

ANALISIS REKOMENDASI TEKNOLOGI INTEGRATED SMART LOGISTICS ECOSYSTEM DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI LAST-MILE DELIVERY: STUDI KASUS SHOPEE EXPRESS

ANALYSIS OF TECHNOLOGY RECOMMENDATIONS FOR AN INTEGRATED SMART LOGISTICS ECOSYSTEM TO ENHANCE LAST-MILE DELIVERY EFFICIENCY: A CASE STUDY OF SHOPEE EXPRESS

Mahesa Zahran ^{a,1}, Dewi Apriliani ^{a,2*}, Waode Umi Kalsum ^{a,3}, Syahra Tazkia ^{a,4}, Vita Sarasi ^{a,5}, Budi Harsanto ^{a,6}

^a Magister Manajemen, Universitas Padjadjaran, Jalan Dipati Ukur No. 46, Lebakgede, Kecamatan Cobleng, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia 40132

¹ mahesa25004@mail.unpad.ac.id, ² dewi25020@mail.unpad.ac.id, ³ ode18002@mail.unpad.ac, ⁴syahra19001@mail.unpad.ac.id, ⁵ vita.sarasi@unpad.ac.id, ⁶ budi.harsanto@unpad.ac.id

*corresponding: dewi25020@mail.unpad.ac.id

Diterima: 22 Januari 2026, direvisi: 26 Februari 2026, disetujui: 14 Maret 2026, diterbitkan: 30 April 2026

ABSTRAK

Pertumbuhan *e-commerce* yang pesat di Indonesia mendorong peningkatan volume pengiriman yang signifikan, sekaligus menciptakan tekanan operasional bagi perusahaan logistik. Shopee Express (SPX) sebagai salah satu pemain utama logistik *e-commerce* di Indonesia menghadapi berbagai tantangan, mulai dari keterlambatan pengiriman last-mile, tingginya biaya operasional, hingga tuntutan pengurangan emisi karbon. Artikel ini mengkaji tantangan operasional Shopee Express menggunakan pendekatan sustainable supply chain management (SSCM) berdasarkan kerangka teori Swink dkk., yang mengintegrasikan tiga dimensi utama: kinerja ekonomi, tanggung jawab lingkungan, dan tanggung jawab sosial. Analisis dilakukan terhadap identifikasi masalah menggunakan diagram fishbone dan implikasi terhadap enam dimensi kinerja rantai pasok (Cost, Quality, Delivery, Flexibility, Resilience, dan Sustainability). Empat solusi strategis direkomendasikan: *Smart Warehouse*, *AI-Based Logistics Optimization*, *Green Last-Mile Delivery*, dan *Micro Fulfillment Center*. Rekomendasi tersebut bertujuan membangun integrated smart logistics ecosystem yang mampu meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi emisi karbon, serta menciptakan nilai pelanggan yang lebih tinggi dengan biaya total rantai pasok yang lebih rendah.

Kata kunci: Smart warehouse, green logistics, last-mile delivery, e-commerce, Shopee Express

ABSTRACT

The rapid growth of e-commerce in Indonesia has led to a significant increase in parcel delivery volumes while simultaneously creating substantial operational challenges for logistics service providers. As one of the leading e-commerce logistics companies in Indonesia, Shopee Express (SPX) faces various operational issues, including last-mile delivery delays,

rising operating costs, and increasing pressure to reduce carbon emissions. This study examines the operational challenges faced by Shopee Express using the Sustainable Supply Chain Management (SSCM) framework proposed by Swink et al., which integrates three key dimensions: economic performance, environmental responsibility, and social responsibility. The analysis employs a fishbone diagram to identify the root causes of operational problems and evaluates their implications for six supply chain performance dimensions: Cost, Quality, Delivery, Flexibility, Resilience, and Sustainability. Based on the findings, four strategic solutions are proposed: Smart Warehouse, AI-Based Logistics Optimization, Green Last-Mile Delivery, and Micro Fulfillment Centers. These recommendations aim to establish an integrated smart logistics ecosystem that enhances operational efficiency, reduces carbon emissions, and delivers greater customer value while lowering the total cost of the supply chain.

Keywords: *Smart warehouse, green logistics, last-mile delivery, e-commerce, Shopee Express*

Pendahuluan

Pertumbuhan *e-commerce* di Indonesia telah mengalami akselerasi yang luar biasa dalam beberapa tahun terakhir. Berdasarkan data Statistika dan Mordor Intelligence yang dikutip dalam *e-Conomy SEA 2024*, volume paket *e-commerce* Indonesia meningkat dari 2,1 miliar paket pada tahun 2021 menjadi 4,1 miliar paket pada tahun 2024, dengan *Compound Annual Growth Rate* (CAGR) sebesar 24%. Peningkatan ini setara dengan kenaikan 95% hanya dalam empat tahun, menciptakan tekanan operasional yang sangat besar bagi seluruh ekosistem logistik. Fenomena ini sejalan dengan temuan yang menyatakan bahwa pertumbuhan sektor *e-commerce* secara langsung mendorong peningkatan sektor logistik, di mana sektor ini berkontribusi sebesar 24% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia dan 25% dari pendapatan bisnis logistik bersumber dari layanan pengiriman barang *e-commerce* (Sutandi et al., 2021, p. 130). Kondisi ini menempatkan logistik sebagai tulang punggung bagi keberlangsungan industri *e-commerce* nasional.

Di tengah pertumbuhan tersebut, perusahaan-perusahaan logistik tidak hanya dituntut untuk mengirimkan produk dengan cepat dan tepat, tetapi juga harus mampu mengurangi biaya operasional, meningkatkan produktivitas, menekan konsumsi energi, mengurangi emisi karbon, serta menciptakan rantai pasok yang berkelanjutan. *Last mile* merupakan segmen yang paling kritis dalam *e-commerce*, di mana biaya pengiriman segmen ini menyumbang 13% hingga 75% dari total biaya logistik, serta bertanggung jawab atas 36,4% dari total emisi transportasi, yang juga berdampak signifikan terhadap kemacetan dan polusi di perkotaan (González-Romero et al., 2024, pp. 176–177). Shopee Express (SPX),

sebagai divisi logistik terintegrasi dari platform *e-commerce* Shopee, menghadapi tantangan kompleks tersebut secara langsung. SPX harus mengelola lonjakan volume paket terutama saat momen Harbolnas, Ramadan, dan kampanye 9.9 hingga 12.12 yang dapat meningkat empat hingga enam kali lipat dari volume normal. Keterbatasan infrastruktur, proses sortir yang masih banyak bergantung pada tenaga manusia, serta tekanan keberlanjutan lingkungan menjadi masalah utama yang membutuhkan solusi sistemik. Meskipun penelitian terdahulu telah banyak membahas efisiensi *last-mile delivery* dan penerapan *sustainable supply chain management* (SSCM) secara umum, sebagian besar studi masih berfokus pada perusahaan logistik pihak ketiga (3PL) konvensional dan sering kali mengabaikan dinamika unik dari *in-house logistics* yang terikat langsung dengan ekosistem platform *e-commerce* raksasa (Pratama & Wijaya, 2023, pp. 45-46). Keunikan *in-house logistics* yang terintegrasi langsung dengan ekosistem platform *e-commerce* terletak pada fakta bahwa perusahaan logistik tidak hanya berfungsi sebagai penyedia jasa pengiriman, tetapi juga menjadi bagian dari keseluruhan rantai nilai (*value chain*) platform *e-commerce*. Shopee Express merupakan penyedia layanan *in-house logistics* yang terintegrasi langsung dengan ekosistem Shopee. Keunikan model ini terletak pada integrasi end-to-end antara platform *e-commerce* dan sistem logistik, sehingga data transaksi, inventori, serta informasi pengiriman dapat diproses secara real-time. Integrasi tersebut memungkinkan koordinasi operasional yang lebih efisien, pengambilan keputusan berbasis data, dan optimalisasi layanan *last-mile delivery*. Namun, keterikatan ini juga meningkatkan kompleksitas operasional karena setiap gangguan pada sistem logistik akan berdampak langsung terhadap kualitas layanan dan pengalaman pelanggan di platform *e-commerce*. Terdapat celah penelitian (*research gap*) yang nyata mengenai bagaimana sebuah entitas logistik internal seperti SPX menyeimbangkan antara tuntutan kecepatan layanan konsumen platform induk dengan target keberlanjutan lingkungan saat terjadi lonjakan volume ekstrem (*peak season*).

Artikel ini memberikan kontribusi khusus dengan menyajikan analisis empiris berbasis studi kasus pada SPX, menggunakan pendekatan integratif yang menggabungkan mitigasi hambatan operasional sekaligus dekarbonisasi logistik. Melalui pemetaan masalah yang spesifik ini, alternatif solusi yang ditawarkan tidak hanya teoretis, melainkan berupa rekomendasi strategis berbasis teknologi terintegrasi yang adaptif terhadap karakteristik pasar digital Indonesia. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan menganalisis tantangan operasional Shopee Express dari perspektif SSCM, mengidentifikasi akar permasalahan, dan

merumuskan rekomendasi strategis berbasis integrasi teknologi untuk meningkatkan efisiensi serta keberlanjutan operasional *last-mile delivery*. Kegunaan penelitian ini diharapkan dapat menjadi panduan praktis bagi penyedia logistik *e-commerce* dalam merancang strategi operasional yang hijau (*green logistics*) sekaligus efisien secara biaya.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus kualitatif-deskriptif dengan objek Shopee Express (SPX). Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh melalui studi literatur dari laporan industri (Statista, Mordor Intelligence, e-Conomy SEA 2024), artikel jurnal ilmiah, serta publikasi resmi terkait logistik *e-commerce*. Periode data difokuskan pada tahun 2021–2025 untuk menangkap perkembangan terkini sektor logistik. Pemilihan dokumen dilakukan secara purposive dengan kriteria relevansi terhadap topik *last-mile delivery* dan sustainable supply chain management (SSCM), kredibilitas sumber, serta keterbaruan publikasi. Analisis dilakukan menggunakan dua pendekatan utama. Pertama, Fishbone Diagram (Ishikawa) untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan operasional dengan mengelompokkan faktor ke dalam kategori Man, Method, Machine, Material, dan Environment. Kedua, kerangka SSCM yang dikemukakan oleh Swink et al. digunakan untuk mengevaluasi dampak solusi terhadap enam dimensi kinerja rantai pasok, yaitu Cost, Quality, Delivery, Flexibility, Resilience, dan Sustainability, yang secara komprehensif mencerminkan kinerja operasional dan keberlanjutan rantai pasok (Swink et al., 2020, pp. 32–35). Pendekatan ini memungkinkan identifikasi masalah secara sistematis sekaligus perumusan rekomendasi strategis yang terintegrasi untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan operasional logistik.

Hasil dan Pembahasan

Shopee Express menghadapi berbagai tantangan operasional yang dipengaruhi oleh karakteristik industri logistik *e-commerce* di Indonesia. Pertama, tantangan internal, yang mencakup lonjakan volume paket *e-commerce* yang sangat besar, proses sortir manual yang lambat dan rentan terhadap kesalahan manusia, keterbatasan kapasitas gudang terutama pada periode peak season, serta ketidakseimbangan beban distribusi antar hub. Berdasarkan Laporan Keuangan Sea Limited (induk Shopee) volume paket yang meningkat dua hingga tiga kali lipat pada periode Harbolnas, Ramadan, dan kampanye 9.9-12.12 melampaui kapasitas infrastruktur yang ada.

Tabel 1. Laporan keuangan kuartalan Sea Limited

Periode	Gross Orders (Shopee, se-Asia+global)	Pertumbuhan YoY	GMV	Sumber
Q1 2025	3,1 miliar pesanan	+20,5%	US\$28,6 miliar	Sea Ltd Q1 2025 Results
Q3 2025	—	+28% YoY	— (record tertinggi)	Sea Ltd Q3 2025 Results
Q4 2025	—	Ekonomis shipping Indonesia >2x lipat YoY	GMV run-rate US\$146,8 miliar	Sea Ltd Q4/FY2025 Results
Q1 2026	4,0 miliar pesanan	+29,3%	US\$37,3 miliar	Sea Ltd Q1 2026 Results

Kedua, tantangan eksternal meliputi kemacetan perkotaan yang menghambat efisiensi rute pengiriman (World Bank, 2023; OECD, 2021), kenaikan biaya bahan bakar yang meningkatkan biaya operasional armada (International Energy Agency, 2023; CSCMP, 2024), target pengurangan emisi karbon yang semakin ketat dari regulator (International Transport Forum, 2023), serta ekspektasi pelanggan yang terus meningkat terhadap layanan pengiriman *same-day* atau *next-day* (McKinsey & Company, 2023; Google, Temasek, & Bain & Company, 2024). Berdasarkan studi literatur dan analisis menggunakan fishbone diagram, peningkatan volume pengiriman pada periode permintaan tinggi (peak season) diperkirakan memberikan tekanan terhadap kapasitas operasional perusahaan. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan penumpukan paket, meningkatnya beban kerja di pusat distribusi, serta risiko keterlambatan pengiriman. Pernyataan ini merupakan hasil analisis berdasarkan literatur dan bukan data operasional resmi Shopee Express.

Analisis selanjutnya mengidentifikasi lima kelompok faktor yang diperkirakan menjadi penyebab utama menurunnya efisiensi *last-mile delivery*, yang selaras dengan kategori pada Fishbone Diagram (5M+E), yaitu sumber daya manusia (Man), metode kerja (Method), teknologi dan peralatan pendukung (Machine), karakteristik paket (Material), serta lingkungan operasional (Environment). Kelima kategori tersebut digunakan untuk mengelompokkan berbagai akar penyebab secara sistematis sehingga memudahkan identifikasi faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap kinerja proses pengiriman.

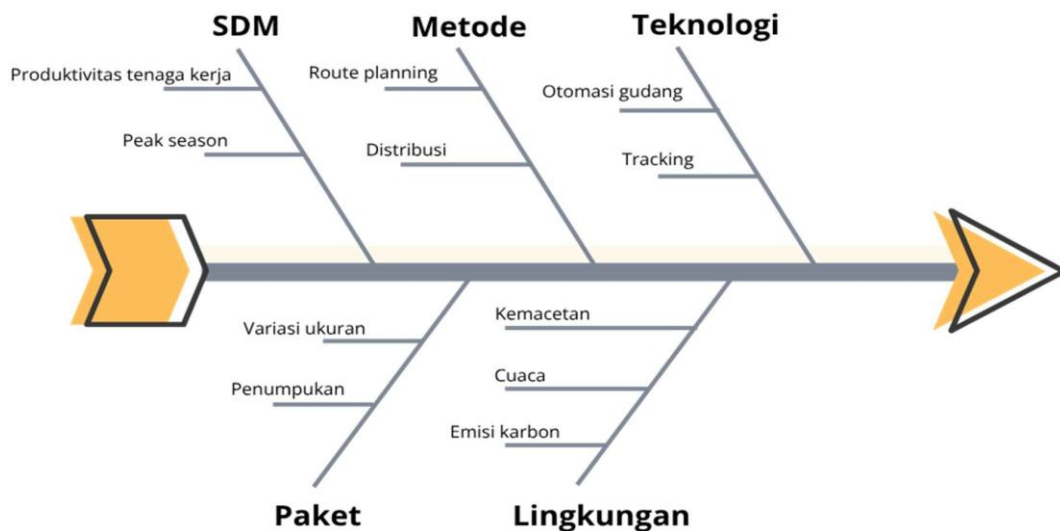
Tabel 2. Analisis Kualitatif Hasil Identifikasi Tantangan Operasional Shopee Express

Faktor (5M+E)	Hasil Analisis	Dampak Potensial	Keterkaitan dengan Teori	Referensi
SDM (Man)	Produktivitas tenaga kerja dapat menurun saat <i>peak season</i> .	Proses sortir lebih lambat.	Faktor Man berkaitan dengan kompetensi, kapasitas, produktivitas, dan beban kerja tenaga kerja. Ketika volume paket meningkat tanpa diimbangi kapasitas SDM, produktivitas menurun sehingga memperlambat proses operasi.	Ishikawa (1986); Heizer et al. (2023); Swink et al. (2024)
Metode (Method)	Perencanaan rute dan distribusi antarhub belum optimal.	Waktu pengiriman bertambah.	Faktor Method mencakup SOP, perencanaan rute, penjadwalan, dan desain proses. Perencanaan rute yang tidak optimal meningkatkan waktu tempuh dan menurunkan efisiensi distribusi.	Ishikawa (1986); Swink et al. (2024); Chopra (2019)
Teknologi (Machine)	Otomasi gudang dan <i>real-time tracking</i> masih dapat ditingkatkan.	Risiko <i>human error</i> .	Faktor Machine mencakup penggunaan teknologi, sistem informasi, otomasi, dan peralatan operasional. Pemanfaatan teknologi yang belum optimal meningkatkan ketergantungan pada proses manual sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan.	Ishikawa (1986); Swink et al. (2024)
Paket (Material)	Variasi ukuran dan jumlah paket meningkat.	<i>Bottleneck</i> pada proses sortir.	Faktor Material berkaitan dengan karakteristik input proses, seperti ukuran, berat, volume, dan jumlah paket. Variasi yang tinggi menyebabkan waktu penanganan berbeda sehingga menimbulkan antrean pada proses sortir.	Ishikawa (1986); Heizer et al. (2023)
Lingkungan (Environment)	Kemacetan, cuaca, dan tuntutan pengurangan emisi.	Efisiensi distribusi menurun.	Faktor Environment mencakup kondisi eksternal yang berada di luar kendali perusahaan, seperti kondisi lalu lintas, cuaca, regulasi, dan target keberlanjutan, yang memengaruhi waktu dan biaya distribusi.	Ishikawa (1986); Chopra (2019); Swink et al. (2024)

Sumber: Hasil Analisis Penelitian

Tabel 2 menunjukkan bahwa tantangan operasional Shopee Express tidak hanya berasal dari faktor internal, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi eksternal. Dari seluruh faktor tersebut, aspek teknologi dan metode distribusi diperkirakan memiliki pengaruh paling besar terhadap efisiensi *last-mile delivery* karena berkaitan langsung dengan proses penyortiran dan pengiriman paket (Chopra, 2019; Swink et al., 2024).

Hasil analisis mengidentifikasi lima kategori penyebab, yaitu (1) faktor SDM (Man) berupa variasi produktivitas tenaga kerja dan kebutuhan tenaga kerja tambahan saat *peak season* (Heizer et al., 2023; Swink et al., 2024); (2) faktor proses (Method) berupa *route planning* yang belum optimal dan ketidakseimbangan distribusi antarhub (Boysen et al., 2019; Chopra, 2019); (3) faktor teknologi (Machine) berupa otomasi gudang yang belum merata dan keterbatasan sistem *real-time tracking* (Swink et al., 2024; Wamba et al., 2020); (4) faktor paket (Material) berupa variasi ukuran paket yang tinggi dan penumpukan barang di *sorting center* (Heizer et al., 2023; Chopra, 2019); serta (5) faktor lingkungan (Environment) berupa kemacetan perkotaan, cuaca ekstrem, dan target pengurangan emisi karbon (Boysen et al., 2019; World Bank, 2023; International Transport Forum, 2023). Selanjutnya, hasil analisis divisualisasikan menggunakan fishbone diagram untuk menunjukkan hubungan antar faktor penyebab.



Gambar 1. Analisis Kualitatif Fishbone Diagram Analisis Akar Permasalahan Last-Mile Delivery Shopee Express

Sumber: Hasil Analisis Penelitian

Berdasarkan Fishbone Diagram pada Gambar 1, keterlambatan pengiriman tidak disebabkan oleh satu faktor saja, melainkan merupakan hasil interaksi antara sumber daya manusia (Man), metode operasional (Method), teknologi (Machine), karakteristik paket (Material), dan kondisi lingkungan (Environment). Karakteristik permasalahan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kinerja *last-mile delivery* tidak dapat dilakukan melalui perbaikan pada satu aktivitas saja, tetapi memerlukan pendekatan yang mengintegrasikan proses operasional, pemanfaatan teknologi, pengelolaan sumber daya, serta aspek keberlanjutan di seluruh rantai pasok. Oleh karena itu, pendekatan Sustainable Supply Chain Management (SSCM) dipilih karena menekankan pengelolaan rantai pasok secara terpadu dengan mempertimbangkan kinerja ekonomi, lingkungan, dan sosial (triple bottom line) sehingga mampu meningkatkan efisiensi operasional sekaligus mendukung keberlanjutan jangka panjang (Carter & Rogers, 2008; Seuring & Müller, 2008; Swink et al., 2024).

Berdasarkan data operasional yang tersedia, tabel berikut merangkum indikasi kondisi KPI logistik Shopee Express beserta dampaknya:

Tabel 3. Hasil Analisis Kualitatif KPI Operasional Logistik Shopee Express

Indikator	Kondisi Saat Ini	Dampak Operasional	Referensi
Volume paket	Sangat tinggi (<i>CAGR</i> $\pm 24\%$)	Risiko <i>bottleneck</i> pada <i>sorting</i>	Google et al. (2024); Boysen et al. (2019)
Kecepatan pengiriman	Target <i>same- day/next-day</i>	Tekanan terhadap kapasitas operasional	Lim et al. (2022); Swink et al. (2024)
Konsumsi BBM	Tinggi pada armada <i>last-mile</i>	Peningkatan biaya distribusi	IEA (2023); Chopra (2019)
Emisi karbon	Tinggi dari aktivitas distribusi	Tekanan terhadap target keberlanjutan	ITF (2023); Carter & Rogers (2008)
Utilisasi gudang	Mendekati kapasitas saat <i>peak season</i>	Risiko keterlambatan pengiriman	Heizer et al. (2023); Swink et al. (2024)

Sumber: Hasil Analisis Penelitian

Tabel 4. Sintesis Isu Strategis

Temuan pada Tabel 3	Dikelompokkan menjadi isu
Volume paket + Utilisasi gudang	Isu 1: Kapasitas gudang dan sorting center
Kecepatan pengiriman	Isu 2: Efisiensi proses operasional dan last-mile delivery
Konsumsi BBM + Emisi karbon	Isu 3: Efisiensi transportasi dan keberlanjutan

Sumber: Hasil Analisis Penelitian

Dari Tabel 3 diatas, dapat disimpulkan bahwa masalah utama Shopee Express berpusat pada tiga isu pokok yang saling terkait: (1) kapasitas gudang yang tidak mampu mengakomodasi lonjakan volume paket pada peak season; (2) efisiensi proses sortir yang masih tergantung pada intervensi manual sehingga rentan terhadap human error dan bottleneck; dan (3) optimasi last-mile delivery yang belum memaksimalkan teknologi AI dan data analytics untuk perencanaan rute yang efisien.

Berdasarkan sintesis terhadap lima indikator pada Tabel 3, permasalahan operasional dapat dikelompokkan menjadi tiga isu strategis. Pertama, kapasitas operasional, yang ditunjukkan oleh tingginya volume paket dan utilisasi gudang selama *peak season*. Kedua, efisiensi proses distribusi, yang tercermin dari tingginya tuntutan layanan *same-day/next-day* sehingga diperlukan peningkatan efisiensi penyortiran dan pengiriman. Ketiga, keberlanjutan transportasi, yang ditunjukkan oleh tingginya konsumsi bahan bakar dan emisi karbon pada armada *last-mile delivery*. Tabel 4 Menunjukkan ketiga isu tersebut menjadi dasar penyusunan rekomendasi berbasis Sustainable Supply Chain Management (SSCM). Hasil analisis menunjukkan bahwa proses perencanaan rute dan pemanfaatan teknologi masih belum optimal. Berdasarkan Swink et al. (2024), digitalisasi operasi melalui pemanfaatan AI dan *data analytics* dapat meningkatkan efisiensi perencanaan rute, utilisasi armada, serta visibilitas distribusi. Oleh karena itu, implementasi AI direkomendasikan sebagai alternatif solusi untuk mengatasi permasalahan yang telah diidentifikasi.

Tabel 5. Dampak dari Tiga Isu Pokok terhadap Dimensi Supply Chain

Dimensi Kinerja	Dampak Operasional	Referensi
Cost	Biaya transportasi dan tenaga kerja meningkat.	Chopra (2019); Swink et al. (2024)
Quality	Risiko salah sortir (<i>human error</i>) menurunkan kualitas layanan dan kepuasan pelanggan.	Heizer et al. (2023); Swink et al. (2024)
Delivery	Potensi keterlambatan pengiriman meningkat akibat <i>bottleneck</i> dan ketidakefisienan distribusi.	Boysen et al. (2019); Chopra (2019)
Flexibility	Kemampuan sistem menangani lonjakan permintaan (<i>peak season</i>) menjadi terbatas.	Swink et al. (2024); Heizer et al. (2023)
Resilience	Operasional lebih rentan terhadap gangguan saat terjadi lonjakan permintaan atau gangguan distribusi.	Ivanov (2021); Swink et al. (2024)
Sustainability	Emisi karbon dari aktivitas distribusi masih tinggi sehingga meningkatkan tekanan terhadap target keberlanjutan.	Carter & Rogers (2008); Seuring & Müller (2008)

Sumber: Hasil Analisis Penelitian

Penyusunan rekomendasi dilakukan melalui empat tahapan. Tahap pertama adalah menganalisis indikator kinerja operasional (KPI) yang menunjukkan adanya peningkatan volume paket, tingginya utilisasi gudang, meningkatnya biaya distribusi, serta tekanan terhadap target kecepatan pengiriman dan keberlanjutan. Tahap kedua menggunakan Fishbone Diagram untuk mengidentifikasi akar penyebab berdasarkan kategori Man, Method, Machine, Material, dan Environment, sehingga diperoleh pemahaman bahwa permasalahan bersifat multidimensi dan saling berkaitan (Ishikawa, 1986). Selanjutnya, pada tahap ketiga seluruh akar penyebab dipetakan ke dalam kerangka Sustainable Supply Chain Management (SSCM). Menurut Carter dan Rogers (2008), Seuring dan Müller (2008), serta Swink et al. (2024), SSCM menekankan integrasi proses, teknologi, sumber daya manusia, dan keberlanjutan dalam pengelolaan rantai pasok. Oleh karena itu, pada tahap keempat dirumuskan rekomendasi yang tidak hanya menyelesaikan satu penyebab, tetapi mampu memperbaiki sistem operasi secara menyeluruh melalui pendekatan *Integrated Smart Logistics Ecosystem*.

Tabel 6. Proses Penurunan Rekomendasi

Tahap	Hasil Analisis	Interpretasi	Rekomendasi SSCM	Landasan Teori
1. Analisis KPI	Volume paket meningkat, utilisasi gudang tinggi, konsumsi BBM tinggi, target <i>same-day delivery</i> , emisi karbon meningkat	Menunjukkan adanya kesenjangan antara kapasitas operasional dengan pertumbuhan permintaan	Perlu peningkatan efisiensi operasional dan keberlanjutan	Heizer et al. (2023); Swink et al. (2024)
2. Analisis Fishbone	Penyebab berasal dari Man, Method, Machine, Material, dan Environment	Permasalahan bersifat multidimensi dan saling berkaitan sehingga tidak dapat diselesaikan secara parsial	Diperlukan pendekatan yang mengintegrasikan seluruh aktivitas rantai pasok	Ishikawa (1986); Seuring & Müller (2008)
3. Pemetaan ke SSCM	Permasalahan berkaitan dengan proses, teknologi, biaya, SDM, dan lingkungan	Sesuai karakteristik SSCM yang mengintegrasikan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan (<i>triple bottom line</i>)	Menggunakan kerangka SSCM sebagai dasar penyusunan solusi	Carter & Rogers (2008); Swink et al. (2024)
4. Formulasi Rekomendasi	Akar penyebab telah diidentifikasi	Solusi dipilih untuk menjawab setiap akar penyebab secara terpadu	Integrated Smart Logistics Ecosystem	Swink et al. (2024); Chopra (2019)

Sumber: Hasil Analisis Penelitian

Keempat solusi tersebut tidak berdiri sendiri, tetapi saling terintegrasi dalam satu ekosistem logistik cerdas. Smart warehouse meningkatkan efisiensi penyimpanan dan penyortiran paket, AI-based route optimization mengoptimalkan proses distribusi, real-time tracking menyediakan visibilitas informasi bagi pengambilan keputusan operasional, sedangkan green last-mile delivery memastikan bahwa peningkatan efisiensi tetap selaras dengan tujuan keberlanjutan. Integrasi keempat komponen tersebut mencerminkan karakteristik SSCM, yaitu menghubungkan proses operasional, teknologi, dan keberlanjutan dalam satu sistem rantai pasok yang terpadu (Swink et al., 2024; Carter & Rogers, 2008).

Tabel 7. Hubungan dengan Fishbone Diagram

Akar Penyebab	Permasalahan	Solusi
Method	Route planning belum optimal	AI Route Optimization

Akar Penyebab	Permasalahan	Solusi
Machine	Sistem tracking dan otomatisasi belum optimal	Smart Warehouse
Material	Volume paket tinggi saat peak season	Delivery Consolidation
Environment	Emisi dan kemacetan	Delivery Consolidation + AI Route
Man	Produktivitas SDM menurun	Smart Warehouse (mengurangi pekerjaan manual)

Sumber: Hasil Analisis Penelitian

Kerangka SSCM menurut Swink et al. (2024), karena setiap solusi berkontribusi pada peningkatan kinerja ekonomi (efisiensi biaya dan waktu), lingkungan (pengurangan konsumsi energi dan emisi), dan sosial (mengurangi beban kerja manual serta meningkatkan kualitas layanan), berikut penjelasan rekomendasi:

1. Smart Warehouse Automation

Sebagai respons terhadap keterbatasan kapasitas gudang dan tingginya risiko *bottleneck* pada proses penyortiran, Shopee Express perlu memperluas implementasi Smart Warehouse Automation melalui penerapan *Warehouse Management System* (WMS), sensor IoT, *automated conveyor*, dan *robotic sorting*. Digitalisasi proses pergudangan dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi *human error*, serta mempercepat proses penyortiran, sehingga mendukung peningkatan efisiensi operasional (Swink et al., 2024; Batubara et al., 2025).

2. AI-Based Logistics Optimization

Untuk mengatasi perencanaan rute yang belum optimal dan meningkatkan efisiensi distribusi, Shopee Express disarankan menerapkan AI-Based Logistics Optimization yang mengintegrasikan *route optimization*, *demand forecasting*, *fleet scheduling*, dan *real-time traffic analytics*. Pemanfaatan kecerdasan buatan memungkinkan penentuan rute yang lebih efisien sehingga mengurangi waktu tempuh, konsumsi bahan bakar, dan biaya operasional (Chopra, 2019; Swink et al., 2024; González-Romero et al., 2024).

3. Green Last-Mile Delivery

Untuk menjawab tingginya konsumsi bahan bakar dan emisi karbon, perusahaan perlu mengembangkan konsep Green Last-Mile Delivery melalui *delivery consolidation*, *electronic Proof of Delivery (e-POD)*, dan optimalisasi rute yang ramah lingkungan. Strategi ini mampu mengurangi jumlah perjalanan kendaraan, meningkatkan efisiensi distribusi, serta

mendukung pencapaian target keberlanjutan perusahaan sesuai prinsip SSCM (Carter & Rogers, 2008; Seuring & Müller, 2008; González-Romero et al., 2024).

4. Distributed Fulfillment Network

Sebagai solusi jangka panjang terhadap meningkatnya volume paket dan tuntutan layanan *same-day delivery*, Shopee Express perlu mengembangkan Distributed Fulfillment Network melalui pembangunan Micro Fulfillment Center (MFC) dan penyediaan parcel locker di lokasi strategis. Pendekatan ini dapat memperpendek jarak pengiriman, mengurangi beban pada *sorting center* utama, serta meningkatkan kecepatan dan fleksibilitas layanan distribusi (Abdurachman et al., 2026; Chopra, 2019).

Implementasi keempat solusi strategis tersebut memiliki implikasi komprehensif terhadap enam dimensi kinerja supply chain:

Tabel 8. Implikasi Implementasi Solusi Strategis terhadap Dimensi Kinerja Supply Chain

Dimensi Kinerja	Implikasi Implementasi	Solusi Pendukung	Referensi
Cost	Menurunkan biaya operasional jangka panjang melalui efisiensi bahan bakar, pengurangan <i>human error</i> , dan optimalisasi aset gudang serta armada.	Smart Warehouse, AI-Based Logistics Optimization, Green Last-Mile Delivery	Chopra (2019); Swink et al. (2024); Sutandi et al. (2021)
Quality	Meningkatkan akurasi penyortiran, transparansi pengiriman, dan kepuasan pelanggan melalui <i>automated sorting</i> dan <i>electronic Proof of Delivery (e-POD)</i> .	Smart Warehouse, Green Last-Mile Delivery	Heizer et al. (2023); Masudin et al. (2022)
Delivery	Mempercepat waktu pengiriman dan mendukung layanan <i>same-day</i> maupun <i>next-day delivery</i> melalui optimasi rute dan MFC.	AI-Based Logistics Optimization, Distributed Fulfillment Network	Boysen et al. (2019); Chopra (2019)
Flexibility	Meningkatkan kemampuan sistem dalam merespons lonjakan permintaan melalui alokasi armada dinamis dan jaringan distribusi yang adaptif.	AI-Based Logistics Optimization, Distributed Fulfillment Network	Swink et al. (2024); Heizer et al. (2023)

Dimensi Kinerja	Implikasi Implementasi	Solusi Pendukung	Referensi
Resilience	Memperkuat ketahanan operasional melalui digitalisasi, visibilitas data <i>real-time</i> , dan jaringan distribusi yang lebih terdesentralisasi.	AI-Based Logistics Optimization, Distributed Fulfillment Network	Ivanov (2021); Swink et al. (2024)
Sustainability	Mengurangi emisi karbon, konsumsi energi, dan penggunaan dokumen fisik, sekaligus mendukung aspek sosial melalui peningkatan kualitas kerja kurir dan dukungan terhadap UMKM.	Green Last-Mile Delivery, Smart Warehouse	Carter & Rogers (2008); Seuring & Müller (2008); González-Romero et al. (2024)

Sumber: Hasil Analisis Penelitian

Simpulan

Pertumbuhan e-commerce yang pesat di Indonesia telah menempatkan Shopee Express di garis depan tantangan logistik modern. Berdasarkan analisis yang dilakukan menggunakan kerangka SSCM Swink et al. dan temuan dari berbagai literatur akademik yang relevan, dapat disimpulkan bahwa masalah utama Shopee Express berpusat pada tiga isu yang saling terkait: kapasitas gudang yang terbatas, inefisiensi proses sortir, dan optimasi last-mile delivery yang belum maksimal. Keempat solusi strategis yang direkomendasikan, Smart Warehouse, AI-Based Logistics Optimization, Green Last-Mile Delivery, dan Micro Fulfillment Center, jika diimplementasikan secara terintegrasi, akan membentuk sebuah *integrated smart logistics ecosystem* yang mampu meningkatkan responsiveness, operational efficiency, supply chain visibility, dan sustainability secara bersamaan. Pendekatan holistik ini dapat berpotensi agar Shopee Express tidak hanya mengurangi keterlambatan pengiriman dan menekan biaya operasional, tetapi juga memenuhi tuntutan keberlanjutan lingkungan yang semakin meningkat. Dengan demikian, Shopee Express mendukung tujuan rantai pasok yang ditekankan oleh Swink et al., yaitu menciptakan nilai pelanggan yang lebih tinggi dengan biaya total rantai pasok yang lebih rendah—sebuah keseimbangan yang menjadi kunci daya saing jangka panjang dalam industri logistik e-commerce yang dinamis. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji implementasi aktual dari masing-masing solusi yang direkomendasikan, termasuk analisis return on investment (ROI), dampak nyata terhadap pengurangan emisi karbon, serta faktor-faktor adopsi teknologi di kalangan tenaga kerja operasional Shopee Express.

Daftar Pustaka

- Abdurachman, E. (2026). Determinants of Parcel Locker Adoption in Last-Mile Delivery with Emphasis on Logistics Value, Consumer Orientation, Value Co-Creation, and Green Awareness. *Jurnal Manajemen Industri dan Logistik*, 10(1), 21–39. <https://doi.org/10.30988/jmil.v10i1.1759>
- Batubara, H. (2025). Evaluation of Last-Mile Delivery Depot Locations for Third-Party Logistics Companies Using the K-Means Algorithm. *Jurnal Manajemen Industri dan Logistik*, 9(1), 18–34. <https://doi.org/10.30988/jmil.v9i1.1574>
- Boysen, N., Fedtke, S., & Schwerdfeger, S. (2019). Last-mile delivery concepts: A survey from an operational research perspective. *OR Spectrum*, 41(4), 877–906. <https://doi.org/10.1007/s00291-018-0528-9>
- Carter, C. R., & Rogers, D. S. (2008). A framework of sustainable supply chain management: Moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(5), 360–387. <https://doi.org/10.1108/09600030810882816>
- Chopra, S. (2019). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation* (7th ed.). Pearson.
- e-Conomy SEA. (2024). *e-Conomy SEA 2024 Report*. Google, Temasek, Bain & Company.
- González-Romero, I., Ortiz-Bas, Á., Prado-Prado, J. C., & Lyons, A. (2024). A stakeholder-led sustainability framework for analysing last-mile transport and delivery. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 1–31. <https://doi.org/10.1080/13675567.2024.2412240>
- Google, Temasek, & Bain & Company. (2024). *e-Conomy SEA 2024: Profits on the rise, harnessing SEA's digital advantage*. https://www.temasek.com.sg/content/dam/temasek-corporate/news-and-views/resources/reports/e_Conomy_SEA_2024_report.pdf
- Ha, N. T., Akbari, M., & Au, B. (2023). Last mile delivery in logistics and supply chain management: a bibliometric analysis and future directions. *Benchmarking: An International Journal*, 30(4), 1137–1170. <https://doi.org/10.1108/BIJ-07-2021-0409>
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2023). *Operations management: Sustainability and*

supply chain management (15th ed.). Pearson.

- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2023). *Operations management: Sustainability and* International Transport Forum. (2023). *ITF Transport Outlook 2023*. OECD Publishing.
- Ishikawa, K. (1986). *Guide to quality control* (2nd rev. ed.). Asian Productivity Organization.
- Lee, H. L., & Whang, S. (2023). Green cooperation in last-mile logistics and consumer loyalty: An empirical analysis of a theoretical framework. *Journal of Retailing and Consumer Services*. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2023.000553>
- Masudin, I., et al. (2022). Customer Perception on Last-Mile Delivery Services Using Kansei Engineering and Conjoint Analysis: A Case Study of Indonesian Logistics Providers. *Logistics*, 6(2), 29. <https://doi.org/10.3390/logistics6020029>
- McKinsey & Company. (2023). *The future of last-mile delivery*. McKinsey & Company.
- Mordor Intelligence. (2024). *Indonesia E-Commerce Market Report*. Mordor Intelligence.
- Statista. (2024). *E-commerce in Indonesia: Statistics & Facts*. Statista Research Department.
- Sutandi, S., Evitha, Y., & Purnaya, I. N. (2021). Last Mile Delivery Collaboration Proposal to Achieve Delivery Cost Efficiency in E-Commerce. *Jurnal Logistik Indonesia*, 5(2). <https://garuda.kemdiktisaintek.go.id/documents/detail/2309209>
- Swink, M., Melnyk, S. A., Cooper, M. B., & Hartley, J. L. (2017). *Managing Operations Across the Supply Chain* (3rd ed.). McGraw-Hill Education.
- Swink, M., Melnyk, S. A., Hartley, J. L., & Mena, C. (2024). *Managing operations across the supply chain* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Van Geest, M., Tekinerdogan, B., & Catal, C. (2022). *Smart warehouses: Rationale, challenges and solution directions*.
- Wamba, S. F., Gunasekaran, A., Akter, S., Ren, S. J., Dubey, R., & Childe, S. J. (2020). Big data analytics and firm performance: Effects of dynamic capabilities. *Journal of Business Research*, 70, 356–365. (Digunakan untuk mendukung peran sistem informasi dan analitik dalam operasi logistik.)
- World Bank. (2023). *Indonesia Economic Prospects: Pathways to Inclusive Job Creation*.