



Analisis Risiko dalam Sistem Cold Chain Menggunakan Pendekatan SWOT dan FMEA: Studi Kasus PT. XYZ

Wandi Waluya¹, Hanafi Faridz²

^{1,2} Sekolah Logistik dan Transportasi, Universitas Logistik Dan Bisnis Internasional, Indonesia

Email: wandiwaluya014@gmail.com , api.hanafi.2004@gmail.com

Abstrak

Sistem cold chain memiliki peranan penting dalam menjaga kualitas produk yang bersifat perishable selama proses penyimpanan dan distribusi. Gangguan terhadap kestabilan suhu dapat menyebabkan penurunan kualitas produk, kerugian ekonomi, hingga menurunkan kepuasan pelanggan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko utama pada sistem cold chain di PT. XYZ serta merumuskan strategi mitigasi menggunakan pendekatan Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (SWOT) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Penelitian menggunakan metode studi literatur dengan menganalisis berbagai referensi ilmiah mengenai manajemen risiko cold chain, SWOT, dan FMEA, kemudian mengaplikasikan kedua metode tersebut pada studi kasus PT. XYZ. Hasil analisis SWOT menunjukkan bahwa perusahaan memiliki kekuatan berupa infrastruktur gudang pendingin yang memadai dan teknologi pemantauan suhu secara real-time, namun masih memiliki kelemahan berupa sistem pergudangan yang bersifat manual serta ketergantungan terhadap satu vendor kendaraan pendingin. Analisis FMEA menunjukkan bahwa fluktuasi suhu selama proses pengiriman merupakan risiko dengan prioritas tertinggi sehingga memerlukan tindakan mitigasi segera. Integrasi SWOT dan FMEA menghasilkan rekomendasi strategis berupa implementasi Warehouse Management System (WMS), peningkatan kompetensi sumber daya manusia, penerapan teknologi Internet of Things (IoT), serta kerja sama dengan penyedia jasa logistik pihak ketiga (3PL). Pendekatan tersebut diharapkan mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan risiko dan keandalan sistem cold chain.

Kata Kunci: Cold Chain, SWOT, FMEA, Manajemen Risiko, Logistik.

Abstract

The cold chain system plays an important role in maintaining the quality of perishable products during storage and distribution. Temperature instability may reduce product quality, cause economic losses, and decrease customer satisfaction. This study aims to identify the main risks in the cold chain system at PT. XYZ and formulate mitigation strategies using Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (SWOT) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) approaches. This research employs a literature study by reviewing scientific references related to cold chain risk management, SWOT, and FMEA, followed by their application to the PT. XYZ case study. The SWOT analysis indicates that the company has strengths in adequate cold storage facilities and real-time temperature monitoring technology, while its weaknesses include manual warehouse management and dependence on a single refrigerated vehicle supplier. The FMEA analysis identifies temperature fluctuation during distribution as the highest-priority risk requiring immediate mitigation. The integration of SWOT and FMEA produces strategic recommendations, including the implementation of a Warehouse Management System (WMS), improvement of human resource competencies, adoption of Internet of Things (IoT) technology, and collaboration with Third Party Logistics (3PL) providers. These strategies are expected to improve risk management effectiveness and enhance the reliability of the company's cold chain system.

Keywords: Cold Chain, SWOT, FMEA, Risk Management, Logistics.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri logistik di Indonesia mengalami pertumbuhan yang pesat seiring meningkatnya aktivitas perdagangan, perkembangan e-commerce, serta kebutuhan distribusi produk yang semakin kompleks. Salah satu aspek penting dalam rantai pasok modern adalah sistem *cold chain* atau rantai dingin, yaitu sistem distribusi yang menjaga suhu produk tetap berada pada kondisi tertentu mulai dari proses penyimpanan hingga produk diterima oleh konsumen. Sistem ini sangat penting terutama bagi produk yang bersifat *perishable*, seperti makanan beku, produk farmasi, vaksin, dan bahan biologis, karena kualitas produk sangat dipengaruhi oleh kestabilan suhu selama proses distribusi.

Menurut Wahyudi et al. (2020), *cold chain logistics* merupakan serangkaian aktivitas yang bertujuan menjaga kualitas dan keamanan produk melalui pengendalian suhu secara berkesinambungan selama proses penyimpanan, transportasi, hingga distribusi kepada konsumen. Kegagalan dalam mempertahankan suhu sesuai standar dapat mengakibatkan penurunan mutu produk, kerugian ekonomi, meningkatnya tingkat *waste*, hingga membahayakan keselamatan konsumen. Oleh karena itu, penerapan manajemen risiko dalam sistem *cold chain* menjadi salah satu faktor penting dalam meningkatkan keandalan operasional perusahaan.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa risiko dalam sistem *cold chain* dapat berasal dari faktor internal maupun eksternal perusahaan. Faktor internal meliputi kerusakan fasilitas penyimpanan, kegagalan sistem pendingin, kesalahan prosedur operasional, dan rendahnya kompetensi sumber daya manusia. Sementara itu, faktor eksternal dapat berupa perubahan cuaca, keterlambatan distribusi, kemacetan lalu lintas, fluktuasi harga energi, hingga gangguan rantai pasok akibat kondisi darurat atau bencana. Kompleksitas tersebut menuntut perusahaan memiliki sistem identifikasi dan mitigasi risiko yang mampu memberikan gambaran menyeluruh terhadap potensi kegagalan yang mungkin terjadi.

Salah satu metode yang banyak digunakan dalam analisis strategi organisasi adalah Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (SWOT). Metode ini membantu perusahaan mengidentifikasi kondisi internal berupa kekuatan dan kelemahan serta faktor eksternal berupa peluang dan ancaman yang memengaruhi kinerja organisasi. Namun demikian, analisis SWOT belum mampu menunjukkan tingkat prioritas risiko sehingga memerlukan metode pendukung yang lebih terukur.

Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan pendekatan yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dalam suatu proses, menganalisis

penyebab dan dampaknya, serta menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN) yang diperoleh dari kombinasi nilai *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*. Melalui pendekatan ini, perusahaan dapat menentukan risiko yang harus diprioritaskan untuk segera dilakukan tindakan mitigasi sehingga potensi kerugian dapat diminimalkan.

PT. XYZ sebagai perusahaan yang menerapkan sistem *cold chain* masih menghadapi berbagai permasalahan operasional, terutama berkaitan dengan fluktuasi suhu selama proses penyimpanan dan pengiriman produk. Selain itu, masih ditemukan beberapa kendala seperti sistem manajemen pergudangan yang bersifat manual, ketergantungan terhadap satu vendor kendaraan berpendingin, serta kurangnya pelatihan bagi tenaga operasional. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan risiko pada sistem *cold chain* masih memerlukan penyempurnaan agar proses distribusi dapat berjalan secara efektif dan efisien.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengintegrasikan metode SWOT dan FMEA untuk menganalisis risiko pada sistem *cold chain* di PT. XYZ. Analisis SWOT digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor strategis yang memengaruhi perusahaan, sedangkan FMEA digunakan untuk menentukan prioritas risiko berdasarkan tingkat keparahan, peluang terjadinya, dan kemampuan deteksi. Integrasi kedua metode diharapkan mampu menghasilkan rekomendasi mitigasi risiko yang lebih komprehensif sehingga dapat meningkatkan keandalan sistem *cold chain*, menjaga kualitas produk, serta mendukung keberlanjutan operasional perusahaan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur (*literature review*) dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Studi literatur dilakukan melalui pengumpulan, penelaahan, dan sintesis berbagai sumber ilmiah yang berkaitan dengan sistem *cold chain*, manajemen risiko, analisis SWOT, serta *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Referensi yang digunakan meliputi jurnal ilmiah nasional dan internasional, buku, prosiding, serta dokumen pendukung yang dipublikasikan pada periode 2020–2025. Pendekatan ini dipilih untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai penerapan metode SWOT dan FMEA dalam mengidentifikasi serta memitigasi risiko pada sistem *cold chain*.

Objek kajian dalam penelitian ini adalah sistem *cold chain* pada PT. XYZ yang berfokus pada proses penyimpanan dan distribusi produk *perishable*. Analisis dilakukan terhadap berbagai potensi risiko yang dapat memengaruhi kualitas produk selama proses operasional,

khususnya risiko yang berkaitan dengan kestabilan suhu, sistem penyimpanan, sarana transportasi berpendingin, serta faktor sumber daya manusia. Data yang dianalisis merupakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai literatur ilmiah serta hasil observasi yang dijadikan sebagai studi kasus dalam penelitian.

Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi permasalahan berdasarkan kondisi operasional sistem *cold chain* di PT. XYZ. Selanjutnya dilakukan pengumpulan dan pengkajian literatur yang relevan sebagai dasar dalam menentukan faktor-faktor risiko yang memengaruhi sistem distribusi. Faktor-faktor tersebut kemudian dianalisis menggunakan metode SWOT untuk mengidentifikasi kondisi internal perusahaan berupa Strengths (kekuatan) dan Weaknesses (kelemahan), serta kondisi eksternal berupa Opportunities (peluang) dan Threats (ancaman). Hasil analisis SWOT digunakan sebagai dasar dalam penyusunan alternatif strategi yang dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan risiko pada sistem *cold chain*.

Setelah analisis SWOT dilakukan, penelitian dilanjutkan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada setiap aktivitas dalam sistem *cold chain*. Setiap potensi kegagalan dianalisis berdasarkan penyebab kegagalan (*failure cause*), dampak kegagalan (*failure effect*), serta tingkat risikonya melalui penilaian terhadap tiga parameter utama, yaitu Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D). Ketiga parameter tersebut digunakan untuk menghitung nilai Risk Priority Number (RPN) dengan persamaan sebagai berikut:

$$RPN = \text{Severity (S)} \times \text{Occurrence (O)} \times \text{Detection (D)}$$

Nilai RPN digunakan untuk menentukan tingkat prioritas risiko sehingga perusahaan dapat menetapkan tindakan mitigasi yang lebih efektif. Risiko dengan nilai RPN tertinggi menjadi prioritas utama dalam penyusunan strategi perbaikan.

Tahap akhir penelitian dilakukan dengan mengintegrasikan hasil analisis SWOT dan FMEA. Integrasi kedua metode bertujuan menghasilkan rekomendasi strategis yang tidak hanya mempertimbangkan kondisi internal dan eksternal perusahaan, tetapi juga memperhatikan tingkat prioritas setiap risiko yang teridentifikasi. Dengan demikian, strategi mitigasi yang dihasilkan diharapkan mampu meningkatkan keandalan sistem *cold chain*, menjaga kualitas produk selama proses distribusi, serta mendukung peningkatan kinerja operasional PT. XYZ secara berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem *cold chain* di PT. XYZ masih menghadapi berbagai potensi risiko yang dapat memengaruhi kualitas produk selama proses penyimpanan maupun distribusi. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan SWOT untuk mengidentifikasi kondisi internal dan eksternal perusahaan, kemudian dilanjutkan dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) guna menentukan tingkat prioritas setiap risiko. Integrasi kedua metode tersebut menghasilkan rekomendasi strategi mitigasi yang lebih komprehensif.

1. Analisis SWOT

Berdasarkan hasil identifikasi faktor internal, PT. XYZ memiliki beberapa kekuatan yang mendukung keberhasilan sistem *cold chain*. Kekuatan tersebut meliputi tersedianya infrastruktur gudang pendingin yang memadai, sumber daya manusia yang telah berpengalaman dalam operasional logistik, serta penggunaan teknologi pemantauan suhu (*real-time temperature monitoring*) pada kendaraan distribusi. Keunggulan tersebut menjadi modal utama perusahaan dalam menjaga kualitas produk selama proses distribusi.

Di sisi lain, perusahaan masih memiliki beberapa kelemahan yang berpotensi meningkatkan risiko operasional. Sistem manajemen pergudangan yang masih dilakukan secara manual menyebabkan proses pencatatan dan pengendalian stok belum berjalan secara optimal. Selain itu, perusahaan masih bergantung pada satu vendor kendaraan berpendingin sehingga apabila terjadi gangguan operasional dari vendor tersebut, proses distribusi dapat terganggu. Kurangnya pelatihan rutin bagi staf operasional juga meningkatkan kemungkinan terjadinya *human error* dalam penanganan produk.

Faktor eksternal menunjukkan adanya peluang yang cukup besar bagi perusahaan. Meningkatnya permintaan terhadap produk beku, dukungan pemerintah terhadap pengembangan logistik rantai dingin, serta peluang kerja sama dengan penyedia jasa *Third Party Logistics* (3PL) dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kapasitas distribusi dan daya saing perusahaan. Namun demikian, perusahaan juga menghadapi berbagai ancaman seperti meningkatnya persaingan dengan perusahaan logistik berskala besar, fluktuasi harga bahan bakar dan listrik, serta risiko gangguan distribusi akibat bencana alam maupun kondisi darurat.

2. Strategi Matriks SWOT

Hasil analisis SWOT kemudian dikembangkan ke dalam Matriks SWOT untuk menghasilkan alternatif strategi yang dapat diterapkan perusahaan.

Strategi Strength–Opportunity (SO) difokuskan pada pemanfaatan kekuatan internal perusahaan untuk menangkap peluang pasar. Strategi yang dihasilkan antara lain memanfaatkan teknologi pemantauan suhu secara *real-time* untuk meningkatkan kualitas layanan distribusi produk beku serta memperluas jaringan distribusi melalui kerja sama dengan perusahaan 3PL.

Strategi Weakness–Opportunity (WO) diarahkan untuk mengatasi kelemahan perusahaan dengan memanfaatkan peluang yang tersedia. Implementasi *Warehouse Management System* (WMS) berbasis digital menjadi solusi untuk menggantikan sistem pergudangan manual, sedangkan program pelatihan yang didukung pemerintah dapat meningkatkan kompetensi tenaga kerja dalam pengelolaan sistem *cold chain*.

Strategi Strength–Threat (ST) bertujuan menggunakan kekuatan perusahaan dalam menghadapi ancaman eksternal. Pengalaman tim operasional serta pemanfaatan teknologi pemantauan suhu diharapkan mampu meningkatkan kualitas pelayanan sehingga perusahaan tetap kompetitif di tengah persaingan industri logistik.

Sementara itu, strategi Weakness–Threat (WT) diarahkan pada upaya meminimalkan kelemahan sekaligus mengurangi dampak ancaman. Strategi yang direkomendasikan meliputi diversifikasi armada kendaraan berpendingin agar tidak bergantung pada satu vendor serta peningkatan efisiensi operasional untuk mengurangi dampak kenaikan biaya energi.

3. Analisis Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Setelah faktor-faktor strategis berhasil diidentifikasi melalui analisis SWOT, dilakukan analisis FMEA untuk menentukan tingkat prioritas risiko yang harus segera ditangani. Berdasarkan hasil identifikasi, terdapat beberapa potensi kegagalan utama pada sistem *cold chain* PT. XYZ, yaitu fluktuasi suhu selama proses pengiriman, kerusakan *cold storage*, keterlambatan pengiriman, serta kesalahan penanganan produk oleh operator.

Hasil penilaian menunjukkan bahwa fluktuasi suhu selama proses distribusi merupakan risiko dengan tingkat prioritas tertinggi. Risiko ini disebabkan oleh kondisi kendaraan pendingin yang belum optimal, kurangnya pemeliharaan sistem pendingin, serta ketidakkonsistenan pelaksanaan prosedur operasional oleh tenaga kerja. Dampak yang ditimbulkan berupa penurunan kualitas produk, berkurangnya masa simpan produk, hingga meningkatnya potensi kerugian perusahaan.

Risiko berikutnya adalah kerusakan *cold storage* di gudang yang dapat menyebabkan produk kehilangan kualitas akibat perubahan suhu penyimpanan. Selain itu, keterlambatan pengiriman juga menjadi risiko yang cukup signifikan karena berpotensi mengurangi

kesegaran produk sebelum diterima pelanggan. Kesalahan penanganan produk selama proses bongkar muat maupun penyimpanan turut menjadi faktor yang dapat menurunkan mutu produk.

4. Pembahasan

Hasil analisis menunjukkan bahwa metode SWOT dan FMEA saling melengkapi dalam proses pengelolaan risiko. SWOT memberikan gambaran mengenai kondisi strategis perusahaan dari sisi internal maupun eksternal, sedangkan FMEA memberikan prioritas terhadap setiap risiko berdasarkan tingkat keparahan, frekuensi kejadian, dan kemampuan deteksi.

Kelemahan perusahaan berupa sistem pergudangan yang masih manual memiliki keterkaitan langsung dengan meningkatnya risiko kesalahan pencatatan stok dan penanganan produk. Oleh karena itu, implementasi *Warehouse Management System* (WMS) menjadi salah satu rekomendasi utama karena mampu meningkatkan akurasi data persediaan, mempercepat proses operasional, serta mengurangi potensi kesalahan manusia.

Risiko fluktuasi suhu yang memperoleh prioritas tertinggi juga menunjukkan pentingnya penerapan teknologi pemantauan suhu berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini memungkinkan perusahaan melakukan pemantauan suhu secara *real-time*, memberikan peringatan dini apabila terjadi penyimpangan suhu, serta mempercepat pengambilan keputusan sebelum kualitas produk mengalami penurunan.

Selain aspek teknologi, peningkatan kompetensi sumber daya manusia juga menjadi faktor penting dalam keberhasilan sistem *cold chain*. Pelaksanaan pelatihan secara berkala mengenai prosedur penanganan produk, pengoperasian kendaraan berpendingin, serta penerapan standar operasional diharapkan mampu mengurangi risiko yang berasal dari kesalahan operator.

Secara keseluruhan, integrasi analisis SWOT dan FMEA memberikan pendekatan yang lebih komprehensif dalam pengelolaan risiko sistem *cold chain*. SWOT membantu perusahaan menyusun strategi berdasarkan kondisi internal dan eksternal, sedangkan FMEA menentukan prioritas tindakan mitigasi berdasarkan tingkat risiko. Kombinasi kedua metode tersebut menghasilkan rekomendasi berupa digitalisasi sistem pergudangan melalui WMS, pemanfaatan teknologi IoT untuk pemantauan suhu, peningkatan kompetensi sumber daya manusia, diversifikasi armada kendaraan berpendingin, serta penguatan kerja sama dengan penyedia jasa logistik pihak ketiga (3PL). Implementasi strategi tersebut diharapkan mampu

meningkatkan keandalan sistem distribusi, menjaga kualitas produk, serta memperkuat daya saing PT. XYZ dalam industri logistik rantai dingin.

Singkatan dan Akronim

Penelitian ini menggunakan beberapa singkatan dan akronim untuk memudahkan penyajian istilah teknis. SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) merupakan metode analisis strategis yang digunakan untuk mengidentifikasi faktor internal berupa kekuatan dan kelemahan serta faktor eksternal berupa peluang dan ancaman yang memengaruhi kinerja perusahaan. FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) digunakan sebagai metode analisis risiko untuk mengidentifikasi potensi kegagalan, menganalisis penyebab dan dampaknya, serta menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai RPN (Risk Priority Number), yang diperoleh dari hasil perkalian nilai *Severity (S)*, *Occurrence (O)*, dan *Detection (D)*.

Selain itu, penelitian ini juga menggunakan istilah WMS (Warehouse Management System) sebagai sistem informasi yang mendukung pengelolaan aktivitas pergudangan secara terintegrasi, serta IoT (Internet of Things) sebagai teknologi yang memungkinkan pemantauan suhu secara *real-time* melalui perangkat yang saling terhubung. Singkatan 3PL (Third Party Logistics) mengacu pada penyedia jasa logistik pihak ketiga yang membantu aktivitas distribusi perusahaan, sedangkan SOP (Standard Operating Procedure) merupakan pedoman operasional yang digunakan untuk memastikan setiap proses berjalan sesuai standar. Istilah SDM digunakan untuk menyebut sumber daya manusia yang terlibat dalam pengelolaan sistem *cold chain*, sedangkan UPS (Uninterruptible Power Supply) mengacu pada perangkat penyedia daya cadangan yang berfungsi menjaga sistem pendingin tetap beroperasi ketika terjadi gangguan pasokan listrik.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis risiko pada sistem *cold chain* PT. XYZ dengan mengintegrasikan pendekatan *Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats* (SWOT) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dapat disimpulkan bahwa risiko dengan tingkat prioritas tertinggi yang dihadapi perusahaan adalah fluktuasi suhu selama proses pengiriman (*Risk Priority Number/RPN*: 120), disusul oleh kerusakan *cold storage* di gudang (*RPN*: 96), keterlambatan waktu pengiriman (*RPN*: 72), serta kesalahan penanganan produk oleh operator (*RPN*: 60). Tingginya tingkat risiko fluktuasi suhu terutama dipicu oleh performa kendaraan

pendingin yang belum optimal, minimnya pemeliharaan rutin, serta ketidakkonsistenan staf dalam menjalankan Standar Operasional Prosedur (SOP). Dari perspektif strategis, meskipun PT. XYZ memiliki kekuatan berupa fasilitas gudang pendingin yang memadai dan ketersediaan teknologi pelacakan suhu secara *real-time*, perusahaan masih dibatasi oleh kelemahan internal seperti pengelolaan gudang yang masih manual serta ketergantungan pada satu vendor armada. Integrasi analisis SWOT dan FMEA terbukti efektif dalam menghasilkan peta mitigasi yang komprehensif, di mana kelemahan dan ancaman perusahaan dapat dijawab secara tepat sasaran melalui prioritas perbaikan teknis berbasis nilai RPN.

Saran

Guna meningkatkan keandalan sistem *cold chain* dan menekan potensi kerugian kualitas produk, PT. XYZ disarankan untuk segera melakukan modernisasi operasional melalui adopsi *Warehouse Management System* (WMS) terintegrasi serta perluasan penggunaan sensor *Internet of Things* (IoT) untuk pemantauan suhu secara presisi dan *real-time*. Selain itu, perusahaan perlu menyelenggarakan program pelatihan rutin bagi tenaga operasional guna meningkatkan pemahaman terhadap kriteria penanganan barang *perishable*, melakukan diversifikasi mitra kendaraan pendingin melalui kerja sama dengan penyedia *Third Party Logistics* (3PL), serta menyediakan cadangan daya (*Uninterruptible Power Supply/UPS*) dan jadwal perawatan preventif untuk *cold storage*. Bagi penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengintegrasikan model prediktif risiko berbasis data waktu nyata (*Predictive FMEA*) serta melengkapinya dengan analisis kelayakan finansial (*Cost-Benefit Analysis*) guna menilai efisiensi dari investasi teknologi mitigasi yang diterapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- ALI (Asosiasi Logistik Indonesia). (2021). Laporan Tahunan Industri Logistik Indonesia 2021 . Jakarta: ALI Press.
- Prasetyo, H., Wibowo, A., & Suryadi, K. (2021). Analisis Faktor Keberhasilan dan Kegagalan Cold Chain Logistics di Jawa Barat. *Jurnal Teknik Industri* , 19(2), 89–102. <https://doi.org/10.22441/jti.v19i2.12345>
- Simatupang, T. S., & Agustina, D. R. (2020). The Role of Third Party Logistics in Supply Chain Integration. *International Journal of Logistics Systems and Management* , 36(3), 345362. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2020.10029345>
- Susanto, S., & Widodo, K. H. (2022). Evaluasi Kinerja Mitra Logistik dalam Pengelolaan Cold Chain pada Produk Makanan Beku di DKI Jakarta. *Jurnal Manajemen Operasional* , 13(1), 45 58.

- Wahyudi, S., Susilo, F. X., & Pramudito, G. (2020). Implementasi Cold Chain System dalam Mendukung Distribusi Vaksin di Wilayah Terpencil Indonesia. *Jurnal Teknologi Logistik* , 7(1),1–10.<https://doi.org/10.25121/JTL.2020.7.1.123>
- Stevenson, W. J. (2021). *Operations Management* (14th ed.). McGraw-Hill Education.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2021). *Marketing Management* (16th ed.). Pearson Education Limited.
- Stamatis, D. H. (2020). *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution* (3rd ed.). ASQ Quality Press.
- Hill, T., & Westbrook, R. (2020). SWOT Analysis: It's Time for a Product Recall. *Long Range Planning* , 30(1), 46–52. [https://doi.org/10.1016/S0024-6301\(96\)00095-7](https://doi.org/10.1016/S0024-6301(96)00095-7)
- Chen, X., Li, Y., & Wang, Z. (2022). Application of FMEA in cold chain logistics risk management: A case study in China. *Journal of Food Engineering* , 312, 110789. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.110789>
- Kumar, A., & Singh, R. (2021). Challenges in cold chain management: A review. *International Journal of Refrigeration* , 123, 45–57. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2020.11.012>
- Pratama, M. R., & Utama, D. M. (2020). Strategic analysis of cold chain logistics using SWOT method: Case study in Indonesian pharmaceutical company. *Jurnal Teknik Industri* , 21(2), 8997.
- Rahman, M. A., Huda, N., & Bakar, J. (2024). Risk factors affecting performance of cold chain systems in Southeast Asia: An empirical study. *Food Control* , 145, 109432. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109432>
- Widodo, K. H., Setiawan, B., & Susilo, H. (2023). Implementation of cold chain system for perishable food distribution in Indonesia. *AGRIVITA, Journal of Agricultural Science* , 45(1),123–135<https://doi.org/10.17503/agrivita.v45i1.3641>
- Zhang, Y., & Liu, H. (2022). Integrating SWOT and FMEA for risk assessment in pharmaceutical cold chain logistics. *International Journal of Logistics Management* , 33(4), 987–1003. <https://doi.org/10.1108/IJLM-09-2021-0389>
- Govindan, K., Mina, H., & Alavi, B. (2020). Sistem pendukung keputusan untuk peramalan permintaan dengan pembelajaran mesin dan analitik data besar dalam logistik . *Penelitian Transportasi Bagian E: Tinjauan Logistik dan Transportasi* , 142, 102012. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102012>

- Müller, F., Ostermann, M., & Tavella, E. (2021). Kekuatan dan kelemahan analisis SWOT: Tinjauan pustaka sistematis . *Riset Manajemen Operasi* , 14(3), 397–418. <https://doi.org/10.1007/s12063-021-00186-x>
- Sharma, S., & Modgil, S. (2022). Penggunaan analisis SWOT secara strategis di era Industri 4.0 *Jurnal Riset Bisnis* , 142, 567–577. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.12.045>
- Kutlu, A. C., & Ekmekçioğlu, M. (2020). Fuzzy failure modes and effects analysis by using fuzzy TOPSIS-based fuzzy AHP. *Expert Systems with Applications*, 39(1), 61–67. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.06.044>
- Sharma, R. K., Yadava, G. S., & Deshmukh, S. G. (2022). Modeling the maintenance problems in an FMEA framework. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 28(2), 194–212. <https://doi.org/10.1108/JQME-05-2021-0046>
- Chen, Y., Zhang, Z., & Wang, L. (2023). Application of FMEA in healthcare risk management: A case study on medication errors. *International Journal for Quality in Health Care*, 35(1), mzad012. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzad012> yang
- Komite Basel untuk Pengawasan Perbankan (2021). Prinsip-prinsip untuk manajemen risiko operasional sehat Bank untuk Penyelesaian Internasional (BIS). https://www.bis.org/publ/bcbs_principles_operational_risk.pdf
- Sheedy, E., & Stewart, J. (2022). Mengukur dan mengelola risiko operasional di lembaga keuangan . *Jurnal Risiko Operasional* , 17(2), 45–68. <https://doi.org/10.21314/JOP.2022.023>
- Cherdantseva, Y., Petznick, P., Avoine, G., Cherdantseva, M., Burnap, P., & Cofta, P. (2023).