribusi terhadap pembentukan loyalitas pelanggan, baik secara langsung maupun melalui peningkatan ketahanan sistem distribusi logistik.



Sumber : data riset

Gambar 2. Bootstrapping

Setelah model penelitian diolah menggunakan SmartPLS, visualisasi struktur hubungan antarvariabel dihasilkan. Visualisasi ini menunjukkan arah pengaruh, kekuatan jalur (path coefficient), dan nilai persegi R untuk setiap variabel endogen. Gambar tersebut memperlihatkan bahwa Armada Logistik Ramah Energi, Strategi Hub Berbasis Energi Lokal, dan Kualitas Infrastruktur Logistik memberikan pengaruh langsung terhadap Ketahanan Sistem Distribusi Logistik, serta pengaruh tidak langsung terhadap Loyalitas Pelanggan melalui variabel mediasi tersebut. Selain itu, nilai R-square pada variabel endogen menggambarkan besarnya kontribusi variabel eksogen dalam menjelaskan variasi ketahanan sistem distribusi dan loyalitas pelanggan. Model ini kemudian menjadi dasar dalam pengujian hipotesis dan interpretasi hasil penelitian pada tahap selanjutnya.

Uji Outer Model

Setelah data dikumpulkan, langkah berikutnya adalah melakukan evaluasi luar model untuk memastikan bahwa indikator yang digunakan mampu merefleksikan konstruk secara akurat. Analisis validitas konvergen melalui nilai beban luar dan Average Variance Extracted (AVE) dan reliabilitas konstruk melalui Reliabilitas Komposit adalah bagian dari pemeriksaan ini.

Tabel 1. Outer Loading

Indikator	Armada Logistik Ramah Energi	Ketahanan Sistem Distribusi Logistik	Kualitas Infrastruktur	Loyalitas Pelanggan	Strategi Hub Berbasis Energi Lokal
X1_1	0.75				
X1_2	0.891				
X1_3	0.581				

X1 4	0.907	
X1 5	0.733	
X2 1		0.828
X2 2		0.853
X2 3		0.838
X2 4		0.815
X2 5		0.795
X3 1	0.777	
X3 2	0.687	
X3 3	0.782	
X3 4	0.794	
X3 5	0.761	
Y1		0.831
Y2		0.771
Y3		0.759
Y4		0.699
Y5		0.671
Z1	0.728	
Z2	0.796	
Z3	0.78	
Z4	0.716	
Z5	0.694	

Sumber : data riset

Sebagai standar validitas konvergen dalam penelitian ini, kriteria beban luar minimal 0,70 digunakan. Indikator dengan nilai di bawah 0,70 dievaluasi lebih lanjut. Jika nilai AVE dan Reliabilitas Komposit menurun secara signifikan, indikator dihapus untuk membersihkan data. Metode ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap indikator berkontribusi secara signifikan untuk menggambarkan konstruk laten yang diukur.

Analisis Korelasi Indikator (*Discriminant Validity*)

Validitas diskriminan adalah sebuah konsep yang diukur secara terpisah dari konsep-konsep lain berdasarkan standar yang dapat dibuktikan. Dalam menilai validitas diskriminan, peneliti mempertimbangkan factor cross-loadings serta karakter *Fornell-Larcker*. Karakter *Fornell-Larcker* dipahami sebagai suatu indikator yang bisa dibandingkan antar akar kuadrat dari angka AVE terhadap hubungan antara variabel laten. Oleh karena itu, akar kuadrat dari semua nilai AVE konteks harus melebihi nilai hubungan antara konsep lainnya.

Validitas diskriminan juga merupakan ukuran seberapa berbeda suatu indikator dalam mengukur konstruk-konstruk dari instrument yang lain. Terdapat dua metode dalam pengukuran validitas diskriminan, yakni karakteristik *Fornell-Larcker* serta *cross loading*. Model kriteria Fornell- Larcker dilaksanakan melalui perbandingan antara nilai AVE dari item-item pada kuesioner dengan kuadrat konstruk lainnya dan dinyatakan valid jika nilai AVE lebih tinggi daripada kuadrat konstruk lain. Sementara itu, metode cross loading menganalisis nilai loading dari setiap item kuisisioner terhadap konstruk yang sesuai dan membandingkannya dengan nilai cross loading yang ada. Penilaian cross loading dianggap baik apabila angka indikator melebihi pada semua konsep disandingkan terhadap indikator di konsep lainnya.

Tabel 2. Fornell-Lacker

Fornell-Larcker Criterion	Armada Logistik Ramah Energi	Ketahanan Sistem Distribusi Logistik	Kualitas Infrastruktur	Loyalitas Pelanggan	Strategi Hub Berbasis Energi lokal
Armada Logistik Ramah Energi	0.832				
Ketahanan Sistem Distribusi Logistik	0.148	0.774			
Kualitas Infrastruktur	-0.086	0.515	0.789		
Loyalitas Pelanggan	0.144	0.620	0.560	0.826	
Strategi Hub Berbasis Energi lokal	-0.129	0.392	0.043	0.295	0.826

Sumber : data riset

Hasil uji Fornell-Larcker menunjukkan bahwa setiap konstruk dalam model memenuhi kriteria validitas diskriminan. Ini karena nilai akar kuadrat AVE (\sqrt{AVE}) untuk masing-masing variabel Armada Logistik Ramah Energi (0,832), Ketahanan Sistem Distribusi Logistik (0,774), Kualitas Infrastruktur (0,789), Loyalitas Pelanggan (0,826), dan Strategi Hub Berbasis Energi Lokal (0,826) lebih besar daripada korelasi antar konstruk terkait. Namun, ada korelasi yang cukup kuantitatif antara Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa setiap variabel dalam model memiliki perbedaan konseptual yang jelas, dan model pengukuran jelas layak untuk analisis struktural.

Keandalan Variabel dan Average Variance Extracted (Ave)

Average Variance Extracted (AVE) menunjukkan persentase varians yang ditangkap suatu konstruk dengan membandingkan varians pengukuran dan total varians yang ditangkap. Nilai AVE memberikan gambaran tentang seberapa besar keragaman atau variasi dalam variabel manifes dapat dijelaskan oleh konstruk laten. Penerapan AVE sebagai kriteria untuk menilai validitas konvergen sangat penting. Nilai AVE harus mencapai atau melebihi 0,5 agar dianggap baik karena ini menunjukkan bahwa variabel laten mampu mewakili lebih dari setengah variasi setiap indikator. Di sisi lain, jika nilai AVE di bawah 0,5 atau tidak mencapainya, ini menunjukkan bahwa ada varians kesalahan yang melebihi varians yang dijelaskan. Average Variance Extracted (AVE) adalah alat yang digunakan untuk menunjukkan varians median yang diwakili oleh suatu variabel melalui indikatornya dibandingkan dengan varians total indikator. Suatu variabel dianggap memiliki reliabilitas tinggi jika nilai reliabilitas komposisinya mencapai 0,70 atau lebih tinggi dan nilai AVE-nya melebihi 0,50. Tabel di bawah ini menyajikan informasi tentang nilai Reliabilitas Komposit dan AVE untuk setiap variabel dalam penelitian ini:

Tabel 3. Construct Reliability and Validity

Variabel	Cronbach's Alpha	rho_A	Composite Reliability	Average Variance Extracted (AVE)
Armada Logistik Ramah Energi	0.872	0.945	0.899	0.691
Ketahanan Sistem Distribusi Logistik	0.777	0.785	0.857	0.599
Kualitas Infrastruktur	0.797	0.799	0.868	0.622
Loyalitas Pelanggan	0.767	0.777	0.866	0.683
Strategi Hub Berbasis Energi Lokal	0.883	0.884	0.915	0.682

Sumber : data riset

Semua konstruksi memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas konvergen, seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas. Nilai Alpha Cronbach (0,767–0,883), rho_A, dan Reliabilitas Komposit semuanya berada di atas 0,70, menunjukkan bahwa indikator dinyatakan konsisten dan reliabel. Selain itu, jika nilai AVE setiap variabel lebih dari 0,50, konstruk memiliki kemampuan untuk menjelaskan lebih dari 50% varians indikatornya. Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa model pengukuran cukup kuat dan layak untuk dibawa ke tahap analisis struktural.

Evaluasi Inner Model

Untuk menilai kualitas dan kemampuan prediktif model, pengujian model struktural dalam SEM-PLS memanfaatkan estimasi koefisien jalur dan pengujian nilai R-Squared (R2) dan Q-Squared (Q2). Metode ini membagi variabel laten menjadi dua kategori: variabel independen (eksogen) variabel yang tidak dipengaruhi oleh konstruk lain dalam model dan ditandai tanpa panah masuk dan variabel dependen (endogen). Analisis inner model juga mencakup pemeriksaan besar dan arah koefisien jalur untuk mengetahui kekuatan dan arah pengaruh antar variabel penelitian.

Analisis Keabsahan Indikator (*Convergent Validity*)

Nilai R-Square (R2) adalah ukuran seberapa baik suatu model dapat menjelaskan atau memprediksi variabel yang menjadi perhatian (variabel dependen). Nilai R-Square (R2) yang tinggi menunjukkan bahwa model tersebut sangat efektif dalam menyebarkan hubungan yang ada dan membuat prediksinya lebih akurat. Dengan kata lain, R-Square (R2) dapat dianggap sebagai ukuran kesesuaian model dengan data yang ada. Pada R-Square (R2), nilai sekitar 0,75 menunjukkan bahwa model yang digunakan sangat baik, nilai sekitar 0,50 menunjukkan kinerja yang cukup, dan nilai sekitar 0,25 menunjukkan bahwa model masih kurang menjelaskan variabel yang dipelajari.

Tabel 4. R-Square

R Square	R Square	R Square Adjusted
Ketahanan Sistem Distribusi Logistik	0.460	0.449
Loyalitas Pelanggan	0.384	0.380

Sumber : data riset

Tabel tersebut menunjukkan bahwa Ketahanan Sistem Distribusi Logistik memiliki nilai R2 0,460, yang menunjukkan bahwa 46% variasinya dapat dijelaskan oleh variabel independen dalam model, sedangkan Loyalitas Pelanggan memiliki nilai R2 0,384, yang menunjukkan bahwa konstruk prediktor bertanggung jawab atas 38,4% variasinya. Nilai R² Adjusted yang tidak jauh berbeda menunjukkan model cukup stabil. Secara umum, nilai ini tergolong moderat dan masih dapat diterima dalam penelitian sosial, meskipun terdapat ruang untuk meningkatkan kemampuan model dalam menjelaskan Loyalitas Pelanggan.

Pengujian Signifikansi Koefisien Jalur (*Path Coefficients*)

Koefisien jalur adalah suatu parameter yang menunjukkan arah korelasi antara variabel baik itu positif ataupun negatif dalam suatu hipotesis. Nilai dari koefisien jalur ini berada di antara -1 hingga 1. Ketika nilainya berada dalam kisaran 0 hingga 1 maka dikatakan positif, sedangkan jika nilainya berada dalam kisaran -1 hingga 0 maka dikatakan negatif. Pengujian signifikan untuk koefisien jalur yang dilaksanakan guna mengetahui tingkat dampak suatu variabel independen yang disandingkan dengan variabel dependen pada suatu model struktur. Koefisien jalur menampilkan arah serta tingkat kekuatan hubungan antar variabel. Untuk bertanya apakah hubungan itu signifikan, statistika seperti uji t atau p-value akan digunakan.

Apabila angka p-value <0,05 lebih rendah dari 0,05 maka korelasi yang dinyatakan dinyatakan memiliki signifikansi statistik pada tingkat kepercayaan 95%. Pengujian signifikansi dari koefisien garis berfungsi guna mengkonsepkan apakah hipotesis dalam model bisa diterima atau tidak diterima, yang mana hal ini menjadi landasan dalam proses pengambilan keputusan penelitian. Umumnya, pengujian ini dilakukan dengan menggunakan teknik bootstrap dalam metode *Partial Least Squares* (PLS).

Tabel 5. Path Coefficients

Path Coefficients	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	T Statistics (O/STDEV)	P Values
Armada Logistik Ramah Energi -> Ketahanan Sistem Distribusi Logistik	0.235	0.211	0.114	2.063	0.040
Ketahanan Sistem Distribusi Logistik -> Loyalitas Pelanggan	0.661	0.664	0.045	14.639	0.000
Kualitas Infrastruktur Logistik -> Ketahanan Sistem Distribusi Logistik	0.513	0.507	0.054	9.470	0.000
Strategi Hub Berbasis Energi Lokal -> Ketahanan Sistem Distribusi Logistik	0.434	0.429	0.052	8.298	0.000

Sumber : data riset

Karena memiliki nilai p-value di bawah 0,05, uji koeficient jalan menunjukkan bahwa hubungan antar variabel dalam model penelitian ini secara keseluruhan signifikan. Armada Logistik Ramah Energi memiliki efek yang moderat positif terhadap Ketahanan Sistem Distribusi Logistik. Ketahanan Sistem Distribusi Logistik menunjukkan pengaruh paling kuat terhadap Loyalitas Pelanggan, sehingga variabel ini menjadi faktor kunci dalam meningkatkan loyalitas. Selain itu, Kualitas Infrastruktur Logistik dan Strategi Hub Berbasis Energi Lokal juga memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap Ketahanan Sistem Distribusi Logistik. Secara keseluruhan, model struktural yang dibangun dapat dikatakan baik dan relevan secara teoritis, serta menegaskan bahwa penguatan sistem distribusi merupakan strategi utama dalam meningkatkan loyalitas pelanggan.

Tabel 6. Variabel Langsung dan Variabel Tidak Langsung

Variabel Langsung	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standar Deviation (STDEV)	T Statistics (O/STDEV)	P Values
Armada Logistik Ramah Energi -> Ketahanan Sistem Distribusi Logistik					
Armada Logistik Ramah Energi -> Loyalitas Pelanggan	0.155	0.141	0.077	2.027	0.043
Ketahanan Sistem Distribusi Logistik -> Loyalitas Pelanggan					
Kualitas Infrastruktur Logistik -> Ketahanan Sistem Distribusi Logistik					
Kualitas Infrastruktur Logistik -> Loyalitas Pelanggan	0.339	0.337	0.047	7.212	0
Strategi Hub Berbasis Energi Lokal -> Ketahanan Sistem Distribusi Logistik					

Strategi Hub Berbasis Energi Lokal -> Loyalitas Pelanggan	0.287	0.285	0.04	7.135	0
Variabel Tidak Langsung	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standar Deviation (STDEV)	T Statistics ((O/STDEV))	P Values
Armada Logistik Ramah Energi -> Ketahanan Sistem Distribusi Logistik -> Loyalitas Pelanggan	0.155	0.141	0.077	2.027	0.043
Kualitas Infrastruktur Logistik -> Ketahanan Sistem Distribusi Logistik -> Loyalitas Pelanggan	0.339	0.337	0.047	7.212	0
Strategi Hub Berbasis Energi Lokal -> Ketahanan Sistem Distribusi Logistik -> Loyalitas Pelanggan	0.287	0.285	0.04	7.135	0

Sumber : data riset

Untuk mengevaluasi signifikansi masing-masing hipotesis penelitian, nilai koefisien jalur (path coefficients), statistik T, dan nilai P diperoleh berdasarkan hasil pengujian model struktural (inner model) menggunakan metode SEM-PLS melalui analisis bootstrapping. Tujuan dari evaluasi ini adalah untuk mengidentifikasi pengaruh langsung dan tidak langsung dari variabel laten dalam model. Hal ini dilakukan untuk menentukan apakah hipotesis yang diusulkan dapat diterima atau tidak berdasarkan tingkat signifikansi yang telah ditetapkan ($\alpha = 0,05$).

1. Armada Logistik Ramah Energi berpengaruh positif dan signifikan terhadap Ketahanan Sistem Distribusi Logistik ($p < 0,05$), yang menunjukkan bahwa penggunaan armada ramah energi mampu memperkuat ketahanan sistem distribusi.
2. Armada Logistik Ramah Energi sedikit berdampak pada Loyalitas Pelanggan ($p = 0,043$).
3. Ketahanan Sistem Distribusi Logistik berkontribusi positif dan signifikan terhadap loyalitas pelanggan ($p < 0,001$), menjadi faktor utama dalam meningkatkan loyalitas pelanggan.
4. Kualitas Infrastruktur Logistik berpengaruh positif dan signifikan terhadap Ketahanan Sistem Distribusi Logistik, yang berarti semakin baik infrastruktur maka semakin kuat sistem distribusi.
5. Kualitas Infrastruktur Logistik berpengaruh positif dan signifikan terhadap loyalitas pelanggan, menunjukkan bahwa kepuasan pelanggan dan loyalitas ditentukan oleh infrastruktur yang memadai.
6. Strategi Hub Berbasis Energi Lokal berpengaruh positif dan signifikan terhadap Ketahanan Sistem Distribusi Logistik, yang memperlihatkan pentingnya strategi hub dalam menjaga stabilitas distribusi.
7. Strategi Hub Berbasis Energi Lokal berkontribusi positif dan signifikan terhadap loyalitas pelanggan karena strategi distribusi berkelanjutan meningkatkan loyalitas.
8. Armada Logistik Ramah Energi berpengaruh tidak langsung terhadap Loyalitas Pelanggan melalui Ketahanan Sistem Distribusi Logistik, dengan efek mediasi yang signifikan.
9. Kualitas Infrastruktur Logistik melalui Ketahanan Sistem Distribusi Logistik, berdampak tidak langsung pada Loyalitas Pelanggan, dengan efek mediasi yang signifikan.
10. Strategi Hub Berbasis Energi Lokal berpengaruh tidak langsung terhadap Loyalitas Pelanggan melalui Ketahanan Sistem Distribusi Logistik, yang menunjukkan adanya peran mediasi dalam hubungan tersebut.

KESIMPULAN

1. Model Pengukuran Model penelitian dinyatakan valid dan reliabel karena Seluruh struktur memenuhi kriteria validitas konvergen, validitas diskriminasi, dan reliabilitas komposit.

Ini menunjukkan bahwa indikator yang digunakan mampu menunjukkan variabel secara akurat dan konsisten. Hasilnya, hasil analisis struktural dapat dipercaya dan layak untuk interpretasi lebih lanjut.

2. Pengaruh Armada Logistik Ramah Energi terhadap Ketahanan Sistem Distribusi Logistik Armada Logistik Ramah Energi berpengaruh positif dan signifikan terhadap Ketahanan Sistem Distribusi Logistik. Artinya, semakin optimal penggunaan armada yang efisien dan ramah energi, maka semakin kuat kemampuan sistem distribusi dalam menjaga stabilitas layanan, mengurangi gangguan operasional, serta meningkatkan adaptabilitas terhadap perubahan lingkungan.
3. Pengaruh Strategi Hub Berbasis Energi Lokal terhadap Ketahanan Sistem Distribusi Logistik Strategi Hub Berbasis Energi Lokal berpengaruh positif dan signifikan terhadap Ketahanan Sistem Distribusi Logistik. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan energi lokal dalam pengelolaan hub distribusi mampu meningkatkan efisiensi dan stabilitas operasional, sehingga sistem distribusi menjadi lebih tangguh dalam menghadapi ketidakpastian.
4. Pengaruh Armada Logistik Ramah Energi terhadap Loyalitas Pelanggan Armada Logistik Ramah Energi berpengaruh positif dan signifikan terhadap loyalitas pelanggan. Ini berarti bahwa memiliki armada yang efisien dan berkelanjutan meningkatkan persepsi pelanggan tentang perusahaan, mendorong mereka untuk terus menggunakan layanan.
5. Pengaruh Strategi Hub Berbasis Energi Lokal terhadap Loyalitas Pelanggan Strategi Hub Berbasis Energi Lokal berpengaruh positif dan signifikan terhadap loyalitas pelanggan. Dengan kata lain, pengelolaan hub yang efektif dan stabil meningkatkan kepercayaan pelanggan terhadap layanan yang diberikan oleh perusahaan.
6. Pengaruh Kualitas Infrastruktur Logistik terhadap Loyalitas Pelanggan: Kualitas infrastruktur logistik berpengaruh positif dan signifikan terhadap loyalitas pelanggan. Ini menunjukkan bahwa layanan meningkat, yang menghasilkan loyalitas pelanggan yang lebih lama.
7. Pengaruh Ketahanan Sistem Distribusi Logistik terhadap Loyalitas Pelanggan Ketahanan Sistem Distribusi Logistik memberikan kontribusi positif dan signifikan terhadap loyalitas pelanggan. Dengan kata lain, semakin tangguhnya sistem distribusi dalam menangani gangguan, semakin percaya pelanggan pada perusahaan.

Peran Mediasi Ketahanan Sistem Distribusi Logistik Ketahanan Sistem Distribusi Logistik terbukti memediasi secara signifikan pengaruh Armada Logistik Ramah Energi, Strategi Hub Berbasis Energi Lokal, dan Kualitas Infrastruktur Logistik terhadap Loyalitas Pelanggan. Hal ini menunjukkan bahwa faktor operasional dan strategi dapat meningkatkan loyalitas pelanggan.

SARAN

Saran untuk Institusi (Perusahaan Kurir dan Pemangku Kepentingan Logistik)

1. Institusi perusahaan kurir disarankan untuk mengintegrasikan kebijakan penggunaan armada logistik ramah energi sebagai bagian dari strategi keberlanjutan dan efisiensi operasional jangka panjang.
2. Perusahaan perlu memperkuat kualitas infrastruktur logistik, baik dari sisi fasilitas fisik, sistem teknologi informasi, maupun integrasi jaringan distribusi, guna meningkatkan ketahanan sistem distribusi secara menyeluruh.
3. Pengembangan strategi hub berbasis energi lokal perlu dijadikan prioritas dalam perencanaan jaringan distribusi, terutama untuk meningkatkan efisiensi biaya, mengurangi risiko gangguan distribusi, dan mempercepat waktu pengiriman.
4. Institusi juga perlu membangun sistem manajemen risiko distribusi yang adaptif dan berbasis digital untuk menjaga stabilitas layanan dan meningkatkan loyalitas pelanggan.

5. Bagi pemangku Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk membuat kebijakan tentang pengembangan infrastruktur logistik nasional dan mendorong penggunaan logistik hijau di Indonesia.

Saran untuk Peneliti Selanjutnya

1. Untuk meningkatkan konteks model, penelitian selanjutnya harus memasukkan faktor tambahan seperti kepuasan pelanggan, integrasi rantai pasokan digital, kinerja logistik hijau, atau pengalaman pelanggan. Penelitian dapat diperluas pada sektor logistik lainnya, seperti freight forwarding, cold chain logistics, atau perusahaan e-commerce fulfillment untuk memperoleh generalisasi hasil yang lebih luas.
2. Disarankan menggunakan metode analisis tambahan seperti multi-group analysis (MGA) atau pendekatan longitudinal untuk melihat perbedaan karakteristik berdasarkan skala perusahaan atau wilayah operasional.
3. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan pendekatan campuran (mixed methods) dengan menambahkan wawancara mendalam untuk memperkuat analisis kuantitatif.
4. Perlu dilakukan penelitian jangka panjang untuk menguji dampak implementasi armada ramah energi terhadap loyalitas pelanggan secara berkelanjutan.

REFERENSI

- Aburayya, A. (2025). The impact of big data analytics on sustainable competitive advantage through operational engagement and knowledge process. *International Journal of Information Systems and Supply Chain Management*, 18(1), 1–27. <https://doi.org/10.4018/ijisscm.389021>
- Adi, G. (2022). Konektivitas sistem transportasi darat, laut dan udara dalam rangka menekan logistic cost di Jawa Timur. *Jurnal Transportasi Multimoda*, 20(1), 26–34. <https://doi.org/10.25104/mtm.v20i1.1984>
- Aminudin, A. (2022). Menghadapi disinformasi konten berita digital di era post truth. *Jurnal Lensa Mutiara Komunikasi*, 6(2), 283–292. <https://doi.org/10.51544/jlmk.v6i2.3137>
- Argianto, Y., Rahmawati, D., Afgani, K., Afrianto, M., Permana, R., Andariesta, D., & Rahadi, R. (2022). Indonesian logistics preferences during COVID-19 pandemic. *International Journal of Finance, Economics and Business*, 1(4), 265–274. <https://doi.org/10.56225/ijfeb.v1i4.56>
- Artha, B., Sari, U., Sari, N., Khairi, A., & Suhartini, T. (2023). Keuangan digital: Suatu studi literatur. *Entrepreneurship Bisnis Manajemen Akuntansi (E-Bisma)*, 84–91. <https://doi.org/10.37631/ebisma.v4i1.626>
- Arviyanto, A., Sopha, B., Asih, A., & Imron, M. (2021). City logistics challenges and innovative solutions in developed and developing economies: A systematic literature review. *International Journal of Engineering Business Management*, 13, 1–17. <https://doi.org/10.1177/18479790211039723>
- Azzahra, L., & Mi'raj, I. (2024). Pengaruh service quality terhadap customer satisfaction di PT Pos Indonesia KCP Leles. *JIP (Jurnal Industri dan Perkotaan)*, 20(1), 25–30. <https://doi.org/10.31258/jip.20.1.25-30>
- Baskaran, T. (2024). From smart cities to green supply chains: A new era of logistics. *The Management Accountant Journal*, 41–45. <https://doi.org/10.33516/maj.v59i9.41-45p>
- Bruni, M., Khodaparasti, S., & Perboli, G. (2023). Energy efficient UAV-based last-mile delivery: A tactical-operational model with shared depots and non-linear energy consumption. *IEEE Access*, 11, 18560–18570. <https://doi.org/10.1109/access.2023.3247501>

- Büttgen, A., Turan, B., & Hemmelmayr, V. (2021). Evaluating distribution costs and CO₂-emissions of a two-stage distribution system with cargo bikes: A case study in the city of Innsbruck. *Sustainability*, 13(24), 13974. <https://doi.org/10.3390/su132413974>
- Dewantari, F., Telagawathi, N., & Widiastini, N. (2024). Peran kepuasan pelanggan dalam memediasi kualitas pelayanan dan kepercayaan terhadap loyalitas nasabah BRI di Kabupaten Buleleng. *JMBI UNSRAT (Jurnal Ilmiah Manajemen Bisnis dan Inovasi Universitas Sam Ratulangi)*, 11(1), 160–173. <https://doi.org/10.35794/jmbi.v11i1.53576>
- Dwicahyani, A., & Rifa, F. (2021). Review bidang kajian model persediaan pada reverse logistics dan sistem rantai pasok siklus tertutup. *Jurnal Senopati Sustainability, Ergonomics, Optimization and Application of Industrial Engineering*, 3(1), 46–55. <https://doi.org/10.31284/j.senopati.2021.v3i1.2151>
- Kamilia, F., Mulyadi, H., & Utama, R. (2020). Pengaruh personal value terhadap entrepreneurship intention. *Journal of Business Management Education (JBME)*, 4(3), 40–45. <https://doi.org/10.17509/jbme.v4i3.22001>
- Prince, M., & Das-Munshi, J. (2020). Cross-sectional surveys. In [Book Title] (pp. 127–144). <https://doi.org/10.1093/med/9780198735564.003.0009>
- Sofya, A., Novita, N., Afgani, M., & Isnaini, M. (2024). Metode survey: Explanatory survey dan cross sectional dalam penelitian kuantitatif. *Edu Society: Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(3), 1696–1708. <https://doi.org/10.56832/edu.v4i3.556>