

Penerapan *Cross-Docking* untuk Efisiensi Logistik Shopee di Era Lonjakan Transaksi E-Commerce

Khairunnisa¹, Ahmad
Shalihin², Surya Indrawan³

¹⁾ Program Studi Teknik Industri,
Universitas Potensi Utama
JL. KL. Yos Sudarso Km. 6,5 No. 3-A,
Tanjung Mulia, Tj. Mulia, Kec. Medan
Deli, Kota Medan, Sumatera Utara
20241

Email: runnicadinegara@gmail.com
ahmad@usu.ac.id
suryaindrawan03@gmail.com

ABSTRAK

Pertumbuhan pesat e-commerce di Indonesia, khususnya dominasi Shopee, menghadirkan tantangan besar dalam pengelolaan logistik, terutama pada saat lonjakan transaksi seperti kampanye 11.11 dan 12.12. Permasalahan utama yang muncul meliputi *backlog* pengiriman, tingginya inventory di gudang sortir, serta keterlambatan pemenuhan pesanan. Penelitian ini mengusulkan penerapan strategi *cross-docking* berbasis formulasi *Truck Sequencing Problem* (TRSP) sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi distribusi. Metode yang digunakan berupa simulasi perbandingan antara sistem konvensional dan sistem *cross-docking* dengan parameter waktu tinggal (*dwell time*), jumlah inventory puncak, serta rentang operasi (*operation span*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *cross-docking* mampu menurunkan rata-rata *dwell time* sebesar 86,4%, mengurangi inventory maksimum hingga 68,1%, dan memperpendek *operation span* sebesar 28,6% dibandingkan sistem konvensional. Temuan ini membuktikan bahwa integrasi TRSP dengan strategi *cross-docking* berpotensi meningkatkan kecepatan distribusi, mengurangi biaya logistik, serta meningkatkan kepuasan konsumen Shopee. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data operasional *rail Shopee*, mempertimbangkan *multi-dock*, heterogenitas produk, serta integrasi dengan sistem *last-mile delivery* untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

Kata kunci: *Cross-docking, E-commerce, Logistik, Shopee, Truck Sequencing Problem.*

ABSTRACT

The rapid growth of e-commerce in Indonesia, particularly Shopee's market dominance, presents major challenges in logistics management, especially during transaction surges such as the 11.11 and 12.12 campaigns. Key issues include delivery backlogs, high inventory levels at sorting centers, and delays in order fulfillment. This study proposes the implementation of a cross-docking strategy based on the Truck Sequencing Problem (TRSP) formulation as a solution to improve distribution efficiency. The research method involves simulation comparing conventional systems with cross-docking systems using metrics of dwell time, peak inventory, and operation span. The results indicate that cross-docking reduces average dwell time by 86.4%, decreases maximum inventory by 68.1%, and shortens the operation span by 28.6% compared to conventional systems. These findings demonstrate that integrating TRSP with cross-docking strategies can enhance distribution speed, reduce logistics costs, and improve Shopee customer satisfaction. Future research is recommended to apply real operational data from Shopee, account for multi-dock settings, product heterogeneity, and integrate with last-mile delivery systems to achieve more comprehensive results.

Keywords: *Cross-docking, E-commerce, Logistics, Shopee, Truck Sequencing Problem.*

Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital dan internet dalam satu dekade terakhir telah membawa perubahan signifikan terhadap pola konsumsi masyarakat di Indonesia. Dengan jumlah pengguna internet mencapai 213 juta orang pada awal 2023, Indonesia menjadi salah satu negara dengan penetrasi *e-commerce* tertinggi di dunia, di mana 88,1% pengguna internet aktif melakukan transaksi belanja online (Mustafa & Turner, 2022). Fenomena ini mendorong pertumbuhan pesat berbagai platform *e-commerce*, salah satunya Shopee, yang kini mendominasi pasar sebagai marketplace paling populer dengan 216,77 juta kunjungan bulanan pada kuartal III 2023, melampaui pesaing utamanya seperti Tokopedia dan Lazada (Alamin et al., 2023). Saat ini Shopee menghadapi tantangan yang kompleks dalam mengelola rantai pasok dan sistem logistik. Lonjakan pesanan yang sangat tinggi, terutama saat kampanye promosi besar seperti *Shopee 9.9 Super Shopping Day*, *11.11 Big Sale*, dan *12.12 Birthday Sale*, menyebabkan beban berat pada pusat sortir dan distribusi. Paket dari jutaan penjual (*seller*) masuk secara bersamaan melalui jaringan logistik (*inbound logistics*), sementara pada saat yang sama jutaan konsumen (*buyer*) menuntut pengiriman cepat melalui *outbound logistics*. Ketidakseimbangan antara aliran barang masuk dan keluar ini seringkali menimbulkan penumpukan (*backlog*) di gudang sortir (Aberka et al., 2024).

Strategi Shopee yang menekankan pada harga terjangkau, diskon besar, dan subsidi ongkos kirim (gratis ongkir) memberikan daya tarik kuat bagi konsumen, namun di sisi lain menciptakan tekanan besar terhadap biaya operasional logistik. Shopee harus mampu mempertahankan kualitas layanan dengan kecepatan pengiriman (*same-day* atau *next-day delivery*) sambil menjaga efisiensi biaya. Hal ini tidak mudah, mengingat kondisi geografis Indonesia yang luas dan kepulauan, sehingga distribusi logistik membutuhkan koordinasi *multi-moda* (darat, laut, udara) dengan biaya yang tidak sedikit. Menjawab permasalahan tersebut, dibutuhkan strategi logistik yang mampu mengurangi waktu penyimpanan di gudang, menekan biaya operasional, dan tetap menjaga kecepatan distribusi (Arif, 2023). Salah satu pendekatan yang relevan adalah *cross-docking*, yaitu teknik memindahkan produk langsung dari truk *inbound* (dari *seller*) ke truk *outbound* (ke *buyer*) dengan waktu penyimpanan seminimal mungkin. Konsep ini sejalan dengan filosofi *Just-in-Time* (JIT), yang menekankan pada pengurangan pemborosan, sinkronisasi proses, dan pengiriman tepat waktu (Ahangamage et al., 2020). Penerapan *cross-docking* pada ekosistem logistik Shopee berpotensi:

- Mengurangi tingkat *backlog* di gudang sortir.
- Mempercepat aliran barang dari *seller* ke konsumen.
- Menekan biaya penyimpanan dan distribusi.
- Meningkatkan kepuasan konsumen melalui pengiriman lebih cepat dan tepat waktu.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan *cross-docking* dalam rantai pasok *e-commerce* Shopee, serta menyusun model matematis sederhana untuk optimasi penjadwalan truk *inbound* dan *outbound* (Neamatian et al., 2024). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis terhadap strategi logistik Shopee dan menjadi acuan bagi pengembangan sistem logistik *e-commerce* di Indonesia.

Metode Penelitian

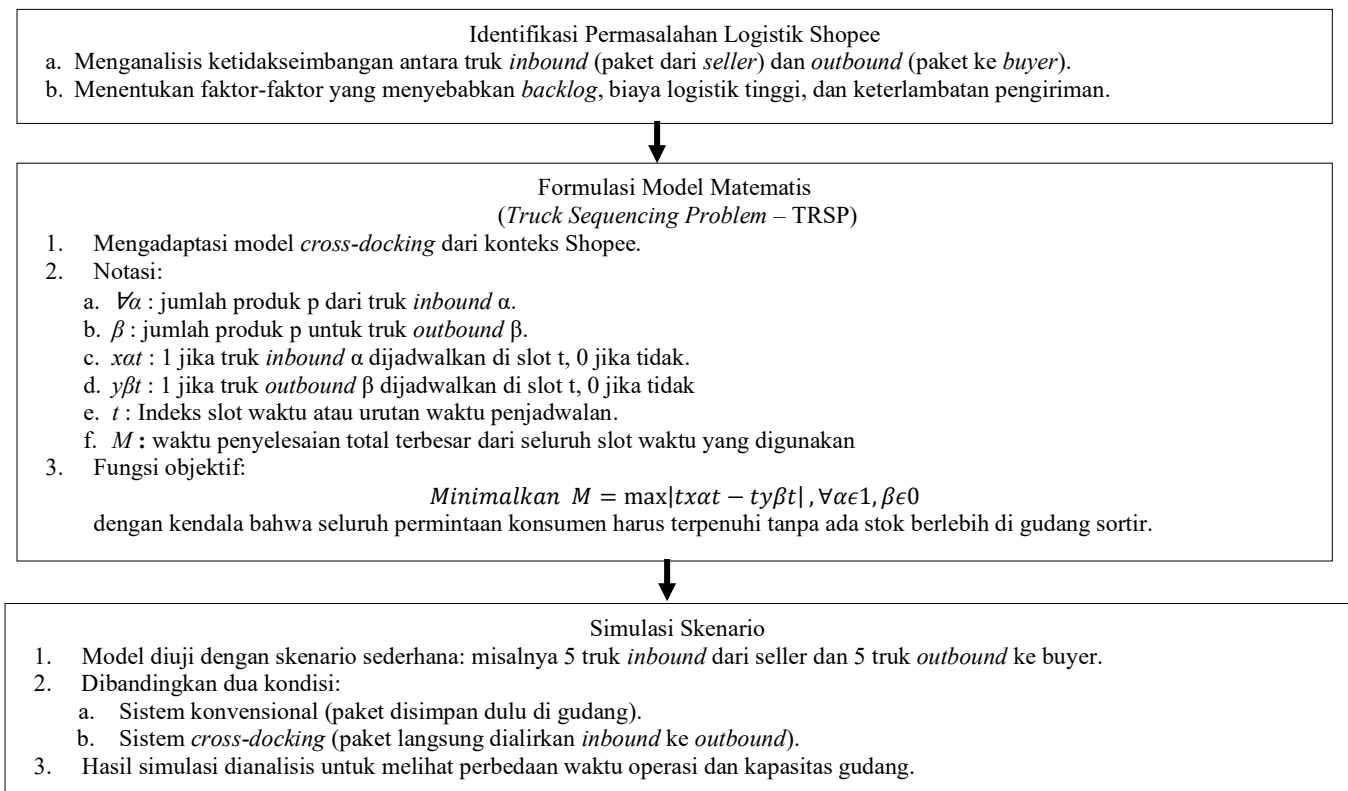
Desain penelitian menggunakan pendekatan deskriptif-analitis dengan model matematis. Tujuannya adalah untuk menganalisis permasalahan logistik Shopee, khususnya pada proses *inbound* dan *outbound* di pusat sortir, kemudian mengusulkan model optimasi berbasis *cross-docking* dan *Just-in-Time* (JIT) untuk meminimalkan waktu operasi distribusi (Neamatian et al., 2023). Penelitian ini juga analisis dilakukan dengan menggunakan data simulatif yang dirancang berdasarkan skenario operasional yang merepresentasikan kondisi nyata di lapangan. Data simulatif tersebut digunakan untuk menguji kinerja model optimasi yang diusulkan serta mengevaluasi efektivitas penerapan strategi *cross-docking* dan *Just-in-time* (JIT) terhadap peningkatan efisiensi proses distribusi. Objek penelitian sistem logistik Shopee di Indonesia, dengan fokus pada:

- Inbound* logistics → aliran paket dari seller menuju pusat sortir Shopee.
- Outbound* logistics → aliran paket dari pusat sortir menuju konsumen.
- Pusat sortir (*Sorting Hub*) sebagai titik temu antara *inbound* dan *outbound*, yang berpotensi mengalami *backlog* akibat lonjakan transaksi.

Sumber penelitian ini menggunakan data sekunder laporan kunjungan marketplace, laporan pengguna internet, serta studi terdahulu terkait logistik e-commerce (Yu et al., 2016).

- Studi literatur: konsep *Just-in-Time*, *cross-docking*, dan permasalahan *supply chain* dari referensi jurnal internasional maupun nasional (Aberka et al., 2024).
- Data ilustratif/simulasi: jumlah truk *inbound* dari seller dan jumlah truk *outbound* ke buyer, yang digunakan untuk membangun model penjadwalan (Neamatian et al., 2023).

Metode analisis dilakukan dalam beberapa tahap sebagai berikut:



Gambar 1. Metode Analisis

Validasi model dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi dengan kondisi aktual dari laporan logistik Shopee (misalnya *lead time* pengiriman). Jika model menunjukkan potensi pengurangan waktu operasi dan *backlog*, maka dapat dianggap relevan untuk implementasi praktis.

Hasil dan Pembahasan

Hasil model simulasi model matematis TRSP (*Truck Sequencing Problem*) yang diadaptasi dalam penelitian ini diterapkan pada kasus simulatif dengan 10 truk *inbound* (paket dari seller) dan 10 truk *outbound* (paket ke konsumen). Setiap *inbound* membawa antara 80–200 unit paket, dengan total 1.500 unit. *Outbound* trucks mewakili permintaan konsumen yang tersebar secara proporsional terhadap total unit tersebut (Neamatian et al., 2024).

Penjadwalan diuji pada dua skenario:

- Skenario Konvensional: *outbound* trucks dijadwalkan mulai dari slot ke-6 hingga ke-15, tanpa memperhatikan kedatangan *inbound*.
- Skenario *Cross-docking*: *outbound* trucks dijadwalkan sedekat mungkin dengan ketersediaan paket *inbound* (slot *inbound* + 1), dengan aturan bahwa permintaan kumulatif tidak boleh melebihi ketersediaan kumulatif.

Hasil perbandingan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan hasil simulasi TRSP

Metric	Konvensional	<i>Cross-docking</i>	Perubahan (%)
Total paket (unit)	1.500	1.500	–
Rata-rata dwell time (slot)	6,042	0,822	86,4%
Maksimum inventory (unit)	983	314	68,1%
Operation span M (slot)	14	10	28,6%

Sumber: Pengolahan data

Analisis *dwell time* menunjukkan lamanya paket berada di pusat sortir sejak tersedia dari *inbound* hingga dimuat ke *outbound*. Pada skenario konvensional, *dwell time* rata-rata mencapai 6 slot, yang setara dengan -6 jam jika 1 slot dianggap 1 jam. Dengan penerapan *cross-docking*, *dwell time* turun drastis menjadi kurang dari 1 slot (-1 jam). Penurunan ini menandakan paket bergerak lebih cepat dari seller ke konsumen, sehingga mendukung target layanan *same-day delivery* dan *next-day delivery* Shopee. Hal ini penting mengingat ekspektasi konsumen terhadap kecepatan pengiriman sangat tinggi di era *e-commerce*. Analisis inventory puncak di pusat sortir pada skenario konvensional mencapai 983 unit, menunjukkan terjadi penumpukan barang yang signifikan karena ketidaksinkronan *inbound-outbound*. Dengan *cross-docking*, inventory puncak hanya 314 unit, turun ~68%.

Implikasinya adalah kebutuhan ruang penyimpanan di gudang jauh lebih kecil, sehingga:

- Biaya operasional gudang (sewa, pendinginan, handling) berkurang.
- Potensi kesalahan sortir dan kehilangan barang juga lebih rendah.

Operation Span rentang operasi (operation span M) menggambarkan jarak waktu antara *inbound* pertama hingga *outbound* terakhir selesai diproses. Skenario konvensional menunjukkan span 14 slot, sedangkan *cross-docking* hanya 10 slot (turun ~29%). Artinya, siklus operasional logistik Shopee dapat dipersingkat sehingga output harian meningkat.

Penyesuaian metode penjadwalan untuk skala besar (ribuan truk dan jutaan paket per hari), misalnya dengan algoritma heuristik atau AI (Rahbari, 2015).

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan *cross-docking* berbasis formulasi *Truck Sequencing Problem* (TRSP) dapat meningkatkan efisiensi logistik Shopee secara signifikan. Hasil simulasi memperlihatkan penurunan waktu tinggal paket di gudang, berkurangnya *backlog* dan *inventory* puncak, serta pemendekan rentang operasi distribusi. Hal ini membuktikan bahwa *cross-docking* mampu menjawab tantangan utama logistik Shopee, khususnya dalam menghadapi lonjakan pesanan dan tuntutan konsumen akan pengiriman cepat dengan biaya rendah.

Meskipun demikian, penelitian ini masih bersifat simulatif dan menggunakan data ilustratif sehingga belum sepenuhnya mencerminkan kondisi operasional nyata. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan data nyata dari pusat sortir Shopee, memperluas model dengan mempertimbangkan kapasitas multi-dock, variasi truk, serta integrasi dengan sistem *last-mile delivery*. Selain itu, penggunaan algoritma *heuristik* atau kecerdasan buatan dapat membantu menyelesaikan masalah penjadwalan skala besar secara lebih efektif. Dengan arah penelitian tersebut, diharapkan sistem logistik Shopee ke depan dapat semakin efisien, adaptif, dan berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyusunan penelitian ini, khususnya kepada dosen pembimbing, civitas akademika, serta rekan-rekan yang telah memberikan masukan dan motivasi. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang logistik dan manajemen rantai pasok *e-commerce*.

Daftar Pustaka

- Aberka, S., Aghrod, M., Ettaki, W., Natiji, Z., Chargui, T., & Chaabane, S. (2024). ScienceDirect in a in a in a in a Cross-Docking Cross-Docking Internal * Hub with Internal Cross-Docking Cross-Docking Cross-Docking Hub with Internal Storage. *IFAC PapersOnLine*, 58(19), 700–705. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2024.09.066>
- Ahangamange, N., Niwunhella, D. H. H., & Vidanagamachchi, K. (2020). *Implementing a Cross-Docking System in a Warehouse – A Systematic Review of Literature*. 1005–1012.
- Ahmad, F., & Al-Faritsy, A. Z. (2024). Analisis Perbandingan Antara Metode Economic Order Quantity dan Just In Time Untuk Pengendalian Persediaan Pada PT CTI. *Jurnal ARTI (Aplikasi Rancangan Teknik Industri)*, 19(2), 98–107. <https://doi.org/10.52072/arti.v19i2.897>
- Alamin, Z., Missouri, R., Bima, U. M., & Online, J. B. (2023). *Perkembangan E-commerce: Analisis Dominasi Shopee sebagai Primadona Marketplace di Indonesia*. 6, 120–131.
- Arif, M. (2023). *Penataan Gudang Spare Part Dengan Pendekatan Standar 5S dan Metode FIFO di PT XYZ*. 18(November), 181–188.
- Mustafa, M., & Turner, I. (2022). *Multi-Period Vehicle Routing Problem with Cross-*

- Docking using Split Pickups and Deliveries*. 2006, 1827–1837.
- Neamatian, R., Gelareh, S., & Maculan, N. (2023). *A Machine Learning Based Branch-Cut-and-Benders for Dock Assignment and Truck Scheduling Problem in Crossdocks*. 1–26.
- Neamatian, R., Gelareh, S., & Maculan, N. (2024). Computers and Operations Research Solution algorithms for dock scheduling and truck sequencing in cross-docks : A neural branch-and-price and a metaheuristic. *Computers and Operations Research*, 167(July 2023), 106604. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2024.106604>
- Pamungkas, T. A., & Setiafindari, W. . (2025). Penerapan Sistem Enterprise Resource Planning Inventory Bahan Baku Dan Penjualan UMKM Bakpia Pathok XYZ Berbasis Odoo. *Jurnal ARTI (Aplikasi Rancangan Teknik Industri)*, 20(1), 46–55. <https://doi.org/10.52072/arti.v1i20.1220>
- Rahbari, A. (2015). *Robust vehicle routing and cross-dock scheduling with uncertain loading and unloading time*. 2014.
- Yu, Y., Wang, X., Zhong, R. Y., & Huang, G. Q. (2016). E-commerce Logistics in Supply Chain Management : Practice Perspective. *Procedia CIRP*, 52, 179–185. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.08.002>