

Integration of Supply Chain Operations Reference and Failure Mode and Effects Analysis for Supply Chain Risks in Tanks **[Integrasi Supply Chain Operations Reference dan Failure Mode And Effect Analysis Pada Risiko Rantai Pasok Pada Tangki]**

Yudha Permadi¹⁾, Hana Catur Wahyuni²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: hanacatur@umsida.ac.id

Abstract. *Maintaining supply chain effectiveness is a challenge for Indonesia's manufacturing sector, particularly in producing 50-ton LPG tanks. Delays in materials, raw material quality issues, capacity fluctuations, and distribution problems can disrupt production, increase costs, and reduce customer satisfaction. This study analyzes supply chain risks in 50-ton LPG tank production at PT. XYZ using the Supply Chain Operations Reference (SCOR) model and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). The highest risks identified are inventory systems unresponsive to demand surges (83.11), supplier dependency (70.00), quality control failure (59.26), transportation accidents (64.00), and ineffective return-product evaluation (96.96). Mitigation strategies include return evaluation, responsive inventory management, stronger quality control, improved human resources, better coordination, and production capacity optimization.*

Keywords – Supply Chain, SCOR, FMEA, Risk Management, LPG Tank Production

Abstrak. *Mempertahankan efektivitas rantai pasok menjadi tantangan bagi sektor manufaktur Indonesia, khususnya dalam produksi tangki LPG 50 ton. Keterlambatan material, kualitas bahan baku, fluktuasi kapasitas, dan masalah distribusi dapat mengganggu produksi, meningkatkan biaya, serta menurunkan kepuasan pelanggan. Penelitian ini menganalisis risiko rantai pasok produksi tangki LPG 50 ton di PT. XYZ menggunakan metode **Supply Chain Operations Reference (SCOR)** dan **Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**. Risiko tertinggi yang teridentifikasi meliputi sistem persediaan yang tidak responsif terhadap lonjakan permintaan (83,11), ketergantungan pemasok (70,00), kegagalan pengendalian kualitas (59,26), kecelakaan transportasi (64,00), dan evaluasi produk retur yang belum digunakan sebagai dasar perbaikan (96,96). Strategi mitigasi meliputi evaluasi retur, peningkatan responsivitas persediaan, penguatan kualitas, kompetensi SDM, koordinasi, dan optimalisasi kapasitas produksi.*

Kata Kunci – Rantai Pasok; SCOR; FMEA, Manajemen Risiko; Produksi Tangki LPG

I. PENDAHULUAN

Industri manufaktur di Indonesia menghadapi tantangan dalam menjaga efektivitas rantai pasok, termasuk pada produksi tangki LPG 50 ton. PT. XYZ perlu memastikan proses pengadaan, fabrikasi, pengelasan, hingga distribusi berjalan tepat waktu dan terkoordinasi [1]. Keterlambatan material dan ketidaksesuaian kualitas dapat menyebabkan penundaan produksi, peningkatan biaya, serta menurunkan keandalan perusahaan. Oleh karena itu, diperlukan manajemen risiko yang mampu menjaga efektivitas dan efisiensi rantai pasok [2]. Produksi tangki LPG 50 ton terdiri dari tahapan yang saling bergantung, mulai dari pengadaan material hingga fabrikasi dan distribusi. Permasalahan seperti variasi kualitas bahan baku, ketidakstabilan kapasitas produksi, serta koordinasi pengiriman dapat menghambat proses dan menimbulkan efek berantai pada tahapan berikutnya. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya analisis risiko yang dapat mengidentifikasi sumber permasalahan dan dampaknya secara terstruktur.

Risiko rantai pasok produksi tangki LPG 50 ton meliputi keterlambatan bahan baku, ketidaksesuaian kualitas material, kegagalan proses fabrikasi dan pengelasan, serta keterlambatan distribusi yang dapat meningkatkan biaya dan memengaruhi kepuasan pelanggan [3]. Kompleksitas proses produksi juga meningkatkan potensi gangguan operasional sehingga diperlukan analisis risiko untuk mengidentifikasi titik kritis dan menjaga kelancaran produksi [4]. Metode *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) digunakan untuk memetakan aktivitas rantai pasok secara sistematis, mulai dari pengadaan, produksi, hingga distribusi [3]. Sementara itu, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk menilai risiko berdasarkan *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* melalui nilai *Risk Priority Number* (RPN) sehingga dapat menentukan prioritas mitigasi [5]. Integrasi kedua metode tersebut memberikan pemetaan proses dan penilaian risiko yang lebih terstruktur sebagai dasar pengambilan keputusan mitigasi. Penelitian terdahulu menggunakan metode *House of Risk* dan *Best Worst Method* untuk mengidentifikasi risiko, tetapi penerapannya masih terbatas pada sektor tertentu [6]. Penelitian dengan SCOR dan FMEA juga telah dilakukan, tetapi berfokus pada sektor non-manufaktur [7], sedangkan penggunaan SCOR dan *House of Risk* (HOR) pada industri manufaktur skala kecil belum memberikan penilaian prioritas risiko secara mendalam [8]. Penelitian ini memiliki

perbedaan karena berfokus pada risiko rantai pasok produksi tangki LPG 50 ton yang memiliki kompleksitas tinggi dengan mengintegrasikan SCOR dan FMEA.

Penerapan SCOR dan FMEA juga mendukung SDGs 9 mengenai industri dan infrastruktur serta SDGs 12 mengenai produksi yang bertanggung jawab. Pengurangan risiko dan peningkatan efisiensi dapat membantu mengurangi pemborosan, menekan biaya, serta meningkatkan keberlanjutan dan keandalan proses produksi tangki LPG 50 ton.

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana integrasi SCOR dan FMEA dapat menghasilkan rekomendasi mitigasi yang efektif untuk meningkatkan keandalan, efisiensi, dan ketahanan rantai pasok produksi tangki LPG 50 ton. Penelitian ini dibatasi pada analisis risiko rantai pasok produksi tangki LPG 50 ton di PT. XYZ, Pasuruan, Jawa Timur, dengan fokus pada pemetaan aktivitas menggunakan model SCOR dan penilaian risiko menggunakan metode FMEA. Risiko yang dianalisis meliputi keterlambatan bahan baku, kerusakan material, kegagalan proses produksi, dan keterlambatan pengiriman produk jadi, tanpa membahas aspek manajemen rantai pasok lainnya secara lebih luas.

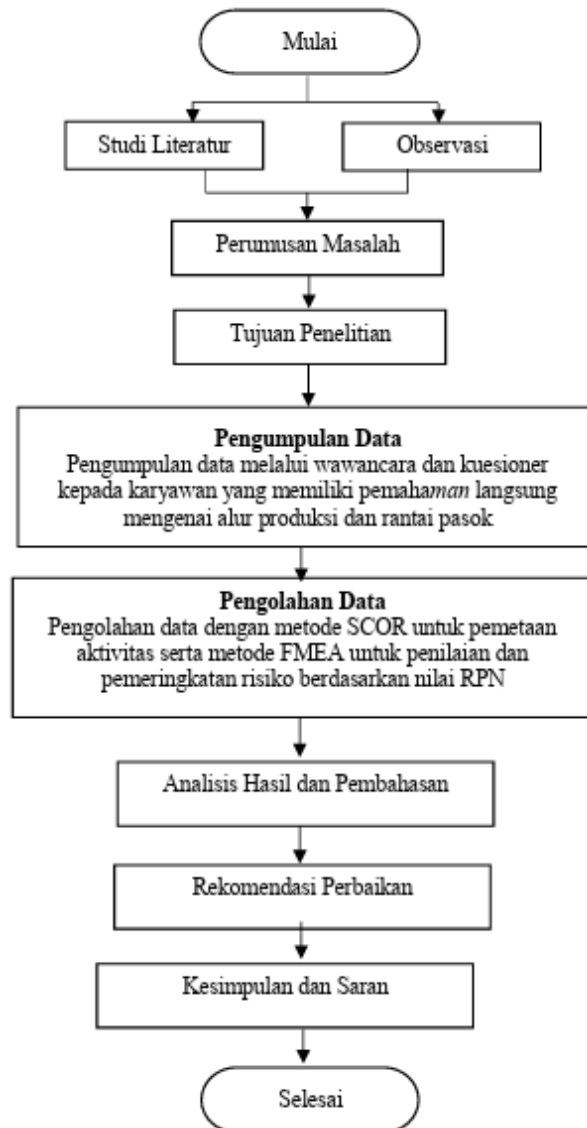
Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan untuk: (1) Memetakan aktivitas dalam rantai pasok produksi tangki elpiji 50 ton mulai dari persiapan material, *fabrikasi*, *assembly*, *Process* MT dan UT, *Finishing* hingga pengiriman, (2) Mengetahui risiko tertinggi yang ada pada setiap tahapan rantai pasok, (3) Memberikan rekomendasi mitigasi untuk meningkatkan keandalan rantai pasok produksi tangki elpiji 50 ton.

II. METODE

Penelitian ini dilakukan selama enam bulan di PT. XYZ, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, mulai bulan November 2025 hingga April 2026. Pengambilan data dilakukan melalui data primer dan data sekunder, dimana data primer diperoleh melalui pengamatan langsung terhadap aktivitas rantai pasok produksi tangki LPG 50 ton, mulai dari penerimaan dan persiapan material, *fabrikasi*, *assembly*, proses pengelasan, *process* MT dan UT, *finishing*, inspeksi mutu, hingga pengiriman produk jadi guna memperoleh informasi mengenai alur proses dan potensi risiko pada setiap tahapan, serta wawancara dengan bagian pengadaan bahan baku, bagian produksi dan *fabrikasi*, serta bagian *quality control* dan pengujian untuk memperoleh informasi mengenai kejadian risiko, penyebab risiko, dampak yang ditimbulkan, dan alternatif mitigasi yang dapat dilakukan. Selanjutnya, penyebaran kuesioner dilakukan kepada pihak yang memiliki pengalaman dan pemahaman mengenai proses pengadaan material, produksi, inspeksi mutu, dan pengiriman untuk memperoleh nilai *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* yang digunakan dalam perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) serta nilai pengaruh antara kejadian risiko dan penyebab risiko. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari dokumen internal perusahaan dan studi pustaka yang meliputi profil perusahaan, alur produksi tangki LPG 50 ton, dokumen terkait aktivitas rantai pasok, serta literatur mengenai *Supply Chain Operations Reference* (SCOR), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), indikator penilaian risiko, strategi mitigasi, dan penelitian terdahulu yang relevan. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan aktivitas rantai pasok, mengidentifikasi risiko tertinggi pada setiap tahapan produksi tangki LPG 50 ton, serta memberikan rekomendasi mitigasi untuk meningkatkan keandalan rantai pasok menggunakan integrasi model SCOR dan metode FMEA.

A. Alur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan tahapan sistematis dan terencana. Urutan kegiatan penelitian dari awal hingga akhir, digambarkan secara visual melalui bagan alur (*flowchart*) yang disajikan pada gambar 1 untuk memastikan proses berjalan efektif dan terarah. Langkah-langkah pada penelitian ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

1. **Studi Literatur**
Studi literatur dilakukan untuk memperoleh landasan teoretis yang kuat mengenai konsep SCOR, FMEA, serta manajemen risiko dalam rantai pasok pada industri manufaktur. Sumber yang digunakan meliputi jurnal ilmiah, standar metodologi, *AIAG–VDA FMEA Handbook*, serta dokumen teknis produksi tangki LPG guna memastikan kesesuaian pendekatan penelitian dengan karakteristik proses yang diteliti [9].
2. **Observasi**
Observasi dilakukan secara langsung pada aktivitas operasional PT. XYZ untuk memahami aliran material, prosedur kerja, serta potensi gangguan pada proses *Plan, Source, Make, Deliver*, dan *Return* [10]. Hasil observasi memberikan gambaran nyata mengenai kejadian risiko yang sering muncul, seperti keterlambatan bahan baku, kesalahan proses fabrikasi, dan hambatan distribusi produk jadi [11].
3. **Perumusan Masalah**
Perumusan masalah disusun berdasarkan temuan hasil studi literatur dan observasi lapangan yang menunjukkan adanya risiko pada beberapa aktivitas rantai pasok perusahaan. Rumusan masalah difokuskan pada identifikasi, penilaian, dan prioritas risiko yang berpotensi menghambat kinerja rantai pasok dalam proses produksi tangki LPG.
4. **Tujuan Penelitian**
Tujuan penelitian ditetapkan untuk mengidentifikasi risiko rantai pasok berdasarkan aktivitas SCOR dan menentukan tingkat prioritas risiko menggunakan metode FMEA. Tujuan ini diarahkan agar perusahaan memperoleh dasar yang jelas dalam menentukan strategi mitigasi risiko yang tepat dan terukur.

5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dan penyebaran kuisisioner kepada karyawan yang memiliki pemahaman langsung terhadap proses produksi dan rantai pasok perusahaan. Wawancara digunakan untuk mengidentifikasi jenis risiko, penyebab, dan dampaknya, sedangkan kuisisioner digunakan untuk memperoleh penilaian *severity*, *occurrence*, dan *detection* secara objektif. Data yang dihasilkan yaitu sumber risiko (*Risk Source*), penyebab risiko (*Risk Causes*) dan dampak akibat yang ditimbulkan pada setiap risiko rantai pasok. Kemudian data tersebut di validasi oleh pihak yang berpengalaman dibidang itu seperti QC, Kepala Produksi, dan Staff pengadaan bahan baku.

6. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan mengintegrasikan metode SCOR dan FMEA. Metode SCOR digunakan untuk memetakan aktivitas rantai pasok berdasarkan proses *Plan*, *Source*, *Make*, *Deliver*, dan *Return*, sedangkan FMEA digunakan untuk mengidentifikasi, menilai, dan menentukan prioritas risiko berdasarkan nilai *Severity*, *Occurrence*, *Detection*, serta *Risk Priority Number*.

a. Model Supply Chain Operations Reference (SCOR)

Data yang telah diperoleh diolah dengan memetakan risiko ke dalam aktivitas *Plan*, *Source*, *Make*, *Deliver*, dan *Return* menggunakan model SCOR [12]. *Plan* merupakan proses perencanaan kebutuhan dan permintaan dalam rantai pasok. *Source* merupakan proses pengadaan bahan baku dari pemasok untuk menjamin ketersediaan dan kualitas material. *Make* merupakan proses pengolahan bahan baku menjadi produk jadi sesuai dengan standar yang ditetapkan. *Deliver* merupakan proses pemenuhan dan pengiriman produk kepada pelanggan sesuai jumlah, waktu, dan spesifikasi yang ditentukan. *Return* merupakan proses pengembalian bahan atau produk yang mengalami kerusakan maupun ketidaksesuaian.

b. Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Penilaian risiko dilakukan dengan metode FMEA melalui perhitungan RPN untuk menentukan risiko utama yang memerlukan penanganan prioritas. Penilaian *severity* dilakukan dengan memberikan skor sesuai tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan oleh suatu kejadian risiko terhadap proses rantai pasok [13]. Penilaian dilakukan berdasarkan kriteria standar pada tabel 1 sebagai acuan penentuan tingkat dampak guna menjaga konsistensi dan objektivitas evaluasi dari kondisi rendah hingga berpotensi mengganggu proses secara serius.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Severity (S)

Skor	Kategori Dampak	Deskripsi Dampak (Severity)
10	<i>Hazardous (No Warning)</i>	Kegagalan menyebabkan bahaya serius atau cedera fatal tanpa adanya peringatan, sistem gagal total.
9	<i>Hazardous (With Warning)</i>	Potensi bahaya serius namun terdapat peringatan sebelum kejadian, fungsi kritis gagal.
8	<i>Very High</i>	Fungsi utama tidak bekerja, proses terhenti total, kerusakan besar pada fasilitas atau peralatan.
7	<i>High</i>	Performa sangat terganggu, produk atau proses mengalami kerusakan signifikan, membutuhkan <i>rework</i> besar.
6	<i>Moderately High</i>	Penurunan fungsi yang jelas, menghambat output dan menyebabkan keterlambatan proses.
5	<i>Moderate</i>	Penurunan performa sedang, memerlukan tindakan korektif untuk menjaga kelancaran proses.
4	<i>Low</i>	Gangguan kecil, menyebabkan kehilangan produksi tingkat rendah.
3	<i>Very Low</i>	Pengaruh minimal pada proses, gangguan masih dapat diterima.
2	<i>Minor</i>	Dampak sangat kecil, tidak memengaruhi kualitas atau <i>output</i> proses.
1	<i>None</i>	Tidak ada dampak terhadap proses, kualitas, atau keselamatan.

Sumber: [14]

Severity digunakan untuk mengukur tingkat keparahan dampak kegagalan apabila risiko benar-benar terjadi pada proses produksi atau produk tangki, sehingga perusahaan dapat memahami besarnya konsekuensi terhadap mutu, keselamatan, dan kelancaran operasional [15]. Penilaian *severity* disusun dalam tabel 1 dengan rentang skor 1 hingga 10 yang menggambarkan tingkat dampak mulai dari tidak signifikan hingga kondisi paling kritis yang berpotensi menimbulkan bahaya serius bagi pekerja maupun kerusakan fasilitas penting. Uraian pada setiap tingkat skor berfungsi sebagai pedoman agar penilaian dilakukan secara seragam dan mengurangi perbedaan persepsi antarpemilai dalam menentukan tingkat keparahan kegagalan [16]. Selain itu, penilaian *occurrence* digunakan untuk menilai frekuensi kemunculan risiko pada aktivitas rantai pasok

berdasarkan kejadian nyata di lapangan dengan mengacu pada tabel kriteria standar, sehingga proses evaluasi risiko dapat dilakukan secara objektif dan mendukung penetapan prioritas perbaikan yang tepat.

Tabel 2. Kriteria Penilaian *Occurrence* (O)

Skor	Frequency	Deskripsi
10	<i>Almost always</i>	Terjadi terus-menerus.
9	<i>High frequency</i>	Muncul pada sebagian besar aktivitas.
8	<i>Very frequent</i>	Terjadi pada hampir setiap proses.
7	<i>Frequent</i>	Muncul pada beberapa siklus produksi.
6	<i>Fairly frequent</i>	Terjadi berulang tetapi masih dapat dikendalikan.
5	<i>Moderate</i>	Muncul secara periodik.
4	<i>Fairly low</i>	Terjadi sesekali tetapi tidak berulang.
3	<i>Low</i>	Terjadi sekali dalam periode panjang.
2	<i>Rare</i>	Muncul hanya pada kondisi tertentu.
1	<i>Very rare</i>	Hampir tidak pernah terjadi.

Sumber: [14]

Penilaian *occurrence* dilakukan dengan mengacu pada tabel 2 kriteria standar yang memungkinkan penilai menentukan tingkat frekuensi risiko berdasarkan data historis, hasil observasi, serta wawancara dengan pihak operasional yang memahami aktivitas harian rantai pasok. Risiko dengan tingkat kemunculan tinggi diprioritaskan karena pola kejadian yang berulang berpotensi menimbulkan ketidakstabilan operasional dan menurunkan efisiensi rantai pasok perusahaan. Hasil penilaian *occurrence* digunakan untuk mendukung penyusunan strategi mitigasi yang lebih tepat sasaran serta meningkatkan ketepatan perhitungan RPN. Selain itu, penilaian *detection* dilakukan untuk menilai kemampuan perusahaan dalam mendeteksi risiko sebelum menimbulkan dampak negatif, dengan menggunakan tabel *detection* sebagai pedoman sistematis agar risiko yang sulit terdeteksi dapat diidentifikasi dan diberikan pengawasan tambahan demi menjaga kualitas dan keselamatan kerja [13].

Tabel 3. Kriteria Penilaian *Detection* (D)

Skor	Detection Ability	Deskripsi
10	<i>Undetectable</i>	Tidak dapat diketahui sebelum kegagalan terjadi.
9	<i>Almost impossible</i>	Baru diketahui setelah dampak muncul.
8	<i>Very difficult</i>	Hampir tidak dapat dideteksi sebelum terjadi.
7	<i>Difficult</i>	Ditemukan pada tahap akhir proses.
6	<i>Fairly difficult</i>	Memerlukan inspeksi khusus.
5	<i>Moderate</i>	Deteksi tidak selalu konsisten.
4	<i>Requires additional monitoring</i>	Membutuhkan pemantauan tambahan.
3	<i>Fairly easy</i>	Dapat diketahui melalui prosedur standar.
2	<i>Easy</i>	Dapat ditemukan melalui pemeriksaan rutin.
1	<i>Very easy</i>	Dapat dideteksi dengan cepat sebelum terjadi.

Sumber: [14]

Penilaian *detection* dilakukan menggunakan tabel 3 standar untuk menilai kemampuan perusahaan dalam mengenali potensi kegagalan sebelum menimbulkan gangguan pada proses operasional rantai pasok. Nilai *detection* yang tinggi menunjukkan lemahnya sistem deteksi sehingga risiko sulit diidentifikasi pada tahap awal dan berpotensi menghasilkan nilai RPN yang lebih besar. Kondisi ini menuntut penerapan tindakan perbaikan yang lebih prioritas melalui penguatan prosedur pengawasan, inspeksi, dan sistem pemantauan risiko agar efektivitas operasional tetap terjaga [14]. Setelah nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* ditetapkan, perhitungan RPN dilakukan menggunakan rumus standar FMEA untuk menentukan tingkat prioritas risiko berdasarkan dampak, frekuensi kejadian, dan kemampuan deteksi perusahaan.

Perhitungan RPN dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots(1)$$

Sumber: [17].

Keterangan:

RPN = *Risk Priority Number*

S = *Severity*

O = *Occurrence*

D = *Detection*

Perhitungan RPN menggunakan rumus tersebut menjadi dasar utama untuk menentukan risiko yang harus ditangani terlebih dahulu oleh perusahaan. Nilai RPN yang tinggi menunjukkan bahwa suatu risiko memiliki dampak besar, frekuensi kejadian yang tinggi, serta tingkat deteksi yang rendah, sehingga memerlukan tindakan mitigasi yang lebih cepat dan tepat. Dengan mengetahui risiko yang memiliki nilai RPN terbesar, perusahaan dapat menyusun strategi perbaikan yang lebih fokus sesuai dengan tahapan SCOR untuk meningkatkan kelancaran proses produksi dan distribusi tangki LPG. Untuk menentukan tingkat prioritas dari setiap risiko, nilai RPN yang diperoleh kemudian diklasifikasikan berdasarkan kriteria risiko sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi Risiko Berdasarkan Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

<i>Risk Criteria</i>	RPN
<i>Extreme Risk</i>	100–180
<i>High Risk</i>	67–100
<i>Medium Risk</i>	33–67
<i>Low Risk</i>	1–33

Sumber : [17]

Klasifikasi tersebut digunakan untuk menentukan tingkat risiko pada setiap risk event berdasarkan nilai RPN yang diperoleh. Nilai RPN masing-masing risk event dibandingkan dengan rentang pada tabel 4 untuk menentukan kategori risikonya. Hasil klasifikasi tersebut selanjutnya digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang memerlukan perhatian dan prioritas pengendalian, serta menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi mitigasi pada tahap akhir penelitian.

c. *Fishbone Diagram*

Fishbone diagram atau diagram Ishikawa yang dikenal juga sebagai diagram sebab-akibat merupakan salah satu alat dalam manajemen mutu yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis berbagai faktor yang menjadi penyebab utama suatu permasalahan. Diagram ini membantu menggambarkan hubungan antara suatu masalah dengan berbagai kemungkinan penyebabnya sehingga dapat diketahui akar permasalahan dan ditentukan langkah perbaikan yang tepat.

7. Analisis Hasil dan Pembahasan

Analisis hasil dan pembahasan dilakukan dengan meneliti nilai *Risk Priority Number* (RPN) dari setiap risiko untuk menentukan tingkat keparahan serta prioritas penanganan pada aktivitas *Plan*, *Source*, *Make*, *Deliver*, dan *Return*. Hasil perhitungan tersebut dibahas secara sistematis untuk menjelaskan penyebab risiko, dampak yang ditimbulkan terhadap proses operasional, serta keterkaitannya dengan kondisi aktual rantai pasok perusahaan.

8. Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis SCOR dan FMEA, perbaikan difokuskan pada risiko dengan nilai **RPN tinggi**. Upaya perbaikan meliputi peningkatan perencanaan kebutuhan, evaluasi pemasok, pengawasan produksi, pengendalian pengiriman, dan penanganan *return*. Evaluasi risiko secara berkala diperlukan untuk memastikan efektivitas perbaikan dan meningkatkan kinerja rantai pasok.

9. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan disusun berdasarkan hasil analisis dan pembahasan risiko rantai pasok yang telah dipetakan menggunakan model SCOR dan dinilai menggunakan metode FMEA. Saran diberikan sebagai rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan perusahaan untuk mengendalikan risiko prioritas dan meningkatkan kinerja rantai pasok

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengolahan Data Menggunakan Model SCOR

Integrasi metode *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) digunakan sebagai kerangka untuk mengidentifikasi aktivitas dan potensi risiko dalam rantai pasok pada proses produksi tangki secara sistematis. Pendekatan ini memetakan aktivitas rantai pasok ke dalam lima proses utama, yaitu *Plan*, *Source*, *Make*, *Deliver*, dan *Return*, sehingga setiap potensi permasalahan dapat ditelusuri berdasarkan tahapan operasionalnya. Melalui pemetaan ini, setiap kejadian risiko dapat diuraikan berdasarkan sumber risiko, penyebab, serta dampak yang ditimbulkan terhadap kinerja rantai pasok. Hasil identifikasi tersebut memberikan gambaran awal mengenai titik kritis dalam setiap proses rantai pasok yang memerlukan perhatian khusus, berikut disajikan tabel identifikasi risiko berdasarkan pendekatan SCOR.

Tabel 5. Pemetaan Model SCOR

Model SCOR	Risk Source (Sumber Risiko)	Kode	Risk Causes (Penyebab Risiko)	Dampak
Plan	Ketidaksesuaian gambar teknik dan spesifikasi menyebabkan kesalahan perencanaan material	A1	Kurangnya sinkronisasi data teknis dan perencanaan	Kesalahan kebutuhan material
	Kesalahan data perencanaan menyebabkan keterlambatan produksi dan biaya meningkat	A2	Validasi data perencanaan tidak optimal	Keterlambatan produksi dan pembengkakan biaya
	Perubahan desain setelah perencanaan mengganggu jadwal produksi	A3	Koordinasi antar divisi tidak berjalan efektif	Gangguan jadwal produksi
	Kekurangan material utama tidak dimitigasi secara optimal	A4	Perencanaan kebutuhan material tidak akurat	Produksi terhambat
	Ketergantungan satu sumber data meningkatkan kesalahan keputusan	A5	Tidak adanya sumber data pembanding	Keputusan kurang akurat
	Sistem persediaan tidak responsif terhadap lonjakan kebutuhan	A6	Sistem inventory tidak adaptif	Keterlambatan pemenuhan kebutuhan
	Koordinasi perencanaan kurang optimal	A7	Komunikasi antar bagian kurang efektif	Ketidakefisienan proses
	Kesalahan estimasi waktu produksi menurunkan profitabilitas	A8	Perhitungan waktu produksi tidak akurat	Penurunan profit
Source	Ketergantungan pemasok menyebabkan keterlambatan material	A9	Tidak adanya pemasok alternatif	Produksi terhambat
	Material tidak sesuai spesifikasi	A10	Kontrol kualitas pemasok lemah	Produk tidak sesuai standar
	Keterlambatan pengiriman menghambat fabrikasi	A11	Manajemen logistik tidak optimal	Proses produksi terganggu
	Cacat material tidak terdeteksi	A12	Inspeksi material tidak maksimal	Kualitas produk menurun
	Jumlah material tidak sesuai rencana	A13	Perencanaan kebutuhan tidak akurat	Kekurangan/kelebihan stok
	Kerusakan material saat pengiriman	A14	Penanganan logistik tidak tepat	Kerugian material
	Komunikasi pemasok kurang efektif	A15	Koordinasi lemah	Informasi tidak akurat
	Tidak ada pemasok alternatif	A16	Ketergantungan tinggi pada satu vendor	Risiko supply tinggi
Make	Prosedur kerja tidak sesuai menyebabkan cacat produk	A17	SOP tidak dijalankan dengan baik	Produk cacat
	Keterbatasan kapasitas menyebabkan bottleneck	A18	Kapasitas produksi terbatas	Hambatan produksi
	Risiko kecelakaan kerja tinggi	A19	Penerapan K3 kurang optimal	Kerugian tenaga kerja
	Kesalahan penanganan material	A20	Kurangnya pelatihan pekerja	Kerusakan material

Model SCOR	Risk Source (Sumber Risiko)	Kode	Risk Causes (Penyebab Risiko)	Dampak
Make	Ruang produksi terbatas	A21	Tata letak tidak efisien	Penurunan produktivitas
	Pengendalian kualitas gagal	A22	Sistem QC tidak optimal	Produk tidak sesuai standar
	Cacat akhir proses menyebabkan <i>rework</i>	A23	Pemeriksaan akhir tidak maksimal	Biaya tambahan
	Kesalahan pelabelan produk	A24	Kurangnya ketelitian operator	Kesalahan distribusi
Deliver	Pengemasan tidak memadai	A25	Standar packing tidak sesuai	Produk rusak
	Armada pengiriman tidak sesuai	A26	Pemilihan transportasi tidak tepat	Keterlambatan pengiriman
	Kerusakan produk saat pengiriman	A27	Penanganan tidak hati-hati	Kerugian produk
	Perubahan jadwal mendadak	A28	Perencanaan distribusi lemah	Keterlambatan
	Koordinasi logistik kurang optimal	A29	Sistem komunikasi tidak efektif	Distribusi terganggu
	Kesalahan dokumen pengiriman	A30	Administrasi tidak teliti	Hambatan distribusi
	Produk tidak sesuai spesifikasi	A31	QC sebelum kirim kurang	Komplain pelanggan
	Risiko kecelakaan transportasi	A32	Faktor eksternal transportasi	Kerugian besar
Return	Produk cacat menyebabkan produksi ulang	A33	Kegagalan kontrol kualitas	Biaya tambahan
	Komplain pelanggan lambat ditangani	A34	Sistem pelayanan kurang responsif	Kepuasan menurun
	Prosedur retur tidak jelas	A35	SOP retur tidak tersedia	Proses lambat
	Koordinasi retur kurang efektif	A37	Komunikasi lemah	Proses terhambat
	Produk retur mengganggu produksi	A38	Manajemen retur tidak baik	Efisiensi menurun
	Dokumentasi retur tidak lengkap	A39	Administrasi tidak rapi	Data tidak akurat
	Evaluasi retur tidak digunakan	A40	Tidak ada analisis perbaikan	Kesalahan berulang

Tabel 5 menunjukkan hasil pemetaan risiko pada setiap proses dalam model SCOR yang meliputi *Plan*, *Source*, *Make*, *Deliver*, dan *Return*. Pemetaan tersebut digunakan untuk mengidentifikasi sumber risiko, penyebab risiko, serta dampak yang ditimbulkan pada setiap tahapan rantai pasok. Hasil identifikasi risiko tersebut selanjutnya menjadi dasar dalam melakukan penilaian risiko menggunakan metode FMEA.

Setelah proses pemetaan menggunakan model SCOR dilakukan, tahap berikutnya adalah penilaian risiko dengan metode FMEA. Penilaian dilakukan dengan mengidentifikasi frekuensi terjadinya setiap potensi kegagalan berdasarkan hasil pengamatan langsung, kemudian menentukan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan serta mengidentifikasi penyebab dan tindakan pencegahan yang dapat dilakukan. Nilai frekuensi kejadian dan tingkat keparahan tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menentukan prioritas risiko

B. Penilaian Risiko Menggunakan Metode FMEA

Integrasi SCOR digunakan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan risiko pada setiap tahapan rantai pasok dalam proses produksi tangki secara sistematis dan terstruktur. Pendekatan ini membagi aktivitas ke dalam lima proses utama, yaitu *Plan*, *Source*, *Make*, *Deliver*, dan *Return*, sehingga setiap kejadian risiko dapat dianalisis berdasarkan posisi operasionalnya. Setiap risiko yang teridentifikasi dilengkapi dengan nilai tingkat keparahan, peluang kejadian, serta kemampuan deteksi yang menghasilkan nilai RPN sebagai dasar prioritas penanganan. Berdasarkan hasil pengolahan data tersebut, berikut disajikan tabel identifikasi dan pemeringkatan risiko serta klasifikasi risiko rantai pasok berdasarkan pendekatan SCOR.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

No	Model SCOR	Risk Event	S	O	D	RPN	Rank	Rank Kriteria
1	Plan	Ketidaksesuaian gambar teknik dan spesifikasi menyebabkan kesalahan perencanaan material	6,33	3,33	2,67	56,30	11	Medium Risk
2		Kesalahan data perencanaan menyebabkan keterlambatan produksi dan biaya meningkat	4,67	3,33	2,67	41,48	24	Medium Risk
3		Perubahan desain setelah perencanaan mengganggu jadwal produksi	6,00	3,33	2,67	53,33	12	Medium Risk
4		Kekurangan material utama tidak dimitigasi secara optimal	7,67	2,00	3,33	51,11	14	Medium Risk
5		Ketergantungan satu sumber data meningkatkan kesalahan keputusan	5,67	2,67	4,00	60,44	6	Medium Risk
6		Sistem persediaan tidak responsif terhadap lonjakan kebutuhan	5,67	3,67	4,00	83,11	2	High Risk
7		Koordinasi perencanaan kurang optimal	5,67	3,33	3,00	56,67	10	Medium Risk
8		Kesalahan estimasi waktu produksi menurunkan profitabilitas	8,33	3,00	2,33	58,33	9	Medium Risk
9	Source	Ketergantungan pemasok menyebabkan keterlambatan material	7,00	5,00	2,00	70,00	4	High Risk
10		Material tidak sesuai spesifikasi	5,33	2,00	3,00	32,00	29	Low Risk
11		Keterlambatan pengiriman menghambat fabrikasi	5,67	3,67	2,33	48,48	16	Medium Risk
12		Cacat material tidak terdeteksi	6,00	2,00	4,00	48,00	17	Medium Risk
13		Jumlah material tidak sesuai rencana	4,33	2,33	4,67	47,19	19	Medium Risk
14		Kerusakan material saat pengiriman	4,67	1,67	4,67	36,30	28	Medium Risk
15		Komunikasi pemasok kurang efektif	4,33	3,00	3,67	47,67	18	Medium Risk
16		Tidak ada pemasok alternatif	4,00	2,67	1,67	17,78	38	Low Risk
17	Make	Prosedur kerja tidak sesuai menyebabkan cacat produk	7,33	3,00	2,33	51,33	13	Medium Risk
18		Keterbatasan kapasitas menyebabkan bottleneck	7,00	4,00	1,67	46,67	20	Medium Risk
19		Risiko kecelakaan kerja tinggi	8,67	2,00	2,67	46,22	21	Medium Risk
20		Kesalahan penanganan material	6,67	2,33	2,00	31,11	30	Low Risk
21		Ruang produksi terbatas	5,67	3,00	1,67	28,33	33	Low Risk
22		Pengendalian kualitas gagal	6,67	2,67	3,33	59,26	7	Medium Risk
23		Cacat akhir proses menyebabkan rework	6,33	2,67	3,00	50,67	15	Medium Risk
24		Kesalahan pelabelan produk	4,33	2,00	2,00	17,33	39	Low Risk
25	Deliver	Pengemasan tidak memadai	5,67	1,67	2,00	18,89	37	Low Risk
26		Armada pengiriman tidak sesuai	5,67	1,67	1,67	15,74	40	Low Risk
27		Kerusakan produk saat pengiriman	6,33	2,33	3,00	44,33	22	Medium Risk
28		Perubahan jadwal mendadak	5,00	2,33	3,33	38,89	27	Medium Risk

No	Model SCOR	Risk Event	S	O	D	RPN	Rank	Rank Kriteria
29	Deliver	Koordinasi logistik kurang optimal	5,00	2,33	2,33	27,22	34	Low Risk
30		Kesalahan dokumen pengiriman	6,00	1,67	2,33	23,33	35	Low Risk
31		Produk tidak sesuai spesifikasi	6,33	1,33	2,67	22,52	36	Low Risk
32		Risiko kecelakaan transportasi	8,00	2,67	3,00	64,00	5	Medium Risk
33	Return	Produk cacat menyebabkan produksi ulang	8,67	2,00	2,33	40,44	25	Medium Risk
34		Komplain pelanggan lambat ditangani	6,00	2,67	4,67	74,67	3	High Risk
35		Prosedur retur tidak jelas	5,67	2,00	2,67	30,22	31	Low Risk
36		Risiko kecelakaan bongkar muat	8,67	1,67	2,00	28,89	32	Low Risk
37		Koordinasi retur kurang efektif	5,33	1,67	4,67	41,48	23	Medium Risk
38		Produk retur mengganggu produksi	6,33	2,00	4,67	59,11	8	Medium Risk
39		Dokumentasi retur tidak lengkap	4,67	2,00	4,33	40,44	25	Medium Risk
40		Evaluasi produk retur tidak digunakan sebagai dasar perbaikan	7,33	2,33	5,67	96,96	1	High Risk

Tabel 6 menyajikan hasil perhitungan nilai RPN dari seluruh risk event yang telah diidentifikasi pada masing-masing proses SCOR. Perhitungan RPN dilakukan berdasarkan tiga parameter FMEA, yaitu severity, occurrence, dan detection, yang digunakan untuk mengetahui tingkat prioritas dari setiap risiko. Hasil perhitungan tersebut menjadi dasar untuk melihat risiko yang memiliki tingkat prioritas tinggi pada setiap proses rantai pasok dan selanjutnya digunakan dalam menentukan risiko yang memerlukan tindakan mitigasi.

Berdasarkan tabel 6 hasil identifikasi dan evaluasi risiko menggunakan pendekatan model SCOR dan metode FMEA, dapat diketahui bahwa risiko pada rantai pasok produksi tangki LPG 50 ton tersebar pada seluruh proses, mulai dari *Plan*, *Source*, *Make*, *Deliver*, hingga *Return*. Nilai *Risk Priority Number* (RPN) menunjukkan adanya perbedaan tingkat prioritas risiko pada setiap proses, dengan beberapa *risk event* memiliki nilai RPN yang relatif tinggi. Risiko dengan nilai RPN tertinggi terdapat pada proses *return*, yaitu tidak dimanfaatkannya hasil evaluasi produk retur sebagai dasar perbaikan dengan nilai RPN sebesar **96,96**. Pada proses *plan*, risiko utama berupa sistem persediaan yang tidak responsif terhadap lonjakan kebutuhan dengan nilai RPN sebesar **83,11**, sedangkan pada proses *source* risiko dominan berupa ketergantungan terhadap pemasok yang menyebabkan keterlambatan material dengan nilai RPN sebesar **70,00**. Sementara itu, pada proses *make* risiko yang menonjol adalah kegagalan pengendalian kualitas dengan nilai RPN sebesar **59,26** dan pada proses *deliver* terdapat risiko kecelakaan transportasi dengan nilai RPN sebesar **64,00**.

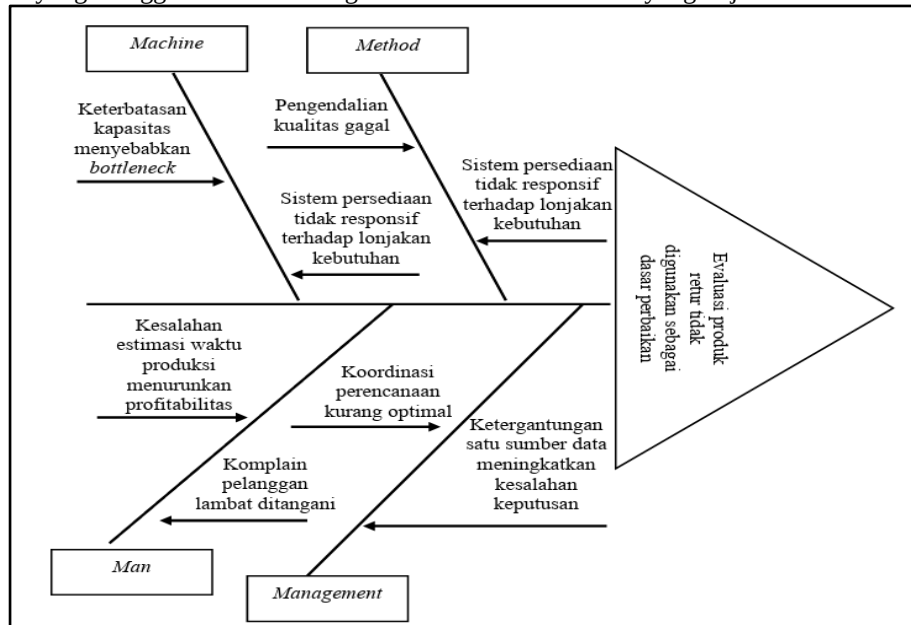
Tabel 7. Total Klasifikasi Risiko Berdasarkan Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

No	Risk Criteria	Total
1	<i>Extreme Risk</i>	0
2	<i>High Risk</i>	4
3	<i>Medium Risk</i>	24
4	<i>Low Risk</i>	12

Tabel 7 menunjukkan hasil klasifikasi risiko berdasarkan nilai RPN pada rantai pasok produk tangki LPG 50 ton. Hasil klasifikasi tersebut menjadi dasar untuk menentukan risiko yang memerlukan analisis lebih lanjut guna mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya risiko. Selanjutnya, analisis penyebab risiko dilakukan menggunakan metode FMEA yang terintegrasi dengan SCOR, sehingga dapat diketahui faktor penyebab utama dari risiko yang telah teridentifikasi.

C. Analisis Penyebab Risiko

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang terintegrasi dengan *Supply Chain Operations Reference* (SCOR), diketahui bahwa risiko dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi terletak pada tidak dimanfaatkannya evaluasi produk retur sebagai dasar perbaikan. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses pembelajaran dari kesalahan yang terjadi dalam rantai pasok belum berjalan secara optimal, sehingga potensi risiko yang sama dapat terus berulang. Permasalahan tersebut berdampak pada efektivitas pengendalian kualitas serta efisiensi operasional dalam proses produksi tangki. Oleh karena itu, dilakukan analisis menggunakan *fishbone diagram* untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab utama dari permasalahan tersebut, berikut adalah *fishbone diagram* yang menggambarkan hubungan sebab akibat dari risiko yang terjadi.



Gambar 2. Fishbone Diagram

Gambar 2 menunjukkan hasil analisis penyebab risiko menggunakan *Fishbone Diagram* terhadap risiko evaluasi produk retur yang tidak digunakan sebagai dasar perbaikan. Analisis ini digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi penyebab munculnya risiko tersebut secara lebih terstruktur. Berdasarkan hasil analisis, penyebab risiko dikelompokkan ke dalam empat faktor utama, yaitu *machine*, *method*, *man*, dan *management*. Keempat faktor tersebut menunjukkan adanya keterkaitan antara keterbatasan kapasitas produksi, pengendalian kualitas, sistem persediaan, metode kerja, kompetensi dan respons sumber daya manusia, serta koordinasi dan pengelolaan informasi dalam proses pengambilan keputusan. Selanjutnya, masing-masing faktor penyebab tersebut dijelaskan sebagai berikut.

Pada faktor *machine*, terlihat bahwa keterbatasan kapasitas produksi yang menyebabkan *bottleneck* menjadi salah satu penyebab terhambatnya aliran proses produksi, sehingga berdampak pada akumulasi pekerjaan dan menurunkan efisiensi operasional. Selain itu, kegagalan dalam pengendalian kualitas menunjukkan bahwa prosedur yang diterapkan belum mampu memastikan hasil produksi sesuai dengan standar yang ditetapkan. Sistem persediaan yang tidak responsif terhadap lonjakan kebutuhan juga memperburuk kondisi tersebut karena ketersediaan material tidak dapat menyesuaikan dengan kebutuhan produksi secara cepat. Kombinasi dari kelemahan pada aspek mesin dan metode ini menyebabkan hasil evaluasi tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal sebagai dasar perbaikan.

Pada faktor *method*, permasalahan utama terletak pada sistem persediaan yang tidak mampu merespons perubahan kebutuhan secara dinamis, sehingga sering terjadi ketidakseimbangan antara permintaan dan ketersediaan material. Kondisi ini memperlihatkan bahwa perencanaan dan pengendalian persediaan belum berbasis pada sistem yang adaptif dan terintegrasi. Kegagalan dalam pengendalian kualitas juga menunjukkan bahwa prosedur kerja yang diterapkan belum berjalan secara konsisten dan efektif. Akibatnya, hasil evaluasi yang seharusnya menjadi dasar perbaikan tidak dimanfaatkan secara optimal dalam proses pengambilan keputusan.

Pada faktor *man*, keterlambatan dalam menangani komplain pelanggan menjadi indikator bahwa respons terhadap permasalahan yang muncul belum dilakukan secara cepat dan tepat. Hal ini menunjukkan adanya kelemahan dalam kemampuan komunikasi dan koordinasi antar pihak yang terlibat dalam rantai pasok. Selain itu, kesalahan dalam estimasi waktu produksi yang berdampak pada penurunan profitabilitas mencerminkan kurangnya ketelitian dan perencanaan yang matang dari sumber daya manusia. Kondisi tersebut menyebabkan informasi yang dihasilkan dari evaluasi tidak dapat dimanfaatkan secara efektif untuk meningkatkan kinerja operasional.

Pada faktor *management*, koordinasi perencanaan yang kurang optimal menunjukkan bahwa proses pengambilan keputusan belum didukung oleh komunikasi yang efektif antar bagian. Ketergantungan pada satu sumber data dalam pengambilan keputusan juga meningkatkan risiko kesalahan yang berdampak pada perencanaan produksi dan distribusi. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem manajemen yang diterapkan belum mampu mengintegrasikan berbagai sumber informasi secara akurat. Akibatnya, hasil evaluasi produk retur tidak digunakan secara maksimal sebagai dasar dalam melakukan perbaikan berkelanjutan.

Keterkaitan antara faktor *machine*, *method*, *man*, dan *management* menunjukkan bahwa permasalahan yang terjadi tidak berdiri sendiri, melainkan saling memengaruhi dalam satu sistem rantai pasok. Ketidakseimbangan antara kapasitas produksi, metode kerja, kemampuan sumber daya manusia, serta sistem manajemen menyebabkan proses evaluasi tidak berjalan secara efektif. Hal ini berdampak pada tidak optimalnya pemanfaatan informasi hasil evaluasi sebagai dasar perbaikan. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan yang terintegrasi pada seluruh faktor tersebut agar risiko dalam rantai pasok dapat diminimalkan dan kinerja operasional dapat ditingkatkan.

D. Usulan Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis *fishbone* diagram, usulan perbaikan difokuskan pada peningkatan pemanfaatan evaluasi produk retur sebagai dasar pengambilan keputusan melalui penyusunan prosedur evaluasi yang sistematis, terdokumentasi, dan terintegrasi dengan proses perencanaan produksi serta pengendalian kualitas. Perbaikan pada aspek *method* dan *machine* dilakukan dengan mengembangkan sistem persediaan yang responsif terhadap perubahan kebutuhan serta memperkuat mekanisme pengendalian kualitas agar mampu mendeteksi ketidaksesuaian produk secara lebih dini. Pada aspek *man* dan *management*, diperlukan peningkatan kompetensi sumber daya manusia dalam melakukan estimasi produksi, percepatan penanganan keluhan pelanggan, serta penguatan koordinasi antar bagian melalui pemanfaatan data yang lebih akurat dan tidak bergantung pada satu sumber informasi. Selain itu, optimalisasi kapasitas produksi untuk mengurangi *bottleneck* juga perlu dilakukan melalui penyesuaian beban kerja dan perencanaan kapasitas yang lebih tepat agar proses evaluasi yang telah dilakukan dapat digunakan secara efektif dalam mendukung perbaikan kinerja rantai pasok.

IV. SIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi metode SCOR dan FMEA mampu mengidentifikasi serta memetakan risiko rantai pasok secara sistematis pada proses produksi tangki LPG 50 ton. Pemetaan berdasarkan lima proses utama, yaitu *plan*, *source*, *make*, *deliver*, dan *return*, memberikan gambaran jelas mengenai titik kritis yang berpotensi mengganggu kelancaran operasional. Hasil penilaian menggunakan FMEA menunjukkan bahwa risiko dengan prioritas tertinggi terdapat pada tidak dimanfaatkannya evaluasi produk retur sebagai dasar perbaikan, yang ditunjukkan oleh nilai RPN tertinggi. Kondisi ini menandakan bahwa kelemahan dalam pemanfaatan hasil evaluasi menyebabkan potensi kesalahan berulang dan berdampak pada penurunan efektivitas pengendalian kualitas serta efisiensi produksi.

Selain itu, risiko signifikan juga ditemukan pada sistem persediaan yang tidak responsif, ketergantungan terhadap pemasok, kegagalan pengendalian kualitas, serta risiko kecelakaan transportasi yang memengaruhi stabilitas rantai pasok. Analisis penyebab menunjukkan bahwa faktor *machine*, *method*, *man*, dan *management* saling berkaitan dalam memicu terjadinya risiko, terutama akibat lemahnya koordinasi, keterbatasan kapasitas, serta sistem yang belum terintegrasi secara optimal. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa perbaikan tidak dapat dilakukan secara parsial, melainkan harus mencakup penguatan sistem, peningkatan kompetensi sumber daya manusia, serta optimalisasi proses operasional. Dengan demikian, penerapan integrasi SCOR dan FMEA memberikan dasar yang kuat bagi perusahaan dalam menentukan prioritas mitigasi risiko secara tepat guna meningkatkan keandalan, efisiensi, dan kinerja rantai pasok produksi tangki.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) dan PT. XYZ atas dukungan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

REFERENSI

- [1] W. S. Lazuardi, D. Alwansyah, A. D. Herawati, N. L. P. K. R. Dewi, And R. Y. Anindita, "Analisis Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (SM K3) Di PT. XYZ," *Jurnal Abdimas Transjaya (Jat)*, Vol. 2, No. 1, 2024,

- [2] 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, Dec. 2023,
- [3] A. Abisha And I. Vanany, “Pengelolaan Risiko Rantai Pasok Pada Industri Pupuk Organik Dengan Menggunakan House Of Risk Dan Best Worst Method,” *Jurnal Teknik Its*, Vol. 11, Nov. 2022,
- [4] N. N. Amalina, D. T. Liputra, And R. M. Heryanto, “Analisis Penyebab Risiko Pada Rantai Pasok Darah Di Masa Pandemi Covid-19 Menggunakan Model *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) Dan Failure Modes And Effects Analysis (FMEA),” *Jisi: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, Vol. 11, No. 1, Pp. 65–76, Jun. 2024,
- [5] T. P. Adhiana And A. A. Sibarani, “Penentuan Mitigasi Risiko Pada Rantai Pasok Ikm Manufaktur,” *Jurnal Manajemen Dan Teknik Industri-Produksi*, 2020,
- [6] M. B. Ghozali, H. Hidayat, And Y. P. Negoro, “Analisis Risiko Pada Proses Produksi Dengan Menerapkan Metode House Of Risk, Ahp Dan Pendekatan Scor Pada Pt Xyz,” *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, Vol. 8, No. 4, Pp. 2365–2378, Oct. 2024,
- [7] M. Rozudin And N. A. Mahbubah, “Implementasi Metode House Of Risk Pada Pengelolaan Risiko Rantai Pasokan Hijau Produk Bogie (Studi Kasus: PT Barata Indonesia),” *Jisi: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, Vol. 8, No. 1, Pp. 1–11, Feb. 2021,
- [8] M. I. S. Hamdani And D. Ernawati, “Analisis Dan Mitigasi Risiko Rantai Pasok Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) Di Pg. Wringin Anom Situbondo,” *Jurnal Manajemen Industri Dan Teknologi*, 2023,
- [9] B. A. Ananda, H. Hendrarini, And M. A. Syah, “Supply Chain Risk Analysis In The Ready-To-Drink Beverage Industry Based On The Combination Of SCOR And FMEA Methods,” *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal Of Agricultural Engineering)*, Vol. 14, No. 4, Pp. 1405–1414, Jul. 2025,
- [10] N. K. Ardhiyanto, T. D. Lovita, And R. Madaniyyah, “Analisis Manajemen Risiko Rantai Pasok Menggunakan Metode FMEA Dan RCA Pada Industri Migas,” *Jitsa Jurnal Industri&Teknologi Samawa*, 2023.
- [11] A. F. L. Pettawali And Hernadewita, “Analisis Risiko Rantai Pasok Bahan Baku Dalam Memenuhi Permintaan Konsumen Pada Industri Pertambangan Andesit Di Cilegon,” *Jisi: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, Vol. 11, No. 2, Pp. 191–212, Sep. 2024,
- [12] H. S. Kilic, S. K. Canbakis, M. Karabas, S. Koseoglu, E. Unal, And Z. T. Kalender, “Integrated Supply Chain Risk Assessment Methodology Based On Modified Fmea,” *Journal Of Risk Analysis And Crisis Response*, Vol. 13, No. 2, Pp. 93–116, Jun. 2023,
- [13] R. A. Wulandari, M. Haristi, And Y. S. A. Sormin, “Improving Service Supply Chain Performance With The *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) Approach; Case Study: Indonesia Government Testing Laboratory,” *World Journal Of Advanced Research And Reviews*, Vol. 22, No. 3, Pp. 742–756, Jun. 2024,
- [14] R. Sitanggang, A. Sutrisno, And I. N. Gede, “Evaluasi Risiko Pada Rantai Pasok Industri Pengolahan Kayu,” *Jurnal Tekno Mesin*, 2024,
- [15] P. B. Sangode, “Supply Chain Risk Model For Cement Industry Based On Interpretive Structural Model Driven By Fmea,” *Journal Of Industrial Engineering And Management*, Vol. 16, No. 3, Pp. 473–492, 2023,
- [16] Automotive Industry Action Group (AIAG) And Verband Der Automobilindustrie (VDA), *Aiag & Vda Fmea Handbook*, Edisi Pertama 1st Ed. Southfield, Michigan, Usa: Automotive Industry Action Group, 2019.
- [17] Stamatis, D. H., *The ASQ Pocket Guide to Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), ASQ Quality Press, Milwaukee, 2015

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.