

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan (*forecasting*) adalah analisis keputusan yang bertujuan untuk memperkirakan prospek ekonomi atau kegiatan usaha di masa yang akan datang. Beberapa definisi peramalan menurut para ahli, antara lain ialah sebagai berikut:

1. Menurut Aritonang (2002), peramalan adalah kegiatan penerapan model yang telah dikembangkan pada waktu yang akan datang.
2. Menurut Sumayang (2003), *forecasting* atau peramalan adalah perhitungan yang objektif dan dengan menggunakan data-data masa lalu, untuk menentukan sesuatu di masa yang akan datang.
3. Menurut Gaspersz (2004), aktivitas peramalan merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan permintaan dan penggunaan produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat.
4. Menurut Heizer dan Render (2001), prinsip peramalan adalah peramalan akan selalu mengandung *error*, kesalahan harus terukur, ramalan suatu *family* produk lebih teliti daripada *end item*, dan peramalan jangka pendek lebih teliti daripada peramalan jangka panjang.

Dilihat dari jangka waktu ramalan yang disusun, peramalan dibedakan atas :

1. Peramalan jangka pendek, untuk waktu satu tahun atau kurang yang digunakan untuk merencanakan pembelian, penjadwalan kerja, jumlah tenaga kerja, penugasan, dan tingkat produksi.
2. Peramalan jangka menengah, untuk waktu satu hingga lima tahun ke depan yang digunakan untuk merencanakan penjualan, perencanaan penganggaran produksi, penganggaran kas, dan menganalisis berbagai rencana operasi.
3. Peramalan jangka panjang, untuk waktu lebih dari lima tahun yang akan datang dan digunakan dalam merencanakan produk baru, pengembangan modal, lokasi fasilitas, ekspansi, penelitian, dan pengembangan.

### 2.1.1 Metode Peramalan

Dalam memilih teknik dan metode peramalan, peneliti atau analisis harus memilih teknik dan metode peramalan yang tepat untuk suatu masalah dan keadaan tertentu yang dihadapi. Menurut Sodikin (2012) ada enam faktor yang dapat mengidentifikasi sebagai teknik dan metode peramalan, yaitu:

1. Horizon waktu
2. Pola dari data
3. Jenis dari mode
4. Biaya
5. Ketepatan
6. Mudah dan tidaknya aplikasi

Adapun hal-hal yang harus diperhatikan dalam memilih metode peramalan adalah item yang akan diramalkan, interaksi situasi, dan waktu persiapan. Menurut Sodikin (2012), ditinjau dari segi proyeksi, peramalan secara teknis dikualifikasikan dalam dua cara yaitu peramalan kualitatif dan kuantitatif.

#### 1. Peramalan kualitatif

Digunakan jika tidak tersedia data kuantitatif masa lalu karena alasan:

- Data tidak tercatat
- Yang diramalkan adalah hal baru
- Situasi telah berubah
- Situasi turbulen dan memerlukan *human mind*
- Kesalahan peramalan tidak dapat diprediksi

#### 2. Peramalan kuantitatif

Peramalan kuantitatif didasarkan atas data kuantitatif pada masa lalu. Metode ini dilakukan jika:

- Berangkat dari asumsi bahwa pola hubungan berlanjut hingga pada masa yang akan datang.
- Metode kuantitatif ini cocok dipakai pada kondisi yang statis, jelas dan tidak memerlukan *human mind*.

- Dengan metode kuantitatif ini, ketelitian ramalan dapat diprediksi sejak awal sebagai bahan pengambilan keputusan.

Metode ini secara garis besar dibagi menjadi dua kelompok, yaitu metode seri waktu (*Time Series*) dan model kausal.

#### 1. Metode *Time Series*

Model kuantitatif intrinsik, sering disebut sebagai model-model deret waktu (*time series model*). *Time series* adalah metode yang dipergunakan untuk menganalisis serangkaian data yang merupakan fungsi dari waktu. Dengan analisis deret waktu dapat ditunjukkan bagaimana permintaan terhadap suatu produk tertentu bervariasi terhadap waktu. Sifat dari perubahan permintaan dari tahun ke tahun dirumuskan untuk meramalkan penjualan pada masa yang akan datang. Ada empat komponen utama yang mempengaruhi analisis ini, yaitu :

- a. Kecenderungan (*trend*)
- b. Siklus (*cycle*)
- c. Musiman (*seasonal*)
- d. Kejadian luar biasa (*errortic events*)

Metode peramalan yang termasuk model *time series* adalah :

##### A. Metode penghalusan eksponensial (*Exponential Smoothing*)

Penghalusan eksponensial adalah metode peramalan yang mudah digunakan dan efisien dilakukan dengan komputer. Penghalusan eksponensial adalah teknik peramalan rata-rata bergerak yang memberikan bobot secara eksponensial pada data paling akhir, sehingga akan mendapatkan bobot yang lebih besar secara bertingkat. Metode ini sering digunakan pada permintaan barang yang perubahannya sangat cepat, karena itu prakiraan permintaan biasanya dipecah dari permintaan bulanan menjadi permintaan mingguan.

Secara sederhana *exponential smoothing* diformulasikan sebagai berikut :

$$\text{new forecast} = \alpha(\text{actual demand}) + (1-\alpha)(\text{previous forecast}) \\ F_{t+1} = \alpha A_t + (1-\alpha)F_t \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

$t$  = Periode saat ini

$A$  = Konstanta *exponential smoothing*

$A_t$  = Permintaan pada periode  $t$

$F_t$  = Peramalan untuk periode  $t$

$F_{t+1}$  = Peramalan untuk periode yang akan datang atau

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

Dimana :

$F_t$  = Prakiraan permintaan sekarang

$F_{t-1}$  = Prakiraan permintaan yang lalu

$\alpha$  = Konstanta eksponensial

$D_{t-1}$  = Permintaan nyata

#### B. Metode rata-rata bergerak (*Moving Average*)

Rata-rata bergerak atau *moving average* bermanfaat jika permintaan diasumsikan tetap stabil sepanjang waktu. Metode ini cenderung digunakan untuk menghaluskan ketidakaturan jangka pendek di dalam seri data.

Metode rata-rata bergerak memiliki perhitungan rata-rata yang dilakukan dengan cara menjumlahkan data tahun terakhir dengan data beberapa periode sebelumnya. Secara matematis, rata-rata bergerak sederhana yang menjadi estimasi dari permintaan periode berikutnya ditunjukkan dengan rumus :

$$\text{Rata-rata bergerak} = \frac{\text{Permintaan data } n \text{ periode sebelumnya}}{n} \dots \dots \dots (2)$$

dimana  $n$  adalah jumlah periode dalam rata-rata bergerak. Jika data berkala sebanyak  $n : Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  maka rata-rata bergerak (*moving average*)  $n$  waktu, misalnya 3 bulanan, triwulanan, semesteran secara berurutan untuk rata-rata bergerak 3 bulan, triwulan, semester periode merupakan urutan rata-rata hitung, sebagai berikut :

$$\frac{Y_1+Y_2+\dots+Y_n}{n}, \frac{Y_2+Y_3+\dots+Y_{n-1}}{n}, \frac{Y_3+Y_4+\dots+Y_{n+2}}{n} \text{ dan seterusnya}$$

$Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n, Y_2 + Y_3 + \dots + Y_{n+1}, Y_3 + Y_4 + \dots + Y_{n+2}$  masing-masing disebut total bergerak (*moving average*). Rata-rata bergerak mengurangi variasi dari data asli. Di dalam data berkala rata-rata bergerak sering dipergunakan untuk memuluskan fluktuasi yang terjadi dalam data tersebut. Proses pemulusan ini disebut pemulusan data berkala.

### C. Metode proyeksi tren (*Trend Projection*)/*Least Square*

Metode kuadrat terkecil (*Least Square*) adalah salah satu metode yang paling banyak digunakan, karena mampu menarik garis yang bisa mewakili letak data-data yang ada. Hasilnya, berupa garis tren (kecenderungan) yang bisa dianggap sebagai prakiraan yang paling rasional atau masuk akal. Garis tren ini memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Penjumlahan semua deviasi adalah nol atau minimum
- b. Garis tren ditarik melalui rata-rata  $X$  dan rata-rata  $Y$

Persamaan garis tren dapat ditulis sebagai persamaan garis lurus sebagai berikut :

$$Y^t = a + bX \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

$Y^t$  = Data berkala (*Time series data*)

$X$  = Waktu (hari, minggu, bulan, tahun)

$a$  dan  $b$  = Bilangan konstan

Jika mencari garis tren berarti mencari nilai  $a$  dan  $b$ . Apabila  $a$  dan  $b$  sudah diketahui maka garis tren tersebut dapat dipergunakan untuk meramalkan  $Y$ . Untuk mengadakan perhitungan maka diperlukan nilai tertentu pada variabel waktu ( $= x$ ) sedemikian rupa, sehingga jumlah nilai variabel waktu adalah nol.

## 2. Metode Kausal

Metode ini bertujuan untuk menghitung bagaimana suatu perkiraan atau persamaan regresi yang akan menjelaskan hubungan diantara variabel. Regresi berarti bergantung bahwa sifat atau perilaku sebuah variabel akan bergantung kepada variabel lainnya, karena itu ada variabel bergantung dan variabel bebas. Ada dua macam regresi, yaitu *simple regression* dan *multiple regression*. Dalam *simple regression*, 1 variabel bebas akan menjelaskan 1 variabel bergantung. Dalam *multiple regression*, 1 variabel bergantung akan dijelaskan oleh beberapa variabel bebas. Bentuk persamaan regresi adalah sebagai berikut :

Regresi Sederhana (*Simple Regression*)

$$b = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \dots\dots\dots(4)$$

$$a = \frac{\sum y - b\sum x}{n} \dots\dots\dots(5)$$

$$\tilde{y} = a + bx \dots\dots\dots(6)$$

Regresi Berganda (*Multiple Regression*)

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + dX_3 + \dots + jX_n \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

$a = Y$  pintasan (nilai bila  $X = 0$ ).

$b =$  Kemiringan dari garis regresi (kenaikan atau penurunan untuk setiap perubahan satu-satuan  $X$ ) atau koefisien regresi mengukur besarnya pengaruh  $X$  terhadap  $Y$  kalau  $X$  naik satu *unit*.

$X$  = Nilai tertentu dari variabel bebas.

$Y'$  = Nilai yang diukur/dihitung pada variabel tidak bebas.

### 2.1.2 Langkah-langkah Peramalan

Sistem peramalan memiliki sembilan langkah yang harus diperhatikan untuk menjamin efektifitas dan efisiensi. Menurut Gaspersz (2004), langkah-langkah tersebut termasuk dalam manajemen permintaan yang disebut juga sebagai konsep dasar sistem peramalan, yaitu:

1. Menentukan tujuan dari peramalan.
2. Memilih *item independent demand* yang akan diramalkan.
3. Menentukan horison waktu dari peramalan (jangka pendek, menengah, dan panjang).
4. Memilih model-model peramalan.
5. Memperoleh data yang dibutuhkan untuk melakukan peramalan.
6. Validasi model peramalan.
7. Membuat peramalan.
8. Implementasi hasil-hasil peramalan.
9. Memantau keandalan hasil peramalan

### 2.1.3 Parameter Kesalahan Peramalan

Peramalan terhadap kondisi-kondisi di masa mendatang pada umumnya tidak dapat persis sama dengan kenyataan yang terjadi di masa mendatang. Oleh karena itu, diharapkan peramalan dapat dilakukan dengan nilai kesalahan sekecil mungkin. Kesalahan peramalan tidak semata-mata disebabkan kesalahan dalam memilih metode, tetapi dapat juga disebabkan jumlah data yang diamati terlalu sedikit sehingga tidak menggambarkan pola yang sebenarnya dari variabel yang bersangkutan. Menurut Herjanto (2008), berikut ini beberapa ukuran yang dipakai untuk menghitung kesalahan peramalan:

### 1. Kesalahan Rata-rata

Kesalahan rata-rata (*AV*, *Average Error*) merupakan rata-rata perbedaan antara nilai sebenarnya dan nilai peramalan, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$AE = \frac{\sum e_i}{n} \dots\dots\dots(8)$$

Kesalahan rata-rata suatu peramalan seharusnya mendekati angka nol jika data yang diamati berjumlah besar. Apabila tidak, berarti model yang digunakan mempunyai kecenderungan bias, yaitu peramalan cenderung menyimpang di atas rata-rata (*overestimate*) atau di bawah rata-rata (*underestimate*) dari nilai sebenarnya.

### 2. Rata-rata Penyimpangan Absolut atau *Mean Absolute Deviation* (MAD)

MAD merupakan penjumlahan kesalahan prakiraan tanpa menghiraukan tanda aljabarnya dibagi dengan banyaknya data yang diamati, yang dirumuskan sebagai berikut :

$$MAD = \frac{\sum |e_i|}{n} \dots\dots\dots(9)$$

Dalam MAD, kesalahan dengan arah positif atau negatif akan diberlakukan sama, yang diukur hanya besar kesalahan secara absolut.

### 3. Rata-rata Kesalahan Kuadrat

Metode rata-rata kesalahan kuadrat (*MSE*, *Mean Squared Error*) memperkuat pengaruh angka-angka kesalahan besar, tetapi memperkecil angka kesalahan peramalan yang lebih kecil dari satu *unit*.

$$MSE = \frac{\sum e^2}{n} \dots\dots\dots(10)$$

### 4. Rata-rata Persentase Kesalahan Absolut

Pengukuran ketelitian dengan cara rata-rata persentase kesalahan absolut (*MAPE*, *Mean Absolut Percentage Error*) menunjukkan rata-rata kesalahan absolut peramalan dalam bentuk persentasenya terhadap data aktual.

$$MAPE = \frac{\sum X_i^e}{n} \cdot 100 \dots \dots \dots (11)$$

#### 2.1.4 Verifikasi Peramalan

Menurut Ginting (2007), jika sebaran berada di dalam kontrol, maka metode peramalan tersebut sesuai, artinya pola peramalan terhadap data tersebut representatif. Verifikasi peramalan dapat dilakukan dengan menggunakan metode *moving range chart*. Penentuan batas kontrol metode *moving range chart* memerlukan perhitungan:

$$Moving\ Range\ (MR) = \frac{\sum MR_t}{n-1} \text{ dengan } MR_t = | e_t - e_{t-1} | \dots \dots \dots (12)$$

Keterangan:

$e_t$  = Kesalahan peramalan pada periode

$e_{t-1}$  = Kesalahan peramalan pada periode lalu

$t-1\ BA$  = Batas Atas =  $2,66 \times MR$

$BB$  = Batas Bawah =  $-2,66 \times MR$

#### 2.2 Konsep Persediaan

Menurut Eunike, dkk. (2018), persediaan digunakan untuk memenuhi kebutuhan konsumen, bila sebuah perusahaan memutuskan bahwa persediaan barang disiapkan bukan berdasarkan kebutuhan konsumen maka akan berimbas pada masalah tingkat pemenuhan permintaan, stok produksi yang terlalu banyak dan utilisasi kapasitas produksi yang tidak optimal.

Persediaan (*inventory*) adalah salah satu aset yang sangat mahal dalam suatu perusahaan. Pada satu sisi, manajemen perusahaan menghendaki biaya yang tertanam pada persediaan itu minimum, namun di lain pihak manajemen juga harus menjaga agar persediaan tidak habis dan mengganggu proses produksi yang berjalan.

Manajemen harus mengatur agar perusahaan berada pada suatu kondisi yang dapat memenuhi kedua kepentingan tersebut. Persediaan dibagi menjadi beberapa

kategori yaitu *raw materials*, *work in process* dan *finished goods*. Setiap perusahaan memiliki jenis, perencanaan dan sistem pengendalian persediaan yang spesifik. Persoalan utama dalam pengelolaan persediaan ini terkandung dalam dua pertanyaan utama, yaitu: berapa banyak harus disediakan dan kapan penyediaan itu dilakukan.

### **2.2.1 Biaya Persediaan**

Menurut Siswanto (2007) biaya-biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam mengadakan persediannya terbagi menjadi tiga komponen biaya yaitu biaya pemesanan, biaya penyimpanan, dan biaya kekurangan persediaan.

#### **1. Biaya Pemesanan**

Biaya pemesanan adalah biaya yang naik seiring kenaikan frekuensi pemesanan. Dalam pemesanan manufaktur, biaya-biaya yang terlibat adalah persiapan pemesanan, pemilihan persediaan, ongkos pesan, inspeksi, penyimpanan ke gudang dan revisi data persediaan.

#### **2. Biaya Penyimpanan**

Biaya penyimpanan adalah biaya yang naik seiring dengan membesarnya jumlah persediaan. Biasanya biaya ini merupakan fungsi dari nilai persediaan jika produk yang disimpan merupakan hasil pembelian akan dinilai seharga pembelian. Jika produk dibuat perusahaan, bagian akuntansi akan memberi nilai produk yaitu jumlah tenaga kerja, bahan baku, dan *overhead*.

#### **3. Biaya Kekurangan Persediaan**

Biaya kekurangan persediaan timbul pada saat persediaan habis atau tidak tersedia. Termasuk dalam kategori biaya ini adalah kerugian karena mesin berhenti atau karyawan tidak bekerja dan peluang yang hilang untuk memperoleh keuntungan.

### **2.2.2 Pengendalian persediaan**

Menurut Robyanto, dkk. (2013), Pengendalian persediaan (*Inventory Control*) adalah penentuan suatu kebijakan pemesanan dalam antrian, kapan bahan itu dipesan dan berapa banyak yang dipesan secara optimal untuk dapat memenuhi

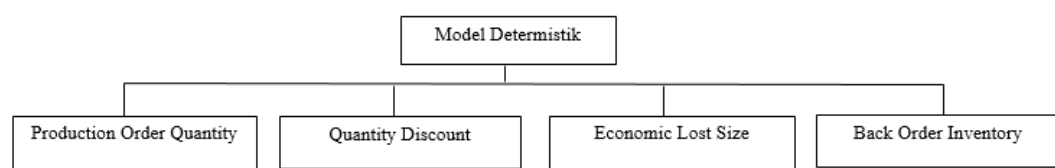
permintaan, atau dengan kata lain, Pengendalian persediaan adalah suatu usaha atau kegiatan untuk menentukan tingkat optimal dengan biaya persediaan yang minimum sehingga perusahaan dapat berjalan lancar.

Pengendalian persediaan bertujuan mencapai daya guna (efisiensi) dan hasil guna (efektivitas) optimal dalam penyediaan material. Menurut pengertian ini, usaha yang perlu dilakukan dalam Pengendalian persediaan secara garis besar dapat diterangkan sebagai berikut:

1. Menjamin terpenuhinya kebutuhan operasi.
2. Meredam fluktuasi permintaan.
3. Membatasi nilai seluruh investasi.
4. Menghindari penumpukan persediaan yang ada.

## 2.3 Model-Model Persediaan

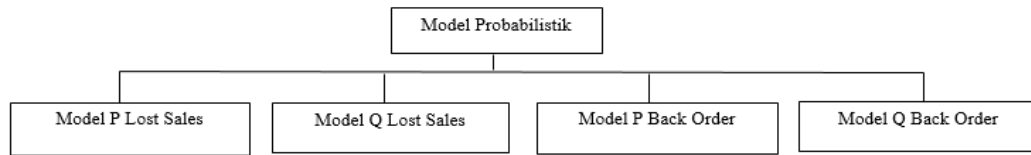
### 2.3.1 Model Persediaan Deterministik



Menurut Nasution (2008), model pengendalian deterministik adalah model yang menganggap semua parameter telah diketahui dengan pasti. Untuk menghitung pengendalian persediaan digunakan metode EOQ, yang merupakan model persediaan yang sederhana. Model ini bertujuan untuk menentukan ukuran pemesanan yang paling ekonomis yang dapat meminimasi biaya-biaya dalam persediaan.

Model-model lain yang dapat digunakan untuk pengendalian persediaan deterministik antara lain: *Production Order Quantity* (POQ), *Quantity Discount*, *Economic Lot Size* (ELS), dan *Back Order Inventory*.

### 2.3.2 Model Persediaan Probabilistik



Menurut Nur Bahagia (2006), dalam kehidupan sehari-hari sering dijumpai fenomena persediaan probabilistik, yaitu suatu keadaan persediaan yang mengandung ketidak pastian. Ketidak pastian yang dimaksud disini bukan bersifat acak tetapi dengan pola distribusi kemungkinan diketahui. Secara statistik fenomena probabilistik adalah fenomena yang dapat diprediksi parameter populasinya baik ekspektasi, variansi, maupun pola distribusi kemungkinannya.

Sistem persediaan probabilistik digunakan apabila salah satu dari permintaan, *lead time* atau keduanya tidak dapat diketahui dengan pasti. Suatu hal yang harus diperhatikan dalam model ini adalah adanya kemungkinan *stock out* yang timbul karena pemakaian persediaan bahan baku yang tidak diharapkan atau karena waktu penerimaan yang lebih lama dari *lead time* yang diharapkan. Untuk menghindari *stock out* perlu diadakan suatu fungsi persediaan pengaman yaitu suatu persediaan tambahan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya *stock out*. Secara operasional kebijakan persediaan ini dijabarkan ke dalam tiga keputusan, yaitu:

1. Menentukan besarnya ukuran lot pemesanan ekonomis ( $q_0$ )
2. Menentukan saat pemesanan ulang dilakukan ( $r$ )
3. Menentukan besarnya cadangan pengaman ( $ss$ )

Untuk menentukan kebijakan persediaan probabilistik dikenal adanya 2 model dasar, yaitu model  $P$  dan model  $Q$ . Pada bagian ini akan dibahas kedua metode dasar tersebut dengan asumsi yang digunakan, yaitu:

1. Permintaan barang bersifat probabilistik dengan distribusi kemungkinan diketahui.
2. Harga barang yang dipesan konstan dan tidak bergantung ukuran lot pemesanan serta waktu pemesanan.

3. Ongkos satuan simpan konstan dan tidak bergantung pada besarnya barang yang disimpan, ongkos pesan tetap untuk setiap kali pemesanan, serta ongkos kekurangan barang sebanding dengan jumlah kekurangannya.

### **2.3.3 Model *P* (*Periodic Review Method*)**

Menurut Nur Bahagia (2006), sistem pengendalian dengan Model *P* adalah suatu sistem pengendalian persediaan yang jarak waktu antar dua pesanan adalah tetap. Persediaan pengaman dalam sistem ini tidak hanya dibutuhkan untuk meredam fluktuasi permintaan selama *lead time*, tetapi juga untuk seluruh konsumsi persediaan. Pada Model *P* ini setiap kali pesan jumlah yang dipesan sangat bergantung pada sisa persediaan pada saat periode pemesanan tercapai, sehingga setiap kali pemesanan dilakukan, ukuran lot pesanan tidak sama. Permasalahan pada model *P* ini adalah terdapat kemungkinan persediaan sudah habis sebelum periode pemesanan kembali tercapai. Akibatnya, *safety stock* yang diperlukan relatif lebih besar. Model *P* relatif tidak memerlukan proses administrasi yang banyak, karena periode pemesanan sudah dilakukan secara periodik. Untuk memudahkan implementasinya, digunakan *visual review system* dengan metode yang disebut *One Bin System*:

1. Dibuat Bin yang berisikan jumlah *inventory* maksimum.
2. Setiap kali periode pemesanan sampai tinggal dilihat berapa persediaan tersisa dan pemesanan dilakukan untuk mengisi bin penuh.

### **2.3.4 Model *Q* (*Continuous Review Method*)**

Menurut Nur Bahagia (2006), model *Q* memecahkan persoalan persediaan probabilistik dengan memandang bahwa posisi barang yang tersedia di gudang sama dengan posisi persediaan barang pada sistem deterministik dengan menambahkan cadangan pengaman (*Safety stock*). Pada prinsipnya sistem ini adalah hampir sama dengan model *inventory* probabilistik sederhana kecuali pada tingkat pelayanannya. Kalau pada model *inventory* probabilistik sederhana tingkat pelayanan ditetapkan sedangkan dalam model *Q* tingkat pelayanan akan dicari optimalisasinya.

Pada model  $Q$  ini setiap kali pemesanan dilakukan dalam jumlah lot pesanan yang sama (karena itu disebut model  $Q$ ). Untuk memudahkan implementasinya, sering digunakan *visual review system* dengan metode yang disebut *Two Bin System*:

1. Dibuat dua bin (tempat) penyimpanan; bin I berisi persediaan sebesar tingkat *reorder point*; bin II berisi sisanya.
2. Penggunaan persediaan dilakukan dengan mengambil isi bin II; jika sudah habis artinya pemesanan harus dilakukan kembali; sementara menunggu pesanan datang, persediaan pada bin I digunakan.

Adapun asumsi model  $Q$  yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Permintaan selama horison perencanaan bersifat probabilistik dan bersifat distribusi normal dengan rata-rata ( $D$ ) dan deviasi standar ( $S$ ).
2. Ukuran lot pemesanan ( $qo$ ) konstan untuk setiap kali pemesanan, barang akan datang secara serentak dengan waktu anjang-ancang ( $L$ ), pesanan dilakukan pada saat inventori mencapai titik pemesanan ( $r$ ).
3. Harga barang ( $p$ ) konstan baik terhadap kuantitas barang yang dipesan maupun waktu.
4. Ongkos pesan ( $A$ ) konstan untuk setiap kali pemesanan dan ongkos simpan ( $h$ ) sebanding dengan harga barang dan waktu penyimpanan.
5. Ongkos kekurangan inventori ( $Ok$ ) sebanding dengan jumlah barang yang tidak dapat dilayani atau sebanding dengan waktu pelayanan (tidak tergantung pada jumlah kekurangan).

Persediaan Probabilistik dengan model  $Q$  adalah sebagai berikut:

1. Biaya persediaan
  - a. Ongkos pembelian ( $O_b$ )

Ongkos beli barang ( $O_b$ ) merupakan perkalian antara ekspektasi jumlah bahan yang dibeli ( $D$ ) dengan harga bahan per unit ( $p$ ) secara matematis dituliskan sebagai berikut:

$$O_b = D.p \dots\dots\dots(13)$$

b. Ongkos Pengadaan ( $O_p$ )

Ongkos pengadaan per tahun ( $O_p$ ) bergantung pada besarnya ekspektasi frekuensi pemesanan ( $f$ ) dan ongkos tiap kali melakukan pemesanan ( $A$ ) secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:  $O_p = f \cdot A$

Besarnya ekspektasi frekuensi pemesanan per tahun bergantung pada kebutuhan per tahun ( $D$ ) dan besarnya ukuran lot pemesanan ( $q_o$ ) dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$f = \frac{D}{q_o}$$

sehingga didapat:

$$O_p = \frac{AD}{q_o} \dots \dots \dots (14)$$

c. Ongkos Simpan ( $O_s$ )

Ongkos simpan per tahun ( $O_s$ ) bergantung pada ekspektasi jumlah inventori yang disimpan ( $m$ ) dan ongkos simpan per unit per tahun ( $h$ ), yang dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$O_s = h \times m$$

Ongkos simpan per unit per tahun ( $h$ ) merupakan fungsi dari harga bahan yang disimpan dan besarnya dinyatakan sebagai persentase ( $I$ ) dan harga bahan ( $p$ ). Didapat persamaan  $h = I \times p$

jumlah inventori yang disimpan ( $m$ ) adalah jumlah bahan yang ada di gudang ( $s$ ) dan setelah pesanan datang maka jumlah bahan akan sebesar ( $s + q_o$ ), dengan demikian *steady stock* inventori yang ada dalam gudang akan berfluktuasi antara  $s$  dan ( $s+q_o$ ), sehingga ekspektasi inventori yang ada ( $m$ ) dapat dinyatakan:

$$m = \frac{1}{2} q_o + s$$

Didapat persamaan,  $O_s = \left(\frac{1}{2} q_o + s\right) h \dots \dots \dots (15)$

### 2.3.5 Model $Q$ Dengan *Lost Sales*

Formulasi model dan solusi berikut ini hanya berlaku bila kekurangan inventori diperlakukan dengan cara *lost sales*. Dalam hal ini pemakai tidak mau menunggu barang yang diminta sampai dengan tersedia di gudang. Pemakai akan pergi dan mencari barang kebutuhannya di tempat lain.

#### 1. Formulasi dan solusi model

Hasil yang diperoleh dari substitusikan ke dalam  $O_T$  dengan kekurangan inventori diperlakukan dengan cara *lost sales* maka akan diperoleh:

$$O_T = O_b + O_p + O_s + O_k$$

$$O_T = Dp + \frac{AD}{q_0} + h \left( \frac{1}{2} q_0 + r \& - D_L \right) + C_u \frac{D}{q_0} r^\infty x - r f x dx \dots \dots \dots (16)$$

Dengan cara yang sama pada kasus *back order*, variabel keputusan optimal akan dapat diperoleh dengan menggunakan prinsip optimasi, Syarat agar  $O_T$  minimal adalah:

$$i) \quad hq_0 = 2AD + 2C_u D \int_0^\infty x - r f x dx$$

$$q_0 = \frac{2AD + 2C_u D \int_0^\infty x - r f x dx}{h}$$

$$ii) \quad \frac{\partial O_T}{\partial q_0} = \rightarrow h - C_u \frac{D}{q_0} \int_0^\infty f x dx = 0$$

$$\alpha = \int_0^\infty f x dx = \frac{hq_0}{C_u D + hq_0} \dots \dots \dots (17)$$

Seperti pada kasus *back order* penyelesaian  $q_0^*$  dan  $r_1^*$  juga akan dicari dengan menggunakan pendekatan algoritma Hadley-Within.

#### 2. Solusi dengan Metode Hadley-Within

Untuk menentukan nilai  $q_0^*$  dan  $r_0^*$  dicari dengan iteratif.

- a. Hitung lot pemesanan ( $q_{01}^*$ ) dengan formula Wilson dijelaskan dengan perhitungan di bawah ini:

$$q_0 * = \frac{2AD}{h} \dots\dots\dots(18)$$

b. Berdasarkan nilai  $q_0 *$  yang diperoleh dapat dicari besarnya kemungkinan kurangnya persediaan.

$$\alpha = \frac{hq_{02}}{C_u D + hq_{02}} \text{ (} Z_\alpha \text{ didapat dari tabel)}$$

$$\alpha = r^\infty f x dx \text{ dimana, } r_1 = D_L + Z\alpha S\sqrt{L}$$

c. Dengan diketahui  $r_1 *$  yang diperoleh akan dapat dihitung nilai  $q_{02} *$  dengan rumus sebagai berikut:

$$q_{02} * = \frac{D(A + C_u r^\infty x - r f x A + C)}{r} \dots\dots\dots(19)$$

Dimana :  $N = D^\infty x - r f x dx = S_L [f(Z) - Z\alpha \Psi(Z\alpha)]$  Nilai  $f(Z\alpha)$  dan  $\Psi(Z\alpha)$  dapat dicari dari tabel.

d. Hitung kembali besarnya nilai  $\alpha$  dan nilai  $r_2 *$  dengan menggunakan

$$\alpha = \frac{r q_{02} *}{C_u D + h q_{02} *} \text{ dimana, } r^\infty f x dx$$

$$r_2 * = D_L + Z\alpha S\sqrt{L} \dots\dots\dots(20)$$

e. Bandingkan nilai  $r_1 *$  dan  $r_2 *$  jika harga  $r_2 *$  relatif dengan  $r_1 *$  iterasi selesai dan akan diperoleh  $r_0 = r_2 *$  dan  $q_0 * = f_{02} *$  jika tidak kembali ke langkah c dengan menggantikan nilai  $r_1 * = r_2 *$  dan  $f_{01} * = f_{02} *$

Untuk persediaan pengaman (*safety stock*)  $S_s = Z\alpha S_L$

f. Ekspektasi ongkos total per tahun

$$O_T = Dp + \frac{AD}{q_0} + h \left( \frac{1}{2} q_0 + r - D_L \right) + C_u \frac{D}{q_0} r^\infty x - r f x dx \dots\dots\dots(21)$$

## 2.4 Faktor-Faktor dalam Pengendalian Persediaan

### 2.4.1 Persediaan Pengaman (*Safety stock*)

Menurut Fahmi (2014), *safety stock* merupakan kemampuan perusahaan untuk menciptakan kondisi persediaan yang selalu aman atau penuh pengamanan dengan harapan perusahaan tidak akan pernah mengalami kekurangan persediaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi persediaan pengaman:

1. Besar kecilnya resiko kehabisan persediaan.
2. Besar biaya penyimpanan di gudang dengan biaya-biaya yang harus dikeluarkan karena kehabisan persediaan yang merupakan biaya-biaya ekstra yang harus dikeluarkan apabila kehabisan, antara lain :
  - a. Biaya pemesanan pembelian darurat.
  - b. Biaya ekstra yang diperlukan agar leveransir segera menyerahkan barangnya.
  - c. Kemungkinan rugi karena adanya kemacetan produksi apabila biaya ekstra yang harus dikeluarkan karena kehabisan persediaan ternyata lebih besar dari pada biaya penyimpanan, maka perlu adanya persediaan pengaman yang besar.

#### **2.4.2 Titik Pemesanan Ulang (*Re-Order Point*)**

Menurut Sudana (2011) *re-order point* adalah pada tingkat persediaan berapa pemesanan harus dilakukan agar barang datang tepat pada waktunya. *Re-order point* terjadi apabila jumlah persediaan yang terdapat dalam persediaan terus berkurang sehingga harus ditentukan berapa banyak batas minimal tingkat persediaan yang harus dipertimbangkan sehingga tidak terjadinya kekurangan persediaan. Jumlah yang diharapkan tersebut dihitung selama masa tenggang yang dapat juga ditambahkan dengan persediaan pengaman. Hal yang harus diperhatikan dalam penentuan titik pemesanan kembali adalah penggunaan bahan baku selama waktu anjang-ancang dan besarnya persediaan pengaman.

#### **2.4.3 Waktu Anjang-ancang (*Lead Time*)**

Menurut Slamet (2007), *lead time* adalah jangka waktu yang dibutuhkan sejak mulai dilakukan pemesanan sampai dengan datangnya bahan baku yang sudah dipesan. *Lead time* ini penting karena:

- a. Menentukan kapan mulai mengadakan pemesanan kembali.
- b. Menentukan jumlah persediaan yang ekonomis.

- c. Merupakan masalah ketidakpastian di masa yang akan datang.

Ada beberapa hal yang dapat menyebabkan terjadinya kehabisan persediaan antara lain :

- a. Penggunaan bahan baku di dalam proses produksi lebih besar dari pada yang diperkirakan.
- b. Apabila bahan baku datangnya lebih awal, maka perusahaan akan menanggung biaya penyimpanan atau pemeliharaan.

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan penelitian ini, penulis memiliki beberapa sumber jurnal yang berkaitan dengan penelitian yang akan penulis bahas.

**Tabel 1.1** Penelitian Terdahulu

No	Penulis (Tahun)	Judul Artikel	Penerbit	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Pulungan dan Fatma (2018)	Analisis Pengendalian Persediaan Menggunakan Metode Probabilistik dengan Kebijakan <i>Backorder</i> dan <i>Lost sales</i>	Jurnal Teknik Industri. Vol. 19 No. 1 (2018)	Probabilistik Sederhana, probabilistik model P ( <i>Backorder</i> dan <i>Lost sales</i> ) dan probabilistik model Q ( <i>Backorder</i> dan <i>Lost sales</i> )	Hasil penelitian menunjukkan ongkos total persediaan tertinggi terdapat pada model P <i>back order</i> usulan menghasilkan biaya yang lebih kecil.

**Tabel 2.2** Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Penulis (Tahun)	Judul Artikel	Penerbit	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
2	Ferdiansyah (2018)	Analisis Model Perancangan dan Pengendalian Persediaan <i>Baby Product</i> Studi Kasus di PT Multi Indro Citra, Tbk.	Operations Excellence 2018 Vol. 10 Hal. 26-40	ABC analisis (y,r), <i>Exponential Smoothing, Trends Analysis</i>	Mengetahui metode peramalan yang sesuai dan dapat diterapkan di perusahaan dari masing-masing produk klasifikasi A berdasarkan nilai MAD, MSE, dan MAPE terkecil.
3	Guga (2015)	<i>Inventory Management Through EOQ Model a Case Study of Shpresa Ltd, Albania</i>	Jurnal International Journal of Economics, Commerce and Management United Kingdom. Vol. 3. No. 12. Tahun 2015	EOQ	Penggunaan model EOQ dalam manajemen persediaan untuk "Shpresa Ltd" akan menghasilkan pengurangan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan persediaan

**Tabel 2.2** Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

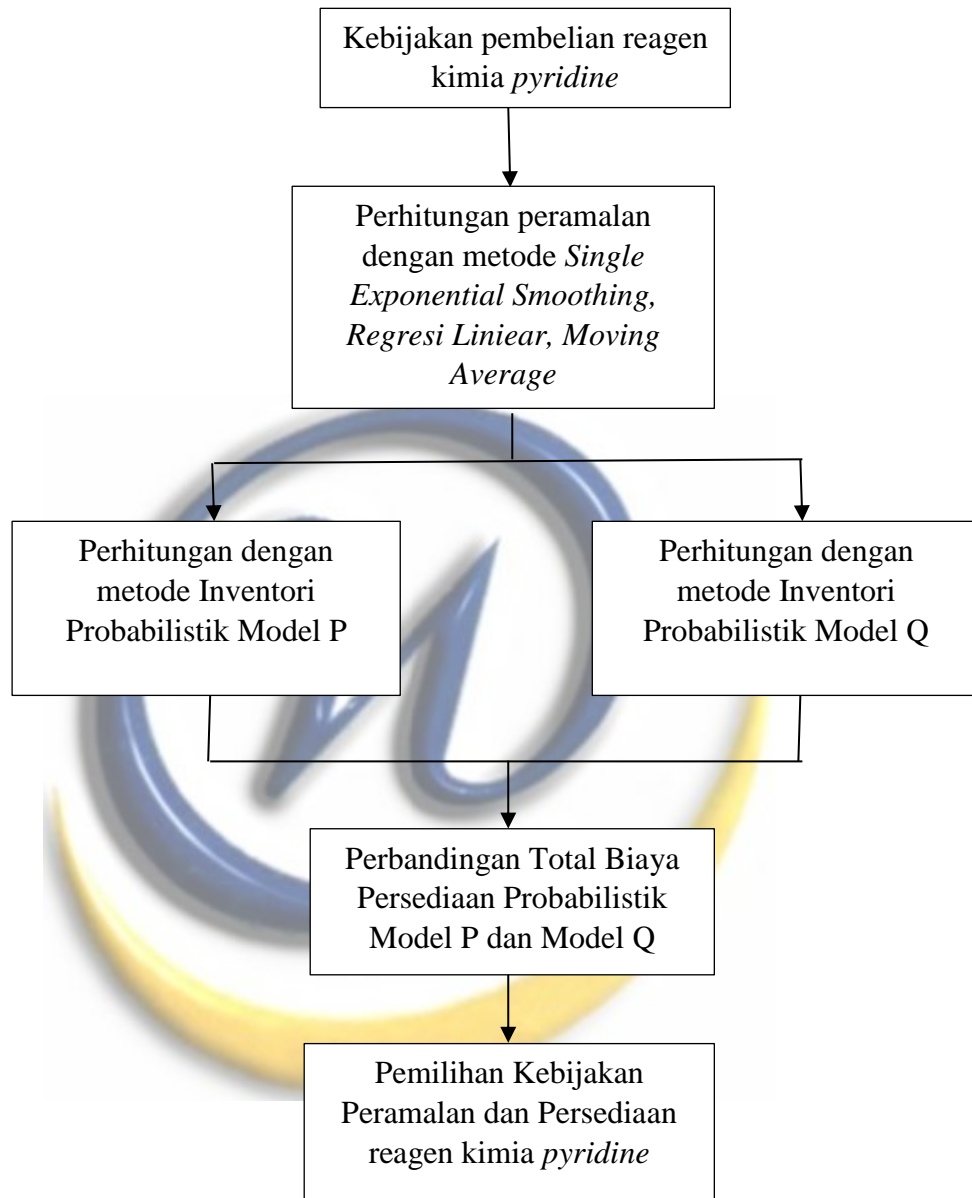
No	Penulis (Tahun)	Judul Artikel	Penerbit	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
4	Susanto dan Gunadhi (2018)	Pengendalian Persediaan Bahan Baku Lilin dengan Model Probabilistik Q	Jurnal Kalibrasi Vol. 11 No. 1 (2018)	<i>Double Exponential Smoothing</i> (DES), <i>Single Exponential Smoothing</i> (SES), Regresi Linier (RL), dan Probabilistik Model Q	Berdasarkan hasil penelitian dalam melakukan pemesanan bahan baku lilin, kuantitas rata-rata bahan baku yang harus dipesan selama 12 bulan ke depan sebanyak 8.399 kg agar dapat memenuhi permintaan pelanggan.
5	Sunhal dan Mangal (2017)	<i>Analysis of Inventory Management in a Supply Chain by Using Economic Order Quantity (EOQ) Model</i>	Jurnal International Journal of Engineering Sciences & Research Technology. Vol. 6. No. 10. Tahun 2017	EOQ	Hasil menunjukkan bahwa dengan metode EOQ biaya persediaan untuk tahun 2016 telah berkurang hingga 5,83% dan biaya pemesanan telah berkurang hingga 0,91%.

Perbedaan penelitian yang akan penulis lakukan dengan penelitian terdahulu adalah dilakukan perhitungan dengan dua metode yaitu *Continuous Review* (Q) dan *Periodic Review* (P) sehingga dapat dibandingkan metode mana yang lebih optimal dan mampu memperkecil biaya yang harus dikeluarkan. Dalam proses peramalan peneliti menggunakan dua jenis metode yaitu seri waktu (*Single Exponential Smoothing* dan *Moving Average*) dan metode kausal (Regresi Linier) dengan tujuan mendapatkan hasil peramalan yang memiliki nilai kesalahan terkecil.



## 2.6 Kerangka Pemikiran

Penelitian ini memiliki kerangka pemikiran yang dijabarkan pada Gambar 2.1



**Gambar 2.1** Kerangka Pemikiran