

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian tinjauan pustaka akan diuraikan berbagai teori atau referensi yang terkait dan menunjang permasalahan yang akan diteliti. Bab ini bertujuan untuk mendukung permasalahan yang akan diteliti serta mendukung hasil penelitian.

2.1 Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian terdahulu mengemukakan beberapa konsep yang relevan dan berhubungan dengan penelitian ini. Sutjiadi, dkk (2012) melakukan penelitian pada persediaan bahan baku roti di UD Minang Jaya. Dalam penelitian ini dilakukan pengklasifikasian produk dengan menggunakan klasifikasi ABC. Bahan baku yang dianalisis adalah bahan baku yang berada di kelas A pada hasil analisis ABC karena untuk mempermudah pengendalian persediaan. *Output* dari penelitian ini adalah menentukan kapan saat pemesanan bahan baku yang meminimumkan biaya persediaan. Analisis dilakukan menggunakan bantuan *software* Microsoft Excel dengan melakukan berbagai skenario.

Oktafianita, dkk (2016) melakukan penelitian pada PT ASIMAS, salah satu perusahaan penyedia jasa dalam bidang *Food, Herbal & Cosmetics Industry, and Toll Manufacturing*. Bahan baku PT ASIMAS terdiri dari bahan baku utama dan bahan baku tambahan. Dalam bisnisnya, bahan tambahan obat mengalami masalah dalam penentuan jumlah pemesanan dan *reorder point*. Hal ini menyebabkan terjadinya kelebihan persediaan yang memacu besarnya biaya persediaan. Penelitian ini diawali dengan melakukan pengelompokkan bahan tambahan obat menggunakan analisis FSN. Dari hasil klasifikasi FSN didapatkan bahan tambahan yang berada pada kategori *fast moving items* dan digunakan sebagai input untuk membandingkan antar metode pengendalian persediaan. Metode yang digunakan untuk melakukan pengendalian persediaan bahan tambahan tersebut adalah metode *continuous review* (s,Q) dan *periodic review* (R,s,S). Metode ini digunakan untuk memperoleh jumlah pemesanan, titik pemesanan kembali, stok maksimal dan total estimasi biaya persediaan bahan tambahan *fast moving*. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode pengendalian tersebut, diperoleh hasil bahwa metode *continuous review* (s,Q) dan *periodic review* (R,s,S) mampu menghasilkan total biaya lebih rendah dibandingkan dengan kondisi

existing dengan biaya pesan yang tidak begitu besar, biaya simpan yang lebih sedikit, dan tidak terjadi *backorder*. Perhitungan biaya persediaan pada bahan tambahan *cornstarch* dengan metode *continuous review* (s,Q) menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp 488.252,28. Pada bahan tambahan *maltodextrin*, metode *periodic review* (R,s,S) menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp 217.927,13.

Arismawati, dkk (2016) melakukan penelitian pada PT XYZ, salah satu perusahaan yang bergerak di bidang distribusi, *after sales service* dan retailer kendaraan merk xxx. Permasalahan yang terjadi pada PT. XYZ yaitu tingginya permintaan material aksesoris periode Juni 2014 – Januari 2015 tetapi tidak diimbangi stok persediaan material di gudang yang menyebabkan terjadinya *stockout* pada gudang. Permasalahan *stockout* terjadi karena belum adanya kebijakan persediaan, termasuk belum adanya penentuan besarnya *safety stock* untuk meredam fluktuasi permintaan. Pada penelitian ini dikembangkan kebijakan persediaan untuk PT. XYZ termasuk menghitung biaya total persediaan dan besarnya *safety stock*. Metode yang digunakan adalah *periodic review* (R,s,S). Untuk membantu menentukan peramalan permintaan digunakan perhitungan Simulasi Monte Carlo. Hasil dari perhitungan ini kemudian menjadi *input* permintaan dalam metode yang digunakan. Hasil dari perhitungan biaya total persediaan menggunakan kebijakan *periodic review* (R,s,S) ini mampu menurunkan biaya total persediaan hingga 63% lebih rendah dibanding biaya total persediaan kondisi aktual. Menggunakan usulan kebijakan persediaan *periodic review* (R,s,S) juga mampu meningkatkan *service level* sebesar 10% lebih tinggi dibanding *service level* kondisi aktual.

Paramastuti, dkk (2017) melakukan penelitian tentang pengendalian persediaan di CV Jayadi, salah satu Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) yang bergerak di bidang manufaktur khususnya pembuatan knalpot sepeda motor. Dalam proses produksinya, bahan baku yang tersedia sering mengalami *stockout* karena perusahaan kesulitan menentukan jumlah pemesanan dan waktu pemesanannya. Terjadinya *stockout* menyebabkan manajemen perusahaan menjadi kurang efektif, karena perusahaan mengeluarkan biaya berlebih untuk membeli bahan baku. Metode yang digunakan untuk melakukan pengendalian persediaan bahan baku tersebut adalah *continuous review system* (s,S) dan *periodic review system* (R,s,S). Berdasarkan hasil perhitungan, metode pengendalian persediaan dengan *continuous review system* (s,S) dan *periodic review system* (R,s,S) mampu menghasilkan total biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan kondisi *existing*. Untuk metode *continuous review system* (s,S), memberikan penghematan antara 7%-64% dan metode *periodic review system* (R,s,S) memberikan penghematan antara 32%-85%. Meskipun *periodic review system*

(R,s,S) tidak mampu menjaga tingkat persediaan bahan baku hingga 100%, tapi *periodic review system* (R,s,S) dapat memberikan nilai *service level* yang lebih tinggi daripada *continuous review system* (s,S).

Penelitian kali ini melakukan pengendalian persediaan komponen dan suku cadang perawatan kereta api di Balai Yasa Tegal dengan mempertimbangkan model klasifikasi ABC-FSN *analysis*. Klasifikasi ABC dan FSN *analysis* digunakan untuk mendapatkan tingkat prioritas dari bahan baku, nantinya bahan baku yang berada di kategori AF dari hasil klasifikasi ABC-FSN *analysis* yang akan dikendalikan persediaannya. Kategori AF diambil karena diharapkan kebijakan pengendalian persediaan akan berfokus pada item komponen dan suku cadang perawatan kereta dengan biaya penggunaan per tahun yang tinggi dengan frekuensi penggunaan yang sering digunakan. Dalam pengendalian persediaan menggunakan metode *continuous reviews* (s,Q) dan *periodic review system* (R,s,S). Diharapkan *output* dari penelitian ini adalah dapat meminimasi terjadinya ketidakterersediaan maupun kelebihan persediaan komponen dan suku cadang perawatan kereta sehingga dapat meminimalkan total biaya persediaan komponen dan suku cadang dari Balai Yasa Tegal.

Untuk menjelaskan perbandingan penelitian yang dilakukan dengan penelitian sebelumnya, maka pada tabel 2.1 disajikan perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang saat ini dilakukan.

Tabel 2.1
Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Ini

Peneliti	Objek Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
Sutjadi, dkk (2012)	UD Minang Jaya	Menentukan waktu dan jumlah pemesanan bahan baku yang meminimumkan biaya persediaan bahan baku pembuatan roti	Klasifikasi ABC, Simulasi dengan Ms. Excel	Klasifikasi ABC dan hasil simulasi dengan Microsoft Excel menghasilkan total biaya minimum dan menghemat total biaya persediaan bahan baku sebanyak Rp. 27.125.630
Oktafianita, dkk (2016)	PT ASIMAS	Menentukan waktu dan jumlah pemesanan optimal untuk meminimasi terjadinya kelebihan persediaan bahan tambahan obat	Klasifikasi FSN, <i>Continuous review</i> (s,Q), <i>Periodic review</i> (R,s,S)	Metode <i>continuous review</i> (s,Q) dan <i>periodic review</i> (R,s,S) mampu menghasilkan total biaya lebih rendah dibandingkan dengan kondisi <i>existing</i> . Perhitungan biaya persediaan pada bahan tambahan obat <i>cornstarch</i> dengan metode <i>continuous review</i> (s,Q) menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp 488.252,28. Sedangkan pada bahan tambahan <i>maltodextrin</i> , metode <i>periodic review</i> (R,s,S) menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp 217.927,13.

Peneliti	Objek Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
Arismawanti, dkk (2016)	PT. XYZ	Menentukan kebijakan persediaan bahan baku <i>part</i> aksesoris, menentukan total biaya persediaan minimum dan meningkatkan tingkat pelayanan perusahaan	<i>Periodic Review</i> , Simulasi Monte Carlo	Metode <i>periodic review</i> menghasilkan perhitungan total biaya persediaan yang minimum. Penurunan total biaya persediaan hingga 63% dari sebelumnya dan mampu meningkatkan <i>service level</i> hingga sebesar 10%.
Paramastuti, dkk (2017)	CV Jayadi	Menentukan waktu dan jumlah pemesanan optimal untuk meminimasi terjadinya <i>stockout</i> persediaan	<i>Continuous review (s,S)</i> , <i>Periodic review system (R,s,S)</i>	Metode <i>continuous review system (s,S)</i> dan <i>periodic review system (R,s,S)</i> mampu menghasilkan total biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan kondisi <i>existing</i> . Metode <i>continuous review system (s,S)</i> dapat memberikan penghematan antara 7%-64% dan metode <i>periodic review system (R,s,S)</i> memberikan penghematan antara 32%-85%.
Penelitian ini (2017)	UPT. Balai Yasa Tegal	Menentukan kebijakan persediaan komponen dan suku cadang perawatan kereta optimal sehingga didapatkan total biaya persediaan minimum	Klasifikasi ABC-FSN <i>analysis</i> , <i>Continuous Review (s,Q)</i> , <i>Periodic Review (R,s,S)</i> , Simulasi Monte Carlo	Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan kebijakan persediaan komponen dan suku cadang perawatan kereta yang optimal sehingga menghasilkan total biaya persediaan minimum bagi perusahaan.

2.2 Perkeretaapian

Menurut UU No. 23 Tahun 2007, perkeretaapian adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api. Dalam pasal 3 UU No. 23 Tahun 2007 disebutkan bahwa perkeretaapian diselenggarakan dengan tujuan untuk memperlancar perpindahan orang dan/atau barang secara massal dengan selamat, aman, nyaman, cepat dan lancar, tepat, tertib dan teratur, efisien serta menunjang pemerataan, pertumbuhan, stabilitas, pendorong dan penggerak pembangunan nasional.

Perkeretaapian sebagai salah satu moda transportasi memiliki karakteristik dan keunggulan khusus terutama dalam kemampuannya untuk mengangkut, baik orang maupun barang secara massal, menghemat energi, menghemat penggunaan ruang, serta lebih efisien dibandingkan dengan moda transportasi jalan untuk angkutan jarak jauh dan untuk daerah yang padat lalu lintasnya, seperti angkutan perkotaan (UU No. 23 Tahun 2007).

2.3 Kereta Api

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), kereta api adalah sarana transportasi berupa kendaraan tenaga uap atau listrik yang terdiri atas rangkaian gerbong yang ditarik oleh lokomotif dan berjalan di atas rel. Sedangkan menurut UU No. 23 Tahun 2007, kereta api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel yang berkaitan dengan perjalanan kereta api.

Kereta api dibagi dalam beberapa macam, yaitu:

1. Kereta api penumpang
2. Kereta api barang
3. Kereta api campuran
4. Kereta api kerja
5. Kereta api pertolongan

2.4 Metode Klasifikasi Persediaan

Pada subbab berikut dijelaskan mengenai definisi dan tingkat klasifikasi dari metode klasifikasi ABC dan metode klasifikasi FSN. Selain itu, dijelaskan juga matriks pengelompokan kelas dari metode ABC-FSN.

2.4.1 Klasifikasi ABC

Klasifikasi telah menjadi salah satu alat pengambilan keputusan yang penting dalam perusahaan. Saat ini telah banyak dilakukan penelitian untuk mengklasifikasikan item persediaan dalam perusahaan. Metode klasifikasi ABC (*Always Better Control*) adalah salah satu teknik yang digunakan untuk pengkategorian item menggunakan prinsip Pareto (Gandhi & Amithya, 2008). Pada abad ke-18, Vilefredo Pareto, dalam studinya tentang distribusi kekayaan di Milan, menemukan bahwa 20% dari masyarakat mengatur 80% dari total kekayaan. Logika tersebut menjadi dasar bahwa dalam sebuah populasi hanya sebagian kecil lah yang memiliki nilai yang terpenting sedangkan sebagian besar lainnya memiliki nilai yang kurang penting yang kemudian berkembang menjadi prinsip dalam banyak hal hingga dinamakan prinsip Pareto (Chu dkk, 2008).

Sistem persediaan harus disesuaikan ketika ada pesanan baru yang masuk untuk sebuah item dan berapa jumlah unit yang dipesan. Dalam prakteknya, banyak sekali item yang terlibat sehingga tidak mudah untuk membuat model dan mengatur tiap item dengan perlakuan yang sama. Untuk mengatasi permasalahan ini, klasifikasi ABC membagi sistem

inventori menjadi tiga kelompok berdasarkan nilai penggunaan per tahun untuk masing-masing item inventori. Presentase pembagian kelompok inventori tidak mutlak karena bergantung dari kebijakan masing-masing perusahaan.

Tiga kelompok yang lazim digunakan dalam klasifikasi ABC adalah:

1. Kelompok A adalah barang-barang dengan jumlah unit 10%-20%, tetapi nilai investasinya 30%-70% dari total investasi tahunan persediaan.
2. Kelompok B adalah barang-barang dengan jumlah unit 20%-30% tetapi nilai investasinya 20%-30% dari total investasi tahunan persediaan.
3. Kelompok C adalah barang-barang dengan jumlah unit 30%-70% tetapi nilai investasinya 10%-20% dari total investasi tahunan persediaan.

2.4.2 Klasifikasi FSN

FSN *analysis* adalah pengklasifikasian berdasarkan frekuensi penggunaan (Vrat, 2014). Klasifikasi FSN dianalisis berdasarkan *consumption pattern*. FSN *analysis* tidak cukup hanya mengetahui pengertiannya saja, harus diketahui juga batasan yang jelas dalam pengklasifikasian ini. Berdasarkan analisis FSN jika jumlah dan kecepatan dalam penggunaannya sekitar 70% dari semua jenis bahan baku yang dikelola dikategorikan pada pergerakan yang paling tinggi (*fast moving parts*).

Menurut Prakash dan Ramesh (2016), pengklasifikasian dapat dibagi sebagai berikut:

1. *Fast Moving* (F)
Merupakan jenis bahan baku yang memiliki jumlah dan kecepatan pemakaian sekitar 70% dari semua bahan baku yang dikelola.
2. *Slow Moving* (S)
Merupakan jenis bahan baku yang memiliki jumlah dan kecepatan pemakaian sekitar 20% dari semua bahan baku yang dikelola.
3. *Non Moving* (N)
Merupakan jenis bahan baku yang memiliki jumlah dan kecepatan pemakaian sekitar 10% dari semua bahan baku yang dikelola.

2.4.3 Matriks ABC-FSN

Matriks ABC-FSN terbentuk dari hasil metode klasifikasi ABC dan FSN. Ada 9 kombinasi yang terbentuk dari hasil metode klasifikasi ABC dan FSN. Kombinasi hasil dari metode ABC dan FSN dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2
Matriks Kombinasi ABC-FSN

	F	S	N
A	AF	AS	AN
B	BF	BS	BN
C	CF	CS	CN

Sumber: Kumbhar & Dhavale (2016)

2.5 Persediaan

Berikut ini diulas mengenai persediaan termasuk definisi, jenis, fungsi, biaya-biaya, dan alat ukur persediaan.

2.5.1 Definisi Persediaan

Menurut Sipper dan Buffin (1997), persediaan merujuk pada suatu kuantitas dari komoditas yang dikontrol oleh perusahaan dan disimpan agar sewaktu-waktu dapat digunakan untuk dapat memenuhi permintaan di masa mendatang. Persediaan adalah *stock on hand* dari material atau aset lain yang bisa dilihat, dihitung, dan diukur pada waktu tertentu (Tersine, 1994).

Istilah persediaan dapat digunakan untuk berbagai hal, seperti:

1. Persediaan yang ada dari material pada periode tertentu (aset *tangible* yang dapat dilihat, diukur, dan dihitung)
2. Daftar rincian dari semua aset fisik
3. Untuk menentukan jumlah item yang tersedia
4. Nilai stok barang yang dimiliki perusahaan pada waktu tertentu (dalam konteks dokumen bagian keuangan dan akuntansi)

Pengelolaan dan pemeliharaan persediaan adalah permasalahan yang umum bagi semua organisasi di berbagai sektor ekonomi. Persediaan umum ditemukan dalam manufaktur, *wholesaler*, *retailer*, rumah sakit, pertanian, bahkan dalam kehidupan sehari-hari seperti persediaan makanan, baju, obat-obatan, dan lain sebagainya. Penyebab timbulnya persediaan adalah sebagai berikut:

1. Mekanisme pemenuhan atas permintaan (*Transaction motive*). Permintaan terhadap suatu barang tidak dapat terpenuhi seketika bila barang tersebut tidak tersedia sebelumnya. Untuk menyiapkan barang tersebut, diperlukan waktu untuk pembuatan dan pengiriman, maka adanya persediaan merupakan hal yang sulit dihindarkan.

2. Keinginan untuk meredam ketidakpastian (*Precautionary motive*). Ketidakpastian terjadi akibat permintaan yang bervariasi dan tidak pasti dalam jumlah maupun kedatangan, waktu pembuatan yang tidak cenderung konstan antara satu produk dengan produk berikutnya, maupun waktu tenggang (*lead time*) yang cenderung tidak pasti karena banyak faktor yang tidak dapat dikendalikan. Ketidakpastian ini dapat diredam oleh jenis persediaan yang disebut *safety stock*. *Safety stock* digunakan jika permintaan melebihi peramalan, produksi yang lebih rendah dari rencana, atau *lead time* yang lebih panjang dari yang diperkirakan semula.
3. Keinginan melakukan spekulasi (*Speculative motive*) yang bertujuan mendapatkan keuntungan besar dari kenaikan harga di masa mendatang.

Menurut Nasution (2008), persediaan adalah sumber daya *idle* (menganggur) yang menunggu proses lebih lanjut berupa kegiatan proses produksi pada sistem manufaktur, kegiatan pemasaran pada sistem distribusi, ataupun kegiatan konsumsi pangan pada sistem rumah tangga.

Dalam sistem manufaktur, persediaan terdiri dari tiga bentuk, sebagai berikut:

1. Bahan baku, yaitu masukan awal dari proses transformasi produksi yang selanjutnya akan diolah menjadi produk jadi.
2. Barang setengah jadi, yaitu merupakan bentuk peralihan antara bahan baku dengan produk jadi.
3. Barang jadi, yaitu merupakan hasil akhir proses transformasi yang siap dipasarkan kepada konsumen.

2.5.2 Jenis Persediaan

Menurut Tersine (1994), persediaan terdiri dari *supplies*, *raw materials*, *in-process goods*, dan *finished goods*. *Supplies* adalah persediaan yang digunakan oleh organisasi yang bukan bagian dari produk akhir, seperti peralatan tulis, kertas, lampu, dan lain sebagainya. Dalam pabrik, *supplies* disebut MRO (*Manufacturing, Repair and Operating*) untuk pemeliharaan, perawatan, dan operasional. *Raw material* adalah item yang dibeli dari *supplier* untuk digunakan sebagai input ke dalam proses produksi (mengubah menjadi produk jadi). *In-process goods* adalah produk setengah jadi yang masih berada dalam proses produksi, baik dalam tahap penyelesaian maupun masih dalam tahap ke proses berikutnya. *Finished goods* adalah produk akhir/produk jadi yang siap untuk dijual, didistribusikan, atau disimpan.

Sedangkan, Waters (2003) mengelompokkan persediaan sebagai berikut:

1. *Raw materials*, item yang diterima dari *supplier* dan disimpan sampai dibutuhkan untuk proses produksi
2. *Work in progress*, item yang masih dalam proses pengerjaan
3. *Finished goods*, keluaran dari proses produksi yang sudah siap dikirim kepada konsumen
4. *Spare parts*, item pendukung dalam kegiatan operasi perusahaan seperti komponen dan suku cadang mesin, baut, dan mur
5. *Consumables*, item pendukung dalam kegiatan operasi perusahaan seperti bahan pelumas mesin, kertas, dan alat tulis kantor

2.5.3 Fungsi Persediaan

Persediaan ada karena *supply* dan *demand* sulit untuk disinkronkan atau disamakan. Berikut ini adalah empat faktor fungsional dari persediaan menurut Tersine (1994):

1. *Time factor*

Faktor waktu mencakup proses yang panjang dari proses produksi hingga proses distribusi sebelum barang sampai ke konsumen akhir. Waktu dibutuhkan oleh perusahaan untuk membuat jadwal produksi, memotong kebutuhan *raw material*, pengiriman *raw material* dari *supplier* (*transit time*), menginspeksi *raw material*, memproduksi barang, dan mengirim barang ke *wholesaler* atau konsumen (*transit time*). Dengan adanya persediaan, memungkinkan perusahaan untuk mereduksi *lead time* yang terjadi. Keuntungan pun dapat diperoleh oleh perusahaan apabila perusahaan mampu menyediakan barang yang diinginkan oleh konsumen dengan segera.

2. *Discontinuity*

Faktor *discontinuity* memungkinkan perlakuan dari berbagai operasi *dependent* (membeli, memproses/menghasilkan, menyimpan, mendistribusikan, dan mengecer) dalam cara *independent* dan ekonomis. Faktor ini memungkinkan perusahaan untuk menjadwalkan berbagai kegiatan operasi perusahaan pada tingkat performansi yang diinginkan dibandingkan jika diintegrasikan secara *dependent*.

3. *Uncertainty*

Faktor *uncertainty* berkaitan dengan kejadian yang tak terduga yang dapat menyebabkan perubahan dalam rencana awal organisasi. Faktor ini termasuk kesalahan dalam memperkirakan *demand*, hasil produksi yang berubah-ubah, peralatan rusak, penundaan pengiriman, dan lain sebagainya. Ketika *inventory* tersedia, organisasi

mempunyai beberapa penjagaan dari kejadian yang tidak diantisipasi atau tidak direncanakan.

4. *Economy*

Faktor ekonomi memungkinkan organisasi mengambil keuntungan dari alternatif pengurangan biaya. Hal ini memungkinkan organisasi membeli atau memproduksi item dalam jumlah ekonomis. Pembelian banyak dengan adanya diskon dapat mengurangi biaya secara signifikan. Persediaan dapat digunakan untuk melancarkan produksi dan menstabilkan tingkat tenaga kerja dalam bisnis yang berombak dan musiman.

Berdasarkan utilitas atau penggunaannya, persediaan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

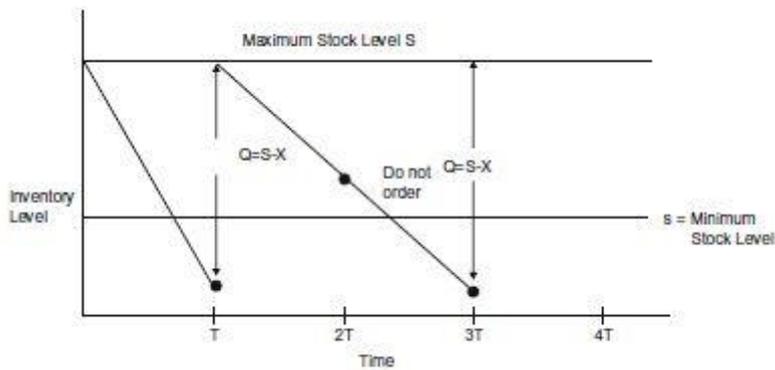
1. *Working stock*. Disebut juga *cycle* atau *lot size stock*, adalah persediaan yang sudah dimiliki terlebih dahulu sehingga pemesanan didasarkan pada ukuran lot bukan dari jumlah yang dibutuhkan. *Lot size* ini digunakan untuk mengurangi biaya pemesanan dan penyimpanan. *Working stock* merupakan jumlah rata-rata persediaan yang ada di tangan hasil dari *lot size*.
2. Persediaan pengaman (*safety stock*). Inventori jenis ini berfungsi sebagai perlindungan terhadap ketidakpastian permintaan maupun pasokan. Perusahaan biasanya menyimpan lebih banyak persediaan yang diperkirakan selama satu periode agar tidak perlu kembali menunggu jika ada kebutuhan yang lebih banyak.
3. *Anticipation stock*. Inventori jenis ini diperlukan untuk mengantisipasi kenaikan permintaan akibat sifat musiman dan permintaan terhadap suatu produk.
4. *Pipeline/ transit inventory*. Inventori ini muncul karena *lead time* pengiriman dari satu tempat ke tempat lain. Jumlah inventori ini sangat berpengaruh dari jarak dan waktu pengiriman.
5. *Decoupling stock*. Merupakan persediaan hasil akumulasi kegiatan-kegiatan atau tahap-tahap yang bersifat dependen untuk mengurangi kebutuhan operasi.
6. *Pyshic stock*. Merupakan persediaan yang dipajang pada toko-toko ritel untuk menarik minat konsumen untuk membeli barang tersebut.

2.5.4 Mekanisme Pengendalian Persediaan

Menurut Silver, dkk (1998), sistem pengendalian persediaan dapat dibagi menjadi 2 yaitu sistem persediaan deterministik dan sistem persediaan probabilistik.

2.5.4.1 Sistem Persediaan Deterministik

Model ini digunakan apabila jumlah permintaan dan *lead time* yang dimiliki adalah konstan. Model ini biasa digunakan pada model persediaan tradisional. Model persediaan ideal dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Model persediaan ideal

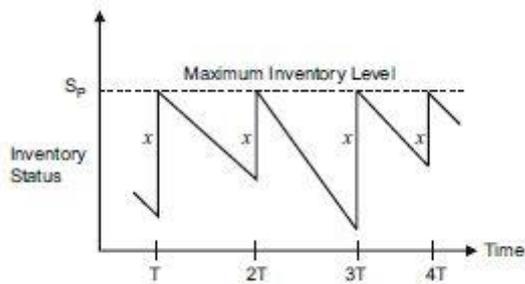
Sumber: Vrat (2014)

Gambar 2.1 menunjukkan bahwa pada saat s (*reorder point*) dilakukan pemesanan sampai memenuhi titik *maximum stock* (S), dimana Q adalah jumlah permintaan dan S adalah jumlah persediaan maksimum. Perusahaan tidak perlu memiliki persediaan material dikarenakan jumlah permintaan dan *lead time* yang dibutuhkan sama pada setiap waktunya.

Dalam dunia nyata, sangat jarang ditemukan situasi dimana seluruh parameter dapat diketahui dengan pasti. Karena itu, lebih masuk akal jika digunakan model-model probabilistik yang mempertimbangkan ketidakpastian pada parameter-parameternya. Namun, model deterministik terkadang merupakan pendekatan yang sangat baik, atau paling tidak merupakan langkah awal yang baik untuk menggambarkan fenomena persediaan. Metode dalam sistem persediaan deterministik adalah *Silver Meal*, *Least Unit Cost*, *Part Period Balancing*, dan *Wagner Within Algorithm*.

2.5.4.2 Sistem Persediaan Probabilistik

Model ini digunakan apabila jumlah permintaan dan waktu *lead time* yang dimiliki berubah-ubah. Model persediaan pada masa sekarang dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Model persediaan pada masa sekarang
Sumber: Vrat (2014)

Gambar 2.2 menunjukkan bahwa pemesanan dilakukan apabila jumlah persediaan material yang dimiliki sudah mencapai *reorder point*, sehingga waktu pemesanan tidak pasti. Dan apabila *lead time* pengiriman terlalu lama akan menyebabkan perusahaan tidak mampu memenuhi permintaannya (*stock out*).

2.6 Definisi Simulasi

Metode yang digunakan dalam memilih suatu model yang bersesuaian dengan sistem nyata dengan menggunakan teknik analisis matematis adalah simulasi. Menurut Tersine (1994), simulasi merupakan sebuah studi dengan memasukkan manipulasi sebuah model dari suatu sistem dengan tujuan mengevaluasi alternatif desain dan aturan keputusan. Sedangkan menurut Law dan Kelton (1991), simulasi didefinisikan sebagai sekumpulan metode dan aplikasi untuk merepresentasikan perilaku dari suatu sistem yang nyata, biasanya dilakukan pada komputer dengan menggunakan perangkat lunak tertentu. Berdasarkan beberapa pendapat di atas, simulasi mampu menyediakan suatu pendekatan alternatif untuk menganalisa sistem nyata dalam formulasi matematis yang dievaluasi secara numerik dengan bantuan komputer dan perangkat lunak tertentu untuk mengestimasi karakteristik yang mewakili suatu sistem.

2.6.1 Kelebihan dan Kekurangan Simulasi

Menurut Render dan Heizer (2005), ada kelebihan dan kekurangan yang didapatkan ketika menggunakan simulasi. Berikut adalah kelebihan dan kekurangan dalam menggunakan simulasi:

1. Kelebihan Simulasi
 - a. Simulasi relatif lebih sederhana dan fleksibel dibandingkan dengan model lain.
 - b. Dengan banyaknya *software* yang berkembang menjadikan beberapa model simulasi yang dibuat mudah untuk dikembangkan.

- c. Dengan menggunakan simulasi, keadaan nyata atau situasi yang rumit dan tidak bisa diselesaikan dengan menggunakan model analisis kuantitatif konvensional dapat dianalisis.
 - d. Simulasi memungkinkan pertanyaan “bagaimana akibatnya jika”. Seorang pengambil keputusan tentu ingin mengetahui terlebih dahulu pilihan mana yang menjadi pilihan paling menarik. Dengan sebuah model yang terkomputerisasi, seorang pengambil keputusan dapat mencoba beberapa keputusan kebijakan dalam waktu yang singkat.
 - e. Simulasi tidak berlawanan dengan sistem nyata.
 - f. Dengan menggunakan simulasi, dapat membuat kita mempelajari hubungan atau dampak dari sebuah variabel terhadap variabel yang lain untuk mengetahui variabel mana yang penting.
 - g. Simulasi memungkinkan adanya faktor pemadatan waktu. Dampak dari pemesanan, iklan, dan kebijakan lain dalam waktu bulanan atau tahunan dapat diperoleh dengan simulasi komputer dalam waktu yang singkat.
2. Kekurangan Simulasi
- a. Model simulasi yang baik ketika digunakan pada situasi yang rumit memiliki harga yang sangat mahal. Selain itu, model simulasi yang baik biasanya membutuhkan waktu yang cukup lama, selain itu proses pembuatannya sangat rumit, dan ketika ingin mengembangkannya akan bertambah lebih rumit lagi.
 - b. Simulasi menggunakan pendekatan *trial and error*, sehingga dapat menghasilkan solusi yang berbeda ketika dilakukan pengulangan. Hal ini menjadikan simulasi tidak menghasilkan solusi permasalahan seoptimal alat analisis kuantitatif lainnya.
 - c. Para manajer di perusahaan harus menetapkan semua kondisi dan kendala ketika ingin menghasilkan solusi yang ingin mereka uji. Karena model simulasi tidak menghasilkan jawaban ketika tidak memasukkan nilai yang cukup dan realistis seperti kondisi sebenarnya.
 - d. Ketika menerapkan model simulasi, maka model simulasi yang dihasilkan bersifat unik. Hal ini karena solusi yang dihasilkan dari sebuah model simulasi pada umumnya tidak dapat diterapkan pada masalah atau persoalan lainnya.

2.6.2 Simulasi Monte Carlo

Menurut Tersine (1994), simulasi Monte Carlo adalah simulasi probabilistik yang digunakan untuk memperoleh pendekatan solusi dari suatu masalah dengan melakukan

sampling dari proses yang di-*generate* secara random. Proses yang di-*generate* secara acak tersebut melibatkan distribusi probabilitas dari variabel-variabel data yang dikumpulkan berdasarkan data masa lalu maupun distribusi teoritis. Tujuan digunakannya bilangan acak adalah untuk menjelaskan kejadian acak setiap waktu dari variabel acak dan secara berurutan mengikuti perubahan-perubahan yang terjadi dalam proses simulasi. Ada beberapa langkah dalam melakukan simulasi Monte Carlo, sebagai berikut:

1. Mendefinisikan distribusi probabilitas dari data yang didapatkan pada data masa lalu. Penentuan distribusi probabilitas juga dapat berasal dari distribusi teoritis seperti distribusi binomial, distribusi *poisson*, distribusi normal ataupun jenis distribusi yang lain tergantung sifat dari obyek yang diamati. Semua variabel-variabel yang digunakan pada simulasi harus disusun sesuai distribusi probabilitasnya.
2. Nilai distribusi probabilitas harus dikonversikan pada frekuensi kumulatif. Distribusi probabilitas kumulatif berguna sebagai dasar proses pengelompokan batas interval dari bilangan acak.
3. Melakukan simulasi dengan menggunakan bilangan acak. Bilangan acak dibedakan berdasarkan rentang distribusi probabilitas kumulatif dari variabel-variabel yang digunakan pada simulasi. Urutan dari bilangan acak menggambarkan gambaran serta variasi yang menyerupai kejadian sebenarnya.
4. Keluaran (*output*) dari proses simulasi dapat digunakan sebagai masukan (*input*) untuk alternatif memecahkan masalah dan pengambilan keputusan atau kebijakan. Pihak manajemen dapat melakukan evaluasi dari hasil simulasi dengan keadaan yang terjadi sebenarnya.

2.6.3 Penentuan Jumlah Replikasi

Menurut Tersine (1994), sebuah replikasi simulasi sama dengan sampel statistik dalam sebuah proses yang dipelajari atau sebuah proses yang disimulasi. Keluaran (*outcome*) dari sebuah replikasi simulasi merepresentasikan satu buah sampel eksperimen dari proses yang diamati. Jumlah replikasi yang cukup dan representatif menjadi sebuah indikator yang bagus dalam memperkirakan kejadian yang akan terjadi (Harrel dkk, 2000).

Metode yang biasa digunakan untuk memperkirakan jumlah replikasi adalah dengan cara menjalankan percobaan replikasi menggunakan bilangan random yang berbeda untuk mengukur rata-rata dan standar deviasi dari variabel yang diukur. Asumsi yang digunakan bahwa data yang diukur berdistribusi normal dan replikasi berdasarkan akurasi dan

confidence level. Langkah-langkah untuk menghitung jumlah replikasi yang perlu dilakukan antara lain:

1. Menentukan rata-rata dan standar deviasi pada suatu populasi
2. Menentukan nilai *half-width* (hw). *Half-width* (hw) merupakan jarak dari *end point*. Probabilitas P disebut *confidence interval*. Persamaan untuk menentukan nilai hw yaitu:

$$hw = \frac{(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}} \times s)}{\sqrt{n}} \quad (2-1)$$

Sumber: Harrell, dkk (2000)

Keterangan:

hw = *half width*

$t_{n-1, \alpha/2}$ = faktor dari tabel T dengan derajat kebebasan (n-1) dan $\alpha/2$

α = 1-P = level signifikan

s = standar deviasi

3. Menentukan nilai replikasi yang harus dilakukan (n')

$$hw = \frac{(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}} \times s)}{\sqrt{n}} = e$$

$$n' = \left[\frac{Z_{\alpha/2} \times s}{e} \right]^2 \quad (2-2)$$

Sumber: Harrell, dkk (2000)

n' adalah perkiraan replikasi yang harus dibuktikan dengan ukuran sampel yang cukup agar diperoleh *absolute error* yang dikehendaki.

2.7 Perhitungan *Variability Coefficient*

Perhitungan *variability coefficient* (VC) dilakukan untuk mengetahui apakah *lot sizing* atau pemenuhan kebutuhan material dapat dihitung dengan formulasi EOQ deterministik atau dilakukan dengan pendekatan model persediaan probabilistik (Silver dkk, 1998).

Untuk mengukur tingkat variabilitas suatu data dapat dilakukan dengan menghitung *variability coefficient*, yaitu:

$$VC = \frac{\text{variance of demand per period}}{\text{square of average demand per period}} - 1 = \frac{N \sum_{j=1}^N [D(j)]^2}{[\sum_{j=1}^N D(j)]^2} - 1 \quad (2-3)$$

Sumber: Vrat (2014)

Dimana, N = jumlah periode ; D_j = jumlah permintaan pada periode j

Terdapat ketentuan bahwa:

Jika VC < 0.2, maka dapat menggunakan formulasi EOQ deterministik

Jika VC ≥ 0.2, maka dapat menggunakan pendekatan model EOQ probabilistik

2.8 Kebijakan Pengendalian Persediaan

Ketika mengambil keputusan dalam kebijakan pengendalian persediaan ada 2 hal yang sangat penting yaitu waktu pemesanan dilakukan dan jumlah barang yang akan dipesan. Menurut Sipper dan Buffin (1997) ada tiga pilihan dalam strategi pelayanan persediaan antara lain *one time decision*, *continuous review system*, dan *periodic review system*.

2.8.1 Continuous Review System (s,Q)

Menurut Sipper dan Buffin (1997), *continuous review* adalah suatu kebijakan yang pengambilan keputusan dilakukan secara terus menerus. Pada *continuous review*, jika persediaan yang ada di gudang sama dengan atau lebih kecil daripada nilai *reorder point* maka harus dilakukan pemesanan dengan jumlah pemesanan yang sama pada setiap pemesanannya. Ada beberapa ciri-ciri dalam *continuous review* yaitu:

1. Jumlah barang yang dipesan untuk setiap pemesanan sama
2. Apabila persediaan berada pada titik *reorder point* atau kurang dari *reorder point* maka harus dilakukan pemesanan
3. Interval antar pemesanan tidak sama, tergantung pada kecepatan penggunaan material

Parameter yang diukur dalam metode *continuous review* (s,Q) yaitu besarnya *reorder point* (s) dan kuantitas pembelian (Q). Menurut Buffin (1997), formulasi perhitungan metode (s,Q) adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan *demand* selama *lead time*

$$D_L = L \times D \quad (2-4)$$

2. Perhitungan simpangan baku dari *lead time demand*

$$\sigma_L = \sqrt{L} \times \sigma \quad (2-5)$$

Iterasi 1

Langkah 0. Menentukan $j = 0$

Langkah 1. Mengasumsikan $b(s) = 0$ dan menghitung nilai Q awal (Q_0)

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2 \times A \times D}{H}} \quad (2-6)$$

Langkah 2. Mencari nilai s_0 . Menggunakan fungsi distribusi normal untuk menemukan nilai $f(z)$ dan menghitung $s_0 = D_L + z \sigma_L$

$$1 - f(z) = \frac{HQ}{BD} \quad (2-7)$$

Nilai z didapatkan dari tabel z

$$s_0 = D_L + (z \times \sigma_L) \quad (2-8)$$

Langkah 3. Menghitung tingkat *backorder* maksimum. Nilai $L(z)$ didapatkan dari Tabel L (Tabel *Standard Normal Loss Function*).

$$b(s_0) = \sigma_L \times L(z) \quad (2-9)$$

Langkah 4. Menghitung nilai Q_1

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2D(A + B \times b(s_0))}{H}} \quad (2-10)$$

Langkah 5. Menghitung nilai s_1 dengan menggunakan *input* nilai Q_1 . Iterasi berhenti jika nilai $Q_{j+1} = Q_j$ atau nilai $s_{j+1} = s_j$.

Keterangan:

Q	= Jumlah pemesanan optimal (unit)
A	= biaya pemesanan (Rp)
D	= tingkat <i>demand</i> (unit)
v	= <i>unit variable cost of the item</i> (Rp)
H	= biaya penyimpanan (Rp/unit/minggu)
D_L	= permintaan selama <i>lead time</i> (unit)
σ_L	= <i>standard deviation</i> dari <i>lead time demand</i>
$p_u \geq (k)$	= fungsi dari variabel unit normal
s	= <i>reorder point</i> (unit)
k	= <i>safety factor</i>
B	= biaya <i>stockout</i> (Rp/unit)

2.8.2 Periodic Review System (R,s,S)

Keputusan dalam menentukan kapan dilakukan *order* dan berapa banyak yang harus dipesan merupakan pengertian dari *replenishment* (Kaminsky & Simchi-Levi, 2003). Salah satu kebijakan *replenishment* adalah *periodic review* (R,s,S). Dalam sistem persediaan *periodic review*, status persediaan diamati pada interval waktu yang tetap. Jumlah persediaan dalam hal ini tidak dipantau terus menerus, melainkan diperiksa pada interval waktu yang telah ditetapkan. Ciri-ciri sistem persediaan *periodic review* adalah:

1. Jumlah material yang dipesan berubah-ubah tergantung permintaan yang sesuai dengan target persediaan
2. Interval waktu pemesanan tetap

3. Jumlah yang dipesan sama dengan persediaan maksimum dikurangi dengan persediaan yang ada di gudang
4. Persediaan keamanan dilakukan untuk menghadapi fluktuasi kebutuhan dalam masa pemesanan

Silver, dkk (1998) menyatakan bahwa sistem (R,s,S) merupakan kombinasi antara sistem *order point, order up to level* (s, S) dan sistem *periodic review, order up to level* (R,S). Dalam pendekatan model ini, persediaan ditinjau setiap periode R. Jika tingkat persediaan di atas s, maka tidak dilakukan pemesanan apapun. Jika tingkat persediaan pada atau di bawah s, maka dilakukan pemesanan sebanyak persediaan maksimal dikurangi dengan posisi persediaan (*S on hand*). Langkah-langkah perhitungan pada metode *periodic review* (R,s,S) adalah sebagai berikut (Silver, 1998):

1. Hitung:

$$Q_p = 1.3 X_R^{0.494} \left(\frac{A}{H}\right)^{0.506} \left(1 + \frac{\sigma_{R+L}^2}{X_R^2}\right)^{0.116} \quad (2-11)$$

$$s_p = 0.973 X_{R+L} + \sigma_{R+L} \left(\frac{0.183}{z} + 1.063 - 2.192z\right) \quad (2-12)$$

dimana

$$z = \sqrt{\frac{Q_p \times H}{\sigma_{R+L} B}} \quad (2-13)$$

$$X_R = DR \quad (2-14)$$

$$X_{R+L} = D(R + L) \quad (2-15)$$

2. Jika $\frac{Q_p}{X_R} > 1.5$, maka

$$s = s_p \quad (2-16)$$

$$S = s_p + Q_p \quad (2-17)$$

3. Jika tidak, maka

$$S_0 = X_{R+L} + k\sigma_{R+L} \quad (2-18)$$

Dimana k dipenuhi dengan rumus berikut

$$P_u \geq (k) = \frac{H}{B+H} \quad (2-19)$$

Kemudian

$$s = \text{minimum} \{s_p, S_0\}$$

$$S = \text{minimum} \{s_p + Q_p, S_0\}$$

Keterangan:

A = biaya pemesanan (Rp)

H = biaya penyimpanan (Rp/unit/minggu)

R	= periode <i>review</i>
L	= <i>lead time</i> (hari)
σ_L	= standar deviasi <i>demand</i> selama <i>lead time</i>
$p_u \geq (k)$	= fungsi dari variabel unit normal
k	= <i>safety factor</i>
σ_{R+L}	= standar deviasi <i>demand</i> selama R+L
X_R	= <i>demand</i> selama periode <i>review</i> (unit)
X_{R+L}	= <i>demand</i> selama R+L (unit)
s	= <i>reorder point</i>
S	= persediaan maksimal (unit)
B	= biaya <i>stockout</i> (Rp/unit)

2.9 Service Level

Service level menunjukkan kemampuan stok untuk memenuhi permintaan pelanggan (Tersine, 1994). Biasanya, sebuah perusahaan tidak mengetahui biaya *stockout* atau merasa tidak enak dalam memperkirakan biaya tersebut. Karena itu, biasanya manajemen menetapkan *service level* dimana *reorder point* dapat dipastikan. *Service level* biasanya juga didefinisikan untuk berapa waktu tertentu ketika pesanan biasanya dipenuhi dari stok, atau dalam cara tepat lainnya.

Nilai *service level* biasanya berupa presentase, dimana batas maksimumnya adalah 100% yang berarti konsumen selalu mendapatkan produk yang dipesannya dengan cepat. Nilai *service level* biasanya ditentukan berdasarkan kebijakan yang berlaku dalam suatu perusahaan.

Keuntungan pemilihan nilai *service level* 100% bagi perusahaan adalah:

1. Jaminan kepastian memiliki persediaan produk
2. Tingkat pelayanan konsumen baik

Kerugian pemilihan nilai *service level* 100% bagi perusahaan adalah:

1. Tingginya persediaan produk yang disimpan di gudang
2. Dibutuhkan dana yang besar untuk melakukan investasi tersebut

Halaman ini sengaja dikosongkan