

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian mengenai perancangan strategi guna mengoptimasi biaya persediaan dilakukan oleh beberapa peneliti. Nurdiansyah *et al.*, (2024) melakukan penelitian mengenai perencanaan dan pengendalian persediaan material menggunakan Simulasi dan EOQ Probabilistik di PT PLN UP3 Kediri. Penelitian ini dilakukan untuk mengatasi masalah *stockout* yang terjadi akibat ketidaktepatan dalam perencanaan dan pengendalian persediaan material yang dibutuhkan untuk pelayanan pelanggan. Metode yang digunakan meliputi simulasi permintaan material, perhitungan kuantitas pemesanan yang ekonomis, *safety stock*, dan *reorder point* menggunakan EOQ Probabilistik. Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya penurunan total biaya persediaan yang signifikan, dengan efisiensi biaya yang bervariasi antara 0,05% hingga 31%, serta memberikan rekomendasi untuk perbaikan manajemen persediaan yang lebih efisien dan efektif.

Amar *et al.*, (2021) menganalisis persediaan stok barang pada toko plastik hanif menggunakan strategi *Economical Order Quantity* (EOQ) dalam menentukan jumlah pemesanan dan menentukan waktu pemesanannya kembali. Hal ini dilakukan dalam upaya mengetahui pengelolaan persediaan dan meminimalisir kelebihan stock barang.

Fayyadh *et al.*, (2024) melakukan penelitian terkait masalah pengendalian persediaan material lithos ABC 10W30 0,8 L di PT X, yang sering mengalami kekurangan material dan biaya lembur akibat pemesanan hanya berdasarkan jadwal produksi. Solusi yang diajukan adalah penerapan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) untuk mengoptimalkan jumlah pemesanan dan mengurangi biaya persediaan. Hasilnya, penggunaan EOQ berhasil mengurangi total biaya persediaan sebesar 31% dan menurunkan kerugian finansial akibat kekurangan material hingga 87%, dibandingkan dengan metode pengendalian persediaan yang sebelumnya digunakan perusahaan.

Samudra & Suhada (2019) melakukan penelitian di PT. Multi Wahana Kencana (Mr. Kitchen) yang menghadapi masalah kelebihan persediaan yang menyebabkan tingginya biaya simpan. Dua metode pengendalian persediaan

diusulkan, yaitu metode P (t, E) dan metode simulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biaya pengendalian dengan metode simulasi lebih rendah, yaitu Rp 1,356,682,580.71, menghasilkan penghematan sebesar 67.76% dibandingkan metode saat ini. Penghematan terbesar berasal dari penurunan biaya simpan dan biaya pesan, meskipun biaya *stockout* meningkat.

Afinda (2024) melakukan penelitian mengenai optimasi persediaan *stock* menyesuaikan permintaan dan *leadtime* probabilistik pada toko bangunan *esge logistic* di mana dilakukan menggunakan metode klasifikasi ABC untuk setiap persediaan barang-barang yang dikelompokkan berdasarkan besar penyerapan dana dan kuantitas barang. Pengendalian persediaan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan 3 model pendekatan di antaranya *Continuous Review*, *Periodic Review*, dan model kebijakan perusahaan. Hasil dari implementasi ini diolah menjadi perbandingan total biaya persediaan yang paling kecil dari ketiga metode tersebut.

Wati *et al.*, (2023) melakukan penelitian mengenai perencanaan model persediaan *probabilistic* dalam menentukan kuantitas pemesanan untuk mengatasi biaya persediaan akibat permintaan pasar yang fluktuatif. Dalam penelitian ini menggunakan metode *Continuous Review System* dan *Periodic Review System*. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan metode persediaan *Continuous Review System* lebih efektif karena dapat memberikan penghematan sebesar 3,2% pada total biaya persediaan.

Penelitian lainnya yang ditulis oleh Alim & Suseno (2022) melakukan analisa persediaan bahan baku menggunakan metode *Continuous Review System* dan *Periodic Review System* pada industri manufaktur pengolahan kayu lapis untuk mengurangi *overstock* bahan baku kayu sengon setiap bulannya. Pada metode *Continuous Review System* dilakukan dengan menghitung hasil ukuran lot pemesanan, titik pemesanan kembali, dan biaya persediaan dari setiap jenis bahan baku. Sedangkan pada metode *Periodic Review System* menggunakan perhitungan ukuran persediaan maksimum dan waktu pemesanan yang dilakukan dari semua jenis bahan baku kayu. Hasil menunjukkan bahwa metode yang paling optimal dapat mengurangi biaya persediaan adalah metode *Continuous Review System* yang memiliki persentase penurunan sebesar 2,77%.

Graceto *et al.* (2024) meneliti pengendalian persediaan dan penjadwalan pasokan dengan klasifikasi ABC untuk mengatasi *overstock* dengan mengelompokkan

bahan baku ke dalam tiga skala prioritas. Hal ini dilakukan dengan mengklasifikasikan setiap bahan baku berdasarkan kebutuhan perbulan. Langkah penelitian dilanjutkan dengan mengatur penjadwalan pasokan menggunakan *Fixed Time Period System* atau *System Periodic, Fixed Order Quantity System*. Hasil dari pengolahan data stok menggunakan metode ini terlihat pada *flow* grafik yang menunjukkan penurunan persentase kelebihan *quantity stock* bahan baku dari 62% menjadi 52% dalam kurun waktu 6 bulan implementasi.

Nina & Nursyanti (2022) mengungkapkan bahwa perusahaan manufaktur di sektor makanan dan minuman menghadapi masalah kekurangan bahan baku, khususnya merica, yang menyebabkan penghentian produksi. Untuk mengatasi masalah ini, perusahaan mengoptimalkan pengendalian persediaan bahan baku dengan menggunakan metode forecast dan probabilistik *P backorder*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa total biaya persediaan per tahun mencapai Rp 3.178.971.570, dengan tingkat pelayanan yang tinggi, yaitu 99,93%.

Rahman & Rudihartati (2020) menjelaskan bahwa PT. Astra Internasional Depo Lampung menghadapi masalah kelebihan persediaan dan biaya penyimpanan yang tinggi. Untuk mengatasi hal tersebut, perusahaan menggunakan model *Economic Order Quantity* (EOQ) untuk menentukan kuantitas pemesanan optimal yang dapat meminimalkan total biaya persediaan, termasuk biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Hasil penerapan model EOQ menunjukkan bahwa total biaya persediaan (TIC) berhasil dikurangi dari Rp 937.991,1 menjadi Rp 661.822,9, menghasilkan penghematan sebesar Rp 276.168,2.

Arifin et al. (2023) mengidentifikasi bahwa pengelolaan persediaan di gudang bahan kemasan XYZ tidak efisien. Untuk meningkatkan efisiensi, mereka mengklasifikasikan persediaan berdasarkan rasio perputaran (TOR), yang mengukur seberapa cepat barang bergerak dalam gudang. Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa 51,51% bahan kemasan termasuk dalam kategori *fast-moving*, 42,42% sebagai *slow-moving*, dan 6,06% sebagai *non-moving*.

Hudori & Sabella (2023) mengungkapkan bahwa ketidakaturan dalam pengelolaan persediaan dapat menyebabkan lambatnya perputaran modal. Untuk mengatasi masalah ini, mereka melakukan pengelompokan persediaan cat tembok menggunakan metode ABC dan FSN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari sepuluh produk cat tembok yang dianalisis, dua produk masuk dalam

kategori kritis, empat produk kategori cukup kritis, dua produk kategori tidak kritis, dan dua produk kategori sangat tidak kritis.

Hudori (2020) mengidentifikasi bahwa pengelolaan persediaan *sparepart* mesin yang tidak efisien dapat mempengaruhi kinerja operasional. Untuk meningkatkan efisiensi, *sparepart* mesin dikelompokkan berdasarkan nilai dan jumlah pemakaian menggunakan metode ABC. Berdasarkan nilai serapan modal, hasil klasifikasi menunjukkan bahwa 37 tipe Ball Bearing termasuk dalam kategori A, 44 tipe dalam kategori B, dan 78 tipe dalam kategori C.

Guslan & Saputra (2020) mengungkapkan bahwa PT Nissan Motor Distributor Indonesia menghadapi masalah persediaan yang tinggi untuk suku cadang unit Grand Livina. Untuk mengatasi masalah ini, mereka mengklasifikasikan suku cadang, menentukan kuantitas pemesanan optimal, dan menghitung total biaya persediaan menggunakan metode ABC dan EOQ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 47,55% dari total suku cadang termasuk dalam kategori A, yang menyerap 79,99% dari total modal persediaan. Selain itu, perhitungan menggunakan metode EOQ *multi-item* menghasilkan penghematan sebesar Rp 4.609.414.770 per periode.

Sarjono & Lestari (2020) menjelaskan bahwa CV. Perkasa Utama, sebuah perusahaan yang bergerak dalam produksi sarung tangan, menghadapi masalah biaya persediaan yang tinggi dan *overstock*. Untuk mengatasi masalah ini, mereka menggunakan metode peramalan untuk menentukan kebutuhan persediaan dan perencanaan persediaan dengan pendekatan *forecasting* menggunakan metode *Exponential Smoothing*, *Moving Average*, dan simulasi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa biaya persediaan untuk produk sarung tangan kain optimal sebesar Rp 1.055.000, sementara biaya persediaan untuk produk sarung tangan karet optimal sebesar Rp 1.148.100.

Correia (2023) meneliti penumpukan stok pada UMKM akibat produk yang tidak terjual dan menurun kualitasnya. Penelitian ini mengkaji perbaikan strategi pemasaran pasca Covid-19 dengan menggunakan *Mix 3P (Product, Place, Promotion)*. Implementasi produk meliputi penataan *display* dan pengenalan variasi produk di media sosial, *place* dengan pengajuan lokasi UMKM di Google Maps, dan promotion melalui Instagram dan WhatsApp *Business*. Hasilnya, strategi ini berhasil menurunkan stok sebesar 57% pada bulan Juli.

Azwir *et al.* (2021) meneliti penurunan persediaan dengan menerapkan pendekatan *Mix 4P* dan konsinyasi stok, yang melibatkan kerjasama antara penjual dan pembeli dalam kesepakatan pembelian, penjualan, dan penyimpanan barang. Metode *Mix 4P* dilakukan melalui pengumpulan data *deadstock*, pemetaan pasar, penentuan harga sesuai depresiasi, dan promosi melalui publikasi, perorangan, dan *sales promotion*. Hasilnya, penerapan kedua metode ini berhasil menurunkan inventori dari Rp. 37.347.572.356 menjadi Rp. 27.650.733.680, atau penurunan sebesar 26%. Tabel 2.1 menunjukkan tabel kompilasi setiap penelitian.



Tabel 2.1. Ringkasan Tinjauan Pustaka

No	Penulis	Masalah	Solusi	Teknik	Pencapaian
1	Nurdiansyah <i>et al.</i> , (2024)	Ketidaktepatan dalam perencanaan jumlah pemesanan material yang diperlukan untuk memenuhi permintaan yang tidak menentu di PT PLN UP3 Kediri	Memprediksi permintaan material di masa depan berdasarkan data historis, menghitung kuantitas pemesanan yang ekonomis, <i>reorder point</i> , dan <i>safety stock</i> , serta membandingkan biaya persediaan dengan kondisi yang ada	Simulasi, EOQ Probabilistik	Total biaya persediaan mengalami penurunan sebesar Rp12.180.667 dibandingkan dengan kondisi awal perusahaan, dengan efisiensi biaya mencapai 0,05% hingga 31%, tergantung pada jenis material
2	Amar <i>et al.</i> , (2021)	Kelebihan stok barang	Menentukan jumlah pemesanan dan menentukan waktu pemesanannya kembali.	EOQ	Hasil analisis persediaan dengan menggunakan metode EOQ terjadi penghematan dibandingkan sebelum melakukan perhitungan EOQ.

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Penulis	Masalah	Solusi	Teknik	Pencapaian
3	Fayyadh <i>et al.</i> , (2024)	Perusahaan PT X mengalami masalah dalam pengendalian persediaan material lithos ABC 10W30 0,8 L, yang sering kali berlebihan atau kurang.	Mengoptimalkan pengendalian persediaan, mengurangi biaya persediaan, dan meminimalkan kerugian akibat kekurangan material	EOQ, Simulasi	Pada tahun 2021 dan 2022, total biaya persediaan menggunakan metode EOQ masing-masing adalah Rp. 14.195.472 dan Rp. 12.280.503, dibandingkan dengan total biaya persediaan dengan metode eksisting yang masing-masing adalah Rp. 21.974.817 dan Rp. 16.645.301. Efisiensi biaya mencapai 31% pada tahun 2021 dan 2022.
4	Samudra & Suhada (2019)	PT. Multi Wahana Kencana (Mr. Kitchen) menghadapi masalah kelebihan persediaan barang di gudang yang menyebabkan tingginya biaya simpan.	Sistem persediaan periodik di mana jumlah barang diperiksa pada interval waktu tetap, Simulasi probabilistik yang digunakan untuk menghitung total biaya pengendalian persediaan	Metode P (t, E), Simulasi	Penghematan didapat dari pengurangan biaya simpan sebesar 89.14% dan biaya pesan sebesar 80.77%, meskipun biaya stockout meningkat sebesar 172.12%.

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Penulis	Masalah	Solusi	Teknik	Pencapaian
5	Afinda (2024)	Biaya persediaan yang tinggi akibat manajemen persediaan yang tinggi	Implementasi Pengendalian Persediaan dan perhitungan biaya persediaan	<i>Continuous Review System, Periodic Review System</i>	Model periodic review lostsales karena model tersebut memiliki total biaya persediaan paling rendah dan dapat menghemat total biaya persediaan hingga 10,54% dengan tingkat pelayanan 97,36%.
6	Wati <i>et al.</i> , (2023)	Biaya persediaan yang tinggi akibat permintaan pasar yang fluktuatif	Perencanaan model persediaan dalam menentukan kuantitas pemesanan	<i>Continuous Review System, Periodic Review System</i>	Penggunaan metode persediaan <i>Continuous Review System</i> lebih efektif karena dapat memberikan penghematan sebesar 3,2% pada total biaya persediaan.
7	Alim & Suseno (2022)	Penumpukan bahan baku dan tingginya biaya persediaan setiap bulannya di perusahaan pengolahan kayu lapis PT XYZ	Perencanaan yang optimal untuk bahan baku kayu sengon, kayu meranti, dan veneer	<i>Continuous Review System, Periodic Review System</i>	Metode yang paling optimal dapat mengurangi biaya persediaan adalah metode <i>Continuous Review System</i> yang memiliki persentase penurunan sebesar 2,77%.

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Penulis	Masalah	Solusi	Teknik	Pencapaian
8	Graceto <i>et al.</i> (2024)	<i>Overstock</i>	Pengendalian persediaan dan penjadwalan pasokan dengan mengelompokkan bahan baku ke dalam tiga skala prioritas	<i>Fixed Time Period System, Fixed Order Quantity System</i>	Penurunan persentase kelebihan <i>quantity stock</i> bahan baku dari 62% menjadi 52% dalam kurun waktu 6 bulan implementasi
9	Nina & Nursyanti (2022)	Perusahaan manufaktur di sektor makanan dan minuman menghadapi kekurangan bahan baku, khususnya merica, yang mengakibatkan penghentian produksi.	Mengoptimalkan pengendalian persediaan bahan baku	<i>Forecast, Probabilistik P Backorder</i>	Total biaya persediaan per tahun dihitung sebesar Rp 3.178.971.570, dengan tingkat pelayanan 99,93%
10	Rahman & Rudihartati (2020)	PT. Astra Internasional Depo Lampung menghadapi kelebihan persediaan, biaya penyimpanan yang tinggi	Menentukan kuantitas pemesanan optimal yang meminimalkan total biaya persediaan, termasuk biaya pemesanan dan biaya penyimpanan.	EOQ	Dengan menggunakan model EOQ, total biaya persediaan (TIC) berhasil dikurangi dari Rp 937.991,1 menjadi Rp 661.822,9, yang menghasilkan penghematan sebesar Rp 276.168,2.

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Penulis	Masalah	Solusi	Teknik	Pencapaian
11	Arifin <i>et al.</i> , (2023)	Pengelolaan persediaan yang tidak efisien di gudang bahan kemasan XYZ.	Mengklasifikasikan persediaan berdasarkan rasio perputaran (TOR), yang menilai seberapa cepat barang bergerak dalam gudang.	FSN	Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa 51,51% bahan kemasan dikategorikan sebagai <i>fast-moving</i> , 42,42% sebagai <i>slow-moving</i> , dan 6,06% sebagai <i>non-moving</i> .
12	Hudori & Sabella (2023)	Ketidakteraturan dalam pengelolaan persediaan dapat menyebabkan lambatnya perputaran modal	Mengelompokkan persediaan cat tembok.	ABC FSN	Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari sepuluh produk cat tembok yang dianalisis, dua produk masuk dalam kategori kritis, empat produk kategori cukup kritis, dua produk kategori tidak kritis, dan dua produk kategori sangat tidak kritis.
13	Hudori (2020)	Pengelolaan persediaan <i>sparepart</i> mesin yang tidak efisien	Mengelompokkan <i>sparepart</i> mesin berdasarkan nilai dan jumlah pemakaian	ABC	Berdasarkan nilai serapan modal, terdapat 37 tipe <i>Ball Bearing</i> yang termasuk dalam klasifikasi A dari total modal), 44 tipe dalam klasifikasi B dan 78 tipe dalam klasifikasi C.

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Penulis	Masalah	Solusi	Teknik	Pencapaian
14	Guslan & Saputra (2020)	PT Nissan Motor Distributor Indonesia menghadapi masalah persediaan yang tinggi untuk suku cadang unit Grand Livina	Mengklasifikasikan suku cadang, Menentukan kuantitas pemesanan optimal dan menghitung total biaya persediaan	ABC, EOQ	Penelitian menunjukkan bahwa 47,55% dari total suku cadang termasuk dalam kategori A yang menyerap 79,99% dari total modal persediaan. Perhitungan menggunakan metode EOQ <i>multi-item</i> menghasilkan penghematan sebesar Rp. 4.609.414.770 per periode.
15	Sarjono & Lestari (2020)	CV. Perkasa Utama, sebuah perusahaan yang bergerak dalam produksi sarung tangan, menghadapi biaya persediaan yang tinggi dan overstock	Metode peramalan untuk menentukan kebutuhan persediaan, Perencanaan persediaan	<i>Forecasting</i> <i>Exponential Smoothing</i> , <i>Moving Average</i> , Simulasi	Biaya persediaan untuk produk sarung tangan kain optimal sebesar Rp 1.055.000, sedangkan biaya persediaan untuk produk sarung tangan karet optimal sebesar Rp 1.148.100.

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Penulis	Masalah	Solusi	Teknik	Pencapaian
16	Correia (2023)	Penumpukan stok	Implementasi startegi pemasaran bauran	Mix 3P	Implementasi product meliputi penataan <i>display</i> dan pengenalan variasi produk di media sosial, <i>place</i> dengan pengajuan lokasi UMKM di Google Maps, dan promotion melalui Instagram dan WhatsApp <i>Business</i> . Hasilnya, strategi ini berhasil menurunkan stok sebesar 57% pada bulan Juli.
17	Azwir <i>et al.</i> , (2021)	Tingginya biaya persediaan	Implementasi startegi pemasaran bauran	Mix 4P, Konsinyasi stok	Metode <i>Mix 4P</i> dilakukan melalui pemetaan pasar, penentuan harga sesuai depresiasi, dan promosi melalui publikasi, perorangan, dan <i>sales promotion</i> . Penerapan kedua metode ini berhasil menurunkan inventori dari Rp. 37.347.572.356 menjadi Rp. 27.650.733.680, atau penurunan sebesar 26%.

2.2. Dasar Teori

Sub bab ini akan membahas dasar-dasar teori yang menjadi landasan dalam penelitian ini. Sub bab ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang mendukung dalam penyelesaian permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini. Penulisan Tugas Akhir ini melibatkan analisis dan perancangan terkait dengan Mata Kuliah Penelitian Operasional 2 (TIND40603) dan Simulasi Industri (TIND47703).

2.2.1. Persediaan

Persediaan merupakan komponen vital dalam sistem operasional perusahaan yang memerlukan perhatian khusus dalam pengelolaannya. Menurut Putri (2024), menyatakan bahwa persediaan mencerminkan keseimbangan antara investasi dalam stok dan pemenuhan kebutuhan pelanggan. Kebutuhan ini dapat berupa material yang disimpan di fasilitas seperti gudang untuk mendukung berbagai tujuan operasional. Hal ini menekankan pentingnya mengelola keseimbangan antara kebutuhan operasional dan biaya dalam persediaan. Tujuannya adalah untuk memastikan ketersediaan barang dalam jumlah dan waktu yang tepat, sehingga operasional perusahaan dapat berjalan tanpa gangguan. Pada dasarnya, persediaan memainkan peran penting dalam memastikan kelancaran produksi dan distribusi, terutama dalam menghadapi fluktuasi permintaan dan gangguan pasokan.

Manajemen persediaan merupakan aktivitas yang melibatkan pengelolaan dan pengawasan pergerakan barang, bahan baku, serta produk jadi secara efektif dalam rantai pasokan perusahaan. Menurut Putri (2024), mengungkapkan bahwa aktivitas ini mencakup proses pengendalian pembelian, penyimpanan, pemantauan, dan penggunaan persediaan dengan tujuan memenuhi kebutuhan pelanggan dengan biaya serendah mungkin. Manajemen persediaan yang baik berfungsi sebagai penopang penting dalam menjaga stabilitas operasional perusahaan, sehingga perusahaan dapat memastikan bahwa barang tersedia tepat waktu, mengurangi biaya penyimpanan yang berlebihan, dan meminimalkan risiko kehabisan atau kelebihan stok yang menyebabkan kerugian. Manajemen persediaan yang efektif membantu perusahaan menghindari dua risiko utama, yaitu *overstock* (kelebihan persediaan) dan *stockout* (kekurangan persediaan). Kelebihan persediaan dapat menyebabkan biaya penyimpanan yang tinggi serta perputaran dana yang terhambat karena terdapat investasi pada barang tersebut,

sementara kekurangan persediaan berisiko menyebabkan hilangnya penjualan dan penurunan kepuasan pelanggan.

2.2.2. Metode Klasifikasi ABC

Metode klasifikasi ABC merupakan teknik pengelolaan persediaan yang mengelompokkan barang berdasarkan tingkat pemakaiannya. Metode ini menyatakan bahwa sebagian besar nilai persediaan berasal dari barang-barang yang digunakan dalam jumlah besar, meskipun jumlah itemnya relatif sedikit (Chatisa *et al.*, 2019). Metode ini didasarkan prinsip pareto menerangkan bahwa 80% dari efek berasal dari 20% dari penyebabnya. Metode klasifikasi ABC dapat digunakan untuk mengelompokkan barang sesuai dengan peringkat nilai dari yang tertinggi hingga terendah, dan kemudian dibagi menjadi beberapa kelas prioritas; biasanya kelas tersebut dinamakan A, B, C, dan seterusnya sesuai dengan urutan nilai. Dengan demikian, proses ini disebut analisis ABC. Umumnya, kelas A terdiri dari sedikit jenis barang tetapi memiliki nilai yang sangat tinggi. Tiga kelas A, B, dan C ditentukan dengan besaran masing-masing kelas sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan.

Penjabaran mengenai tiga kelas klasifikasi metode ABC adalah sebagai berikut.

1. Kelas A, merupakan barang dengan nilai penggunaan tertinggi atau yang paling penting. Biasanya mencakup 10-20% dari total item, tetapi berkontribusi sekitar 70-80% dari total nilai persediaan. Contohnya, jika sebuah perusahaan memiliki 100 jenis produk, hanya 10-20 produk yang mungkin menghasilkan sebagian besar pendapatan atau biaya.
2. Kelas B, merupakan barang dalam kategori ini memiliki nilai penggunaan sedang. Mencakup sekitar 20-30% dari total item, dengan kontribusi nilai sekitar 15-25% dari total nilai persediaan. Barang di kelas ini memerlukan pengelolaan yang lebih fleksibel dibandingkan kelas A, tetapi tetap harus diperhatikan.
3. Kelas C, merupakan barang dengan nilai penggunaan terendah. Biasanya terdiri dari 50-70% dari total item, tetapi hanya menyumbang sekitar 5-10% dari total nilai persediaan. Meskipun jumlahnya banyak, dampaknya terhadap total biaya persediaan dan profitabilitas perusahaan kecil. Kategori ini tidak memerlukan pengawasan yang ketat dan dapat dikelola dengan cara yang lebih sederhana, karena dampaknya terhadap biaya persediaan secara keseluruhan relatif kecil.

2.2.3. Simulasi Pemodelan

Simulasi pemodelan merupakan disiplin ilmu yang esensial dalam bidang Riset Operasi (OR), yang secara sistematis menerapkan metode ilmiah dan alat analitis untuk meningkatkan proses pengambilan keputusan dalam situasi yang kompleks. Simulasi ini memanfaatkan model matematika, analisis statistik, dan berbagai teknik komputasi untuk mengidentifikasi solusi optimal dan memaksimalkan efisiensi di berbagai sektor industri. Simulasi memiliki kemampuan untuk memodelkan sistem yang rumit dan memahami perilakunya di bawah beragam skenario. Pendekatan ini memungkinkan para pengambil keputusan untuk mengeksplorasi berbagai strategi, sehingga mengurangi biaya dan potensi kerugian.

Simulasi diskrit dibedakan dari jenis simulasi lainnya, seperti simulasi kontinu, di mana status sistem dapat berubah secara terus-menerus seiring waktu (misalnya, perubahan suhu atau tekanan), dan simulasi Monte Carlo, yang berfokus pada pengambilan sampel acak untuk memperkirakan hasil suatu proses yang statis atau tidak memiliki evolusi waktu yang eksplisit. Taha dalam simulasi diskrit dan aplikasinya pada sistem industri sangat relevan. Simulasi *event* diskrit secara alami cocok untuk memodelkan sistem yang melibatkan entitas diskrit yang bergerak melalui serangkaian proses, seperti jalur manufaktur, rantai pasok, atau operasi layanan.

Tabel 2.2. Simulasi Pemodelan

Jenis Simulasi	Definisi	Karakteristik Utama	Contoh Aplikasi
<i>Discrete Event Simulation</i> (DES)	Status sistem berubah hanya pada titik waktu diskrit (<i>event</i>)	<i>Event-driven</i> , fokus pada aliran entitas dan interaksi.	Sistem antrean, manufaktur, rantai pasok, rumah sakit.
<i>Continuous Simulation</i>	Status sistem berubah secara terus-menerus seiring waktu.	<i>Time-driven</i> , fokus pada perubahan variabel kontinu yang dimodelkan dengan persamaan diferensial.	Aliran fluida, dinamika populasi, sistem kontrol, cuaca.

Tabel 2.2. Simulasi Pemodelan

Jenis Simulasi	Definisi	Karakteristik Utama	Contoh Aplikasi
Monte Carlo <i>Simulation</i>	Solusi masalah diperoleh berdasarkan proses acak (probabilistik), seringkali statis.	Berbasis probabilitas, tidak selalu melacak evolusi waktu secara eksplisit.	Evaluasi risiko, optimasi inventaris stokastik, estimasi integral, analisis sensitivitas.

Dalam simulasi stokastik, keacakan adalah elemen yang tidak dapat dipisahkan dan sangat penting untuk merepresentasikan variabilitas yang melekat dalam sistem dunia nyata, terutama di lingkungan industri. Simulasi probabilistik, seperti Monte Carlo, secara fundamental didasarkan pada proses acak yang melibatkan penggunaan distribusi probabilitas yang berasal dari data variabel historis.

Bilangan acak, yang biasanya disimbolkan dengan U , memiliki nilai antara 0 dan 1, seringkali ditulis sebagai $U(0,1)$. Dalam praktiknya, "bilangan acak" yang digunakan dalam simulasi adalah bilangan pseudo-acak, yang dihasilkan oleh algoritma deterministik yang menghasilkan urutan angka yang tampak acak. Salah satu metode yang paling umum dan mendasar untuk menghasilkan bilangan pseudo-acak adalah *Linear Congruential Generator* (LCG).

Linear Congruential Generator (LCG) menghasilkan deret bilangan bulat Z_i menggunakan rumus persamaan 2.1.

$$Z_i = (aZ_{i-1} + c) \bmod m \quad (2.1)$$

Dimana

Z_i = bilangan acak ke- i dalam deret.

Z_{i-1} = bilangan acak sebelumnya dalam deret.

a = faktor pengali.

c = konstanta penambahan.

m adalah modulo.

$U(0,1)$ yang dihasilkan oleh LCG ke distribusi tertentu melibatkan transformasi matematis:

1. Distribusi Eksponensial: Jika $U(0,1)$ adalah bilangan acak seragam, maka variabel acak X yang mengikuti distribusi eksponensial dengan rata-rata $\frac{1}{\lambda}$ dapat dihasilkan menggunakan rumus persamaan 2.2.

$$X = -\lambda^{-1} \ln(1 - U) \quad (2.2)$$

Distribusi eksponensial sangat penting dalam memodelkan waktu antar-kedatangan atau waktu layanan dalam sistem antrian, di mana *event* terjadi secara acak dan independen.

2. Untuk Distribusi Poisson: Pembangkitan variabel acak *Poisson* (yang merepresentasikan jumlah *event* dalam interval waktu tetap) biasanya melibatkan algoritma iteratif. Salah satu pendekatan adalah dengan menghitung jumlah waktu antar-kedatangan eksponensial yang diperlukan untuk melebihi interval waktu tertentu. Atau, dapat menggunakan metode transformasi dari distribusi seragam, seringkali dengan membandingkan bilangan acak dengan probabilitas kumulatif.
3. Untuk Distribusi Normal: Pembangkitan variabel acak normal (sering digunakan untuk memodelkan waktu layanan atau karakteristik proses yang bervariasi secara alami) seringkali menggunakan metode seperti transformasi Box-Muller. Metode ini mengubah dua variabel acak seragam independen menjadi dua variabel acak normal standar independen.

Analisis output simulasi adalah fase krusial dalam studi simulasi, yang bertujuan untuk menarik kesimpulan yang valid dan dapat ditindaklanjuti dari data yang dihasilkan oleh model. Salah satu tujuan utama analisis output simulasi adalah untuk membangun interval kepercayaan (*confidence intervals*) bagi ukuran kinerja sistem. Interval kepercayaan memberikan rentang nilai di mana nilai kinerja sistem yang sebenarnya kemungkinan besar berada, dengan tingkat kepercayaan tertentu (misalnya, 95% atau 99%).

1. Rumus untuk Interval Kepercayaan Hasil Simulasi

Setelah menjalankan simulasi berulang kali (replikasi), hasilnya dapat dianalisis secara statistik untuk memberikan interval kepercayaan.

Untuk estimasi rata-rata kinerja sistem, interval kepercayaan sering dihitung menggunakan rumus persamaan 2.3. berbasis distribusi t-Student:

$$\bar{x} \pm t_{\alpha/2, n-1} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (2.3)$$

Batas bawah dan batas atas dalam simulasi menggunakan rumus persamaan 2.4.

$$\bar{A} - \frac{s}{\sqrt{N}} t_{\alpha/2, N-1} \leq A \leq \bar{A} + \frac{s}{\sqrt{N}} t_{\alpha/2, N-1} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$\bar{x}$ = rata-rata sampel (estimasi kinerja yang diperoleh dari simulasi)

$t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$: Nilai dari tabel distribusi t-Student dengan tingkat signifikansi $\alpha/2$ dan derajat kebebasan $n-1$.

s : Standar deviasi dari N replikasi simulasi.

N : Jumlah replikasi simulasi.

2.2.4. Model *Continuous Review*

Model *Continuous Review*, atau sistem kuantitas pesanan tetap (sistem Q), secara esensial melibatkan pemantauan tingkat inventaris secara terus-menerus. Ketika tingkat inventaris suatu barang mencapai ambang batas yang telah ditentukan, yang disebut titik pemesanan kembali (*reorder point*), secara otomatis pesanan baru dengan kuantitas yang telah ditetapkan (seringkali Kuantitas Pesanan Ekonomis atau EOQ) akan ditempatkan. Sistem ini bertujuan untuk memastikan ketersediaan stok yang tepat waktu dan meminimalkan biaya inventaris. Taha menyatakan sistem tinjauan inventaris sebagai berikut.

1. Pemantauan Inventaris: Dilakukan secara berkelanjutan, di mana setiap penarikan atau penambahan stok secara instan memicu pembaruan catatan inventaris.
2. Inisiasi Pesanan: Pesanan baru ditempatkan segera setelah tingkat stok yang tersedia mencapai atau turun di bawah titik pemesanan kembali (ROP) yang telah ditentukan.
3. Kuantitas Pesanan: Kuantitas pesanan (Q) dalam sistem ini bersifat tetap atau konstan.
4. Waktu Antar Pesanan: Interval waktu antara penempatan pesanan cenderung bervariasi dan tidak teratur, karena dipicu oleh tingkat stok.

Kuantitas Pesanan Ekonomis (EOQ) adalah kuantitas pesanan ideal yang harus ditempatkan untuk meminimalkan total biaya inventaris tahunan. Model ini, yang dikembangkan oleh Ford W. Harris pada tahun 1913, masih menjadi fondasi penting dalam manajemen inventaris. Dalam model *continuous review*, EOQ merupakan kuantitas tetap yang dipesan setiap kali titik pemesanan kembali (ROP) tercapai.

1. Menghitung q_{01} menggunakan rumus persamaan 2.5.

$$q_{01} = q_{0w} = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \quad (2.5)$$

Keterangan:

q_1 : Kuantitas pemesanan optimal pada tahap pertama.

q_{0w} : Kuantitas pemesanan awal.

A: Biaya pesan per pesanan.

D: Laju permintaan.

h: Biaya simpan setiap periode.

2. Mengetahui jumlah *safety stock* menggunakan *service level*. Rumus yang digunakan untuk menghitung *safety stock* menggunakan rumus persamaan 2.6.

$$SS = Z \times \sigma \quad (2.6)$$

atau

$$SS = Z \times \sqrt{(L \times \sigma_D^2) + (\mu_D)^2 \times \sigma_L^2} \quad (2.7)$$

Di mana:

SS = *Safety Stock*.

Z = *Safety Factor*.

σ_{LT} : Standar deviasi permintaan selama periode waktu tunggu.

σ_D : Standar deviasi permintaan harian/periodik.

σ_L : Standar deviasi waktu tunggu.

L: Rata-rata waktu tunggu.

μ_D : Rata-rata permintaan harian/periodik.

Service level merupakan ukuran probabilitas bahwa perusahaan tidak akan kehabisan stok selama periode pemesanan ulang. Semakin tinggi *service level* yang diinginkan, semakin besar *safety stock* yang dibutuhkan.

3. *Reorder Point* (ROP) merupakan titik atau jumlah persediaan minimum yang menjadi sinyal bagi perusahaan untuk melakukan pemesanan kembali. Perhitungan *Reorder Point* (ROP) menggunakan rumus persamaan 2.8.

$$ROP = dL + SS \quad (2.8)$$

Di mana:

d = Tingkat permintaan selama *leadtime*.

L = *Lead time*, atau waktu yang dibutuhkan dari pemesanan hingga barang diterima.

SS = *Safety Stock*.

Pengaruh ROP tergantung pada keakuratan prediksi permintaan dan *lead time*. Jika prediksi permintaan terlalu rendah atau lead time terlalu panjang, perusahaan mungkin akan menghadapi kekurangan stok. Sebaliknya, jika prediksi terlalu tinggi, perusahaan mungkin akan menyimpan stok berlebihan yang meningkatkan biaya penyimpanan.

4. Menghitung total biaya persediaan yang menggabungkan biaya pemesanan, biaya penyimpanan, dan biaya kekurangan stok menggunakan rumus persamaan 2.9.

$$TCU(y, R) = \frac{DK}{y} + h \left(\frac{y}{2} + R - E\{x\} \right) + \frac{pD}{y} \int_R^{\infty} (x - R) f(x) dx \quad (2.9)$$

Keterangan:

D : Permintaan tahunan.

K : Biaya pemesanan per pesanan.

y : Kuantitas pesanan.

h : Biaya penyimpanan per unit per unit waktu.

R : Titik pemesanan ulang.

$E\{x\}$: Nilai ekspektasi permintaan selama waktu tunggu.

p : Biaya penalti per unit kekurangan stok.

$\int_R^{\infty} (x - R) f(x) dx$: Nilai ekspektasi kekurangan stok per siklus, di mana $f(x)$ adalah fungsi kepadatan probabilitas permintaan selama waktu tunggu.

2.2.5. Model *Periodic Review*

Dalam buku Hamdy A. Taha menyebutkan bahwa Model *Periodic Review*, juga dikenal sebagai Sistem Interval Pesanan Tetap atau Sistem Tinjauan Siklus (*P-System*), adalah metode manajemen inventaris di mana tingkat persediaan suatu item ditinjau dan diisi ulang pada interval waktu yang teratur dan telah ditentukan (misalnya, mingguan, dua mingguan, atau bulanan). Taha menyatakan sistem tinjauan inventaris sebagai berikut.

1. Pemantauan Inventaris: Tingkat inventaris ditinjau pada interval waktu yang tetap dan telah ditentukan sebelumnya (misalnya, mingguan atau bulanan).

2. Inisiasi Pesanan: Pesanan baru ditempatkan hanya setelah periode tinjauan yang telah ditetapkan, terlepas dari tingkat stok saat itu.
3. Kuantitas Pesanan: Kuantitas pesanan bervariasi setiap kali pesanan ditempatkan, dihitung untuk membawa tingkat stok hingga target tertentu.
4. Waktu Antar Pesanan: Interval waktu antara penempatan pesanan bersifat tetap dan teratur.

Penggunaan metode *periodic review* dapat diselesaikan menggunakan tahapan berikut.

1. Menghitung total kebutuhan rata-rata menggunakan rumus persamaan 2.10.

$$\bar{x} = \frac{\sum Xi}{n} \quad (2.10)$$

Keterangan:

$\bar{x}$: Rata-rata kebutuhan.

Xi : Kebutuhan pada periode ke-iii.

n : Jumlah periode.

2. Menentukan tingkat persediaan maksimum (R) atau target level (S) menggunakan rumus persamaan 2.11.

$$R = D_{avg} \times (T + L) + SS \quad (2.11)$$

Keterangan:

R: Tingkat persediaan maksimum (Target Level). Ini adalah jumlah persediaan yang harus ada di gudang setelah pesanan baru diterima.

D_{avg} : Rata-rata permintaan per periode waktu.

T: Interval waktu tinjauan (Review Period). Ini adalah periode waktu tetap antara dua tinjauan persediaan berturut-turut (misalnya, 1 minggu, 1 bulan).

L: Waktu tunggu.

SS: *Safety Stock* (Persediaan Pengaman).

3. Menghitung *safety stock* (SS) menggunakan rumus persamaan 2.12.

$$SS = Z \times \sigma_{T+L} \quad (2.12)$$

Keterangan:

SS: *Safety Stock*.

Z: Faktor layanan (*Service Level Factor*)

σ_{T+L} : Standar deviasi permintaan selama periode (T+L).

4. Menghitung kuantitas pesanan (Q) menggunakan rumus persamaan 2.13.

$$Q = R - I_{on-hand} \quad (2.13)$$

Keterangan:

Q: Kuantitas yang akan dipesan pada tinjauan saat ini.

R: Tingkat persediaan maksimum.

$I_{on-hand}$: Jumlah persediaan yang ada pada saat tinjauan dilakukan.

5. Rumus Total Biaya Persediaan (TIC) menggunakan rumus persamaan 2.14.

$$TIC = B. Pemesanan Total + B. Penyimpanan Total + B. Kekurangan \quad (2.14)$$

6. Menghitung Biaya Pemesanan Total (*Annual Ordering Cost*) menggunakan rumus persamaan 2.15.

$$AOC = \frac{D_{annual}}{Q_{avg}} \times C_o \quad (2.15)$$

Keterangan:

D_{annual} : Total permintaan tahunan.

Q_{avg} : Rata-rata kuantitas pesanan.

C_o : Biaya per pesanan.

7. Menghitung Biaya Penyimpanan Total (*Annual Holding Cost*) menggunakan rumus persamaan 2.16.

$$AHC = \frac{D_{avg} \times T}{2} \times C_h \quad (2.16)$$

Keterangan:

$\frac{D_{avg} \times T}{2}$: Perkiraan rata-rata persediaan siklus (*cycle stock*) selama periode tinjauan.

C_h : Biaya penyimpanan per unit per periode waktu.

SS: *Safety Stock*.

7. Menghitung Biaya Kurang (*Shortage Cost*) menggunakan rumus persamaan 2.17.

$$ASC = Expected Shortage per Cycle \times Number of Cycle \times C_u \quad (2.17)$$

Keterangan:

Expected Shortage per Cycle: Jumlah rata-rata unit yang diperkirakan akan kekurangan persiklus.

C_u : Biaya kekurangan per unit.