

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Induktif

Di dalam penelitian ini dilakukan beberapa kajian terhadap penelitian terdahulu yang masih berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan. Penelitian-penelitian tersebut membahas tentang perencanaan persediaan dengan metode probabilistik, sistem P (*periodic review*) dan sistem Q (*continuous review*).

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Penulis (Tahun)	Judul Jurnal	Fokus Kajian (Tujuan)	Hasil Penelitian
Reni Amarwati R., Abu Bakar, Ambar Harsono. (2013).	Rancangan Sistem Persediaan Bahan Baku Kain pada Kondisi <i>Demand</i> Probabilistik dengan Kendala Luas Gudang.	Membuat sistem perencanaan persediaan bahan baku berupa kain dengan pasti.	Model persediaan yang diusulkan dalam penelitian adalah Model Q dan Model P, dilihat dari segi ongkos Model P lebih baik dibanding Model Q namun dilihat dari segi pelaksanaannya Model Q lebih mudah dibandingkan Model P.
Kurniawan Sutanto, Erwin Gunadhi. (2013).	Pengendalian Persediaan Bahan Baku Lilin dengan Model Probabilistik Q.	Merencanakan bahan baku pada masa yang akan datang untuk mengurangi resiko terjadinya jumlah bahan baku yang disediakan tidak dapat memenuhi kebutuhan atau melebihi dari kebutuhan.	Model persediaan Q cocok karena dengan pengaplikasian model Q dapat diketahui besarnya jumlah barang yang akan dipesan untuk tiap kali pemesanan dilakukan, kapan saat pemesanan dilakukan, dan jumlah persediaan pengaman.

Penulis (Tahun)	Judul Jurnal	Fokus Kajian (Tujuan)	Hasil Penelitian
Ridha W. P., Purnomo Budi S., Ratih A. S. (2014).	Pengendalian Persediaan Suku Cadang Mesin Produksi pada Departemen <i>Maintenance</i> dengan Pendekatan <i>Periodic Review (R, S, S) System</i> .	Memberikan usulan mengenai kebijakan persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan <i>service level</i> yang tinggi dengan biaya yang proporsional dengan perhitungan menggunakan pendekatan <i>periodic review (R, s, S) system</i> .	Kebijakan dengan pendekatan (R, s, S) sistem dapat dipertimbangkan oleh perusahaan sebagai kebijakan yang lebih baik daripada kebijakan <i>existing</i> karena terjadi peningkatan nilai <i>service level</i> dengan penurunan dan peningkatan total biaya.
Danang Satria M. N., Budi Sulisty, M. Nashir Ardhiansyah. (2014).	Kebijakan Persediaan Bahan Baku dengan Menggunakan Pendekatan Model <i>Continous Review (S,S) With Probabilistic Demand</i> di Gudang Bahan Baku PT SMA	Menentukan jumlah dan interval pemesanan bahan baku dengan optimal.	Model <i>Continous Review</i> , jumlah dan interval pemesanan optimal dapat ditentukan untuk meminimasi total biaya persediaan.
Tri Wahyu N., Achmad Bahauddin, Ratna Ekawati. (2014).	Pengendalian Persediaan Bahan Baku Semen dengan Kendala Kapasitas Gudang Menggunakan Model Probabilistik Q	Mengoptimalkan jumlah pemesanan bahan baku dengan menggunakan model inventori probabilistik <i>Q backorder policy</i> dengan kendala kapasitas gudang bahan baku sehingga persediaan akan bahan baku dapat terpenuhi.	Model <i>inventory probabilistik Q back order policy</i> merupakan solusi dari permasalahan pengendalian inventori yang digunakan untuk menetapkan jumlah pemesanan optimal, jumlah <i>reorder point</i> dan <i>safety stock</i> untuk bahan baku pembuatan semen pada PT. XYZ .
Destaria Madya V, Dida Diah D, Budi Santosa. (2015).	Perencanaan Kebijakan Persediaan Obat dengan Metode Probabilistik <i>Continous Review</i>	Melakukan pengendalian persediaan obat pada Bagian Instalasi Farmasi Rumah Sakit AMC Bandung	Metode <i>Continous Review (s,S) System</i> dapat menghemat total biaya persediaan obat, sebesar 42,09% dari kondisi aktual.

Penulis (Tahun)	Judul Jurnal	Fokus Kajian (Tujuan)	Hasil Penelitian
	(S,S) System pada Bagian Instalasi Farmasi Rumah Sakit AMC Bandung		
Roland Y. H. S., Sandria Salim, Friska Yuli. (2016).	Analisis Kebijakan Manajemen Persediaan Probabilistik dengan Model Q dan P <i>Lost Sales</i> .	Pengendalian persediaan yang optimal dengan menggunakan model pengendalian persediaan probabilistik, yaitu model Q dan model P dengan <i>lost sales</i> .	Model Q dengan <i>lost sales</i> dipilih menjadi model usulan kebijakan yang paling optimal untuk diterapkan di perusahaan. Ongkos total persediaan yang dihasilkan dengan model Q menjadi lebih hemat dibandingkan dengan kebijakan perusahaan.
H. Bernik Maskun. (2016).	Penentuan Tingkat Persediaan Optimum Menggunakan Metode P (<i>Periodic Reviews Method</i>) dengan <i>Demand</i> selama <i>Lead Time</i> Berdistribusi Probabilistik	Menentukan tingkat persediaan optimum untuk material aluminium <i>plate</i> jenis LN9073-L-3140-T351-25x1220x3660mm di PT Dirgantara Indonesia	Pola distribusi kebutuhan selama <i>lead time</i> Pareto II, besarnya Tingkat persediaan Q_0 adalah 165.901.185 mm ² dengan T_0 selama 183 hari (6,098 bln) memberikan efisiensi biaya sebesar 47,07%.
Akik Hidayat, Ridwan Giri P., Rianto.	Ramalan Permintaan Persediaan Optimal Daging Ikan Menggunakan Model P (<i>Periodic Review</i>).	Memprediksi kebutuhan jumlah daging ikan yang sering berubah-ubah untuk meminimalisir terjadinya kerugian finansial.	Model P (<i>periodic review</i>) dengan adanya <i>back order</i> dan metode permalan <i>brown exponential smoothing</i> lebih tepat digunakan untuk meramalkan permintaan daging ikan karena menghasilkan ukuran kesalahan yang lebih kecil.
Muhamad Kamaludin	Perencanaan Persediaan <i>Spare Part</i> Menggunakan Sistem P (<i>Periodic Review</i>) dan Sistem Q (<i>Continous Review</i>).	Tujuan dilakukannya penelitian untuk merencanakan persediaan <i>spare part</i> terkait dengan jumlah, persediaan pengaman dan titik pemesanan	

Penulis (Tahun)	Judul Jurnal	Fokus Kajian (Tujuan)	Hasil Penelitian
		kembali.	

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1 Persediaan

Ristono (2009) persediaan dapat diartikan sebagai barang-barang yang disimpan untuk digunakan atau dijual pada masa atau periode yang akan datang. Persediaan terdiri dari persediaan bahan baku, persediaan bahan setengah jadi dan persediaan barang jadi. Persediaan bahan baku dan bahan setengah jadi disimpan sebelum digunakan atau dimasukkan kedalam proses produksi, sedangkan persediaan barang jadi atau barang dagang disimpan terlebih dahulu sebelum dijual atau dipasarkan. Dengan demikian setiap perusahaan yang melakukan kegiatan usaha umumnya memiliki persediaan.

Persediaan merupakan salah satu aktiva yang paling aktif dalam operasi kegiatan perusahaan dagang. Persediaan juga merupakan aktiva lancar terbesar dari perusahaan manufaktur maupun dagang. Pengaruh persediaan terhadap laba lebih mudah terlihat ketika kegiatan bisnis sedang berfluktuasi.

2.2.2 Jenis Persediaan Menurut Tujuan

Menurut Ristono (2008) pembagian jenis persediaan dapat berdasarkan tujuannya, terdiri dari :

1. Persediaan Pengaman (*Safety Stock*)

Persediaan pengaman atau sering disebut *safety stock* adalah persediaan yang dilakukan untuk mengantisipasi unsur ketidakpastian permintaan dan penyediaan. Apabila persediaan pengaman tidak mampu mengantisipasi ketidakpastian tersebut, akan terjadi kekurangan persediaan (*stock out*). Faktor-faktor yang menentukan besarnya *safety stock* :

a. Penggunaan bahan baku rata-rata

Salah satu dasar untuk memperkirakan penggunaan bahan baku selama periode tertentu, khususnya selama periode tertentu, khususnya selama periode pemesanan adalah rata-rata penggunaan bahan baku pada masa sebelumnya. Hal ini perlu diperhatikan karena permalalan permintaan langganan memiliki resiko yang tidak dapat dihindarkan bahwa persediaan yang telah ditetapkan sebelumnya atas dasar taksiran tersebut habis sama sekali sebelum barang dari pesanan datang.

b. Faktor waktu atau *lead time (procurement time)*

Lead time adalah lamanya waktu antara mulai dilakukannya pemesanan bahan-bahan sampai dengan kedatangan bahan-bahan yang dipesan tersebut dan diterima di gudang persediaan. Lamanya waktu tersebut tidaklah sama antara satu pesanan dengan pesanana yang lain, tapi bervariasi (berbeda-beda).

2. Persediaan Antisipasi

Persediaan antisipasi disebut juga sebagai *stabilization stock* merupakan persediaan yang dilakukan untuk menghadapi fluktuasi permintaan yang sudah dapat diperkirakan sebelumnya.

3. Persediaan dalam Pengiriman

Persediaan dalam pengiriman atau disebut dengan *work-in process stock* adalah persediaan yang masih dalam pengiriman, yaitu :

- a. *External transit stock* adalah persediaan yang masih didalam transportasi.
- b. *Internal transit stock* adalah persediaan yang masih menunggu untuk diproses atau menunggu sebelum dipindahkan.

2.2.3 Biaya Persediaan

Menurut Nasution (2008) secara umum dapat dikatakan bahwa biaya sistem persediaan adalah semua pengeluaran dan keruian yang timbul akibat adanya persediaan. Biaya sistem persediaan terdiri dari biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya simpan dan biaya kekurangan persediaan. Berikut ini akan diuraikan secara singkat masing-masing komponen biaya diatas.

1. Biaya Pembelian (*Purchasing Cost*)

Biaya pembelian adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang. Besarnya biaya pembelian ini tergantung pada jumlah barang yang dibeli dan harga satuan barang. Biaya pembelian menjadi faktor penting ketika harga barang yang dibeli tergantung pada ukuran pembelian. Situasi ini akan diistilahkan sebagai *quantity discount* atau *price break*. Dimana harga barang per unit akan turun bila jumlah barang yang dibeli meningkat.

2. Biaya Pengadaan (*Procurement Cost*)

Biaya pengadaan dibedakan menjadi dua jenis sesuai asal-usul barang, yaitu biaya pemesanan (*ordering cost*) bila barang yang diperlukan diperoleh dari pihak luar (*supplier*) dan biaya pembuatan (*set up cost*) bila barang diperoleh dengan memproduksi barang sendiri.

a. Biaya Pemesanan (*Ordering Cost*)

Biaya pemesanan adalah semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari luar. Biaya ini meliputi biaya untuk menentukan pemasok, pengetikan pesanan, biaya pengangkutan, biaya penerimaan, dan lain sebagainya. Biaya ini diasumsikan konstan untuk setiap kali pesan.

b. Biaya Pembuatan (*Set up Cost*)

Biaya pembuatan adalah semua pengeluaran yang timbul dalam mempersiapkan produksi suatu barang. Biaya ini timbul di dalam pabrik yang meliputi biaya menyusun peralatan produksi, menyetel mesin, mempersiapkan gambar kerja, dan sebagainya.

Karena kedua biaya tersebut mempunyai peran yang sama, yaitu pengadaan barang, maka kedua biaya tersebut disebut sebagai biaya pengadaan (*procurement cost*).

3. Biaya Penyimpanan (*Holding Cost/Carrying Cost*)

Biaya simpan adalah semua pengeluaran yang timbul akibat menyimpan barang, biaya ini meliputi :

a. Biaya Memiliki Persediaan/Biaya Modal

Penumpukan barang di gudang berarti penumpukan modal, dimana modal perusahaan mempunyai ongkos yang dapat diukur dengan suku bunga bank. Oleh karena itu, biaya yang ditimbulkan karena memiliki persediaan harus

diperhitungkan dalam biaya sistem persediaan. Biaya modal diukur sebagai prosentase nilai persediaan untuk periode tertentu.

b. Biaya Gudang

Barang yang disimpan memerlukan tempat penyimpanan sehingga timbul biaya gudang. Bila gudang dan peralatannya disewa maka biaya gudang merupakan biaya sewa sedangkan bila perusahaan mempunyai gudang sendiri maka biaya gudang merupakan biaya depresiasi.

c. Biaya Kerusakan/Penyusutan

Barang yang disimpan dapat mengalami kerusakan dan penyusutan karena beratnya berkurang ataupun jumlahnya berkurang karena bukan proses produksi. Biaya kerusakan dan penyusutan biasanya diukur dari pengalaman sesuai dengan prosentasenya.

d. Biaya Kadaluwarsa

Barang yang disimpan dapat mengalami penurunan nilai nilai karena perubahan teknologi dan model barang-barang elektronik. Biaya kadaluwarsa biasanya diukur dengan besarnya penurunan nilai jual dari barang tersebut.

e. Biaya Asuransi

Barang yang disimpan diasuransikan untuk menjaga hal-hal yang tidak diinginkan seperti kebakaran. Biaya asuransi tergantung jenis barang yang diasuransikan dan perjanjian dengan perusahaan asuransi.

f. Biaya Administrasi dan Pемindahan

Biaya ini dikeluarkan untuk mengadministansi persediaan barang yang ada, baik pada saat pemesanan, penerimaan barang maupun penyimpanannya dan biaya untuk memindahkan barang dari, ke, dan di dalam tempat penyimpanan, termasuk upah buruh dan biaya peralatan *handling*.

Dalam manajemen persediaan, terutama yang berhubungan dengan masalah kuantitatif, biaya simpan per unit diasumsikan linier terhadap jumlah barang yang disimpan (misalnya : Rp/Unit/Tahun).

4. Biaya Kekurangan Persediaan (*Shortage Cost*)

Bila perusahaan kehabisan barang pada saat adanya permintaan, maka akan terjadi keadaan kekurangan persediaan. Keadaan ini akan menimbulkan kerugian karena

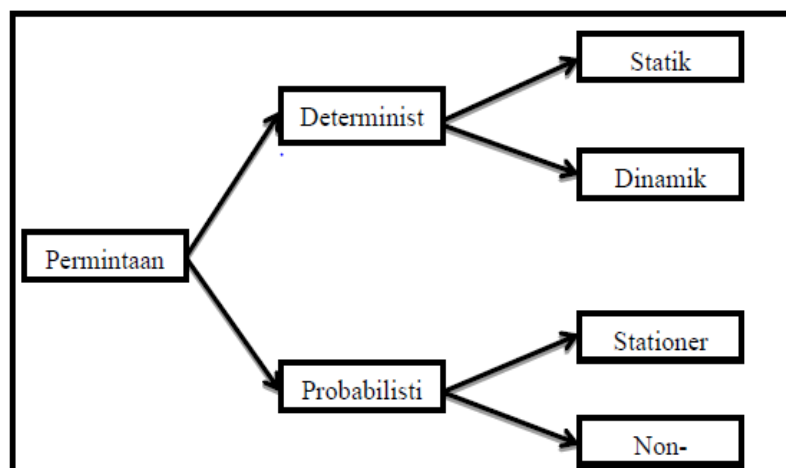
proses produksi akan terganggu dan kehilangan kesempatan mendapat keuntungan atau kehilangan konsumen pelanggan karena kecewa sehingga beralih ke tempat lain. Biaya kekurangan persediaan dapat diukur dari :

- a. Kuantitas yang tidak dapat dipenuhi.
- b. Waktu pemenuhan.
- c. Biaya pengadaan darurat.

Kadang-kadang biaya ini disebut juga biaya kesempatan (*opportunity cost*). Ada perbedaan pengertian antara biaya persediaan aktual yang dihitung secara akuntansi dengan biaya persediaan yang digunakan dalam menentukan kebijaksanaan persediaan. Biaya persediaan yang digunakan dalam menentukan kebijaksanaan persediaan hanyalah biaya-biaya yang bersifat variabel (*incremental cost*), sedangkan biaya yang bersifat *fixed* seperti biaya pembelian tidak akan mempengaruhi hasil optimal yang diperoleh sehingga tidak perlu diperhitungkan.

2.2.4 Model Persediaan

Menurut Maskun (2016) dalam manajemen persediaan terdapat berbagai jenis model yang dapat digunakan untuk perencanaan dan pengawasan. Dari berbagai model yang tersedia perusahaan dapat memilih satu atau beberapa model yang sesuai dengan keadaan dilapangan. Secara umum model persediaan berdasarkan permintaanya, dibagi menjadi dua yaitu permintaan deterministik dan permintaan probabilistik.



Gambar 2.1 Model Persediaan

Model permintaan deterministik adalah model dimana variabel permintaan dapat diketahui dengan pasti atau deterministik, sedangkan model permintaan probabilistik adalah model dengan anggapan bahawa permintaan merupakan variabel acak yang bersifat probabilistik.

Menurut Sukendar (2007) berdasarkan laju *demand* yang terjadi, model permintaan deterministik dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

1. *Static Deterministic Inventory Models*

Yaitu model dengan *demand* bersifat deterministik serta laju laju *demand* sama untuk setiap periode.

2. *Dynamic Deterministic Inventory Models*

Yaitu model permintaan dimana *demand* diketahui dan konstan, tapi laju *demand* berbeda-beda untuk tiap periode.

Dan model permintaan probabilistik dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

1. *Static Probabilistic Inventory Models*

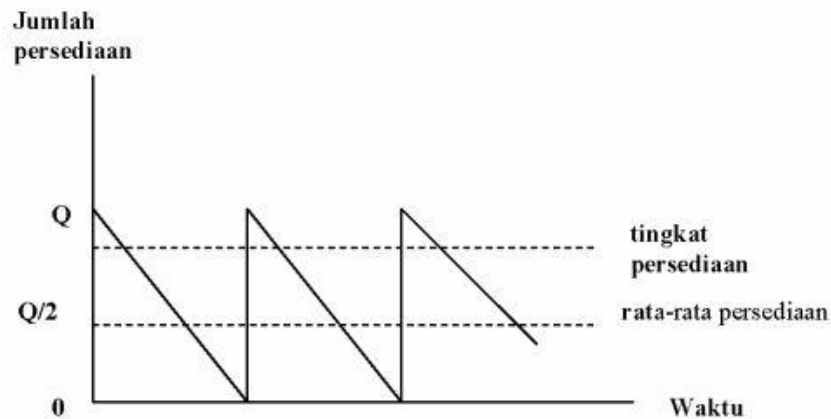
Yaitu model permintaan dimana variabel *demand* bersifat *random* dan berdistribusi probabistik yang tergantung pada panjang periode. Distribusi probabilitas *demand* adalah sama untuk masing-masing periode.

2. *Dynamic Probabilistic Inventory Models*

Yaitu model permintaan dimana variabel *demand* bersifat *random* dan berdistribusi probabilistik yang tergantung pada panjang periode. Pembedanya dengan model statis adalah distribusi probabilitas *demand* berbeda-beda untuk tiap periodenya.

Kenyataannya, sangat jarang ditemukan situasi dimana seluruh variabel dapat diketahui dengan pasti. Pada umumnya, sistem persediaan di perusahaan-perusahaan akan lebih menggunakan model persediaan probabilistik yang mempertimbangkan ketidakpastian pada variabel-variabel tersebut. Sehingga diantara keempat model tersebut, model persediaan *Dynamic Probabilistic* merupakan model yang paling sering ditemui dengan kasus didunia nyata.

2.2.5 Model Persediaan Deterministik



Gambar 2.2 Model Persediaan Deterministik

Q = Tingkat persediaan maksimum (Unit)

$Q/2$ = Persediaan rata-rata ditangan (Unit)

0 = Persediaan minimum (Unit)

Menurut Heizer (2011) karena permintaannya konstan sepanjang waktu, persediaan menurun dengan tingkat yang sama sepanjang waktu. Pada saat persediaan mencapai 0. Pesanan untuk kelompok baru tepat diterima, sehingga tingkat persediaan naik kembali sampai Q . Kemudian Untuk menghitung EOQ terlebih dahulu dihitung biaya pesan dan biaya simpan per satuan bahan baku dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Biaya Pemesanan} = \frac{\text{Total Biaya Pesan}}{\text{Frekuensi Pemesanan}}$$

$$\text{Biaya Penyimpanan} = \frac{\text{Total Biaya Simpan}}{\text{Total Kebutuhan Bahan Baku}}$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 SD}{H}}$$

Dimana:

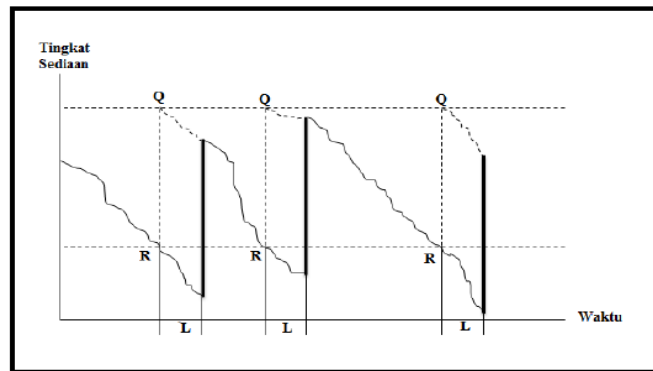
- EOQ = Kuantitas pembelian optimal (Unit)
S = Biaya pemesanan setiap kali pesan (Rp.)
D = Penggunaan bahan baku per tahun (Unit)
H = Biaya penyimpanan per unit (Rp.)

2.2.6 Model Persediaan Probabilistik

Menurut Maskun (2016) model persediaan untuk permintaan probabilistik terbagi dua, yaitu model persediaan probabilitas metode Q dan model persediaan probabilitas metode P.

1. Model Persediaan Probabilistik Metode Q

Salah satu model inventori klasik yang banyak digunakan adalah metode Q, yang juga disebut sistem pemeriksaan terus menerus (*continuous review system*) atau sistem jumlah pesanan tetap (*fixed order quantity system*). Dengan metode Q, setiap kali dilakukan penggunaan persediaan maka jumlah persediaan yang tersedia harus dihitung untuk menentukan apakah pemesanan kembali sudah atau belum perlu untuk dilakukan. Pada saat pemeriksaan tersebut, harus ditetapkan apakah jumlah persediaan yang tersisa, ditambah dengan jumlah yang sudah dipesan tetapi belum diterima, masih cukup untuk memenuhi permintaan yang ditaksir akan terjadi dimasa yang akan datang. Aturan penggunaan model ini adalah melakukan pemesanan kembali apabila kedudukan persediaan sudah sama dengan titik pemesanan kembali. Pada model ini jumlah setiap pemesanan adalah sama, akan tetapi waktu antara pemesanan yang berurutan adalah berbeda-beda. Disamping itu, masa tunggu (*lead time*) adalah sama untuk setiap putaran produksi. Secara grafis metode Q dapat juga dijelaskan seperti pada gambar berikut :



Gambar 2.3 Model Persediaan Probabilistik Metode Q

Pada gambar diatas pemesanan selalu dilakukan pada saat jumlah persediaan berada pada titik (R), dengan banyaknya pemesanan sebesar (Q) dan masa tunggu (L) sama untuk setiap pemesanan, namun jarak antara dua pemesanan yang berurutan.

Model probabilistik sistem Q memperhitungkan ketidakpastian perilaku permintaan, dan ketidakpastian *lead time* yang tidak pasti atau tidak bisa ditentukan sebelumnya secara pasti (Siswanto, 2007). Karena pemakaian selama lead time adalah probabilistik, maka akan terdapat beberapa tingkat kemungkinan pemakaian (D_{Li}) dengan probabilitas $P(D_{Li})$. Oleh karena itu, kemungkinan kehabisan persediaan yang diharapkan untuk setiap periode adalah :

Kemungkinan Kehabisan Persediaan :

$$\sum_{i=1}^n (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

Sehingga Kemungkinan Biaya Kehabisan Persediaan :

$$\pi \cdot \sum (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

Dalam 1 tahun terdapat N “*reorder cycle*”, dimana $N = D/Q$ maka :

Kemungkinan Biaya Kehabisan Persediaan Pertahun

$$\frac{D}{Q} \pi \cdot \sum (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

$$Safety\ stock = R - ED_L$$

Karena biaya simpan per unit per periode adalah h maka :

$$Biaya\ simpan\ cadangan\ persediaan = h \cdot (R - ED_L)$$

Sehingga biaya total persediaan dapat dinyatakan sebagai berikut :

TIC = Biaya Pesan + Biaya Simpan + Biaya kehabisan Persediaan

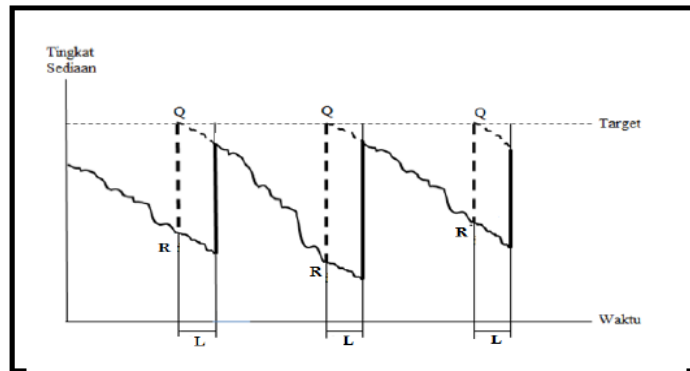
$$TIC = \frac{D}{Q}A + \frac{Q}{2}h + h x (R - ED_L) + \frac{D}{Q} \pi \sum_{i=1}^n (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

Sehingga didapat $Q = \sqrt{\frac{2D(A + \pi \cdot \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}))}{h}}$

2. Model Persediaan Probabilistik Metode P

Pada metode P, persediaan diperiksa secara berkala (*periodic*) setiap satu jangka waktu tertentu, dan panjang waktu ini tidak berubah dari waktu ke waktu. Pemesanan kembali dilakukan dengan jumlah pemesanan yang berubah-ubah, tetapi dengan jarak waktu yang tetap antara dua pemesanan yang berurutan. Karena jarak waktu yang tetap ini, maka metode P disebut juga sistem pemesanan berkala (*Periodic Review System*), sistem pemesanan dengan jarak tetap (*Fixed Interval Reorder System*) atau sistem pemesanan kembali berkala (*Periodic Reorder System*). Pada metode P ini ditetapkan satu target sediaan, yaitu tingkat sediaan yang harus dicapai setiap kali pemesanan dilakukan.

Pada setiap kali pemeriksaan, yang dilakukan secara berkala, pemesanan diajukan sebesar Q. Karena jarak waktu antara pemesanan tidak berbeda dan tingkat permintaan atau pemakaian tidak tetap, maka tentu saja Q akan berubah-ubah. Namun demikian masa tunggu harus sama untuk setiap pemesanan. Situasi untuk model ini dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.4 Model Persediaan Probabilistik Metode P

Pada gambar 2.3 diperlihatkan jumlah pemesanan (Q) untuk setiap kali pemesanan pada metode P dilakukan pada setiap saat, sehingga kedudukan sediaan awal pada suatu kurun waktu harus cukup untuk memenuhi kebutuhan hingga diterimanya pemesanan pada kurun waktu berikutnya.

Menurut Ristono (2009) model persediaan probabilistik *periodic review* merupakan bagian dari model persediaan probabilistik sistem P, yaitu sistem persediaan dengan jangka waktu antar dua pesanan tetap sedangkan jumlah barang yang dipesan berubah-ubah. Persediaan pengaman dalam sistem ini tidak hanya dibutuhkan untuk mengatasi fluktuasi selama *lead time* tetapi juga seluruh konsumsi persediaan, sehingga dalam sistem ini cenderung dibutuhkan jumlah persediaan yang lebih besar.

1. Biaya *Review* dan Biaya Pesan

Sejak adanya pengulangan yang terjadi setiap T unit dari waktu yang ada, maka ini akan diulang untuk tiap tahunnya. Jika kita menghilangkan permintaan secara terus menerus ini layak untuk dijadikan asumsi bahwa pesanan akan ditempatkan pada masing-masing pengulangan serta biaya pesan adalah

$$\text{Biaya Pesan} = (V + A) T$$

Dimana :

V = Biaya pengulangan pesanan (Rp)

A = Biaya penempatan pesanan (Rp)

T = Periode *review* (Hari)

2. Biaya Simpan

Ekspektasi *level inventory* saat sebuah periode siklus adalah :

$$E[z] = \int_0^x (R - x)g(x, I + T)dx + \int_R^x (x - R)g(x, I + T)d$$

$$E[z] = R \int_0^x g(x, I + T)dx - \int_R^x xg(x, I + T)dt + \int_R^x (x - R)g(x, I + T)d$$

$$E[z] = R - E(x, I + T) + \bar{S}(R, T)$$

$$E[z] = R - D(I + T) + \bar{S}(R, T)$$

Dengan $\bar{S}(R, T)$ adalah *lost sale* per periode.

Ekspektasi *level on hand inventory* pada awal siklus adalah sebagai berikut :

$$E[y] = E[z] + DT$$

Rata-rata *level inventory* dapat dihitung menggunakan model sebagai berikut :

$$I = E[z] + 1/2(E[y] + E[z])$$

$$I = R - D + \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T)$$

Rata-rata biaya simpan dapat dihitung menggunakan model sebagai berikut :

$$hI = h(R - D - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T))$$

Keterangan :

R = *Reorder level* (Unit)

T = *Periode review* (Hari)

D = Jumlah permintaan (Unit)

I = Rata-rata *level inventory*

h = Biaya simpan (Rp)

$\bar{S}(R, T)$ = *Lost sale* per periode

3. Biaya Kehabisan Persediaan (*Stockout*)

Kehabisan persediaan terjadi diakibatkan karena jumlah permintaan melebihi *level inventory*, maka dapat dirumuskan :

$$\bar{S}(R, T) = \int_R^x (x - R)g(x, I + T)dx$$

Sehingga total biaya kehabisan pesediaan setiap tahun dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$TC_x = \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T}$$

Dimana :

TC_x = Total biaya kehabisan persediaan pertahun (Rp).

π = Biaya kehabisan persediaan (Rp).

$\bar{S}(R, T)$ = Ekspektasi *safety stock* (unit).

T = Periode *review* (Hari).

4. Total Biaya *Annual TC*(R, T)

Didapatkan dengan penjumlahan total biaya *review* dan total *cost*, yaitu :

$$TC(R, T) = \frac{V + A}{T} + h \left(R - D - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) \right) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T}$$

Nilai optimal R dengan T diketahui dapat dicari dengan persamaan :

$$\frac{\partial TC(R, T)}{\partial R} = h + \left(h + \frac{\pi}{T} \right) \frac{\partial}{\partial R} \bar{S}(R, T) = 0$$

Sehingga didapatkan persamaan :

$$\int_0^r g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT}$$

Dimana :

$TC(R, T)$ = Total *annual cost* (Rp).

π = Biaya kehabisan persediaan (Rp).

$\bar{S}(R, T)$ = Ekspektasi *safety stock* (unit).

T = Periode *review* (Hari).

2.2.7 Peramalan

2.2.7.1 Konsep Dasar Peramalan

Menurut Yamit (1999) peramalan (*forecasting*) merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien khususnya dalam bidang ekonomi. Peramalan

mempunyai peranan langsung pada peristiwa eksternal yang pada umumnya berada diluar kendali manajemen. Seperti : ekonomi, sosial, politik, perubahan teknologi, budaya, pemerintah, pelanggan, pesaing, dan lain sebagainya. Peramalan adalah prediksi, proyeksi atau estimasi tingkat kejadian yang tidak pasti dimasa yang akan datang. Ketepatan secara mutlak dalam memprediksi peristiwa dan tingkat kegiatan yang akan datang adalah tidak mungkin dicapai, oleh karena itu ketika perusahaan tidak dapat melihat kejadian yang akan datang secara pasti, diperlukan waktu dan tenaga yang besar agar mereka dapat memiliki kekuatan untuk menarik kesimpulan terhadap kejadian yang akan datang.

Dalam membuat peramalan kebutuhan ataupun permintaan harus menggunakan metode tertentu. Pada dasarnya semua metode peramalan mempunyai ide yang sama, yaitu menggunakan data terdahulu (masa lalu) untuk memperkirakan atau memproyeksikan data dimasa sekarang (data yang diteliti). Dalam sistem peramalan, penggunaan beragam metode peramalan akan memberikan nilai ramalan yang berbeda dan derajat kesalahan yang juga berbeda. Hal tersebut yang menjadi perhatian utama dalam melakukan peramalan adalah memilih model peramalan terbaik yang mampu mengidentifikasi dan menanggapi pola aktivitas historis data.

2.2.7.2 Tujuan Peramalan

Menurut Ginting (2007) ada beberapa tujuan peramalan dilihat dengan waktu adalah sebagai berikut :

1. Jangka Pendek (*Short Term*)

Menentukan kuantitas dan waktu dari item dijadikan produksi. Biasanya bersifat harian ataupun mingguan dan ditentukan oleh *Low Management*.

2. Jangka Menengah (*Medium Term*)

Menentukan kuantitas dan waktu dari kapasitas produksi. Biasanya bersifat bulanan ataupun kuartal dan ditentukan oleh *Middle Management*.

3. Jangka Panjang (*Long Term*)

Merencanakan kuantitas dan waktu dari fasilitas produksi. Biasanya bersifat satu tahunan, lima tahunan, 20 tahunan dan ditentukan oleh *top management*.

2.2.7.3 Sifat Hasil Peramalan

Menurut Ginting (2007) dalam membuat peramalan atau menerapkan suatu peramalan maka ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan, yaitu :

1. Peramalan pasti mengandung kesalahan, artinya peramal hanya bisa mengurangi ketidakpastian yang akan terjadi, tetapi tidak dapat menghilangkan ketidakpastian tersebut.
2. Peramalan seharusnya memberikan informasi tentang beberapa ukuran kesalahan, artinya karena peramalan pasti mengandung suatu kesalahan, maka akan penting bagi peramal untuk menginformasikan seberapa besar kesalahan yang mungkin terjadi.
3. Peramalan jangka pendek lebih akurat dibandingkan dengan peramalan jangka panjang. Hal ini disebabkan karena pada peramalan jangka pendek faktor-faktor yang memengaruhi permintaan relatif masih konstan sedangkan semakin panjang periode peramalan, maka akan semakin besar kemungkinan terjadinya faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan.

2.2.7.4 Metode Peramalan Kuantitatif (*Statistical Method*)

Menurut Ginting (2007) pada dasarnya metode peramalan kuantitatif ini dapat dibedakan atas dua bagian, yaitu :

1. Metode peramalan yang didasarkan atas penggunaan analisa pola hubungan antara variabel yang diperkirakan dengan variabel waktu, yang merupakan deret waktu atau *time series*.
2. Metode peramalan yang didasarkan pada atas penggunaan analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel lain yang mempengaruhinya, bukan waktu yang disebut dengan metode korelasi sebab akibat.

Prosedur umum yang digunakan dalam metode peramalan kuantitatif adalah sebagai berikut:

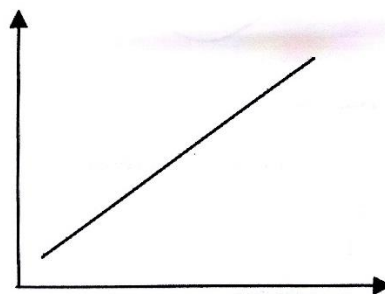
1. Definisikan tujuan peramalan.
2. Pembuatan diagram pencar.

3. Pilih minimal dua metode peramalan yang dianggap sesuai.
4. Hitung parameter-parameter fungsi peramalan.
5. Hitung kesalahan setiap metode peramalan.
6. Pilih metode yang terbaik yaitu yang memiliki kesalahan terkecil.
7. Lakukan verifikasi peramalan.

2.2.7.5 Metode Peramalan Deret Waktu (*Time Series*)

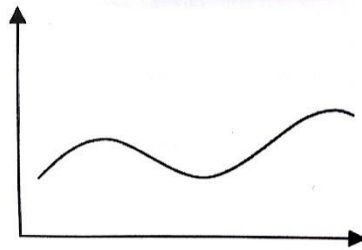
Menurut Kusuma (2004) banyak perusahaan melakukan peramalan berdasarkan data penjualan masa lalu. Asumsi yang digunakan adalah hubungan sebab-akibat (*causal system*), yaitu bahwa apa yang terjadi dimasa lalu akan terulang kembali pada masa yang akan datang. Hubungan sebab akibat tidak diterangkan pada saat menurunkan model statistika. Dengan asumsi ini maka pola penjualan masa lalu digunakan sebagai dasar untuk meramalkan penjualan dimasa mendatang, dengan catatan bahwa hubungan sebab akibat masa lalu tersebut belum berubah. Penjualan masa lampau (dinotasikan Y) dipengaruhi oleh empat komponen utama, yaitu :

1. Kecenderungan/*Trend* (T), secara umum terdapat dua macam kecenderungan, yaitu naik/turun atau konstan.

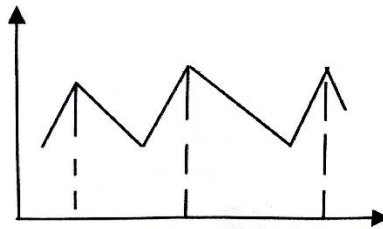


Gambar 2.5 Pola Data *Trend*

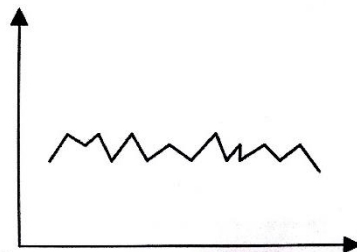
2. Siklus/*Cycle* (C), berkaitan dengan pola pergerakan penjualan yang konsisten selama satu tahun. Siklus menggambarkan pola penjualan yang berulang setiap periode. Pola siklus berguna untuk meramalkan penjualan jangka pendek.

Gambar 2.6 Pola Data *Cycle*

3. Musim/*Season (S)*, penjualan produk dapat memiliki musim yang berulang secara khusus. Banyak produk dipengaruhi pola pergerakan aktivitas ekonomi yang terkadang memiliki kecenderungan periodic. Komponen musim ini amat berguna dalam peramalan jangka menengah. Contoh yang paling jelas dari komponen musim ialah kenaikan penjualan yang tajam untuk produk pakaian jadi pada saat mendekati hari raya atau kenaikan arus penumpang pada saat hari libur.

Gambar 2.7 Pola Data *Season*

4. Kejadian luar biasa/*Erratic events (E)*, mencakup kejadian diluar dugaan seperti kebakaran, bencana alam, dan sebagainya. Komponen ini tidak dapat diramalkan dan harus disingkirkan dari data masa lampau untuk melihat perilaku yang lebih normal.

Gambar 2.8 Pola Data *Erratic Events*

Kusrianto (2010) mengatakan terdapat teknik-teknik untuk meramalkan permintaan, diantaranya sebagai berikut:

1. Rata-rata (*simple average*)

Metode rata-rata secara sederhana menghitung rata-rata dari data yang tersedia (sejumlah T), persamaan metode rata-rata yaitu:

$$F_t = \frac{\sum_{t=1}^n A}{n}$$

Dimana

A = data aktual

F_t = peramalan untuk periode t

n = jumlah periode peramalan

Metode sederhana ini cocok jika datanya tidak memiliki *trend* dan tidak mengandung faktor musiman.

2. *Single Exponential Smoothing*

Peramalan *single exponential smoothing* dihitung berdasarkan hasil peramalan ditambah dengan peramalan periode sebelumnya. Jadi kesalahan peramalan sebelumnya digunakan untuk mengoreksi peramalan berikutnya. Persamaannya adalah:

$$F_0 = A_1$$

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha) F_{t-1}$$

Dimana, α = parameter *smoothing*

Semakin besar α , *smoothing* yang dilakukan semakin kecil, sebaliknya semakin kecil α maka *smoothing* yang dilakukan semakin besar. Masalah yang dihadapi dalam melakukan peramalan metode ini adalah mencari α optimum, karena akan membuat MSE, MAPE atau pengukuran yang lainnya dalam nilai minimum.

3. *Double Exponential Smoothing*

$$F_0 = F'_0 = A_1$$

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha) F_{t-1}$$

$$F'_t = \alpha F_t + (1 - \alpha) F'_{t-1}$$

4. *Triple Exponential Smoothing (Winter-Holt Method's)*

Menurut Makridakis et al., (1980) metode ini digunakan ketika data menunjukkan adanya *trend* dan perilaku musiman. Tergantung pada tipe musimannya yaitu *Multiplicative seasonal model* dan *Additive seasonal model*, memilih *multiplicative model* ketika pola musiman dalam data tergantung pada ukuran data. Dengan kata lain, besarnya pola musiman meningkat ketika pola data naik dan menurun ketika pola data menurun. Memilih *additive model* ketika pola musiman dalam data tidak tergantung pada ukuran data. Rumus yang digunakan untuk *triple exponential smoothing* adalah:

$$A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{A_t} + (1 - \gamma)S_{t-L}$$

$$F_{t+p} = (A_t + pT_t)S_{t-L+p}$$

Dimana :

A_t = Nilai baru yang telah dimuluskan

α = Konstanta pemulusan untuk data ($0 \leq \alpha \leq 1$)

Y_t = Data aktual pada periode t

β = Konstanta pemulusan untuk estimasi trend ($0 \leq \beta \leq 1$)

T_t = Estimasi trend

γ = Konstanta pemulusan untuk estimasi musiman ($0 \leq \gamma \leq 1$)

S_t = Estimasi musiman

p = Periode yang diramalkan

F_{t+p} = Nilai ramalan pada periode p

2.2.7.6 Akurasi dan Kontrol Pengamatan

Ada beberapa kriteria yang digunakan untuk menentukan tingkat keakuratan/ketepatan (akurasi) peramalan. Akurasi peramalan akan tinggi apabila nilai MAD, MSD dan MAPE semakin kecil. Besarnya kesalahan peramalan (*forecast error*) dihitung berdasarkan rumus berikut (Gaspersz, 1998) :

$$E_t = X_t - F_t$$

Dimana :

E_t = Nilai error (kesalahan).

X_t = Data periode ke-t.

F_t = Nilai Peramalan pada periode ke-t.

Ukuran akurasi dari hasil peramalan merupakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan permintaan yang sebenarnya terjadi. Menurut Baroto (2002), terdapat empat ukuran yang biasa digunakan, yaitu :

1. Rata-Rata Deviasi Mutlak (*Mean Absolute Deviation = MAD*)

MAD merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibanding kenyataannya. Secara matematis, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^m |X_t - F_t|}{m}$$

2. Rata-Rata Kuadrat Kesalahan (*Mean Square Error = MSE*)

MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode ramalan. *MSE* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^m |X_t - F_t|^2}{m}$$

3. Rata-Rata Prosentase Kesalahan Absolut (*Mean Absolute Percentage Error = MAPE*)

MAPE menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah. *MAPE* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^m [(|X_t - F_t|/X_t) \times 100\%]}{m}$$

2.3 Persediaan Pengaman (*Safety Stock*)

Menurut Pujawan (2005) *safety stock* merupakan persediaan yang disiapkan sebagai penyangga untuk mengantisipasi adanya perbedaan antara peramalan dan permintaan aktual, antara *delivery time* yang diharapkan dan aktualnya, serta hal-hal tak terduga lainnya. Jumlah *safety stock* yang dibutuhkan untuk memenuhi tingkat permintaan/kebutuhan tertentu dapat ditentukan melalui simulasi komputer atau metode statistik. Data permintaan produk dan waktu tunggu pemesanan (*lead time*) menentukan besarnya *safety stock* suatu produk, berikut persamaan yang digunakan :

Variabel	$Sdl = Sd \times \sqrt{l}$ <u>Safety stock ditentukan oleh ketidakpastian permintaan</u>	$Sdl = \sqrt{d^2 \times Sl^2 \times l \times Sd^2}$ <u>Safety stock ditentukan oleh interaksi dan ketidakpastian</u>
Permintaan		
Konstan	$Sdl = 0$ <u>Tidak diperlukan Safety stock</u>	$Sdl = d \times Sl$ <u>Safety stock ditentukan oleh ketidakpastian lead time</u>
	Konstan	Variabel
	<i>Lead Time</i>	

Gambar 2.10 Penentuan *Safety Stock*

Dimana :

d = Rata-rata permintaan per periode (Unit).

l = Rata-rata periode *lead time* (hari).

Sd = Standar deviasi permintaan.

Sl = Standar deviasi *lead time*.

Untuk mendapatkan nilai standar deviasi selama *lead time* digunakan rumus :

$$Sdl = Sd \times \sqrt{l}$$

Maka jumlah *safety stock* dapat dirumuskan dengan :

$$\text{Safety Stock} = \text{Service Level} \times \text{Forecast Error} \times \text{Lead Time}$$

2.4 Titik Pemesanan Kembali (*Re-Order Point* atau ROP)

Menurut Riyanto (2011) *Re-Order Point* (ROP) adalah “saat titik dimana harus diadakan pemesanan lagi sedemikian rupa sehingga kedatangannya atau penerimaan material yang dipesan itu adalah tempat waktu”. Jadi dapat disimpulkan bahwa sebelum persediaan bahan baku habis pakai dalam produksi, perusahaan harus melakukan pemesanan kembali yang maksudnya agar pada saat pemesanan datang persediaan bahan masih berada atau tepat diatas persediaan pengaman.

$$ROP = d \times l \times SS$$

Dimana :

d = Permintaan rata-rata per periode (unit)

l = Rata-rata *lead time* (hari).

SS = *Safety stock* (unit).