

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Pengendalian persediaan merupakan kegiatan yang berkaitan dengan merencanakan, merealisasikan, dan menyimpan sesuatu yang berwujud produk maupun jasa sebagai aset lancar yang dimiliki oleh perusahaan (Kaluntas dkk, 2016; Fithri dan Sindikia, 2014). Menurut Assauri (2008), pengendalian persediaan memiliki peran sebagai berikut:

- a. Menjaga laju produksi dengan tercukupinya tingkat persediaan perusahaan.
- b. Meminimalkan tingkat biaya persediaan perusahaan.
- c. Menciptakan periode pembelian persediaan yang optimal untuk menghindari pembengkakan biaya persediaan.

Agar pengurangan biaya perusahaan dapat diatasi maka perusahaan Oleh-Oleh Kripik Paru Bu Darsono Klaten perlu untuk memperhitungkan titik pemesanan kembali dan periode pemesanan bahan baku paru sapi. Hal ini bertujuan untuk menjaga tingkat persediaan paru sapi sehingga perusahaan tidak mengalami kekurangan maupun kelebihan bahan baku paru sapi yang menyebabkan pembengkakan biaya persediaan. Menurut Heizer dan Render (2015), titik pemesanan kembali merupakan titik batas persediaan yang memberikan tanda bagi perusahaan untuk segera melakukan pemesanan kembali. Sedangkan *Safety stock* atau persediaan pengaman merupakan persediaan yang difungsikan sebagai alat pemenuhan ketidakpastian permintaan untuk menghindari terjadinya *stock out* (Sulaiman dan Nanda, 2015). Titik pemesanan kembali dan *safety stock* memiliki peran yang sama pentingnya untuk menunjang kelancaran proses produksi dan meminimalkan biaya persediaan.

Terdapat beberapa penelitian dan metode yang digunakan dalam pengendalian persediaan perusahaan yang ditujukan untuk meningkatkan *profit* seperti metode *economic order quantity* (Karuniawan, 2015; Muhsin dan Apriyani, 2017; Maulana dan Kusumawadhani, 2015; Dita, 2015; Kaluntas dkk, 2016; Sulaiman dan Nanda, 2015; Turnip dan Kartikasari, 2017; Arif dan Sukarno, 2020). Heizer dan Render (2015) menjelaskan bahwa metode *economic order quantity* merupakan salah satu teknik kontrol untuk mengendalikan persediaan yang meminimalkan biaya total dari kegiatan pemesanan dan penyimpanan. Metode *economic order quantity* digunakan untuk melakukan pengendalian persediaan *item perishable* maupun

non-perishable dengan memberikan usulan alternatif kuantitas dan frekuensi pesanan yang optimal beserta dengan *reorder point* dan *safety stock* yang harus dimiliki oleh perusahaan. Metode *economic order quantity* memanfaatkan data permintaan masa lampau untuk menentukan jumlah dan rata-rata permintaan dalam kurun waktu terpilih yang kemudian digunakan untuk menghitung kuantitas dan frekuensi pesanan yang optimal beserta dengan *reorder point* dan *safety stock* yang wajib tersedia di perusahaan. Analisis akhir dari penelitian menggunakan metode *economic order quantity* adalah perhitungan total biaya persediaan yang akan dibandingkan dengan total biaya persediaan yang sudah diterapkan oleh perusahaan.

Selain metode *economic order quantity*, terdapat juga metode yang berbeda yang digunakan oleh beberapa peneliti seperti metode *min-max stock* (Kinanthi dkk, 2016; Salam dan Mujiburrahman, 2018; Mail dkk, 2018; Okananti, 2019). Metode *min-max stock* merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengendalikan persediaan pada perusahaan yang bersistem produksi *make to stock* atau *make to order*. Metode *min-max stock* berfungsi untuk menghitung *safety stock*, persediaan minimum yang dapat disebut dengan *reorder point*, dan persediaan maksimum yang dapat dimiliki oleh perusahaan (Kinanthi dkk, 2016). Data yang digunakan pada Metode *min-max stock* adalah data penggunaan bahan baku masa lampau beserta dengan rata-rata penggunaannya. Prosedur penggunaan Metode *min-max stock* adalah dengan menentukan terlebih dahulu *safety stock* kemudian dilanjutkan dengan menentukan persediaan minimum dan maksimum perusahaan.

Beberapa peneliti lain seperti Hansa (2015) dan Septiyana (2016) menggunakan metode *period order quantity* untuk merancang pengendalian persediaan. Metode *period order quantity* digunakan untuk memberikan alternatif waktu dan jumlah pemesanan yang tepat untuk melakukan pemesanan produk. Metode *period order quantity* berhubungan dengan *economic order quantity*. Nilai *economic order quantity* digunakan sebagai komponen perhitungan frekuensi pemesanan per periode. Setelah nilai *period order quantity* diperoleh maka langkah selanjutnya adalah proses peramalan menggunakan metode *linear programming*. Metode *linear programming* dipilih karena memiliki nilai *error* yang lebih rendah dari metode *moving average* dan *smoothing exponential*. Hasil akhir dari proses perhitungan metode *period order quantity* adalah jumlah periode pemesanan beserta kuantitas pembelian optimal selama kurun waktu yang ditentukan.

Periode pesanan dan *reorder point* yang optimal dapat juga ditentukan dengan menggunakan metode *fixed order interval* seperti yang dilakukan oleh Yuliani (2015). Dalam penelitiannya metode *fixed order interval* digunakan untuk menghitung pemesanan bahan baku pada perusahaan dengan interval yang tetap dengan sistem produksi perusahaan *make to stock*.

Prima dkk (2014) dalam penelitiannya menggunakan metode *wagner within* untuk menentukan biaya *lot sizing* bahan baku terhemat. Proses metode *wagner within* diawali dengan melakukan peramalan menggunakan beberapa metode yang kemudian ditentukan nilai *mean squared error* dan *mean absolute deviation* terkecil. Hasil peramalan akan digunakan untuk menyusun *master production schedule*. Melalui data *master production schedule* dan rumus pada metode *wagner within* maka nilai *safety stock* dan *lot sizing* dapat ditentukan.

Metode lainnya yang dapat digunakan untuk mengendalikan persediaan adalah metode *material requirement planning* (Anggriana, 2015; Putri, 2017). Dalam penelitiannya, peneliti menggunakan empat metode peramalan yang berfungsi memperkirakan kebutuhan di masa yang akan datang (membuat suatu perencanaan pemenuhan permintaan di masa yang akan datang). Metode yang digunakan dalam melakukan peramalan adalah *simple moving average*, *weight moving average*, *exponential smoothing*, dan *linear regresion*. Data yang digunakan untuk melakukan peramalan adalah data permintaan sehingga dapat diramalkan kebutuhan di masa yang akan datang dengan mempertimbangkan nilai terkecil presentase *error* nya. Hasil peramalan digunakan untuk membuat *master production schedule* yang kemudian digunakan sebagai bahan menentukan total biaya persediaan menggunakan metode *lot for lot*, *EOQ*, dan *POQ*. Biaya terkecil dari ketiga metode akan digunakan sebagai acuan perusahaan untuk menentukan langkah pengendalian persediaan.

Metode berikutnya yang dapat digunakan untuk mengendalikan persediaan adalah metode *just in time* (Sholehudin, 2017; Febriana dkk, 2018). Metode *just in time* digunakan untuk menekan biaya persediaan dengan melakukan eliminiasi persediaan. Terdapat berbagai komponen persediaan yang dihitung antara lain kuantitas pesanan minimal, total biaya tahunan persediaan, jumlah pemesanan optimal, kuantitas pesanan optimal, dan frekuensi pembelian.

Metode lain yang dapat digunakan untuk mengendalikan persediaan adalah metode simulasi (Octaviani dan Erma, 2014; Prasetyowati, 2016; Simamora dan

Jamaluddin, 2017). Metode simulasi digunakan untuk menyelesaikan permasalahan sistem yang kompleks dengan cara menirukan sistem yang ditinjau. Metode ini merupakan metode yang cukup efektif karena menggunakan berbagai macam variabel yang dapat disesuaikan dengan sistem nyata sehingga permasalahan yang kompleks dapat diselesaikan. Metode simulasi untuk pengendalian sistem persediaan dibangun dengan menggunakan berbagai variabel yang terlibat dalam sistem persediaan untuk menentukan nilai parameter yang dicari seperti biaya persediaan dan mendukung untuk menentukan variabel keputusan yang tepat bagi sistem persediaan yang diteliti.

Penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti bertujuan untuk mengurangi biaya persediaan perusahaan Oleh-Oleh Kripik Paru Bu Darsono Klaten. Untuk menunjang kelancaran proses produksi dan pemenuhan permintaan perlu diadakan pengendalian persediaan bahan baku yang baik. Metode simulasi dapat digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan kebijakan yang tepat mengenai pengendalian persediaan dengan mempertimbangkan aspek periode pemesanan dan *reorder point* sehingga diharapkan dapat memberikan usulan alternatif penyelesaian permasalahan yang tepat. Data yang digunakan adalah data permintaan produk yang digunakan sebagai parameter penggunaan persediaan bahan baku paru sapi.

Berikut merupakan tabel perbandingan antar referensi yang digunakan dalam penelitian ini yang disampaikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Perbandingan Antar Referensi

Peneliti	Topik	Kasus	Metode	Hasil
Maulana dan Kusumawardhani (2015).	Analisis Efisiensi Persediaan Bahan Baku Susu Sapi Murni Dengan Menggunakan Metode EOQ Pada Soto Sedeeep	Ketidaksesuaian atau kelebihan jumlah persediaan dalam suatu periode pada Soto Sedeeep.	<i>Economic Order Quantity</i>	Pengendalian bahan baku Soto Sedeeep tahun 2014 belum efektif. Usulan perbaikan yang diberikan adalah kuantitas bahan baku optimal, frekuensi pembelian, titik pemesanan kembali, dan persediaan pengaman. Terdapat penurunan total biaya persediaan menggunakan metode EOQ dari Rp 6.565.000 menjadi Rp. 3.775.291.
Kaluntas, dkk (2016).	Analisis Persediaan Bahan Baku Pada UKM Produk Roti (Studi Kasus UD Nabila Desa Kalasey)	Sering terjadi kekurangan bahan baku tepung, gula, mentega, dan telur pada saat menjelang proses produksi roti.	<i>Economic Order Quantity</i>	Terdapat pemborosan biaya oleh karena pembelian bahan baku yang lebih besar dibandingkan dengan penggunaannya. Ditetapkan nilai kuantitas optimal, persediaan pengaman, titik pemesanan kembali, dan maksimal persediaan. Terdapat total biaya persediaan setiap bahan baku yang lebih minimum dengan metode EOQ.
Karuniawan (2015).	Optimalisasi Sistem Persediaan Bahan Baku Kain Menggunakan Metode EOQ (Studi Kasus pada: PT New Makmurtex)	Jumlah permintaan yang sedikit sehingga jumlah persediaan perusahaan kurang efisien	<i>Economic Order Quantity</i>	Menentukan pemesanan yang optimal dan waktu pemesanan. Diperoleh hasil pemesanan optimal sebesar 43.195,37 meter dan pemesanan kembali saat persediaan 48,34 meter. Dihasilkan nilai total biaya persediaan yang lebih rendah setelah penerapan model EOQ.

Tabel 2.1. Lanjutan

Dita (2015).	Optimasi Pengendalian Persediaan Bahan Baku Di PT. Bromindo Mekar Mitra	Pengendalian persediaan bahan baku belum optimal. Proses produksi terhambat dikarenakan persediaan yang ada di gudang sering habis.	<i>Economic Order Quantity</i>	Ditentukan ukuran pemesanan, frekuensi pemesanan, persediaan pengaman, dan biaya persediaan untuk produk fire alarm system dan sprinkler fire system.
Arif dan Sukarno (2020).	Evaluasi Dan Penentuan Kebijakan Persediaan Bahan Baku Kantong Semen Untuk Mengurangi biaya Persediaan	Kelancaran proses produksi terhambat karena bahan baku yang digunakan tersedia dalam waktu dan jumlah yang kurang tepat.	<i>Economic Order Quantity</i>	Dilakukan proses pengontrolan persediaan secara berkala. Terdapat penentuan nilai pemesanan bahan baku, frekuensi pemesanan, dan total biaya persediaan yang dihasilkan dengan metode EOQ. Terdapat penurunan biaya dibandingkan dengan sistem yang dijalankan oleh perusahaan.
Sulaiman dan Nanda (2015).	Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Menggunakan Metode EOQ Pada UD. Adi Mabel	Selama ini UD. Adi Mabel melakukan perencanaan persediaan bahan baku hanya menggunakan perkiraan, tanpa adanya perencanaan yang tepat, sehingga masalah yang selalu dihadapi oleh perusahaan tersebut adalah pembengkakan biaya.	<i>Economic Order Quantity</i>	Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah pembelian bahan baku yang ekonomis beserta dengan frekuensi pemesanannya. Total biaya persediaan yang dihasilkan yaitu Rp 1.272.852 yang lebih rendah dari pada sebelumnya dengan <i>safety stock</i> sebanyak 2.19 ton dan pemesanan kembali sebesar 4.48 ton kayu.

Tabel 2.1. Lanjutan

Turnip dan Kartikasari (2017).	Analisis Perbandingan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Methanol Antara Pendekatan Model EOQ Dengan JIT Pada CV Mamabros Servicindo Batam	Perusahaan sering mengalami kelebihan dalam menyimpan bahan baku methanol sehingga menimbulkan pembengkakan biaya persediaan.	<i>Economic Order Quantity</i>	Terdapat penentuan nilai pemesanan bahan baku methanol yang optimal beserta frekuensi pembeliannya sehingga dihasilkan total biaya persediaan yang lebih minimum.
Muhsin dan Apriyani (2017).	Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Metode Economic Order Quantity Dan Kanban Pada PT. Adyawinsa Stamping Industries	Terdapat pembengkakan total biaya persediaan akibat berlebihnya persediaan bahan baku yang disimpan oleh perusahaan.	<i>Economic Order Quantity</i>	Metode EOQ dan Kanban digunakan peneliti untuk membandingkan total biaya persediaan. Dan memberikan alternatif usulan sistem persediaan yang tepat untuk bahan baku stamping.
Hansa (2015).	Penerapan Metode Period Order Quantity Pada Aplikasi Pendukung Optimalisasi Persediaan Bahan Baku Kain Di UD. Dwidaku Jaya	Persediaan bahan baku kain di UD. Dwidaku Jaya tidak efisien karena perusahaan tidak mengetahui jumlah pemesanan yang tepat setiap melakukan pemesanan.	<i>Period Order Quantity</i>	Metode POQ digunakan oleh peneliti untuk melakukan analisis efisiensi beban biaya persediaan bahan baku kain perusahaan. Metode POQ bekerja dengan memberikan alternatif jumlah pemesanan ekonomis dengan permintaan diskrit atau beragam.

Tabel 2.1. Lanjutan

<p>Septiyana (2016).</p>	<p>Penggunaan Metode POQ Dalam Upaya Pengendalian Tingkat Persediaan Bahan baku (Studi Kasus Pada Perusahaan Fragrance Di Tangerang)</p>	<p>Perusahaan belum memiliki kebijakan berkaitan dengan pengendalian sistem persediaannya sehingga sering mengalami pembengkakan biaya.</p>	<p><i>Period Order Quantity</i></p>	<p>Metode POQ digunakan oleh peneliti untuk memberikan alternatif usulan waktu dan jumlah pemesanan yang tepat untuk bahan baku HDN (bahan kimia). Untuk memperoleh nilai POQ maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan EOQ dalam kurun waktu satu tahun sesuai dengan keinginan rencana perusahaan memanfaatkan data permintaan dalam waktu satu tahun.</p>
<p>Sutoni (2018).</p>	<p>Analisis Persediaan Menggunakan Metode Periodic Order Quantity (Studi Kasus : Di B.B. Barokah Cianjur)</p>	<p>Terdapat permasalahan berkaitan dengan jumlah pembelian suku cadang yang mengakibatkan pembengkakan biaya persediaan perusahaan.</p>	<p><i>Period Order Quantity</i></p>	<p>Proses penghitungan metode POQ dilakukan dengan memanfaatkan metode MRP dalam menentukan banyaknya kebutuhan suku cadang. Hasil keluaran dari metode POQ adalah periode pemesanan yang optimal bagi perusahaan untuk melakukan pembelian suku cadang, biaya pemesanan, dan total biaya yang optimum yang dikeluarkan perusahaan.</p>
<p>Yuliani (2015).</p>	<p>Analisis Metode Fixed Order Interval (FOI) Dalam Memesan Bahan Baku Makanan Di Restaurant Bebek Tepi Sawah Kab. Gianyar</p>	<p>Terjadi kelebihan jumlah bahan baku yang dipesan setiap perusahaan melakukan pemesanan.</p>	<p><i>Fixed Order Interval</i></p>	<p>Terdapat dua parameter yang dihitung dalam penelitian ini yaitu kuantitas pemesanan yang optimal dan titik pemesanan kembali. Diperoleh hasil peningkatan laba perusahaan saat diterapkan metode FOI dalam pengendalian persediaan yaitu sebesar Rp 44.000.000</p>

Tabel 2.1. Lanjutan

<p>Kinanthi dkk (2016).</p>	<p>Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Min-Max (Studi Kasus PT. Djitoe Indonesia Tobacco)</p>	<p>Bertujuan untuk mengetahui proses pengendalian persediaan bahan baku yang tepat.</p>	<p><i>Min-max stock</i></p>	<p>Terdapat beberapa parameter yang ditentukan yaitu persediaan pengaman yang harus dimiliki perusahaan, persediaan minimum dan maksimum perusahaan dengan memanfaatkan data penggunaan tembakau dan biaya simpan tembakau. Hasil akhirnya adalah analisis penghematan biaya melalui penghitungan persediaan sebelum dan sesudah menggunakan metode <i>Min-Max</i>.</p>
<p>Salam dan Mujiburrahman (2018).</p>	<p>Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Min-Max Stock pada Perusahaan Konveksi Gobar Indo</p>	<p>Perusahaan belum mengetahui ketepatan manajemen persediaan berkaitan dengan kapasitas penyimpanan maksimal dan minimal yang diperbolehkan.</p>	<p><i>Min-max stock</i></p>	<p>Menentukan jumlah persediaan pengaman, persediaan minimum yang harus tersedia, persediaan maksimum yang boleh terjadi, dan kuantitas pemesanan. Poin penting dari penerapan metode ini adalah mencegah terjadinya <i>stock out</i> dan <i>over stock</i>. persediaan.</p>
<p>Mail dkk (2018).</p>	<p>Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode <i>Min-Max Stock</i> Di PT. Panca Usaha Palopo Plywood</p>	<p>Terjadi penumpukan bahan baku</p>	<p><i>Min-max stock</i></p>	<p>Metode <i>Min-Max</i> digunakan oleh peneliti untuk memberikan alternatif solusi mengenai persediaan minimal yang harus dimiliki perusahaan, persediaan maksimal, kuantitas optimum persediaan, dan persediaan pengaman yang wajib dimiliki perusahaan.</p>

Tabel 2.1. Lanjutan

Okananti (2019).	Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Metode Min-Max Dan EOQ Pada Industri Kecil Menengah Karpet Lipat Di Pasuruan	Terjadi kesalahan dalam pengadaan persediaan bahan baku	<i>Min-max stock</i>	Memberikan kebijakan mengenai persediaan minimum dan maksimum yang harus dimiliki perusahaan serta penentuan tingkat pemesanan kembali yang optimal.
Prima dkk (2014).	Penerapan Sistem MRP Untuk Pengendalian Persediaan Bahan Baku Animal Feedmill Dengan <i>Lot Sizing</i> Berdasarkan Algoritma <i>Wagner-Within</i> Dan Silver-Meal	Terjadi pembengkakan biaya oleh karena persediaan pakan ternak yang tidak optimal	<i>Wagner Within</i>	Ditentukan ukuran <i>lot</i> sizing bahan baku pakan ternak terhemat.
Anggriana (2015).	Analisis Perencanaan Dan Pengendalian Persediaan Busbar Berdasarkan Sistem MRP Di PT. TIS	Stock material perusahaan tidak optimal	<i>Material Requirement Planning</i>	Data yang digunakan untuk melakukan peramalan adalah data permintaan sehingga dapat diramalkan kebutuhan di masa yang akan datang dengan mempertimbangkan nilai terkecil presentase errornya. Hasil peramalan digunakan untuk membuat MPS yang kemudian digunakan sebagai bahan menentukan total biaya persediaan menggunakan metode <i>Lot For Lot</i> , EOQ, dan POQ. Biaya terkecil dari ketiga metode akan digunakan sebagai acuan perusahaan untuk menentukan langkah pengendalian persediaan.

Tabel 2.1. Lanjutan

Putri (2017).	Penerapan Material Requirement Planning Dalam Perencanaan Persediaan Bahan Baku Pembuatan Produk Cowboy Chair Goat Skin	Terjadi penumpukan bahan baku yang menyebabkan pembengkakan biaya persediaan perusahaan	<i>Material Requirement Planning</i>	Dua model yang digunakan yaitu lot sizing dan part period balancing untuk mendapatkan biaya total persediaan bahan baku yang paling minimum. Data yang digunakan dalam metode ini adalah data permintaan Cowboy Chair Skin selama periode dua tahun dan beserta harga materialnya. Dengan dibantu oleh software POM-QM maka diperoleh hasil biaya untuk masing masing part dan dengan masing masing metode.
Oktavia dkk (2016).	Pengembangan Model <i>Economic Production Quantity</i> Dengan Sinkronisasi Demand Kontinu dan Diskrit Secara Simultan	Terjadi ketidakseimbangan penggunaan bahan baku dalam proses produksi dikarenakan ketersediaan yang tidak optimal	<i>Economic Production Quantity</i>	Terdapat tiga parameter yang digunakan dalam metode EPQ yaitu permintaan, biaya setup produksi, dan biaya simpan per unit produk. Keluaran dari penggunaan metode EPQ adalah penentuan biaya total per siklus dalam satuan mata uang dan biaya rata rata satu periode produksi.
Octaviani dan Erma (2014).	Simulasi dan Pemodelan Sistem Persediaan Pada Perusahaan Retail Dengan Metode Sistem Dinamik	Kurangnya jumlah pasokan barang yang tersedia di gudang dibandingkan dengan jumlah permintaan	Simulasi	Dilakukan analisa untuk mencegah atau meminimalkan terjadinya out of stock dengan memiliki perencanaan persediaan yang tepat sehingga dapat mengurangi kerugian perusahaan.

Tabel 2.1. Lanjutan

Prasetyowati (2016).	Aplikasi Simulasi Persediaan Teri <i>Crispy</i> Prisma Menggunakan Metode Monte Carlo	Pembengkakan jumlah produk teri <i>crispy</i> yang disimpan oleh perusahaan	Simulasi	Menghasilkan sistem produksi yang terstruktur sehingga dapat mereduksi biaya yang dihasilkan perusahaan.
Simamora dan Jamaluddin (2017).	Simulasi Monte Carlo Dengan Model Persediaan Stokastik Pada PT. Bingei Medan	Permintaan dan lead time tidak dapat diprediksi.	Simulasi	Mengetahui persediaan pengaman, evaluasi penggunaan persediaan rata-rata, waktu melakukan pemesanan kembali.

2.2. Dasar Teori

Dasar teori merupakan acuan atau pedoman dalam sebuah penelitian agar penelitian dapat dilaksanakan terarah dan menghasilkan hasil penelitian yang tepat. Berikut merupakan dasar teori yang digunakan untuk penelitian di Oleh-Oleh Kripik Paru Bu Darsono.

2.2.1. Konsep Persediaan

Menurut Zahirah dan Arista (2019), persediaan adalah barang yang dimiliki dan disimpan oleh perusahaan untuk kegunaan pemenuhan kebutuhan pelanggan. Akun persediaan di dalam neraca sebagai komponen dari kelompok asset lancar sedangkan barang yang sudah laku terjual dikategorikan dalam pelaporan laba rugi sebagai harga pokok penjualan yang akan mengurangi pendapatan penjualan. Sedangkan menurut Putri dkk (2017) persediaan merupakan barang ataupun jasa yang berwujud bahan, dalam proses produksi, maupun siap tersedia untuk dijual dalam kegiatan usaha.

Dikarenakan keberadaannya sebagai bagian dari kekayaan yang dimiliki oleh perusahaan maka perlu adanya kegiatan pengendalian agar perusahaan dapat memperoleh manfaat dari kekayaan persediaan yang dimiliki. Menurut Salam dan Mujiburrahman (2018) terdapat tiga tujuan pengendalian perusahaan yaitu:

- a. Sebagai alat untuk memuaskan konsumen dengan memenuhi kebutuhannya secara cepat dan tepat
- b. Sebagai alat untuk menjaga kontinuitas produksi
- c. Sebagai alat untuk meningkatkan nilai tambah perusahaan melalui keuntungan yang diperoleh

Handoko dalam penelitian Fitri dan Sindikia (2014) mengatakan terdapat lima jenis persediaan yang dibedakan berdasarkan atas karakteristiknya. Berikut merupakan kelima jenis persediaan.

- a. Persediaan bahan mentah (*raw material*)

Persediaan bahan baku merupakan persediaan barang yang diperoleh dari berbagai macam sumber dan digunakan sebagai bahan dasar dari pembuatan produk yang dilakukan oleh perusahaan. Contoh dari persediaan bahan baku yaitu susu sapi, kayu, buah pisang, dan lain sebagainya.

- b. Persediaan komponen rakitan (*purchased parts*)

Persediaan komponen merupakan persediaan barang yang terdiri dari berbagai komponen yang dapat dirakit menjadi satu produk bernilai tambah bagi

perusahaan. Contoh dari persediaan komponen adalah persediaan *body* mobil, mesin motor, dan lain sebagainya.

c. Persediaan barang dalam proses (*work in process*)

Persediaan barang dalam proses adalah persediaan produk setengah jadi yang masih menunggu beberapa tahapan proses untuk menjadi produk jadi.

d. Persediaan produk jadi (*finished goods*)

Persediaan produk jadi merupakan persediaan produk yang telah melalui seluruh tahapan proses produksi sehingga memiliki nilai tambah untuk dipasarkan. Contoh dari persediaan produk jadi adalah produk air mineral, produk makanan ringan, produk gas, dan lain sebagainya.

e. Persediaan bahan pembantu (*supplies*)

Persediaan bahan pembantu merupakan persediaan yang diperlukan dalam proses produksi namun tidak terlibat dalam komponen produk jadi.

Terdapat berbagai macam biaya yang dihasilkan dalam upaya perusahaan mengendalikan persediaan. Menurut Assauri (2008) menyampaikan terdapat empat jenis biaya yang terlibat dalam persediaan. Berikut merupakan jenis biaya yang terlibat dalam persediaan.

a. Biaya pemesanan (*ordering cost*)

Biaya pemesanan merupakan biaya yang dihasilkan saat perusahaan melakukan kegiatan pemesanan barang. Biaya pemesanan bersifat konstan dan tidak terpengaruh oleh jumlah barang yang dipesan. Adapun biaya pemesanan meliputi:

- i. Biaya ekspedisi
- ii. Biaya upah
- iii. Biaya telepon
- iv. Biaya pembuatan surat atau administrasi
- v. Biaya pengepakan atau *packing*
- vi. Biaya pemeriksaan

b. Biaya penyimpanan (*holding cost*)

Biaya penyimpanan merupakan biaya yang dihasilkan oleh setiap barang yang disimpan. Bila tidak ada barang yang disimpan maka biaya penyimpanan bernilai nol. Adapun biaya penyimpanan meliputi:

- i. Biaya penggunaan fasilitas penyimpanan
- ii. Biaya keusangan
- iii. Biaya perhitungan fisik
- iv. Biaya asuransi persediaan

c. Biaya kehabisan persediaan (*shortage cost*)

Biaya kehabisan persediaan merupakan biaya yang dihasilkan akibat habisnya barang dalam persediaan sehingga membutuhkan proses pengadaan ulang. Adapun biaya kehabisan persediaan meliputi:

- i. Biaya akibat kehilangan penjualan
- ii. Biaya pemesanan secara khusus
- iii. Selisih harga
- iv. Biaya ketidaklancaran proses produksi
- v. Biaya kegiatan manajerial

d. Biaya penyiapan (*set up cost*)

Biaya penyiapan merupakan biaya yang dihasilkan pada kegiatan persiapan proses produksi. Biaya penyiapan berkaitan dengan penggunaan alat maupun mesin dalam suatu proses. Adapun biaya penyiapan persediaan meliputi:

- i. Biaya mesin yang menganggur
- ii. Biaya persiapan tenaga kerja langsung

2.2.2. Persediaan Produk *Perishable*

Menurut Fuaddah (2016), *perishable goods* adalah barang atau produk yang memiliki siklus daur hidup yang singkat. Dikarenakan siklus daur hidup yang pendek maka memerlukan perhatian khusus dalam penanganannya. Perusahaan yang dalam proses produksinya melibatkan atau menghasilkan *perishable goods* perlu mempertimbangkan perencanaan bahan baku agar tidak menimbulkan pemborosan. Hal tersebut juga berkaitan dengan faktor keamanan produk pada saat dikonsumsi oleh konsumen mengingat bahan baku maupun produk yang dihasilkan memiliki batas kadaluarsa (Kinanthi dkk, 2016).

Karena berhubungan dengan produk yang memiliki batas masa pakai maka perusahaan wajib memiliki pengendalian persediaan yang baik. Terdapat beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam melakukan pengendalian persediaan *perishable goods* yaitu peramalan permintaan, frekuensi pembelian, dan kuantitas pemesanan yang optimal agar kuantitas produk dan biaya persediaan tidak membengkak (Arnawa, 2014).

Selain itu terdapat beberapa teknik penyimpanan persediaan *perishable goods* menurut Arnawa (2014) adalah:

- a. Produk harus diputar dan dirotasi dalam persediaan.

- b. Produk harus disimpan dalam kondisi suhu dan kelembaban yang sesuai agar tidak mempercepat masa kadaluarsa.
- c. Produk harus disimpan dalam lokasi penyimpanan yang bersih.
- d. Lokasi penyimpanan wajib memiliki ventilasi dan sirkulasi udara yang baik.

Faktor utama dalam teknik penyimpanan persediaan *perishable goods* adalah suhu atau temperatur penyimpanan. Setiap jenis produk yang disimpan memiliki klasifikasi suhu penyimpanan yang berbeda. Terdapat tiga klasifikasi penyimpanan sebagai berikut.

a. *Refrigerator storage*

Suhu yang digunakan untuk tempat penyimpanan produk jenis ini adalah nol sampai tujuh derajat selsius. Adapun contoh produk yang disimpan pada tempat penyimpanan ini yaitu ikan, telur, buah, dan sayuran.

b. *Frozen storage*

Suhu yang digunakan untuk tempat penyimpanan produk jenis ini adalah minus dua puluh tiga sampai minus tujuh belas derajat selsius. Adapun contoh produk yang disimpan pada tempat penyimpanan ini yaitu daging beku.

c. *Dry storage*

Suhu yang digunakan untuk tempat penyimpanan produk jenis ini adalah lima belas sampai dua puluh satu derajat selsius. Adapun contoh produk yang disimpan pada tempat penyimpanan ini yaitu makanan kering dan lain sebagainya.

2.2.3. Paru Sapi

Menurut Wulandari (2012), paru sapi atau bisa disebut dengan *pulmo* adalah contoh organ respirasi terpenting dengan jumlah sepasang yaitu paru kanan dan kiri pada seekor sapi. Paru bagian kanan yaitu *pulmo dekster* memiliki ukuran yang lebih besar dari paru bagian kiri yaitu *pulmo sinister*. Ukuran *pulmo dekster* bisa mencapai satu setengah kali lebih besar dari *pulmo sinister*. Ukuran total paru pada seekor sapi rata-rata adalah tiga setengah sampai empat kilogram. Organ respirasi ini memiliki sifat yang elastis sebab bentuknya yang menyerupai spons dengan rongga udara.

Fungsi dari organ paru pada sapi adalah mencukupi kebutuhan oksigen yang digunakan oleh sapi untuk diolah menjadi energi dan mengeluarkan karbondioksida hasil sisa proses perubahan oksigen menjadi energi pada sapi (Awwaly dkk, 2015). Paru sapi memiliki komposisi kimia dengan 77% air, 4.2%

lemak, 18% protein, dan 1% abu. Terdapat beberapa agen yang terlibat dalam organ respirasi sapi yaitu agen kimia dan biologi. Agen kimia yang biasa terlibat dalam organ paru sapi adalah zat-zat racun yang masuk melalui saluran respirasi. Agen biologi yang biasa terlibat dalam organ paru sapi adalah bakteri, jamur, parasit, dan virus. Sebagian besar agen biologi yang aktif pada organ paru adalah jenis bakteri. Bakteri tidak hanya menjangkit hewan sapi yang tidak sehat melainkan juga yang sehat sehingga keberadaannya perlu diantisipasi agar tidak menyebabkan infeksi.

Paru sapi yang sudah terpisah dari struktur organ sapi memiliki kemungkinan infeksi yang jauh lebih tinggi karena aktivitas bakteri. Untuk menghambat laju aktivitas bakteri maka diperlukan perlakuan khusus seperti melakukan penyimpanan dalam suhu ekstrim. Mikro organisme seperti bakteri tidak mampu bekerja pada suhu yang ekstrim baik dingin maupun panas. Sehingga proses pengolahan produk makanan dengan bahan baku paru sapi biasa melakukan penyimpanan dalam mesin pendingin dengan suhu dibawah nol derajat selsius untuk menjaga agar paru sapi tetap segar dan sebelum melakukan proses berikutnya terlebih dahulu paru sapi direbus agar bersih dari bakteri dan siap diolah.

Selain bakteri yang bersifat bawaan ketika paru masih berfungsi sebagai organ respirasi terdapat juga bakteri yang bersifat injeksi yang ditularkan oleh hewan lainnya seperti lalat. Pada umumnya lalat sering hinggap pada tempat atau benda yang lembab seperti genangan air, tempat pembuangan limbah, bangkai hewan, dan termasuk paru sapi apabila diletakkan di udara terbuka. Lalat akan menginjeksikan bakteri yang dibawanya sehingga menyebabkan pertumbuhan bakteri baru pada paru sapi. Bakteri tersebut akan berkembang biak dengan cepat mengingat lokasi hidupnya yang mendukung. Sehingga paru sapi sering mengalami pembusukan dalam waktu yang cepat dalam waktu 24 jam dikarenakan aktifnya bakteri bawaan atau bakteri yang diinjeksikan oleh hewan lain terhadap paru sapi yang berada di udara terbuka.

2.2.4. Metode Penilaian Persediaan

Persediaan sebagai *asset* lancar yang dimiliki oleh perusahaan dapat mempengaruhi nilai dan performansi perusahaan secara keseluruhan sehingga penting untuk dilakukan penilaian persediaan (Shobur dkk, 2020). Nilai barang dapat diperoleh hanya dengan mengalikan jumlah unit yang tersedia dengan biaya

unitnya. Namun terdapat cara penilaian persediaan yang berbeda pada tingkat persediaan yang variatif. Empat metode yang dapat digunakan untuk melakukan penilaian persediaan yaitu:

a. *Actual cost*

Actual cost merupakan metode penilaian persediaan yang digunakan untuk memberikan nilai terhadap sejumlah persediaan yang dimiliki oleh perusahaan. Umumnya perusahaan yang memiliki sedikit persediaan yang menggunakan metode *actual cost*. Keuntungan dari penerapan metode ini adalah hasil nilai persediaan yang diperoleh cukup akurat. Selain memiliki keuntungan, metode ini juga memiliki kerugian yaitu tidak efektif karena harus melakukan identifikasi setiap unit persediaan.

b. *First in first out (FIFO)*

Metode *first in first out (FIFO)* mengasumsikan bahwa unit yang dibeli di awal akan digunakan terlebih dahulu. Metode ini baik digunakan untuk menghindari resiko kerusakan persediaan akibat lama waktu penyimpanan barang dalam gudang. Nilai persediaan pada metode *first in first out (FIFO)* ditentukan oleh jumlah yang dibayarkan untuk *unit* produk terakhir yang dibeli.

c. *Last in first out (LIFO)*

Metode *last in first out (LIFO)* berbanding terbalik dengan metode *first in first out (FIFO)*. Metode *last in first out (LIFO)* mengasumsikan bahwa *unit* yang dibeli terakhir akan dijual terlebih dahulu.

d. *Weighted average cost*

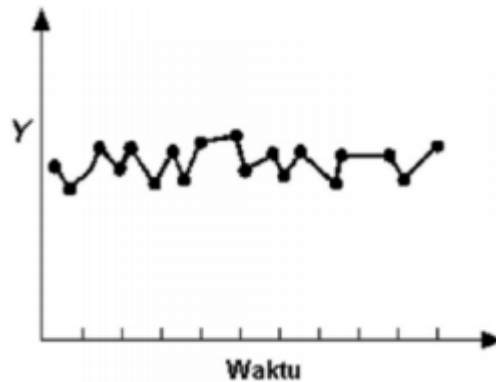
Metode *weighted average cost* digunakan untuk menghitung biaya per unit persediaan berdasarkan rata-rata tertimbang unit yang sejenis dan biaya unit selama suatu periode tertentu. Biaya rata-rata per *unit* diperoleh melalui proses pembagian antara biaya seluruh barang yang tersedia dengan jumlah barang yang tersedia.

2.2.5. Jenis Data

Salah satu faktor keberhasilan analisis terhadap suatu sistem adalah dengan mengetahui terlebih dahulu karakteristik data (Andini dan Auristandi, 2016).

a. Data horizontal

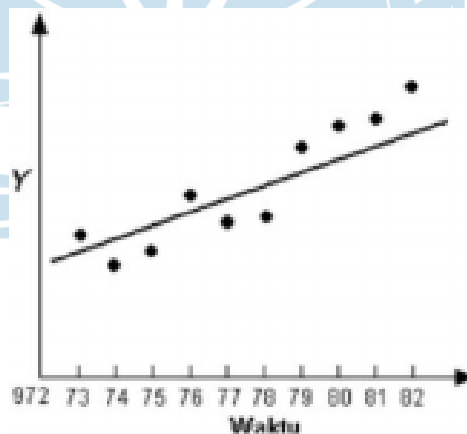
Data horizontal merupakan data yang memiliki perbedaan nilai antara nilai data satu dengan yang lain.



Gambar 2.1. Karakteristik Data Horizontal (Andini dan Auristandi, 2016)

b. Data tren

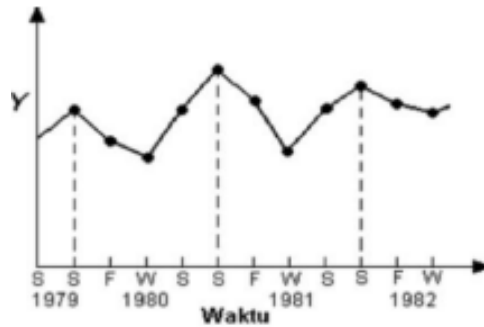
Karakteristik data tren memiliki ciri nilai data tidak beraturan namun membentuk suatu tren. Data tren memiliki perbedaan nilai antara nilai data satu dengan yang lain namun menunjukkan pergerakan data yang stabil baik itu pergerakan naik, mendatar, maupun turun.



Gambar 2.2. Karakteristik Data Tren (Andini dan Auristandi, 2016)

c. Data musiman

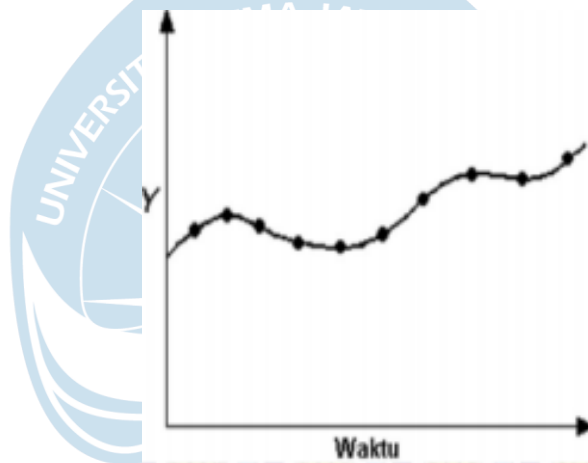
Data musiman merupakan karakteristik data dengan nilai data yang dipengaruhi oleh faktor waktu tertentu atau musiman dan bernilai tidak beraturan. Contoh dari karakteristik data musiman adalah data penjualan mobil dalam kurun waktu tahun 2017 sampai dengan tahun 2020.



Gambar 2.3. Karakteristik Data Musiman (Andini dan Auristandi, 2016)

d. Data siklis

Data siklis merupakan karakteristik data yang dipengaruhi oleh dinamika ekonomi atau siklus bisnis dalam jangka waktu yang panjang.



Gambar 2.4. Karakteristik Data Siklis (Andini dan Auristandi, 2016)

Keseluruhan karakteristik data digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk mengelompokkan data berdasarkan karakteristiknya.

2.2.6. Metode *Economic Order Quantity*

Economic order quantity (EOQ) merupakan sebuah metode yang digunakan untuk melakukan pengendalian persediaan dengan menetapkan kuantitas pemesanan yang optimal untuk meminimalkan total biaya persediaan. Maulana dan Kusumawadhani (2015) menyatakan bahwa metode *economic order quantity* berfungsi sebagai alat untuk menentukan kuantitas pemesanan barang dagang yang optimal sehingga diperoleh biaya persediaan yang minimal.

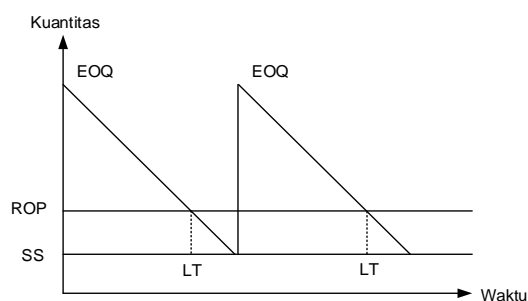
Terdapat beberapa asumsi yang perlu diperhatikan untuk menerapkan metode *economic order quantity* (Muhsin dan Apriyani, 2017).

- a. Permintaan produk dinyatakan secara konstan dan deterministik.
- b. Harga setiap unit produk yang dibeli adalah konstan.
- c. Waktu tunggu antara pengajuan pesanan dengan kedatangan produk yang dipesan diketahui dan konstan.
- d. Persediaan dari produk yang dipesan datang dalam satu kelompok pesanan dan waktu yang sama.
- e. Tidak memiliki diskon terhadap kuantitas.
- f. Tidak pernah terjadi kehabisan persediaan.
- g. Terdapat dua biaya variabel yaitu biaya pemesanan dan biaya simpan.

Setelah seluruh asumsi penerapan metode *economic order quantity* terpenuhi maka dinyatakan layak untuk menerapkan metode tersebut. Terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan untuk menerapkan metode *economic order quantity* dalam menghitung komponen biaya persediaan. Karuniawan (2015), menyatakan bahwa metode *economic order quantity* membantu pengambil keputusan untuk menentukan jumlah produk yang harus dipesan untuk setiap tempo pemesanan agar dapat meminimalkan biaya persediaan. Jumlah produk yang harus dipesan dapat ditentukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut.

1. Membangkitkan persamaan untuk biaya pemesanan produk.
2. Membangkitkan persamaan untuk biaya penyimpanan produk.
3. Menentukan biaya pemesanan dan penyimpanan.
4. Menyelesaikan persamaan yang sudah dibuat dengan jumlah pemesanan yang optimal.

Metode persediaan *economic order quantity* dapat diketahui dengan melihat grafik kuantitas penggunaan persediaan yang dibandingkan dengan kurun waktu tertentu. Berikut merupakan gambar penggunaan persediaan.



Gambar 2.5. Penggunaan Persediaan (Muhsin dan Apriyani, 2017)

Terdapat berbagai komponen yang mempengaruhi biaya persediaan pada Gambar 2.5. Komponen yang dimaksud sebagai berikut.

a. Kuantitas pemesanan optimal

Kuantitas pemesanan optimal merupakan jumlah kuantitas pesanan optimal yang dilakukan dalam satu kali pemesanan untuk meminimalkan biaya pemesanan dan penyimpanan. Nilai kuantitas pemesanan optimal dapat ditentukan dengan menggunakan rumus (2.1).

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times D \times S}{H}} \quad (2.1)$$

Keterangan:

S = Biaya setiap melakukan pesanan.

D = Permintaan produk per periode.

H = Biaya simpan per *unit* per periode.

b. *Lead time* dan *safety stock*

Proses pembelian produk membutuhkan rentang waktu mulai dari perusahaan melakukan pemesanan sampai dengan produk yang dipesan datang. Rentang waktu pemesanan produk bervariasi bergantung dengan kemampuan pemasok dalam memenuhi pesanan. Rentang waktu perusahaan melakukan pemesanan sampai dengan kedatangan produk yang dipesan disebut sebagai waktu tunggu. Keberadaan waktu tunggu mendorong perusahaan memiliki persediaan cadangan untuk pemenuhan kebutuhan selama menunggu produk yang dipesan datang. Persediaan yang digunakan oleh perusahaan selama proses menunggu produk yang dipesan datang disebut dengan persediaan pengaman (*safety stock*).

Safety stock atau dalam Bahasa Indonesia disebut dengan persediaan pengaman merupakan persediaan tambahan yang perlu dilakukan untuk memenuhi unsur ketidakpastian kebutuhan persediaan (Elan dan Rofiq, 2013). Unsur ketidakpastian yang dimaksud adalah kemungkinan terjadinya lonjakan permintaan atau keterlambatan pengiriman produk. Persediaan pengaman berperan penting dalam proses perusahaan karena apabila terjadi kekurangan produk (*stock out*) maka berdampak pada terganggunya proses produksi. Namun sebaliknya apabila persediaan pengaman yang dimiliki perusahaan berlebihan maka dapat mempengaruhi jumlah biaya persediaan.

Assauri (2008), menyampaikan bahwa terdapat dua faktor yang mempengaruhi besarnya persediaan pengaman. Berikut merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah persediaan pengaman.

1. Rata-rata penggunaan produk

Rata-rata penggunaan produk selama periode tertentu pada masa sebelumnya digunakan untuk mengetahui laju penggunaan produk. Sehingga ketika perusahaan mengadakan pesanan ke pemasok permintaan produk oleh konsumen tetap dapat terpenuhi.

2. Waktu tunggu

Waktu tunggu merupakan rentang waktu antara kegiatan pemesanan produk dimulai sampai dengan produk yang dipesan diterima sebagai persediaan.

Nilai persediaan pengaman (*safety stock*) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus (2.2).

$$SS = Z \times \sigma \times \sqrt{L} \quad (2.2)$$

Keterangan:

Z = Nilai standar normal.

σ = Standar deviasi permintaan.

L = *Lead time*.

c. Titik pemesanan kembali

Nilai pemesanan kembali atau *reorder point* merupakan nilai yang menandakan perusahaan harus melakukan pemesanan kembali bila tingkat persediaan yang dimiliki sudah mencapai titik tersebut (Heizer dan Render, 2015). Penentuan nilai pemesanan kembali perlu mempertimbangkan faktor waktu. Bila waktu pemesanan kembali mundur dari waktu yang telah ditentukan maka dapat meningkatkan biaya pemesanan barang. Sedangkan bila pemesanan barang dilakukan lebih awal dari waktu yang ditentukan maka dapat menimbulkan yang disebut dengan *extra carrying cost*. Ketepatan waktu dalam *reorder point* penting untuk diperhatikan karena berdampak pada biaya yang dihasilkan (Oktavia dkk, 2016). Nilai titik pemesanan kembali dapat ditentukan dengan menggunakan rumus (2.3).

$$ROP = (D \times L) + SS \quad (2.3)$$

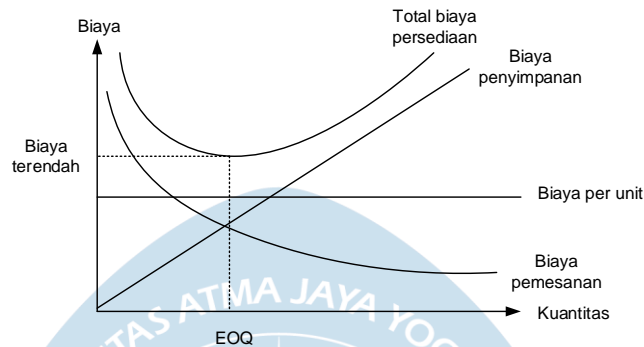
Keterangan:

D = Permintaan produk per periode.

L = *Lead time*.

SS = *Safety stock*.

Metode *economic order quantity* memiliki beberapa komponen biaya yang harus dipertimbangkan. Komponen biaya tersebut dihitung sebagai parameter penentuan jumlah pembelian serta keuntungan perusahaan ketika menggunakan metode *economic order quantity* dalam pengendalian sistem persediaannya. Adapun komponen biaya yang dimaksud disampaikan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Variasi Biaya Dengan Kuantitas Pesanan

d. **Biaya pemesanan**

Biaya pemesanan merupakan biaya yang muncul berkaitan dengan seluruh aktivitas pemesanan produk. Biaya pemesanan berbanding terbalik dengan jumlah pemesanan. Semakin besar ukuran produk yang dipesan maka semakin sedikit jumlah pemesanan yang diperlukan. Sedikitnya jumlah pemesanan yang diperlukan menghasilkan jumlah biaya pemesanan yang minimal.

Biaya pemesanan dapat ditentukan dengan menggunakan rumus (2.4).

$$Biaya\ pemesanan = \frac{D}{Q} \times S \quad (2.4)$$

Keterangan:

D = Permintaan per unit waktu.

Q = Kuantitas pemesanan optimal.

S = Biaya pemesanan untuk setiap pesan.

e. **Biaya penyimpanan**

Biaya penyimpanan adalah biaya yang dihasilkan melalui kegiatan menyimpan produk oleh perusahaan. Biaya penyimpanan dapat berfluktuasi karena disesuaikan dengan tingkat produk yang disimpan. Biaya penyimpanan berbanding lurus dengan jumlah kuantitas produk yang disimpan. Semakin banyak jumlah kuantitas produk yang disimpan maka semakin besar jumlah biaya penyimpanan perusahaan.

Biaya penyimpanan dapat ditentukan dengan menggunakan rumus (2.5).

$$\text{Biaya penyimpanan} = \frac{Q}{2} \times H \quad (2.5)$$

Keterangan:

Q = Kuantitas pemesanan optimal.

H = Biaya penyimpanan per unit.

f. Total biaya persediaan.

Total biaya persediaan merupakan perpaduan antara dua komponen biaya persediaan yaitu biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Adapun rumus total biaya persediaan adalah sebagai berikut (Heizer dan Render, 2015).

$$TIC = \left[\frac{D}{Q} \times S \right] + \left[\frac{Q}{2} \times H \right] \quad (2.6)$$

Keterangan:

TIC = Total biaya persediaan.

D = Permintaan per unit waktu.

Q = Kuantitas pemesanan optimal.

S = Biaya pemesanan untuk setiap pesan.

Q = Kuantitas pemesanan optimal.

H = Biaya penyimpanan per *unit*.

2.2.7. Metode Persediaan Probabilistik

Roland dkk (2015) menyatakan bahwa metode persediaan probabilistik merupakan metode pengendalian persediaan deterministik yang statis dengan menambahkan unsur persediaan pengaman. Permasalahan yang dapat diselesaikan dengan model persediaan probabilistik adalah permasalahan berkaitan dengan penentuan besarnya persediaan operasional dan persediaan pengaman. Langkah pertama yang dilakukan untuk menggunakan metode persediaan probabilistik adalah menentukan nilai perkiraan kekurangan permintaan yang tidak terpenuhi. Nilai ini menggunakan fungsi distribusi normal yang menggambarkan kekurangan produk selama *lead time*.

Nilai perkiraan kekurangan permintaan yang tidak terpenuhi dapat ditentukan dengan menggunakan rumus (2.7).

$$N = S_L [f(Z_\alpha) - \Psi(Z_\alpha)] \quad (2.7)$$

Keterangan:

N = Nilai perkiraan kekurangan permintaan yang tidak terpenuhi.

S_L = Standar deviasi *lead time*.

Z_α = Nilai distribusi normal.

Setelah nilai perkiraan kekurangan permintaan yang tidak terpenuhi diketahui maka selanjutnya dapat dilakukan penghitungan ukuran pemesanan produk yang optimal, persediaan pengaman, dan titik pemesanan kembali. Berikut merupakan rumus untuk menentukan ukuran pemesanan produk yang optimal, persediaan pengaman, dan titik pemesanan kembali berturut-turut pada rumus (2.8), (2.9), dan (2.10).

$$q_o = \sqrt{\frac{2D(A+C_uN)}{H}} \quad (2.8)$$

$$SS = Z_\alpha \sigma_x \sqrt{L} \quad (2.9)$$

$$ROP = (D \times L) + SS \quad (2.10)$$

Keterangan:

q_o = Ukuran pemesanan produk yang optimal.

D = Kebutuhan produk.

A = Biaya setiap pemesanan.

C_u = Biaya kekurangan produk per unit.

H = Biaya simpan per unit.

L = *Lead time*.

SS = Persediaan pengaman.

Setelah seluruh kebijakan persediaan ditentukan maka dapat dilakukan penghitungan tingkat pelayanan. Tingkat pelayanan dapat dihitung menggunakan rumus (2.11).

$$\eta = 1 - \frac{N}{DL} \quad (2.11)$$

Keluaran terakhir dari penggunaan metode persediaan probabilistik adalah menentukan total biaya persediaan yang optimal. Berikut merupakan rumus untuk menentukan total biaya persediaan yang optimal.

$$OT = Dp + \frac{AD}{q_o} + H \frac{q_o + SS}{2} + \frac{C_u DN}{q_o} \quad (2.12)$$

2.2.8. Model P

Model P merupakan suatu metode pengendalian persediaan yang berhubungan dengan penentuan kuantitas persediaan operasional beserta dengan persediaan pengamannya (Fatma dan Pulungan, 2018). Model P membantu pengambil

keputusan untuk mampu menemukan solusi atas tiga permasalahan yaitu jumlah produk optimal setiap pemesanan, waktu pemesanan, dan kuantitas persediaan pengaman. Terdapat dua asumsi yang dapat digunakan untuk menggunakan model P yaitu *lost sales* dan *back order*.

a. Model P *back order*

Model P *back order* digunakan dengan asumsi konsumen tetap menunggu meskipun terjadi kekurangan persediaan. Terdapat tiga permasalahan yang dapat diselesaikan dengan model P *back order* yaitu permasalahan penentuan periode pemesanan, titik pemesanan kembali, dan total biaya persediaan.

Ukuran periode pemesanan, titik pemesanan kembali, dan total biaya persediaan berturut-turut dapat dihitung menggunakan rumus (2.13), (2.14), (2.15) dan (2.16).

$$T_o = \sqrt{\frac{2A}{DH}} \quad (2.13)$$

$$\alpha = \frac{TH}{Cu} \quad (2.14)$$

$$ROP = D(T_o + L) + Z\alpha S\sqrt{T + L} \quad (2.15)$$

$$OT = Dp + \frac{A}{T} + H\left(ROP - DL + \frac{DT}{2}\right) + \left(\frac{Cu}{T}N\right) \quad (2.16)$$

Keterangan:

T_o = Periode pemesanan optimal

T = Periode pemesanan

S = Standar deviasi waktu pemesanan

Perlu adanya pengulangan pada rumus (2.15) dengan mengubah $T_o = T_o + \Delta T_o$. Bila hasil dari OT baru lebih besar dari OT awal maka iterasi dihentikan. Nilai periode pemesanan optimal apabila menghasilkan total biaya persediaan yang minimal.

b. Model P *lost sales*

Model P *lost sales* digunakan dengan asumsi kekurangan persediaan menyebabkan hilangnya permintaan konsumen dikarenakan konsumen tidak menunggu hingga produk yang dipesan tersedia. Rumus dan proses iterasi model p *lost sales* hampir sama dengan model P *back order*. Perbedaan terletak pada proses perhitungan α . Berikut merupakan rumus untuk menentukan nilai α pada model P *lost sales*.

$$\alpha = \frac{TH}{TH + Cu} \quad (2.17)$$

2.2.9. Model Q

Model Q merupakan suatu metode pengendalian persediaan yang berkaitan dengan penentuan ukuran *lot* yang tetap setiap pemesanan. Perhitungan menggunakan model Q diawali dengan mencari ukuran *lot*. Terdapat dua asumsi yang dapat digunakan untuk menggunakan model Q yaitu *lost sales* dan *back order*.

a. Model Q *back order*

Langkah yang digunakan untuk menyelesaikan model Q *back order* adalah dengan menggunakan metode Hadley-Within. Adapun iterasi yang harus dilakukan pada metode Hadley-Within sebagai berikut.

Iterasi pertama adalah untuk menentukan ukuran *lot* yang optimal dengan menggunakan rumus (2.18).

$$qo1 = \sqrt{\frac{2AD}{H}} \quad (2.18)$$

Setelah menentukan ukuran *lot* yang optimal, proses iterasi dilanjutkan dengan menghitung nilai α dan titik pemesanan kembali menggunakan rumus (2.19) dan (2.20).

$$\alpha = \frac{Hqo}{CuD} \quad (2.19)$$

$$r1 = DL + ZaS\sqrt{L} \quad (2.20)$$

Ukuran *lot* yang optimal kedua ditentukan kembali menggunakan rumus (2.21).

$$qo2 = \sqrt{\frac{2D[A+CuN]}{H}} \quad (2.21)$$

Setelah menentukan ukuran *lot* yang optimal kedua, proses iterasi dilanjutkan dengan menghitung nilai α dan titik pemesanan kembali menggunakan rumus (2.22) dan (2.23).

$$\alpha = \frac{Hqo2}{CuD} \quad (2.22)$$

$$r2 = DL + ZaS\sqrt{L} \quad (2.23)$$

Langkah berikutnya adalah membandingkan nilai $r1$ dan $r2$. Apabila nilai $r2$ relatif sama dengan nilai $r1$ maka iterasi dinyatakan selesai. Namun jika tidak iterasi akan diteruskan dengan mengulangi langkah mulai dari rumus (2.20).

Total biaya persediaan model Q *back order* dirumuskan dengan menggunakan rumus (2.24).

$$OT = Dp + \frac{AD}{qo} + H \left(\frac{qo+r+DL}{2} \right) + Cu \left(\frac{D}{qo} \right) N \quad (2.24)$$

Keterangan:

$r1$ = Titik pemesanan kembali pertama.

$r2$ = Titik pemesanan kembali kedua.

qo = Ukuran *lot* yang dipesan.

S = Standar deviasi waktu pemesanan.

H = Biaya simpan per *unit*.

Cu = Biaya kekurangan produk per *unit*.

N = Nilai perkiraan kekurangan permintaan yang tidak terpenuhi.

b. Model Q *lost sales*

Model Q *lost sales* dapat digunakan dengan asumsi kekurangan persediaan menyebabkan hilangnya permintaan konsumen dikarenakan konsumen tidak menunggu hingga produk yang dipesan tersedia. Langkah yang digunakan untuk menyelesaikan model Q *lost sales* adalah dengan menggunakan metode Hadley-Within. Rumus dan proses iterasi model Q *lost sales* hampir sama dengan model *p back order*. Perbedaan terletak pada proses perhitungan α . Berikut merupakan rumus untuk menentukan nilai α pada model Q *lost sales*.

$$\alpha = \frac{Hqo}{CuD+Hqo} \quad (2.25)$$

2.2.10. Metode Simulasi

a. Pengertian simulasi

Simulasi adalah sebuah metode yang digunakan untuk menirukan perilaku suatu sistem yang diamati dan dilandasi oleh beberapa asumsi agar sistem yang dijalankan dapat ditirukan secara ilmiah (Octaviani dan Erma, 2014). Asumsi yang digunakan dalam metode simulasi tentu tidak ditentukan secara acak. Perlu adanya tahapan-tahapan proses untuk menentukan berbagai asumsi agar model simulasi yang dijalankan dapat menirukan perilaku sistem yang diamati.

Menurut Prasetyowati (2016), metode simulasi merupakan sebagai suatu upaya menirukan sistem yang nyata dengan menggunakan berbagai macam pendekatan yang sesuai. Metode simulasi biasanya digunakan sebagai Langkah yang efektif untuk menyelesaikan permasalahan suatu sistem yang kompleks.

b. Jenis simulasi

Terdapat dua jenis simulasi menurut Banks dkk (2014). Berikut merupakan jenis-jenis simulasi.

i. Model matematika

Model matematika merupakan salah satu model dalam simulasi yang dibangun dengan menggunakan notasi persamaan matematika untuk menggambarkan suatu sistem.

ii. Model fisik

Model fisik merupakan salah satu model dalam simulasi yang dibangun untuk memperbesar maupun memperkecil kondisi sistem yang ditinjau.

c. Keuntungan penggunaan simulasi

Menurut Banks dkk (2014), beberapa keuntungan penggunaan model simulasi diantaranya adalah:

- i. Dapat digunakan sebagai alat untuk menyelesaikan permasalahan dari suatu sistem yang diamati meskipun kompleks.
- ii. Mampu menggambarkan perkiraan sistem yang riil.
- iii. Memiliki kemudahan dalam pengendalian sistem.
- iv. Digunakan sebagai alternatif desain yang diusulkan.
- v. Sebagai alat untuk mempelajari suatu sistem yang dijalankan dalam rentang waktu yang panjang namun dengan proses yang cepat.

d. Kelemahan penggunaan simulasi

Terdapat beberapa kelemahan dalam penggunaan model simulasi diantaranya adalah:

- i. Membutuhkan waktu dan proses yang tidak singkat dalam membangun model simulasi.
- ii. Membutuhkan dasar pemahaman ilmu untuk dapat membangun suatu model simulasi.
- iii. Model simulasi dibangun dengan berbagai variabel yang disesuaikan dengan sistem nyata sehingga memerlukan ketelitian yang lebih untuk membangun model simulasi.

e. Tahapan pembuatan simulasi

Berikut merupakan tahapan-tahapan yang perlu dilakukan untuk membuat sebuah model simulasi menurut Octaviani dan Erma (2014).

1. Definisi sistem

Tahap pertama yaitu tahap mendefinisikan sistem. Terdapat dua langkah yang harus dilakukan pada tahap pertama ini yaitu menentukan batasan sistem yang ditirukan dan mengidentifikasi variabel.

2. Formulasi model simulasi

Tahap kedua yaitu tahap merumuskan model simulasi. Tahap merumuskan model simulasi bertujuan untuk menentukan korelasi antara berbagai komponen model simulasi.

3. Proses pengambilan data

Tahap ketiga yaitu proses pengambilan data. Tahap ketiga ini meliputi proses identifikasi data yang diperlukan pada model simulasi yang sudah dirumuskan.

4. Penyusunan model simulasi

Tahap keempat yaitu penyusunan model simulasi. Tahap ini bertujuan untuk menyusun model simulasi menggunakan bahasa atau simbol simulasi yang sesuai.

5. Verifikasi

Tahap kelima yaitu proses verifikasi model simulasi. Tahap ini bertujuan untuk melakukan pengecekan terhadap nilai *error* yang muncul pada model simulasi.

6. Validasi

Tahap keenam yaitu proses validasi. Tahap ini bertujuan untuk menguji model simulasi yang dibuat. Terdapat dua metode pengujian validasi sebagai berikut.

i. Perbandingan rata-rata

Perbandingan rata-rata diterapkan dengan cara membandingkan nilai rata-rata yang dihasilkan melalui model simulasi dengan nilai rata-rata data asli. Perbandingan rata-rata dapat ditentukan dengan menggunakan rumus (2.26).

$$E1 = \frac{[S-A]}{A} \quad (2.26)$$

Keterangan:

S = Nilai rata-rata model simulasi

A = Nilai rata-rata asli

Model simulasi dapat dianggap valid apabila nilai $E1 \leq 5\%$.

ii. Perbandingan standar deviasi

Perbandingan standar deviasi diterapkan dengan cara membandingkan nilai standar deviasi yang dihasilkan melalui model simulasi dengan nilai standar deviasi data asli.

$$E2 = \frac{[S_s-S_a]}{S_a} \quad (2.27)$$

Keterangan:

Ss = Nilai standar deviasi model simulasi

Sa = Nilai standar deviasi asli

Model simulasi dapat dianggap valid apabila nilai $E2 \leq 30\%$.

7. Evaluasi

Tahap ketujuh yaitu evaluasi. Tahap ini bertujuan untuk menyusun skenario berdasarkan hasil model simulasi yang dijalankan untuk memperbaiki sistem nyata yang ditirukan.

2.2.11. Replikasi

Replikasi merupakan salah satu metode pengambilan sampel yang dilakukan secara berulang untuk menentukan nilai parameter tertentu dari obyek yang dianalisis. Menurut Law (2015), jumlah pengulangan atau replikasi dapat ditentukan dengan menggunakan rumus (2.28).

$$n_a^*(Y) = \min \left\{ i \geq n: \frac{t_{i-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\frac{S^2(n)}{i}}}{|\bar{X}(n)|} \leq Y \right\} \quad (2.28)$$

Keterangan:

n_a^* = Jumlah replikasi

Y = Parameter replikasi

i = Pengulangan

t = Nilai signifikansi

S = Standar deviasi

Perlu untuk melakukan *judgement* dengan melakukan replikasi awal sebanyak sepuluh replikasi untuk mengetahui jumlah replikasi yang diharapkan. Dari sepuluh replikasi akan diperoleh nilai rata-rata, standar deviasi, dan *t value*. Parameter replikasi yang biasa digunakan adalah *gamma* dengan nilai 0.09. Dilakukan uji coba mulai dari $i = 10$ dengan menggunakan rumus yang sama hingga bernilai kurang dari sama dengan nilai parameter *gamma*.