

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Konsep Manajemen Armada

Manajemen armada merupakan elemen fundamental dalam lingkup operasional logistik dan distribusi yang menentukan tingkat efisiensi serta keandalan sebuah organisasi transportasi dalam menjalankan aktivitasnya. Secara konseptual, manajemen armada mencakup seluruh rangkaian proses pengelolaan kendaraan komersial milik perusahaan, mulai dari tahap perencanaan kebutuhan kendaraan, pengoperasian harian, pemeliharaan teknis, hingga pengendalian kinerja secara menyeluruh. Pengelolaan yang terintegrasi ini sangat krusial bagi keberlangsungan rantai pasok, terutama pada sektor industri yang memiliki ketergantungan tinggi terhadap ketersediaan aset transportasi.

Definisi manajemen armada dapat dipahami melalui berbagai perspektif teoretis yang saling melengkapi. (Utomo dkk., 2025) mendefinisikan manajemen armada sebagai proses mengelola serta mengoptimalkan kendaraan komersial suatu perusahaan yang mencakup dimensi pemeliharaan, operasi, kepatuhan, dan kinerja. Fokus utama dari proses ini adalah untuk meningkatkan efisiensi, mereduksi pengeluaran biaya, memprediksi waktu pemeliharaan secara akurat, serta meningkatkan produktivitas organisasi secara komprehensif. Manajemen armada berperan sebagai instrumen strategis dalam menjaga reliabilitas layanan transportasi serta keberlanjutan ekosistem distribusi logistik.

Dalam sudut pandang yang berorientasi pada pemenuhan ekspektasi pasar, (Felinta dkk., 2024) menekankan bahwa manajemen armada merupakan aspek vital dalam operasional kendaraan guna memenuhi permintaan pelanggan yang semakin kompleks. Optimasi pada bidang ini dipandang sebagai variabel penentu daya saing perusahaan, mengingat setiap perbaikan dalam proses pengelolaan armada akan berdampak langsung pada kualitas pelayanan dan efisiensi biaya logistik. Tanpa manajemen yang andal, perusahaan akan menghadapi risiko kegagalan distribusi yang berdampak pada reputasi bisnis. Secara lebih luas, (Rushton et al., 2010) memandang manajemen armada dalam konteks sistem logistik terpadu yang bertugas mengelola sumber daya transportasi agar mampu memberikan layanan distribusi secara tepat waktu dan tepat jumlah.

Pendekatan tersebut menempatkan transportasi bukan sekadar aktivitas pengangkutan fisik, melainkan sebuah variabel strategis yang harus dikelola dengan struktur biaya yang terkendali guna mendukung tujuan organisasi secara efektif. Berdasarkan sintesis dari berbagai definisi tersebut, manajemen armada dapat disimpulkan sebagai serangkaian kegiatan manajerial yang terstruktur untuk mengelola seluruh sumber daya kendaraan perusahaan secara sistematis. Cakupan pengelolaan ini meliputi dimensi teknis kendaraan, kompetensi sumber daya manusia, kepatuhan terhadap regulasi, serta efisiensi aspek finansial. Implementasi manajemen armada yang efektif merupakan prasyarat mutlak dalam menjamin kelancaran proses logistik dan pencapaian produktivitas operasional yang optimal guna mendorong tercapainya keunggulan kompetitif organisasi di tengah persaingan industri.

2.1.1.1 Tujuan Manajemen Armada

Tujuan manajemen armada dapat dijabarkan ke dalam beberapa poin strategis yang saling terintegrasi guna mendukung efektivitas distribusi sebagai berikut :

1. Optimalisasi Efisiensi Operasional

Tujuan ini berfokus pada pemanfaatan setiap unit kendaraan secara maksimal dalam setiap penugasan. Rushton *et al.* (2010) menekankan pentingnya perancangan rute pengiriman yang paling efisien serta maksimalisasi kapasitas muatan agar tidak ada sumber daya transportasi yang terbuang secara sia-sia. Hal ini sejalan dengan pandangan (Utomo dkk., 2025) yang menyatakan bahwa peningkatan efisiensi secara menyeluruh bertujuan untuk memastikan setiap perjalanan armada mampu memberikan nilai tambah yang maksimal bagi keberlangsungan bisnis organisasi.

2. Pengendalian Struktur Biaya Komprehensif

Manajemen armada bertujuan untuk mengelola dan mengendalikan seluruh beban biaya yang timbul dari pengoperasian kendaraan. Rushton *et al.* (2010) mengategorikan hal ini ke dalam pengawasan biaya tetap (*standing costs*) seperti asuransi dan penyusutan, serta biaya variabel (*running costs*) seperti bahan bakar dan pemeliharaan rutin. Pengendalian ini diperkuat oleh Utomo dkk. (2025) yang mengemukakan bahwa reduksi biaya operasional harus dilakukan melalui pengelolaan yang lebih terstruktur dan berbasis data guna menjaga stabilitas finansial perusahaan.

3. Peningkatan Reliabilitas dan Keunggulan Kompetitif

Menjamin ketersediaan layanan distribusi yang andal merupakan sasaran utama untuk mempertahankan kepercayaan pelanggan. Rushton *et al.* (2010) menegaskan bahwa armada harus mampu memberikan layanan secara tepat waktu dan tepat jumlah dengan struktur biaya yang terukur guna mempertahankan keunggulan kompetitif di pasar. Reliabilitas ini menjadi parameter kualitas pelayanan yang secara langsung berdampak pada citra perusahaan di mata para pemangku kepentingan dan mitra bisnis.

4. Transformasi Pemeliharaan Prediktif dan Reduksi *Downtime*

Tujuan ini menitikberatkan pada upaya meminimalkan gangguan operasional melalui deteksi dini potensi kerusakan. Utomo dkk. (2025) menjelaskan bahwa kemampuan untuk memprediksi waktu pemeliharaan secara akurat merupakan target krusial agar setiap anomali teknis dapat diantisipasi sebelum terjadi kegagalan fungsi. Dengan meminimalkan waktu henti kendaraan (*downtime*), produktivitas armada dapat dipertahankan pada tingkat yang optimal secara berkelanjutan tanpa terhambat oleh masalah mekanis yang mendadak.

5. Penjaminan Keselamatan dan Keandalan Aset

Keselamatan pengemudi dan keamanan aset merupakan prioritas yang tidak dapat dipisahkan dari manajemen armada yang andal. (Tanamal dkk., 2023) menekankan bahwa pemantauan kondisi armada secara *real-time* bertujuan untuk memastikan keandalan kendaraan di setiap lintasan operasional. Penjaminan keselamatan ini tidak hanya berfungsi sebagai bentuk kepatuhan

terhadap regulasi, tetapi juga sebagai langkah mitigasi risiko untuk menghindari kerugian *materiil* maupun *non-materiil* akibat kecelakaan lalu lintas.

6. Penyediaan Data untuk Pengambilan Keputusan Strategis

Tujuan akhir dari sistem pengelolaan armada modern adalah menghasilkan informasi yang akurat untuk mendukung kebijakan manajerial. Utomo dkk. (2025) mencatat bahwa pengelolaan berbasis data memungkinkan manajemen untuk mengevaluasi kinerja setiap unit secara transparan. Dengan ketersediaan data yang valid, perusahaan dapat melakukan perbaikan proses bisnis secara berkelanjutan (*continuous improvement*) demi mencapai standar operasional yang lebih tinggi dan efisien di masa depan.

2.1.1.2 Fungsi Manajemen Armada

Untuk mewujudkan tujuan-tujuan di atas, manajemen armada menjalankan sejumlah fungsi pokok yang saling mendukung dan tidak dapat dijalankan secara parsial. Terdapat beberapa fungsi manajemen armada menurut Rushton *et al.* (2010), di antaranya :

1. Fungsi Perencanaan,

Berfokus pada perancangan armada secara sistematis, mencakup penentuan jumlah serta jenis kendaraan sesuai volume distribusi, perencanaan rute efisien, hingga penjadwalan operasional guna mencegah tumpang tindih kapasitas. Perencanaan presisi ini menjadi fondasi utama dalam meningkatkan produktivitas melalui minimalisasi *idle time* serta optimalisasi rasio pengisian muatan pada setiap siklus perjalanan distribusi guna mendukung tercapainya efisiensi biaya operasional perusahaan.

2. Fungsi Pengoperasian,

Yaitu memastikan kendaraan beroperasi sesuai rute dan jadwal yang telah ditetapkan dengan memperhatikan kapasitas muatan, kondisi jalan, dan tenggat waktu pengiriman yang disepakati bersama pelanggan demi menjamin tingkat kepuasan serta loyalitas konsumen.

3. Fungsi Pengendalian dan Evaluasi

Yaitu memantau kinerja armada secara berkala melalui indikator-indikator yang terukur, mengidentifikasi penyimpangan dari standar yang telah ditetapkan, serta mengambil tindakan korektif yang diperlukan agar operasional kembali berjalan sesuai rencana dan target efektivitas distribusi yang telah ditentukan.

Melengkapi fungsi-fungsi tersebut, Utomo dkk. (2025) menambahkan bahwa manajemen armada juga menjalankan:

1. Fungsi Pengorganisasian,

Yaitu mengatur pembagian tugas dan tanggung jawab antara pengemudi, tim pemeliharaan, dan manajemen operasional secara jelas, sehingga setiap elemen dalam sistem armada dapat bekerja secara sinergis tanpa tumpang tindih kewenangan.

2. Fungsi Pemeliharaan,

Yaitu menjaga kondisi teknis kendaraan agar selalu dalam keadaan layak operasi melalui perawatan rutin yang terjadwal (*preventif*) maupun perbaikan segera ketika terjadi kerusakan (*korektif*), sehingga risiko *downtime* yang tidak terencana dapat ditekan serendah mungkin.

2.1.1.3 Komponen Manajemen Armada

Kendaraan merupakan komponen fisik utama yang menjadi subjek pusat dalam sistem manajemen armada, di mana eksistensinya menentukan kapabilitas operasional perusahaan logistik. Pemilihan aset ini tidak dapat dilakukan secara sembarang, melainkan harus didasarkan pada analisis mendalam terhadap karakteristik muatan, kondisi infrastruktur jalan yang akan dilalui, serta tuntutan regulasi teknis yang berlaku secara nasional. Menurut Rushton *et al.* (2010), keputusan dalam pemilihan kendaraan memiliki implikasi jangka panjang terhadap struktur biaya operasional dan standar keamanan layanan. Oleh karena itu, ketelitian dalam menentukan spesifikasi teknis unit, seperti kapasitas mesin dan daya angkut, menjadi prasyarat mutlak guna menjamin kelaikan jalan serta efisiensi penggunaan aset dalam jangka waktu yang lama.

Selain aspek fisik kendaraan, pengemudi sebagai sumber daya manusia merupakan komponen vital yang bertindak sebagai ujung tombak dalam pelaksanaan operasional distribusi di lapangan. Kompetensi teknis dalam mengoperasikan kendaraan berat serta kedisiplinan terhadap standar operasional prosedur sangat menentukan kelancaran dan keamanan setiap perjalanan. Keberadaan teknologi kendaraan yang mutakhir sekalipun tidak akan memberikan kontribusi optimal terhadap penghematan biaya operasional tanpa adanya profesionalisme dari pihak pengemudi. Oleh karena itu, investasi pada pelatihan sumber daya manusia menjadi aspek yang tidak terpisahkan dalam manajemen armada guna menciptakan budaya kerja yang mengutamakan keselamatan dan efisiensi energi.

Sistem pemeliharaan merupakan komponen pendukung krusial yang berfungsi menjamin usia pakai aset dapat mencapai titik maksimal dengan performa yang stabil. Utomi dkk. (2025) menjelaskan bahwa sistem pemeliharaan yang andal harus mencakup dokumentasi riwayat perbaikan yang komprehensif serta pemeriksaan rutin yang terjadwal secara ketat. Keberhasilan komponen ini berkontribusi langsung pada pengurangan pengeluaran biaya perbaikan besar yang sering kali muncul akibat pengabaian gejala kerusakan kecil pada mesin atau rangka kendaraan. Dengan adanya sistem perawatan yang terstruktur, perusahaan dapat meminimalkan risiko kegagalan teknis mendadak yang berpotensi menghentikan aktivitas distribusi secara keseluruhan.

Komponen teknologi dan sistem informasi kini menjadi bagian yang semakin integral dalam manajemen armada modern untuk mendukung transparansi data operasional. Tanamal dkk. (2023) mengemukakan bahwa implementasi sistem manajemen armada berbasis teknologi digital memungkinkan perusahaan untuk mengawasi posisi, perilaku mengemudi, dan kondisi mesin secara *real-time*. Integrasi teknologi ini berfungsi sebagai alat kendali manajerial dalam merespons dinamika di lapangan, seperti hambatan lalu lintas atau keterlambatan proses muat, secara cepat dan akurat. Pemanfaatan data digital ini juga mempermudah manajemen dalam melakukan evaluasi kinerja harian guna menemukan peluang perbaikan proses distribusi yang lebih efektif. Secara keseluruhan, integrasi antara pemeliharaan rutin dan teknologi monitoring menciptakan visibilitas total terhadap seluruh aset transportasi perusahaan.

Terakhir, pengendalian biaya operasional merupakan komponen manajerial yang memastikan seluruh aktivitas armada tetap berada dalam koridor anggaran organisasi yang sehat. Rushton *et al.* (2010) menegaskan pentingnya pemantauan rutin terhadap pengeluaran tetap dan variabel agar perusahaan dapat menjaga profitabilitas di tengah fluktuasi harga bahan bakar maupun suku cadang. Efektivitas komponen ini sangat bergantung pada akurasi data yang dihasilkan dari integrasi antara kelaikan fisik kendaraan, profesionalisme pengemudi, serta ketepatan sistem pemeliharaan yang dijalankan. Melalui sinergi seluruh komponen tersebut, manajemen armada dapat berfungsi sebagai penggerak utama dalam mencapai produktivitas operasional yang optimal dan berkelanjutan bagi perusahaan logistik.

2.1.1.4 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Armada

Kinerja armada tidak ditentukan oleh satu faktor tunggal, melainkan merupakan hasil interaksi kompleks dari berbagai faktor yang bersifat internal maupun eksternal. Setiap faktor memiliki bobot dan karakteristik yang berbeda, namun semuanya berpotensi mengganggu kelancaran operasional apabila tidak dikelola dengan baik. Pemahaman yang mendalam terhadap faktor-faktor ini menjadi landasan penting dalam merancang strategi pengelolaan risiko yang tepat sasaran, sehingga potensi penurunan produktivitas dapat diidentifikasi dan dimitigasi sebelum berkembang menjadi gangguan yang lebih serius.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja armada menurut Rushton *et al.* (2010), di antaranya:

1. Faktor teknis, berkaitan erat dengan kondisi fisik dan mekanis kendaraan sebagai aset utama operasional. Kerusakan mendadak (*breakdown*) di tengah perjalanan tidak hanya menghentikan unit kendaraan, tetapi berpotensi mengganggu seluruh rangkaian jadwal distribusi yang telah direncanakan. Ketidaksesuaian spesifikasi teknis kendaraan dengan beban yang diangkut secara terus-menerus akan mempercepat keausan komponen dan meningkatkan frekuensi kerusakan. Selain itu, keterlambatan dalam pelaksanaan perawatan rutin secara berkala akan memperparah kondisi teknis kendaraan secara kumulatif, sehingga apa yang awalnya hanya merupakan kerusakan ringan dapat berkembang menjadi kerusakan berat yang membutuhkan waktu dan biaya perbaikan yang jauh lebih besar.
2. Faktor Operasional, yang mencakup seluruh aspek perencanaan dan pelaksanaan kegiatan distribusi dalam keseharian. Inefisiensi dalam perencanaan rute pengiriman dapat menyebabkan kendaraan menempuh jarak yang lebih jauh dari yang seharusnya, membuang waktu dan bahan bakar secara tidak perlu. Penjadwalan kendaraan yang tidak optimal, misalnya terlalu banyak kendaraan beroperasi pada jam-jam tertentu sementara pada waktu lain kapasitas tidak terpakai, akan menghasilkan utilisasi armada yang rendah dan biaya operasional yang membengkak. Selain itu, hambatan pada proses bongkar muat di titik keberangkatan maupun di lokasi tujuan, seperti antrian panjang akibat keterbatasan fasilitas atau ketidaksesuaian jadwal, turut menyumbang waktu henti bagi kendaraan.

3. Faktor Eksternal, yang meliputi berbagai kondisi di luar kendali langsung perusahaan namun memiliki dampak nyata terhadap kelancaran operasional armada. Kondisi infrastruktur jalan yang buruk, seperti jalan berlubang, jembatan dengan batas tonase rendah, atau akses jalan yang sempit di wilayah pedesaan, memaksa kendaraan untuk mengurangi kecepatan, mengambil rute memutar, atau bahkan membatasi jenis kendaraan yang dapat digunakan. Kemacetan lalu lintas, terutama di kawasan perkotaan dan sekitar kawasan industri, secara langsung memperpanjang waktu tempuh dan mengurangi jumlah pengiriman yang dapat diselesaikan dalam satu hari kerja. Di samping itu, perubahan regulasi seperti pembatasan jam operasional kendaraan berat, revisi batas bobot muatan maksimum, serta peraturan emisi kendaraan yang semakin ketat juga dapat mengubah pola operasional yang selama ini telah berjalan, sehingga membutuhkan penyesuaian cepat dari manajemen armada agar tetap patuh terhadap hukum sekaligus menjaga efisiensi operasional.

2.1.2 Konsep Manajemen Risiko

Dalam setiap kegiatan operasional, ketidakpastian selalu hadir sebagai bagian yang tidak dapat dihindari. Ketidakpastian tersebut berpotensi menimbulkan kerugian apabila tidak diidentifikasi dan ditangani secara sistematis sejak awal. Di sinilah manajemen risiko mengambil peran yang sangat krusial sebagai sebuah pendekatan terstruktur untuk mengelola potensi gangguan sebelum berkembang menjadi masalah yang lebih besar guna memberikan jaminan keamanan bagi seluruh aset perusahaan.

Menurut (Sampe dkk., 2023), manajemen risiko merupakan proses sistematis yang mencakup identifikasi, analisis, evaluasi, hingga pengendalian risiko guna meminimalkan dampak negatif dari ketidakpastian. Definisi ini menekankan bahwa manajemen risiko harus bersifat proaktif, yakni dilakukan jauh sebelum risiko tersebut terwujud, bukan sekadar respons reaktif terhadap kejadian yang sudah berlangsung. Sejalan dengan hal tersebut, (Hopkin, 2017) memberikan sudut pandang strategis dengan menyatakan bahwa manajemen risiko adalah rangkaian prinsip dan kerangka kerja yang dirancang untuk membantu organisasi memahami serta mengambil tindakan atas risiko yang dihadapi. Pandangan ini menegaskan bahwa manajemen risiko tidak hanya bertujuan menghindari kerugian, tetapi juga memungkinkan organisasi bergerak maju dengan tingkat kepastian dan keyakinan hasil yang lebih tinggi.

Di sisi lain, (Sinaga & Jayanti, 2022) mendefinisikan manajemen risiko sebagai sebuah disiplin ilmu yang membantu organisasi menghadapi ketidakpastian melalui pendekatan yang terukur serta terencana. Disiplin ini mencakup seluruh tahapan krusial, mulai dari pengenalan potensi ancaman hingga pelaksanaan tindakan mitigasi konkret yang dapat dipertanggungjawabkan secara profesional. Berdasarkan sintesis dari pendapat para ahli tersebut, manajemen risiko dapat disimpulkan sebagai upaya manajerial yang komprehensif dalam mengelola ketidakpastian guna melindungi nilai organisasi. Dengan mengintegrasikan prinsip proaktif dan strategis, manajemen risiko berfungsi sebagai fondasi utama dalam menjaga kelangsungan operasional serta mencapai target organisasi di tengah lingkungan bisnis yang dinamis dan penuh tantangan.

Berdasarkan beberapa definisi yang telah dikemukakan di atas, dapat ditarik sebuah pemahaman yang komprehensif bahwa manajemen risiko merupakan suatu proses yang terstruktur, proaktif, dan berkelanjutan dalam mengenali, menganalisis, mengevaluasi, serta mengendalikan berbagai potensi risiko yang dapat mengganggu jalannya operasional organisasi. Lebih dari sekadar upaya pencegahan, manajemen risiko sejatinya adalah sebuah pendekatan strategis yang memungkinkan organisasi untuk tidak hanya bertahan di tengah ketidakpastian, tetapi juga terus bergerak maju dengan langkah yang lebih terukur dan penuh keyakinan. Dengan demikian, tujuan akhir dari manajemen risiko bukan semata-mata menghindari kerugian, melainkan memastikan keberlangsungan, kestabilan, dan pertumbuhan kinerja perusahaan secara jangka panjang di tengah dinamika lingkungan operasional yang terus berubah.

2.1.2.1 Tujuan Manajemen Risiko

Penerapan manajemen risiko dalam sebuah organisasi bukan tanpa arah dan maksud yang jelas. Terdapat beberapa tujuan manajemen risiko menurut Sampe dkk. (2023), di antaranya:

1. Mengidentifikasi potensi risiko yang dapat menghambat pencapaian tujuan organisasi sedini mungkin, sehingga tindakan pencegahan dapat segera direncanakan dan dilaksanakan sebelum dampak negatifnya meluas ke seluruh aspek operasional.
2. Mengurangi kemungkinan terjadinya kerugian finansial maupun operasional yang diakibatkan oleh risiko yang tidak terkelola, sehingga sumber daya perusahaan dapat digunakan secara lebih efisien dan terarah.

3. Meningkatkan kemampuan organisasi dalam merespons dan beradaptasi terhadap kondisi yang tidak terduga, sehingga keberlangsungan operasional tetap dapat terjaga meskipun menghadapi gangguan dari luar maupun dari dalam.
4. Memberikan landasan yang kuat bagi pengambilan keputusan manajerial yang lebih akurat dan berbasis data, karena setiap keputusan strategis telah mempertimbangkan potensi risiko dan konsekuensinya secara komprehensif.

Melengkapi tujuan tersebut, Hopkin (2017) menambahkan bahwa manajemen risiko juga bertujuan untuk:

1. Membangun budaya sadar risiko (*risk awareness culture*) di seluruh lapisan organisasi, sehingga setiap individu tidak hanya memahami risiko dalam lingkup tugasnya masing-masing, tetapi juga berkontribusi aktif dalam upaya pencegahan dan penanganannya.
2. Memastikan bahwa organisasi memenuhi kewajiban kepatuhan (*compliance*) terhadap regulasi dan standar yang berlaku, sehingga risiko hukum dan reputasi dapat diminimalkan secara bersamaan.

2.1.2.2 Manfaat Manajemen Risiko

Selain memiliki tujuan yang jelas, penerapan manajemen risiko yang konsisten juga memberikan manfaat nyata yang dapat dirasakan oleh organisasi dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Terdapat beberapa manfaat manajemen risiko dalam upaya menjaga keberlanjutan stabilitas operasional menurut Sinaga & Jayanti (2022), di antaranya :

1. Memberikan perlindungan terhadap aset dan sumber daya perusahaan dari berbagai potensi kerugian yang dapat timbul akibat kegagalan operasional, kecelakaan, maupun perubahan kondisi lingkungan yang tidak terduga.
2. Meningkatkan kepercayaan pemangku kepentingan (*stakeholder*), termasuk pelanggan, mitra bisnis, dan investor, karena perusahaan yang mengelola risikonya dengan baik dinilai lebih andal, profesional, dan bertanggung jawab dalam menjalankan operasionalnya.
3. Mendorong efisiensi penggunaan sumber daya dengan cara menghindari pemborosan yang terjadi akibat kejadian-kejadian yang sebenarnya dapat dicegah melalui perencanaan dan tindakan mitigasi yang tepat.

Hal ini sejalan dengan pandangan (Iswadi dkk., 2024) yang menegaskan bahwa organisasi yang menerapkan manajemen risiko secara konsisten cenderung memiliki kinerja yang lebih stabil dan ketahanan yang lebih tinggi dalam menghadapi tekanan operasional perubahan maupun lingkungan bisnis yang dinamis. Dengan kata lain, manajemen risiko bukan sekadar beban administratif, melainkan sebuah investasi strategis yang memberikan nilai tambah jangka panjang bagi keberlangsungan perusahaan.

2.1.2.3 Proses Manajemen Risiko

Manajemen risiko bukan sebuah tindakan tunggal yang dilakukan sekali lalu selesai, melainkan sebuah proses yang bersifat siklikal dan berkelanjutan. Terdapat beberapa tahapan dalam proses manajemen risiko guna menjaga kestabilan performa jangka panjang menurut Hopkin (2017), di antaranya :

1. Identifikasi Risiko, yaitu tahap awal yang bertujuan mengenali dan mendaftar seluruh potensi risiko yang dapat memengaruhi operasional organisasi. Pada tahap ini, seluruh sumber ancaman, baik yang bersifat internal seperti kerusakan peralatan dan kesalahan manusia, maupun eksternal seperti kondisi infrastruktur dan perubahan regulasi, harus dipetakan secara menyeluruh dan sistematis.
2. Analisis Risiko, yaitu tahap penilaian terhadap setiap risiko yang telah diidentifikasi, mencakup estimasi kemungkinan terjadinya (*kemungkinan*) serta besaran dampak yang akan ditimbulkan (*keparahan*) apabila risiko tersebut benar-benar terjadi. Hasil analisis ini menjadi dasar untuk menentukan risiko mana yang paling perlu mendapat perhatian dan penanganan prioritas.
3. Evaluasi Risiko, yaitu tahap membandingkan hasil analisis risiko dengan kriteria atau ambang batas yang telah ditetapkan oleh organisasi, guna menentukan apakah sebuah risiko dapat diterima, perlu dikurangi, atau harus segera dihilangkan.
4. Penanganan Risiko, yaitu tahap pelaksanaan tindakan mitigasi yang dirancang untuk mengurangi kemungkinan terjadinya risiko, memperkecil dampaknya, atau mengalihkan risikonya kepada pihak lain seperti melalui asuransi atau kontrak.

Melengkapi tahapan tersebut, Sinaga & Jayanti (2022) menambahkan tahap yang tidak kalah penting, yaitu: Pemantauan dan Tinjauan Ulang, yaitu proses evaluasi berkelanjutan terhadap efektivitas tindakan mitigasi yang telah dijalankan, sekaligus memperbarui daftar risiko apabila terdapat perubahan kondisi operasional yang dapat memunculkan ancaman baru yang belum teridentifikasi sebelumnya.

2.1.2.4 Jenis-Jenis Risiko Operasional

Dalam konteks operasional logistik dan transportasi, risiko dapat muncul dari berbagai sumber yang berbeda. Pemahaman terhadap jenis-jenis risiko ini penting agar proses identifikasi dan mitigasi dapat dilakukan secara lebih terarah. Terdapat beberapa jenis risiko operasional menurut (Iswadi dkk., 2024), di antaranya :

1. Risiko Teknis, yaitu risiko yang bersumber dari kegagalan peralatan atau kendaraan, seperti kerusakan mesin mendadak (*breakdown*), kegagalan sistem, dan ketidaksesuaian spesifikasi teknis kendaraan dengan beban operasional yang harus ditanggung setiap harinya.
2. Risiko Operasional, yaitu risiko yang timbul dari ketidaksempurnaan proses, prosedur, atau penjadwalan dalam kegiatan distribusi, seperti antrian bongkar muat yang berkepanjangan, inefisiensi rute, dan ketidaksesuaian antara kapasitas armada dengan volume permintaan yang harus dilayani.
3. Risiko Sumber Daya Manusia, yaitu risiko yang berasal dari faktor manusia, meliputi kelalaian, ketidakdisiplinan, pelanggaran terhadap standar operasional prosedur (SOP), serta keterbatasan kompetensi yang dimiliki oleh tenaga kerja yang terlibat langsung dalam operasional.

Sementara itu, Hopkin (2017) menambahkan jenis risiko lainnya, yaitu: Risiko Eksternal, risiko yang berasal dari luar kendali organisasi, seperti kondisi cuaca yang tidak bersahabat, perubahan kebijakan regulasi pemerintah, kepadatan lalu lintas, serta kondisi infrastruktur jalan yang tidak memadai di wilayah operasional tertentu.

2.1.3 Konsep Produktivitas Operasional

Dalam dunia operasional logistik dan distribusi, produktivitas bukan sekadar angka yang menunjukkan seberapa banyak pekerjaan yang diselesaikan, melainkan sebuah cerminan dari seberapa efisien sumber daya yang dimiliki perusahaan digunakan untuk menghasilkan output yang bernilai. Pemahaman yang tepat terhadap konsep ini menjadi fondasi penting sebelum sebuah organisasi dapat merancang strategi peningkatan kinerja operasionalnya secara sistematis. Terdapat beberapa definisi produktivitas yang dikemukakan oleh para ahli. Menurut (Heizer et al., 2017), produktivitas adalah perbandingan antara keluaran (*output*) berupa barang atau jasa yang dihasilkan dengan masukan (*input*) berupa sumber daya yang digunakan, seperti tenaga kerja, modal, dan manajemen. Lebih lanjut, (Heizer et al., 2017) menegaskan bahwa peningkatan produktivitas dapat dicapai melalui dua cara utama, yaitu mengurangi input yang digunakan sementara output tetap dipertahankan, atau sebaliknya meningkatkan output yang dihasilkan sementara input yang digunakan tetap sama.

(Christopher, 2011) memandang produktivitas dalam konteks strategis, di mana manajemen logistik dan rantai pasok memiliki potensi besar untuk meningkatkan produktivitas organisasi melalui pemanfaatan kapasitas yang lebih baik serta integrasi erat dengan pemasok pada tingkat perencanaan. Dalam pandangan ini, produktivitas bukan sekadar urusan internal perusahaan, melainkan hasil dari keseluruhan sistem rantai pasok yang dikelola secara terpadu dan sinergis. Sementara itu, Rushton et al. (2010) memberikan pendekatan operasional dengan mendefinisikan produktivitas dalam konteks distribusi sebagai kemampuan sistem

logistik untuk mencapai tujuan pengiriman secara efektif dan efisien yang diukur melalui indikator kinerja seperti utilisasi kendaraan, konsumsi bahan bakar, dan ketersediaan aset. Pengukuran produktivitas secara berkala berfungsi sebagai alat evaluasi sekaligus instrumen deteksi dini terhadap penyimpangan operasional yang perlu segera dikoreksi.

Berdasarkan beberapa definisi tersebut, dapat ditarik pemahaman menyeluruh bahwa produktivitas operasional adalah ukuran seberapa optimal sumber daya, mulai dari armada kendaraan, tenaga kerja, hingga modal, dikonversi menjadi output operasional yang bernilai dalam bentuk kelancaran proses distribusi. Semakin tinggi produktivitas operasional sebuah perusahaan logistik, semakin besar kemampuannya untuk memberikan layanan yang andal dengan biaya kompetitif secara berkelanjutan. Dengan demikian, optimalisasi penggunaan aset melalui manajemen rute yang cerdas dan minimalisasi perjalanan kosong menjadi faktor penentu utama dalam meningkatkan efisiensi biaya logistik secara keseluruhan.

2.1.3.1 Tujuan Produktivitas Operasional

Pengukuran dan peningkatan produktivitas operasional bukan merupakan tujuan akhir, melainkan sebuah sarana strategis untuk mencapai keunggulan kompetitif yang berkelanjutan. Terdapat beberapa tujuan produktivitas operasional menurut (Heizer et al., 2017), di antaranya :

1. Meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya organisasi sehingga setiap unit input yang dikeluarkan mampu menghasilkan *output* yang lebih besar,

yang pada akhirnya bermuara pada pengurangan biaya per satuan layanan yang diberikan kepada pelanggan.

2. Menjadi landasan bagi pengambilan keputusan manajerial yang lebih akurat, karena data produktivitas yang terukur memberikan gambaran yang jelas tentang area mana dalam operasional yang sudah berjalan optimal dan area mana yang masih membutuhkan perbaikan lebih lanjut.
3. Mendorong pertumbuhan kinerja organisasi secara berkelanjutan, karena hanya melalui peningkatan produktivitas yang konsisten sebuah perusahaan dapat meningkatkan kapasitasnya dalam melayani pelanggan tanpa harus selalu menambah sumber daya secara proporsional.

Melengkapi tujuan tersebut, Christopher (2011) menambahkan bahwa tujuan peningkatan produktivitas dalam konteks logistik adalah:

1. Mencapai keunggulan biaya (*cost advantage*) yang memungkinkan perusahaan bersaing secara harga tanpa mengorbankan kualitas layanan, sehingga posisi perusahaan di pasar menjadi lebih kuat dan sulit untuk diserang oleh kompetitor.
2. Mengoptimalkan pemanfaatan aset operasional, termasuk armada kendaraan dan fasilitas distribusi, sehingga setiap rupiah yang diinvestasikan dalam aset tersebut memberikan kontribusi maksimal terhadap kinerja operasional secara keseluruhan.

2.1.3.2 Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Operasional

Produktivitas operasional tidak terbentuk dalam ruang yang hampa, melainkan dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi satu sama lain. Terdapat

beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas menurut (Heizer et al., 2017), di antaranya:

1. Faktor Tenaga Kerja (*Labor*), yang berkontribusi sekitar 10% terhadap peningkatan produktivitas tahunan. Kualitas tenaga kerja yang mencakup tingkat pendidikan, keterampilan teknis, kondisi fisik, serta komitmen terhadap pekerjaan merupakan variabel yang sangat menentukan seberapa efektif sumber daya manusia mampu menggerakkan roda operasional. Dalam konteks transportasi logistik, faktor ini tercermin pada kemampuan dan kedisiplinan pengemudi dalam menjalankan tugasnya sesuai standar yang ditetapkan.
2. Faktor Modal (*Capital*), yang berkontribusi sekitar 38% terhadap peningkatan produktivitas tahunan. Investasi modal dalam bentuk kendaraan yang modern, peralatan yang memadai, dan teknologi yang tepat guna merupakan prasyarat penting bagi tercapainya produktivitas yang tinggi. (Heizer et al., 2017) menegaskan bahwa ketika investasi modal per karyawan menurun, maka produktivitas pun cenderung ikut turun karena alat yang tersedia tidak lagi mampu mendukung output yang diharapkan.
3. Faktor Manajemen, yang merupakan kontributor terbesar dengan porsi sekitar 52% terhadap peningkatan produktivitas tahunan. Manajemen bertanggung jawab untuk memastikan bahwa tenaga kerja dan modal digunakan secara efektif melalui perencanaan yang matang, pengorganisasian yang tepat, dan pengendalian yang konsisten. Dalam lingkungan operasional logistik, kualitas manajemen tercermin dalam

seberapa baik perencanaan rute, penjadwalan armada, dan pengendalian biaya dilaksanakan setiap harinya.

Melengkapi faktor-faktor tersebut, Rushton *et al.* (2010) menekankan pentingnya sistem pengukuran dan pemantauan kinerja sebagai instrumen utama untuk mengidentifikasi penyimpangan operasional secara dini. Sistem pengukuran yang akurat dan tepat waktu memungkinkan pihak manajemen untuk mengambil tindakan korektif yang efektif sebelum dampak negatif meluas dan merugikan perusahaan secara signifikan. Pengukuran ini mencakup berbagai indikator kinerja operasional (KPI) seperti utilisasi kendaraan, konsumsi bahan bakar, hingga ketersediaan aset guna memastikan seluruh aktivitas tetap berada dalam koridor efisiensi yang diharapkan. Di sisi lain, Christopher (2011) menambahkan bahwa integrasi rantai pasok melalui koordinasi erat antara perusahaan dengan pemasok, mitra distribusi, dan pelanggan menjadi penentu utama tingkat produktivitas yang dapat dicapai. Integrasi yang lemah berpotensi menciptakan hambatan informasi dan ketidakselarasan proses yang pada akhirnya menekan produktivitas operasional secara keseluruhan meskipun optimalisasi internal telah dilakukan secara maksimal. Oleh karena itu, sinergi yang terpadu dalam sistem rantai pasok sangat diperlukan untuk mencapai pemanfaatan kapasitas yang lebih baik serta meningkatkan nilai strategis organisasi bagi para pemegang saham.

2.1.3.3 Pengukuran Produktivitas Operasional

Pengukuran produktivitas merupakan langkah yang tidak dapat dilewati dalam upaya mengelola dan meningkatkan kinerja operasional secara sistematis. Tanpa pengukuran yang tepat, seluruh upaya perbaikan hanya akan bersifat spekulatif dan

tidak dapat dipertanggungjawabkan secara manajerial. Terdapat beberapa pendekatan pengukuran produktivitas menurut (Heizer et al., 2017), di antaranya:

1. Produktivitas Faktor Tunggal (*Single-Factor Productivity*), yaitu pengukuran produktivitas yang membandingkan output yang dihasilkan dengan satu jenis input tertentu, misalnya jumlah pengiriman per pengemudi per hari atau jarak tempuh per liter bahan bakar. Pendekatan ini relatif mudah dihitung dan dipahami, sehingga cocok digunakan sebagai indikator pemantauan harian di tingkat operasional.
2. Produktivitas Multi Faktor (*Multifactor Productivity*), yaitu pengukuran produktivitas yang menggabungkan seluruh jenis input termasuk tenaga kerja, modal, bahan bakar, dan biaya manajemen ke dalam satu perhitungan terpadu. (Heizer et al., 2017) menegaskan bahwa pendekatan multi faktor memberikan gambaran yang lebih komprehensif dan akurat tentang efisiensi operasional secara keseluruhan, meskipun membutuhkan data yang lebih lengkap dan proses perhitungan yang lebih kompleks.

Sementara itu, Rushton et al. (2010) menawarkan pendekatan pengukuran yang lebih spesifik untuk operasional distribusi, yaitu:

1. Pengukuran Berbasis Indikator Kinerja Utama (*Key Performance Indicators/KPI*), yang mencakup serangkaian metrik operasional seperti utilisasi kendaraan, biaya per kilometer atau per ton, konsumsi bahan bakar, persentase pengiriman tepat waktu, dan tingkat pemenuhan pesanan. Rushton et al. (2010) menekankan bahwa KPI yang baik harus mampu tidak hanya menunjukkan *apakah* sebuah penyimpangan terjadi, tetapi juga

memberikan petunjuk yang jelas tentang *mengapa* penyimpangan tersebut terjadi, sehingga tindakan korektif dapat dirancang secara tepat sasaran.

2. Pengukuran Berbasis Benchmarking, yaitu membandingkan kinerja operasional perusahaan dengan standar industri atau praktik terbaik (*best practice*) yang berlaku, sehingga perusahaan dapat mengetahui posisinya secara relatif di antara kompetitor dan mengidentifikasi kesenjangan yang perlu segera diperbaiki.

2.1.4 Konsep FMEA

Dari berbagai instrumen yang tersedia dalam praktik manajemen risiko, salah satu metode yang paling banyak digunakan dan terbukti efektif dalam konteks operasional adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). FMEA bekerja dengan cara mengidentifikasi seluruh potensi mode kegagalan dalam sebuah sistem, menilai kemungkinan terjadinya (*Occurrence*), tingkat keparahan dampaknya (*Saverity*), serta kemampuan sistem dalam mendeteksi kegagalan tersebut sebelum berdampak lebih jauh (*deteksi*). Ketiga penilaian ini kemudian dikombinasikan untuk menghasilkan *Risk Priority Number* (RPN) yang menjadi dasar penentuan prioritas tindakan mitigasi.

Relevansi FMEA sebagai instrumen manajemen risiko dalam konteks operasional logistik dan transportasi telah dibuktikan dalam berbagai penelitian. (Parman dkk., 2025) dalam penelitiannya di terminal curah kering di Gresik, Indonesia, berhasil mengidentifikasi 18 faktor risiko operasional yang dikategorikan ke dalam empat domain, yaitu risiko operasional internal, risiko sumber daya manusia, risiko berbasis sistem, dan risiko lingkungan eksternal.

Melalui penghitungan RPN, ditemukan empat risiko dengan prioritas tertinggi, yaitu sirkulasi truk yang buruk (RPN=216,75), kerusakan peralatan *grab* (RPN=194,88), dampak cuaca buruk (RPN=181,44), dan keterbatasan ketersediaan armada (RPN=157,76). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa FMEA mampu memberikan gambaran yang terstruktur dan berbasis data mengenai risiko operasional yang paling kritis, sehingga sumber daya mitigasi dapat dialokasikan secara lebih tepat sasaran.

Temuan tersebut memperkuat argumen bahwa FMEA bukan hanya alat analisis, tetapi instrumen manajemen risiko yang menghasilkan rekomendasi konkret dan dapat ditindaklanjuti manajemen operasional. Dalam penelitian ini, FMEA diterapkan menganalisis kegagalan armada PT. Semen Indonesia Logistik guna mengidentifikasi risiko prioritas yang menurunkan produktivitas armada serta merancang strategi penanganan terstruktur. Konsep FMEA mengevaluasi kemungkinan terjadinya sebuah kegagalan dari sebuah sistem, desain, proses atau servis untuk dibuat langkah penanganannya. Dalam FMEA, setiap kemungkinan kegagalan yang terjadi dikuantifikasi untuk dibuat prioritas penanganan (Andiyanto, 2017) selanjutnya FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). FMEA adalah tools yang digunakan di beberapa industri yang berguna untuk mengidentifikasi kegagalan, mengevaluasi efek kegagalan, dan memprioritaskan kegagalan berdasarkan efek yang dihasilkan (Hyatt, 2003)

2.1.4.1 Parameter Proses FMEA

FMEA bekerja melalui tiga parameter penilaian utama yang menjadi inti dari seluruh proses analisis risiko. Ketiga parameter ini bersifat saling melengkapi dan tidak dapat dipisahkan satu sama lain dalam menghasilkan penilaian risiko yang komprehensif dan terukur. Terdapat tiga parameter utama dalam proses FMEA , yaitu sebagai berikut.

1. Pertama, *Saverity* (S). Menurut (Stamatis, 2003), *Saverity* merupakan parameter yang digunakan untuk mengidentifikasi tingkat dampak atau konsekuensi dari suatu potensi kegagalan berdasarkan tingkat keparahan akibat yang ditimbulkan. Dalam metode FMEA, penilaian *Saverity* menggunakan skala peringkat 1 sampai 10, di mana peringkat 1 menunjukkan tingkat dampak terendah atau risiko sangat kecil, sedangkan peringkat 10 menunjukkan tingkat dampak tertinggi atau risiko sangat besar. Pada penelitian ini, penilaian *Saverity* digunakan untuk mengukur seberapa besar dampak kegagalan operasional armada terhadap penurunan produktivitas distribusi PT. Semen Indonesia Logistik.

Terdapat penjelasan *Saverity* dari mode kegagalan untuk masing-masing ranking yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Skala Penilaian *Saverity*

Efek	Kriteria: Keseriusan efek pada produk (efek pada pelanggan)	Rank	Efek	Kriteria: Keseriusan efek pada proses (efek pada proses selanjutnya)
Kegagalan untuk memenuhi	Potensi mode kegagalan yang mempengaruhi keselamatan pengoperasian	10	Kegagalan untuk memenuhi	Dapat membahayakan operator (machine or assembly) tanpa peringatan

persyaratan keselamatan dan/atau peraturan	Potensi mode kegagalan yang mempengaruhi keamanan pengoperasian kendaraan dan/atau melibatkan ketidakpatuhan terhadap peraturan pemerintah dengan peringatan	9	persyaratan Keselamatan dan atau peraturan	Dapat membahayakan operator (<i>machine or assembly</i>) tanpa peringatan
Kehilangan atau Pengurangan dari Fungsi Primer	Kehilangan fungsi primer (kendaraan tidak bisa dioperasikan, tidak mempengaruhi keselamatan pengoperasian kendaraan)	8	Gangguan Major	100% produk harus dibuang, line shutdown atau terhentinya pengiriman
	Pengurangan fungsi primer (kendaraan tidak bisa dioperasikan, tidak mempengaruhi Keselamatan pengoperasian kendaraan)	7	Gangguan Signifikan	Sejumlah produksi yang berjalan harus dibuang, deviasi dari proses primer termasuk penurunan line speed atau penambahan man power
Kehilangan atau Pengurangan dari Fungsi Sekunder	Kehilangan fungsi sekunder (kendaraan bisa dioperasikan, tapi fungsi kenyamanan/kesenangan tidak dapat dioperasikan)	6	Gangguan Moderat	100% hasil produksi yang berjalan harus dikerjakan ulang <i>off line</i> dan diterima
	Pengurangan fungsi sekunder (kendaraan bisa dioperasikan, tapi fungsi kenyamanan/kesenangan tidak dapat dioperasikan)	5		Sejumlah hasil produksi yang berjalan harus dikerjakan ulang <i>off line</i> dan diterima
	Gangguan tampilan atau pendengaran, kendaraan beroperasi, tidak	4		100% hasil produksi yang berjalan harus

Menggangu	sesuai serta diperhatikan oleh Semua pelanggan (>75%)		Gangguan Moderat	dikerjakan ulang sebelum diproses
	Gangguan tampilan atau pendengaran, kendaraan beroperasi, tidak sesuai serta diperhatikan oleh Semua pelanggan (>50%)	3		Sejumlah hasil produksi yang berjalan harus dikerjakan ulang sebelum diproses
	Gangguan tampilan atau pendengaran, kendaraan beroperasi, tidak sesuai serta diperhatikan oleh Semua pelanggan (>25%)	2	Gangguan Minor	Sedikit gangguan di proses, operasional atau pada operator
Tidak ada efek	Tidak ada efek yang dapat dilihat	1	Tidak ada efek	Tidak ada efek yang dapat dilihat

Sumber : FMEA 4th edition AIAG, 2008

Kedua, *Occurence* (O). Menurut Stamatis (2003), *Occurence* merupakan parameter yang digunakan untuk menilai tingkat kemungkinan terjadinya penyebab kegagalan dalam suatu proses. Dalam metode FMEA, penilaian *Occurence* menggunakan skala peringkat 1 sampai 10, di mana peringkat 1 menunjukkan kemungkinan kejadian yang sangat rendah atau jarang terjadi, sedangkan peringkat 10 menunjukkan kemungkinan kejadian yang sangat tinggi atau sering terjadi. Pada penelitian ini, penilaian *Occurence* digunakan untuk mengukur frekuensi terjadinya potensi kegagalan dalam operasional armada PT. Semen Indonesia Logistik selama proses distribusi berlangsung. Penjelasan frekuensi kegagalan (*occurance*) untuk masing-masing ranking dapat dilihat pada tabel *Occurence* :

Tabel 2.2 Skala Penilaian *Occurence*

Kemungkinan Kegagalan	Kriteria: Kejadian dari penyebab (Kejadian per items/vehicles)	Rank
Sangat Tinggi	≥ 100 per seribu Hampir selalu terjadi	10
Tinggi	50 per seribu Sangat sering terjadi	9
	20 per seribu Sering terjadi	8
	10 per seribu Cukup sering terjadi	7
Moderat	2 per seribu Sedikit sering terjadi	6
	0,5 per seribu Jarang terjadi	5
	0,1 per seribu Sedikit jarang terjadi	4
Rendah	0,01 per seribu Cukup jarang terjadi	3
	≤ 0.001 per seribu Sangat jarang terjadi	2
Sangat Rendah	Kegagalan dieliminasi melalui pengendalian preventif	1

Sumber: FMEA 4th edition, AIAG, 2008

Ketiga, *Detection* (D), Menurut Stamatis (2003), *Detection* merupakan kemampuan sistem pengendalian dalam mendeteksi potensi kegagalan sebelum dampaknya memengaruhi proses operasional. Dalam metode FMEA, penilaian *Detection* menggunakan skala peringkat 1 sampai 10, di mana peringkat 1 menunjukkan tingkat pengendalian yang sangat tinggi sehingga kegagalan hampir selalu dapat terdeteksi, sedangkan peringkat 10 menunjukkan tingkat pengendalian yang sangat rendah sehingga potensi kegagalan sulit atau tidak dapat dideteksi. Pada penelitian ini, penilaian *Detection* digunakan untuk mengukur kemampuan pengawasan dan pengendalian operasional armada PT. Semen Indonesia Logistik

dalam mendeteksi potensi gangguan sebelum menyebabkan penurunan produktivitas armada.

Tabel 2.3 Skala Penilaian *Detection*

Kesempatan untuk Deteksi	Kriteria: Kemungkinan untuk Deteksi oleh Pengendalian Proses	Rank	Kemungkinan untuk Deteksi
Tidak ada kesempatan untuk deteksi	Tidak ada pengendalian proses, Tidak ada dideteksi atau tidak dianalisa	10	Hampir tidak mungkin
Tidak mungkin dideteksi pada tahapan manapun	<i>Failure Mode</i> atau error (<i>Cause</i>) tidak mudah dideteksi (contoh : <i>random audits</i>)	9	Sangat sedikit
Problem dideteksi setelah proses	Deteksi <i>Failure Mode</i> setelah proses operator melalui fisik/visual/pendengaran	8	Sedikit
Problem dideteksi pada sumbernya	Deteksi <i>Failure Mode</i> oleh operator saat proses melalui visual/fisik/pendengaran atau setelah proses dengan menggunakan pengukuran atribut	7	Sangat Lemah
Problem dideteksi setelah proses	Deteksi <i>Failure Mode</i> oleh operator setelah proses melalui visual/fisik/pendengaran atau pada saat proses dengan menggunakan pengukuran atribut	6	Lemah
Problem dideteksi pada sumbernya	Deteksi <i>Failure Mode</i> setelah proses oleh operator menggunakan pengendalian otomatis saat proses yang dapat mendeteksi part yang tidak sesuai dan menginformasikan kepada Operator. Pengukuran dilakukan pada saat set-up dan pengecekan part pertama. (Hanya untuk penyebab set-up)	5	Moderat
Problem dideteksi setelah proses	Deteksi <i>failure mode</i> setelah proses dengan pengendalian otomatis yang dapat mendeteksi part yang tidak sesuai dengan menguncinya untuk mencegah diproses lebih lanjut	4	Menengah - Tinggi

Problem dideteksi pada sumbernya	Deteksi failure mode saat proses dengan pengendalian otomatis yang dapat mendeteksi part yang tidak sesuai dengan menguncinya untuk mencegah diproses lebih lanjut	3	Tinggi
Deteksi kesalahan dan/atau Pencegahan Masalah	Deteksi error (<i>Cause</i>) saat proses dengan pengendalian otomatis yang dapat mendeteksi error dan mencegah diproduksinya part yang tidak sesuai	2	Sangat Tinggi
Deteksi tidak dimungkinkan: Pencegahan Kesalahan	Pencegahan error (<i>Cause</i>) sebagai hasil dari desain <i>fixture</i> , desain mesin atau desain part. Part tabg tidak sesuai tidak dapat dibuat karena sistem sudah error proofed melalui <i>design process/product</i>	1	Hampir Pasti

Sumber: FMEA 4th edition, AIAG, 2008

Ketiga parameter tersebut kemudian dikombinasikan untuk menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Menurut (Jin *et al.*, 2022), RPN merupakan produk perkalian dari nilai *Occurence*, *Saverity*, dan *Detection*, yang digunakan untuk mengukur tingkat kekritisan setiap potensi kegagalan dalam suatu proses. Nilai RPN yang lebih tinggi mengindikasikan bahwa kegagalan tersebut lebih serius dan harus mendapat perhatian serta prioritas penanganan yang lebih tinggi dibandingkan kegagalan lain dengan nilai RPN yang lebih rendah. Secara matematis, rumus perhitungan RPN dinyatakan sebagai berikut :

$$\mathbf{RPN = Saverity (S) \times Occurence (O) \times Detection (D)}$$

(Subriadi & Najwa, 2020) menambahkan bahwa dalam praktiknya, skala penilaian yang paling umum digunakan adalah skala 1 hingga 10 untuk masing-masing parameter. Risiko dengan nilai RPN tertinggi diasumsikan sebagai risiko yang paling kritis dan harus mendapatkan perlakuan prioritas yang lebih tinggi dibandingkan risiko dengan nilai RPN yang lebih rendah, karena mengabaikan

risiko prioritas tinggi akan berisiko menggandakan kerugian yang dialami organisasi secara keseluruhan.

2.1.4.2 Tahapan FMEA

Menurut Stamatis (2003), tahapan-tahapan dalam melaksanakan proses FMEA adalah sebagai berikut:

1. Melaksanakan tinjauan terhadap prosedur operasional:

Meninjau secara menyeluruh alur kerja dan prosedur operasional armada logistik, khususnya yang berkaitan dengan produktivitas dan utilitas kendaraan.

2. Mengidentifikasi potensi mode kegagalan (*Potential Failure Mode*):

Menelaah setiap potensi penyimpangan atau kegagalan yang mungkin terjadi dalam operasional distribusi dan manajemen armada.

3. Menelaah efek kegagalan (*Potential Effect*):

Menganalisis dampak yang ditimbulkan oleh mode kegagalan tersebut terhadap kelancaran distribusi, jadwal pengiriman, dan efisiensi operasional secara keseluruhan.

4. Menentukan nilai *Saverity* (S):

Mengestimasi seberapa parah atau fatal akibat dari mode kegagalan tersebut terhadap performa layanan logistik, dengan memberikan peringkat (skala 1-10).

5. Mengidentifikasi pemicu risiko (*Potential Cause*):

Menelaah akar penyebab dari masing-masing mode kegagalan operasional armada yang terjadi di lapangan.

6. Menentukan nilai *Occurence* (O):

Menilai tingkat kekerapan atau frekuensi kemunculan penyebab kegagalan operasional tersebut dalam periode waktu tertentu (skala 1-10).

7. Menelaah kontrol operasional saat ini (*Current Process Control*):

Menguraikan sistem pengawasan atau metode kontrol yang saat ini diterapkan perusahaan untuk menghindari maupun mendeteksi potensi penyebab kegagalan armada.

8. Menentukan nilai *Detection* (D):

Mendeskripsikan tingkat kemampuan sistem kontrol yang ada saat ini dalam mendeteksi atau mencegah terjadinya kegagalan sebelum dampaknya meluas (skala 1-10).

9. Menetapkan nilai *Risk Priority Number* (RPN):

Menghitung nilai prioritas risiko dengan cara mengalikan parameter *Saverity*, *Occurence*, dan *Detection* ($RPN = S \times O \times D$). Nilai ini merepresentasikan tingkat urgensi penanganan dari setiap risiko penurunan produktivitas.

10. Menyusun usulan perbaikan (*Recommended Action*):

Merumuskan strategi mitigasi dan tindakan korektif secara spesifik untuk mode kegagalan yang memiliki nilai RPN tertinggi guna mengoptimalkan kembali produktivitas dan utilitas armada.

2.1.4.3 Manfaat Metode FMEA

Penerapan FMEA secara konsisten dalam suatu organisasi tidak hanya berdampak pada peningkatan keselamatan operasional, tetapi juga memberikan berbagai manfaat strategis yang dirasakan dalam jangka panjang. Manfaat *Failure*

Mode and Effect Analysis (FMEA) menurut (Ford Company, 2004) adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan Kualitas & Keamanan:

Menjamin keandalan produk/layanan serta mengefisiensikan biaya dan waktu pengembangan perusahaan.

2. Dokumentasi Mitigasi:

Mencatat seluruh tindakan korektif secara sistematis untuk melacak pengurangan risiko operasional.

3. Rencana Kontrol:

Memberikan landasan kokoh dalam mengembangkan strategi pengendalian operasional yang komprehensif.

4. Mendukung verifikasi desain dan proses:

Memberikan panduan yang sistematis dalam pengembangan rencana verifikasi desain atau proses yang lebih andal.

5. Mengoptimalkan fokus perbaikan:

Membantu tim memprioritaskan perbaikan pada titik kritis guna mencegah kegagalan proses.

6. Kepuasan Pelanggan:

Mendorong loyalitas konsumen melalui minimalisasi potensi kegagalan secara berkelanjutan dan konsisten.

7. Meningkatkan citra dan daya saing perusahaan:

Memperkuat reputasi positif perusahaan sekaligus meningkatkan daya saingnya di tengah persaingan industri.

2.2 Kajian Penelitian Terdahulu (KPT)

1. ***"An extended Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) combining cloud model, AHP and TOPSIS for cargo discharge operation failure"***, (Sezer, 2026)

Dalam penelitian tersebut peneliti mengkaji potensi kegagalan operasi bongkar muat kargo maritim guna meningkatkan keselamatan operasional global menggunakan metode FMEA yang diperluas. Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan akurasi penilaian risiko dengan mengurangi ketidakpastian penilaian pakar saat evaluasi kegagalan di lapangan. Hasil penelitian adalah kerangka kerja novel yang menentukan tingkat kritikalitas mode kegagalan potensial guna menjamin keselamatan operasional kapal melalui integrasi algoritma pengambilan keputusan cerdas pendukung efektivitas otoritas pelabuhan pada operasional maritim internasional.

2. ***"Risk Management in Mobile JKN Application at Depok Private Hospitals with FMEA Method"***, (Dewi dkk., 2025)

Dalam penelitian tersebut peneliti mengkaji secara mendalam manajemen risiko aplikasi Mobile JKN di rumah sakit swasta Depok guna mencapai optimalisasi layanan kesehatan masyarakat. Tujuan penelitian ini adalah menilai risiko keamanan informasi teknis menggunakan metode FMEA dengan mengukur variabel *Occurrence*, *Saverity*, dan *Detection* sistem terkait. pada unit layanan kesehatan tersebut. Hasil penelitian menunjukkan identifikasi *Risk Priority Number* (RPN) tingkat keparahan risiko operasional digital berdasarkan observasi lapangan guna menjamin privasi data pasien secara aman.

3. "Analisis Faktor Keterlambatan Pengiriman Produk ke Konsumen dengan Menggunakan Metode FMEA PT. MRP", (Nelfiyanti dkk., 2024)

Dalam penelitian tersebut peneliti mengkaji secara spesifik faktor keterlambatan pengiriman produk pada PT. MRP guna mencapai efisiensi distribusi menggunakan metode FMEA yang terukur. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis penyebab utama tidak tercapainya target delivery bulanan yang berdampak langsung pada tingkat kepuasan pelanggan setia. Hasil penelitian menunjukkan kegagalan utama dalam proses pengiriman yang menyebabkan target rata-rata hanya mencapai 70% dari target awal 80% sehingga diperlukan perbaikan sistem penjadwalan armada guna meminimalkan keterlambatan distribusi barang pada seluruh wilayah cakupan perusahaan.

4. "Reliable and green road-rail routing using a hybrid procedure of DANP, COCOSO, and FMEA criticality methods", (Rashidian et al., 2024)

Dalam penelitian tersebut peneliti mengkaji model rute logistik *road-rail* yang andal dan ramah lingkungan melalui penggunaan metode *hybrid DANP* dan FMEA pada sistem transportasi. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi gangguan pada jaringan transportasi multimodal guna meningkatkan reliabilitas pengiriman semen ke berbagai wilayah distribusi secara konsisten. Hasil penelitian adalah pemilihan rute aman yang memitigasi risiko emisi karbon dan gangguan proses distribusi secara simultan melalui pemberian bobot prioritas risiko serta mengoptimalkan biaya logistik nasional pada koridor transportasi nasional tersebut.

5. *"Optimizing Logistics Operations Identifying and Mitigating Risks through FMEA and Poka Yoke", (Yusri & Immawan, 2025)*

Dalam penelitian tersebut peneliti mengkaji strategi optimalisasi operasional logistik pengiriman barang berbahaya guna mencapai mitigasi risiko melalui metode FMEA dan Poka Yoke secara terpadu. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi berbagai risiko operasional seperti cuaca buruk dan dokumen tidak akurat yang terjadi pada PT XYZ saat ini. Hasil penelitian menunjukkan rumusan strategi mitigasi risiko kritis guna meningkatkan kualitas layanan dan menjamin kepuasan konsumen dalam operasional logistik dengan menerapkan kontrol pencegahan kesalahan manusia pada pada setiap tahapan distribusi barang.

6. *"Inventory Operational Risk Analysis in Warehouses Spare Parts Using the FMEA Method", (Zulfa et al., 2024)*

Dalam penelitian tersebut peneliti mengkaji risiko operasional inventaris gudang suku cadang guna mencapai keseimbangan antara permintaan dan pasokan menggunakan metode FMEA yang dilakukan secara lebih mendalam. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis penyebab teknis tidak terpenuhinya reservasi material akibat ketidakterediaan barang di gudang pada setiap periode operasional bulanan. Hasil penelitian menunjukkan ditemukan 16 kejadian risiko mencakup faktor manusia dan mesin yang memengaruhi kelancaran produksi serta perlunya sistem pengadaan yang lebih responsif terhadap fluktuasi kebutuhan suku cadang unit armada logistik milik perusahaan tersebut.

7. "An improved FMEA method based on the expert trust network for maritime transportation risk analysis", (Liu et al., 2024)

Dalam penelitian tersebut peneliti mengkaji manajemen risiko transportasi maritim global guna mencapai stabilitas operasional menggunakan metode FMEA berbasis *expert trust network* yang inovatif dan andal. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis risiko bencana tumpahan minyak dengan mempertimbangkan hubungan antar pakar dalam memberikan penilaian risiko yang akurat dan objektif. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan reliabilitas analisis risiko pengiriman melalui pengurangan subjektivitas opini pakar guna meningkatkan keselamatan maritim yang didukung validasi data lapangan untuk meminimalkan dampak kerusakan lingkungan laut secara global di masa depan.

8. "Risk Control of Logistics Distribution Service Quality Based on FMEA and Performance Monitoring", (Pan et al., 2022)

Dalam penelitian tersebut, peneliti mengkaji sistem kontrol risiko kualitas layanan distribusi logistik untuk meningkatkan performa perusahaan dengan menggunakan metode FMEA yang dikombinasikan dengan monitoring kinerja secara berkala. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor penyebab kegagalan dalam layanan distribusi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat beberapa mode kegagalan dalam proses distribusi yang memiliki tingkat risiko berbeda, sehingga diperlukan tindakan pengendalian dan perbaikan pada aspek-aspek kritis guna menjaga kualitas layanan distribusi tetap optimal.

9. "Analisis Risiko Operasional Dengan Metode FMEA", (Pangestuti et al., 2022)

Dalam penelitian tersebut peneliti mengkaji tentang fenomena kegagalan manajemen operasional yang buruk sebagai faktor utama penyebab kegagalan dalam merintis usaha bisnis yang berkelanjutan. Risiko operasional diakibatkan kegagalan proses internal, human error, atau problem eksternal yang memengaruhi kelancaran operasional perusahaan secara menyeluruh. Tujuan penelitian ini adalah mengukur besaran risiko operasional PT. Unilever Tbk. sebelum dan sesudah pandemi Covid-19 secara komprehensif menggunakan data riil. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan RPN pada kegagalan internal dan eksternal, di mana selama pandemi risiko operasional internal menjadi krisis risiko terendah bagi perusahaan.

10. "Usulan Perbaikan Kualitas Dengan Menggunakan Metode FTA dan FMEA", (Krisnaningsih dkk., 2021)

Dalam penelitian tersebut peneliti mengkaji tentang masalah kegagalan kualitas produk beton ringan pada PT. XYZ guna mencapai usulan perbaikan teknis menggunakan metode FTA dan FMEA terintegrasi. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor penyebab *reject* dominan menggunakan metode 5W+1H guna meminimalkan kesalahan manusia dalam proses produksi yang berlangsung. Hasil penelitian menunjukkan *reject* papersak rupture sebagai cacat paling dominan melalui analisis akar masalah pada *quality control* dengan merekomendasikan penggantian material kemasan yang lebih tahan terhadap tekanan penyimpanan.

Tabel 2.4 Kajian Penelitian Terdahulu

NO	JUDUL PENELITIAN, OLEH, DAN TAHUN	TUJUAN	METODE	HASIL	PERSAMAAN	PERBEDAAN
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	<i>“An Extended FMEA Combining Cloud Model, AHP and TOPSIS for Cargo Discharge Operation Failure”</i> oleh Sezer (2026)	Menganalisis dan meningkatkan akurasi penilaian risiko kegagalan dalam operasi bongkar muat kargo guna meningkatkan keselamatan operasional maritim.	Kualitatif dengan Extended FMEA (pendekatan Cloud Model, AHP, dan TOPSIS untuk penilaian risiko pakar)	Hasil analisis menunjukkan bahwa moda kegagalan paling kritis dalam operasi bongkar muatan kapal tanker kimia adalah ketidaktepatan manajemen stabilitas kapal, diikuti kesalahan pengelolaan katup, dan kegagalan sistem radar tangki.	Sama-sama menggunakan FMEA dalam analisis risiko operasional.	Berfokus pada sektor maritim dan menggunakan metode tambahan (AHP dan TOPSIS), sedangkan penelitian penulis fokus pada distribusi logistik darat.
2	<i>“Risk Management in Mobile JKN Application at Depok Private Hospitals with FMEA Method”</i> oleh Dewi dkk. (2025)	Mengkaji dan menilai tingkat risiko keamanan informasi pada aplikasi Mobile JKN di rumah sakit swasta Depok guna meningkatkan kualitas layanan kesehatan berbasis digital	Kualitatif dengan metode FMEA (pendekatan penilaian <i>Saverity, Occurence, Detection</i>)	Teridentifikasinya nilai Risk Priority Number (RPN) tingkat keparahan risiko operasional digital berdasarkan observasi lapangan secara mendalam. Risiko dengan nilai RPN tertinggi diprioritaskan untuk segera ditangani guna menjamin keamanan sistem informasi.	Sama-sama menggunakan metode FMEA untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko operasional serta menggunakan nilai RPN.	Penelitian berfokus pada sistem informasi kesehatan berbasis digital, sedangkan penelitian penulis berfokus pada sistem distribusi logistik.

3	"Analisis Faktor Keterlambatan Pengiriman Produk ke Konsumen dengan Menggunakan Metode FMEA PT. MRP" Nelfiyanti dkk., (2024)	Menganalisis penyebab utama tidak tercapainya target delivery bulanan yang berdampak langsung pada tingkat kepuasan pelanggan menggunakan metode FMEA.	Kualitatif dengan metode FMEA (pendekatan analisis keterlambatan dan penjadwalan distribusi)	Pemilihan rute aman yang mampu memitigasi risiko emisi karbon dan gangguan distribusi secara simultan melalui pemberian bobot prioritas risiko pada setiap jalur transportasi. Metode hybrid yang digunakan terbukti lebih efektif dalam mengoptimalkan keputusan rute dibandingkan metode konvensional. Hasil penelitian juga mengoptimalkan biaya logistik	Sama-sama menggunakan metode FMEA dalam menganalisis risiko operasional pada sektor distribusi dan transportasi logistik.	Penelitian ini berfokus pada keterlambatan pengiriman produk ke konsumen, sedangkan penelitian peneliti berfokus pada risiko penurunan produktivitas armada di PT. SILOG.
4	<i>"Reliable and green road-rail routing using a hybrid procedure of DANP, COCOSO, and FMEA criticality methods" Rashidian et al., (2024)</i>	Meningkatkan akurasi penilaian risiko dengan mengurangi ketidakpastian penilaian pakar saat evaluasi kegagalan operasi bongkar muat kargo maritim.	Kualitatif dengan pendekatan hybrid DANP, COCOSO, dan FMEA (analisis kritikalitas rute multimodal)	Dihasilkan kerangka kerja novel yang menentukan tingkat kritikalitas mode kegagalan potensial pada operasi bongkar muat kargo maritim secara lebih terstruktur. Penggunaan cloud model berhasil mengurangi ketidakpastian dalam penilaian pakar secara signifikan.	Sama-sama menggunakan metode FMEA untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan risiko pada sistem transportasi dan distribusi logistik.	Penelitian ini menggunakan metode hybrid DANP dan COCOSO pada sistem multimodal, sedangkan penelitian peneliti menggunakan FMEA murni pada operasional armada darat.

5	<i>"Optimizing Logistics Operations Identifying and Mitigating Risks through FMEA and Poka Yoke" Yusri dan Immawan, (2025)</i>	Mengidentifikasi berbagai risiko operasional seperti cuaca buruk dan dokumen tidak akurat yang terjadi pada PT XYZ dalam operasional logistik pengiriman barang berbahaya.	Kualitatif dengan metode FMEA dan Poka Yoke (pendekatan pencegahan kesalahan operasional logistik)	Dirumuskan strategi mitigasi risiko kritis yang mencakup pengendalian terhadap faktor cuaca buruk, ketidakakuratan dokumen, dan kesalahan operasional manusia. Penerapan metode Poka Yoke pada setiap tahapan distribusi barang berhasil menekan risiko operasional. Strategi ini terbukti meningkatkan kualitas layanan.	Sama-sama menggunakan metode FMEA untuk mengidentifikasi dan memitigasi risiko pada operasional logistik.	Penelitian ini mengkombinasikan FMEA dengan Poka Yoke pada logistik barang berbahaya, sedangkan penelitian peneliti menggunakan FMEA pada operasional armada distribusi semen.
6	<i>"Inventory Operational Risk Analysis in Warehouses Spare Parts Using the FMEA Method" Zulfa et al., (2024)</i>	Menganalisis penyebab teknis tidak terpenuhinya reservasi material akibat ketidaktersediaan barang di gudang suku cadang menggunakan metode FMEA.	Kualitatif dengan metode FMEA (pendekatan analisis risiko inventaris dan manajemen suku cadang gudang)	Ditemukan 16 kejadian risiko yang mencakup faktor manusia dan mesin yang secara langsung memengaruhi kelancaran produksi dan distribusi. Risiko dengan nilai RPN tertinggi berasal dari ketidaktersediaan suku cadang pada saat dibutuhkan secara mendadak.	Sama-sama menggunakan metode FMEA untuk mengidentifikasi risiko operasional yang memengaruhi kelancaran proses distribusi dan manajemen armada.	Penelitian ini berfokus pada risiko inventaris gudang suku cadang, sedangkan penelitian peneliti berfokus pada risiko penurunan produktivitas operasional armada secara keseluruhan.

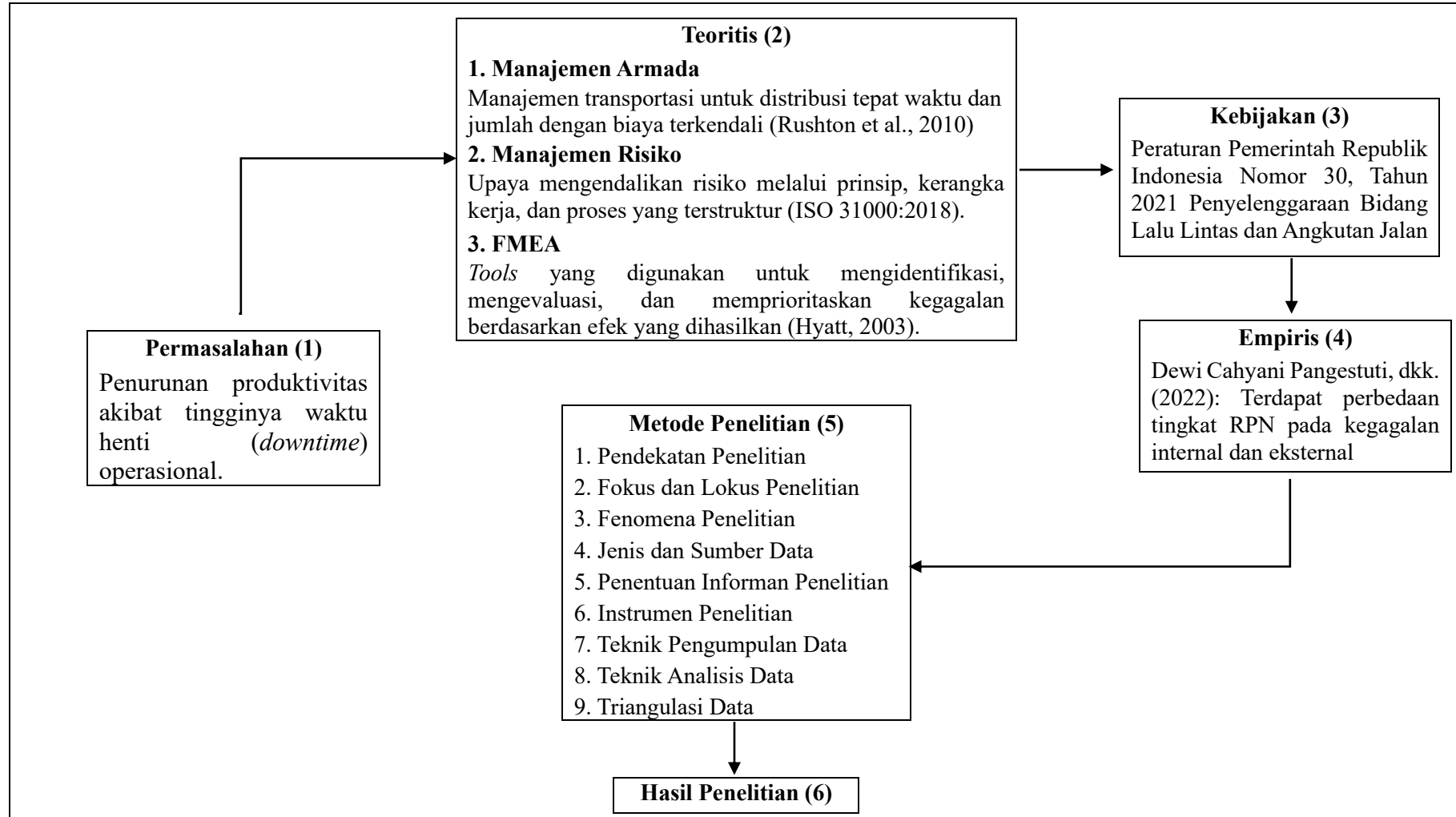
7	<i>"An improved FMEA method based on the expert trust network for maritime transportation risk analysis" Liu et al., (2024)</i>	Menganalisis risiko bencana tumpahan minyak dengan mempertimbangkan hubungan antar pakar dalam memberikan penilaian risiko yang akurat dan objektif.	Kualitatif dengan Improved FMEA (pendekatan Expert Trust Network untuk penilaian risiko maritim)	Terjadi peningkatan reliabilitas analisis risiko pengiriman melalui pengurangan subjektivitas opini pakar yang signifikan dengan memanfaatkan jaringan kepercayaan antar ahli. Pendekatan ini berhasil meningkatkan keselamatan maritim yang didukung validasi data lapangan untuk meminimalkan dampak kerusakan lingkungan laut secara global.	Sama-sama menggunakan metode FMEA sebagai dasar analisis risiko pada sektor transportasi logistik.	Penelitian ini menggunakan pendekatan <i>expert trust network</i> pada transportasi maritim, sedangkan penelitian peneliti menggunakan FMEA standar pada armada transportasi darat.
8	<i>"Risk Control of Logistics Distribution Service Quality Based on FMEA and Performance Monitoring" Pan et al., (2022)</i>	Mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor penyebab kegagalan dalam layanan distribusi logistik menggunakan metode FMEA dikombinasikan dengan monitoring kinerja.	Kualitatif dengan metode FMEA dan Performance Monitoring (pendekatan pengendalian kualitas layanan distribusi)	Teridentifikasi beberapa mode kegagalan dalam proses distribusi logistik dengan tingkat risiko yang berbeda-beda pada setiap tahapan layanan. Monitoring kinerja secara berkala terbukti efektif dalam mendeteksi potensi kegagalan sebelum berdampak lebih luas.	Sama-sama menggunakan metode FMEA untuk mengidentifikasi dan mengendalikan risiko operasional pada sistem distribusi logistik.	Penelitian ini mengkombinasikan FMEA dengan monitoring kinerja pada kualitas layanan distribusi, sedangkan penelitian peneliti berfokus pada risiko produktivitas armada PT. SILOG.

9	"Analisis Risiko Operasional Dengan Metode FMEA" Pangestuti dkk., (2022)	Mengukur besaran risiko operasional PT. Unilever Tbk. sebelum dan sesudah pandemi Covid-19 secara komprehensif menggunakan metode FMEA.	Kualitatif dengan metode FMEA (pendekatan komparatif risiko operasional sebelum dan sesudah pandemi)	Terdapat perbedaan nilai RPN yang signifikan antara kegagalan internal dan eksternal perusahaan sebelum dan sesudah pandemi Covid-19. Selama pandemi, risiko operasional internal menjadi risiko terendah karena adanya penyesuaian protokol kerja yang ketat. Risiko eksternal mengalami peningkatan yang berdampak pada operasional perusahaan	Sama-sama menggunakan metode FMEA untuk menganalisis risiko operasional dan mengukur nilai RPN sebagai dasar prioritas penanganan risiko.	Penelitian ini berfokus pada risiko operasional perusahaan manufaktur FMCG sebelum dan sesudah pandemi, sedangkan penelitian peneliti berfokus pada risiko produktivitas armada logistik.
10	"Usulan Perbaikan Kualitas Dengan Menggunakan Metode FTA dan FMEA" Krisnaningsih dkk., (2021)	Mengidentifikasi faktor penyebab reject dominan menggunakan metode 5W+1H guna meminimalkan kesalahan manusia dalam proses produksi beton ringan.	Kualitatif dengan metode FTA dan FMEA (pendekatan identifikasi akar penyebab cacat produksi dengan 5W+1H)	Reject papersak rupture teridentifikasi sebagai cacat paling dominan melalui analisis akar masalah secara mendalam pada proses quality control produksi beton ringan. Faktor penyebab utama berasal dari ketidaksesuaian spesifikasi material kemasan dengan standar tekanan produksi.	Sama-sama menggunakan metode FMEA untuk mengidentifikasi dan menganalisis mode kegagalan guna menghasilkan rekomendasi perbaikan yang terukur.	Penelitian ini mengkombinasikan FTA dan FMEA pada kualitas produksi manufaktur, sedangkan penelitian peneliti menggunakan FMEA pada risiko operasional armada transportasi.

Sumber : Hasil Olah data Peneliti 2026

2.3 Alur Kerangka Penelitian

Tabel 2.5 Alur Kerangka Penelitian



Sumber: Olahan data peneliti, 2026

Berdasarkan pada gambar alur kerangka penelitian yang telah digambarkan di atas, bisa didapati bahwa alur kerangka penelitian ini yaitu permasalahan mengenai terjadinya penurunan produktivitas operasional armada PT. Semen Indonesia Logistik akibat berbagai kendala operasional seperti pemeliharaan, keterlambatan bongkar muat, kecelakaan, dan masalah operasional lainnya. Hal itu kemungkinan terjadi karena manajemen risiko operasional armada belum terlaksana secara optimal dan terstruktur. Manajemen Armada menurut Rushton *et al.* (2010) merupakan manajemen transportasi untuk distribusi tepat waktu dan jumlah dengan biaya terkendali. Manajemen Risiko menurut ISO 31000:2018 merupakan upaya mengendalikan risiko melalui prinsip, kerangka kerja, dan proses yang terstruktur.

FMEA menurut Hyatt (2003) merupakan *tools* yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan memprioritaskan kegagalan berdasarkan efek yang dihasilkan. Dasar hukum yang digunakan yaitu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Bidang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang menjadi landasan regulasi dalam pengelolaan operasional armada transportasi secara aman dan efisien. Penelitian yang hampir mendekati dengan penelitian peneliti yaitu penelitian oleh Dewi Cahyani Pangestuti, dkk. (2022) yang mengatakan terdapat perbedaan tingkat RPN pada kegagalan internal dan eksternal sehingga diperlukan penanganan risiko yang berbeda pada setiap kategori kegagalan operasional.