
Academia Open



By Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.13692

Table Of Contents

Journal Cover	1
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article.....	5
Title page	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	8

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.13692

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.13692

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Supply Chain Risk Mitigation Using House of Risk in Wood Pellet Manufacturing : Mitigasi Risiko Rantai Pasokan Menggunakan Model House of Risk dalam Industri Pembuatan Pelet Kayu

Aldi Pramoedya Nugroho, 22032010121@student.upnjatim.ac.id (*)

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

Dira Ernawati, dira.ti@upnjatim.ac.id

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

Sinta Dewi, sinta.dewi.ti@upnjatim.ac.id

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

(*) Corresponding author

Abstract

General Background: Manufacturing supply chains are vulnerable to operational disruptions caused by uncertainty, making supply chain risk management increasingly important for maintaining operational continuity and competitiveness. **Specific Background:** PT Komi Biomass Indonesia, a wood pellet manufacturer in the renewable energy sector, experiences supply chain challenges related to raw material shortages, inconsistent wood waste quality, limited skilled labor, machine downtime, and delivery delays. **Knowledge Gap:** Previous Supply Chain Risk Management studies have largely focused on established companies, while risk mitigation analysis in newly established wood pellet manufacturing companies remains limited, particularly in industries dependent on furniture wood waste supply and renewable energy market dynamics. **Aims:** This study aims to identify supply chain risk events, determine priority risk agents, and formulate mitigation strategies using the Supply Chain Operations Reference framework and the House of Risk method. **Results:** The analysis identified 25 risk events and 28 risk agents across the plan, source, make, deliver, and return processes. Pareto analysis determined 14 priority risk agents contributing to 80% of cumulative Aggregate Risk Potential values. Furthermore, 15 preventive mitigation strategies were formulated, with supplier reconfirmation before delivery schedules, periodic supplier quality feedback, and internal maintenance team formation ranked as the highest priorities based on the Effectiveness-to-Difficulty Ratio. **Novelty:** This study provides a structured supply chain risk mitigation analysis for the emerging wood pellet industry, emphasizing risks associated with biomass raw material dependency and renewable energy transition dynamics. **Implications:** The findings provide practical guidance for renewable energy manufacturing companies in developing systematic and proactive supply chain risk mitigation strategies to improve operational reliability and supply chain resilience.

Highlights:

- Twenty-five supply chain disruptions and twenty-eight causal factors were identified across SCOR activities.
- Fourteen dominant causal sources accounted for 80% of cumulative Aggregate Risk Potential values.
- Supplier coordination, equipment maintenance, and workforce supervision became the main preventive priorities.

Keywords: House of Risk, Risk Mitigation, Wood Pellet

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.13692

Published date: 2026-05-15

Pendahuluan

Kelancaran rantai pasok merupakan faktor penting yang berperan dalam menentukan keberhasilan operasional suatu perusahaan. Gangguan yang terjadi pada salah satu elemen dalam rantai pasok berpotensi menurunkan tingkat *output*, meningkatkan biaya operasional, serta menghambat pemenuhan permintaan pelanggan [1]. Keberlangsungan rantai pasok menjadi aspek yang sangat krusial bagi industri manufaktur, termasuk pada perusahaan yang bergerak di sektor energi alternatif. Biomassa termasuk salah satu sumber energi alternatif yang strategis karena memiliki ketersediaan yang melimpah dengan potensi mencapai 32,6 gigawatt (GW) [2]. Seiring dengan perkembangan industri biomassa, tingkat risiko dalam proses bisnis perusahaan yang beroperasi pada sektor tersebut tentunya juga meningkat. Risiko pada dasarnya merupakan peluang terjadinya suatu peristiwa yang menyimpang dari rencana atau harapan, sehingga dapat menimbulkan dampak kerugian, baik secara finansial maupun non-finansial [3]. Risiko dalam sistem rantai pasok yang tidak dikelola dengan baik dapat menghambat kelancaran distribusi barang dan jasa serta berpotensi menurunkan daya saing perusahaan di tingkat global [4], [5]. Salah satu bentuk pengendalian terhadap risiko tersebut adalah melalui penerapan manajemen risiko dengan merancang strategi mitigasi yang tepat. Upaya mitigasi umumnya dilakukan dengan mengombinasikan pendekatan preventif dan responsif. Implementasi mitigasi risiko tidak hanya bertujuan untuk meminimalkan potensi kerugian perusahaan, tetapi juga untuk meningkatkan ketahanan (resilience) rantai pasok dalam menghadapi dinamika dan ketidakpastian lingkungan bisnis [6].

PT K merupakan perusahaan manufaktur yang berfokus pada produksi biomassa dengan produk utama berupa wood pellet. Perusahaan ini berlokasi di Jalan Raya Trosobo, Lingkungan Industri Kecil Trosobo Blok Tengah No. 7–8, Taman, Sidoarjo. Berdasarkan data historis perusahaan pada periode Mei 2025 hingga Agustus 2025, PT K kerap menghadapi ketidakpastian pada tahap source, khususnya dalam aktivitas pemesanan bahan baku. Pemasok hanya mampu mengirimkan limbah serbuk kayu sebanyak 25–30 ton per hari dengan kadar air 15%, sementara kebutuhan perusahaan mencapai 35 ton per hari. Selain ketidaksesuaian kuantitas, perusahaan juga memerlukan bahan baku dengan kadar air sebesar 5% agar dapat langsung diproses tanpa melalui tahap pengeringan, sehingga biaya produksi dapat ditekan. Di sisi lain, keterbatasan tenaga kerja yang terampil turut menjadi kendala yang memengaruhi kelancaran supply chain, terutama pada tahap produksi (make). Tenaga kerja yang belum sepenuhnya memahami standar kualitas maupun prosedur pengoperasian mesin berpotensi menghambat proses produksi dan memperpanjang lead time manufaktur. Permasalahan juga muncul pada tahap delivery, yaitu terjadinya keterlambatan pengiriman produk kepada pelanggan. Keterlambatan tersebut merupakan konsekuensi dari kendala yang terjadi pada tahap source dan make. Berbagai permasalahan tersebut tentunya berdampak merugikan bagi perusahaan, sehingga diperlukan langkah perbaikan yang tepat agar aktivitas supply chain dapat kembali berjalan secara optimal.

Permasalahan tersebut dapat diatasi melalui penerapan metode House of Risk sebagai pendekatan dalam mitigasi risiko pada sistem rantai pasok. Mitigasi risiko dalam konteks rantai pasok merupakan serangkaian tindakan yang dilakukan perusahaan untuk mengurangi dampak negatif akibat ketidakpastian dan gangguan yang berpotensi menghambat kelancaran aliran barang, informasi, maupun keuangan [6]. Metode House of Risk (HOR) merupakan suatu metode yang dikembangkan dengan mengintegrasikan dua metode, yaitu Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) serta House of Quality (HOQ) [7]. Penerapan metode House of Risk pada penelitian ini didasarkan pada kelebihan yang dapat mengukur risiko serta merancang dan menilai efektivitas strategi mitigasi. Hal ini didukung dengan penelitian terdahulu tentang analisis risiko pada supply chain yang menunjukkan bahwa penerapan metode House of Risk mampu mengidentifikasi risiko secara sistematis serta menekan kemungkinan terjadinya risiko, sehingga keandalan sistem rantai pasok dapat tetap terjaga [8], [9]. Adapun keterbaruan dalam penelitian ini terletak pada objek penelitian yang berfokus pada industri biomassa, khususnya industri *wood pellet*, yang ketersediaan bahan bakunya sangat bergantung pada limbah industri kayu serta tingkat permintaannya dipengaruhi oleh dinamika transisi energi terbarukan di tingkat global. Dengan demikian, penelitian ini hendak mengisi *gap* mengenai ketidakhadanya analisis mitigasi risiko *supply chain* pada perusahaan *wood pellet*.

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko yang terdapat pada aktivitas *supply chain* di PT K serta merumuskan strategi mitigasi risiko dengan menggunakan metode *House of Risk* (HOR). Melalui penelitian ini, perusahaan diharapkan memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai potensi risiko dalam sistem rantai pasok, faktor penyebab munculnya risiko, serta alternatif strategi mitigasi yang sesuai agar kinerja sistem rantai pasok dapat berjalan secara optimal. Hasil analisis menggunakan metode *House of Risk* (HOR) diharapkan mampu membantu perusahaan dalam meningkatkan keandalan operasional, mengurangi potensi kerugian akibat ketidakpastian pada rantai pasok, serta memperkuat daya saing perusahaan di tengah perkembangan industri energi alternatif yang semakin dinamis.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan di PT K pada periode September 2025 hingga Januari 2026. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri atas dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer meliputi proses bisnis perusahaan yang disusun berdasarkan konsep SCOR, identifikasi risiko, penyebab risiko, dampak risiko, serta kemungkinan terjadinya penyebab risiko. Adapun data sekunder berupa data internal perusahaan yang relevan dengan topik penelitian. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, wawancara, serta penyebaran kuesioner kepada pihak PT K. Responden pada penelitian ini sebanyak tiga orang, yaitu Kepala Divisi *Supply Chain*, Kepala Produksi, dan Staff Divisi *Supply Chain* dengan pengalaman kerja minimal 5 tahun di bidang terkait. Pemilihan responden tersebut didasarkan pada kapabilitas dan pemahaman mengenai alur *supply chain* perusahaan. Data yang telah diperoleh selanjutnya diolah dengan mengintegrasikan model SCOR (*Supply Chain Operation Reference*) dan metode *House of Risk*. Penerapan model SCOR bertujuan untuk mengklasifikasikan aktivitas *supply chain* ke dalam lima proses utama, yaitu *plan*, *source*, *make*,

deliver, dan *return*. Pembagian tersebut dimaksudkan untuk mempermudah pemahaman terhadap alur rantai pasok sebagai langkah awal dalam mewujudkan manajemen rantai pasok yang efektif dan efisien guna mendukung strategi perusahaan [10]. Melalui penggunaan model SCOR, proses bisnis dapat dipetakan secara terstruktur serta dilengkapi dengan ukuran kinerja yang jelas [11].

Setelah pemetaan proses bisnis dilakukan menggunakan model SCOR, tahapan pengolahan data selanjutnya dilakukan dengan menerapkan metode House of Risk. Pengolahan data dalam metode House of Risk terdiri atas dua tahapan, yaitu House of Risk tahap 1 dan House of Risk tahap 2. Pendekatan dua tahap ini menjadikan HOR lebih komprehensif dibandingkan dengan metode lainnya, karena tidak hanya menghasilkan pemetaan risiko, tetapi juga menyediakan rekomendasi strategis yang dapat langsung diimplementasikan [12]. Adapun tahapan pengolahan data pada masing-masing fase tersebut meliputi sebagai berikut.

1. House of Risk Tahap 1

House of Risk Tahap 1 diawali dengan mengidentifikasi kejadian risiko (*risk event*) yang muncul pada setiap proses tersebut. Setiap *risk event* selanjutnya dinilai tingkat dampaknya (*severity*) menggunakan skala 1–10, di mana nilai 10 menunjukkan dampak yang sangat ekstrem. Setelah itu, dilakukan identifikasi agen risiko (*risk agent*) beserta penilaian peluang terjadinya (*occurrence*) dengan menggunakan skala 1 (sangat jarang terjadi) – 10 (sangat sering terjadi). Tahap berikutnya adalah menilai hubungan antara masing-masing *risk event* dan *risk agent* dengan skor korelasi 0, 1, 3, atau 9, yang menunjukkan tingkat keterkaitan dari tidak ada hubungan hingga sangat kuat. Berdasarkan nilai *severity*, *occurrence*, dan korelasi tersebut, dihitung nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP) untuk setiap *risk agent* dengan rumus 1.

$$ARP_j = O_j \sum S_i R_{ij} \quad (1)$$

Keterangan:

ARP_j : *Aggregate Risk Potential*
O_j : *Occurrence* agen risiko j
S_i : *Severity* kejadian risiko i
R_{ij} : korelasi antara *risk agent* j dengan *risk event* i

2. House of Risk Tahap 2

Pada tahap HOR 2, langkah awal adalah memilih agen risiko prioritas berdasarkan nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP) dengan menggunakan prinsip diagram Pareto. Diagram Pareto merupakan bentuk histogram yang menyajikan data secara berurutan, mulai dari frekuensi tertinggi hingga terendah, sekaligus disertai dengan perhitungan kumulatifnya [13]. Diagram Pareto menggunakan prinsip 80%:20%, di mana agen risiko yang memberikan kontribusi kumulatif sebesar 80% dari total nilai ARP dipilih sebagai prioritas utama yang memerlukan strategi mitigasi [14]. Berdasarkan hasil diagram Pareto, dirancang strategi mitigasi (*preventive actions*) untuk mengurangi atau mencegah munculnya agen risiko tersebut. Setelah itu, ditentukan tingkat korelasi antara setiap strategi mitigasi dan agen risiko dengan skor 0, 1, 3, atau 9. Berdasarkan nilai ARP dan korelasi tersebut, dihitung total efektivitas masing-masing strategi mitigasi menggunakan rumus 2.

$$TE_k = \sum ARP_j E_{jk} \quad (2)$$

Keterangan:

TE_k : nilai total efektivitas tindakan pencegahan
∑ARP_j : nilai *aggregate risk potential* dari agen risiko j
E_{jk} : korelasi antara tindakan pencegahan (k) dengan agen risiko (j)

Kemudian dilakukan penilaian tingkat kesulitan implementasi setiap strategi mitigasi (D_k) menggunakan skala 3–5. Nilai efektivitas dan tingkat kesulitan tersebut digunakan untuk menghitung rasio *Effectiveness to Difficulty* (ETD_k) dengan rumus 3.

$$ETD_k = \frac{TE_k}{D_k} \quad (3)$$

Tahap akhir pada House of Risk tahap 2 adalah menyusun prioritas tindakan pencegahan berdasarkan nilai ETD_k, di mana strategi mitigasi dengan nilai ETD_k tertinggi menjadi prioritas utama untuk diimplementasikan.

Keterangan:

ETD_k : nilai rasio efektivitas terhadap tingkat kesulitan (*Effectiveness to difficulty of ratio*)
TE_k : nilai total efektivitas tindakan pencegahan
D_k : tingkat kesulitan dalam penerapan tindakan pencegahan

Hasil dan Pembahasan

A. Pemetaan Proses Supply Chain dengan Model SCOR

Pemetaan proses *supply chain* PT K dilakukan untuk mengidentifikasi seluruh aktivitas yang dijalankan perusahaan, sehingga proses identifikasi risiko *supply chain* dapat dilakukan secara lebih sistematis. Dengan memahami alur aktivitas secara menyeluruh, potensi risiko pada setiap tahapan proses dapat dikenali dengan lebih jelas. Adapun hasil pemetaan proses *supply chain* PT K berdasarkan konsep SCOR dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pemetaan Proses *Supply Chain* PT K dengan Model SCOR

<i>Level 1</i>	<i>Level 2</i>	<i>Level 3</i>
<i>Major Process</i>	<i>Subprocess</i>	<i>Detail Activity</i>
<i>Plan</i>	Perencanaan finansial	Merencanakan anggaran biaya produksi
	Perencanaan produksi	Menyusun jadwal produksi berdasarkan permintaan
	Perencanaan bahan baku	Merencanakan persediaan kebutuhan bahan baku
<i>Source</i>	Pengadaan bahan baku	Melakukan negosiasi harga lalu memutuskan untuk melakukan pembelian bahan baku
		Mengatur jadwal pengiriman bahan baku dan melakukan pengecekan terhadap status pengiriman kepada <i>supplier</i>
		Melakukan penerimaan dan inspeksi bahan baku, lalu menyimpannya di gudang bahan baku
<i>Make</i>	Proses Produksi	Melakukan pemantauan konsumsi listrik, jadwal operasional harian, dan durasi siklus produksi
		Melakukan penggilingan dan <i>size reduction</i> bahan baku dengan mesin hammer mill
		Melakukan pengeringan bahan baku menggunakan mesin dryer
		Melakukan proses pelletisasi dengan menambahkan zat perekat
		Melakukan proses pengemasan yang diawali dengan pengecekan kemasan lalu memasukkan produk ke dalam kemasan dan disimpan di gudang bahan jadi
	Pemeliharaan Mesin	Melakukan perawatan rutin pada mesin produksi
<i>Deliver</i>	Proses Pengiriman	Menghubungi pihak <i>forwarder</i> untuk menentukan biaya transportasi serta jadwal pengiriman
		Melakukan <i>loading</i> barang ke dalam kontainer lalu melakukan pengiriman melalui <i>forwarder</i>
<i>Return</i>	Pengembalian Produk	Mengajukan serta mengatur jadwal pengembalian bahan baku yang tidak sesuai kepada pemasok

Tabel 1. menunjukkan hasil proses pemetaan aktivitas *supply chain* dengan menggunakan konsep SCOR. Hasil pemetaan ini akan digunakan untuk membantu mengidentifikasi risiko pada setiap *detail activity supply chain* perusahaan.

B. House of Risk Tahap 1

House of Risk (HOR) Tahap 1 digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis berbagai sumber risiko, sekaligus menentukan prioritas risiko yang memerlukan penanganan terlebih dahulu. Pada *House of Risk* Tahap 1 terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan secara sistematis, antara lain sebagai berikut:

1. Identifikasi Risk Event dan Risk Agent

Proses identifikasi risiko dilakukan dengan mengisi *risk checklist form*, wawancara, dan *brainstorming* kepada tiga responden ahli PT K berdasarkan aktivitas yang telah dipetakan dengan menggunakan model SCOR. Berdasarkan hasil wawancara, diperoleh 25 *risk event* dan 28 *risk agent* dalam proses *supply chain* perusahaan. Adapun *risk event* dan *risk agent* yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2.

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.13692

Tabel 2. Identifikasi *Risk Event* dan *Risk Agent* pada Aktivitas *Supply Chain* PT K

<i>Risk Event</i>	Kode (Ei)	<i>Risk Agent</i>	Kode (Ai)
Kesalahan dalam estimasi biaya produksi sehingga mengganggu perencanaan keuangan.	E1	Kurangnya melakukan riset pasar	A1
Ketidaksesuaian antara rencana produksi dengan kapasitas aktual mesin dan tenaga kerja.	E2	Tidak adanya pembaruan data kapasitas mesin akibat perubahan kondisi mesin dan tingkat keausan	A2
Perencanaan persediaan terlalu rendah sehingga menjadi <i>stockout</i> .	E3	Kurangnya koordinasi antara bagian perencanaan produksi dan pengadaan bahan baku	A3
Kenaikan harga bahan baku.	E4	Perang harga pembelian bahan baku antar pabrik <i>wood pellet</i>	A4
		Kurangnya <i>supplier</i> yang terikat kontrak	A5
Kelangkaan bahan baku	E5	Turunnya volume produksi pada industri mebel	A6
Komunikasi buruk dengan pemasok.	E6	<i>Supplier</i> non-kontrak yang bersikap kurang profesional	A7
Terjadi risiko geografis (cuaca, bencana) sehingga mengganggu proses pengiriman bahan baku.	E7	Cuaca yang tidak menentu	A8
Keterlambatan pemasok (<i>supplier delay</i>).	E8	Keterbatasan kapasitas pengiriman yang dimiliki oleh pihak pemasok non-kontrak.	A9
Bahan baku yang datang tidak sesuai dengan jenis kayu yang dipesan.	E9	Kesalahan <i>supplier</i> dalam melakukan pengecekan permintaan pesanan bahan baku	A10
Ketidakstabilan kualitas bahan baku.	E10	Tingginya variasi kualitas limbah kayu dari <i>supplier</i>	A11
Bahan baku tercampur material asing seperti paku atau kawat.	E11	Kelalaian <i>supplier</i> dalam proses memeriksa bahan baku sebelum proses pengiriman	A12
Proses produksi tidak efisien.	E12	Kurangnya tenaga kerja yang kompeten	A13
Perubahan jadwal produksi	E13	Perubahan jadwal pengiriman bahan baku dari <i>supplier</i>	A14
<i>Lead time</i> produksi panjang.	E14	Frekuensi <i>downtime</i> mesin produksi yang tinggi	A15
Ukuran partikel hasil mesin hammer mill tidak konsisten	E15	Kelalaian operator dalam penyesuaian mesin terhadap jenis bahan baku yang berbeda	A16
Suhu pada mesin dryer tidak stabil	E16	Sistem kontrol suhu mesin dryer yang belum terkalibrasi dengan baik	A17
Kesalahan formulasi pencampuran komposisi produk	E17	Operator kurang memperhatikan SOP	A18
		Kurangnya pengawasan dari <i>supervisor</i>	A19
Kerusakan pada kemasan	E18	Rendahnya kualitas bahan kemasan	A20
		Kurang berhati-hati selama proses pemindahan	A21
		Kurangnya pemeliharaan mesin	A22
Mesin rusak ketika proses produksi	E19	Perusahaan tidak memiliki <i>maintenance team</i>	A23
Kesalahan penjadwalan perawatan	E20		
Kenaikan biaya transportasi	E21	Kenaikan harga bahan bakar dan jasa logistik	A24
Keterlambatan proses pemuatan ke kapal	E22	Pengiriman bertepatan dengan tingginya volume logistik nasional	A25
Cuaca ekstrem menyebabkan jadwal kapal berubah	E23	Tidak adanya alternatif transportasi pengiriman yang lain	A26
Keterbatasan kontainer atau armada.	E24	Kurangnya kerja sama dengan banyak vendor penyedia jasa transportasi	A27
Bahan baku dikembalikan ke <i>supplier</i> karena jenis kayu tidak sesuai dengan pemesanan.	E25	Respons pemasok yang lambat terhadap permintaan pengembalian bahan baku	A28

Tabel 2. menunjukkan hasil identifikasi kejadian risiko dan penyebab risiko pada aktivitas *supply chain* perusahaan.

2. Penilaian Tingkat Severity

Nilai *severity* digunakan untuk menunjukkan tingkat besarnya dampak yang ditimbulkan oleh suatu *risk event* terhadap *output* atau hasil dari proses yang berlangsung [15]. Penilaian *severity* dilakukan melalui kuesioner yang disebarkan kepada tiga responden ahli dari pihak perusahaan. Skala penilaian yang digunakan adalah 1 – 10 dengan angka 1 menunjukkan tidak ada dampak dan angka 10 menunjukkan dampak sangat berbahaya [16]. Hasil penilaian *severity* dapat dilihat pada Tabel 3 pada kolom *Severity of Risk Event i*.

3. Penilaian Tingkat Occurrence

Penilaian tingkat kemungkinan kejadian (*occurrence*) bertujuan untuk menunjukkan seberapa sering suatu penyebab risiko (*risk agent*) berpotensi muncul dan memicu terjadinya *risk event* [15]. Penilaian dilakukan menggunakan kuesioner kepada tiga responden ahli dari pihak perusahaan dengan menggunakan skala 1 – 10 dengan angka 1 menunjukkan hampir tidak pernah terjadi dan angka 10 menunjukkan hampir selalu terjadi [16]. Hasil penilaian *occurrence* dapat dilihat pada Tabel 3 pada baris Occurrence of Agent j.

4. Penilaian Correlation Risk Event dan Risk Agent

Penentuan nilai *correlation* antara *risk event* dan *risk agent* dilakukan untuk mengidentifikasi tingkat keterkaitan serta

besarnya pengaruh suatu penyebab risiko terhadap terjadinya kejadian risiko dalam sistem rantai pasok perusahaan. Penilaian dilakukan menggunakan skala 0, 1, 3, dan 9 dengan angka 0 menunjukkan tidak ada korelasi, angka 1 menunjukkan berkorelasi rendah, angka 3 menunjukkan berkorelasi sedang, dan angka 9 menunjukkan berkorelasi kuat. Hasil penilaian *correlation* dapat dilihat pada Tabel 3.

5. Perhitungan Nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP)

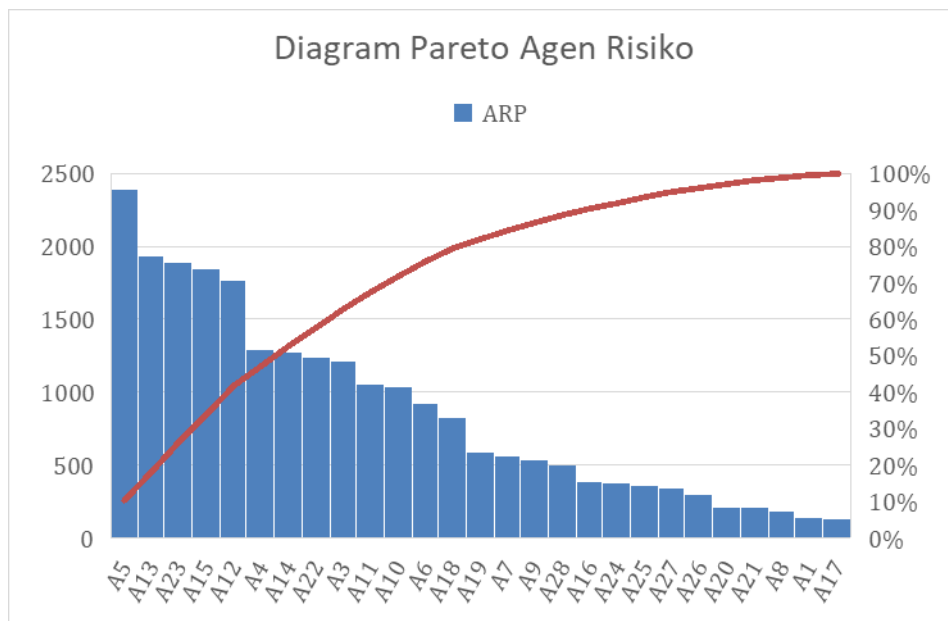
Perhitungan nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP) pada HOR tahap 1 dilakukan untuk menentukan tingkat prioritas masing-masing penyebab risiko (*risk agent*) yang telah diidentifikasi. Perhitungan nilai ARP dilakukan sesuai dengan rumus (1). Hasil perhitungan nilai ARP dapat dilihat pada Tabel 3 baris *Aggregate Risk Potential j*. Adapun hasil pengolahan data keseluruhan menggunakan metode *House of Risk* Tahap 1 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil *House of Risk* Tahap 1

<i>Risk Event</i> (Ei)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	<i>Severity of Risk Event</i> i (Si)
E1	9		9	3	1																	1	1						8
E2		9										9			9	3													7
E3			9	3	3	1																							8
E4				9	9	3	3																						9
E5					3	9				1																			9
E6					9		9																						6
E7								9																			3		4
E8					3				3	9																			9
E9					3					9	3	9																	8
E10					3					9	9	9																	7
E11											3	9																	5
E12											3		9	1	9			3	9										7
E13		1	1											9	3							3	3						8
E14												3	9	9						3		1	1						9
E15											3	9				9						3	3						3
E16																9			1			3	3						5
E17													9				9	9											8
E18																	3		9	9									8
E19																3		9	3			9	9						10
E20																							9						9
E21																								9	9	3	1		7
E22																								9	3	1			3
E23																									9	3			4
E24																										3	9		7
E25												9		9														9	8
<i>Occurrence of Agent j</i>	2	6	8	10	9	8	7	3	6	5	8	7	6	8	8	5	3	4	3	3	3	8	8	6	4	3	4	7	
<i>Aggregate Risk Potential j</i>	144	426	1216	1290	2394	928	567	189	540	1035	1056	1764	1512	1280	1848	390	135	828	591	216	216	1240	1888	378	360	297	340	504	
<i>Priority Rank of Agent j</i>	27	18	9	6	1	12	15	26	16	11	10	4	5	7	3	19	28	13	14	24	25	8	2	20	21	23	22	17	

C. Diagram Pareto

Diagram Pareto digunakan untuk mengidentifikasi penyebab risiko (*risk agent*) yang perlu penanganan. Penentuan prioritas tersebut didasarkan pada hasil perhitungan nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP) pada masing-masing *risk agent*. Adapun hasil pengolahan Diagram Pareto berdasarkan nilai ARP dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Diagram Pareto

Gambar 1 menunjukkan persentase kumulatif terhadap 80% agen risiko yang dominan terjadi sesuai dengan prinsip Pareto.

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June

DOI: 10.21070/acopen.11.2026.13692

Berdasarkan gambar tersebut, dapat diketahui bahwa terdapat 14 agen risiko dari 28 agen risiko dengan persentase kumulatif 80%, sehingga harus ditangani dengan melakukan perancangan strategi mitigasi. Adapun 14 agen risiko yang harus ditangani dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Agen Risiko Prioritas

Rank	Kode	Risk Agent	ARP	Persentase Kumulatif (%)
1	A5	Kurangnya <i>supplier</i> yang terikat kontrak	2394	10,16%
2	A23	Perusahaan tidak memiliki <i>maintenance team</i>	1888	18,17%
3	A15	Frekuensi <i>downtime</i> mesin produksi yang tinggi	1848	26,01%
4	A12	Kelalaian <i>supplier</i> dalam proses memeriksa bahan baku sebelum proses pengiriman	1764	33,49%
5	A13	Kurangnya tenaga kerja yang kompeten	1512	39,90%
6	A4	Perang harga pembelian bahan baku antar pabrik <i>wood pellet</i>	1290	45,38%
7	A14	Perubahan jadwal pengiriman bahan baku dari <i>supplier</i>	1280	50,81%
8	A22	Kurangnya pemeliharaan mesin	1240	56,07%
9	A3	Kurangnya koordinasi antara bagian perencanaan produksi dan pengadaan bahan baku	1216	61,23%
10	A11	Tingginya variasi kualitas limbah kayu dari <i>supplier</i>	1056	65,71%
11	A10	Kesalahan <i>supplier</i> dalam melakukan pengecekan permintaan pesanan bahan baku	1035	70,10%
12	A6	Turunnya volume produksi pada industri mebel	928	74,03%
13	A18	Operator kurang memperhatikan SOP	828	77,55%
14	A19	Kurangnya pengawasan dari <i>supervisor</i>	591	80,05%

6. House of Risk Tahap 2

Metode *House of Risk* Tahap 2 digunakan untuk merumuskan serta menetapkan prioritas strategi mitigasi risiko yang paling efektif dalam menangani *risk agent* prioritas yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya. Pada *House of Risk* Tahap 2 terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan secara sistematis, antara lain sebagai berikut:

a. Perancangan Strategi Mitigasi

Penyusunan strategi mitigasi dilakukan melalui proses *brainstorming* bersama Kepala Divisi Supply Chain Management yang memiliki pemahaman komprehensif terhadap alur proses dalam rantai pasok perusahaan. Melalui *brainstorming* tersebut, diperoleh rancangan strategi mitigasi yang disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan perusahaan. Adapun hasil rancangan strategi mitigasi yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rancangan Strategi Mitigasi Risiko

Kode (Ai)	Risk Agent	Kode (PAi)	Strategi Mitigasi
A5	Kurangnya <i>supplier</i> yang terikat kontrak	PA1	Menambah kontrak kerja sama dengan <i>supplier</i> berbasis perusahaan
A23	Perusahaan tidak memiliki <i>maintenance team</i>	PA2	Pembentukan <i>maintenance team</i> untuk internal perusahaan
A15	Frekuensi <i>downtime</i> mesin produksi yang tinggi	PA3	Penerapan jadwal <i>preventive maintenance</i> secara berkala
A12	Kelalaian <i>supplier</i> dalam proses memeriksa bahan baku sebelum proses pengiriman	PA4	Memberikan umpan balik (<i>feedback</i>) kualitas kepada <i>supplier</i> secara berkala
A13	Kurangnya tenaga kerja yang kompeten	PA5	Meningkatkan standar kriteria <i>recruitment</i> pekerja
		PA6	Pelatihan dan sertifikasi keterampilan tenaga kerja secara berkala
A4	Perang harga pembelian bahan baku antar pabrik <i>wood pellet</i>	PA7	Sistem <i>booking</i> dengan memberikan uang muka untuk mengamankan harga
A14	Perubahan jadwal pengiriman bahan baku dari <i>supplier</i>	PA8	Konfirmasi ulang kepada <i>supplier</i> sebelum jadwal pengiriman
A22	Kurangnya pemeliharaan mesin	PA9	Penyusunan <i>maintenance checklist</i> dan pencatatan riwayat mesin
A3	Kurangnya koordinasi antara bagian perencanaan produksi dan pengadaan bahan baku	PA10	Pembuatan sistem ERP perusahaan
A11	Tingginya variasi kualitas limbah kayu dari <i>supplier</i>	PA11	Melakukan klasifikasi <i>supplier</i> berdasarkan konsistensi kualitas
A10	Kesalahan <i>supplier</i> dalam melakukan pengecekan permintaan pesanan bahan baku	PA12	Standardisasi format pemesanan kepada <i>supplier</i> (<i>template</i> pesanan resmi)
A6	Turunnya volume produksi pada industri mebel	PA13	Perluasan jaringan <i>supplier</i> alternatif dari industri lain
A18	Operator kurang memperhatikan SOP	PA14	Pengawasan penerapan SOP secara konsisten
A19	Kurangnya pengawasan dari <i>supervisor</i>	PA15	Pemberian laporan singkat hasil pengawasan harian oleh <i>supervisor</i>

b. Penentuan Nilai *Correlation Risk Agent* dan Strategi Mitigasi

Penentuan nilai *correlation* antara strategi mitigasi dan *risk agent* dilakukan untuk mengukur tingkat keterkaitan serta efektivitas setiap strategi dalam mengendalikan atau mengurangi penyebab risiko yang telah diidentifikasi. Parameter penilaian yang digunakan mengacu pada skala *correlation* yang sama seperti pada *House of Risk* Tahap 1. Penentuan nilai *correlation* dapat dilihat pada Tabel 6.

c. Perhitungan Nilai TE_k

Perhitungan nilai efektivitas strategi mitigasi (*Total Effectiveness/TE_k*) dilakukan untuk menilai sejauh mana setiap strategi mitigasi mampu mengurangi atau mengendalikan *risk agent* prioritas yang telah ditetapkan. Nilai TE_k dihitung dengan menggunakan rumus 2. Hasil perhitungan nilai TE_k dapat dilihat pada Tabel 6 baris *Total Effectiveness of Action k*.

d. Penentuan Nilai D_k

Penilaian tingkat kesulitan implementasi strategi mitigasi (*Degree of Difficulty/D_k*) dilakukan untuk mengukur sejauh mana strategi mitigasi yang telah dirancang dapat diimplementasikan dalam kondisi operasional perusahaan. Proses penilaian dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada Kepala Divisi SCM. Parameter yang digunakan dalam penilaian adalah skala 3, 4, dan 5, di mana nilai 3 menunjukkan bahwa strategi mudah diterapkan, nilai 4 menunjukkan bahwa strategi relatif sulit diterapkan, dan nilai 5 menunjukkan bahwa strategi mitigasi sulit untuk diimplementasikan. Hasil penentuan nilai D_k dapat dilihat pada Tabel 6 baris *Degree of Difficulty performing action k*.

e. Perhitungan Nilai ETD_k

Perhitungan nilai *Effectiveness to Difficulty ratio* (ETD_k) dilakukan untuk menetapkan prioritas akhir strategi mitigasi risiko berdasarkan perbandingan antara tingkat efektivitas strategi mitigasi dan tingkat kesulitan implementasinya. Perhitungan nilai ETD_k dilakukan dengan mengacu pada rumus (3). Hasil perhitungan nilai ETD_k dapat dilihat pada Tabel 6 baris *Effectiveness to Difficulty Ratio*. Adapun hasil pengolahan data secara lengkap menggunakan metode *House of Risk* Tahap 2 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil *House of Risk* Tahap 2

<i>To be Treated</i>	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7	PA8	PA9	PA10	PA11	PA12	PA13	PA14	PA15	ARP
A5	9			3			9	9					9			2394
A23		9							3							1888
A15		9	9						9							1848
A12	1			9				9			3					1764
A13					9	9									3	1512
A4							9						3			1290
A14	3							9								1280
A22		9	9						9							1240
A3										9						1216
A11	3			9							9					1056
A10				3				9				9				1035
A6	3												9			928
A18					9	3								9	9	828
A19														9	9	591
<i>Total efectiveness of action k (TE_k)</i>	33102	44784	27792	35667	21060	16092	33156	58257	33456	10944	14796	9315	33768	12771	17307	
<i>Degree of difficulty performing action k (D_k)</i>	5	4	3	3	5	5	4	3	3	5	3	3	5	4	3	
<i>Effectiveness to difficulty ratio (ETD_k)</i>	6620,4	11196	9264	11889	4212	3218,4	8289	19419	11152	2188,8	4932	3105	6753,6	3192,75	5769	
<i>Rank of priority</i>	8	3	5	2	11	12	6	1	4	15	10	14	7	13	9	

D. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode *House of Risk* (HOR), diperoleh analisis terkait mitigasi risiko rantai pasok pada PT K. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa terdapat 25 kejadian risiko (*risk event*) dalam aktivitas rantai pasok perusahaan yang telah dipetakan berdasarkan konsep SCOR (*Plan, Source, Make, Deliver, Return*). Dari 25 *risk event* tersebut, teridentifikasi 28 penyebab risiko (*risk agent*) yang memicu terjadinya risiko dalam sistem rantai pasok perusahaan. Pengolahan data pada *House of Risk* Tahap 1 dilakukan untuk menentukan nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP) tertinggi. Semakin besar nilai ARP yang diperoleh, maka semakin signifikan tingkat bahaya dari *risk agent* tersebut sehingga diperlukan perancangan strategi mitigasi yang tepat. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh 14 *risk agent* yang secara kumulatif berkontribusi sebesar 80% sesuai dengan prinsip Pareto, sehingga ditetapkan sebagai agen risiko prioritas. Selanjutnya, *risk agent* prioritas tersebut dianalisis pada *House of Risk* Tahap 2 untuk merumuskan strategi mitigasi yang paling efektif. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa strategi mitigasi dengan prioritas tertinggi adalah melakukan konfirmasi ulang kepada supplier sebelum jadwal pengiriman (PA8) dengan nilai ETD_k sebesar 19.419. Implikasi strategi ini adalah dapat membantu mendeteksi potensi perubahan jadwal lebih awal sehingga perusahaan dapat melakukan penyesuaian. Prioritas kedua adalah memberikan umpan balik kualitas kepada *supplier* secara berkala (PA4) dengan nilai ETD_k sebesar 11.889. Implikasi strategi ini adalah membantu *supplier* memahami kesalahan yang sering terjadi dan mendorong perbaikan kualitas pengiriman berikutnya. Prioritas ketiga adalah pembentukan *maintenance team* internal

(PA2) dengan nilai ETDk sebesar 11.196. Implikasi strategi ini adalah kerusakan mesin dapat ditangani lebih cepat sehingga potensi gangguan proses produksi dapat ditekan. Adapun urutan lengkap implementasi strategi mitigasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Urutan Penerapan Strategi Mitigasi

Kode (PAi)	Strategi Mitigasi	ETDk	Rank
PA8	Konfirmasi ulang kepada <i>supplier</i> sebelum jadwal pengiriman	19419	1
PA4	Memberikan umpan balik (<i>feedback</i>) kualitas kepada <i>supplier</i> secara berkala	11889	2
PA2	Pembentukan <i>maintenance team</i> untuk internal perusahaan	11196	3
PA9	Penyusunan <i>maintenance checklist</i> dan pencatatan riwayat mesin	11152	4
PA3	Penerapan jadwal <i>preventive maintenance</i> secara berkala	9264	5
PA7	Sistem <i>booking</i> dengan memberikan uang muka untuk mengamankan harga	8289	6
PA13	Perluasan jaringan <i>supplier</i> alternatif dari industri lain	6753,6	7
PA1	Menambah kontrak kerja sama dengan <i>supplier</i> berbasis perusahaan	6620,4	8
PA15	Pemberian laporan singkat hasil pengawasan harian oleh <i>supervisor</i>	5769	9
PA11	Melakukan klasifikasi <i>supplier</i> berdasarkan konsistensi kualitas	4932	10
PA5	Meningkatkan standar kriteria <i>recruitment</i> pekerja	4212	11
PA6	Pelatihan dan sertifikasi keterampilan tenaga kerja secara berkala	3218,4	12
PA14	Pengawasan penerapan SOP secara konsisten	3192,75	13
PA12	Standarisasi format pemesanan kepada <i>supplier</i> (<i>template</i> pesanan resmi)	3105	14
PA10	Pembuatan sistem ERP perusahaan	2188,8	15

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, teridentifikasi 25 *risk event* pada aktivitas *supply chain* PT K yang diklasifikasikan berdasarkan konsep SCOR (*plan, source, make, deliver, return*). Untuk mengatasi *risk event* tersebut dirancang strategi mitigasi. Fokus mitigasi diarahkan pada agen risiko utama, yaitu kualitas dan keandalan pemasok, kondisi dan pemeliharaan mesin produksi, serta faktor kelalaian manusia dan koordinasi internal. Upaya pengendalian meliputi peningkatan komunikasi dan evaluasi pemasok, penerapan *preventive maintenance*, pembentukan tim pemeliharaan internal, peningkatan pengawasan dan kompetensi tenaga kerja, penerapan SOP secara konsisten, serta integrasi aliran informasi antar divisi. Implementasi strategi ini diharapkan dapat menurunkan tingkat risiko prioritas dan meningkatkan efektivitas operasional perusahaan. Keterbatasan penelitian ini adalah hanya menyusun usulan tindakan strategi mitigasi tanpa menerapkan langsung di perusahaan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk dilanjutkan hingga tahap implementasi serta evaluasi terhadap kinerja strategi mitigasi risiko yang telah diusulkan, sehingga dapat diketahui sejauh mana strategi tersebut efektif dalam mengurangi risiko yang terjadi. Selain itu, penelitian selanjutnya juga dapat mempertimbangkan penggunaan kombinasi metode *House of Risk* dengan metode lain, seperti *Analytic Hierarchy Process* (AHP) atau *Analytic Network Process* (ANP), sehingga proses penentuan prioritas mitigasi risiko dapat dilakukan dengan analisis yang lebih mendalam dan komprehensif.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada pihak PT K yang telah memberikan izin kepada peneliti untuk melakukan penelitian di perusahaan. Ucapan terima kasih juga peneliti sampaikan kepada seluruh pihak Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur yang telah memberikan dukungan terhadap kelancaran penelitian.

References

- F. F. Asrory, A. D. H. Wisnugroho, and R. Yahya, "Analisis Risiko Rantai Pasok Menggunakan Metode Supply Chain Operation Reference (SCOR) dan House of Risk (HOR) pada PT Indo Pusaka Berau," *Sebatik*, vol. 27, no. 2, pp. 535–545, 2023, doi: 10.46984/sebatik.v27i2.2415.
- Erdiwansyah et al., "Prospects for Renewable Energy Sources From Biomass Waste in Indonesia," *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, vol. 10, p. 100880, 2024, doi: 10.1016/j.csee.2024.100880.
- M. D. S. Lubis and Imsar, "Analisis Manajemen Risiko Operasional Berdasarkan Pendekatan Enterprise Risk Management (ERM) pada UD. Anugrah Cabang Rantauprapat," *JMBI UNSRAT (Jurnal Ilmiah Manajemen Bisnis dan Inovasi Universitas Sam Ratulangi)*, vol. 9, no. 3, pp. 1492–1504, 2022, doi: 10.35794/jmbi.v9i3.44457.
- M. Ulfah et al., "Analisis Risiko Rantai Pasok Produk Genteng Menggunakan Metode House of Risk," *Journal of System Engineering and Management*, vol. 3, no. 2, p. 123, 2024, doi: 10.62870/joseam.v3i2.30073.
- A. Fikri, "Analisis Resiko Kegagalan Sistem Logistik Pelabuhan dan Dampaknya terhadap Efisiensi Pengiriman Barang," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 10, no. 23, pp. 1073–1079, 2024. [Online]. Available: [Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan](#)
- V. Adelia and W. Widiastih, "Strategi Mitigasi Risiko pada Produksi Surimi Beku dengan Metode House of Risk (HOR) dan SCOR Model," *Jurnal SENOPATI: Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 56–68, 2023, doi: 10.31284/j.senopati.2023.v5i1.4575.
- M. A. Chatra et al., *Manajemen Rantai Pasok*, 1st ed., vol. 7. Jambi, Indonesia: Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- M. Ulfah, Y. Muharni, A. Sonda, A. Wulandari, C. D. Octaviany, and N. M. Dewantari, "Mitigasi Risiko Rantai Pasok Susu Jahe Merah Menggunakan Model House of Risk," *Journal of System Engineering and Management*, vol. 4, no. 1, p. 44, 2025, doi: 10.62870/joseam.v4i1.32552.
- A. Defriyanti and D. Ernawati, "Analisis dan Mitigasi Risiko pada Supply Chain dengan Pendekatan Metode House of Risk (HOR) di PT XYZ," *JUMINTEN: Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi*, vol. 2, no. 6, pp. 36–47, 2021, doi: 10.33005/juminten.v2i6.351.

10. C. Santoso, W. Kosasih, and M. Saryatmo Agung, "Pengukuran Kinerja Manajemen Rantai Pasok pada PT XYZ dengan Pendekatan Metode Supply Chain Operations Reference (SCOR)," *Mitra Teknik Industri*, vol. 1, no. 1, pp. 35–46, 2022. [Online]. Available: Mitra Teknik Industri
11. L. N. Anisa, S. Andawiah, D. P. Utama, and I. Afan, "Implementasi Supply Chain Management untuk Meningkatkan Kinerja Logistik Perusahaan," *Jurnal Masharif Al-Syariah: Jurnal Ekonomi dan Perbankan Syariah*, vol. 10, no. 1, pp. 460–471, 2025, doi: 10.30651/jms.v10i1.25469.
12. M. Rachmalia, E. R. Cahyadi, and A. S. Slamet, "Manajemen Risiko Rantai Pasok Getah Pinus dengan Model House of Risk," *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, vol. 19, no. 1, pp. 15–32, 2022, doi: 10.20886/jakk.2022.19.1.15-32.
13. M. F. Idris and I. Yuwono, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Kertas dengan Metode Statistical Quality Control pada PT Adiprima Suraprinta Gresik," *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, vol. 3, no. 1, pp. 431–461, 2023, doi: 10.46306/tgc.v3i1.99.
14. W. A. S. Putra, E. M. Saputra, M. Miftakhurrohman, and W. D. Lestari, "Analisa Kecacatan pada Produk Hasil Pengelasan dengan Metode FMEA dan Diagram Pareto Studi Kasus di Perusahaan PT Aneka Jasa Teknik Gresik," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 21, no. 1, pp. 21–28, 2024, doi: 10.9744/jtm.21.1.21-28.
15. B. Prasetyo, W. E. Y. Retnani, and N. L. M. Ifadah, "Analisis Strategi Mitigasi Risiko Supply Chain Management Menggunakan House of Risk (HOR)," *Jurnal Tekno Kompak*, vol. 16, no. 2, pp. 72–84, 2025. [Online]. Available: ResearchGate Publication
16. A. K. Virgiawan, R. Santi, and A. I. Alfresi, "Risk Management Analysis of Information Technology With Failure Mode and Effect Analysis Method at PT XYZ," *Journal of Computer Science, Information Technology, and Telecommunication Engineering*, vol. 6, no. 2, pp. 966–977, 2025, doi: 10.30596/jcositte.v6i2.26392.