

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Manajemen Logistik dan Pergudangan

2.1.1.1 Pengertian Manajemen Logistik

Manajemen logistik merupakan bagian dari proses rantai pasok (*supply chain*) yang memiliki peran strategis dalam pengelolaan aliran barang dan jasa. Secara terminologi, manajemen logistik didefinisikan sebagai proses perencanaan, pengorganisasian, penyaluran, dan pengawasan terhadap seluruh kegiatan pengadaan, penyimpanan, hingga pendistribusian material atau barang. Tujuan utama dari aktivitas ini adalah untuk menjamin ketersediaan barang pada waktu dan lokasi yang tepat secara efisien (Setiyawan *et al.*, 2020).

Dalam operasionalnya, manajemen logistik tidak hanya sekadar pemindahan barang secara fisik, melainkan juga mencakup pengelolaan informasi dan koordinasi antar unit kerja. Implementasi manajemen logistik yang efektif berfungsi untuk menyeimbangkan antara tingkat pelayanan pelanggan (*customer service level*) dengan minimalisasi biaya operasional. Hal ini mencakup pengendalian terhadap persediaan (*inventory*), pergudangan (*warehousing*), dan transportasi untuk memastikan bahwa kualitas produk tetap terjaga dari titik asal hingga ke tangan pengguna akhir (Setiyawan *et al.*, 2020).

Bagi perusahaan penyedia jasa logistik, keberhasilan manajemen logistik sangat bergantung pada kemampuan organisasi dalam mengidentifikasi dan memitigasi risiko-risiko operasional yang muncul. Kegagalan dalam mengelola

salah satu aspek logistik, seperti kesalahan dalam prosedur penyimpanan atau penanganan barang, dapat memicu inefisiensi yang berdampak pada kerugian finansial serta penurunan kepercayaan dari pihak prinsipal (Setiyawan *et al.*, 2020).

2.1.2 Manajemen Pergudangan

2.1.2.1 Pengertian Manajemen Pergudangan

Manajemen pergudangan merupakan suatu sistem pengelolaan terpadu yang mencakup perencanaan, pengorganisasian, serta pengendalian terhadap seluruh aktivitas operasional di dalam fasilitas penyimpanan. Menurut Setiyawan dkk. (2020), gudang tidak hanya berfungsi sebagai tempat penampungan fisik bagi barang baku maupun barang jadi, melainkan berperan sebagai titik strategis dalam menjamin kontinuitas aliran barang dalam rantai pasok. Fokus utama dari manajemen pergudangan adalah memastikan bahwa setiap komoditas yang disimpan terjaga integritas kualitas dan kuantitasnya melalui prosedur penanganan yang standar.

Secara operasional, manajemen pergudangan melibatkan serangkaian proses yang kompleks, dimulai dari tahap penerimaan barang (*receiving*), pemeriksaan spesifikasi, penyimpanan pada lokasi yang tepat (*put-away*), hingga pemeliharaan selama masa penyimpanan. Setiyawan dkk. (2020) menekankan bahwa efektivitas gudang sangat bergantung pada kemampuan manajemen dalam mengoptimalkan utilitas ruang (*space utilization rate*) dan meminimalkan biaya penanganan material (*material handling costs*). Hal ini dilakukan guna mendukung kelancaran distribusi barang kepada konsumen dengan tingkat akurasi yang tinggi. Lebih lanjut, manajemen pergudangan yang modern menuntut adanya sistem pengawasan yang

ketat terhadap risiko-risiko

operasional. Implementasi teknik penyusunan barang yang sistematis dan penggunaan peralatan pendukung yang tepat merupakan bagian dari strategi manajemen gudang untuk memitigasi potensi kerusakan produk. Keberhasilan dalam pengelolaan gudang secara menyeluruh akan memberikan kontribusi signifikan terhadap efisiensi total logistik perusahaan, memperpendek siklus pemenuhan pesanan, serta meningkatkan daya saing organisasi di pasar (Setiyawan dkk., 2020).

2.1.3 Manajemen Risiko

2.1.3.1 Pengertian Manajemen Risiko

Manajemen risiko merupakan suatu proses sistematis yang dilakukan perusahaan untuk mengidentifikasi, menganalisis, mengevaluasi, mengendalikan risiko yang dapat mempengaruhi pencapaian tujuan (Pradesa et al., 2021). Melalui manajemen risiko, perusahaan dapat mengetahui potensi kerugian sejak awal dan menentukan langkah penanganan yang tepat agar dampak negatif dapat diminimalkan (Rose & Junaidi, 2024). Selain itu, manajemen risiko juga membantu pengambilan keputusan yang lebih efektif karena setiap keputusan telah mempertimbangkan kemungkinan risiko yang mungkin terjadi (Siahaan, 2025).

Dengan demikian, penerapan manajemen risiko menjadi penting agar kegiatan perusahaan dapat berjalan secara terencana, terkontrol, dan berkelanjutan. Penerapan manajemen risiko juga memungkinkan perusahaan untuk meningkatkan kesiapan dalam menghadapi ketidakpastian lingkungan bisnis yang dinamis, seperti perubahan teknologi, persaingan pasar, serta faktor eksternal lainnya. Dengan adanya

pengelolaan risiko yang baik, perusahaan dapat mengoptimalkan sumber daya yang dimiliki serta meningkatkan efisiensi operasional sehingga tujuan yang telah ditetapkan dapat dicapai secara lebih efektif dan sistematis (Pradesa et al., 2021).

Menurut standar ISO 31000, manajemen risiko didefinisikan sebagai aktivitas terkoordinasi untuk mengarahkan dan mengendalikan perusahaan terkait risiko (ISO, 2018). Definisi ini menekankan bahwa risiko tidak hanya dipandang sebagai ancaman, tetapi juga sebagai peluang yang dapat memberikan nilai tambah bagi perusahaan apabila dikelola dengan baik (Fajrul et al., 2025). Oleh karena itu, manajemen risiko dilakukan secara berkelanjutan melalui tahapan identifikasi risiko, analisis risiko, evaluasi risiko, serta penanganan risiko yang disesuaikan dengan tujuan perusahaan. Pendekatan ini memungkinkan perusahaan untuk meningkatkan kinerja sekaligus mengurangi ketidakpastian dalam menjalankan aktivitasnya. Selain itu, ISO 31000 juga menekankan bahwa manajemen risiko harus terintegrasi dengan seluruh proses bisnis perusahaan, termasuk perencanaan strategis, pengambilan keputusan, serta kegiatan operasional sehari-hari. Dengan integrasi tersebut, perusahaan dapat lebih proaktif dalam mengantisipasi risiko dan mampu merespons perubahan secara cepat dan tepat, sehingga keberlangsungan perusahaan dapat terjaga dalam jangka panjang (Sofianti & Suparjiman, 2025).

Secara umum, tujuan utama manajemen risiko adalah untuk meminimalkan potensi kerugian dan meningkatkan peluang keberhasilan perusahaan (Daniswara et al., 2025). Dengan adanya proses manajemen risiko, perusahaan dapat mempersiapkan strategi mitigasi yang tepat terhadap risiko operasional, finansial, maupun strategis (Rahman et al., 2025). Selain itu, manajemen risiko juga

membantu meningkatkan efektivitas pengendalian internal serta mendukung keberlangsungan perusahaan dalam jangka panjang. Penerapan manajemen risiko juga dapat meningkatkan kepercayaan stakeholder karena perusahaan dinilai mampu mengelola ketidakpastian secara profesional dan terstruktur. Oleh karena itu, penerapan manajemen risiko tidak hanya berfungsi sebagai alat pengendalian, tetapi juga sebagai bagian dari proses perencanaan strategis perusahaan yang berorientasi pada peningkatan kinerja dan keberlanjutan. Dengan demikian, manajemen risiko menjadi elemen penting dalam mendukung perusahaan agar mampu bertahan dan berkembang di tengah kondisi lingkungan yang penuh ketidakpastian (Ramadhan et al., 2025).

2.1.3.2 Mitigasi Risiko

Mitigasi risiko merupakan suatu proses atau serangkaian tindakan terencana yang bertujuan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya suatu kegagalan operasional sekaligus menekan dampak kerugian yang ditimbulkannya. Dalam kerangka manajemen rantai pasok (supply chain management), mitigasi bukan sekadar langkah reaktif yang dilakukan setelah masalah terjadi, melainkan sebuah pendekatan proaktif untuk melindungi aset, memastikan kelancaran proses bisnis, dan menjaga kualitas produk dari berbagai ancaman. Penerapan mitigasi yang efektif membutuhkan tahapan identifikasi sumber risiko yang akurat di awal, sehingga tindakan pencegahan (preventive action) dapat dirancang secara spesifik, terukur, dan sesuai dengan kapasitas serta struktur organisasi perusahaan (Khoiroh, 2021).

Dalam operasional logistik dan manajemen pergudangan (*warehousing*), strategi mitigasi difokuskan secara khusus pada upaya untuk meminimalisasi gangguan pada aliran barang (*flow of goods*) serta menjaga integritas fisik komoditas selama masa penyimpanan dan aktivitas bongkar muat. Tindakan perbaikan di area gudang umumnya mencakup pengetatan prosedur pengawasan lapangan, pemeliharaan kelayakan fasilitas penyangga seperti *pallet*, penerapan inspeksi visual secara berkala, serta rekayasa sistem kerja (*Poka-Yoke*) untuk menghindari kelalaian manusia (*human error*). Keberhasilan pelaksanaan mitigasi di rantai operasional ini sangat bergantung pada tingkat kedisiplinan personel dalam mematuhi Standar Operasional Prosedur (SOP) dan komitmen manajemen dalam menciptakan lingkungan operasional yang terstandarisasi (Erzon & Iriani, 2026).

Penggunaan instrumen analitis seperti *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) memegang peranan krusial dalam merumuskan strategi mitigasi yang efisien dan tepat sasaran bagi fasilitas pergudangan. Melalui perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN), pihak manajemen dapat memetakan mode kegagalan dari tingkat yang paling kritis hingga yang terendah, sehingga alokasi waktu dan biaya untuk tindakan perbaikan dapat diprioritaskan pada akar masalah utama. Dengan mengintegrasikan hasil evaluasi FMEA tersebut ke dalam rencana tindakan (*action plan*) maupun hierarki mitigasi (seperti *Analytical Hierarchy Process*), organisasi tidak hanya mampu merespons permasalahan teknis saat ini, tetapi juga membangun kerangka kerja yang solid untuk mencegah potensi kegagalan berulang di masa mendatang (Subhan et al., 2021).

2.1.4 Metode Analisis Risiko

2.1.4.1 *Root Cause Analysis (RCA)*

Dalam Penerapan ilmu manajemen risiko, terdapat berbagai instrumen dan metode yang dapat digunakan oleh perusahaan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, serta memitigasi potensi kegagalan operasional (Pradesa et al., 2021). Pemilihan metode sangat bergantung pada tujuan analisis, apakah bersifat reaktif setelah kejadian atau proaktif sebagai langkah pencegahan (Siahaan, 2025). Beberapa metode analisis risiko yang umum diterapkan di sektor industri dan logistik antara lain Root Cause Analysis (RCA), Fault Tree Analysis (FTA), dan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA).

Root Cause Analysis (RCA) merupakan metode penyelesaian masalah komprehensif yang dirancang untuk mengidentifikasi akar penyebab terdalam dari suatu insiden operasional yang telah terjadi (Suryono et al., 2023). Tujuan utama dari pendekatan ini adalah menelusuri rantai kejadian secara terstruktur, memahami kelemahan sistem, dan merumuskan tindakan korektif agar kegagalan serupa tidak terulang kembali. Meskipun sangat efektif untuk keperluan investigasi pasca-insiden, RCA memiliki keterbatasan utama pada sifatnya yang sangat reaktif. Metode ini dinilai kurang optimal jika digunakan sebagai instrumen pemetaan risiko prediktif, mengingat analisis baru dapat dieksekusi setelah perusahaan mengalami kerugian atau kegagalan yang nyata di lapangan (Irawan & Hidayat, 2022).

2.1.4.2 *Fault Tree Analysis (FTA)*

Fault Tree Analysis (FTA) adalah metode pemetaan risiko yang menggunakan pendekatan deduktif secara *top-down* untuk menelusuri sumber kegagalan sistem secara sistematis (Rahmawati & Susanto, 2023). Dalam penerapannya, analisis ini dimulai dengan menetapkan satu kejadian kegagalan utama yang tidak diinginkan (*top event*) sebagai titik sentral. Dari *top event* tersebut, peneliti kemudian menelusurinya ke bawah dengan membedah seluruh kemungkinan kombinasi kesalahan teknis, kerusakan komponen, hingga faktor kelalaian manusia (*human error*) yang dapat memicu kejadian utama tersebut menggunakan simbol logika yang presisi, seperti gerbang logika AND dan OR. Melalui visualisasi pohon logika ini, FTA mampu memberikan gambaran visual yang sangat mendalam mengenai bagaimana kegagalan-kegagalan kecil yang tampak tidak signifikan dapat berakumulasi dan berujung pada kegagalan sistemik yang fatal di area gudang.

Walaupun FTA sangat unggul dalam memvisualisasikan hubungan sebab-akibat operasional dan mengidentifikasi jalur kegagalan secara spesifik, metode ini sering kali tidak dilengkapi dengan sistem pembobotan kuantitatif yang komprehensif untuk membedakan tingkat urgensi antara satu risiko dengan risiko lainnya. Dalam operasional logistik yang sangat kompleks, sering kali ditemukan puluhan potensi kegagalan yang muncul secara bersamaan. Akibatnya, pihak manajemen akan kesulitan menentukan skala prioritas mitigasi ketika dihadapkan pada banyaknya potensi kegagalan logistik yang memiliki tingkat kompleksitas setara, namun dengan dampak kerugian yang berbeda-beda (Purba et al., 2024).

Ketiadaan sistem ranking berbasis skor ini membuat FTA kurang aplikatif jika tujuan utamanya adalah menentukan alokasi sumber daya perbaikan yang terbatas secara efisien, sehingga diperlukan metode lain yang mampu memberikan nilai prioritas yang terukur.

2.1.4.3 Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Failure mode and effect analysis (FMEA) merupakan sebuah alat atau tools yang digunakan di beberapa sektor industri yang berguna untuk mengidentifikasi kegagalan dan memprioritaskan kegagalan berdasarkan efek yang dihasilkan (Hyatt, 2003). FMEA merupakan sebuah pendekatan secara sistematis yang menerapkan metode pentabelan dengan menentukan mode kegagalan, penyebab kegagalan dan efek dari kegagalan. Tujuan utamanya adalah untuk membantu proses pemikiran yang digunakan oleh *engineers* untuk mengidentifikasi dan menganalisis mode kegagalan dan efeknya. FMEA merupakan Teknik evaluasi tingkat lanjut dari sebuah sistem untuk menentukan efek dari kegagalan dari sistem tersebut. Kegagalan dikelompokkan berdasarkan dampak yang diberikan terhadap Tingkat kesuksesan suatu misi dari sebuah sistem.

Secara umum FMEA didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasi beberapa hal, yaitu:

- a. Penyebab kegagalan yang potensial dari sistem Perusahaan atau organisasi
- b. Efek kegagalan tersebut
- c. Tingkat kekritisan efek kegagalan terhadap fungsi sistem

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis tingkat keandalan suatu sistem serta mengidentifikasi penyebab terjadinya kegagalan. Metode ini bertujuan untuk memastikan sistem, desain, maupun proses dapat memenuhi persyaratan keandalan dan keamanan yang telah ditetapkan. Melalui FMEA, perusahaan dapat memperoleh informasi awal mengenai kemungkinan terjadinya kegagalan sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan sebelum masalah muncul.

Selain itu, FMEA juga memberikan gambaran mengenai prediksi keandalan pada sistem, desain, dan proses yang sedang dijalankan. Dalam penerapannya pada industri logistik khususnya di bidang pergudangan, FMEA digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada aktivitas seperti penerimaan barang, penyimpanan, pengambilan barang (picking), hingga proses pengiriman dari gudang. Melalui metode ini, perusahaan dapat mengetahui risiko yang dapat terjadi seperti kesalahan penempatan barang, kerusakan selama penyimpanan, ketidaksesuaian jumlah stok, maupun keterlambatan proses pengeluaran barang. Dengan demikian, FMEA membantu perusahaan dalam menentukan prioritas perbaikan agar aktivitas pergudangan dapat berjalan lebih efektif, meminimalkan kesalahan operasional, serta meningkatkan keakuratan dan kelancaran proses distribusi.

2.1.4.4 Penerapan metode FMEA

Tujuan penerapan metode *failure mode and effect analysis* menurut McDermott et al., (2009), semua design FMEA dan process FMEA menggunakan sepuluh langkah, ditunjukkan pada tabel 2.1

Tabel 2. 1 Sepuluh Langkah FMEA

Tahapan	Keterangan
Langkah 1	dimulai dengan meninjau proses atau produk yang akan dianalisis. Pada tahap ini dilakukan pemahaman terhadap alur kerja, aktivitas, serta fungsi dari sistem yang diteliti agar ruang lingkup analisis menjadi jelas.
Langkah 2	melakukan brainstorming untuk mengidentifikasi kemungkinan mode kegagalan yang dapat terjadi pada setiap tahapan proses. Identifikasi ini bertujuan untuk mengetahui potensi masalah yang mungkin muncul selama proses berlangsung.
Langkah 3	mengidentifikasi dan mencatat dampak yang ditimbulkan dari setiap mode kegagalan yang telah ditemukan.
Langkah 4	menentukan nilai <i>severity</i> untuk setiap dampak kegagalan. Penilaian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keparahan akibat yang ditimbulkan apabila kegagalan tersebut terjadi.
Langkah 5	dilakukan dengan menetapkan nilai occurrence pada setiap mode kegagalan. Nilai ini menunjukkan seberapa besar kemungkinan kegagalan tersebut dapat terjadi dalam proses yang dianalisis.
Langkah 6	menentukan nilai <i>detection</i> untuk setiap potensi kegagalan. Penilaian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mendeteksi kegagalan sebelum memberikan dampak yang lebih besar.
Langkah 7	selanjutnya adalah menghitung <i>Risk Priority Number (RPN)</i> dengan mengalikan nilai <i>severity</i> , <i>occurrence</i> , dan <i>detection</i> . Nilai RPN digunakan untuk mengetahui tingkat prioritas risiko dari setiap mode kegagalan.
Langkah 8	dilakukan dengan mengurutkan mode kegagalan berdasarkan nilai RPN tertinggi. Tahap ini bertujuan untuk menentukan risiko yang perlu ditangani terlebih dahulu.

Tahapan	Keterangan
Langkah 9	menentukan tindakan perbaikan untuk mengurangi atau menghilangkan mode kegagalan yang memiliki tingkat risiko tinggi. Tindakan ini dapat berupa perbaikan prosedur, penambahan kontrol, maupun perubahan sistem kerja
Langkah 10	Tahap evaluasi dengan menghitung kembali nilai <i>Risk Priority Number</i> setelah dilakukan tindakan perbaikan. Perhitungan ulang ini bertujuan untuk mengetahui apakah risiko yang ada telah berkurang setelah dilakukan perbaikan.

(Sumber: McDermott et al, 2009)

2.1.4.5 *Severity* (Tingkat keparahan)

Severity (Tingkat keparahan) merupakan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan akibat terjadinya suatu mode kegagalan pada suatu sistem atau proses. Penilaian *severity* digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kegagalan terhadap kinerja operasional, kualitas produk, maupun keselamatan kerja. Semakin besar dampak yang ditimbulkan oleh suatu kegagalan, maka nilai *severity* (Tingkat keparahan) yang diberikan juga akan semakin tinggi. Sebaliknya, apabila dampak kegagalan relatif kecil dan tidak mempengaruhi proses secara signifikan, maka nilai *severity* yang diberikan akan lebih rendah.

Oleh karena itu, penilaian *severity* menjadi penting dalam metode FMEA karena dapat menunjukkan tingkat konsekuensi dari setiap potensi kegagalan yang terjadi. Penentuan nilai *severity* (Tingkat keparahan) dapat dilakukan dengan mempertimbangkan konsekuensi kegagalan terhadap berbagai aspek operasional, seperti kerusakan produk, gangguan aktivitas kerja, keterlambatan proses, serta potensi kerugian yang dialami perusahaan.

Dalam aktivitas pergudangan, tingkat severity (Tingkat keparahan) dapat dilihat dari dampak yang ditimbulkan, misalnya kerusakan kemasan barang, runtuhnya tumpukan produk, terhambatnya akses lorong gudang, hingga terganggunya proses distribusi. Apabila kegagalan tersebut menyebabkan kerusakan produk dalam jumlah besar atau menghentikan aktivitas operasional, maka nilai severity yang diberikan akan semakin tinggi. Dengan demikian, penilaian severity membantu perusahaan dalam memahami tingkat keparahan risiko sehingga dapat menentukan prioritas penanganan yang lebih tepat (Liu et al., 2013).

Tabel 2. 2 Penilaian Severity

NILAI	Tingkat Keparahahan	Kriteria Dampak
10	Sangat Berbahaya	Kegagalan menyebabkan kerusakan besar dan menghentikan operasional
9	Sangat Tinggi	Kerusakan produk dalam jumlah sangat besar
8	Tinggi	Kerusakan produk signifikan dan mengganggu proses
7	Cukup Tinggi	Sebagian produk rusak dan perlu penanganan ulang
6	Sedang	Gangguan operasional namun masih dapat dikendalikan
5	Cukup Rendah	Kerusakan kecil dan tidak terlalu mengganggu
4	Rendah	Dampak kecil terhadap kualitas produk
3	Sangat Rendah	Gangguan kecil terhadap operasional
2	Hampir tidak ada	Dampak sangat kecil
1	Tidak ada	Tidak ada dampak terhadap sistem dan operasional

Sumber: Liu et al. (2013) dan Sharma et al. (2005)

2.1.4.6 *Occurrence* (Tingkat Kemungkinan Terjadi)

Occurrence merupakan tingkat kemungkinan terjadinya suatu mode kegagalan dalam proses yang dianalisis. Penilaian *occurrence* dilakukan untuk mengetahui seberapa sering potensi kegagalan dapat muncul selama aktivitas operasional berlangsung. Semakin tinggi Tingkat terjadinya kegagalan, maka nilai *occurrence* yang diberikan juga akan semakin besar. Sebaliknya, apabila kegagalan jarang terjadi atau hanya muncul pada kondisi tertentu, maka nilai *occurrence* yang diberikan akan lebih rendah. Oleh karena itu, penilaian *occurrence* menjadi penting dalam metode FMEA karena dapat memberikan gambaran mengenai tingkat probabilitas munculnya risiko pada suatu proses.

Penentuan nilai *occurrence* dapat didasarkan pada data historis kejadian, hasil observasi lapangan, serta pengalaman operator yang terlibat langsung dalam aktivitas operasional. Dalam pergudangan, nilai *occurrence* dapat dilihat dari frekuensi kejadian seperti tumpukan barang yang miring, karung yang robek saat proses penyusunan, pergeseran barang selama penyimpanan, maupun kesalahan penempatan barang. Jika kejadian tersebut sering ditemukan dalam aktivitas sehari-hari, maka nilai *occurrence* yang diberikan akan semakin tinggi. Sebaliknya, apabila kejadian hanya terjadi dalam kondisi tertentu dan tidak sering ditemukan, maka nilai *occurrence* akan lebih rendah.

Dengan demikian, penilaian *occurrence* membantu perusahaan dalam mengidentifikasi risiko yang paling sering terjadi sehingga dapat diprioritaskan dalam tindakan perbaikan dan pengendalian operasional (Sharma et al., 2005; Santosa et al., 2024)

Tabel 2. 3 Penilaian Occurrence

Nilai	Tingkat Keparahan	Keterangan
10	Sangat Sering	Terjadi hampir setiap hari
9	Sangat Tinggi	Terjadi beberapa kali dalam seminggu
8	Tinggi	Terjadi setiap minggu
7	Cukup Tinggi	Terjadi beberapa kali dalam sebulan
6	Sedang	Terjadi setiap bulan
5	Cukup Rendah	Terjadi beberapa kali dalam 3 bulan
4	Rendah	Terjadi beberapa kali dalam 6 bulan
3	Sangat Rendah	Terjadi
2	Jarang	Terjadi sekali dalam setahun
1	Hampir Tidak Pernah	Sangat jarang terjadi

Sumber: Santosa et al. (2024).

2.1.4.7 *Detection* (Deteksi kegagalan)

Detection merupakan kemampuan sistem dalam mendeteksi suatu mode kegagalan sebelum kegagalan tersebut menimbulkan dampak yang lebih besar. Penilaian *detection* bertujuan untuk mengetahui seberapa efektif mekanisme pengawasan atau pengendalian yang dimiliki perusahaan dalam mengidentifikasi potensi kegagalan. Semakin sulit suatu kegagalan dideteksi, maka nilai *detection* yang diberikan akan semakin tinggi. Sebaliknya, jika kegagalan dapat dengan mudah diketahui melalui proses inspeksi, pengawasan rutin, maupun prosedur kontrol yang jelas, maka nilai *detection* yang diberikan akan semakin rendah. Oleh karena itu, penilaian *detection* menjadi penting dalam metode FMEA karena

berkaitan langsung dengan kemampuan perusahaan dalam mencegah risiko sebelum terjadi kerugian yang lebih besar.

Penentuan nilai *detection* biasanya mempertimbangkan keberadaan sistem pengendalian seperti prosedur inspeksi, pengawasan visual, penggunaan checklist, serta pengalaman operator dalam mengidentifikasi potensi kegagalan. Dalam aktivitas pergudangan, kemampuan deteksi dapat dilihat dari proses pemeriksaan kondisi tumpukan barang, pengawasan terhadap posisi karung, maupun pengecekan stabilitas penyusunan sebelum terjadi keruntuhan. Jika tidak terdapat sistem pengawasan yang jelas atau pemeriksaan dilakukan secara tidak rutin, maka kegagalan akan sulit terdeteksi sehingga nilai *detection* menjadi tinggi. Sebaliknya, apabila terdapat prosedur inspeksi yang terstruktur dan dilakukan secara berkala, maka potensi kegagalan dapat diketahui lebih awal sehingga nilai *detection* menjadi rendah. Dengan demikian, penilaian *detection* membantu perusahaan dalam mengevaluasi efektivitas sistem pengendalian yang diterapkan untuk meminimalkan risiko operasional (Andrejić, 2023).

Tabel 2. 4 Penilaian *Detection*

Nilai	Tingkat Deteksi	Keterangan
10	Tidak dapat dideteksi	Kegagalan tidak dapat diketahui sebelum terjadi
9	Sangat sulit dideteksi	Hampir tidak ada sistem deteksi
8	Sulit dideteksi	Deteksi hanya secara kebetulan
7	Cukup sulit	Deteksi terbatas melalui pengawasan manual
6	Sedang	Deteksi melalui pemeriksaan berkala
5	Cukup mudah	Terdapat prosedur inspeksi sederhana

Nilai	Tingkat Deteksi	Keterangan
4	Mudah	Deteksi melalui pemeriksaan rutin
3	Sangat mudah	Kegagalan cepat terlihat
2	Hampir pasti terdeteksi	Sistem kontrol cukup baik
1	Pasti terdeteksi	Sistem kontrol sangat efektif

Sumber: Liu et al. (2013) dan Andrejić (2023)

2.1.4.8 Risk Priority Number (RPN)

Risk Priority Number (RPN) Merupakan nilai yang digunakan untuk menentukan prioritas risiko dalam metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Nilai RPN diperoleh dari hasil perkalian antara tiga komponen utama, yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection*. *Severity* menunjukkan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan, *occurrence* menunjukkan tingkat kemungkinan terjadinya kegagalan, sedangkan *detection* menunjukkan kemampuan sistem dalam mendeteksi kegagalan sebelum terjadi.

Hasil perkalian dari ketiga komponen tersebut menghasilkan nilai RPN yang digunakan sebagai dasar dalam menentukan tingkat prioritas risiko yang perlu ditangani terlebih dahulu. Semakin tinggi nilai RPN yang diperoleh, maka semakin tinggi pula tingkat risiko yang ditimbulkan sehingga membutuhkan tindakan perbaikan yang lebih cepat. Dalam penerapannya, nilai RPN digunakan untuk mengurutkan setiap mode kegagalan dari tingkat risiko tertinggi hingga terendah. Mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi menjadi prioritas utama untuk dilakukan tindakan perbaikan karena memiliki dampak yang lebih besar terhadap proses operasional. Dalam konteks aktivitas pergudangan, nilai RPN dapat digunakan untuk menentukan risiko seperti ketidakstabilan tumpukan barang,

kerusakan kemasan selama penyimpanan, maupun kesalahan penempatan produk.

Dengan adanya perhitungan RPN, perusahaan dapat lebih fokus dalam menentukan strategi mitigasi risiko yang paling penting untuk dilakukan terlebih dahulu. Selain itu, nilai RPN juga dapat digunakan sebagai acuan untuk mengevaluasi efektivitas tindakan perbaikan dengan membandingkan nilai sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan. Dengan demikian, penggunaan RPN membantu perusahaan dalam melakukan pengendalian risiko secara sistematis dan terstruktur (Sharma et al., 2005; Santosa et al., 2024).

Tabel 2. 5 Penilaian *Risk Priority Number*

Nilai	Tingkat Risiko	Prioritas Tindakan
> 200	Sangat tinggi	Harus segera dilakukan perbaikan
200-150	Tinggi	Perlu dilakukan Tindakan segera
149-100	Sedang	Perlu pengendalian dan monitoring
99-50	Rendah	Perbaikan jika diperlukan
< 50	Sangat rendah	Tidak perlu Tindakan khusus

Sumber: Sharma et al. (2005)

2.1.5 Teknik Penyimpanan dan Penumpukan (*Stapling*)

2.1.5.1 Definisi Penumpukan (*Stacking/Stapling*)

Penumpukan atau yang secara teknis dikenal dengan istilah *stacking* maupun *stapling* merupakan metode pengaturan dan penyimpanan unit beban (*unit load*) secara vertikal guna mengoptimalkan kapasitas tampung gudang tanpa mengesampingkan faktor aksesibilitas barang. Secara konseptual, penumpukan bukan sekadar aktivitas menyusun barang, melainkan strategi manajemen ruang yang bertujuan untuk memanfaatkan *cubic space* atau volume ruangan gudang secara maksimal. Menurut Wibowo dan Handayani (2019) dalam *Jurnal*

Manajemen Transportasi & Logistik, sistem penumpukan (*stapling*) didefinisikan sebagai aktivitas pengaturan barang yang dilakukan dengan menyusun satuan beban di atas lantai atau palet untuk meningkatkan efisiensi penggunaan ruang gudang (*warehouse space utilization*). Dalam perspektif manajemen operasional, teknik ini menjadi faktor penentu dalam produktivitas pergudangan karena berkaitan erat dengan kemudahan identifikasi barang, pengambilan (*picking*), dan pengawasan kualitas. Penumpukan vertikal yang sistematis memungkinkan perusahaan untuk menekan biaya investasi lahan dan bangunan gudang, namun tetap harus memperhatikan batasan beban tekan (*crushing load*) agar tidak merusak integritas fisik produk.

Teknik ini terbukti sangat efektif diimplementasikan pada jenis komoditas yang memiliki karakteristik kemasan seragam, dimensi yang presisi, serta volume pergerakan yang besar. Contoh relevan dari penerapan teknik ini adalah pada penyimpanan pupuk dalam kemasan karung (*sak*), di mana penyusunan yang presisi sangat krusial untuk menjaga stabilitas tumpukan mengingat sifat materialnya yang fleksibel dan berat

2.1.5.2 Metode penyusunan barang dalam kemasan sak (*Bagged Cargo*)

Penyusunan komoditas dalam kemasan sak atau *bagged cargo* memiliki karakteristik teknis dan operasional yang distingtif apabila dibandingkan dengan penanganan barang dalam kemasan kaku (*rigid*) seperti kardus atau peti kayu. Menurut Hidayat dan Setyawan (2021) dalam Jurnal Logistik dan Rantai Pasok, barang dalam kemasan sak memiliki fleksibilitas material yang tinggi sehingga sangat rentan mengalami deformasi bentuk atau distorsi fisik jika menerima tekanan

statis (beban tumpukan) dalam jangka waktu yang lama. Sifat non-kaku ini menuntut adanya metode penyusunan atau stapling yang dirancang secara presisi untuk menciptakan stabilitas struktur yang mampu menahan pergeseran titik berat beban (*center of gravity*) serta menjaga integritas kemasan. Dalam praktik manajemen pergudangan, terdapat beberapa metode penyusunan standar yang diimplementasikan untuk menjamin keamanan *bagged cargo*:

- a. Metode *Cross-Stacking* (Penyusunan Silang): Metode ini dilakukan dengan menyusun karung secara bersilangan antara satu lapisan dengan lapisan di atasnya secara bergantian. Berdasarkan penelitian Nugroho (2020), pola silang berperan sebagai mekanisme pengunci (*interlocking*) yang secara efektif mendistribusikan beban secara merata ke seluruh permukaan tumpukan. Hal ini menciptakan stabilitas lateral yang kuat, sehingga meminimalisir risiko tumpukan miring atau insiden *stapel* roboh akibat getaran maupun pergeseran beban internal.
- b. Metode *Block Stacking*: Metode ini melibatkan penyusunan sak dalam kelompok blok tertentu, biasanya di atas palet, dengan pola yang sejajar. Keunggulan utama metode ini terletak pada maksimalisasi penggunaan ruang vertikal dan kemudahan dalam proses perhitungan stok (*stock opname*). Namun, menurut Hidayat dan Setyawan (2021), metode ini memerlukan pengawasan ketat terhadap kelurusan sisi tumpukan (*alignment*). Tanpa akurasi kelurusan yang tinggi, tumpukan blok cenderung mengalami kemiringan pada salah satu sisi yang dapat memicu keruntuhan berantai.
- c. Penggunaan Alas dan Pembatas (*Dunnage*): Dalam skema penyusunan sak

dengan intensitas tinggi, penggunaan palet sebagai alas (*base*) dan lapisan pembatas antar tumpukan merupakan aspek yang krusial. Sujatmiko (2019) menjelaskan bahwa *dunnage* berfungsi ganda: pertama, sebagai proteksi produk dari kelembapan lantai yang dapat merusak kualitas isi (seperti pada pupuk yang bersifat higroskopis); kedua, sebagai instrumen untuk mendistribusikan beban vertikal secara stabil.

Kegagalan dalam mengimplementasikan metode penyusunan yang tepat pada *bagged cargo* dapat menyebabkan akumulasi tekanan berlebih (*stress*) pada karung di lapisan paling bawah. Jika struktur tumpukan tidak terkunci dengan benar, faktor eksternal kecil seperti getaran alat berat atau ketidakrataan permukaan lantai dapat memicu pergeseran pusat gravitasi yang berujung pada insiden tumpukan ambrol. Sebagaimana ditegaskan oleh Sujatmiko (2019) dalam *Jurnal Manajemen Transportasi*, stabilitas konfigurasi tumpukan karung merupakan parameter kunci dalam mitigasi risiko kerusakan fisik produk serta instrumen utama dalam menjamin keselamatan kerja di area operasional pergudangan.

2.1.5.3 Faktor stabilitas tumpukan

Stabilitas tumpukan (*stack stability*) didefinisikan sebagai kemampuan sekumpulan unit beban untuk mempertahankan posisi tumpukan selama masa penyimpanan maupun saat menerima pengaruh mekanis dari luar. Menurut Saputra dan Fitriyanto (2021), ketidakstabilan tumpukan merupakan variabel utama yang memicu kerusakan fisik pada kemasan barang dan meningkatkan risiko kecelakaan kerja di area operasional gudang. Terdapat tiga faktor fundamental yang menentukan tingkat stabilitas sebuah tumpukan:

- a. Struktur *Interlocking* (Pola Penguncian) Struktur *interlocking* merupakan teknik penyusunan unit beban di mana posisi barang pada lapisan tertentu diletakkan secara bersilangan untuk mengunci atau menutupi pertemuan dua barang pada lapisan di bawahnya. Menurut Prasetyo (2020), penggunaan pola *interlocking* (seperti pola kincir atau pola bata) jauh lebih stabil dibandingkan dengan pola *column stacking* (penumpukan tegak lurus). Pola penguncian ini berfungsi untuk mendistribusikan beban secara merata ke seluruh permukaan dasar dan menciptakan ikatan lateral yang kuat, sehingga mencegah tumpukan miring akibat getaran alat berat atau pergeseran pusat gravitasi (*center of gravity*).
- b. Batas Tinggi Tumpukan (*Stack Height*) Penentuan batas maksimal ketinggian tumpukan harus didasarkan pada perhitungan daya tahan kemasan terhadap beban tekan (*crushing load*). Berdasarkan penelitian Hasan (2020), akumulasi beban statis dari lapisan atas akan menekan kemasan pada lapisan paling bawah. Jika tinggi tumpukan melampaui batas aman, kemasan lapisan bawah akan mengalami deformasi fisik atau distorsi bentuk. Pada komoditas fleksibel seperti karung, deformasi ini akan menyebabkan struktur tumpukan kehilangan keseimbangan dan berisiko tinggi mengakibatkan insiden *stapel* roboh. Oleh karena itu, prosedur standar operasional harus menetapkan jumlah maksimal tumpukan secara eksplisit sesuai spesifikasi teknis produk.
- c. Penggunaan *Pallet* (Alas Penyimpanan) *Pallet* berperan sebagai landasan

utama dalam pembentukan unit beban yang stabil dan terstandarisasi. Menurut Wibowo dan Handayani (2019) dalam *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, penggunaan *pallet* yang berkualitas dan dalam kondisi fisik yang baik sangat krusial untuk memastikan distribusi beban vertikal tetap tegak lurus terhadap lantai. *Pallet* berfungsi untuk menyeimbangkan beban apabila permukaan lantai gudang memiliki tingkat kemiringan tertentu. Selain itu, *pallet* bertindak sebagai proteksi produk dari kelembapan lantai serta mempermudah proses pemindahan menggunakan *forklift* tanpa mengganggu integritas struktur tumpukan di sekitarnya.

2.1.6 Penanganan Material (Material Handling)

2.1.6.1 Pengertian dan Konsep Dasar

Penanganan material (*material handling*) merupakan suatu sistem terintegrasi yang mencakup aktivitas pemindahan, penyimpanan, perlindungan, dan pengendalian material di seluruh proses logistik dan distribusi. Menurut Suarna dkk. (2020), manajemen penanganan material yang efektif bertujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional melalui minimalisasi jarak perpindahan barang serta pengendalian biaya operasional guna menjaga kualitas produk tetap terjaga dari titik asal hingga ke tangan pengguna akhir. Implementasi sistem ini menjadi parameter krusial dalam menentukan produktivitas gudang, di mana setiap pergerakan barang harus memberikan nilai tambah (*value-added*) dan bukan sekadar menambah biaya aktivitas (*activity cost*).

Penanganan material bukan sekadar aktivitas pemindahan fisik barang secara

mekanis menggunakan alat angkut, melainkan sebuah strategi pengelolaan komprehensif yang berpegang pada prinsip "Tepat", yaitu memastikan bahwa barang tersedia dalam jumlah yang tepat, pada waktu yang tepat, dalam kondisi yang baik, dan di lokasi yang tepat. Strategi ini menuntut adanya sinkronisasi antara tenaga kerja, peralatan manual maupun otomatis, serta sistem informasi untuk menciptakan aliran barang yang lancar (*smooth flow*). Kegagalan dalam sistem penanganan material sering kali menjadi penyebab utama terjadinya ketidakefisiensian dan kerusakan fisik produk di area pergudangan. Kerusakan tersebut biasanya disebabkan oleh faktor-faktor teknis seperti kesalahan dalam pemilihan alat angkut, prosedur penumpukan yang tidak sesuai standar (*standard operating procedure*), serta kurangnya pengawasan terhadap stabilitas beban. Dalam logistik komoditas yang bersifat berat dan fleksibel (seperti pupuk dalam kemasan sak), kelemahan pada sistem *material handling* secara langsung akan meningkatkan risiko kecelakaan kerja dan kerugian finansial akibat kerusakan kemasan (*packaging failure*) yang mengharuskan adanya proses penanganan ulang (*re-handling*) yang tidak produktif.

2.1.7 Standar Operasional Prosedur (SOP)

2.1.7.1 Pengertian dan Konsep Dasar (SOP)

Standar Operasional Prosedur (SOP) merupakan serangkaian instruksi kerja tertulis yang dibakukan untuk memastikan seluruh aktivitas operasional, khususnya penanganan material (*material handling*), berjalan secara sistematis, terukur, konsisten, dan aman (Hidayat dkk., 2021). Penerapan dokumen mutu ini bertujuan untuk menyatukan persepsi dan ritme kerja seluruh personel, sehingga

ketergantungan pada kebiasaan individu yang tidak terstandar dapat dihilangkan. Dalam aktivitas pergudangan, SOP berfungsi sebagai pedoman teknis mutlak yang mengatur berbagai tahapan kritis secara presisi seperti prosedur penerimaan barang, penetapan batas maksimal tinggi tumpukan, hingga kewajiban menerapkan pola kunci silang (*interlocking*) pada penyusunan stapel. Aturan baku ini sangat esensial guna mencegah variabilitas tindakan pekerja di lapangan yang sering kali memicu kelalaian manusia (*human error*) dan berujung pada keruntuhan stapel serta kerusakan fisik komoditas (Santosa dkk., 2024). Lebih lanjut, dalam perspektif manajemen risiko, tingkat kepatuhan terhadap SOP berkedudukan sebagai garis pertahanan utama (*first line of defense*) yang secara langsung berkorelasi dengan kemampuan perusahaan dalam meredam anomali operasional sebelum membesar menjadi kerugian finansial (Lubis dkk., 2022).

Oleh karena itu, pengabaian terhadap SOP tidak hanya sekadar menciptakan inefisiensi waktu dan tenaga, tetapi secara kuantitatif akan memicu lonjakan probabilitas frekuensi kejadian kegagalan (*Occurrence*) dalam perhitungan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Kondisi kerentanan tersebut pada akhirnya mutlak menuntut perusahaan untuk tidak hanya memiliki SOP di atas kertas, tetapi juga mengimplementasikan instrumen pengawasan aktif seperti pengisian formulir inspeksi dan *checklist* rutin pasca-penyusunan guna meningkatkan kepekaan sistem dalam mendeteksi (*Detection*) setiap bentuk penyimpangan prosedur sejak dini sebelum dampaknya memburuk (Andrejić, 2023).

2.2 Kajian Penelitian Terdahulu

Menurut Randy (2018), penelitian terdahulu menjadi sebuah acuan bagi peneliti dalam melakukan sebuah penelitian, sehingga dapat memperbanyak teori yang dapat digunakan peneliti untuk mengkaji penelitian yang dilakukan. Penelitian terdahulu ini digunakan sebagai perbandingan yang dapat membantu dalam proses penelitian. Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang diperoleh dari jurnal:

1. "Analisis Risiko Operasional Gudang Baja Menggunakan FMEA" oleh Santosa, B., dkk. (2024)

Artikel yang dipublikasikan oleh Budi Santosa dkk. (2024) membahas mengenai analisis risiko operasional gudang baja *Cold Rolled Coil* guna mengidentifikasi risiko dan penyebab potensialnya. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif. Hasil penelitian ini menjelaskan hambatan utama operasional meliputi 4 indikator risiko kritis yang perlu mendapat prioritas, yaitu pengawasan kegiatan *inbound*, pengelolaan fasilitas, hubungan dengan entitas perusahaan lain, serta pengelolaan sumber daya manusia. Persamaan dengan penelitian ini adalah sama-sama menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), sedangkan perbedaannya terletak pada fokus penelitian tersebut yang menganalisis operasional gudang baja secara umum.

2. "Analisis Risiko Operasional Gudang Menggunakan FMEA" oleh Akmal, M. Z., & Kurnia, G. (2023)

Studi ini memetakan risiko potensial dan menyusun rekomendasi pengendalian di dalam gudang dengan menggunakan metode penelitian kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat lima risiko kritis utama yang secara langsung memengaruhi penurunan kinerja operasional gudang. Kelima risiko tersebut meliputi: pengawasan *inbound*, pengendalian persediaan (*inventory*), pengawasan barang keluar (*outbound*), buruknya hubungan dengan pemasok (*supplier*), serta hambatan pada proses operasional gudang itu sendiri. Titik persinggungan dengan penelitian ini adalah pemakaian metode FMEA serta penentuan prioritas berbasis RPN. Perbedaannya, objek kajian tersebut berfokus pada komoditas baja dan mencakup proses pergudangan secara menyeluruh.

3. "Identifikasi dan Evaluasi Risiko Operasional Logistik dengan Metode FMEA" oleh Baihaqie, M. I., dkk. (2022)

Studi ini merupakan penelitian yang mengaplikasikan metode kualitatif untuk mengevaluasi tingkat keparahan risiko operasional pada divisi logistik. Hasil penelitian membuktikan bahwa seluruh risiko operasional di divisi logistik dapat diidentifikasi sekaligus diukur tingkat keparahannya secara presisi menggunakan kalkulasi RPN. Lebih lanjut, hasil studi ini menegaskan bahwa mode kegagalan yang menghasilkan nilai RPN tertinggi mutlak menjadi prioritas utama yang harus diselesaikan oleh pihak manajemen. Kesamaannya dengan kajian saat ini adalah pemanfaatan alat analisis FMEA.

Letak pembedanya, Baihaqie dkk. menyoroti sistem logistik dalam cakupan yang luas, tanpa mengerucut secara spesifik pada penanganan fisik (*stapel*) di area gudang.

4. "Analisis Mitigasi Risiko Distribusi Pupuk Bersubsidi dengan FMEA" oleh Sejati, D. D., dkk. (2023).

Fokus utama penelitian ini adalah merancang mitigasi dan memetakan faktor kritis di sepanjang jalur distribusi pupuk menggunakan pendekatan metode penelitian kualitatif. Hasil penelitian ini berhasil mengidentifikasi kemunculan 19 titik risiko operasional yang tersebar di sepanjang rantai distribusi pupuk bersubsidi. Titik-titik kegagalan ini membentang mulai dari tahap awal di pabrik produsen hingga proses penyaluran akhir ke tingkat petani. Persamaan yang sangat relevan dengan penelitian ini adalah kesamaan objek studi (komoditas pupuk) serta pemakaian metode FMEA. Namun, penelitian tersebut menyoroti rantai pasok dan distribusi eksternal, sementara penelitian ini murni membedah stabilitas penumpukan di area simpan (*in-house*).

5. "Analisa Risiko Operasional Persediaan pada Gudang Bahan Baku UKM Makanan Ringan Metode FMEA" oleh Indrerespati, R., Haekal, J., & Kholil, M. (2021)

Artikel yang dipublikasikan oleh Indrerespati, Haekal, dan Kholil (2021) membahas mengenai analisis risiko operasional persediaan pada gudang bahan baku UKM makanan ringan guna mengidentifikasi hambatan dan menentukan prioritas perbaikan. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif. Hasil penelitian ini menjelaskan

teridentifikasinya berbagai risiko pada aliran penyimpanan bahan baku, di mana implementasi perbaikan difokuskan pada nilai RPN tertinggi untuk meminimalkan kegagalan. Persamaan penelitian ini terletak pada konteks pergudangan dan pemakaian metode FMEA, sedangkan perbedaannya adalah objek kajian yang menyoroti bahan baku UKM makanan ringan dengan karakteristik penanganan yang berbeda.

6. "Supply Chain Risk Analysis Using FMEA" oleh Lestari, Anggara, & Li (2024)

Riset ini bertujuan menganalisis ancaman rantai pasok secara mendalam dengan menggunakan metode penelitian kualitatif. Hasil penelitian mengklasifikasikan risiko rantai pasok ke dalam tiga dimensi utama: risiko pemasok, risiko proses internal, dan risiko eksternal. Temuan menunjukkan bahwa risiko pemasok menjadi faktor yang paling dominan mengganggu sistem, sementara gangguan eksternal berskala global (seperti pandemi dan konflik geopolitik) terbukti memberikan dampak kerusakan dengan tingkat keparahan (*severity*) tertinggi. Persamaannya adalah penggunaan kerangka FMEA, sementara perbedaannya terletak pada fokus kajian yang mengudara pada level rantai pasok makro (*supply chain*).

7. "Failure mode and effect analysis (FMEA) for mitigation of operational risk" oleh Pangestuti, Nastiti, & Husniaty (2021)

Melalui penggunaan metode kualitatif, penelitian ini membedah risiko rantai pasok dalam konteks krisis atau pandemi. Hasil penelitian menunjukkan temuan yang menarik, yakni adanya perbedaan signifikan pada tingkat risiko

operasional antara periode sebelum dan selama pandemi COVID-19. Sebelum pandemi, tingkat risiko eksternal tergolong rendah, namun selama pandemi justru risiko internal perusahaan yang melonjak drastis, dipicu oleh membengkaknya biaya operasional dan keterbatasan likuiditas. Kesamaannya berada pada integrasi metode FMEA. Adapun pembedanya, studi tersebut sangat menitikberatkan pada faktor krisis eksternal, berlawanan dengan penelitian ini yang mengkaji anomali teknis penyusunan.

8. "Application of FMEA in Financial Risk Analysis as ERM Implementation" oleh Pramana, Sintha, & Mangani (2025)

Penelitian ini mencoba mengomparasikan fluktuasi operasional perusahaan melalui kacamata metode penelitian kualitatif. Hasil penelitian mendeteksi bahwa profil risiko keuangan perusahaan mengalami fluktuasi yang sangat tajam dan signifikan selama periode 2019–2024. Fluktuasi ini paling parah menghantam aspek piutang usaha, di mana risiko berupa "tingginya angka keterlambatan pembayaran" menjadi mode kegagalan paling kritis yang mengancam stabilitas operasional. Persamaan yang ditarik adalah pemakaian metode FMEA. Perbedaannya sangat kontras, karena studi ini berada pada ranah finansial dan *Enterprise Risk Management* (ERM), bukan pada operasional fisik gudang.

9. "Improvement for Warehouse Activity Processes PT. Pos Logistik Indonesia Branch Office Makassar." Oleh Permadi, D., dkk. (2024)

Studi ini mengadopsi metode kualitatif untuk membedah masalah finansial dan operasional gudang dalam kerangka ERM. Hasil penelitian secara

konkret mengidentifikasi berbagai penyebab utama terjadinya kerusakan produk di lantai gudang, di antaranya: insiden barang sering terjatuh, penggunaan *pallet* yang tidak sesuai standar, serta tingginya angka kesalahan dalam menginput data ke dalam sistem. Persamaannya dengan penelitian ini sangat erat, yakni membedah isu kerusakan fisik komoditas di dalam gudang. Perbedaannya, penelitian Permadi dkk. mengawinkan metode FMEA dengan *Fault Tree Analysis* (FTA), sedangkan penelitian ini berfokus tunggal pada FMEA.

10. "Risk Assessment of Gastroenterology Infection Control: A Failure Mode and Effects Analysis" oleh Karaca, A., Yildirim, N., & Çelik, M. (2024)

Meskipun berbeda bidang, penelitian ini juga menggunakan metode penelitian kualitatif untuk mengidentifikasi ancaman pengendalian infeksi medis di rumah sakit. Hasil penelitian membeberkan sejumlah mode kegagalan kritis pada prosedur sterilisasi alat, penanganan pasien, serta sanitasi ruangan. Temuan mengonfirmasi bahwa nilai RPN tertinggi bersarang pada kegagalan proses desinfeksi peralatan medis, sehingga menuntut perombakan prosedur kerja. Kesamaan fundamentalnya terletak pada pembuktian metode FMEA untuk merumuskan prioritas. Pembedanya berada pada sektor yang diteliti, di mana riset tersebut dilakukan pada lanskap kesehatan (medis).

Tabel 2. 6 Kajian Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian, Oleh dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Analisis Risiko Operasional Gudang Baja Menggunakan FMEA (Budi Santosa dkk., 2024)	Mengidentifikasi risiko dan penyebab risiko pada operasional gudang Cold Rolled Coil	Kualitatif	Terdapat 7 indikator dan 22 sub-indikator risiko operasional yang teridentifikasi pada aktivitas gudang. Dari hasil analisis nilai <i>Risk Priority Number</i> (RPN), ditemukan 4 indikator risiko kritis yang perlu mendapatkan prioritas penanganan, yaitu pengawasan kegiatan inbound, pengelolaan fasilitas, hubungan dengan entitas perusahaan lain, serta pengelolaan sumber daya manusia	sama-sama menggunakan metode <i>failure mode and effects analysis</i> (FMEA) dalam mengidentifikasi dan menganalisis Risiko operasional padan sumber daya aktivitas pergudangan manusia	Penelitian ini lebih menganalisis terkait Risiko operasional gudang baja secara umum seperti inbound, fasilitas dan sumber daya manusia

No	Judul Penelitian, Oleh dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
2	Analisis Risiko Operasional Gudang Menggunakan FMEA (Mutzahidan Akmal & Gita Kurnia, 2023)	Memetakan risiko potensial dan menentukan rekomendasi pengendalian risiko gudang	Kualitatif	terdapat lima risiko kritis yang mempengaruhi kinerja operasional gudang, yaitu pengawasan inbound, pengendalian inventory, pengawasan outbound, hubungan dengan supplier, dan proses oprasional gudang	Sama-sama menggunakan metode FMEA untuk menganalisis risiko operasional dan menentukan prioritas berdasarkan RPN	Objek penelitian berupa baja dan fokus pada aktivitas pergudangan secara umum

No	Judul Penelitian, Oleh dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
3	Identifikasi dan Evaluasi Risiko Operasional Logistik dengan Metode FMEA (Muhammad Ibrahim Baihaqie dkk., 2022)	Mengetahui risiko, tingkat risiko, dan pengendalian pada operasional logistik	Kualitatif	risiko operasional pada divisi logistik dapat diidentifikasi dan diukur tingkat keparahannya menggunakan nilai <i>Risk Priority Number</i> (RPN). Risiko dengan nilai RPN tertinggi menjadi prioritas utama dalam penanganan.	Sama-sama menggunakan metode FMEA sebagai alat analisis risiko dan penentuan prioritas risiko	Fokus penelitian pada sistem logistik secara luas, bukan secara spesifik pada aktivitas penyimpanan dan penanganan barang di gudang

No	Judul Penelitian, Oleh dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
4	Analisis Mitigasi Risiko Distribusi Pupuk Bersubsidi dengan FMEA (Dita Dwimerancang mitigasi Sejati dkk., 2023)	Mengetahui risiko dan faktor kritis serta merancang mitigasi risiko distribusi pupuk	Kualitatif	Terdapat 19 risiko yang terjadi sepanjang rantai distribusi pupuk bersubsidi, mulai dari produsen hingga ke tingkat petani.	Sama-sama menggunakan metode FMEA dan memiliki objek penelitian berupa pupuk	Fokus penelitian pada distribusi dan rantai pasok pupuk, sedangkan penelitian ini berfokus pada aktivitas penyimpanan dan penumpukan di gudang

No	Judul Penelitian, Oleh dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
5	Analisa Risiko Operasional Persediaan pada Gudang Bahan Baku UKM Makanan Ringan Metode FMEA Indrarespati, R., Haekal, J. & Kholil, M. (2021)	Mengidentifikasi dan menganalisis risiko operasional pada gudang bahan baku UKM makanan ringan menggunakan FMEA untuk menentukan prioritas perbaikan.	Kualitatif	Teridentifikasi risiko-risiko operasional pada aliran penyimpanan bahan baku. Nilai RPN tertinggi menjadi prioritas utama perbaikan untuk meminimalkan potensi kegagalan dalam proses persediaan.	Sama-sama menggunakan metode FMEA dalam konteks aktivitas pergudangan	Objek penelitian berupa gudang bahan baku UKM makanan ringan, sedangkan penelitian ini berfokus pada gudang pupuk dengan karakteristik berbeda

No	Judul Penelitian, Oleh dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
6	<i>Supply Chain Risk Analysis Using FMEA Lestari, Anggara, & Li</i> (2024)	Menganalisis risiko rantai pasok dan menentukan prioritas risiko	Kualitatif	Terdapat risiko rantai pasok terbagi menjadi tiga kategori utama, yaitu risiko dari pemasok, risiko proses internal, dan risiko eksternal. Risiko pemasok seperti keterlambatan dan kualitas rendah menjadi yang paling dominan. Selain itu, gangguan global seperti pandemi dan konflik geopolitik memiliki dampak besar dengan tingkat keparahan tinggi.	Sama-sama menggunakan metode FMEA untuk menganalisis dan menentukan prioritas risiko dalam suatu sistem operasional	Fokus penelitian pada rantai pasok secara luas yang mencakup berbagai aspek eksternal dan internal

No	Judul Penelitian, Oleh dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
7	Failure mode and effect analysis (FMEA) for mitigation of operational risk Pangestuti, Nastiti, & Husniaty (2021)	Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mengklasifikasikan, dan menganalisis berbagai risiko yang terjadi dalam rantai pasok dengan menggunakan metode FMEA	Kualitatif	Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan signifikan tingkat risiko operasional sebelum dan selama pandemi COVID-19. Sebelum pandemi, risiko eksternal relatif rendah, namun selama pandemi risiko internal meningkat akibat kenaikan biaya operasional, keterbatasan modal kerja, serta menurunnya minat investor.	Sama-sama membahas analisis risiko operasional dalam suatu sistem, menggunakan pendekatan FMEA	Fokus penelitian pada kondisi pandemi dan perubahan risiko akibat faktor eksternal, sedangkan penelitian ini berfokus pada risiko operasional di gudang yang bersifat teknis, seperti kerusakan akibat penyusunan stapel

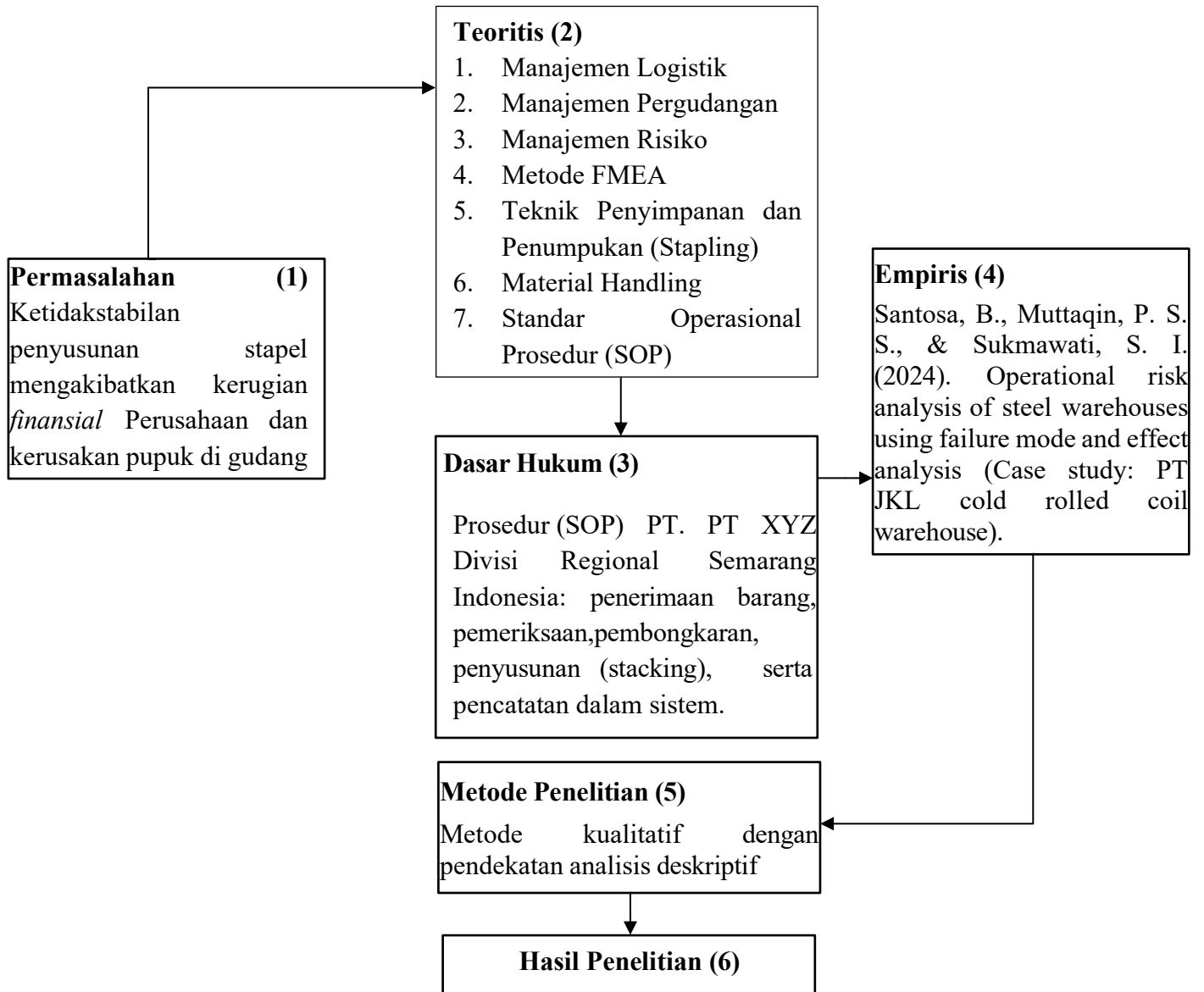
No	Judul Penelitian, Oleh dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
8	<i>Application of FMEA in Financial Risk Analysis as ERM Implementation</i> Pramana, Sintha, & Mangani (2025)	Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan membandingkan tingkat risiko operasional perusahaan sebelum dan selama pandemi COVID-19 dengan menggunakan metode FMEA	Kualitatif	Penelitian ini menunjukkan bahwa risiko keuangan Perusahaan mengalami fluktuasi signifikan selama periode 2019–2024, terutama pada aspek piutang usaha. Tingginya risiko keterlambatan pembayaran.	Sama-sama menggunakan metode FMEA sebagai alat untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko	Fokus penelitian pada risiko keuangan perusahaan, sedangkan penelitian ini berfokus pada risiko operasional fisik di gudang,

No	Judul Penelitian, Oleh dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
9	Improvement for Warehouse Activity Processes PT. Pos Logistik Indonesia Branch Office Makassar, Sidenreng Rappang' Area by Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) & Fault Tree Analysis (FTA) Methods Permadi,D.,Fayaqun,R., Sitompul,C., & Fajriani, D. (2024).	Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko keuangan dalam implementasi Enterprise Risk Management (ERM) dengan menggunakan metode FMEA,	Kualitatif	penelitian mengidentifikasi berbagai penyebab utama kerusakan produk di gudang, seperti barang sering jatuh saat proses penyimpanan, penggunaan pallet yang tidak sesuai, serta kesalahan input data dalam sistem.	Sama-sama membahas risiko operasional pada aktivitas pergudangan dan kerusakan barang	Menggunakan kombinasi metode FMEA dan FTA, sedangkan penelitian ini hanya menggunakan metode FMEA serta lebih fokus pada penyebab kerusakan akibat ketidakstabilan stapel

No	Judul Penelitian, Oleh dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
10	RISK ASSESSMENT OF GASTROENTEROLOGY INFECTION CONTROL: A FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS Karaca, A., Yildirim, N., & Çelik, M. (2024)	Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi risiko pada proses pengendalian infeksi di unit gastroenterologi serta menentukan prioritas risiko yang perlu dilakukan perbaikan	Kualitatif	Hasil penelitian menunjukkan beberapa mode kegagalan pada proses sterilisasi alat, prosedur penanganan pasien, serta kebersihan ruangan. Risiko dengan nilai RPN tertinggi terdapat pada proses desinfeksi peralatan medis sehingga diperlukan perbaikan prosedur kerja dan peningkatan pengawasan untuk menurunkan potensi infeksi	Sama-sama menggunakan metode FMEA untuk mengidentifikasi dan menentukan prioritas risiko	Objek penelitian berada pada sektor kesehatan, bukan pada bidang logistik atau pergudangan seperti penelitian ini

Sumber: Olahan Data Peneliti, 2026

2.3 Alur Kerangka Penelitian



Gambar 2.1 Alur Kerangka Berpikir

Sumber: Olahan Data Peneliti