

ANALISIS MANAJEMEN RISIKO PADA PROSES DISTRIBUSI SEMEN DENGAN METODE FMEA : STUDI KASUS PT XYZ

Muhammad Raffi Rizky

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Raden Johnny Hadi Raharjo

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Alamat:

Program Studi Manajemen

Fakultas Ekonomi dan Bisnis

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Korespondensi penulis: raffirizky13@gmail.com dan raden.johnny.ma@upnjatim.ac.id

ABSTRACT. *Cement distribution is a logistics activity with a high level of complexity and risk, particularly for companies operating on a national scale. PT XYZ, a state-owned logistics company, operates thousands of trucks to distribute cement from factories to warehouses and customers, making it vulnerable to delivery delays, fleet inefficiencies, and operational data errors. This study aims to identify and analyze risks in the cement distribution process at PT XYZ and to determine risk mitigation priorities using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. A descriptive qualitative approach was employed through field observations, in-depth interviews, and expert assessments of the Severity, Occurrence, and Detection parameters. The results identified 22 potential failure modes grouped into four main risk categories: prolonged vehicle parking, distribution route operations, vehicle overnight stays at warehouses, and administrative and operational data management. The FMEA results indicate that the highest Risk Priority Number (RPN) values are associated with reduced trip frequency caused by prolonged parking and overnight vehicle stays. Using Pareto analysis, 14 critical risks were identified as priority areas for improvement. The implementation of control measures significantly reduced the RPN values. These findings are expected to support management decision-making in improving distribution efficiency, fleet reliability, and sustainable logistics risk management..*

Keywords: *cement distribution, risk management, FMEA, logistics, Risk Priority Number (RPN).*

ABSTRAK Distribusi semen merupakan aktivitas logistik dengan tingkat kompleksitas dan risiko tinggi, khususnya pada perusahaan berskala nasional. PT XYZ sebagai perusahaan logistik BUMN mengoperasikan ribuan armada truk untuk mendistribusikan semen dari pabrik ke gudang dan pelanggan, sehingga rentan terhadap keterlambatan pengiriman, inefisiensi armada, dan kesalahan data operasional. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dan menganalisis risiko distribusi semen di PT XYZ serta menentukan

prioritas mitigasi risiko menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif melalui observasi lapangan, wawancara mendalam, dan penilaian parameter Severity, Occurrence, dan Detection. Hasil penelitian mengidentifikasi 22 potensi kegagalan yang dikelompokkan ke dalam empat risiko utama, yaitu parkir lama armada, operasional rute distribusi, inapan armada di gudang, serta administrasi dan data operasional. Analisis FMEA menunjukkan bahwa risiko dengan nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi berkaitan dengan penurunan ritase akibat parkir lama dan inapan armada. Melalui analisis Pareto, diperoleh 14 risiko kritis sebagai prioritas perbaikan. Implementasi tindakan pengendalian terbukti menurunkan nilai RPN secara signifikan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar pengambilan keputusan manajemen dalam meningkatkan efisiensi distribusi, keandalan armada, dan pengelolaan risiko logistik secara berkelanjutan.

Kata Kunci: distribusi semen, manajemen risiko, FMEA, logistik, Risk Priority Number (RPN)

PENDAHULUAN

Perkembangan Industri 4.0 mendorong sektor manufaktur dan logistik untuk meningkatkan kualitas, transparansi, dan efisiensi kerja dengan menggunakannya teknologi digital seperti otomatisasi, Internet of Things (IoT), dan sistem berbasis data (Schwab, 2018). Menurut World Economic Forum (2023), lebih dari 70% perusahaan industri di seluruh dunia sudah menggunakan IoT dan Big Data untuk meningkatkan hasil kerja serta mengurangi kesalahan ketika bekerja. Keberhasilan dalam mencapai transformasi digital bisa dilihat dari Siemens di Jerman, yang menerapkan konsep smart factory dan berhasil meningkatkan produksi, menurunkan barang cacat, serta mengurangi waktu mesin tidak beroperasi.

Dalam bidang logistik dan pengiriman, perubahan digital sangat penting dalam membuat pengiriman tepat waktu, mengenal barang yang sedang bergerak, serta menghemat biaya. Dengan menggabungkan sistem pelacakan, analisis jalur, dan otomatisasi gudang, keputusan kerja bisa diambil lebih cepat dan akurat. Salah satu contoh penerapan transformasi digital adalah DHL. Dalam laporan Warehousing 4.0: The Age of the Smart Warehouse (2020), menyebutkan bahwa penggunaan smart warehouse dan sistem manajemen data bisa mengurangi biaya, meningkatkan informasi, serta membantu pengambilan keputusan kerja lebih baik.

Namun, tidak semua perusahaan mampu mengikuti kecepatan berubahnya digitalisasi tersebut. Banyak perusahaan manufaktur dan logistik masih menggunakan catatan manual dan sistem pelacakan yang terbatas, sehingga merasa kesulitan dalam melacak gangguan di proses kerja (Chopra & Meindl, 2022). Waters (2019) juga menyatakan bahwa sekitar 30% masalah di rantai pasok global disebabkan oleh sistem pengendalian dan manajemen risiko yang kurang baik, terutama di bagian transportasi dan pengiriman. Contohnya adalah Maersk sebelum mengadopsi TradeLens, di mana

penggunaan dokumen kertas menyebabkan kurangnya informasi, proses tertunda, dan meningkatnya biaya.

Permasalahan serupa juga terjadi di industri semen, yang merupakan sektor penting dalam pembangunan infrastruktur nasional. Industri ini memiliki karakteristik produksi mahal, dengan volume besar, dan sangat membutuhkan efisiensi distribusi. Laporan Global Cement Report (2024) menunjukkan konsumsi semen dunia mencapai lebih dari 4,1 miliar ton per tahun, sementara di Indonesia tingkat penggunaan kapasitas produksi baru hanya sekitar 65% (SIG, 2024). Kompleksitas biaya distribusi, sifat produk semen yang sensitif terhadap waktu, serta pasar yang luas membutuhkan sistem logistik yang terintegrasi. Jika distribusi masih dilakukan secara manual dan tanpa sistem pelacakan digital yang memadai, risiko keterlambatan meningkat, dan bisa menyebabkan utilisasi pabrik turun hingga di bawah 70%, serta menaikkan beban biaya operasional (PwCIndonesia, 2023).

Sebagai bagian dari salah satu BUMN, PT XYZ memiliki peran penting dalam memastikan distribusi semen di Indonesia berjalan lancar. PT XYZ mengoperasikan lebih dari 2.500 unit armada truk yang mendistribusikan semen dari pabrik di Gresik, Tuban, dan Rembang ke lebih dari 30 titik distribusi di seluruh Indonesia (SIG, 2024). Meskipun memiliki sistem operasional yang besar, masih terdapat sejumlah masalah yang memengaruhi efisiensi dan biaya logistik. Masalah-masalah tersebut dapat dikelompokkan menjadi lima risiko utama, yaitu:

1. Risiko kendaraan, seperti kerusakan mesin atau ban pecah di tengah perjalanan. Menurut laporan McKinsey (2022), breakdown kendaraan yang tidak terencana dapat meningkatkan biaya transportasi hingga 15% karena downtime dan keterlambatan pengiriman.
2. Risiko barang, misalnya produk curah (bulk) yang rusak akibat getaran atau kontaminasi. Studi Transportation Research Board (2021) menunjukkan bahwa kurangnya sistem monitoring muatan menyebabkan kerusakan barang hingga 2–5% pada komoditas berbasis mineral.
3. Risiko operasional rute, seperti salah memilih rute, kemacetan ekstrem, atau penutupan jalan. Asian Development Bank (ADB, 2020) melaporkan bahwa inefficiency dalam perencanaan rute dapat menambah waktu tempuh 20–25% pada transportasi barang di Asia Tenggara.
4. Risiko eksternal, misalnya cuaca ekstrem, kecelakaan lalu lintas, atau gangguan sosial. World Bank Logistics Report (2023) mencatat bahwa 30% gangguan rantai pasok di negara berkembang disebabkan oleh faktor eksternal di luar kontrol perusahaan, seperti banjir dan kemacetan parah.
5. Risiko administratif, seperti kesalahan input data, dokumen pengiriman yang tidak lengkap, atau keterlambatan verifikasi. Deloitte (2021) menyebutkan bahwa dokumentasi manual menyebabkan error administrasi hingga 12% dalam

proses logistik, terutama pada perusahaan yang belum menerapkan digital tracking secara penuh.

Kondisi ini menunjukkan pentingnya penerapan manajemen risiko yang terstruktur untuk mengenali, menganalisis, dan mengendalikan potensi kejadian yang dapat memengaruhi tujuan perusahaan. Dalam konteks logistik, manajemen risiko membantu perusahaan mengidentifikasi penyebab gangguan, menilai dampaknya, dan menentukan langkah mitigasi guna menjaga kestabilan distribusi (Waters, 2019).

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan metode sistematis untuk mengidentifikasi potensi kegagalan, menganalisis dampaknya, dan menentukan prioritas perbaikan sebelum risiko terjadi (Stamatis, 2003). Dalam distribusi semen, FMEA digunakan untuk menilai berbagai risiko yang berkaitan dengan kendaraan, rute, barang, dan administrasi melalui tiga parameter utama, yaitu Severity, Occurrence, dan Detection, yang menghasilkan nilai Risk Priority Number (RPN) sebagai dasar penentuan prioritas risiko (McDermott et al., 2009). Meskipun memiliki keterbatasan, FMEA dipilih karena mudah dipahami, terukur, dan efektif untuk pengelolaan risiko logistik.

Penelitian sebelumnya menunjukkan adanya berbagai metode pengelolaan risiko distribusi, seperti HAZOP (Prasetyo, 2021) dan House of Risk (Lestari & Yunanto, 2022). Namun, penelitian yang secara khusus menerapkan FMEA pada distribusi semen di perusahaan logistik skala nasional masih terbatas. Oleh karena itu, PT XYZ dipilih sebagai objek penelitian karena perannya yang strategis dalam rantai pasok BUMN, didukung oleh jumlah armada yang besar, kompleksitas rute, dan volume distribusi yang tinggi.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis risiko distribusi semen di PT XYZ menggunakan metode FMEA untuk menentukan prioritas mitigasi risiko yang paling tepat. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar pengambilan keputusan manajemen dalam meningkatkan efisiensi distribusi, menekan biaya operasional, serta memperkaya kajian manajemen risiko logistik di industri semen Indonesia.

KAJIAN TEORI

Teori Manajemen Risiko

Manajemen risiko merupakan proses sistematis untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengendalikan potensi kerugian agar tujuan organisasi tercapai dengan gangguan minimal (ISO 31000:2018). Dalam konteks logistik, manajemen risiko membantu perusahaan mengenali sumber risiko yang berasal dari manusia, peralatan, infrastruktur, dan lingkungan (Kaplan & Garrick, 1981). Proses ini meliputi penetapan konteks,

identifikasi, analisis, evaluasi, mitigasi, dan pemantauan risiko. Bagi PT XYZ yang mengelola distribusi semen skala nasional dengan ribuan armada, penerapan manajemen risiko menjadi penting untuk meminimalkan gangguan distribusi, menjaga keandalan pengiriman, dan memastikan efisiensi biaya.

Teori Distribusi Logistik

Distribusi merupakan bagian dari rantai pasok yang bertujuan mengirimkan produk dari produsen ke konsumen secara tepat waktu dan dalam kondisi baik (Chopra & Meindl, 2022). Dalam industri semen, distribusi mencakup pengiriman dari pabrik ke gudang, distributor, hingga pelanggan proyek dengan tingkat kompleksitas tinggi akibat volume besar dan sensitivitas terhadap keterlambatan. Risiko yang umum terjadi meliputi keterlambatan pengiriman, kerusakan atau kehilangan barang, serta peningkatan biaya akibat ketidakefisienan logistik (Waters, 2019; Fitri et al., 2024). Kinerja distribusi secara langsung memengaruhi kepuasan pelanggan, biaya operasional, dan daya saing perusahaan. Dengan skala operasi besar dan variasi rute yang luas, PT XYZ menghadapi risiko operasional tinggi, sehingga pengelolaan distribusi yang efektif dan berorientasi pada pengendalian risiko menjadi kunci untuk menjaga keandalan layanan dan efisiensi biaya.

Teori Risiko Logistik

Risiko logistik bisa dibagi ke dalam empat kategori utama, dan semua jenis risiko tersebut bisa dianalisis secara efektif dengan metode FMEA.

1. Risiko operasional seperti kerusakan kendaraan, kesalahan dari tenaga kerja, atau hambatan peralatan bisa dianalisis menjadi bentuk kegagalan tertentu, lalu dinilai menggunakan Severity, Occurrence, dan Detection untuk mengetahui mana yang harus diperbaiki terlebih dahulu.
2. Risiko transportasi, termasuk kecelakaan, kondisi jalan yang buruk, kemacetan, dan cuaca ekstrem, juga bisa dinilai menggunakan FMEA untuk menemukan gangguan perjalanan yang paling berpengaruh.
3. Risiko dalam rantai pasok seperti keterlambatan dari pemasok atau ketidakseimbangan stok bisa dimanfaatkan FMEA untuk menilai titik-titik yang bisa mengganggu alur pasokan.
4. risiko eksternal seperti perubahan regulasi, naiknya harga bahan bakar, maupun bencana alam tetap bisa dianalisis menggunakan RPN untuk mengidentifikasi langkah mitigasi yang paling penting.

Dengan demikian, semua kategori risiko tersebut bisa dianalisis secara sistematis dengan FMEA karena semuanya bisa dipecah menjadi bentuk-bentuk kegagalan yang jelas dan bisa ditentukan prioritasnya.

Teori Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA merupakan alat analisis yang bertujuan mengidentifikasi kegagalan potensial (*failure mode*), penyebab, dan dampaknya, lalu menghitung skor risiko melalui tiga parameter: Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D) (Stamatis, 2003; AIAG, 2019).

Rumus penilaian risiko:

$$RPN=S \times O \times D$$

Nilai RPN tertinggi menunjukkan prioritas mitigasi tertinggi. FMEA banyak diterapkan dalam industri logistik, seperti transportasi barang, gudang, dan pengiriman, karena mampu memetakan risiko operasional dengan jelas (McDermott et al., 2009). Kelemahan pada FMEA bersifat subjektif (berdasarkan penilaian manusia) dan tidak mempertimbangkan interaksi antar risiko, namun metode ini tetap efektif sebagai alat awal mitigasi

Matrix Severity (S) – Dampak

Skor	Parameter Severity
1	Tidak berdampak pada OTIF, tidak mengganggu operasional
2	Gangguan sangat kecil, tidak memengaruhi jadwal pengiriman
3	Gangguan ringan, keterlambatan < 1 jam, mudah dipulihkan
4	Keterlambatan 1–2 jam, masih dalam toleransi operasional
5	Keterlambatan 2–4 jam, mulai berdampak pada OTIF
6	Keterlambatan > 4 jam, OTIF menurun, armada tidak optimal
7	Terjadi inapan armada ≤ 1 hari, produktivitas armada menurun
8	Inapan > 1 hari, keterlambatan distribusi lanjutan
9	Gangguan signifikan pada suplai semen dan kepuasan pelanggan
10	Distribusi gagal, potensi komplain besar dan kerugian finansial

Kegagalan Note : Dampak kegagalan terhadap OTIF, operasional distribusi, produktivitas armada, dan layanan pelanggan

Matrix Occurrence (O) – Frekuensi

Skor	Parameter Occurrence
1	Hampir tidak pernah terjadi (< 1% transaksi)
2	Sangat jarang (1–3%)
3	Jarang (3–5%)
4	Kadang terjadi (5–10%)
5	Cukup sering (10–20%)
6	Sering (20–30%)
7	Sangat sering (30–40%)
8	Hampir selalu terjadi (> 40%)
9	Terjadi hampir di setiap periode pengiriman
10	Terjadi secara sistemik dan berulang setiap hari

Kejadian note : Angka 30–40% parkir lama, 5–10% inapan, dan <1% kesalahan data sudah diakomodasi dalam skala ini.

Matrix Detection (D) – Kemampuan Deteksi

Skor	Parameter Detection
1	Pasti terdeteksi otomatis real-time (alert sistem aktif)
2	Sangat mudah terdeteksi oleh sistem dan CT
3	Mudah terdeteksi, perlu konfirmasi singkat ke driver
4	Terdeteksi dengan monitoring rutin CT
5	Terdeteksi setelah terjadi keterlambatan
6	Sulit terdeteksi, perlu pengecekan manual
7	Sangat sulit terdeteksi, perlu klarifikasi ke banyak pihak
8	Terdeteksi setelah berdampak ke OTIF
9	Hampir tidak terdeteksi sebelum komplain muncul
10	Tidak terdeteksi sampai terjadi kegagalan besar

Note : Kemampuan sistem (CT, GPS, FIOS, Issue Management) dalam mendeteksi kegagalan sebelum berdampak

1.1.1 Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul Penelitian	Fokus	Metode	Hasil	Relevansi
(ATT Journal, 2023)	Analisis Risiko Operasional Distribusi PT XYZ Menggunakan FMEA — menemukan 12 mode kegagalan utama dan RPN tertinggi pada keterlambatan armada	Menilai risiko operasional pada proses distribusi PT XYZ, terutama yang terkait dengan pengelolaan armada truk. Fokus utamanya adalah mengidentifikasi mode kegagalan pada aktivitas distribusi, seperti keterlambatan pengiriman, kerusakan barang, dan gangguan kendaraan, lalu menentukan risiko paling kritis berdasarkan nilai RPN tertinggi.	Deskriptif – studi kasus	menemukan bahwa distribusi PT XYZ memiliki 12 mode kegagalan utama dan risiko dengan nilai RPN tertinggi berasal dari keterlambatan armada.	karena sama-sama menganalisis risiko operasional distribusi menggunakan FMEA, sehingga memperkuat dasar metode dalam menilai kegagalan armada dan keterlambatan pengiriman dan isu yang juga muncul pada distribusi semen PT XYZ.
(E-Jurnal ULBI, 2024).	Manajemen Risiko Logistik di PT Pos Indonesia dengan FMEA dan FTA — risiko tertinggi berasal dari kesalahan administrasi	Meneliti sistem logistik PT Pos Indonesia dengan tujuan mengetahui akar penyebab risiko administrasi dan operasional. Penelitian ini berfokus pada kesalahan input, salah sortir, dan keterlambatan layanan, kemudian memverifikasi akar masalah menggunakan FTA setelah mendapatkan nilai risiko melalui FMEA.	Mixed-method (kualitatif + kuantitatif)	menunjukkan bahwa risiko paling dominan dalam proses logistik PT Pos Indonesia adalah kesalahan administrasi, yang diperkuat dengan analisis akar masalah menggunakan metode FTA.	karena menyoroti risiko administrasi dalam logistik melalui FMEA dan FTA. Hal ini sejalan dengan konteks PT XYZ yang juga memiliki risiko administratif seperti kesalahan dokumen atau input data yang mempengaruhi kelancaran distribusi.
(IdeaLogist, 2023).	Penerapan FMEA pada Gudang JNE Bandung — menemukan penyebab dominan adalah human error dan kesalahan sistem penyimpanan	Mengidentifikasi dan memetakan risiko di area penyimpanan dan sortir gudang JNE Bandung. Fokus utamanya adalah mencari faktor yang menyebabkan kerusakan paket, kehilangan barang, dan human error dalam proses sortir dan handling, lalu menentukan prioritas perbaikan berdasarkan FMEA.	Deskriptif kuantitatif	mengungkap bahwa pada gudang JNE Bandung, risiko tertinggi disebabkan oleh human error serta kesalahan dalam sistem penyimpanan barang.	Berkaitan karena meneliti risiko pada aktivitas pergudangan dan penyimpanan dengan FMEA. Distribusi semen PT XYZ juga mencakup alur dari pabrik gudang pelanggan, sehingga temuan tentang human error dan sistem penyimpanan memberi pembandingan yang kuat.
(JIST, 2024).	Suroboyo Bus Risk Management Using FMEA — mendeteksi risiko fasilitas rusak dan spare part langka	Menganalisis risiko operasional transportasi Suroboyo Bus. Penelitian berfokus pada risiko kerusakan fasilitas armada, ketersediaan spare part, dan keselamatan operasional, dengan tujuan memetakan potensi kegagalan yang mengganggu layanan dan menentukan prioritas mitigasi	Deskriptif-evaluatif	menemukan bahwa operasi Suroboyo Bus paling terpengaruh oleh kerusakan fasilitas dan kelangkaan spare part, yang berdampak pada terganggunya jadwal armada.	relevan dari sisi transportasi karena mengkaji risiko armada dan infrastruktur seperti kerusakan fasilitas dan ketersediaan spare part. Ini paralel dengan risiko armada PT XYZ yang memiliki lebih dari 2.500 truk dan sangat bergantung pada kesiapan kendaraan.
Mutzhahida N Akmal, Gita Kurnia (2023)	Analisis Risiko Operasional Gudang menggunakan FMEA	Menganalisis risiko proses operasional gudang, terutama terkait penyimpanan, bongkar muat, pencatatan stok, dan human error. Fokus penelitian adalah menemukan kegagalan yang berpotensi menurunkan akurasi stok atau menyebabkan kerusakan barang, kemudian memberi rekomendasi berdasarkan nilai RPN.	Studi kasus	menunjukkan bahwa operasional gudang memiliki risiko terbesar pada ketidaktepatan stok dan kesalahan dalam proses bongkar muat.	fokus pada risiko operasional gudang, terutama kesalahan bongkar muat dan akurasi stok. PT XYZ juga mengalami risiko serupa dalam proses loading semen, yang memengaruhi kualitas dan ketepatan pengiriman.

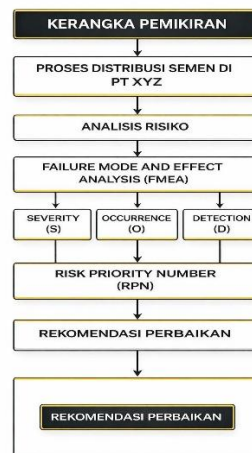
Kerangka Pemikiran

Proses distribusi semen di PT XYZ mencakup pengangkutan dari pabrik hingga pengiriman ke pelanggan dengan bantuan lebih dari 2.500 armada truk yang beroperasi di berbagai daerah di Indonesia (SIG, 2024). Proses ini cukup rumit dan bisa menyebabkan beberapa risiko, seperti keterlambatan pengiriman, kerusakan barang, hilangnya bagian dari kendaraan, serta biaya yang terlalu tinggi karena operasional yang tidak efisien.

Menurut Waters (2019), risiko logistik adalah kemungkinan terjadinya gangguan dalam aliran barang dan informasi di dalam rantai pasok. Karena itu, diperlukan analisis risiko secara sistematis untuk mencari sumber risiko, mengevaluasi dampaknya, dan menentukan urutan prioritas dalam mengatasi masalah tersebut. Salah satu metode yang sering digunakan adalah Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), yang mengukur risiko berdasarkan tiga parameter yaitu Severity, Occurrence, dan Detection (Stamatis, 2003).

Dalam penelitian ini, FMEA digunakan untuk menemukan potensi kegagalan dalam proses distribusi PT XYZ, menganalisis sebab dan dampaknya, serta menghitung

Risk Priority Number (RPN) sebagai dasar dalam menentukan risiko mana yang paling penting untuk diperbaiki (McDermott et al., 2009). Risiko dengan nilai RPN terbesar menjadi fokus untuk rekomendasi perbaikan agar proses distribusi semen di PT XYZ lebih efisien.



METODE PENELITIAN

Pendekatan dan Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk memahami dan mengeksplorasi risiko yang terjadi dalam proses distribusi semen di PT XYZ. Untuk menganalisis risiko tersebut, digunakan metode FMEA secara kualitatif yang bertujuan mengidentifikasi cara kegagalan terjadi serta menentukan tingkat kepentingan risiko berdasarkan penilaian Severity, Occurrence, dan Detection berdasarkan pengalaman langsung para pelaku operasional

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di PT XYZ pada area operasional distribusi semen yang meliputi aktivitas pengiriman dari pabrik, gudang penyangga, hingga pelanggan. Waktu penelitian dilaksanakan selama 5 bulan yang meliputi tahapan observasi dan wawancara mendalam, serta proses analisis menggunakan FMEA.

Pengumpulan Data

Data penelitian terdiri atas dua jenis, yaitu:

1. Data primer, diperoleh melalui observasi proses distribusi semen, wawancara mendalam, serta penilaian parameter Severity, Occurrence, dan Detection oleh panel ahli;
2. Data sekunder, berupa laporan operasional, data keterlambatan pengiriman, dan catatan kerusakan armada.

Panel ahli dipilih menggunakan teknik purposive sampling, terdiri dari: Senior Manager Distribusi (15 tahun pengalaman), Kepala Regu Control Tower (13 tahun pengalaman), Staf Control Tower (3 tahun pengalaman).

Panel ahli memberikan penilaian terhadap setiap mode kegagalan berdasarkan skala FMEA (1–10 untuk S, O, D). Data tersebut menjadi dasar dalam perhitungan Risk Priority Number (RPN).

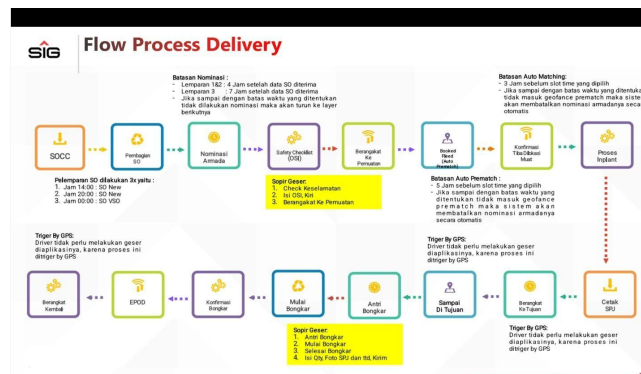
Pengolahan Data

Pada tahap ini dilaksanakan perhitungan matematis FMEA berdasarkan hasil dari observasi dan wawancara para pelaku operasional distribusi semen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Proses Distribusi Semen

Proses penyebaran semen di PT XYZ dimulai dari perencanaan pengiriman, menentukan tempat tujuan (ship-to) dan Sales Order (SO), jadwal penurunan muatan, validasi data utama, persiapan kendaraan dan supir, proses pengiriman, sampai penurunan muatan di gudang tujuan. Seluruh tahapan tersebut diawasi oleh tim Control Tower (CT) melalui sistem informasi operasional, GPS, serta beberapa sistem pendukung lainnya.



Berdasarkan hasil wawancara dan data operasional, meskipun alur distribusi sudah terstruktur dengan baik, masih ada berbagai kemungkinan kegagalan yang bisa mengganggu kelancaran distribusi dan pencapaian indikator kinerja OTIF. Karena itu, dilakukan analisis risiko dengan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk mengenali serta menentukan prioritas risiko pada setiap tahapan distribusi.

Identifikasi Risiko Berdasarkan Proses Distribusi

Berdasarkan wawancara terdapat 4 risiko dan 22 potensi kegagalan berserta fase/prosesnya yang mungkin terjadi dalam proses distribusi semen.

Identifikasi risiko	Sub Kode	Fase / Proses	Failure Mode (Potensi Kegagalan)
Parkir Lama Armada	R1	Monitoring perjalanan	Armada parkir lebih dari batas waktu tanpa konfirmasi
	R2	Komunikasi CT-Driver	Driver tidak dapat dihubungi karena nomor tidak valid
	R3	Monitoring GPS	GPS tidak aktif atau tidak update sebelum keberangkatan
	R4	Aktivasi tracking	Status pengiriman tidak ter-update karena GPS bermasalah
	R5	Update status bongkar	Status bongkar tidak tercatat otomatis karena GPS tidak update
Operasional Rute Distribusi	R6	Penentuan shipto & SO	Pengiriman tetap dirilis ke gudang dengan level stok tinggi
	R7	Kepatuhan rute	Armada keluar dari rute resmi tanpa izin
	R8	Validasi lokasi bongkar	Lokasi aktual tidak sesuai geofence sistem
	R9	Penjadwalan bongkar	Jadwal bongkar tidak sinkron dengan kapasitas gudang
Inapan Armada Di Gudang	R10	Antrian bongkar	Armada menunggu bongkar karena kapasitas gudang terbatas
	R11	Kesiapan gudang	Gudang penuh atau palet kosong
	R12	Ketepatan jadwal bongkar	Armada datang tidak sesuai jadwal bongkar
	R13	Bongkar muat	Proses bongkar tertunda akibat kerusakan forklift/peralatan
	R14	Pengalihan bongkar	Pengalihan tidak memungkinkan karena keterbatasan akses dan tipe armada
	R15	Ketersediaan armada	Armada tidak tersedia untuk pengiriman berikutnya karena inapan
	R16	Validasi master data	Data driver, armada, atau dokumen tidak ter-update
	R17	Matching armada-driver	Driver aktif di lapangan namun data sistem tidak sesuai
Administratif dan Data Operasional	R18	Validasi dokumen	SIM/KIR/STNK kedaluwarsa namun belum ter-update
	R19	Proses muat semen	Armada terlambat muat karena menunggu konfirmasi kelengkapan administrasi
	R20	Produktivitas armada	Jumlah ritase menurun akibat parkir lama dan inapan
	R21	Validasi data berkala	Master data tidak divalidasi secara periodik
	R22	Evaluasi kinerja	Data tidak akurat menyebabkan analisis kinerja kurang tepat

Effect identification

Tahap ini dilakukan setelah melakukan Failure Mode teridentifikasi, Kemudian dianalisis mengenai Potential Effect

Sub Kode	Effect (Dampak Kegagalan)
R1	Terjadi inapan armada, peningkatan waktu tunggu bongkar, keterlambatan pengiriman berikutnya
R2	Penumpukan armada di gudang, antrean bongkar, penurunan OTIF
R3	Proses matching terhambat, pengiriman tertunda, risiko kesalahan administrasi
R4	Kesulitan monitoring dan komunikasi, lambatnya penanganan kendala
R5	Armada tidak bisa dioperasikan, pengiriman tertunda, risiko pelanggaran regulasi
R6	Armada tidak terpantau, status pengiriman tidak akurat, gangguan monitoring
R7	Waktu keberangkatan mundur, potensi keterlambatan tiba di tujuan
R8	Sistem tidak merefleksikan kondisi lapangan, keterlambatan penanganan masalah
R9	Keterlambatan pengiriman, potensi penurunan kepuasan pelanggan
R10	Risiko kecelakaan, kerusakan barang, penambahan waktu tempuh dan biaya
R11	Penanganan kendala lambat, keterlambatan keputusan operasional
R12	Terjadi inapan armada, berkurangnya ketersediaan armada untuk trip berikutnya
R13	Proses bongkar terhenti, armada menginap, penurunan produktivitas
R14	Bongkar tertunda, antrean armada meningkat, inefisiensi operasional
R15	Status tiba tidak terbaca sistem, keterlambatan update OTIF
R16	Waktu tunggu bongkar meningkat, armada inapan
R17	Armada tetap menginap, keterlambatan distribusi berlanjut
R18	Kesalahan data SPJ, kendala penagihan dan pelaporan
R19	Penurunan kapasitas distribusi harian, keterlambatan pengiriman
R20	Penurunan produktivitas armada dan potensi penurunan revenue
R21	Data sistem tidak akurat, meningkatnya kesalahan operasional
R22	Keputusan manajerial tidak optimal, perbaikan operasional tidak tepat sasaran

Setiap Failure Mode yang diidentifikasi pasti memiliki dampak pada proses distribusi semen yang terjadi. Diidentifikasi mengenai penyebab terjadinya failure mode, dimana penyebabnya dibagi ke dalam 22 fase/proses

SOD Assessment

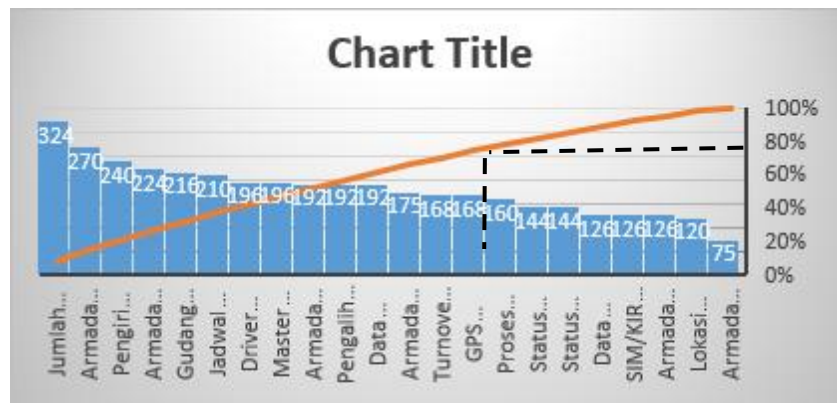
Tahap selanjutnya adalah penilaian risiko (Risk Assessment) berdasarkan parameter yang sudah dibuat

Sub Kode	Severity (S)	Occurance (O)	Detection (D)	RPN
R1	8	7	4	224
R2	7	4	7	196
R3	7	4	6	168
R4	6	4	6	144
R5	6	4	6	144
R6	8	6	5	240
R7	7	3	6	126
R8	5	4	6	120
R9	7	6	5	210
R10	8	6	4	192
R11	9	6	4	216
R12	7	5	5	175
R13	8	4	5	160
R14	8	4	6	192
R15	9	6	5	270
R16	6	3	7	126
R17	6	4	7	168
R18	7	3	6	126
R19	5	3	5	75
R20	9	6	6	324
R21	7	4	7	196
R22	8	3	8	192

Penilaian risiko ini dilakukan berdasarkan hasil wawancara. Selanjutnya dihitung nilai Risk Priority Number (RPN) dengan mengalikan angka Severity, Occurrence, dan Detection

Pareto Chart

Pareto Chart adalah metode statistik yang digunakan untuk menentukan faktor penyebab masalah yang paling penting berdasarkan tingkat risikonya. Statistk Pareto di bagi menjadi 80% dan 20%, Yang dimana 80% dari statistik akan di prioritaskan terlebih dahulu untuk di tangani



Berdasarkan analisis pareto chart, terdapat 14 risiko kritis yang harus diprioritaskan untuk ditangani. Setelah mengidentifikasi 14 risiko prioritas, selanjutnya di urutkan berdasarkan tingkat RPN dari tertinggi ke terendah

Sub Kode	Failure Mode	RPN
R20	Jumlah ritase menurun akibat parkir lama dan inapan	324
R15	Armada tidak tersedia untuk pengiriman berikutnya karena inapan	270
R6	Pengiriman tetap dirilis ke gudang dengan level stok tinggi	240
R1	Armada parkir lebih dari batas waktu tanpa konfirmasi	224
R11	Gudang penuh atau palet kosong	216
R9	Jadwal bongkar tidak sinkron dengan kapasitas gudang	210
R2	Driver tidak dapat dihubungi karena nomor tidak valid	196
R21	Master data tidak divalidasi secara periodik	196
R10	Armada menunggu bongkar karena kapasitas gudang terbatas	192
R14	Pengalihan bongkar tidak memungkinkan karena keterbatasan akses dan tipe armada	192
R22	Data tidak akurat menyebabkan analisis kinerja kurang tepat	192
R12	Armada datang tidak sesuai jadwal bongkar	175
R3	Turnover driver tidak dilaporkan	168
R17	GPS tidak aktif atau tidak update sebelum keberangkatan	168

Risk Treatment

Pada tahap ini dilakukan treatment pada risiko yang kritis berdasarkan hasil analisis dan Pareto Chart. Dari treatment yang dilakukan diharapkan dapat menurunkan tingkat keparahan atau tingkat frekuensi kejadian.

Peringkat	Failure Mode	Risk Treatment (Tindakan Pengendalian)
1	Jumlah ritase menurun akibat parkir lama dan inapan	Penetapan batas maksimum waktu parkir di sistem- Early warning otomatis ke Control Tower saat parkir > X jam- Penyesuaian rencana kirim harian berbasis kapasitas gudang
2	Armada tidak tersedia untuk pengiriman berikutnya karena inapan	Implementasi cut-off pengiriman ke gudang dengan inapan aktif- Prioritas bongkar untuk armada lama inap- Evaluasi ulang alokasi armada harian
3	Pengiriman tetap dirilis ke gudang dengan level stok tinggi	Integrasi stok gudang real-time sebagai syarat rilis SO- Approval tambahan untuk gudang dengan stok > safety stock- Penjadwalan ulang pengiriman
4	Armada parkir lebih dari batas waktu tanpa konfirmasi	Alert otomatis ke driver & control tower- SOP konfirmasi parkir wajib via WhatsApp/ sistem- Pemberlakuan KPI kepatuhan
5	Gudang penuh atau palet kosong	Sinkronisasi stok palet dengan rencana pengiriman- Monitoring kapasitas gudang harian- Buffer palet minimum
6	Jadwal bongkar tidak sinkron dengan kapasitas gudang	Penyesuaian slot bongkar harian di sistem- Pembatasan jumlah SO berdasarkan kapasitas bongkar aktual
7	Driver tidak dapat dihubungi karena nomor tidak valid	Validasi nomor driver saat aktivasi trip- Update data driver setiap 3 bulan- Penambahan kontak cadangan (vendor/MD)
8	Master data tidak divalidasi secara periodik	Program master data cleansing triwulan- Audit data driver, armada, dan gudang- Penanggung jawab data per entitas
9	Armada menunggu bongkar karena kapasitas gudang terbatas	Sistem antrian bongkar berbasis FIFO- Pengaturan waktu kedatangan (arrival window)- Pengurangan pengiriman hari
10	Pengalihan bongkar tidak memungkinkan	Mapping gudang-toko-tipe armada- Penetapan gudang alternatif yang feasible- Penggunaan armada kecil untuk last mile
11	Data tidak akurat menyebabkan analisis kinerja kurang tepat	Validasi data sebelum reporting- Pemberian flag data manual/dispensasi- Review laporan kinerja bulanan
12	Armada datang tidak sesuai jadwal bongkar	Penegakan KPI On-Time Arrival driver- Reminder otomatis jadwal bongkar- Penalti & reward berbasis kepatuhan
13	Turnover driver tidak dilaporkan	SOP wajib lapor pergantian driver- Integrasi vendor driver dengan sistem- Suspend armada bila data tidak update
14	GPS tidak aktif atau tidak update sebelum keberangkatan	Mandatory GPS check sebelum muat- Auto-block muat jika GPS tidak aktif- SLA perbaikan GPS dengan vendor

Tahap selanjutnya adalah berdasarkan hasil treatment di ketahui nilai RPN pada risiko residual menurun signifikan

Sub Kode	Failure Mode	S	O	D	RPN	Alasan Penilaian
R20	Jumlah ritase menurun akibat parkir lama & inapan	8	4	3	96	Dampak tetap tinggi, tapi parkir & inapan terkontrol dengan alert
R15	Armada tidak tersedia karena inapan	6	4	3	72	Cut-off & prioritas bongkar menurunkan kejadian
R6	Pengiriman dirilis ke gudang stok tinggi	6	3	3	54	Integrasi stok menekan rilis tidak layak
R1	Armada parkir tanpa konfirmasi	7	4	3	84	SOP & early warning mempercepat deteksi
R11	Gudang penuh / palet kosong	7	4	4	112	Masih bisa terjadi, tapi sudah terprediksi
R9	Jadwal bongkar tidak sinkron	7	3	3	63	Slot bongkar berbasis kapasitas
R2	Driver tidak dapat dihubungi	5	3	3	45	Validasi & kontak cadangan
R21	Master data tidak divalidasi	6	3	3	54	Cleansing data berkala
R10	Armada menunggu bongkar	7	4	4	112	FIFO & arrival window menekan risiko
R14	Pengalihan bongkar tidak memungkinkan	7	4	4	112	Alternatif terbatas, tapi sudah dipetakan
R22	Data tidak akurat untuk analisis kinerja	6	3	3	54	Flag data & validasi laporan
R12	Armada datang tidak sesuai jadwal	7	3	3	63	Reminder & KPI driver
R3	Turnover driver tidak dilaporkan	7	3	3	63	SOP & suspend armada
R17	GPS tidak aktif / tidak update	7	3	2	42	Mandatory GPS check & auto-block

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk menganalisis risiko karena metode ini cocok dengan karakteristik proses distribusi semen dan memiliki pendekatan yang terstruktur dalam mengidentifikasi kemungkinan kegagalan, penyebab, serta dampaknya.

Dari pemetaan proses dan analisis data operasional, ditemukan empat masalah utama yang berasal dari berbagai tahapan distribusi dan dikelompokkan menjadi 22 kemungkinan kegagalan beserta dampaknya.

Hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa tingkat risiko berbeda-beda tergantung pada tingkat keparahan, frekuensi, dan kemampuan deteksi. Beberapa kegagalan berdampak langsung pada keterlambatan pengiriman, penurunan OTIF, ketersediaan armada, serta produktivitas distribusi.

Dengan analisis Pareto terhadap nilai Risk Priority Number (RPN), didapatkan risiko prioritas yang berfokus pada penempatan armada di gudang, ketidaksesuaian jadwal pengembalian dengan kapasitas gudang, serta masalah terkait data dan pemantauan armada. Risiko tersebut dipilih karena memiliki pengaruh terbesar terhadap risiko operasional.

Penerapan saran perbaikan terhadap risiko prioritas diharapkan dapat mengurangi tingkat risiko secara signifikan, sehingga kinerja distribusi menjadi lebih efektif, terkontrol, dan berkelanjutan..

DAFTAR PUSTAKA

- Asian Development Bank. (2020). *Infrastructure for a seamless Asia*. Asian Development Bank.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2022). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation* (7th ed.). Pearson Education.
- Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management* (5th ed.). Pearson Education.
- Deloitte. (2021). *Digital transformation in logistics: Reducing administrative risk and improving efficiency*. Deloitte Insights.
- Fitri, K., Nugraha, A., & Kuswinarno, M. (2024). Distribusi kargo sebagai bagian integral dari rantai pasok: Efektivitas pengiriman dan biaya logistik. *Owner: Riset dan Jurnal Akuntansi*, 9(4). <https://owner.polgan.ac.id/index.php/owner/article/view/2842>
- Global Cement Report. (2024). *Global cement industry overview 2024*. International Cement Review.
- Lestari, R., & Yunanto, D. (2022). Analisis risiko transportasi barang industri menggunakan metode House of Risk (HOR). *Jurnal Teknik Industri*, 23(2), 115–126.

- McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R. (2009). *The basics of FMEA* (2nd ed.). CRC Press.
- McKinsey & Company. (2022). *Improving fleet reliability and logistics efficiency*. McKinsey Global Institute.
- Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Free Press.
- Prasetyo, A. (2021). Analisis risiko operasional distribusi bahan bangunan menggunakan metode HAZOP. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 10(1), 45–54.
- PwC Indonesia. (2023). *Indonesia logistics outlook: Managing cost and efficiency*. PwC Indonesia.
- Radistya, A. (2024). Manajemen risiko distribusi pada industri manufaktur di Indonesia. *Jurnal Manajemen Operasi*, 6(1), 22–31.
- Schwab, K. (2018). *The fourth industrial revolution*. World Economic Forum.
- Siemens. (2023). *Siemens Amberg Electronics Works: Smart factory case study*. Siemens AG.
- Stamatis, D. H. (2003). *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution* (2nd ed.). ASQ Quality Press.
- Transportation Research Board. (2021). *Freight transportation risk and cargo damage*. National Academies Press.
- Waters, D. (2019). *Supply chain risk management: Vulnerability and resilience*. Kogan Page.
- World Bank. (2023). *World logistics performance index report*. World Bank Group.
- World Economic Forum. (2023). *Global lighthouse network: Unlocking sustainability through digital transformation*. World Economic Forum.