

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Kebijakan Persediaan

Penelitian Naim dan Donoriyanto (2020) bertujuan untuk mengoptimalkan persediaan sehingga tidak terdapat stok berlebih untuk obat yang memiliki permintaan rendah dan kekurangan stok untuk obat yang memiliki permintaan tinggi. Optimalisasi persediaan juga dilakukan oleh Siregar dkk (2014) pada perusahaan manufaktur yang pemakaian bahan bakunya tidak tetap. Metode penyelesaian dari kedua penelitian tersebut adalah menggunakan simulasi Monte Carlo sehingga didapatkan nilai EOQ dan ROP. Simulasi dipakai sebagai metode penyelesaian karena dapat membangkitkan bilangan acak yang akan digunakan untuk meramalkan permintaan satu tahun kedepan. Hasil yang diperoleh adalah penghematan total biaya persediaan.

Budiono dan Wigati (2017) mengoptimalkan persediaan di sebuah toko retail makanan agar tidak terjadi kelebihan stok pada barang yang kurang laku dan kekurangan stok pada barang yang laku. Berbeda dari penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya, masalah utama penelitian ini tidak hanya permintaan yang bersifat probabilistik namun *lead time* pemesanan juga bersifat probabilistik. Masalah tersebut juga terdapat di sebuah toko cat yang diteliti oleh Sugiarto (2007). Tujuan kedua penelitian tersebut adalah mencari skenario *reorder point* dengan metode simulasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Jati dan Bawono (2014) di tempat makan ternak dilakukan untuk mengatasi penumpukan bahan baku agar biaya simpan tidak menjadi besar. Sama halnya dengan penelitian Sumiati dan Iriani (2017) di perusahaan manufaktur yang dilakukan untuk mengatasi kelebihan stok. Simulasi dipilih sebagai metode penyelesaian karena dapat menentukan skenario pemesanan bahan baku terbaik. Hasil yang didapatkan adalah sistem persediaan menggunakan *reorder point* yang mengacu pada pemesanan semua *item* yang dapat meminimumkan total biaya dan tidak ada stok bernilai negatif.

Penumpukan bahan baku juga terjadi di gudang perusahaan manufaktur (Rajagkuguk, 2018). Bahan baku yang berlebih diakibatkan penerapan *service level*. Penerapan *service level* mengakibatkan tingginya *safety stock*. Di sisi lain

perusahaan memiliki target total biaya persediaan yang belum tercapai karena adanya *over stock*. Penelitian tersebut dilakukan agar target total biaya persediaan perusahaan dapat terpenuhi. Metode yang dipakai oleh peneliti adalah menggunakan simulasi untuk mencari skenario terbaik penentuan ROP dan kuantitas pemesanan.

Menurut Dinata dan Wigati (2016) salah satu masalah persediaan adalah kekurangan stok. Kekurangan stok terjadi karena tidak ada kartu stok yang menyebabkan perusahaan tidak mengetahui jumlah stok yang dimiliki. Penelitian yang dilakukan Dinata dan Wigati (2016) menyatakan bahwa pengendalian persediaan dapat dilakukan menggunakan simulasi di Microsoft Excel. Simulasi bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan pemesanan multi-*item* dan multi-*supplier*. Hasil yang didapatkan berupa *reorder point* dengan biaya paling minimum.

Indriastuty dkk (2018) menerapkan metode *Economic Order Quantity* dan *Reorder Point* untuk menentukan kuantitas pemesanan dan frekuensi pemesanan yang dapat meminimasi total biaya persediaan suku cadang. Penerapan metode EOQ dan ROP juga dilakukan di perusahaan manufaktur yang diteliti oleh Irwadi (2015). Sama halnya dengan penelitian dari Warisman dkk (2013) metode EOQ dan ROP diharapkan dapat membuat aktivitas pengadaan menjadi lebih efisien karena pemesanan dilakukan tidak sesering sebelumnya. Hasil penerapan metode EOQ adalah adanya selisih total biaya yang cukup signifikan.

Sarjono dan Kuncoro (2014) melakukan penelitian untuk membandingkan *reorder point* yang ditetapkan perusahaan dengan *reorder point* menurut perhitungan EOQ. Tujuan penelitian tersebut adalah mengetahui *reorder point* yang lebih optimal untuk perusahaan. Peneliti menggunakan analisis kuantitatif dengan melakukan perhitungan menggunakan rumus EOQ. Hasil penelitian tersebut adalah penggunaan metode EOQ menghasilkan penurunan biaya persediaan dan terdapat *safety stock* yang digunakan untuk menjaga persediaan saat *lead time* pemesanan.

Masalah dari penelitian yang dilakukan Utari (2015) adalah sering terjadi kekurangan obat sehingga pihak rumah sakit harus melakukan pemesanan saat itu juga. Pemesanan secara tiba-tiba tersebut mengakibatkan *supplier* sering terlambat mengirimkan pasokan obat, sehingga rumah sakit harus membeli ke apotek terdekat yang harganya lebih mahal. Peneliti menggunakan metode ABC

untuk menggolongkan prioritas pembelian obat. Setelah mengetahui prioritas pembelian, peneliti menggunakan metode EOQ untuk menentukan jumlah pesanan dan metode ROP untuk menentukan kapan melakukan pemesanan. Metode tersebut juga dipakai oleh Dyatmika dan Krisnadewara (2018) untuk melakukan pengendalian persediaan obat di apotek.

Kebijakan persediaan perusahaan jasa perawatan dan perbaikan hasil penelitian Aisyati dkk (2012) memiliki masalah yaitu kekurangan dan kelebihan persediaan *spare part* jenis *consumable*, sehingga biaya persediaan tinggi. Peneliti menggunakan metode ABC dan *Continuous Review*. Klasifikasi ABC digunakan untuk mengelompokkan *spare part*. Penentuan lot pemesanan optimal dan titik pemesanan ulang menggunakan model *Continuous Review*. Hasil penelitian adalah penghematan total biaya persediaan yang cukup signifikan.

Penelitian yang dilakukan Fauziah dkk (2016) dilakukan di perusahaan otomotif yang menjual *service part*. Pada penelitian tersebut Fauziah dkk (2016) mengungkapkan jika sering terjadi *stockout* karena kurangnya pengelolaan produk. Hal tersebut juga dialami perusahaan yang diteliti oleh Ratnawia dkk (2019). Kurangnya persediaan tersebut membuat *service level* perusahaan menjadi menurun. Oleh karena itu, peneliti menggunakan metode *periodic review* untuk meningkatkan *service level* dan meminimasi total biaya persediaan dengan menekan *backorder* dan jumlah pemesanan.

Penelitian yang dilakukan sekarang bertujuan untuk memberikan usulan perencanaan pembelian *spare part* sehingga dapat meminimasi terjadinya *lost sales*. Karakteristik masalah penelitian saat ini mirip dengan penelitian yang dilakukan oleh Utari (2014). Penelitian yang dilakukan oleh Utari (2014) menjelaskan jika rumah sakit sering kekurangan stok obat karena tidak ada perencanaan persediaan. Rumah sakit dan bengkel motor memiliki kesamaan yaitu jumlah SKU yang banyak, sehingga perencanaan persediaan untuk setiap SKU tentu akan sulit dilakukan. Berdasarkan hal tersebut Utari (2014) menggunakan metode ABC untuk mengelompokkan *spare part* berdasarkan prioritasnya. *Spare part* yang memiliki prioritas tinggi akan lebih diperhatikan saat pemesanan agar dapat memenuhi permintaan konsumen. Oleh karena itu pada penelitian saat ini akan digunakan metode ABC untuk mengelompokkan *spare part* sehingga diketahui *spare part* mana saja yang harus diprioritaskan.

Penelitian saat ini sama juga memiliki karakteristik yang mirip dengan penelitian Siregar dkk (2014) dan Budiono dan Wigati (2017) karena sama-sama memiliki permintaan yang tidak tetap. Pada kasus tersebut peneliti terdahulu menggunakan simulasi Monte Carlo untuk men-*generate* permintaan konsumen sesuai dengan pola distribusinya dan membangun model awal. Selain itu penelitian yang dilakukan Dinata dan Wigati (2016) memiliki objek penelitian yang produknya *multi item* sehingga digunakan metode simulasi untuk memudahkan menyelesaikan masalah persediaan disana. Hasil penelitian dengan metode simulasi menunjukkan adanya penurunan total biaya persediaan. Oleh karena itu, pada penelitian saat ini juga akan menggunakan simulasi Monte Carlo untuk membangun model sehingga dapat meminimasi total biaya persediaan.



Tabel 2.1. Perbandingan Penelitian

Penulis	Judul	Tujuan Penelitian	Metode
Sugiarto, B. (2007)	Aplikasi Simulasi untuk Peramalan Permintaan dan Pengelolaan Persediaan yang Bersifat Probabilistik	Mengelola persediaan sehingga dapat meminimasi terjadinya keterlambatan produksi.	Simulasi Monte Carlo
Aisyati, A., Jauhari, W.A., & Muhbiantie, R.T.Y. (2012)	Kebijakan Persediaan Suku Cadang Pesawat Terbang untuk Mendukung Kegiatan Maintenance di PT GMF Aero Asia dengan Menggunakan Metode <i>Continuous Review</i>	Memperbaiki pengendalian persediaan suku cadang jenis <i>consumable</i> sehingga total biaya minimum.	<i>Continuous Review</i>
Warisman, R., Sudjana, N., & Endang, W. (2013)	Penggunaan Teknik EOQ (<i>Economic Order Quantity</i>) & ROP (<i>Repeat Order</i>) dalam Upaya Pengendalian Efisiensi Persediaan	Mengendalikan persediaan bahan baku dan meningkatkan efisiensi persediaan bahan baku sehingga terjadi penghematan pada biaya total.	EOQ dan ROP
Utari, A. (2014)	Cara Pengendalian Persediaan Obat Paten dengan Metode Analisis ABC, EOQ, <i>Buffer Stock</i> , dan ROP di Unit Gudang Farmasi RS Zahirah Tahun 2014	Mengendalikan persediaan obat sehingga meminimasi kekurangan stok.	ABC, EOQ, ROP
Jati, G.A., & Bawono, B. (2014)	Simulasi Sistem Persediaan Bahan Baku di Perusahaan Pembuat Pakan Ternak	Mencari skenario pemesanan bahan baku terbaik agar biaya yang dikeluarkan minimum.	Simulasi (Microsoft Excel 2007)
Sarjono, H., & Kuncoro, E.A. (2014)	Analisis Perbandingan Perhitungan <i>Re-Order Point</i>	Membandingkan ROP dari kebijakan perusahaan dengan hasil perhitungan sehingga didapatkan total biaya yang paling minimum	EOQ dan ROP

Lanjutan Tabel 2.1. Perbandingan Penelitian

Penulis	Judul	Tujuan Penelitian	Metode
Siregar, L., Herlina, L., & Kulsum (2014)	Pengendalian Persediaan Bahan Baku di PT. ABC Dengan Model Q <i>Back Order</i> Menggunakan Simulasi Monte Carlo	Menentukan persediaan bahan baku yang optimal dan membandingkan total ongkos persediaan	Simulasi Monte Carlo
Irwadi, M. (2015)	Penerapan ROP untuk Persediaan Bahan Baku Produksi Alat Pabrik Kelapa Sawit pada PT. Swakarya Adhi Usaha Kabupaten Banyuasin	Mengendalikan bahan baku untuk menjamin ketersediaan bahan produksi	EOQ dan ROP
Dinata, A.E., & Wigati, S.S. (2016)	Analisis Sistem Persediaan <i>Sparepart</i> Motor di Bengkel Aneka Sakti	Menentukan skenario pemesanan dan jumlah pesan	Simulasi (Microsoft Excel 2007)
Fauziah, S., Ridwan, A.Y., & Santosa, B. (2016)	Perencanaan Persediaan pada Produk <i>Service Part</i> Menggunakan Metode <i>Periodic Review</i> untuk Meningkatkan <i>Service Level</i> PT. XYZ Cibitung	Meningkatkan service level	<i>Periodic Review</i>
Budiono, C., & Wigati, S.S. (2017)	Penentuan Sistem Persediaan Barang dengan Simulasi di UD Dwi Tunggal	Menentukan skenario ROP dan jumlah pesan	Simulasi (Microsoft Excel 2007)
Sumiati & Iriani (2017)	Pengendalian Persediaan Bahan Baku dengan Menggunakan Simulasi Monte Carlo di UD. Selebriti	Mengetahui persediaan bahan baku optimal dan minimasi biaya persediaan	Simulasi Monte Carlo
Rajagukguk, G.S. (2018)	Usulan Perbaikan Sistem Persediaan <i>Spare Part</i> untuk Meminimasi Biaya Persediaan di PT. XYZ	Memberikan usulan metode persediaan yang dapat meminimasi biaya persediaan	Simulasi (Microsoft Excel 2007)

Lanjutan Tabel 2.1. Perbandingan Penelitian

Penulis	Judul	Tujuan Penelitian	Metode
Indriastuty, N., Sukimin, Jayanti, L.I., & Ernayani, R. (2018)	Analisis Persediaan Suku Cadang dengan Metode <i>Economic Order Quantity</i>	Menentukan pemesanan persediaan suku cadang	EOQ dan ROP
Dyatmika, S.B., & Krisnadewara, P.D. (2018)	Pengendalian Persediaan Obat Generik dengan Metode Analisis ABC, Metode EOQ, dan ROP di Apotek XYZ Tahun 2017	Menganalisis pengendalian persediaan obat	ABC, EOQ, ROP
Ratnawia, Aurarchman, R., & Kenaka, S.P. (2019)	Pengendalian Persediaan dengan Kebijakan Periodic Review untuk Minimasi Total Biaya Persediaan di PT. OPQ	Minimasi total biaya persediaan	<i>Periodic Review</i>
Naim, M.A., & Donoriyanto, D.S. (2020)	Pengendalian Persediaan Obat di Apotek XYZ dengan Menggunakan Simulasi Monte Carlo	Menghasilkan persediaan obat yang optimal dan meminimasi <i>total cost</i>	Simulasi Monte Carlo
Paskarani, M.C. (2020)	Usulan Perencanaan Inventori <i>Spare Part</i> Bengkel XYZ untuk Minimasi Biaya Kekurangan Persediaan dan Total Biaya Persediaan Akhir	Memberikan usulan jadwal pemesanan dan jumlah pesan sehingga dapat meminimasi biaya kekurangan persediaan dan total biaya persediaan akhir	ABC, Simulasi Monte Carlo, <i>Periodic Review</i>

Tabel 2.1. merupakan tabel perbandingan tinjauan pustaka. Tabel tersebut berisi nama peneliti, judul penelitian, tujuan penelitian, dan metode untuk menyelesaikan masalah dalam penelitian tersebut.

2.1.2. Klasifikasi Persediaan

Penelitian Gong dkk (2017) dilakukan di perusahaan manufaktur yang bertujuan untuk meningkatkan suku cadang perawatan yang akan mempengaruhi keamanan dan keandalan sistem secara keseluruhan. Pada penelitian ini akan dibandingkan metode klasifikasi ABC tradisional dengan metode klasifikasi ABC yang dikombinasikan dengan *Failure Mode Effect and Criticality Analysis* (FMECA). Klasifikasi ABC tradisional hanya berdasarkan nilai ekonomi untuk mengidentifikasi suku cadang perawatan utama namun tidak dapat sepenuhnya mencerminkan pentingnya komponen. Sementara klasifikasi ABC yang dikombinasikan dengan FMECA mempertimbangkan nilai RPN dan kekritisan setiap bagian di sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah suku cadang yang masuk ke kategori A dan B berkurang sehingga menurun biaya pengendalian persediaan, sementara pada saat yang sama meningkatkan keamanan sistem.

Penelitian yang dilakukan oleh Parate dan Agarwal (2016) bertujuan untuk mengontrol persediaan suku cadang kendaraan di Deccan Vehicles. Peneliti menggunakan metode klasifikasi ABC dengan persentase 30%-30%-40% untuk mengidentifikasi persentase kumulatif banyaknya item. Penelitian dilakukan dengan menghitung banyaknya item yang diminta pada satu periode lalu menghitung nilai persentase setiap itemnya. Item yang memiliki nilai persentase kurang dari sama dengan 30% masuk ke kategori A.

Penelitian dilakukan di perusahaan FMCG yang bertujuan untuk memisahkan persediaan barang populer dan nonpopuler. Pada penelitian tersebut Vaz dkk (2020) digunakan klasifikasi ABC berdasarkan frekuensi permintaan produk. Hal tersebut dilakukan untuk menjaga agar persediaan tidak berlebih karena produk FMCG cenderung akan mengalami *slowing down demand* seiring perkembangan teknologi. Hasil akhir yang akan didapatkan adalah klasifikasi A, B, C merupakan produk yang memiliki persentase kumulatif frekuensi permintaan 80%, lebih dari 80% - 95%, lebih dari 95%.

Penelitian Yung dkk (2020) dilakukan untuk mengklasifikasikan persediaan komponen produk di sebuah perusahaan. Analisis persediaan yang dilakukan peneliti digunakan untuk mengetahui banyaknya inventori komponen yang

digunakan untuk multi produk. Penulis mengusulkan menggunakan logika fuzzy sebagai cara untuk merumuskan masalah klasifikasi persediaan. Peneliti memasukkan data variabel yang berkorelasi ke dalam sistem sehingga menghasilkan *purchase index*. Selanjutnya, *purchase index* akan diklasifikasikan menurut klasifikasi ABC.

Penelitian yang dilakukan oleh Kiyak dkk (2015) menggabungkan teknik klasifikasi ABC dengan metode Ng. Peneliti mengungkapkan jika metode analisis ABC tradisional biasanya hanya mempertimbangkan satu faktor saja yaitu total biaya tahunan, namun masih ada beberapa faktor lain yang sebenarnya juga mempengaruhi persediaan seperti biaya simpan, permintaan, dan *lead time*. Peneliti menggunakan metode Ng untuk mengubah semua ukuran faktor persediaan dalam skala 0-1 untuk semua item. Klasifikasi A merupakan item yang memiliki *maximum partial average* tertinggi.

Penelitian sekarang memiliki kasus yang mirip dengan penelitian yang dilakukan oleh Vaz (2020) dimana jumlah produk yang terdapat di inventori memiliki variasi yang tinggi. *Spare part* yang dijual di bengkel juga dapat mengalami *slowing down demand* karena pengaruh teknologi, dimana motor-motor saat ini memiliki *spare part* yang bervariasi. Penulis memilih metode ABC menurut frekuensi permintaan konsumen untuk mengklasifikasikan *spare part*. Hal tersebut didasarkan pada tujuan penelitian yaitu meminimasi total biaya sehingga untuk menganalisis *spare part* yang diprioritaskan untuk dibeli maka penulis memilih *spare part* yang memiliki frekuensi permintaan tertinggi. Pengkategorian ABC didasarkan pada persentase kumulatif frekuensi permintaan, kategori A sebesar 70%-80%, kategori B sebesar 15%-25%, dan kategori C sebesar 5%.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Definisi Persediaan

Definisi persediaan menurut Waters (2003) adalah daftar item yang terdapat di stok. Stok terdiri dari seluruh material dan perlengkapan yang disimpan di perusahaan untuk digunakan pada masa yang akan datang. Tujuan adanya stok di perusahaan adalah menghindari adanya ketidakpastian permintaan, menghindari adanya keterlambatan, mendapatkan diskon saat pembelian jumlah besar, dan mengurangi biaya transportasi.

Berdasarkan tujuannya jenis persediaan dibagi menjadi 3 macam, yaitu:

- a. Persediaan bahan mentah, persediaan yang digunakan untuk proses produksi perusahaan.
- b. Persediaan barang setengah jadi, persediaan yang masih harus diproses.
- c. Persediaan barang jadi, persediaan yang menunggu untuk dibeli dan dikirimkan ke konsumen.

2.2.2. Jenis-jenis Persediaan

Menurut Waters (2003) terdapat beberapa jenis persediaan, yaitu:

- a. *Cycle stock*, persediaan yang digunakan untuk operasional perusahaan.
- b. *Safety stock*, persediaan yang digunakan saat keadaan mendesak.
- c. *Seasonal stock*, persediaan yang digunakan untuk menjaga variasi permintaan konsumen.
- d. *Pipeline stock*, persediaan yang sedang dikirimkan ke lokasi perusahaan.
- e. *Other stock*, semua persediaan yang ada karena alasan tertentu.

2.2.3. Biaya Pengendalian Persediaan

Menurut Durlinger (2015) biaya persediaan dibagi menjadi 3 macam, yaitu:

- a. Biaya pembelian

Biaya yang dikeluarkan untuk memperoleh suatu produk yang dibeli di *supplier*. Biaya pembelian juga termasuk biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan ketika memesan suatu produk ke *supplier*. Biaya pembelian meliputi harga produk, biaya surat menyurat, telepon, dan transportasi.

- b. Biaya penyimpanan

Biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan berkaitan dengan investasi dan pemeliharannya selama produk masih disimpan atau diletakkan di gudang. Biaya

penyimpanan meliputi biaya modal, pajak persediaan, penyusutan, kadaluwarsa, dan kerusakan.

c. Biaya kehabisan stok produk

Biaya yang timbul karena stok dari sebuah produk tidak dapat memenuhi permintaan konsumen. Biaya kehabisan stok produk meliputi biaya kehilangan pelanggan, kehilangan penjualan, dan terlambatnya proses produksi.

Keempat unsur biaya pengendalian persediaan akan digunakan untuk menghitung *total cost* dari manajemen persediaan di sebuah perusahaan. Perhitungan *total cost* dapat dilihat pada persamaan 2.1.

$$TC = BB + BS + BK \quad (2.1)$$

Keterangan:

TC = *total cost*

BB = *biaya pembelian*

BS = *biaya simpan*

BK = *biaya kekurangan stok*

2.2.4. Klasifikasi Persediaan

Menurut Hong dan Yeh klasifikasi ABC merupakan teknik pengendalian persediaan berdasarkan prinsip Pareto. Hong dan Yeh menyebutkan perusahaan yang memiliki banyak jenis item akan sulit untuk mengelola seluruh persediaannya. Produk yang memiliki harga tinggi dan merupakan produk prioritas harus dikelola dengan baik namun produk yang murah dan tidak terlalu penting dapat dikelola secara sederhana bahkan tidak perlu pengelolaan. Hal tersebut membuat persediaan harus dibagi ke dalam 3 kelompok. Pembagian kelas dalam klasifikasi persediaan adalah sebagai berikut.

a. Kelas A

Kelas A terdiri dari barang yang memiliki nilai persediaan tahunan paling tinggi. Alokasi total persediaan untuk kelas A sebesar 80%.

b. Kelas B

Kelas B terdiri dari barang yang memiliki nilai persediaan tahunan sedang. Alokasi total persediaan untuk kelas B sebesar 15%.

c. Kelas C

Kelas C terdiri dari barang yang memiliki nilai persediaan tahunan paling rendah. Alokasi total persediaan untuk kelas C sebesar 5%.

Langkah untuk melakukan analisis ABC adalah sebagai berikut.

- a. Mengidentifikasi semua barang yang dipakai di perusahaan baik itu jenis, jumlah pemakaian per tahun, dan harga.
- b. Mengalikan volume pemakaian barang per tahun dengan harga barang tersebut.
- c. Mengurutkan hasil perkalian yang berupa nilai pemakaian per tahun dari yang terbesar hingga terkecil. Selanjutnya jumlahkan seluruh nilai pemakaian per tahun dari setiap barang.
- d. Konversi nilai pemakaian per tahun ke dalam bentuk persentase dan hitung persentase kumulatifnya. Persentase kumulatif yang sudah dihitung tersebut akan dapat teridentifikasi kelasnya.

2.2.5. Simulasi

Menurut Kelton dkk (2001) simulasi merupakan metode atau pendekatan yang digunakan untuk meniru pola dari sistem nyata. Simulasi biasanya digunakan untuk menyelesaikan masalah yang kompleks yang sulit diselesaikan dengan pendekatan analitik.

Keuntungan penggunaan pendekatan simulasi untuk penyelesaian masalah menurut Kelton dkk (2001), yaitu:

- a. Mampu menyelesaikan model persediaan yang kompleks.
- b. Pendekatan simulasi menggmabarkan sistem secara lebih nyata.
- c. Membantu meningkatkan performansi.
- d. Meningkatkan keefektifan penggunaan biaya.

Sementara menurut Kelton dkk (2001) kelemahan penggunaan pendekatan simulasi adalah sebagai berikut.

- a. Penggunaan input yang bersifat probabilistik dapat mengakibatkan output yang dihasilkan juga random.
- b. Proses membangun model simulasi membutuhkan waktu yang lama.
- c. Hasil simulasi berupa nilai estimasi.

Pembuatan model simulasi memerlukan beberapa tahapan. Penelitian yang dilakukan Kelton dkk (2001) menyebutkan terdapat beberapa langkah yang dilakukan untuk melakukan pendekatan simulasi, yaitu:

a. Memahami sistem

Pemahaman akan sistem merupakan langkah awal untuk mengetahui secara rinci tentang faktor-faktor yang saling berkaitan di sistem.

b. Menetapkan tujuan

Setelah memahami sistem yang akan diteliti maka perlu adanya tujuan yang akan dicapai dari pembangunan model simulasi tersebut. Tujuan simulasi dapat berupa minimasi biaya, meningkatkan performansi, dan meningkatkan keuntungan.

c. Menentukan formulasi masalah

Mengidentifikasi masalah yang ada di sistem secara umum. Kemudian melakukan analisa untuk variabel yang terlibat, batasan, dan ukuran performansi sistem.

d. Membangun model simulasi

Model simulasi merupakan representasi dari sistem nyata. Pada tahap ini semua variabel yang terkait dalam sistem akan dimodelkan sehingga dapat mencapai tujuan.

e. Verifikasi

Verifikasi merupakan tahap untuk memastikan bahwa model yang telah dibuat sudah benar. Pada tahap ini akan dilakukan analisis apakah perhitungan rumus dan pemilihan variabel pada simulasi model awal sudah sesuai dengan sistem nyatanya.

f. Validasi

Validasi merupakan tahap pengujian apakah model simulasi yang dibuat sudah dapat merepresentasikan sistem nyata. Pada tahap ini akan dibandingkan output dari sistem nyata dengan model simulasi.

g. Mendesain eksperimen

Setelah memodelkan simulasi dan menguji model tersebut maka langkah selanjutnya adalah menganalisis bagaimana dan metode apa yang cocok digunakan untuk mencapai tujuan penelitian.

h. Menjalankan eksperimen

Setelah menentukan metode untuk mencapai tujuan penelitian maka langkah selanjutnya adalah menjalankan eksperimen tersebut sehingga didapatkan output yang ingin dicapai.

i. Analisis hasil eksperimen

Analisis hasil eksperimen merupakan tahap menganalisis hasil eksperimen dengan pendekatan statistik dan melihat apakah output yang dihasilkan sudah sesuai dengan tujuan awal.

j. Dokumentasi

2.2.6. Replikasi

Menurut Kelton dkk (2001) tahap replikasi muncul karena adanya variabel input yang bersifat probabilistik. Variabel input yang tidak tetap tersebut menyebabkan output yang dihasilkan juga berubah-ubah. Oleh karena itu untuk menentukan apakah output yang dihasilkan dapat merepresentasikan output sistem yang sesungguhnya maka digunakan replikasi. n' merupakan simbol replikasi. Jika nilai n' lebih dari n maka output belum dapat merepresentasikan keadaan yang sebenarnya sehingga dibutuhkan penambahan data output. Jika n' kurang dari n maka output sudah merepresentasikan keadaan yang sebenarnya. Persamaan 2.2. dan 2.3. merupakan perhitungan untuk menghitung replikasi.

$$n' = \left[\frac{(z\alpha/2) \times s}{\text{half width}} \right]^2 \quad (2.2)$$

$$\text{half width} = \frac{t_{n-1, \alpha/2} \times s}{\sqrt{n}} \quad (2.3)$$

Keterangan:

n' = jumlah replikasi

s = standar deviasi

n = jumlah data

2.2.7. Periodic Review

Periodic review merupakan metode persediaan dimana pembelian dilakukan pada interval tertentu dengan jumlah pembelian yang bervariasi (Waters, 2003).

Periodic review merupakan metode persediaan yang lebih cocok untuk persediaan

yang probabilistik karena jumlah pemesanan bergantung pada persediaan akhir perusahaan.

Pengelolaan persediaan dengan metode ini akan lebih mudah karena level stok hanya diperiksa pada interval tertentu dan tidak harus diawasi terus menerus. Keuntungan lain dari *periodic review* adalah dapat menggabungkan pesanan untuk beberapa item menjadi satu pesanan sehingga dapat mendorong pemasok untuk memberikan potongan harga. Persamaan 2.4. dan 2.5. merupakan rumus untuk menghitung interval pemesanan dan jumlah maksimum pesan.

$$T = \sqrt{\frac{2 \times A}{D \times h}} \quad (2.4)$$

$$R = DT + DL + Z\alpha\sqrt{T + L} \quad (2.5)$$

Keterangan:

T = interval pemesanan

A = biaya pemesanan

D = permintaan spare part

h = biaya simpan

R = maksimum pembelian

DT = permintaan selama interval pemesanan

DL = permintaan selama lead time

L = lead time

2.2.8. Uji ANOVA Satu Arah

Menurut Bluman (2018) *analysis of variance* merupakan analisis untuk membandingkan dua varian data. ANOVA juga dapat digunakan untuk membandingkan tiga atau lebih rata-rata. ANOVA membandingkan dua varian data dengan menggunakan uji F. Analisis ANOVA untuk dua rata-rata setara dengan uji t, maka uji t biasanya digunakan sebagai pengganti uji F jika hanya ada dua *mean*.

Terdapat dua analisis varian yaitu ANOVA satu arah dan ANOVA dua arah. analisis varian satu arah digunakan jika hanya terdapat satu variabel independen yang membedakan antar populasi yang berbeda. Variabel independen dapat disebut juga sebagai faktor.

Pada uji F terdapat dua estimasi dari varians populasi. Estimasi pertama disebut varians antar kelompok sedangkan estimasi kedua adalah varians dalam kelompok. Hipotesis nol diterima jika tidak ada perbedaan rata-rata atau estimasi varians antar kelompok sama dengan estimasi varians dalam kelompok (nilai uji F kira-kira sama dengan satu). Jika rata-rata berbeda secara signifikan atau nilai uji F jauh lebih besar dari satu maka hipotesis nol ditolak. Persamaan 2.6., 2.7., 2.8., dan 2.9. merupakan rumus untuk menghitung ANOVA satu arah.

$$F = \frac{s_B^2}{s_w^2} \quad (2.6)$$

$$\bar{x}_{GM} = \frac{\sum X}{N} \quad (2.7)$$

$$s_B^2 = \frac{\sum ni(\bar{x}_i - \bar{x}_{GM})^2}{k-1} \quad (2.8)$$

$$s_w^2 = \frac{\sum (ni-1)s_i^2}{\sum (ni-1)} \quad (2.9)$$

Keterangan:

k = jumlah grup

n_i = jumlah sampel

\bar{x}_i = rata-rata sampel

s_i^2 = varian sampel

s_B^2 = varians antar kelompok

s_w^2 = varians dalam kelompok

2.2.9. T-test Two Sample Mean

Uji t merupakan uji yang digunakan untuk menghitung perbedaan *mean* dua sampel independen (Bluman, 2018). Sampel independen adalah sampel yang tidak saling terkait. Hal tersebut menjelaskan bahwa varians kedua sampel tidak sama.

Terdapat beberapa asumsi uji t untuk dua sampel independen ketika varians populasi tidak diketahui.

- a. Sampel bersifat acak.
- b. Data sampel tidak saling terkait satu sama lain.

- c. Ketika sampel kurang dari 30 data maka populasi harus terdistribusi normal atau mendekati distribusi normal.

Hasil t hitung akan dibandingkan dengan nilai t tabel. Jika hasil t hitung lebih besar dari $t_{\alpha/2, n-1}$ atau lebih kecil dari $-t_{\alpha/2, n-1}$ maka terdapat perbedaan rata-rata antar dua sampel independen. Persamaan 2.10 merupakan rumus untuk menghitung uji t dua sampel independen.

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (2.10)$$

Keterangan:

\bar{x} = rata-rata populasi

μ = rata-rata sampel

s^2 = varians sampel

n = jumlah sampel

2.2.10. Run Test

Run test merupakan salah satu cabang analisis statistik nonparametrik. Statistika nonparametrik digunakan ketika sampel yang dipilih tidak terdistribusi normal atau terdistribusi lainnya. Statistik nonparametrik juga dapat digunakan untuk menguji hipotesis yang tidak melibatkan parameter populasi tertentu, seperti μ , σ , atau p .

Menurut Bluman (2018) *run test* adalah tes nonparametrik yang digunakan untuk menentukan apakah urutan nilai data terjadi secara acak. Tahapan untuk melakukan *run test* adalah sebagai berikut.

- Tentukan H_0 dan H_1
 H_0 = urutan data acak
 H_1 = urutan data tidak acak
- Tentukan median dari data yang akan diteliti.
- Ubah data yang ada menjadi tanda. Jika data lebih dari nilai median ubah data menjadi + namun jika data kurang dari nilai median ubah data menjadi -.
- Hitung jumlah n_1 , n_2 , dan R .
- Carilah *critical value* pada tabel *run test*.
- Jika nilai R kurang dari nilai *low limit critical value* atau nilai R lebih dari *top limit critical value* maka tolak H_0 . Jika nilai ada di antara batas atas dan batas bawah *critical value* maka H_0 diterima.

3.2.11. Lead Time

Menurut Rachman (2015) *lead time* merupakan waktu yang diperlukan mulai dari proses pemesanan barang ke *supplier* hingga pemesanan tersebut diterima oleh pemesan. Pada manajemen rantai pasok *lead time* dibedakan menjadi dua, yaitu:

a. *Lead time* pelanggan

Lead time pelanggan biasa dikenal dengan istilah *the order to delivery cycle*. *Lead time* pelanggan merupakan waktu yang dibutuhkan saat memesan produk hingga produk tersebut sampai ke tangan pelanggan.

b. *Lead time* supplier

Lead time supplier biasa dikenal dengan istilah *the cash to cash cycle*. *Lead time* supplier merupakan waktu yang dibutuhkan dari menerima pesanan hingga pembayaran terhadap pesanan tersebut dilakukan.

3.2.12. Outliers

Menurut Ben-Gal (2005) salah satu langkah untuk memperoleh analisis yang koheren adalah mendeteksi keluaran dari pengamatan. Keluaran dari pengamatan atau data yang dipakai dapat bervariasi. Jika dalam suatu set data terdapat data ekstrem maka data tersebut dapat dikategorikan sebagai data *outliers*. *Outlier* sering dianggap sebagai *error* atau *noise* karena merupakan data yang menyimpang. Adanya *outlier* dalam suatu set data dapat menyebabkan kesalahan spesifikasi model, estimasi parameter yang bias, dan hasil yang salah. Oleh karena itu penting untuk mengidentifikasi mereka sebelum pemodelan dan analisis. . Persamaan 2.13. dan 2.14. merupakan rumus untuk mengetahui batas data dikatakan sebagai *outlier*.

$$Q1 = 1/4 \times (n + 1) \quad (2.11)$$

$$Q3 = 3/4 \times (n + 1) \quad (2.12)$$

$$\text{Lower outlier} = Q1 - (1,5 \times (Q3 - Q1)) \quad (2.13)$$

$$\text{Higher outlier} = Q3 + (1,5 \times (Q3 - Q1)) \quad (2.14)$$

Keterangan:

n = jumlah data

Q1 = kuartil bawah

Q3 = kuartil atas