

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN, DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian ini melakukan tinjauan literatur terhadap teori, konsep, dan hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan *Lead Time*, *Responsiveness*, *Waste*, dan *Efficiency Supply Chain*. Sumber yang digunakan meliputi jurnal ilmiah nasional dan internasional, buku teks akademik, serta artikel dan laporan penelitian yang relevan dengan topik *Demand-Driven Material Requirements Planning* (DDMRP). Tinjauan ini bertujuan membangun dasar teoritis penelitian serta mendukung perumusan hipotesis.

2.1.1 *Lead Time*

Lead Time dalam konteks manajemen rantai pasokan dipahami sebagai durasi waktu keseluruhan dari penerimaan pesanan hingga pemenuhan produk kepada pelanggan, di mana variabilitas waktu ini menjadi salah satu aspek penting yang memengaruhi kinerja operasional dan *Efficiency Supply Chain* (Mohammed & Mandal, 2024). Bahwa *Lead Time variability* dapat menyebabkan peningkatan biaya inventaris, *stockouts*, dan penundaan pengiriman, sehingga semakin bervariasinya *Lead Time* berdampak negatif terhadap efisiensi sistem *supply chain* secara keseluruhan karena memperlambat aliran material dan informasi dalam rantai pasokan.

2.1.1.1 Pengertian *Lead Time*

Lead Time dalam manajemen rantai pasokan merupakan ukuran waktu penting yang mencerminkan periode sejak permintaan pelanggan diterima

hingga produk diserahkan kepada pelanggan. Konsep ini tidak hanya menunjukkan kecepatan proses produksi dan distribusi, tetapi juga merepresentasikan tingkat efisiensi operasional perusahaan dalam memenuhi kebutuhan pasar. *Lead Time* yang singkat memungkinkan perusahaan (Sirine, 2024: 58) .

merespons permintaan dengan lebih cepat, menekan biaya persediaan, serta meningkatkan kepuasan pelanggan, sedangkan *Lead Time* yang panjang berpotensi menimbulkan keterlambatan pengiriman dan pemborosan sumber daya. Oleh karena itu, pengelolaan *Lead Time* yang optimal menjadi salah satu faktor kunci dalam menciptakan efisiensi rantai pasokan yang berkelanjutan.

Manajemen waktu pemenuhan (*Lead Time*) adalah proses identifikasi dan pengendalian durasi aliran barang dan informasi dari titik awal permintaan sampai pemenuhan akhir, termasuk strategi pengelolaan waktu siklus untuk meningkatkan ketepatan waktu pengiriman dan layanan pelanggan (Sirine, 2024: 58). Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa *Lead Time* tidak hanya dipahami sebagai durasi waktu semata, tetapi merupakan variabel strategis yang mencerminkan koordinasi proses rantai pasokan secara menyeluruh. Dengan koordinasi yang efektif, perusahaan dapat meminimalkan pemborosan waktu dan sumber daya, sehingga berkontribusi langsung terhadap peningkatan efisiensi rantai pasokan baik dari sisi biaya, waktu, maupun kualitas pelayanan.

2.1.1.2 Faktor *Lead Time*

Lead Time dalam manajemen rantai pasokan dipengaruhi oleh berbagai faktor operasional yang mencerminkan aliran proses pemenuhan pesanan dari awal hingga akhir. Gunawan dan Wahyuni menyatakan bahwa “*Lead Time* L adalah waktu dari saat pengecer melakukan pemesanan sampai waktu pesanan diterima” (Gunawan, 2024: 35). Definisi ini menunjukkan bahwa *Lead Time* mencakup keseluruhan aktivitas dalam rantai pasokan sehingga dipengaruhi oleh berbagai elemen proses yang saling berkaitan.

1. Kapasitas mesin dan tenaga kerja, yaitu kemampuan fasilitas produksi dan sumber daya manusia dalam menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan beban permintaan. Kapasitas merupakan elemen penting dalam penjadwalan produksi yang berdampak langsung pada waktu penyelesaian pekerjaan. Ketidakseimbangan antara kapasitas dan beban kerja dapat menimbulkan antrean proses yang memperpanjang *Lead Time*.
2. Prioritas kerja, yaitu penentuan urutan penyelesaian pekerjaan dalam sistem produksi. Perubahan prioritas yang sering terjadi dapat menghambat kelancaran penyelesaian pesanan lainnya sehingga meningkatkan waktu tunggu dan memperpanjang *Lead Time* secara keseluruhan.
3. Variasi permintaan pelanggan, yang mencerminkan fluktuasi jumlah dan jenis pesanan dalam periode tertentu. Variasi permintaan meningkatkan kompleksitas penjadwalan produksi, sehingga berpotensi menyebabkan keterlambatan penyelesaian pesanan dan ketidakpastian *Lead Time*.

4. Waktu setup mesin, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk menyiapkan mesin sebelum proses produksi dimulai. Waktu setup yang panjang, terutama pada industri dengan variasi produk tinggi, dapat mengurangi waktu produktif dan meningkatkan durasi total proses produksi, sehingga memperpanjang *Lead Time*.
5. Keterbatasan sumber daya, meliputi ketersediaan bahan baku, waktu operasional mesin, serta jumlah tenaga kerja. menegaskan bahwa batasan sumber daya menjadi faktor utama yang memengaruhi kelancaran proses produksi dan berdampak pada lamanya waktu pemenuhan pesanan.

Secara keseluruhan, kelima faktor tersebut menunjukkan bahwa *Lead Time* merupakan hasil interaksi berbagai aktivitas operasional dalam rantai pasokan. Oleh karena itu, pengelolaan kapasitas, prioritas kerja, variasi permintaan, waktu setup, dan sumber daya secara efektif sangat penting untuk memperpendek *Lead Time* serta meningkatkan *Efficiency Supply Chain* perusahaan.

2.1.1.3 Dimensi *Lead Time*

Lead Time dalam manajemen rantai pasokan merupakan waktu total yang dibutuhkan sejak pesanan diterima hingga produk diserahkan kepada pelanggan, yang mencakup berbagai tahapan proses operasional dalam *supply chain* (Pujawan, 2024). Berdasarkan konsep tersebut, *Lead Time* dapat dianalisis melalui beberapa dimensi utama, yaitu *order Lead Time*, *procurement Lead Time*, *production Lead Time*, dan *delivery Lead Time*. *Order Lead Time* menggambarkan durasi sejak pesanan pelanggan diterima sampai diproses oleh perusahaan.

Procurement Lead Time mencerminkan waktu yang dibutuhkan untuk memperoleh bahan baku dari pemasok hingga tersedia untuk produksi. *Production Lead Time* menunjukkan waktu yang diperlukan untuk mengolah bahan baku menjadi produk jadi, termasuk proses setup dan produksi. Sementara itu, *delivery Lead Time* mengukur waktu pengiriman produk dari fasilitas produksi ke pelanggan akhir. Keseluruhan dimensi ini terakumulasi dalam *cumulative Lead Time* yang menggambarkan total waktu pemenuhan permintaan secara menyeluruh, sehingga menjadi indikator penting dalam menilai efisiensi dan kinerja rantai pasokan.

Lead Time dalam manajemen rantai pasokan terdiri atas beberapa dimensi yang merepresentasikan tahapan waktu pemenuhan permintaan dari awal hingga akhir proses. Dimensi-dimensi ini mencerminkan aliran material dan informasi yang saling terintegrasi dalam sistem *supply chain*.

1. Waktu pemrosesan pesanan (*Order Processing Time*) merupakan periode yang dibutuhkan sejak pesanan pelanggan diterima oleh perusahaan hingga pesanan tersebut diproses secara administratif dan direncanakan untuk kegiatan produksi atau pengadaan material. Tahapan ini mencakup aktivitas pencatatan pesanan, verifikasi permintaan, penyusunan jadwal kerja, serta koordinasi antar bagian terkait. Indikator ini mencerminkan tingkat efisiensi sistem informasi perusahaan serta kualitas koordinasi internal dalam merespons permintaan pelanggan secara cepat dan akurat.
2. Waktu pengadaan material (*Procurement Lead Time*) adalah durasi yang diperlukan sejak perusahaan melakukan pemesanan bahan baku kepada

pemasok hingga material tersebut diterima dan siap digunakan dalam proses produksi. Indikator ini dipengaruhi oleh kecepatan pemasok, sistem pemesanan, jarak pengiriman, serta kelancaran proses logistik. Semakin singkat waktu pengadaan material, semakin lancar pula proses produksi yang dapat dilakukan tanpa gangguan akibat kekurangan bahan baku.

3. Waktu produksi (*Production Lead Time*) menunjukkan lamanya proses pengolahan bahan baku menjadi produk jadi yang siap dipasarkan. Tahapan ini meliputi waktu persiapan mesin, proses produksi utama, pengendalian kualitas, serta penyimpanan sementara produk hasil produksi. Indikator ini mencerminkan efisiensi operasional internal perusahaan, termasuk kemampuan mesin, keterampilan tenaga kerja, serta efektivitas sistem penjadwalan produksi.
4. Waktu pengiriman (*Delivery Lead Time*) merupakan periode yang dibutuhkan untuk mendistribusikan produk jadi dari fasilitas produksi atau gudang perusahaan hingga sampai ke tangan pelanggan. Indikator ini berkaitan dengan efektivitas sistem distribusi, pemilihan moda transportasi, serta koordinasi logistik. Pengiriman yang cepat dan tepat waktu menjadi faktor penting dalam meningkatkan kepuasan pelanggan serta kinerja rantai pasokan secara keseluruhan.
5. Total waktu pemenuhan (*Cumulative Lead Time*) adalah akumulasi seluruh durasi proses mulai dari penerimaan pesanan, pengadaan bahan baku, pelaksanaan produksi, hingga pengiriman produk kepada pelanggan. Indikator ini memberikan gambaran komprehensif mengenai kecepatan dan

efisiensi sistem rantai pasokan perusahaan dalam memenuhi permintaan pasar. Semakin pendek total waktu pemenuhan, semakin tinggi tingkat efisiensi dan *Responsiveness* perusahaan terhadap kebutuhan pelanggan.

2.1.1.4 Indikator *Lead Time*

Mengelola *Lead Time* dengan baik berarti mampu memperpendek waktu yang dibutuhkan untuk setiap tahap produksi dan distribusi (Saryatmo & Sukhotu, 2021). Dengan adanya pengelolaan *Lead Time* yang efisien, perusahaan dapat mengurangi pemborosan, mempercepat respon terhadap permintaan pasar, dan meningkatkan kualitas layanan pelanggan. Strategi seperti *Just-in-Time* (JIT), pemanfaatan teknologi digital seperti ERP dan IoT, serta perencanaan kapasitas yang cermat adalah beberapa cara yang dapat digunakan untuk mempercepat *Lead Time* sekaligus meningkatkan *Efficiency Supply Chain* secara keseluruhan (Saryatmo & Sukhotu, 2021) . Berikut beberapa indikator mengenai *Lead Time* .

1. *Efficiency Supply Chain* dan Pengelolaan *Lead Time*

Dalam manajemen operasi, *Efficiency Supply Chain* berkaitan erat dengan kemampuan organisasi untuk mengelola *Lead Time* dari setiap tahapan dalam proses produksi dan distribusi. Mengurangi *Lead Time* secara langsung memengaruhi pengurangan biaya operasional dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Proses ini mencakup perencanaan yang cermat dari setiap tahap, mulai dari pengadaan bahan baku hingga pengiriman produk ke pelanggan. Pengelolaan yang baik terhadap *Lead Time* akan memperpendek

waktu tunggu, yang pada akhirnya mempercepat aliran barang dan mengurangi stok yang tidak diperlukan.

2. Pengelolaan Kapasitas dan Sumber Daya dalam Rantai Pasok

Rantai pasok yang efisien bergantung pada pengelolaan kapasitas yang optimal. Dalam buku ini dijelaskan bahwa manajemen kapasitas produksi yang tidak efisien dapat memperpanjang *Lead Time* , sehingga menghambat aliran barang dalam rantai pasok. Oleh karena itu, perusahaan perlu merencanakan kapasitas dengan cermat, menggunakan teknologi untuk memonitor proses, dan memastikan adanya keseimbangan antara permintaan dan kapasitas produksi. Dengan cara ini, perusahaan dapat mengurangi pemborosan dan meningkatkan kecepatan dalam merespons permintaan pasar.

3. Peran Teknologi dalam *Efficiency Supply Chain*

Penerapan teknologi seperti ERP dan IoT dalam rantai pasok memungkinkan perusahaan untuk memantau seluruh proses produksi dan distribusi secara real-time. Hal ini tidak hanya mengurangi *Lead Time* , tetapi juga memungkinkan manajer untuk mengambil keputusan berbasis data yang lebih cepat dan lebih tepat. Sistem ERP membantu dalam perencanaan sumber daya, sedangkan IoT menyediakan informasi langsung mengenai status produksi dan pengiriman. Dengan pemanfaatan teknologi ini, perusahaan dapat menghindari penundaan yang disebabkan oleh kekurangan stok atau masalah dalam distribusi.

4. Implementasi Sistem *Just-in-Time* (JIT) untuk Efisiensi Biaya

Just-in-Time (JIT) adalah salah satu strategi yang paling efektif untuk meningkatkan efisiensi rantai pasok dengan mengurangi *Lead Time*. Sistem ini berfokus pada pengiriman bahan baku hanya saat dibutuhkan dalam proses produksi, menghindari biaya penyimpanan dan mengurangi pemborosan. Dalam implementasi JIT, pengelolaan waktu menjadi sangat penting karena sistem ini sangat bergantung pada ketepatan pengiriman dan perencanaan kapasitas. Hal ini mendukung efisiensi operasional secara keseluruhan, karena dapat mengurangi waktu tunggu dan memastikan aliran barang yang lebih lancar.

5. Peningkatan Kepuasan Pelanggan

Efficiency Supply Chain yang baik tidak hanya berdampak pada pengurangan biaya, tetapi juga meningkatkan kepuasan pelanggan. Pengurangan *Lead Time* berkontribusi langsung pada kemampuan perusahaan untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan cepat. Sebagai contoh, dalam sektor manufaktur, peningkatan efisiensi dalam rantai pasok dapat mengurangi waktu pengiriman produk dan meningkatkan *Responsiveness* terhadap permintaan pasar yang dinamis. Ini akan meningkatkan loyalitas pelanggan dan memberikan keuntungan kompetitif yang signifikan bagi perusahaan.

2.1.2 *Responsiveness*

Responsiveness merupakan kemampuan individu atau organisasi dalam merespons kebutuhan, permintaan, permasalahan, maupun situasi yang dihadapi secara cepat, tepat, dan sesuai dengan harapan pihak yang membutuhkan. Aspek ini mencerminkan tingkat kepekaan terhadap kondisi sekitar serta kesiapan untuk

memberikan tindakan atau solusi yang diperlukan tanpa penundaan. *Responsiveness* tidak hanya berkaitan dengan kecepatan dalam memberikan respon, tetapi juga ketepatan dalam mengambil keputusan serta kesesuaian tindakan dengan permasalahan yang dihadapi.

Dalam konteks hubungan interpersonal maupun dunia kerja, *Responsiveness* menunjukkan sikap tanggap, peduli, dan proaktif dalam menghadapi berbagai tuntutan atau perubahan. Individu dengan tingkat *Responsiveness* yang tinggi cenderung mampu menyesuaikan diri dengan situasi yang dinamis, menyelesaikan tugas secara efektif, serta memberikan perhatian yang optimal terhadap kebutuhan orang lain. Oleh karena itu, *Responsiveness* menjadi aspek penting dalam mendukung kinerja, kualitas hubungan sosial, serta kemampuan individu dalam mengelola berbagai peran secara seimbang.

2.1.2.1 Pengertian *Responsiveness*

Responsiveness dalam manajemen rantai pasok dapat diartikan sebagai kemampuan sistem rantai pasokan dalam merespons perubahan permintaan pelanggan serta dinamika kondisi pasar secara cepat dan efektif (Sirine, 2024: 12). *Responsiveness* mencerminkan sejauh mana perusahaan mampu menyesuaikan aktivitas operasionalnya, mulai dari perencanaan produksi hingga distribusi produk, agar tetap selaras dengan kebutuhan pasar yang bersifat dinamis (Sirine, 2024: 12). Dalam konteks ini, rantai pasok yang responsif tidak hanya berfokus pada kecepatan, tetapi juga pada ketepatan dalam memenuhi permintaan pelanggan tanpa menimbulkan keterlambatan atau pemborosan sumber daya.

Selain itu, *Responsiveness* sangat dipengaruhi oleh fleksibilitas proses produksi dan distribusi yang memungkinkan perusahaan mengubah volume *output*, jadwal produksi, serta pola pengiriman sesuai dengan fluktuasi permintaan. Fleksibilitas ini didukung oleh integrasi aliran informasi yang efektif antar pihak dalam rantai pasokan, seperti pemasok, produsen, distributor, dan pelanggan. Dengan adanya koordinasi yang baik serta sistem informasi yang terintegrasi, perusahaan dapat memantau perubahan permintaan secara *real time* dan mengambil keputusan operasional dengan cepat, sehingga mampu mengurangi waktu tunggu serta meningkatkan keandalan layanan.

Lebih lanjut, tingkat *Responsiveness* yang tinggi memberikan kontribusi penting terhadap peningkatan efisiensi rantai pasokan secara keseluruhan. Perusahaan yang mampu merespons permintaan pasar secara cepat cenderung memiliki persediaan yang lebih terkendali, biaya operasional yang lebih rendah, serta tingkat kepuasan pelanggan yang lebih tinggi. Dalam lingkungan bisnis yang semakin kompetitif dan penuh ketidakpastian, *Responsiveness* menjadi faktor strategis yang membantu perusahaan mempertahankan kinerja rantai pasokan yang optimal serta mencapai keunggulan bersaing yang berkelanjutan (Christopher, 2016; Ivanov & Dolgui, 2023; Waqas et al., 2024).

2.1.2.2 Faktor *Responsiveness*

Responsiveness rantai pasok dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yaitu integrasi dan koordinasi aliran informasi antar anggota *supply chain*, fleksibilitas operasional melalui pendekatan Agile, sistem pengukuran kinerja yang menempatkan *Responsiveness* sebagai indikator strategis, pemanfaatan teknologi

digital untuk mendukung keputusan real-time, serta penyederhanaan proses guna mengurangi waktu respon terhadap permintaan (Williams, 2025: 11). Faktor-faktor ini saling berkaitan dalam membentuk sistem rantai pasok yang mampu menyesuaikan diri secara cepat terhadap dinamika permintaan pasar dan perubahan lingkungan bisnis. beberapa faktor utama yang saling berkaitan dalam membentuk kemampuan sistem *supply chain* untuk merespons perubahan permintaan pasar secara cepat dan efektif sebagai berikut :

1. Integrasi dan koordinasi aliran informasi antar anggota rantai pasok

Responsiveness sangat ditentukan oleh sejauh mana organisasi mampu mengintegrasikan proses operasional serta berbagi informasi secara real-time dengan pemasok, distributor, dan mitra lainnya. Integrasi yang mulus antara pemasok dan penyedia layanan ditandai dengan koordinasi yang baik, proses yang terintegrasi, berbagi informasi, serta pemanfaatan teknologi bersama untuk meningkatkan kinerja rantai pasok secara keseluruhan. Dengan adanya aliran informasi yang cepat dan akurat, perusahaan dapat menyesuaikan produksi dan distribusi secara lebih responsif terhadap perubahan permintaan pasar.

2. Fleksibilitas operasional melalui pendekatan *agile supply chain*

Faktor kedua yang memengaruhi *Responsiveness* adalah fleksibilitas dalam proses produksi dan distribusi yang diwujudkan melalui penerapan konsep *agile supply chain*. Rantai pasok yang *agile* dicirikan oleh fleksibilitas, kemampuan beradaptasi, *Responsiveness*, serta kecepatan dalam menghadapi permintaan yang tidak pasti dan lingkungan bisnis yang berubah-ubah.

Fleksibilitas ini memungkinkan perusahaan menyesuaikan kapasitas produksi, jadwal operasional, serta sistem pengiriman tanpa mengorbankan kualitas layanan kepada pelanggan.

3. Sistem pengukuran kinerja yang menekankan *Responsiveness* sebagai indikator strategis

Responsiveness juga dipengaruhi oleh bagaimana kinerja rantai pasok diukur dan dikelola. Model pengukuran kinerja seperti *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) Model menempatkan *Responsiveness* sebagai salah satu atribut utama kinerja *supply chain*, selain keandalan, kelincahan, biaya, dan efisiensi aset. Hal ini menunjukkan bahwa *Responsiveness* merupakan faktor strategis yang perlu diperhatikan secara sistematis untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi rantai pasokan.

4. Pemanfaatan teknologi digital dan data *real-time*

Faktor berikutnya adalah penggunaan teknologi modern yang mendukung visibilitas dan kecepatan respons terhadap perubahan permintaan pasar. Teknologi digital seperti sistem berbasis *cloud*, *blockchain*, dan analitik data *real-time* memungkinkan rantai pasok melakukan penyesuaian operasional secara fleksibel berdasarkan kondisi permintaan dan pasokan yang aktual. Pemanfaatan teknologi ini membantu mempercepat pengambilan keputusan serta meningkatkan kemampuan adaptasi perusahaan terhadap dinamika lingkungan bisnis.

5. Penyederhanaan proses operasional dan pengurangan *Lead Time*

Faktor terakhir yang memengaruhi *Responsiveness* adalah kemampuan perusahaan dalam menyederhanakan proses kerja serta memperpendek waktu pemenuhan permintaan. Sistem replenishment yang berbasis permintaan dan terkoordinasi dengan baik mampu mengurangi keterlambatan, meningkatkan tingkat layanan, serta memperkuat *Responsiveness* terhadap kebutuhan pelanggan. Dengan proses yang lebih efisien dan *Lead Time* yang lebih singkat, perusahaan dapat memenuhi permintaan pasar secara lebih cepat dan tepat.

2.1.2.3 Dimensi *Responsiveness*

Responsiveness dalam manajemen rantai pasok merupakan kemampuan sistem *Supply Chain Management* (SCM) dalam merespons perubahan permintaan pelanggan dan dinamika pasar secara cepat melalui integrasi proses, fleksibilitas operasional, serta pemanfaatan teknologi informasi (Kusmendar et al., 2025: 9). Dimensi *Responsiveness* dapat dijelaskan melalui beberapa aspek utama yang mencerminkan kecepatan, adaptabilitas, dan koordinasi dalam sistem rantai pasok .

1. Integrasi aliran informasi dan proses operasional

Dimensi ini menunjukkan tingkat keterpaduan sistem informasi dan koordinasi proses antar fungsi dalam rantai pasok. SCM modern mengelola arus barang, informasi, dan keuangan secara terintegrasi dengan dukungan sistem seperti *Enterprise Resource Planning* (ERP) dan pelacakan *real-time* guna meningkatkan visibilitas serta *Responsiveness* pengambilan keputusan . Integrasi yang baik memungkinkan perusahaan menyesuaikan perencanaan

produksi dan distribusi secara cepat ketika terjadi perubahan permintaan pasar.

2. Fleksibilitas operasional dalam produksi dan distribusi

Dimensi ini berkaitan dengan kemampuan perusahaan dalam menyesuaikan volume produksi, metode distribusi, serta pengelolaan persediaan sesuai dengan fluktuasi permintaan pelanggan. Pemanfaatan teknologi seperti *Internet of Things* (IoT), *big data analytics*, dan sistem ERP memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih adaptif dan mempercepat penyesuaian operasional. Fleksibilitas ini membantu perusahaan merespons kebutuhan pelanggan tanpa mengorbankan efisiensi biaya.

3. Kecepatan waktu siklus pemenuhan pesanan

Kecepatan waktu siklus mencerminkan durasi proses dari penerimaan pesanan hingga produk diterima pelanggan. Pengurangan waktu siklus berperan penting dalam meningkatkan *Responsiveness* dan fleksibilitas rantai pasok karena perusahaan mampu memenuhi permintaan pasar dengan lebih cepat dan tepat waktu. Semakin singkat waktu siklus operasional, semakin tinggi tingkat *Responsiveness* sistem *supply chain*.

4. Kolaborasi dan kemitraan antar pelaku rantai pasok

Dimensi ini menekankan pentingnya kerja sama yang erat antara pemasok, produsen, distributor, dan pelanggan dalam berbagi informasi serta melakukan perencanaan bersama. Kolaborasi yang kuat memungkinkan koordinasi yang lebih efektif dan fleksibilitas operasional dalam menghadapi ketidakpastian pasar. Kemitraan strategis ini membantu perusahaan

mengantisipasi perubahan permintaan dan meminimalkan risiko keterlambatan pasokan.

5. Pemanfaatan teknologi digital untuk respons real-time

Dimensi terakhir berkaitan dengan penggunaan sistem informasi terintegrasi seperti *Warehouse Management System* (WMS), *Transport Management System* (TMS), serta analitik data operasional. Sistem digital ini meningkatkan transparansi, mempercepat aliran informasi, serta mendukung *Responsiveness* dan efisiensi distribusi secara signifikan. Dengan teknologi *real-time*, perusahaan dapat segera menyesuaikan operasi ketika terjadi gangguan pasokan atau lonjakan permintaan.

2.1.2.4 Indikator *Responsiveness*

Responsiveness dalam manajemen rantai pasokan berkaitan dengan kemampuan sistem *supply chain* dalam merespons permintaan pelanggan melalui kecepatan aliran proses, koordinasi antar tahapan, serta pengelolaan siklus operasional yang efisien (Gunawan & Wahyuni, 2024: 8). Kinerja rantai pasok dapat dianalisis melalui perspektif siklus yang menggambarkan rangkaian proses utama dalam memenuhi kebutuhan pelanggan secara tepat waktu. Perspektif ini menekankan bahwa kecepatan dan kelancaran setiap siklus *supply chain* sangat menentukan kemampuan perusahaan dalam merespons dinamika permintaan pasar. Berdasarkan konsep tersebut, indikator *Responsiveness* rantai pasok dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Kecepatan Siklus Pemesanan Pelanggan (*Customer Order Cycle*)

Siklus pemesanan pelanggan merupakan tahap awal dalam rantai pasok, di mana permintaan berasal langsung dari konsumen. Pada tahap ini, *Responsiveness* ditunjukkan oleh seberapa cepat perusahaan mampu menerima, memproses, dan memenuhi pesanan pelanggan. Siklus pemesanan pelanggan, permintaan bersifat tidak pasti dan berada di luar sistem *supply chain*, sehingga diperlukan sistem yang cepat dan adaptif untuk merespons perubahan permintaan tersebut.

2. Kecepatan Pengisian Ulang Persediaan (*Replenishment Cycle*)

Siklus pengisian ulang menggambarkan kemampuan perusahaan dalam mengisi kembali persediaan setelah terjadi penjualan. *Responsiveness* tinggi tercermin dari kecepatan penyesuaian stok sesuai permintaan aktual pasar. Dalam buku ini dijelaskan bahwa siklus pengisian ulang berfungsi untuk memastikan ketersediaan produk ketika permintaan pelanggan muncul, sehingga pengelolaan yang cepat dan terkoordinasi menjadi kunci dalam meningkatkan pelayanan.

3. Kecepatan Proses Produksi (*Manufacturing Cycle*)

Siklus manufaktur menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk mengolah bahan baku menjadi produk jadi. Buku ini menekankan bahwa kecepatan proses produksi sangat memengaruhi kemampuan rantai pasok dalam merespons lonjakan atau perubahan permintaan. Semakin singkat waktu produksi, semakin cepat perusahaan dapat memenuhi kebutuhan pasar. Dengan demikian, waktu produksi menjadi indikator penting dalam menilai tingkat responsivitas operasional.

4. Kecepatan Pengadaan Material (*Procurement Cycle*)

Siklus pengadaan mencerminkan waktu yang diperlukan untuk memperoleh bahan baku dari pemasok. Pada siklus pengadaan, permintaan dapat diproyeksikan berdasarkan jadwal produksi, sehingga koordinasi informasi menjadi sangat penting. *Responsiveness* rantai pasok meningkat ketika pengadaan material dilakukan secara cepat dan tepat waktu untuk mendukung kelancaran proses produksi.

5. Kelancaran Aliran Informasi Antar Tahapan *Supply Chain*

Selain kecepatan siklus fisik, buku ini menekankan pentingnya berbagi informasi dan kebijakan operasional di sepanjang tahapan *supply chain*. Aliran informasi yang cepat dan terintegrasi memungkinkan setiap pelaku rantai pasok menyesuaikan aktivitasnya terhadap perubahan permintaan secara *real time*. Kelancaran informasi ini berperan penting dalam meningkatkan responsivitas sistem secara keseluruhan.

2.1.3 *Waste*

Waste dalam manajemen rantai pasokan mencerminkan berbagai bentuk pemborosan yang terjadi sepanjang proses operasional dan tidak memberikan nilai tambah bagi pelanggan. *Waste* ini dapat berupa pemborosan waktu akibat waktu tunggu yang berlebihan, keterlambatan proses produksi, maupun distribusi yang tidak tepat waktu. Selain itu, *Waste* persediaan juga sering muncul ketika perusahaan menyimpan bahan baku atau produk jadi dalam jumlah berlebih, yang menyebabkan peningkatan biaya penyimpanan, risiko kerusakan, serta inefisiensi penggunaan sumber daya.

2.1.3.1 Pengertian *Waste*

Waste atau Pemborosan terjadi ketika terdapat aktivitas operasional dalam proses produksi yang tidak berkontribusi pada peningkatan nilai produk, namun tetap menggunakan berbagai sumber daya perusahaan seperti waktu kerja, tenaga kerja, material, dan biaya operasional. Dalam sistem produksi, *Waste* muncul karena proses kerja yang tidak efisien, aliran produksi yang tidak optimal, serta adanya aktivitas yang seharusnya dapat dihilangkan tanpa memengaruhi kualitas produk. Keberadaan pemborosan tersebut menyebabkan peningkatan biaya produksi, keterlambatan proses kerja, serta menurunkan produktivitas operasional perusahaan (Muhammad Kyodan Khalidzky et al., 2025) .

Waste dipahami sebagai aktivitas *non value added* yang perlu diidentifikasi dan dikurangi guna meningkatkan efisiensi proses produksi. Pendekatan *lean* menekankan pentingnya klasifikasi aktivitas menjadi *value added*, *non value added*, dan *necessary non value added* sebagai dasar perbaikan berkelanjutan dalam sistem operasional. Melalui eliminasi pemborosan, perusahaan dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya, memperlancar aliran produksi, serta meningkatkan kinerja operasional secara menyeluruh sehingga proses produksi menjadi lebih efektif dan efisien (Muhammad Kyodan Khalidzky et al., 2025) .

2.1.3.2 Faktor *Waste*

Waste dalam manajemen rantai pasokan mencerminkan berbagai bentuk pemborosan yang terjadi sepanjang proses operasional .*Waste* ini dapat berupa pemborosan waktu akibat waktu tunggu yang berlebihan, keterlambatan dalam

proses produksi, maupun distribusi yang tidak tepat waktu. Selain itu, *Waste* persediaan juga sering terjadi ketika perusahaan menyimpan bahan baku atau produk jadi dalam jumlah berlebih, yang mengakibatkan peningkatan biaya penyimpanan, risiko kerusakan, serta inefisiensi dalam penggunaan sumber daya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa keberadaan *Waste* dapat menghambat kinerja rantai pasok dan menurunkan efisiensi operasional perusahaan (Jumiono et al., 2024: 17).

1. *Overproduksi* (Produksi Berlebihan)

Overproduksi terjadi ketika perusahaan memproduksi barang melebihi kebutuhan aktual pasar atau sebelum adanya permintaan nyata. Hal ini menyebabkan penumpukan persediaan di gudang serta meningkatkan biaya penyimpanan dan risiko kerusakan produk. Sistem JIT menekankan bahwa produksi seharusnya dilakukan hanya berdasarkan permintaan aktual untuk menghindari pemborosan akibat produksi berlebih.

2. *Excess Inventory* (Persediaan Berlebih)

Persediaan yang terlalu banyak, baik bahan baku, barang dalam proses, maupun produk jadi, merupakan salah satu bentuk *Waste* utama dalam rantai pasok. Persediaan berlebih meningkatkan biaya penyimpanan, memperlambat perputaran modal, serta berisiko menurunkan kualitas produk. Sistem produksi ramping bertujuan menjaga persediaan seminimal mungkin agar aliran proses menjadi lebih efisien.

3. Proses Produksi yang Tidak Efisien

Proses yang berulang, tidak terkoordinasi, atau tidak bernilai tambah dapat memperpanjang waktu produksi dan meningkatkan konsumsi sumber daya. Lean manufacturing dalam rantai pasok menekankan pemantauan dan pengendalian ketat di seluruh tahapan produksi untuk mengurangi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi pelanggan.

4. Produk Cacat dan Masalah Kualitas

Produk yang tidak memenuhi standar kualitas menyebabkan pemborosan material, waktu, serta biaya perbaikan atau pembuangan produk. Kualitas bahan baku dan proses produksi sangat memengaruhi tingkat pemborosan. Jika kualitas rendah, maka proses produksi dapat terganggu dan menghasilkan produk cacat yang menjadi sumber *Waste* operasional.

5. Waktu Tunggu dan Keterlambatan Proses

Waktu tunggu yang panjang dalam proses produksi, pengadaan, maupun distribusi merupakan bentuk *Waste* yang mengurangi kecepatan aliran rantai pasok. Dalam sistem produksi ramping, waktu tunggu dikategorikan sebagai pemborosan karena tidak memberikan nilai tambah tetapi memperpanjang siklus pemenuhan pesanan.

6. Pengelolaan *Waste* Produksi yang Tidak Optimal

Waste fisik seperti sisa bahan produksi, *Waste* padat, serta emisi yang tidak dikelola dengan baik juga menjadi faktor pemborosan dalam rantai pasok. Praktik SCM berkelanjutan menekankan pengurangan *Waste* produksi melalui pengelolaan material yang efisien dan penerapan *green supply chain*

management untuk meningkatkan efisiensi sekaligus menjaga keberlanjutan lingkungan.

2.1.3.3 Dimensi *Waste*

dalam *supply chain* bertujuan untuk menciptakan aliran proses yang lebih lancar, mengurangi pemborosan, serta meningkatkan *Responsiveness* terhadap permintaan pelanggan. Dengan mengurangi *Waste*, perusahaan dapat menekan biaya operasional, meningkatkan kualitas produk, serta mempercepat waktu pemenuhan pesanan, sehingga mampu meningkatkan daya saing di pasar (Lean Manufacturing: Cutting *Waste*, Boosting Efficiency, 2024).

1. *Overproduction* (Produksi Berlebihan)

Overproduction terjadi ketika perusahaan memproduksi barang melebihi kebutuhan pelanggan atau sebelum adanya permintaan aktual. Kondisi ini menyebabkan penumpukan persediaan, meningkatkan biaya penyimpanan, serta berpotensi menimbulkan pemborosan lain dalam sistem operasional.

2. *Waiting* (Waktu Tunggu)

Waiting merupakan waktu menganggur yang terjadi dalam proses produksi maupun distribusi akibat ketidakseimbangan aliran kerja. Waktu tunggu tidak memberikan nilai tambah dan dapat memperpanjang siklus produksi serta menurunkan efisiensi operasional.

3. *Transportation* (Transportasi Berlebih)

Transportation merujuk pada aktivitas perpindahan material atau produk yang tidak efisien. Pergerakan yang berlebihan tanpa perencanaan yang

optimal dapat meningkatkan biaya operasional tanpa memberikan nilai tambah bagi pelanggan.

4. *Overprocessing* (Proses Berlebih)

Overprocessing terjadi ketika suatu produk mengalami proses tambahan yang tidak diperlukan. Hal ini menyebabkan pemborosan waktu, tenaga kerja, serta sumber daya lainnya dalam proses produksi.

5. *Inventory* (Persediaan Berlebih)

Persediaan yang berlebihan, baik bahan baku, barang dalam proses, maupun produk jadi, merupakan salah satu bentuk *Waste* yang sering terjadi. Kondisi ini meningkatkan biaya penyimpanan, memperlambat perputaran modal, serta berisiko menurunkan kualitas produk.

6. *Motion* (Gerakan Tidak Efisien)

Motion merupakan aktivitas gerakan yang tidak perlu dalam proses kerja, seperti perpindahan tenaga kerja atau alat yang tidak efisien. Aktivitas ini menyebabkan pemborosan waktu dan energi yang seharusnya dapat digunakan untuk kegiatan yang lebih produktif.

7. *Defect* (Produk Cacat)

Defect adalah produk yang tidak memenuhi standar kualitas sehingga memerlukan perbaikan atau pembuangan. Kondisi ini menyebabkan pemborosan material, waktu, serta biaya produksi, sehingga menurunkan efisiensi operasional perusahaan.

2.1.3.4 Indikator *Waste*

Waste dalam manajemen operasional dipahami sebagai aktivitas atau penggunaan sumber daya yang tidak memberikan nilai tambah bagi pelanggan, namun tetap mengonsumsi waktu, biaya, material, dan energi. Konsep ini menjadi fokus penting dalam meningkatkan efisiensi proses operasional dan kinerja rantai pasokan (Sugianto et al., 2025). Berdasarkan konsep tersebut, dapat diukur melalui beberapa indikator berikut.

1. Cacat dan *Rework*

Produk cacat menunjukkan kegagalan proses produksi dalam memenuhi spesifikasi kualitas yang telah ditetapkan perusahaan. Tingginya tingkat cacat menandakan adanya ketidakefisienan pada penggunaan mesin, tenaga kerja, maupun metode produksi. Produk cacat tidak hanya meningkatkan biaya produksi, tetapi juga memperlambat aliran proses karena memerlukan inspeksi tambahan dan tindakan korektif. *Rework* merupakan aktivitas memperbaiki produk yang tidak sesuai standar agar dapat digunakan kembali. Aktivitas ini termasuk pemborosan karena menggunakan kembali waktu kerja, energi, serta material tambahan tanpa menciptakan nilai baru bagi pelanggan. Semakin tinggi tingkat *rework*, semakin rendah efisiensi operasional perusahaan.

2. *Overproduction*

Overproduction terjadi ketika perusahaan menghasilkan produk lebih banyak atau lebih cepat dari permintaan pelanggan. Kondisi ini menyebabkan penumpukan persediaan, peningkatan biaya penyimpanan, risiko kerusakan

barang, serta terikatnya modal kerja pada stok yang belum terjual. *Overproduction* sering dianggap sebagai bentuk *Waste* paling berbahaya karena memicu jenis pemborosan lainnya.

3. *Waiting*

Waktu tunggu muncul ketika suatu proses harus berhenti sementara karena proses sebelumnya belum selesai. Hal ini menyebabkan tenaga kerja dan mesin tidak dimanfaatkan secara optimal sehingga menurunkan produktivitas keseluruhan sistem produksi. Pemborosan terjadi ketika operator menunggu ketersediaan bahan baku, mesin mengalami *downtime*, atau terjadi antrian pekerjaan. *Waiting* menunjukkan lemahnya perencanaan produksi dan koordinasi rantai pasok yang berdampak pada meningkatnya *Lead Time*.

4. *Material Waste*

Material Waste terjadi ketika bahan baku tidak dapat digunakan akibat kesalahan pemotongan, penyimpanan yang tidak tepat, atau perencanaan material yang buruk. Pemborosan ini secara langsung meningkatkan biaya produksi karena perusahaan harus membeli material tambahan. Kerusakan material dapat terjadi karena penanganan yang tidak sesuai, penyimpanan yang tidak standar, maupun waktu penyimpanan terlalu lama. Material rusak mengurangi efisiensi penggunaan sumber daya serta menurunkan kinerja operasional perusahaan.

5. Proses tidak efisien

Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, seperti pemeriksaan berulang, perpindahan pekerjaan yang tidak perlu, atau prosedur kerja yang terlalu

panjang, termasuk dalam kategori *Waste* karena memperpanjang waktu proses tanpa meningkatkan kualitas produk. Gerakan operator yang berlebihan, posisi kerja tidak ergonomis, maupun tata letak fasilitas yang kurang efektif menyebabkan tenaga kerja mengeluarkan energi tambahan yang sebenarnya dapat dihindari. Hal ini berdampak pada rendahnya produktivitas dan meningkatnya kelelahan kerja.

2.1.4 *Efficiency Supply Chain*

Efficiency Supply Chain adalah kemampuan suatu sistem rantai pasokan dalam mengelola aliran barang, informasi, dan sumber daya secara optimal untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan biaya serendah mungkin tanpa mengurangi kualitas layanan. Efisiensi ini tercermin dari kemampuan perusahaan dalam meminimalkan pemborosan, mengurangi biaya operasional, memperpendek waktu proses, serta memaksimalkan pemanfaatan sumber daya yang tersedia. Dalam konteks manajemen operasi dan *supply chain*, efisiensi sering dikaitkan dengan pengendalian biaya persediaan, pengurangan *Lead Time*, serta optimalisasi distribusi dan koordinasi antar pelaku rantai pasok.

2.1.4.1 Pengertian *Efficiency Supply Chain*

Efficiency Supply Chain merupakan konsep penting dalam manajemen operasi yang menekankan pada kemampuan perusahaan dalam mengelola seluruh aktivitas rantai pasokan secara optimal. *Efficiency Supply Chain* mencakup proses perencanaan, pengadaan bahan baku, produksi, penyimpanan, hingga distribusi produk kepada pelanggan akhir. Dalam konteks ini, efisiensi tidak hanya berarti

pengurangan biaya, tetapi juga mencerminkan kelancaran aliran barang dan informasi antar pelaku rantai pasok.

Dengan mengoptimalkan operasi rantai pasok, perusahaan dapat menekan biaya produksi, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan efisiensi di seluruh lini proses (Jumiono et al., 2024: 3). Yang menunjukkan bahwa efisiensi berkaitan erat dengan pengendalian biaya dan pemanfaatan sumber daya secara tepat guna. Optimalisasi proses menjadi kunci utama dalam mencapai kinerja rantai pasok yang efisien.

Lebih lanjut, menegaskan bahwa manajemen rantai pasok yang efektif mampu mengoptimalkan proses dari hulu ke hilir, memastikan kepuasan pelanggan, mengurangi biaya, serta menghadapi tantangan pasar global (Jumiono et al., 2024: 12). Hal ini mengindikasikan bahwa efisiensi rantai pasok tidak hanya berdampak pada aspek internal perusahaan, tetapi juga berpengaruh terhadap kepuasan pelanggan dan daya saing perusahaan di pasar.

Efisiensi rantai pasok juga mencerminkan kemampuan perusahaan dalam meminimalkan pemborosan waktu, material, dan energi selama proses operasional berlangsung. Sistem yang efisien mampu mengurangi kelebihan persediaan, memperpendek waktu proses, serta meningkatkan ketepatan pengiriman kepada pelanggan. Dengan demikian, efisiensi menjadi indikator kinerja operasional yang strategis dalam pengelolaan *supply chain*.

Efisiensi rantai pasok adalah kemampuan sistem rantai pasokan dalam mengintegrasikan dan mengoptimalkan seluruh proses dari pemasok hingga

pelanggan akhir untuk menghasilkan nilai maksimal dengan penggunaan sumber daya yang minimal. Efisiensi ini tercapai melalui koordinasi yang baik, pengendalian biaya, pengurangan pemborosan, serta peningkatan kualitas layanan secara berkelanjutan.

2.1.4.2 Faktor *Efficiency Supply Chain*

Efficiency Supply Chain dipengaruhi oleh beberapa faktor utama yang berkaitan dengan pengelolaan proses, koordinasi antar pelaku, serta pengendalian biaya dalam sistem *supply chain*. Optimalisasi rantai pasok dilakukan melalui pengelolaan yang terintegrasi dari hulu hingga hilir untuk menekan biaya dan meningkatkan kinerja operasional (Jumiono et al., 2024: 4). Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi efisiensi rantai pasok sebagai berikut.

1. Koordinasi dan Integrasi Antar Pelaku Rantai Pasok

Manajemen rantai pasok bertujuan mengintegrasikan pemasok, produsen, distributor, dan pelanggan agar aliran barang dan informasi berjalan lancar. Koordinasi yang baik akan mengurangi miskomunikasi, keterlambatan, dan kelebihan persediaan sehingga meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan.

2. Pengendalian Biaya Operasional

Efisiensi sangat berkaitan dengan kemampuan perusahaan dalam menekan biaya produksi, distribusi, dan penyimpanan. Disebutkan bahwa optimalisasi rantai pasok memungkinkan perusahaan mengurangi biaya dan meningkatkan daya saing. Pengendalian biaya menjadi faktor utama dalam menilai apakah sistem rantai pasok berjalan efisien atau tidak.

3. Manajemen Persediaan yang Efektif

Dalam pembahasan mengenai manajemen persediaan, dijelaskan bahwa pengelolaan stok yang tepat dapat mencegah kelebihan maupun kekurangan. Pengendalian persediaan yang baik akan mengurangi biaya penyimpanan dan risiko kerusakan barang, sehingga berkontribusi terhadap efisiensi rantai pasok.

4. Kelancaran Aliran Informasi

Pentingnya aliran informasi yang akurat dan tepat waktu antar bagian dalam rantai pasok. Informasi yang tidak akurat dapat menyebabkan kesalahan perencanaan produksi dan distribusi yang berujung pada pemborosan. Oleh karena itu, sistem informasi yang baik menjadi faktor penting dalam meningkatkan efisiensi.

5. Ketepatan Waktu dan Kecepatan Proses

Efficiency Supply Chain juga dipengaruhi oleh kecepatan dalam memenuhi permintaan pelanggan. Dalam rangkuman buku disebutkan bahwa manajemen rantai pasok yang efektif memastikan proses dari hulu ke hilir berjalan optimal dan mampu memenuhi kebutuhan pelanggan secara tepat waktu. Ketepatan waktu ini berkaitan erat dengan pengurangan *Lead Time* dan peningkatan kinerja operasional.

2.1.4.3 Dimensi *Efficiency Supply Chain*

Efficiency Supply Chain merupakan sistem terintegrasi yang melibatkan berbagai proses dan aktor dari hulu hingga hilir. Manajemen rantai pasok mengintegrasikan berbagai proses seperti perencanaan kebutuhan, pengadaan bahan baku, produksi, distribusi, hingga pengelolaan hubungan dengan mitra bisnis

guna memastikan produk sampai ke pelanggan secara efektif dan tepat waktu (Jumiono et al., 2024: 10). Dimensi rantai pasok dapat dijabarkan sebagai berikut.

1. Perencanaan (*Planning*)

Perencanaan merupakan dimensi awal dalam rantai pasok yang mencakup kegiatan perencanaan kebutuhan, permintaan pasar, dan penjadwalan produksi. Perencanaan yang baik memungkinkan perusahaan mengantisipasi permintaan dan menyesuaikan kapasitas produksi secara optimal. Integrasi proses dimulai dari perencanaan kebutuhan untuk memastikan kelancaran aliran barang.

2. Pengadaan (*Procurement*)

Dimensi pengadaan berkaitan dengan proses memperoleh bahan baku dari pemasok. Rantai pasok melibatkan pemasok sebagai aktor utama yang berperan dalam menjamin kelancaran aliran bahan baku. Pengelolaan pengadaan yang efektif akan meminimalkan keterlambatan produksi dan meningkatkan efisiensi operasional.

3. Produksi (*Production/Operations*)

Produksi merupakan dimensi yang berfokus pada proses transformasi bahan baku menjadi produk jadi. Dalam buku dijelaskan bahwa bagian operasional bertanggung jawab mengelola proses produksi dan memastikan aliran barang berjalan lancar dari pemasok hingga konsumen. Efektivitas produksi sangat menentukan efisiensi dan kualitas produk dalam rantai pasok.

4. Distribusi dan Logistik (*Distribution & Logistics*)

Distribusi mencakup proses penyimpanan, pengiriman, dan penyaluran produk kepada konsumen akhir. Distributor dan pengecer memiliki peran penting

dalam menjaga ketersediaan produk di pasar serta memastikan produk sampai kepada pelanggan. Ketepatan waktu dan efektivitas distribusi menjadi faktor penting dalam menjaga kepuasan pelanggan.

5. Teknologi Informasi dan Koordinasi (*Information & Coordination*)

Dimensi ini menekankan pentingnya aliran informasi yang akurat dan terpercaya dalam mendukung pengambilan keputusan. Informasi lintas rantai pasok yang akurat mengenai permintaan, pesanan pelanggan, dan jadwal produksi sangat penting untuk mengembangkan respons yang cepat. Sistem informasi yang baik memungkinkan koordinasi yang efektif antar aktor dalam rantai pasok.

2.1.4.4 Indikator *Efficiency Supply Chain*

Efficiency Supply Chain dalam perspektif manajemen rantai pasok diartikan sebagai kemampuan perusahaan dalam mengoptimalkan seluruh proses dari hulu hingga hilir untuk mencapai kinerja operasional yang maksimal dengan penggunaan sumber daya yang minimal. Optimalisasi rantai pasok dilakukan melalui integrasi proses dan pengurangan pemborosan guna meningkatkan efisiensi sistem secara menyeluruh (Jumiono et al., 2024; 8). Selain itu, efektivitas pengelolaan rantai pasok juga ditentukan oleh kemampuan perusahaan dalam memastikan kelancaran aliran barang dan informasi dari pemasok hingga pelanggan akhir. Berdasarkan pembahasan tersebut, indikator efisiensi rantai pasok dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Efisiensi Biaya Total Rantai Pasok

Indikator ini mengukur sejauh mana perusahaan mampu menekan biaya produksi, distribusi, dan penyimpanan melalui pengelolaan yang terintegrasi. Pengoptimalan operasi rantai pasok memungkinkan perusahaan mengurangi biaya dan meningkatkan daya saing.

2. Efektivitas Pengelolaan Persediaan

Manajemen persediaan yang baik mencegah kelebihan maupun kekurangan stok yang dapat menimbulkan pemborosan atau keterlambatan produksi. Dalam pembahasan mengenai pengendalian persediaan dijelaskan bahwa pengelolaan stok yang tepat menjadi bagian penting dari sistem rantai pasok yang efisien.

3. Kecepatan dan Ketepatan Pemenuhan Pesanan

Efisiensi juga tercermin dari kemampuan perusahaan memenuhi permintaan pelanggan secara cepat dan tepat waktu. Manajemen rantai pasok yang efektif memastikan proses berjalan dari hulu ke hilir secara optimal untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.

4. Integrasi dan Koordinasi Proses

Tingkat integrasi antar bagian dalam rantai pasok, mulai dari pemasok, produsen, hingga distributor, menentukan kelancaran aliran barang dan informasi. Koordinasi antar pelaku rantai pasok menjadi faktor penting dalam menjaga efisiensi sistem secara keseluruhan.

5. Pengurangan Risiko dan Ketidakpastian Operasional

Rantai pasok yang efisien mampu mengantisipasi gangguan dan ketidakpastian melalui perencanaan dan pengelolaan informasi yang baik. Dalam pembahasan

mengenai tantangan rantai pasok global, pentingnya sistem yang adaptif dan terkoordinasi untuk menghadapi dinamika pasar.

2.1.5 Demand-Driven MRP

Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP) adalah sebuah pendekatan dalam perencanaan kebutuhan material yang berfokus pada permintaan aktual (*demand*) daripada proyeksi atau prediksi permintaan yang lebih sering digunakan dalam sistem tradisional MRP (*Material Requirements Planning*). DDMRP mengintegrasikan prinsip-prinsip dari *Just-in-Time* (JIT), *Lean Manufacturing*, dan *Supply Chain Management* (SCM) untuk menciptakan sistem yang lebih responsif terhadap perubahan permintaan pasar yang dinamis.

DDMRP dirancang untuk mengurangi *Lead Time*, persediaan berlebih, dan biaya operasional, dengan cara mengutamakan pengelolaan persediaan berbasis permintaan nyata. Sistem ini menggunakan buffer stok yang ditempatkan di titik-titik strategis dalam rantai pasok untuk memastikan bahwa material tersedia saat dibutuhkan tanpa perlu melakukan prediksi jangka panjang yang seringkali tidak akurat. Oleh karena itu, DDMRP memungkinkan perusahaan untuk beradaptasi lebih cepat dengan fluktuasi permintaan, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan efisiensi operasional.

2.1.5.1 Pengertian Demand-Driven MRP

Demand-Driven Material Requirements Planning (DDMRP) adalah metode perencanaan bahan yang lebih adaptif dan responsif dalam mengelola rantai pasokan, berfokus pada permintaan nyata (*actual demand*) sebagai dasar

perencanaan, dibandingkan dengan metode MRP tradisional yang bergantung pada proyeksi permintaan. DDMRP menggabungkan elemen-elemen dari MRP klasik dengan konsep *pull system*, yang mengutamakan pengelolaan persediaan melalui *buffer* yang ditempatkan di titik-titik strategis dalam sistem untuk meminimalkan ketergantungan pada perkiraan yang tidak selalu akurat (Habibullah & Vanany, 2025).

DDMRP bertujuan untuk mengurangi variabilitas dalam aliran material dan meningkatkan kecepatan respons terhadap permintaan pasar dengan meminimalkan *Lead Time* dan menurunkan tingkat stok berlebih atau kekurangan stok (*stockouts*). Dengan menggunakan prinsip position, protect, dan pull, DDMRP memastikan bahwa material dan komponen yang diperlukan hanya tersedia sesuai permintaan yang telah terjadi, sehingga mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi operasional.

Salah satu keuntungan utama dari DDMRP adalah kemampuannya untuk menanggulangi ketidakpastian dalam permintaan dan mengoptimalkan aliran material melalui penempatan *buffer inventory* di sepanjang rantai pasokan. Hal ini memungkinkan perusahaan untuk tetap menjaga kelancaran produksi meskipun menghadapi fluktuasi permintaan yang tinggi. DDMRP juga memungkinkan perusahaan untuk merespons kebutuhan pelanggan lebih cepat, serta memperbaiki ketersediaan produk tanpa memerlukan stok yang berlebihan.

Metode ini sangat berguna dalam sektor-sektor dengan permintaan yang fluktuatif dan variabilitas tinggi, seperti industri makanan cepat saji yang

membutuhkan manajemen persediaan yang lebih fleksibel dan responsif terhadap permintaan pelanggan yang sering berubah. Penerapan DDMRP terbukti efektif dalam mengurangi *overstock* sebesar 96,29%, mengurangi kekurangan stok sebesar 88,51%, dan menurunkan tingkat persediaan rata-rata sebesar 6,62% pada perusahaan makanan cepat saji yang menjadi objek studi kasus (Habibullah & Vanany, 2025) .

Dengan penerapan DDMRP, perusahaan dapat mengoptimalkan kapasitas penyimpanan yang terbatas, seperti kapasitas ruang pendingin, dan memastikan produk tetap tersedia tanpa pemborosan. DDMRP juga mempermudah pengelolaan persediaan dengan penetapan titik pemisahan yang strategis dalam alur produksi, yang membantu mengatasi tantangan seperti penurunan kualitas bahan baku atau keberagaman permintaan di pasar.

2.1.5.2 Faktor *Demand-Driven* MRP

Demand-Driven Material Requirements Planning (DDMRP) adalah pendekatan perencanaan material yang mengutamakan penggunaan permintaan nyata untuk mengelola aliran material, menggantikan proyeksi permintaan yang sering tidak akurat. DDMRP menempatkan *buffer* persediaan di titik strategis dalam rantai pasokan untuk mengurangi variabilitas dan memastikan ketersediaan material yang dibutuhkan.

Dengan mengurangi *Lead Time* dan memperbaiki respons terhadap permintaan, DDMRP memungkinkan perusahaan untuk lebih cepat beradaptasi dengan perubahan pasar dan mengurangi stok berlebih. Pendekatan ini

mengoptimalkan pengelolaan persediaan dan meningkatkan efisiensi operasional, sehingga perusahaan dapat mengurangi biaya penyimpanan dan meningkatkan tingkat layanan pelanggan (Habibullah & Vanany, 2025) . Berikut beberapa faktor *Demand-Driven MRP* :

1. Variabilitas Permintaan

DDMRP mengatasi ketidakpastian dalam permintaan dengan menggunakan demand signals nyata yang berasal langsung dari pelanggan atau pasar, dibandingkan dengan menggunakan proyeksi atau perkiraan. Sistem ini secara dinamis menyesuaikan tingkat persediaan berdasarkan permintaan yang terjadi, yang sangat relevan di industri dengan fluktuasi tinggi, seperti industri makanan cepat saji .

2. Penempatan *Buffer* Strategis

Buffer persediaan ditempatkan pada decoupling points (titik pemisah) dalam aliran pasokan untuk mengurangi variabilitas dan ketidakpastian dalam proses produksi. Dengan memisahkan proses produksi dan material yang bergantung pada permintaan, DDMRP memungkinkan perusahaan untuk lebih responsif terhadap perubahan permintaan tanpa terlalu mengandalkan stok yang berlebih atau kekurangan .

3. Pengurangan *Lead Time*

DDMRP berfokus pada pengurangan *Lead Time* di seluruh rantai pasokan dengan memanfaatkan buffer yang ditempatkan secara strategis. Pengurangan *Lead Time* ini memungkinkan perusahaan untuk memenuhi permintaan

pelanggan dengan lebih cepat dan efisien, mengurangi pemborosan, serta meningkatkan tingkat layanan .

4. Manajemen Persediaan yang Responsif

Sistem ini meningkatkan efisiensi pengelolaan persediaan dengan mengoptimalkan penggunaan buffer dan menyesuaikan tingkat stok sesuai dengan fluktuasi permintaan. Hal ini membantu perusahaan untuk mengurangi risiko *overstock* dan *stockout*, yang sangat menguntungkan bagi perusahaan.

5. Pendekatan Pull terhadap Produksi dan Pengadaan

DDMRP menggunakan sistem pull untuk memicu pengadaan bahan baku dan produksi berdasarkan permintaan nyata yang terjadi, bukan berdasarkan proyeksi atau ramalan. Pendekatan ini memastikan bahwa produksi dan pengadaan lebih terfokus dan tidak berlebihan, serta mengurangi risiko stok berlebih yang tidak diperlukan.

2.1.5.3 Dimensi *Demand-Driven* MRP

DDMRP mengurangi ketergantungan pada ramalan atau prediksi permintaan yang sering tidak akurat, dengan fokus pada pengelolaan *buffer inventory* untuk mengatasi ketidakpastian dalam permintaan dan pasokan. Sistem ini memungkinkan perusahaan untuk mengoptimalkan aliran material, mengurangi *Lead Time* , dan meningkatkan tingkat layanan pelanggan. DDMRP sangat cocok untuk industri dengan variabilitas tinggi dalam permintaan, karena dapat merespons perubahan permintaan dengan lebih cepat dan efisien (Habibullah & Vanany, 2025).

Dimensi-dimensi DDMRP sebagai berikut :

1. Titik Pemisahan (*Decoupling Points*).

DDMRP menggunakan *decoupling points* untuk memisahkan produksi dan pengadaan material dari variabilitas permintaan. Dengan penempatan *buffer* di titik-titik ini, sistem lebih stabil dan responsif terhadap perubahan dalam rantai pasokan.

2. Ukuran *Buffer* (*Buffer Sizing*)

Ukuran *buffer* ditentukan berdasarkan variabilitas permintaan dan pasokan, yang membantu dalam menjaga keseimbangan persediaan dan mengurangi *stockouts* serta *overstock*.

3. Perencanaan Berbasis Permintaan Nyata (*Demand-Driven Planning*)

DDMRP mengutamakan perencanaan berdasarkan permintaan nyata yang terjadi, bukan hanya ramalan, untuk memastikan material tersedia saat dibutuhkan dan mengurangi pemborosan.

4. Pengurangan *Lead Time*

Salah satu tujuan DDMRP adalah mengurangi *Lead Time*, yang dicapai dengan penempatan *buffer* yang strategis dan respons yang lebih cepat terhadap permintaan pelanggan.

5. Eksekusi Kolaboratif dan Terlihat (*Collaborative and Visible Execution*)

DDMRP memungkinkan eksekusi yang lebih kolaboratif dan transparan di seluruh rantai pasokan, yang memungkinkan pemangku kepentingan untuk memantau status *buffer* dan melakukan penyesuaian secara *real time*.

2.1.5.4 Indikator *Demand-Driven* MRP

Demand-Driven Material Requirements Planning (DDMRP) merupakan pendekatan perencanaan material yang berfokus pada permintaan yang nyata sebagai dasar untuk mengelola rantai pasokan. Berbeda dengan sistem MRP tradisional yang bergantung pada ramalan permintaan, DDMRP menempatkan buffer persediaan di titik strategis untuk melindungi aliran material dari variabilitas permintaan dan pasokan.

Dengan cara ini, DDMRP dapat mengurangi *Lead Time*, meningkatkan *Responsiveness* terhadap permintaan, dan meminimalkan biaya yang terkait dengan stok berlebih atau kekurangan. Pendekatan ini memungkinkan perusahaan untuk lebih efisien dalam pengelolaan persediaan dan menjaga kelancaran produksi sesuai permintaan pelanggan yang sesungguhnya (Habibullah & Vanany, 2025). Indikator *Demand-Driven* MRP (DDMRP):

1. Integritas Sinyal Permintaan (*Demand Signal Integrity*)

Keberhasilan penerapan DDMRP sangat bergantung pada keakuratan dan ketepatan waktu sinyal permintaan. DDMRP menggunakan data permintaan nyata yang diterima dari pelanggan atau produksi sebagai dasar perencanaan, bukan hanya mengandalkan ramalan atau proyeksi yang sering tidak akurat. Sinyal permintaan yang tepat waktu dan akurat memungkinkan sistem untuk merespons perubahan pasar dengan cepat dan efisien, menjaga agar bahan baku dan produk tersedia saat dibutuhkan. Tanpa sinyal permintaan yang valid, DDMRP tidak dapat berfungsi dengan baik karena buffer yang ditempatkan akan berisiko tidak mencerminkan kebutuhan aktual.

2. Penempatan dan Ukuran *Buffer* (*Buffer Sizing and Positioning*)

Salah satu aspek terpenting dalam DDMRP adalah penempatan dan ukuran *buffer* persediaan di titik-titik pemisahan dalam rantai pasokan (*decoupling points*). *Buffer* ini membantu melindungi rantai pasokan dari ketidakpastian dalam permintaan dan pasokan. Penempatan *buffer* yang strategis memungkinkan sistem untuk tetap responsif terhadap perubahan permintaan tanpa menciptakan kelebihan persediaan atau kekurangan stok. Ukuran *buffer* ditentukan berdasarkan variabilitas permintaan dan waktu *lead* untuk memastikan keseimbangan antara stok yang cukup dan biaya penyimpanan yang minimal. Penentuan *buffer* yang tepat mengurangi risiko *stockout* dan *overstock*, yang berdampak langsung pada efisiensi operasional.

3. Kinerja Layanan Pelanggan (*Customer Service Level*)

Salah satu tujuan utama DDMRP adalah meningkatkan tingkat layanan pelanggan dengan memastikan bahwa produk tersedia saat dibutuhkan tanpa adanya pemborosan persediaan. Indikator ini diukur melalui tingkat keberhasilan pemenuhan permintaan pelanggan. Dengan menggunakan DDMRP, perusahaan dapat mengoptimalkan pengelolaan persediaan dan merespons permintaan dengan lebih cepat, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya *stockout*. Dalam konteks ini, DDMRP berfungsi untuk menjaga ketersediaan material yang konsisten sambil meningkatkan pengalaman pelanggan, yang akhirnya berkontribusi pada peningkatan kepuasan pelanggan.

4. Kinerja Persediaan (*Inventory Performance*)

DDMRP bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja persediaan, dengan fokus pada pengurangan biaya penyimpanan dan peningkatan *turnover* persediaan. Sistem ini memantau kinerja persediaan menggunakan indikator seperti *Inventory Turnover Rate* (ITR) dan *Days of Supply* (DOS). DDMRP memastikan bahwa hanya bahan yang benar-benar diperlukan yang dipesan dan disimpan dalam *buffer*, yang mengarah pada pengurangan pemborosan dan biaya yang tidak perlu. Hal ini juga membantu perusahaan untuk menjaga jumlah persediaan pada tingkat yang sesuai dengan permintaan pasar, tanpa berisiko menumpuk barang yang tidak terpakai.

2.1.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini mengacu pada berbagai studi sebelumnya yang relevan sebagai referensi utama. Studi-studi tersebut menggunakan variabel yang serupa dengan penelitian ini, sehingga dapat mendukung landasan teori dan analisis yang akan dilakukan.

Tabel 2.1
Penelitian Terdahulu

No	Peneliti, Tahun, dan Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan	Hasil Penelitian	Sumber
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	Xu, G., Guan, Z., Yue, L., & Mumtaz, J. (2023). <i>An efficient production planning approach based</i>	Terdapat variabel yang sama yaitu, membahas DDMRP sebagai pendekatan untuk perencanaan	Fokus pada <i>production planning</i> manufaktur MTS dengan kendala kapasitas dan ruang simpan, serta menggabung	DDMRP–GWO mengoptimalkan kapasitas, mengurangi kekurangan material, dan	<i>International Journal of Industrial Engineering Computations</i> , 14 (2023), 451–466.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>demand driven MRP under resource constraints</i>	produksi/material planning agar lebih responsif terhadap fluktuasi permintaan.	kan DDMRP dengan Grey Wolf Optimizer (GWO).	menstabilkan produksi.	DOI: 10.5267/j.ijec.2023.5.003
2	Azzamouri, A., Baptiste, P., Dessevre, G., Pellerin, R. (2021). <i>Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP): A Systematic Review and Classification</i>	Menggunakan DDMRP sebagai pendekatan manajemen persediaan untuk mengurangi variabilitas dan menjaga tingkat layanan pelanggan	Fokus pada perkembangan dan klasifikasi penelitian mengenai DDMRP dari 2011 hingga 2020, serta kurangnya penelitian mendalam dalam bidang percetakan	DDMRP masih perlu penelitian lanjutan, terutama pada penyesuaian parameter dan penerapan di konteks kompleks.	<i>Journal of Industrial Engineering and Management</i> , 14(3), 439-456, DOI: 10.3926/jiem.3331
3	Yulyani, E., Widyadhana, K. A., Moulydhea, R. I., & Sari, R. (2025). <i>Penerapan Lean Manufacturing dalam Mengurangi Lead Time dan Meningkatkan Efisiensi</i>	Sama-sama membahas upaya peningkatan efisiensi operasional dan pengurangan <i>Lead Time</i> dalam sistem produksi.	Fokus pada lean manufacturing di manufaktur umum, sedangkan penelitian ini pada industri percetakan dengan pendekatan DDMRP.	<i>Lean manufacturing</i> terbukti mampu mengurangi <i>Lead Time</i> dan meningkatkan efisiensi melalui eliminasi aktivitas <i>non-value added</i> .	<i>Integrative Perspectives of Social and Science Journal (IPSSJ)</i> , Vol. 2 No. 2, 2025, E-ISSN: 3064-4011.
4	Shamsuzzohra, A., & Jaakkola, T. (2024). <i>The Scope of Demand-Driven</i>	Terdapat variabel yang sama yaitu, membahas <i>Lead Time</i> sebagai	Fokus pada purchasing dan identifikasi material DDMRP di manufaktur	<i>Lead Time</i> menjadi faktor utama dalam penentuan <i>buffer</i>	<i>International Journal of Engineering Business Management</i> , 2024.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>Material Requirements Planning in Operative Purchasing of a Multi-National Company: A Case Study</i>	faktor penting dalam perencanaan material dan pengendalian persediaan.	multinasional, namun tidak dengan analisis pengaruh <i>Lead Time</i> terhadap efisiensi rantai pasok.	<i>DDMRP</i> dan mempengaruhi tingkat persediaan serta potensi penghematan <i>inventory</i> .	DOI: https://doi.org/10.1177/18479790241293890
5	Muyulema-Allaica, J. C., Usca-Veloz, R. B., Reyes-Soriano, F. E., Pucha-Medina, P. M., & Hidalgo-Hidalgo, J. F. (2025). <i>Framework for the Design of a Demand-Driven MRP (DDMRP) Model from Case Study</i>	Sama-sama menempatkan <i>Lead Time</i> sebagai faktor penting dalam perencanaan material dan pengendalian persediaan pada pendekatan DDMRP.	Fokus pada penyusunan framework/kerangka desain DDMRP untuk konteks manufaktur umum, tidak terdapat penelitian pada industri percetakan dengan fokus pengaruh <i>Lead Time</i> terhadap efisiensi rantai pasok.	Studi menegaskan relevansi <i>DDMRP</i> untuk <i>Lead Time</i> <i>compression</i> dan perbaikan kinerja (<i>inventory reduction</i> , perbaikan LT, dan <i>service level</i>), serta mengidentifikasi <i>gap</i> kurangnya standarisasi implementasi.	<i>Journal Européen des Systèmes Automatisés (JESA)</i> , Vol. 58 No. 2 (2025), 237–246. DOI: 10.18280/jesa.580205
6	Damian-Rojas et al., 2025. <i>Integrating Lean Warehousing and DDMRP to Improve Inventory Flow Efficiency in a Peruvian Commercial</i>	<i>Lead Time</i> jadi dasar buffer DDMRP.	Fokus pada integrasi Lean Warehousing dan DDMRP di gudang komersial, tidak terdapat penelitian pada industri percetakan dengan fokus pengaruh	Implementasi model menurunkan <i>stockout</i> , meningkatkan akurasi <i>inventory</i> , dan memperbaiki efisiensi aliran persediaan.	<i>SSRG International Journal of Mechanical Engineering</i> , Vol. 12 No. 12 (2025), pp. 54-67. DOI: https://doi.org/10.1177/18479790241293890

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>SME Warehouse</i>		<i>Lead Time</i> terhadap efisiensi rantai pasok.		org/10.14445/23488360/IJME-V12I12P106
7	Osho, G. O., Omisola, J. O., & Shiyabola, J. O. (2024). <i>A Model for Digitally-Driven Supply Chain Optimization : Integrating ERP, Kanban, and Value Stream Mapping for Agile Manufacturing Systems</i>	Sama-sama menekankan responsivitas rantai pasok, yaitu kemampuan sistem produksi merespons perubahan permintaan secara cepat.	Penelitian ini menguji responsivitas melalui integrasi ERP–Kanban–VSM pada agile manufacturing, sedangkan tidak ada penelitian pada industri percetakan dengan pendekatan DDMRP.	Integrasi ERP–Kanban–VSM meningkatkan agility/responsivitas melalui sinyal permintaan real-time, visibilitas proses, dan perbaikan berkelanjutan sehingga respon terhadap perubahan demand lebih cepat.	<i>International Journal of Future Engineering Innovation</i> , 1(1), 67–85 (2024). DOI: https://doi.org/10.54660/IJFEI.2024.1.1.67-85
8	Khairudin, M. S. B. S., Tony, H., & Tan, Y. W. (2025). <i>Enhancing the Fulfillment Process of a Smart Semiconductor Manufacturing Company: An Integrated Lot-sizing</i>	Sama-sama menekankan responsivitas proses pemenuhan pesanan melalui peningkatan akurasi data dan kemampuan sistem merespons fluktuasi permintaan.	Berfokus pada peningkatan responsivitas melalui integrasi simulasi lot-sizing dengan sistem ERP pada industri semikonduktor, bukan pada perencanaan berbasis buffer seperti DDMRP.	Integrasi lot-sizing–ERP meningkatkan responsivitas proses fulfillment melalui pemanfaatan data real-time, akurasi peramalan, dan penentuan lot yang lebih tepat	<i>Proceedings of IEOM Conference</i> (Singapore), Feb 18, 2025. DOI: https://doi.org/10.46254/AN15.20250373

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>Simulation Approach</i>			sehingga efisiensi operasional meningkat.	
9	Al Bashar, M., & Taher, M. A. (2025). <i>Optimizing Industrial Production Planning to Maximize Inventory Area, Ensure High Service Levels, and Manage Demand Uncertainty</i>	Membahas responsivitas perencanaan produksi, yaitu kemampuan sistem menyesuaikan jadwal dan keputusan persediaan terhadap fluktuasi permintaan sambil menjaga <i>service level</i> .	Menekankan responsivitas melalui model optimasi terpadu berbasis skenario (<i>space utilization–service level–demand uncertainty</i>), bukan melalui mekanisme <i>buffer DDMRP</i> .	Model optimasi meningkatkan responsivitas dengan mempercepat respon pemenuhan pesanan, menjaga service level tinggi, serta tetap andal pada kondisi demand tidak pasti.	<i>International Journal of Research Publication and Reviews</i> , 6(8), 2025.
10	Rantanen, J. (2025). <i>Improving Performance in Global Engineering-to-Order Supply Chain Automation Industry Perspective</i>	Menekankan responsivitas rantai pasok melalui peningkatan integrasi arus informasi juga material dan pengurangan ketidakpastian agar organisasi lebih cepat beradaptasi di	Berfokus pada <i>ETO (engineering-to-order)</i> di industri otomasi dan menggunakan kerangka <i>FORRIDGE</i> untuk pengurangan <i>uncertainty</i> (bukan pendekatan <i>DDMRP/buffer</i>).	Menghasilkan kerangka taktis berbasis <i>FORRIDGE</i> untuk meningkatkan kinerja rantai pasok (termasuk responsivitas) dengan menurunkan <i>uncertainty</i> sehingga proses pemenuhan kebutuhan pelanggan dapat lebih	<i>Tesis Magister, Tampere University</i> , Juni 2025.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
		lingkungan dinamis.		cepat dan stabil.	
11	Shamsuzzoha & Jaakkola, 2024. <i>The scope of Demand-Driven Material Requirements Planning in operative purchasing of a multinational company: A case study</i>	Sama-sama menekankan responsivitas perencanaan material terhadap sinyal permintaan pelanggan melalui pendekatan DDMRP.	Fokus kajian pada <i>operative purchasing</i> di perusahaan multinasional serta pengembangan alat identifikasi material yang layak masuk cakupan DDMRP (berbasis data <i>demand historis, Lead Time</i> , dan biaya simpan), bukan pada konteks industri percetakan.	DDMRP meningkatkan responsivitas perencanaan material dan membantu pemilihan material yang berdampak finansial positif.	<i>International Journal of Engineering Business Management</i> , 2024. DOI: https://doi.org/10.1177/18479790241293890
12	Wu, 2025, <i>Supply Chain Planning Solutions for Global Coordination : Exploring Global Sales and Operations Planning Process in Global Manufacturing Networks</i>	Menekankan responsivitas melalui kemampuan perencanaan beradaptasi terhadap perubahan permintaan dan ketidakpastian.	Berfokus pada Global S&OP dan penyesuaian parameternya, bukan pada pengendalian material berbasis buffer.	Responsivitas diperkuat melalui S&OP adaptif dengan penyesuaian parameter dan review berkala.	<i>Journal Aalborg University</i> . (2025) ISBN : 978-87-7642-013-0, DOI : https://doi.org/10.54337/aau784101825
13	Soo (Henry), 2025. <i>Comparing inventory</i>	Menekankan responsivitas	Berfokus pada perbandingan kebijakan	ROP unggul pada demand stabil,	<i>Tesis DBA, Nottingham Trent</i>

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>policies for replenishment planning: A simulation study</i>	pengendalian persediaan terhadap fluktuasi permintaan dan variabilitas <i>Lead Time</i> melalui pengaturan parameter.	persediaan berbasis simulasi, bukan pada pengaruh responsivitas terhadap efisiensi rantai pasok.	DDMRP lebih baik saat demand spike; MTA DBM lebih mudah diatur, dan variasi <i>Lead Time</i> menurunkan service level.	<i>University, Jan 2025.</i>
14	Nweje & Taiwo, 2025, <i>Supply chain management: Balancing efficiency and environmental responsibility</i>	Sama-sama menempatkan pengurangan limbah (<i>Waste reduction/Waste minimization</i>) sebagai upaya meningkatkan kinerja/efisiensi rantai pasok.	Berfokus pada sustainable SCM lintas industri, bukan pada pengukuran limbah proses produksi spesifik.	Menegaskan dari model linear ke praktik menekan optimalisasi sumber daya, minimisasi limbah melalui <i>Waste reduction, circular economy (reduce–reuse–recycle)</i> untuk menyeimbangkan efisiensi dan lingkungan.	<i>World Journal of Advanced Research and Reviews</i> 2025, 25(01), 1547–1564 DOI: https://doi.org/10.30574/wjarr.2025.25.1.0212
15	Hasenko, Y. (2024). <i>The Role of ERP Systems in Sustainable Lean Operations</i>	Sama-sama menempatkan pengurangan limbah operasional sebagai faktor peningkatan	Berfokus pada pemanfaatan sistem ERP dalam lean-sustainability untuk meminimalkan <i>Waste</i>	ERP mendukung lean operations melalui peningkatan visibilitas data, integrasi	<i>ktualni Pytannya Ekonomichnykh Nauk (Current Issues of Economic Sciences).</i> DOI:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
		efisiensi dan kinerja rantai pasok.	informasi, energi, dan proses, bukan pada pengukuran limbah fisik produksi secara spesifik.	proses, dan pengendalian sumber daya sehingga limbah operasional dapat ditekan dan efisiensi meningkat.	10.5281/zenodo.10868952
16	Musau, E. G. (2024). <i>Green Supply Chain Practices and Organizational Performance</i>	Sama-sama menekankan pengurangan limbah sebagai upaya meningkatkan efisiensi dan kinerja rantai pasok.	Berfokus pada <i>green supply chain practices</i> seperti eco-design dan green procurement, bukan pada pengukuran limbah operasional proses produksi.	Praktik green SCM terbukti menurunkan limbah operasional dan meningkatkan efisiensi serta kinerja organisasi.	<i>African Journal of Business and Management (AJOBM)</i> . DOI: https://doi.org/10.47672/ajobm.2117
17	Adewale et al., 2024. <i>Integrating Green Logistics in Energy Supply Chains to Promote</i>	Sama-sama menekankan minimisasi limbah untuk meningkatkan efisiensi rantai pasok.	Berfokus pada <i>green logistics</i> sektor energi, khususnya emisi dan limbah distribusi, bukan limbah proses produksi.	Integrasi green logistics mampu mengurangi limbah lingkungan dan meningkatkan efisiensi distribusi.	<i>International Journal of Research and Innovation in Applied Science (IJRIAS)</i> . DOI: https://doi.org/10.51584/IJRIAS.2025.1001009
18	Abdullahi et al., 2024. <i>The Role of ERP Systems in</i>	Sama-sama menekankan pengurangan Waste	Fokus pada <i>Waste</i> informasi dan proses berbasis	ERP meningkatkan integrasi proses sehingga	<i>aktualni Pytannya Ekonomichnykh Nauk (Current</i>

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>Sustainable Lean Operations</i>	operasional untuk efisiensi proses.	sistem ERP, bukan limbah fisik produksi.	limbah operasional dapat ditekan.	<i>Issues of Economic Sciences</i>). DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10868952
19	Oyetunji et al., 2024. <i>Waste Reduction Strategies in Lean Manufacturing Systems</i>	Sama-sama menekankan pengurangan pemborosan (<i>lean Waste</i>) untuk meningkatkan efisiensi produksi.	Berfokus pada implementasi <i>lean tools</i> seperti VSM dan Kaizen, bukan pada pendekatan perencanaan material.	Lean tools efektif mengurangi aktivitas non-value added dan meningkatkan efisiensi produksi.	<i>World Journal of Advanced Research and Reviews (WJARR)</i> . DOI: https://doi.org/10.30574/wjarr.2025.25.1.0212
20	Musau, E. G. (2026). <i>Inventory Management as a Driver of Supply Chain Performance in Agricultural Value Chains: A Lean Theory Perspective from Kenya</i>	Sama-sama menekankan pengurangan limbah sebagai bagian penting dalam peningkatan efisiensi rantai pasok.	Berfokus pada <i>lean-oriented inventory management</i> pada rantai pasok pertanian (<i>perishable goods</i>), bukan pada limbah proses manufaktur spesifik.	Praktik Lean seperti VMI, JIT, dan transparansi stok terbukti menekan limbah seperti <i>spoilage</i> , <i>excess holding</i> , dan <i>stock discrepancy</i> serta meningkatkan kinerja rantai pasok.	<i>Journal of Agricultural Science and Agriculture Engineering</i> , Vol. 9 No. 2 (2026). DOI: https://doi.org/10.55173/agricscience.v9i2.185

Sumber : Data Diolah Peneliti, 2026

2.2 Kerangka Pemikiran

Efficiency Supply Chain merupakan salah satu indikator krusial dalam menilai kinerja operasional perusahaan, khususnya dalam menghadapi dinamika lingkungan bisnis yang ditandai oleh tingkat ketidakpastian permintaan yang tinggi serta kompleksitas jaringan distribusi. Efisiensi dalam konteks ini tidak semata-mata diukur dari kemampuan perusahaan dalam menekan biaya operasional, tetapi juga mencakup aspek kecepatan, ketepatan, fleksibilitas, serta kemampuan adaptasi terhadap perubahan kebutuhan pasar. Seiring dengan berkembangnya teknologi digital dan implementasi konsep Industri 4.0, perusahaan dituntut untuk mampu mengelola rantai pasok secara terintegrasi, responsif, dan berkelanjutan guna meningkatkan daya saing (Habbadi et al., 2025).

Dalam upaya meningkatkan efisiensi rantai pasok, terdapat beberapa faktor utama yang berperan, di antaranya adalah *Lead Time*, *Responsiveness*, dan *Waste*. Ketiga variabel tersebut tidak hanya memiliki pengaruh langsung terhadap efisiensi rantai pasok, tetapi juga berkontribusi terhadap efektivitas sistem perencanaan material, khususnya melalui pendekatan *Demand-Driven Material Requirements Planning* (DDMRP) sebagai variabel mediasi.

Lead Time didefinisikan sebagai rentang waktu yang dibutuhkan sejak terjadinya pemesanan hingga produk diterima oleh pelanggan. *Lead Time* yang panjang dan tidak stabil berpotensi meningkatkan tingkat ketidakpastian serta menurunkan efektivitas proses perencanaan dan pengendalian persediaan. Dalam kerangka DDMRP, *Lead Time* merupakan parameter fundamental dalam penentuan posisi *buffer* dan *decoupling point*. Penelitian menunjukkan bahwa reduksi *Lead*

Time mampu meningkatkan efisiensi proses serta kinerja aktivitas pengadaan secara keseluruhan (Arunizal et al., n.d.). Selain itu, variabilitas *Lead Time* juga terbukti memiliki pengaruh signifikan terhadap performa rantai pasok, terutama dalam aspek ketepatan pengiriman dan pengelolaan persediaan (Tramarico, 2024). Dengan demikian, semakin pendek dan stabil *Lead Time*, maka semakin tinggi tingkat efektivitas implementasi DDMRP.

Selanjutnya, *Responsiveness* merepresentasikan kemampuan perusahaan dalam merespons perubahan permintaan secara cepat dan tepat. Dalam konteks manajemen rantai pasok modern, *Responsiveness* menjadi salah satu indikator utama dalam mengukur kinerja operasional karena berkaitan erat dengan kemampuan adaptasi terhadap dinamika pasar. DDMRP sebagai sistem perencanaan berbasis permintaan sangat bergantung pada tingkat *Responsiveness* yang tinggi guna memastikan kesesuaian antara perencanaan produksi dan permintaan aktual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Responsiveness* memiliki hubungan positif dan signifikan terhadap kinerja rantai pasok, khususnya dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan operasional (Zaid et al., 2025). Oleh karena itu, peningkatan *Responsiveness* akan berkontribusi terhadap optimalisasi implementasi DDMRP.

Di sisi lain, *Waste* atau pemborosan merupakan faktor yang berpotensi menghambat efisiensi rantai pasok. *Waste* mencakup berbagai aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added activities*), seperti kelebihan produksi, waktu tunggu, transportasi yang tidak efisien, serta penggunaan sumber daya yang tidak optimal. Tingginya tingkat *Waste* dapat mengganggu kelancaran aliran

material dan menurunkan efektivitas sistem perencanaan. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan prinsip *lean manufacturing* yang didukung oleh teknologi *Industry 4.0* mampu secara signifikan mengurangi *Waste* serta meningkatkan efisiensi rantai pasok (Habbadi et al., 2025). Selain itu, pengurangan *Waste* juga berkontribusi terhadap peningkatan kualitas produk dan kepuasan pelanggan. Dengan demikian, semakin rendah tingkat *Waste*, maka semakin tinggi efektivitas penerapan DDMRP (Azzamouri et al., 2021).

Untuk mengintegrasikan pengaruh *Lead Time*, *Responsiveness*, dan *Waste* dalam suatu sistem yang komprehensif, diperlukan pendekatan perencanaan material yang adaptif terhadap permintaan aktual. Salah satu pendekatan yang relevan adalah *Demand-Driven Material Requirements Planning* (DDMRP). DDMRP merupakan sistem perencanaan material berbasis permintaan yang dirancang untuk meningkatkan stabilitas dan *Responsiveness* rantai pasok melalui penerapan konsep *buffer* dan *decoupling point*. Penelitian menunjukkan bahwa implementasi DDMRP mampu menurunkan biaya persediaan, meminimalkan risiko *stockout*, serta meningkatkan kinerja sistem produksi secara keseluruhan (Muyulema-Allaica et al., 2025).

Lebih lanjut, DDMRP juga berperan dalam meningkatkan efisiensi rantai pasok melalui pengurangan ketergantungan terhadap metode peramalan tradisional dan peningkatan fokus pada permintaan aktual. Hal ini memungkinkan perusahaan untuk meningkatkan akurasi perencanaan, mempercepat respons terhadap perubahan pasar, serta mengoptimalkan pengelolaan persediaan (Waqas et al., 2024; Ivanov et al., 2023). Dengan demikian, DDMRP tidak hanya berfungsi

sebagai sistem operasional, tetapi juga sebagai instrumen strategis dalam meningkatkan kinerja rantai pasok secara menyeluruh.

Dalam konteks hubungan antarvariabel, DDMRP berperan sebagai variabel mediasi yang menghubungkan pengaruh *Lead Time*, *Responsiveness*, dan *Waste* terhadap efisiensi rantai pasok. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga variabel independen tersebut tidak hanya memberikan pengaruh secara langsung terhadap efisiensi, tetapi juga secara tidak langsung melalui peningkatan efektivitas sistem perencanaan material. *Lead Time* yang optimal, *Responsiveness* yang tinggi, serta tingkat *Waste* yang rendah akan membantu kinerja DDMRP, yang pada akhirnya berimplikasi pada peningkatan efisiensi rantai pasok secara signifikan (Waqas et al., 2024; Karpowicz et al., 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, bahwa *Efficiency Supply Chain* dipengaruhi oleh interaksi antara faktor operasional dan sistem perencanaan yang terintegrasi. Oleh karena itu, model penelitian ini dinilai relevan untuk menganalisis pengaruh *Lead Time*, *Responsiveness*, dan *Waste* terhadap efisiensi rantai pasok dengan mempertimbangkan peran mediasi DDMRP.

Dalam konteks ini, DDMRP tidak hanya berperan sebagai alat perencanaan operasional, tetapi juga sebagai instrumen strategis yang mampu meningkatkan stabilitas, visibilitas, dan responsivitas rantai pasok.

2.3 Hipotesis Penelitian

H1 : *Lead Time* (X1), *Responsiveness* (X2), dan *Waste* (X3) berpengaruh positif terhadap *Demand-Driven Material Requirements Planning* (Z).

H2 : *Demand-Driven Material Requirements Planning* (Z) berpengaruh positif terhadap *Efficiency Supply Chain* (Y)

H3: *Demand-Driven Material Requirements Planning* (DDMRP) (Z) memediasi pengaruh *Lead Time* (X1), *Responsivitas* (X2), dan *Waste* (X3) terhadap *Efficiency Supply Chain* (Y).