

## BAB II

### KAJIAN LITERATUR

#### 2.1 Kajian Empiris

Berikut ini merupakan beberapa penelitian terdahulu mengenai pengendalian persediaan yang dijadikan referensi penelitian. Referensi yang digunakan merupakan tugas akhir dan makalah nasional maupun internasional yang dipublikasikan antara tahun 2013 sampai dengan tahun 2017.

Penelitian dalam optimalisasi produksi telah banyak dilakukan, salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Difana Meilani dan Ryan Eka Saputra (2013) tentang pengendalian persediaan bahan baku vulkanisir ban (studi kasus: PT. Gunung Pulo Sari). Pada penelitian ini, peneliti menggunakan metode eksponensial, metode linier, metode kuadratis dan metode siklis sebagai metode peramalan. Selanjutnya, peneliti menggunakan beberapa metode *Lot Sizing* antara lain metode *Period Order Quantity* (POQ), *Silver Meal* (SM), dan *Least Unit Cost* (LUC). Berdasarkan perhitungan ukuran pemesanan dan total biaya dari masing-masing metode didapatkan bahwa waktu pemesanan untuk 12 periode kedepan sama, yaitu pemesanan dilakukan sama dengan *demand* untuk setiap periode perencanaan, dan total biaya proyeksi yang dihasilkan juga sama yaitu sebesar Rp 133.991.672.

Selanjutnya penelitian juga dilakukan oleh Prima Fithri dan Annise Sindikia (2014) tentang pengendalian persediaan *pozzolan* di PT Semen Padang. PT Semen Padang memproduksi semen menggunakan bahan baku tanah liat, batu kapur, batu silika, *gypsum*, *pozzolan* dan pasir besi. Diantara bahan baku tersebut, pemakaian terbanyak adalah *pozzolan*. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) dan *Periodic Order Quantity* (POQ) untuk membandingkan dengan pengendalian persediaan yang telah diterapkan oleh perusahaan. Data yang dikumpulkan untuk pengolahan data penelitian ini diantaranya yaitu data historis pemakaian bahan baku *pozzolan* per periode pada tahun 2012 dan 2013, biaya pemesanan bahan baku *pozzolan*, biaya penyimpanan bahan baku *pozzolan* dan waktu

tenggang (*lead time*) penerimaan *pozzolan* dari pemasok ke gudang. Pengolahan data dilakukan untuk menentukan pengendalian persediaan bahan baku *pozzolan* tahun 2014. Hasil dan kesimpulan yang diperoleh adalah peramalan pemakaian *pozzolan* di tahun 2014 akan lebih banyak dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya yaitu dengan total pemakaian sebanyak 1.135.355,77 ton dan pengendalian persediaan dengan metode POQ menghasilkan biaya persediaan yang lebih minimum yaitu sebesar Rp 1.775.179.959,61.

Penelitian lain dilakukan oleh Hildaria, Mbota et al (2014) tentang perencanaan persediaan bahan baku dan bahan bakar dengan *Dynamic Lot Sizing* di PT HI Tuban *Plant* yang merupakan pabrik baru, penetapan persediaan semen dilakukan oleh beberapa pihak yaitu pihak perencanaan produksi, pihak logistik dan pihak *marketing*. Penetapan kebijakan persediaan semen yang dilakukan oleh tiga pihak berbeda, menimbulkan fluktuasi jumlah persediaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan fluktuasi permintaan. Sehingga diperlukan hasil peramalan yang akurat dan menghasilkan perencanaan yang optimal. Dalam penelitian ini diusulkan peramalan dengan 3 metode yang akan dibandingkan yaitu metode *Double Exponential Smoothing*, *Winter's Method Additive* dan *Winter's Method Multiplicative*. Perbandingan hasil peramalan akan dilakukan dengan melihat *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Average Deviation* (MAD) terkecil. Setelah dilakukan pemilihan metode peramalan, dilakukan perhitungan *safety stock* sesuai kebijakan perusahaan. Data dari pemilihan metode peramalan dan perhitungan *safety stock* digunakan untuk melakukan perhitungan *Material Requirement Planning* (MRP). Metode *lot sizing* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Silver Meal* dan *Wagner Within* yang disesuaikan dengan kapasitas gudang. Kesimpulan yang didapatkan adalah metode *Holt Winter's Multiplicative* yang menghasilkan MSE terendah, sehingga metode ini dirasa lebih baik dibandingkan dengan metode perusahaan.

Selain itu penelitian dilakukan oleh Asvin Wahyuni dan Achmad Syaichu (2015) tentang perencanaan persediaan bahan baku dengan menggunakan metode *Material Requirement Planning* (MRP) produk kacang shanghai pada perusahaan Gangsar Ngunut-Tulungagung. Peneliti menyebutkan bahwa untuk menerapkan kebijakan-kebijakan dalam perencanaan bahan baku, perusahaan harus memiliki perhitungan yang tepat agar tidak terjadi kelebihan maupun kekurangan persediaan bahan baku. Metode *lot sizing* yang digunakan peneliti adalah *Lot For Lot* (LFL), *Economic Order Quantity* (EOQ) serta rumus peramalan *Exponential Smoothing* dan *Least Squares* sebagai acuan untuk mengetahui besarnya kebutuhan bahan baku dimasa yang akan datang. Dari

perhitungan yang dilakukan, diketahui bahwa metode *Least Squares* lebih optimal dibandingkan *Exponential Smoothing* dan metode EOQ memiliki total biaya paling rendah sehingga terbukti bahwa salah satu metode MRP ini dapat berperan dalam mengefisiensi biaya persediaan bahan baku pada perusahaan.

Selanjutnya penelitian tentang pengendalian bahan baku menggunakan metode MRP model *Dynamic Lot Sizing* juga dilakukan di PT Semen Bosowa Maros oleh Ayudya Quenantari (2016). Peneliti menemukan permasalahan bahwa total pembelian bahan baku *additive finish mill* lebih besar dari jumlah pemakaiannya. Sehingga perlu kebijakan perencanaan bahan baku yang dapat meminimalkan total biaya persediaan yang menyangkut waktu pemesanan dan jumlah bahan baku yang dipesan. Penelitian ini berfokus pada bahan baku *additive finish mill* yaitu bahan baku *adhesit, gypsum, chipping, fly ash, trass*, dan CGA. Peneliti memilih 3 metode *Lot Sizing* dalam penelitiannya yaitu *Silver Meal, Least Unit Cost* dan *Part Period Balancing*. Setelah dilakukan perhitungan *lot sizing* maka dilakukan perbandingan total biaya per tahun sehingga didapatkan total biaya per tahun yang paling kecil adalah teknik *Lot Sizing Silver Meal*.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Afzalabadi et al (2016) tentang kebijakan persediaan optimal vendor dengan permintaan dinamis dan diskrit dalam horison waktu yang tak terbatas. Penelitian tersebut menyelidiki keputusan pengendalian persediaan dalam dua rantai pasokan eselon yang terdiri dari satu vendor dan beberapa pengecer. Dalam sistem ini, kekurangan tidak diijinkan untuk vendor. Waktu pengangkutan dari pemasok ke vendor diasumsikan nol dan pemasok memiliki persediaan yang cukup yang tidak akan pernah mengalami kekurangan. Untuk menilai keefektifan algoritma pada penelitian ini, peneliti telah membandingkan hasilnya dengan formula EOQ seperti pada heuristik *Silver Meal* (SM). Kesimpulan dari penelitian ini adalah tidak ada solusi analitis tertutup untuk meminimalkan biaya persediaan vendor. Setiap pengecer memesan jumlah konstan satu produk dalam interval waktu yang telah ditentukan sebelumnya. Jadi, permintaan dinamis vendor terjadi pada waktu diskrit. Vendor harus menentukan pola pemesanan optimum kepada pemasoknya dalam horison waktu yang tak terbatas untuk meminimalkan biaya persediaan total per unit waktu. Peneliti juga telah menunjukkan bahwa algoritma heuristik dapat menemukan pola pemesanan yang optimal bagi vendor yang dapat digunakan dalam horison waktu yang tak terbatas.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Christian Lois et al (2017) tentang perencanaan dan pengendalian persediaan bahan baku benang dengan *Lot Sizing Economic Order Quantity*. Penelitian ini menggunakan metode *Material Requirement Planning* (MRP) dan *lot sizing* dimana dalam perusahaan tersebut terdapat 4 bahan baku utama pembuatan kaos kaki putih yaitu benang *polyester while*, *spandex*, *nylon* serta karet. Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah penerapan MRP telah memberikan gambaran mengenai penjadwalan persediaan bahan baku mulai dari pengolahan data dengan peramalan, membuat perencanaan penjadwalan per tiap bulannya hingga mengetahui total biaya yang dapat membantu kelancaran proses produksi berjalan efisien. Metode peramalan *Exponential Smoothing* dapat dijadikan sebagai metode peramalan yang baik untuk memberikan acuan pembuatan jadwal bahan baku atau MRP.

Tabel 2.1 Rangkuman Kajian Empiris

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Metode Penelitian	Variabel
1	Difana Meilani dan Ryan Eka Saputra	Pengendalian Persediaan Bahan Baku Vulkanisir Ban (Studi Kasus: PT Gunung Pulo Sari)	2013	<i>Dynamic Lot Sizing Period Order Quantity</i> (POQ), <i>Silver Meal</i> (SM), dan <i>Least Unit Cost</i> (LUC)	Vulkanisir ban
		Perencanaan Persediaan Bahan Baku dan Bahan Bakar Dengan <i>Dynamic Lot Sizing</i> (Studi Kasus: PT Holcim Indonesia Tbk, Tuban Plant)		Peramalan <i>Double Exponential Smoothing</i> , <i>Winter's Method</i> dan <i>Winter's Method Multiplicative</i> , Serta <i>Dynamic Lot Sizing Silver Meal</i> dan <i>Wagner Within</i> , MRP.	Bahan baku dan Bahan Bakar
2	Hildaria Kurnianingsih Wijayanti Mbota, Ceria Farela Mada Tantrika, dan Agustina Eunike		2014		

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Metode Penelitian	Variabel
3	Prima Fithrim dan Annise Sindikia	Pengendalian Persediaan <i>Pozzolan</i> di PT Semen Padang Perencanaan Persediaan Bahan Baku Dengan Menggunakan Metode <i>Material Requirement Planning</i> (MRP)	2014	EOQ dan POQ.	Pozzolan
4	Asvin Wahyuni dan Achmad Syaichu	Produk Kacang Shanghai Pada Perusahaan Gangsar Ngunut-Tulungagung <i>Vendor's optimal inventory policy with dynamic and discrete demands in an infinite time horizon</i>	2015	<i>Material Requirement Planning</i> (MRP), <i>Lot Sizing Lot for Lot</i> dan <i>Economic Order Quantity</i> , peramalan <i>Exponential Smoothing</i> dan <i>Least Squares</i> .	Kacang Shanghai
5	Maryam Afzalabadi, Alireza Haji dan Rasoul Haji	Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode MRP Model <i>Dynamic Lot Sizing</i> Studi Kasus di PT Semen Bosowa Maros, Sulawesi Selatan	2016	Algoritma Heuristik <i>Silver Meal</i> (SM).	<i>Vendor and Several retailers</i>
6	Ayudya Quenantari	Metode MRP Model <i>Dynamic Lot Sizing</i> Studi Kasus di PT Semen Bosowa Maros, Sulawesi Selatan	2016	<i>Dynamic Lot Sizing Silver Meal, Least Unit Cost</i> dan <i>Part Period Balancing</i> .	Bahan baku <i>additive finish mill</i>

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Metode Penelitian	Variabel
7	Christian Lois, Janny Rowena, Hendy Tannady	Perencanaan dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Benang dengan <i>Lot Sizing</i> <i>Economic Order</i> <i>Quantity</i>	2017	<i>Material Requirement</i> <i>Planning (MRP)</i> , <i>Lot</i> <i>Sizing</i> dan peramalan <i>Exponential Smoothing</i> .	Kaos kaki

## 2.2 Kajian Teoritis

Berikut ini merupakan teori yang menjadi acuan dalam pelaksanaan penelitian:

### 2.2.1 Permintaan Konsumen

Volume permintaan konsumen merupakan salah satu hal yang paling penting dalam kelangsungan produksi perusahaan. Semakin tinggi permintaan konsumen terhadap produk yang dihasilkan maka akan semakin baik dampaknya bagi perusahaan.

Permintaan merupakan jumlah barang dan jasa yang diminta (mampu dibeli) seseorang atau individu dalam waktu tertentu pada berbagai tingkat harga (Ahman & Rohmana, 2009). Permintaan adalah sejumlah produk barang atau jasa yang merupakan barang-barang ekonomi yang akan dibeli konsumen dengan harga tertentu dalam suatu waktu atau periode tertentu dan dalam jumlah tertentu (Oka, 2008). *Demand* seperti ini lebih tepat disebut sebagai permintaan pasar (*market demand*) dimana tersedia barang tertentu dengan harga tertentu pula. Jadi, permintaan konsumen adalah total volume keinginan konsumen atas suatu produk yang harus dipenuhi agar kepuasan konsumen dapat tercapai.

### 2.2.2 Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan (*forecasting*) adalah kegiatan memperkirakan atau memprediksikan apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang dengan waktu yang relatif lama. Dalam memprediksi, perlu data yang akurat di masa lalu agar dapat dilihat prospek situasi dan kondisi di masa yang akan datang. Peramalan (*forecasting*) merupakan aktivitas fungsi

bisnis yang memperkirakan penjualan dan penggunaan produk dengan menggunakan teknik-teknik peramalan yang bersifat formal maupun informal sehingga produk-produk dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat (Gaspersz V. , 2004). Sedangkan peramalan (*forecasting*) adalah dasar dari segala jenis perencanaan dimana hal ini sangat diperlukan untuk lingkungan yang tidak stabil yaitu menjembatani antara sistem dengan lingkungan (Makridakis S. , Metode dan Aplikasi Peramalan, 1993).

Kegiatan peramalan merupakan bagian integral dari pengambilan keputusan manajemen. peramalan mengurangi ketergantungan pada hal-hal yang belum pasti (intuitif). Peramalan memiliki sifat saling ketergantungan antar divisi atau bagian. Kesalahan dalam proyeksi penjualan akan mempengaruhi pada ramalan anggaran, pengeluaran operasi, arus kas, persediaan, dan lain sebagainya. Dua hal pokok yang harus diperhatikan dalam proses peramalan yang akurat dan bermanfaat (Makridakis S. , 1999):

1. Pengumpulan data yang relevan berupa informasi yang dapat menghasilkan peramalan yang akurat.
2. Pemilihan teknik peramalan yang tepat yang akan memanfaatkan informasi data yang diperoleh semaksimal mungkin.

### **2.2.3 Tahap-tahap dalam proses peramalan**

Tahap-tahap dalam proses peramalan (Heizer & Render, 2009):

1. Menentukan penggunaan dari peramalan tersebut. Tujuan apakah yang ingin dicapai?
2. Memilih items atau kuantitas yang akan diramalkan.
3. Menentukan horison waktu dari peramalan. Apakah 1 sampai 30 hari (jangka pendek), 1 bulan sampai 1 tahun (jangka menengah), atau lebih dari 1 tahun (jangka panjang) ?
4. Memilih metode peramalan.
5. Mengumpulkan data yang diperlukan untuk membuat ramalan.
6. Menentukan metode peramalan yang tepat.
7. Membuat peramalan.
8. Mengimplementasikan hasil dari peramalan.

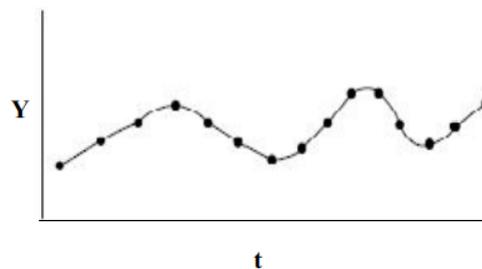
### 2.2.4 Pola Data

Langkah penting dalam memilih suatu metode deret berkata (*time series*) yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat adalah dengan pola tersebut dapat diuji (Makridakis S. , 1999):

Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu:

#### 1. Pola siklis (*cycle*)

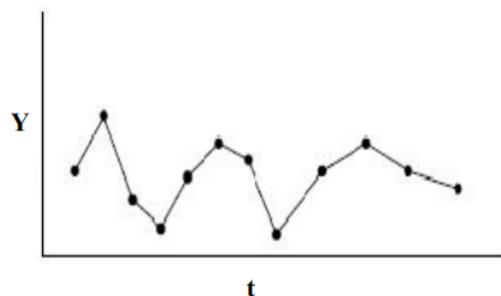
Pola siklis terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Penjualan produk seperti mobil, baja, dan peralatan utama lainnya menunjukkan jenis pola data ini. Pola data dalam bentuk siklis ini digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Pola Siklis

#### 2. Pola musiman (*seasonal*)

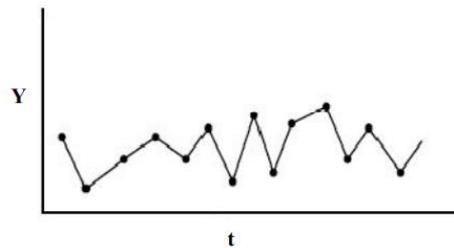
Terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misal kuartal tahun tertentu, bulanan, atau hari-hari pada minggu tertentu). Penjualan dari produk seperti minuman ringan, es krim, dan bahan bakar pemanas ruangan semuanya menunjukkan pola jenis ini. Pola data musiman dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.2 Pola Musiman

### 3. Pola horisontal atau konstan

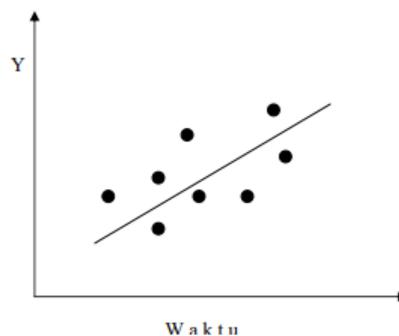
Pola horisontal terjadi apabila nilai data berfluktuasi (bergerak) di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Deret seperti itu stasioner terhadap nilai rata-ratanya. Suatu produk yang penjualannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk jenis ini. Pola data horisontal dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.3 Pola Horizontal

### 4. Pola *trend*

Pola data *trend* terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Penjualan banyak perusahaan, produk bruto nasional (GNP) dan berbagai indikator bisnis atau ekonomi lainnya mengikuti suatu pola data trend selama perubahannya sepanjang waktu. Pola data dalam bentuk *trend* ini digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.4 Pola *Trend*

## 2.2.5 Metode Peramalan

Dalam melakukan peramalan, diperlukan metode tertentu dimana metode tersebut tergantung dari data dan informasi yang akan diramalkan serta tujuan yang hendak dicapai. Terdapat beberapa metode dalam peramalan, antara lain:

1. Peramalan berdasarkan jangka waktu yaitu: (Heizer & Render, 2009)
  - a. Peramalan jangka pendek:

Peramalan ini digunakan untuk jangka waktu kurang dari satu tahun, umumnya adalah kurang dari tiga bulan. Peramalan ini digunakan untuk rencana pembelian, penjadwalan kerja, jumlah tenaga kerja dan tingkat produksi.
  - b. Peramalan jangka menengah:

Peramalan ini umumnya mencakup hitungan bulan hingga tiga tahun. Peramalan ini digunakan untuk perencanaan penjualan, perencanaan dan penganggaran produksi dan menganalisis berbagai rencana operasi.
  - c. Peramalan jangka panjang:

Peramalan ini digunakan untuk jangka waktu tiga tahun atau lebih, peramalan ini digunakan untuk merencanakan produk baru, penganggaran modal, lokasi fasilitas atau ekspansi dan penelitian serta pengembangan.
  
2. Peramalan berdasarkan rencana operasi yaitu: (Heizer & Render, 2009)
  - a. Ramalan ekonomi yaitu ramalan yang membahas siklus bisnis dengan memprediksi tingkat inflasi dan indikator perencanaan lainnya.
  - b. Ramalan teknologi yaitu ramalan yang berkaitan dengan tingkat kemajuan teknologi dan produk baru.
  - c. Ramalan permintaan yaitu ramalan yang berkaitan dengan proyeksi permintaan terhadap produk perusahaan. Ramalan ini disebut juga ramalan penjualan yang mengarahkan produksi, kapasitas dan sistem penjadwalan perusahaan.
  
3. Peramalan berdasarkan sifat ramalan, yaitu (Ginting, 2007):
  - a. Peramalan kualitatif (*Judgement Methode*)

Metode ini digunakan dimana tidak ada model matematik, biasanya dikarenakan data yang ada tidak cukup *representatif* untuk meramalkan masa yang akan datang (*long term forecasting*). Peramalan kualitatif menggunakan pertimbangan pendapat-pendapat para pakar yang ahli atau *experd* di bidangnya. Adapun kelebihan dari metode ini adalah biaya yang dikeluarkan sangat murah (tanpa data) dan cepat diperoleh. Sementara kekurangannya yaitu bersifat subyektif sehingga seringkali dikatakan kurang ilmiah.

Beberapa metode peramalan yang digolongkan sebagai metode kualitatif adalah:

1) Metode delphi:

Sekelompok pakar mengisi kuesioner, moderator menyimpulkan hasilnya dan memformulasikan menjadi suatu kuesioner baru yang diisi kembali oleh kelompok tersebut, demikian seterusnya.

2) Dugaan manajemen:

Peramalan semata-mata berdasarkan pertimbangan manajemen, umumnya oleh manajemen senior. Metode ini akan dipergunakan dalam situasi dimana tidak ada alternatif lain dari model peramalan yang dapat diterapkan.

3) Riset pasar:

Merupakan metode peramalan berdasarkan hasil-hasil dari survei pasar yang dilakukan oleh tenaga-tenaga pemasar produk atau yang mewakilinya.

4) Metode kelompok terstruktur:

Metode ini merupakan teknik peramalan berdasarkan pada proses konvergensi dari opini beberapa orang atau ahli secara interaktif tanpa menyebutkan identitasnya. Grup ini tidak bertemu secara bersama dalam suatu forum untuk berdiskusi, tetapi mereka diminta pendapatnya secara terpisah dan tidak boleh secara berunding.

5) Analogi historis:

Merupakan teknik peramalan berdasarkan pola data masa lalu dari produk-produk yang dapat disamakan secara analogi. Misalnya peramalan untuk pengembangan pasar televisi multi sistem menggunakan model permintaan televisi hitam putih atau televisi berwarna biasa.

b. Peramalan Kuantitatif (*Statistical Method*)

Peramalan kuantitatif merupakan peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif pada masa lalu dengan menggunakan berbagai model matematis atau metode statistik dan data historis atau variabel-variabel kasual untuk meramalkan permintaan. Hasil peramalan yang dibuat sangat bergantung pada metode yang digunakan dalam peramalan. Baik tidaknya metode yang digunakan ditentukan oleh perbedaan antara penyimpangan hasil ramalan dengan kenyataan yang

terjadi. Peramalan kuantitatif hanya dapat digunakan apabila terdapat 3 (tiga) kondisi sebagai berikut:

- 1) Adanya informasi masa lalu yang dapat digunakan.
- 2) Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data.
- 3) Dapat diasumsikan bahwa pola yang lalu akan berkelanjutan pada masa yang akan datang.

Terdapat beberapa macam model peramalan yang tergolong metode kualitatif, yaitu:

- 1) Model *Time Series Analysis* (Deret Waktu).
- 2) Model Kasual.

### 2.2.6 Model *Time Series* (Deret Waktu)

Metode *time series* merupakan metode yang dipergunakan untuk menganalisis serangkaian data yang merupakan fungsi dari waktu. Metode ini mengasumsikan beberapa pola berulang sepanjang waktu, dan pola dasarnya dapat diidentifikasi semata-mata atas dasar data historis dari serial itu. Metode-metode peramalan dengan menggunakan *time series* yaitu (Ginting, 2007):

#### 1. Metode rata-rata (*Simple average*)

Dasar pemikiran ini adalah menghitung nilai tengah untuk setiap waktu dengan cara menjumlahkan seluruh nilai observasi sebelumnya dibagi jumlah data. Penurunan rumus model ini adalah:

$$F_{T+n} = \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{T+(n-1)} X_i}{T}$$

dimana:

$\bar{X} = F_{T+n}$  = hasil peramalan.

T = periode.

$X_i$  = *demand* pada periode t.

## 2. Metode rata-rata bergerak (*moving average*)

Metode ini lebih baik daripada metode rata-rata (*simple average*), dimana pada metode ini ramalan untuk periode berikutnya merupakan rata-rata dari beberapa metode sebelumnya. Satu set data (n periode terakhir) dicari rata-ratanya, kemudian dipakai sebagai peramalan untuk periode berikutnya. Setiap diperoleh observasi (data aktual) baru, maka rata-rata data yang baru dapat dihitung dengan mengeluarkan atau meninggalkan data periode yang lama dan memasukkan data periode yang baru atau yang terakhir. Rata-rata yang baru ini kemudian dipakai sebagai peramalan untuk periode yang akan datang, begitu seterusnya. Serial data yang digunakan jumlahnya selalu tetap dan termasuk data periode terakhir.

Pada metode ini menggunakan data paling sedikit 3 periode, tetapi yang sering digunakan anatara lain 3-5 periode. Semakin besar periode yang diambil, maka peramalan yang dihasilkan akan semakin menjauhi pola data.

Adapun notasi yang digunakan dalam metode ini adalah:

$$F_{t+1} = \frac{X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-n+1}}{n}$$

dimana:

$\bar{X} = F_{T+n}$  = hasil ramalan.

$X_i$  = *demand* pada periode t.

T = periode.

## 3. Metode *Weighted Moving Average*

Metode rata-rata bergerak sederhana menggunakan bobot yang sama pada setiap periode. Hal ini menunjukkan bahwa bentuk peramalan linier. Dalam banyak hal, periode yang diramalkan (periode t+1) banyak memiliki keadaan yang sama dengan periode t dibandingkan dengan periode lain, misalnya t-1 atau t-2. Oleh karena itu, periode terakhir sebaiknya mendapat bobot yang lebih besar dibandingkan dengan periode sebelumnya (disini menyiratkan adanya bentuk peramalan yang non linier). Metode rata-rata tertimbang dikembangkan untuk memenuhi keinginan itu.

Metode rata-rata bergerak tertimbang juga menggunakan data N periode terakhir sebagai data historis untuk melakukan peramalan, tetapi setiap periode mendapat

bobot yang berbeda. Rumus metode rata-rata bergerak tertimbang adalah sebagai berikut:

$$F_{t+1} = \frac{W_t \cdot X_t + W_{t-1} \cdot X_{t-1} + \dots + W_{t-n+1} \cdot X_{t-n+1}}{W_t + W_{t-1} + \dots + W_{t-n+1}}$$

Dimana:

$W_t$  = persentasi bobot yang diberikan untuk periode t apabila  $W_t + W_{t-1} + \dots + W_{t-n+1} = 1$ , rumus nilai peramalan untuk periode dapat disederhanakan menjadi:

$$F_{t+1} = W_t \cdot X_t + W_{t-1} \cdot X_{t-1} + \dots + W_{t-n+1} \cdot X_{t-n+1}$$

#### 4. Metode *Exponential Smoothing*

Metode pemulusan eksponensial merupakan peramalan yang mengikuti pola fluktuasi data yang diobservasi pada suatu periode untuk ramalan pada masa yang akan datang dengan cara melicinkan atau yang disebut *smoothing*, dan mengurangi fluktuasi ramalan tersebut.

##### a. *Single Exponential Smoothing*

Metode ini digunakan jika tidak ada pola *trend* maupun musiman. Metode ini hanya membutuhkan dua titik data meramalkan nilai yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Nilai ramalan pada periode t+1 merupakan nilai aktual pada periode t ditambah dengan penyesuaian yang berasal dari kesalahan nilai ramalan yang terjadi pada periode t tersebut. Nilai peramalan dapat dicari dengan menggunakan rumus:

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

Dimana:

$F_t$  = dugaan baru atau nilai ramalan untuk waktu t.

$S_t$  = data aktual pada periode sekarang.

$\alpha$  = konstanta pembobotan pemulusan eksponensial ( $0 < \alpha < 1$ ).

$F_{t-1}$  = dugaan atau nilai ramalan pada periode t-1 (periode waktu terakhir).

b. *Double Exponential Smoothing* satu parameter dari Browns

Dasar pemikiran dari pemulusan eksponensial linier dari Browns adalah serupa dengan rata-rata bergerak linier, kaerena kedua nilai pemulusan tunggal dan ganda ketinggalan dari data yang sebenarnya bilamana terdapat unsur *trend*.

Persamaan yang dipakai dari metode ini adalah sebagai berikut:

- 1) Menghitung eksponensial *smoothing* pertama dengan rumus:

$$S'_t = \alpha \cdot X_t + (1 - \alpha) \cdot S'_{t-1}$$

- 2) Menghitung eksponensial *smoothing* kedua dengan rumus:

$$S''_t = \alpha \cdot S'_t + (1 - \alpha) \cdot S''_{t-1}$$

- 3) Menghitung komponen  $a_t$  dengan rumus:

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t$$

- 4) Menghitung kompoen  $b_t$  dengan rumus:

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S'_t - S''_t)$$

- 5) Menghitung peramalan untuk m periode ke depan setelah t dengan rumus:

$$F_{t+m} = a_t + b_t \cdot m$$

dimana :

$X_t$	= data <i>demand</i> pada periode t.
$S'_t$	= nilai pemulusan I pada periode t.
$S''_t$	= nilai pemulusan II pada periode t.
$S'_{t-1}$	= nilai pemulusan pertama sebelumnya (t-1).
$S''_{t-1}$	= nilai pemulusan kedua sebelumnya (t-1).
$\alpha$	= konstanta pemulusan.
$\alpha_t$	= intersepsi pada periode t.
$b_t$	= nilai <i>trend</i> periode t.
$F_{t+1}$	= hasil peramalan pada periode t+1.
m	= jumlah periode waktu kedepan yang diramalkan.

5. Metode Dekomposisi

Yaitu hasil ramalan ditentukan dengan kombinasi dari fungsi yang ada sehingga tidak dapat diramalkan secara biasa. Model tersebut didekatkan dengan fungsi linier atau siklis, kemudian bagi t atas kuartalan sementara berdasarkan pola data yang ada.

Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

- a. Ramalkan fungsi Y biasa ( $dt = a + bt$ ).
- b. Hitung nilai indeks.
- c. Gabungkan nilai perolehan indeks kemudian ramalkan yang baru.

#### 6. Metode *Winters*

Metode *winters* digunakan jika ada pola *trend* dan musiman. Metode *winters* menggunakan model *trend* dari Holt, dimana model ini dimulai dengan perkiraan *trend* sebagai berikut:

$$T_t = \alpha \cdot A_t + (1 - \alpha) (f_{t-1} + T_{t-1})$$

Dimana:

- |                      |   |
|----------------------|---|
| $T_t$                | = Peramalan untuk periode t.                    |
| $A_t + (1 - \alpha)$ | = Nilai aktual <i>time series</i> .             |
| $f_{t-1}$            | = Peramalan pada waktu t-1 (waktu sebelumnya).  |
| $\alpha$             | = Konstanta perataan antara 0 dan 1.            |
| $T_{t-1}$            | = Peramalan untuk periode t (waktu sebelumnya). |

#### 2.2.7 Model Kasual

Model ini mengasumsikan bahwa faktor yang diramalkan menunjukkan suatu hubungan sebab-akibat dengan satu atau lebih variabel bebas. Metode peramalan dengan kasual antara lain (Ginting, 2007):

##### 1. Metode Regresi dan Korelasi

Regresi adalah suatu pola hubungan yang berbentuk lurus antara suatu variabel yang diramalkan dengan satu variabel yang mempengaruhinya atau variabel bebas yaitu waktu. Ketepatan peramalan dengan menggunakan metode ini sangat baik untuk peramalan jangka pendek, untuk peramalan jangka panjang ketepatannya kurang begitu baik. Metode ini banyak digunakan untuk peramalan penjualan, perencanaan keuntungan, peramalan permintaan dan peramalan keadaan ekonomi.

Adapun notasi dari metode regresi linier dinyatakan sebagai berikut:

$$Y = a + bx$$

Dimana:

- Y = variabel yang diramalkan.  
 x = variabel waktu/ periode.  
 a,b = konstanta.

Untuk mendapatkan nilai-nilai a dan b yang merupakan nilai konstan yang tidak berubah selama penganalisaan adalah sebagai berikut:

$$a = \frac{\sum Y}{n} - b \frac{\sum X}{n} \qquad b = \frac{n \sum X \sum Y - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Dimana:

- x = variabel waktu.  
 y = penjualan rill.  
 n = jumlah data.  
 a,b = konstanta.

## 2. Metode Ekonometrik

Metode ini didasarkan atas peramalan sistem persamaan regresi yang diestimasi secara simultan. Baik peramalan jangka pendek maupun peramalan jangka panjang, ketepatan peramalan dengan metode ini sangat baik. Peramalan ini dipergunakan untuk peramalan penjualan menurut kelas produk, atau peramalan keadaan ekonomi masyarakat seperti permintaan harga dan penawaran. Data yang dibutuhkan untuk penggunaan metode peramalan ini adalah data kuartalan beberapa tahun.

## 3. Metode *Input-Output*

Metode ini digunakan untuk menyusun proyeksi trend ekonomi jangka panjang. Model ini kurang baik ketepatannya untuk peramalan jangka panjang. Model ini banyak digunakan untuk peramalan penjualan perusahaan penjualan sektor industri

dan lain-lain. Data yang dibutuhkan untuk penggunaan metode ini adalah data tahunan selama sekitar sepuluh sampai lima belas tahun.

### 2.2.8 Akurasi Hasil Peramalan

Dalam melakukan peramalan, ada beberapa metode yang digunakan untuk mencari ramalannya. Dari beberapa metode tersebut akan dicari metode manakah yang paling baik dan cocok untuk meramalkan data tertentu. Sebuah model dengan galat peramalan terkecil tentunya akan dipilih untuk melakukan prediksi di masa mendatang. Besarnya galat tersebut dapat dihitung melalui ukuran galat peramalan, sebagai berikut:

(Makridakis S. , 1999)

Jika  $X_i$  merupakan data aktual untuk periode  $i$  dan  $F_i$  merupakan ramalan atau nilai kecocokan (*fitted value*) untuk periode yang sama maka kesalahan didefinisikan sebagai berikut:

$$e_t = X_i - F_i$$

#### 1. Mean Square Error (MSE)

MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara matematis, MSE dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n}$$

Dimana:

$A_t$  = permintaan aktual pada periode  $t$ .

$F_t$  = peramalan permintaan pada periode  $t$ .

$n$  = jumlah periode peramalan yang terlibat.

#### 2. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE biasanya lebih berarti membandingkan MAD karena MAPE menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode

tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan. Secara matematis, MAPE dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{MAPE} = \left(\frac{100}{n}\right) \sum \left|A_t - \frac{F_t}{A_t}\right|$$

Dimana:

$A_t$  = permintaan aktual pada periode t.

$F_t$  = peramalan permintaan pada periode t.

$n$  = jumlah periode peramalan yang terlibat.

Suatu model mempunyai kinerja sangat bagus jika nilai MAPE berada di bawah 10%, dan mempunyai kinerja bagus jika nilai MAPE berada di antara 10% dan 20% (Zainun & Majid, 2003).

### 3. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

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

$$\text{MAD} = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right|$$

Dimana:

$A_t$  = permintaan aktual pada periode t.

$F_t$  = peramalan permintaan pada periode t.

$n$  = jumlah periode peramalan yang terlibat.

#### 2.2.9 Persediaan

Bagi sebuah perusahaan, persediaan sangatlah penting dan termasuk aktiva lancar yang aktif. Perusahaan yang kekurangan persediaan akan mengalami hambatan dalam proses produksinya. Tetapi jika perusahaan kelebihan persediaan maka, perusahaan akan

mengeluarkan dana dalam hal persediaan. Persediaan atau *inventory* adalah stok bahan yang digunakan untuk memudahkan produksi atau untuk memuaskan permintaan pelanggan (Schroeder, 1995). Sedangkan persediaan adalah suatu keputusan investasi yang penting sehingga perlu kehati-hatian (Johns & Harding, 1996). Persediaan merupakan barang-barang yang disimpan untuk digunakan atau dijual pada masa yang akan datang (Ristono, 2009). Selain itu, (Kusuma, 2009) mengatakan bahwa persediaan didefinisikan sebagai barang yang disimpan untuk digunakan atau dijual pada periode mendatang.

Dari beberapa pendapat para ahli, maka dapat disimpulkan bahwa persediaan adalah bahan atau barang yang disimpan yang mana bahan atau barang tersebut akan digunakan untuk tujuan tertentu baik digunakan dalam proses produksi maupun untuk dijual kembali.

#### **2.2.10 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Persediaan**

Untuk dapat menentukan berapa persediaan yang optimal, maka perlu diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi besar kecilnya persediaan. Untuk menentukan kebijakan tingkat persediaan barang yang optimal perlu diketahui faktor-faktor yang mempengaruhinya. Berikut faktor-faktor yang mempengaruhi persediaan adalah sebagai berikut (Muslich, 2003):

1. Biaya persediaan: seringnya pemesanan bahan baku yang dilakukan dalam jumlah pesanan yang relatif kecil akan meningkatkan biaya pemesanan. Sebaliknya persediaan barang dalam jumlah yang besar akan memperbesar biaya penyimpanan. Selain itu perlu pula di pertimbangkan biaya modal yang tertanam dalam persediaan.
2. Sejauh mana permintaan barang oleh pembeli dapat diketahui jika permintaan barang dapat diketahui, maka perusahaan dapat menentukan berapa kebutuhan barang dalam 2 periode. Kebutuhan barang dalam periode inilah yang harus dapat dipenuhi oleh perusahaan.
3. Lama penyerahan barang antara saat dipesan dengan barang tiba, atau disebut sebagai *lead time* atau *delivery time*.
4. Kemungkinan diperolehnya diskonto untuk pembelian dalam jumlah besar.

Besar kecilnya persediaan bahan baku dan bahan penolong dipengaruhi oleh faktor (Ristono, 2009):

1. Volume atau jumlah yang dibutuhkan yaitu persediaan ditaksir berdasarkan ramalan kebutuhan proses produksi per periode (misalnya berdasarkan anggaran penjualan) dengan tujuan menjaga kelangsungan (kontinuitas) proses produksi.
2. Kontinuitas produksi tidak terhenti, diperlukan tingkat persediaan bahan baku yang tinggi dan sebaliknya.
3. Sifat bahan baku atau penolong perlu diketahui apakah cepat rusak atau tahan lama. Apabila bahan atau persediaan termasuk kedalam kategori barang cepat rusak maka persediaan yang disimpan tidak perlu terlalu banyak. Sedangkan untuk bahan baku yang memiliki sifat tahan lama, maka tidak ada salahnya perusahaan menyimpan dalam jumlah besar.

Dari penjelasan yang telah disebutkan, maka diketahui bahwa perusahaan dalam menentukan besar atau kecilnya tingkat persediaan harus melakukan beberapa pertimbangan. Pertimbangan tersebut akan selalu dipengaruhi oleh volume jumlah persediaan yang dibutuhkan atau direncanakan, biaya persediaan yang akan dikeluarkan yang dipengaruhi oleh kegiatan produksi, sifat bahan baku yang digunakan, dan waktu pemesanan barang hingga barang tiba.

### 2.2.11 Fungsi Persediaan

Persediaan dapat dikategorikan berdasarkan fungsinya yaitu sebagai berikut (Ginting, 2007):

1. Persediaan dalam *Lot Size*  
 Persediaan muncul karena ada persyaratan ekonomis untuk penyediaan (*replenishment*) kembali. Penyediaan dalam *lot* yang besar atau dengan kecepatan sedikit lebih cepat dari permintaan akan lebih ekonomis. Faktor penentu persyaratan ekonomis antara lain adalah biaya *setup*, biaya persiapan produksi atau pembelian dan biaya transport.
2. Persediaan Cadangan  
 Persediaan timbul berkenaan dengan ketidakpastian. Permintaan konsumen biasanya diprediksi dengan peramalan. Jumlah produksi yang ditolak (*reject*) hanya bisa

diprediksi dalam proses. Persediaan cadangan mengamankan kegagalan mencapai permintaan konsumen atau memenuhi kebutuhan manufaktur tepat pada waktunya.

### 3. Persediaan Antisipasi

Persediaan dapat timbul mengantisipasi terjadinya penurunan persediaan (*supply*) dan kenaikan permintaan (*demand*) atau kenaikan harga. Untuk menjaga kontinuitas pengiriman produk ke konsumen, suatu perusahaan dapat memelihara persediaan dalam rangka liburan tenaga kerja atau antisipasi terjadinya pemogokan tenaga kerja.

### 4. Persediaan Pipeline

Sistem persediaan dapat diibaratkan sebagai sekumpulan tempat (*stock point*) dengan aliran diantara tempat persediaan tersebut. Pengendalian persediaan terdiri dari pengendalian aliran persediaan dan jumlah persediaan akan terakumulasi ditempat persediaan. Jika aliran melibatkan perubahan fisik produk, seperti perlakuan panas atau perakitan beberapa komponen, persediaan dalam aliran disebut setengah jadi (*work in process*). Jika suatu produk tidak dapat berubah secara fisik tetapi dipindahkan dari suatu tempat penyimpanan ke tempat penyimpanan lain, persediaan disebut persediaan transportasi. Jumlah dari persediaan setengah jadi dan persediaan transportasi disebut persediaan *pipeline*. Persediaan *pipeline* merupakan total investasi perubahan dan harus dikendalikan.

### 5. Persediaan lebih

Merupakan persediaan yang tidak dapat digunakan karena kelebihan atau kerusakan fisik yang terjadi.

## 2.2.12 Jenis-Jenis Persediaan

Persediaan ada berbagai jenis. Setiap jenisnya mempunyai karakteristik khusus dan cara pengelolaan yang berbeda juga. Untuk mengakomodasi fungsi-fungsi persediaan, perusahaan harus memelihara jenis persediaan yang dibedakan menjadi (Heizer & Render, Manajemen Operasi. Buku II, 2010):

### 1. Persediaan Bahan Mentah (*Raw Material Inventory*)

Merupakan persediaan bahan baku yang telah dibeli tetapi belum diproses. Persediaan ini dapat digunakan untuk melakukan *decouple* (memisahkan) pemasok dari proses produksi. Pendekatan yang lebih dipilih adalah menghilangkan

*variabilitas* pemasok akan kualitas, kuantitas atau waktu pengantaran sehingga tidak diperlukan pemisahan.

2. Persediaan Barang Setengah Jadi (*Work In Procces Inventory*)  
Merupakan komponen atau bahan mentah yang telah melewati beberapa proses perubahan, tetapi belum selesai.
3. Persediaan MRO (*Maintenance, Repair, Operating*)  
Merupakan persediaan yang disediakan untuk keperluan pemeliharaan, perbaikan dan operasi yang dibutuhkan agar mesin-mesin dan proses tetap produktif.
4. Persediaan Barang Jadi (*Finish goods*)  
Merupakan barang-barang yang telah selesai diproses atau diolah dalam pabrik dan siap untuk dijual kepada pelanggan atau perusahaan lain.

Tersine (1994) berpendapat bahwa dalam masalah persediaan dapat dikalsifikasikan menjadi beberapa bagian, diantaranya berdasarkan sifat *demand* yaitu:

1. *Constant Demand*  
Adalah ketika permintaan dari suatu *item* akan tetap sepanjang waktu.
2. *Variable Demand*  
Adalah ketika permintaan akan mengikuti pola distribusi normal, poisson, beta dan distribusi lainnya.
3. *Independent Demand*  
Adalah ketika permintaan antara satu *item* dengan *item* yang lainnya tidak berhubungan atau tidak tergantung dengan jumlah *item* yang lain. Contoh: permintaan barang jadi (*finish good*).
4. *Dependent Demand*  
Adalah ketika permintaan satu *item* bergantung langsung dengan permintaan *item* yang lain yang merupakan item pada level di atasnya. Contoh: permintaan *sub assembling*, komponen dan *raw material*.

### 2.2.13 Biaya Persediaan

Secara umum biaya sistem persediaan adalah semua pengeluaran dan kerugian yang timbul sebagai akibat adanya persediaan. Biaya sistem persediaan terdiri dari beberapa biaya, antara lain (Nasution & Prasetyawan, 2008):

### 1. Biaya Pembelian (*Purchasing Cost*)

Biaya Pembelian (*Purchasing Cost*) merupakan biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang. Besarnya biaya pembelian ini tergantung pada jumlah barang yang dibeli dan harga dari satuan barang.

### 2. Biaya Pengadaan (*Procurement Cost*)

Biaya Pengadaan (*Procurement Cost*) memiliki 2 jenis sesuai asal usul barang yaitu:

#### a. Biaya Pemesanan (*Ordering Cost*)

Biaya pemesanan adalah semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari pemasok. Biaya ini meliputi biaya pemrosesan pesanan, biaya ekspedisi, upah, biaya telekomunikasi, biaya dokumentasi, biaya pengepakan, biaya pemeriksaan, biaya pengiriman gudang, biaya utang lancar dan biaya lainnya yang tidak tergantung jumlah pesanan.

#### b. Biaya Pembuatan (*Setup Cost*)

Biaya pembuatan adalah semua pengeluaran yang ditimbulkan untuk persiapan memproduksi barang. Biaya ini terjadi bila *item* persediaan diproduksi sendiri dan tidak membeli dari pemasok. Biaya ini meliputi biaya persiapan peralatan, biaya mempersiapkan mesin (*setup*), biaya mempersiapkan tenaga kerja langsung, biaya perencanaan dan penjadwalan produksi, dan biaya-biaya lain yang besarnya tidak tergantung pada jumlah *item* yang diproduksi.

### 3. Biaya Penyimpanan ( *Holding Cost*)

Biaya Penyimpanan (*Holding Cost*) adalah semua pengeluaran yang timbul akibat penyimpanan barang. Biaya ini meliputi:

- a. Biaya gudang/fasilitas-fasilitas penyimpanan (termasuk penerangan, pendingin ruangan, dll).
- b. Biaya modal (*opportunity cost of capital*) yaitu alternatif pendapatan atas dana yang diinvestasikan dalam persediaan.
- c. Biaya penanganan persediaan.
- d. Biaya kerusakan, penyusutan, atau perampokan.
- e. Biaya kadaluarsa.
- f. Biaya asuransi.
- g. Biaya pajak persediaan.

#### 4. Biaya Kekurangan Persediaan (*Shortage Cost*)

Bila perusahaan kehabisan barang pada saat ada permintaan, maka akan terjadi keadaan kekurangan persediaan. Keadaan ini akan menimbulkan kerugian karena proses produksi akan terganggu dan kehilangan kesempatan untuk mendapatkan keuntungan atau kehilangan konsumen karena kecewa dan beralih ke tempat lain. Biaya-biaya yang termasuk biaya kekurangan bahan adalah kehilangan penjualan, kehilangan pelanggan, biaya pemesanan khusus, selisih harga, terganggunya operasi, tambahan pengeluaran kegiatan manajerial dan lain sebagainya.

Biaya kekurangan persediaan dapat diukur dari:

- a. Kuantitas yang tidak dipenuhi  
Biasanya diukur dari keuntungan yang hilang karena tidak dapat memenuhi permintaan atau kerugian akibat terhentinya proses produksi.
- b. Waktu pemenuhan  
Lamanya gudang kosong berarti lamanya proses produksi terhenti atau lamanya perusahaan tidak mendapatkan keuntungan.
- c. Biaya pengadaan darurat  
Agar konsumen tidak kecewa, dapat dilakukan pengadaan darurat yang biasanya menimbulkan biaya yang lebih besar dari pengadaan normal. Kelebihan biaya jika dibandingkan dengan pengadaan normal ini dapat dijadikan ukuran untuk menentukan biaya kekurangan persediaan.

#### 2.2.14 Pengendalian Persediaan

Setiap perusahaan yang melakukan suatu produksi akan mengalami permasalahan yang berkaitan dengan persediaan, dimana masalah tersebut berpengaruh terhadap kegiatan produksi. Untuk menghindari permasalahan tersebut, perlu diadakannya pengendalian terhadap persediaan sehingga perusahaan dapat mengukur tingkat persediaan untuk menjaga kelangsungan produksinya.

Pengendalian persediaan merupakan suatu kegiatan yang ditujukan agar persediaan atau *stock* yang ada tidak akan mengalami kekurangan dan dapat dijaga tingkat yang optimal sehingga biaya persediaan dapat minimal (Assauri, 2004). Rangkuti (2004)

berpendapat bahwa pengawasan persediaan merupakan salah satu fungsi manajemen yang dapat dipecahkan dengan menerapkan metode kuantitatif.

Dari pengertian-pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa pengendalian persediaan adalah suatu aktivitas untuk menetapkan besarnya persediaan dengan memperhatikan keseimbangan antara besarnya persediaan yang disimpan dengan biaya-biaya yang ditimbulkan.

### 2.2.15 Tujuan Pengendalian Persediaan

Ginting (2007) menyebutkan bahwa tujuan pengendalian persediaan adalah sebagai berikut:

1. Pemasaran ingin melayani konsumen secepat mungkin sehingga memungkinkan persediaan dalam jumlah yang banyak.
2. Produk ingin beroperasi secara efisien, hal ini menyimplicasikan *order* produksi yang tinggi akan menghasilkan persediaan yang besar (untuk mengurangi *setup* mesin). Disamping itu juga produk menginginkan persediaan bahan baku, setengah jadi atau komponen yang cukup sehingga proses produksi tidak terganggu karena kekurangan bahan.
3. Pembelian (*purchasing*), dalam rangka efisiensi juga menginginkan pesanan produksi yang besar dalam jumlah sedikit daripada pesanan yang kecil dalam jumlah yang banyak. Pembelian juga ingin ada persediaan sebagai pembatas kenaikan harga dan kekurangan produk.
4. Keuangan (*finance*) menginginkan minimisasi semua bentuk investasi persediaan karena biaya investasi dan efek negatif yang terjadi pada perhitungan pengembalian aset (*return of asset*) perusahaan.
5. Personalia (*personel and industrial relationship*) menginginkan adanya persediaan untuk mengantisipasi fluktuasi kebutuhan tenaga kerja.
6. Rekayasa (*engineering*) menginginkan persediaan minimal untuk mengantisipasi jika terjadi perubahan rekayasa atau *engineering*.

Dari keterangan diatas dapat dikatakan bahwa tujuan pengendalian persediaan adalah untuk memperoleh kualitas dan jumlah yang tepat dari bahan-bahan atau barang-barang yang tersedia pada waktu yang dibutuhkan dengan biaya-biaya yang minimum untuk keuntungan atau kepentingan perusahaan.

### 2.2.16 Model Pengendalian Persediaan

Model persediaan akan sangat tergantung kepada sifat bahan atau barang, apakah barang tersebut bersifat permintaan bebas (*independent*) atau sebagai permintaan terikat (*dependent*).

Permintaan *independent* atas produk atau barang merupakan permintaan yang bebas, dengan pengertian tidak ada keharusan untuk membelinya sebagai kepentingan proses konversi. Sebagai contoh orang yang akan membeli mobil adalah bebas untuk membeli atau tidak, sama dengan orang akan membeli sepeda motor.

Sedangkan permintaan *dependent* adalah permintaan terikat, disebabkan jika bahan atau barang tersebut tidak ada, maka proses konversi suatu perusahaan tidak akan dapat berjalan. Sebagai contoh, manufaktur mobil membeli plat besi dan komponen untuk merakit mobil, apabila plat besi atau komponen tidak ada, maka proses konversi tidak dapat dilaksanakan sehingga dikatakan plat besi dan komponen merupakan permintaan *dependent* dari manufaktur mobil.

Menurut Hamdy (1997), model persediaan dapat bersifat deterministik atau probabilistik.

#### 1. Model Persediaan Deterministik

Menurut Hamdy (1997), permintaan deterministik dapat bersifat statis dalam arti bahwa laju pemakaian tetap konstan sepanjang waktu dan diketahui dengan pasti, permintaan deterministik dapat bersifat dinamis yaitu permintaan diketahui dengan pasti tetapi bervariasi dari satu periode ke periode berikutnya.

Model deterministik merupakan model yang didasarkan pada asumsi bahwa laju permintaan diketahui untuk suatu selang periode. Asumsi-asumsi yang digunakan pada umumnya yaitu bahan yang dipesan satu macam, kebutuhan per periode diketahui dan bahan yang dibutuhkan segera dapat tersedia. Model persediaan yang paling sederhana terjadi ketika permintaan tetap sepanjang waktu dengan jumlah pemesanan diterima sekaligus dan tidak ada kekurangan.

Pada model deterministik, parameter permintaan, biaya persediaan dan tenggang waktu (*lead time*) diperhitungkan dengan pasti. Dengan kata lain, jumlah permintaan dan biaya persediaan diasumsikan dapat ditentukan secara pasti. Demikian halnya terhadap waktu pemesanan dapat diasumsikan konstan.

Akibat adanya biaya pemesanan dan biaya penyimpanan, jumlah  $y$  harus ditentukan sehingga diperoleh total biaya minimum. Apabila  $k$  adalah biaya pemesanan yang terjadi setiap waktu pemesanan dan biaya penyimpanan per unit persediaan adalah  $h$ , maka total biaya per unit waktu (TCU) adalah:

$$TCU = \frac{k}{y/b} + \frac{hy}{2}$$

Nilai optimum dari  $y$  didapat dengan meminimumkan TCU ( $y$ ) yaitu:

$$\frac{dTCU(y)}{dy} = \frac{k}{y/b} + \frac{hy}{2}$$

Sehingga:

$$y^* = \frac{\sqrt{2kb}}{h}$$

Dimana:

- TCU = total biaya per unit waktu.
- $y^*$  = Jumlah pemesanan optimum.
- $k$  = Biaya pemesanan per pesanan.
- $b$  = Jumlah permintaan bahan per periode.
- $h$  = Biaya penyimpanan per unit bahan.

## 2. Model Persediaan Probabilistik

Mode probabilistik merupakan model yang melibatkan distribusi peluang permintaan maupun peluang waktu tunggu (*lead time*). Model probabilistik dibedakan menjadi dua yaitu model untuk permintaan diskrit dan model untuk permintaan kontinu. Model untuk permintaan diskrit digunakan untuk barang-barang yang sifat permintaannya tidak kontinu sedangkan untuk model permintaan kontinu digunakan untuk barang-barang yang permintaannya berkesinambungan atau terus menerus. Model untuk tingkatan seperti model permintaan kontinu adalah model *service level* atau model tingkat pelayanan (Waters, 1992).

Permintaan probabilistik memiliki dua klasifikasi serupa yaitu kasus stationer dan kasus dinamis. Kasus stasioner, fungsi kepadatan probabilistik permintaan tetap tidak berubah sepanjang waktu. Sedangkan kasus dinamis, fungsi kepadatan probabilitas bervariasi dengan waktu (Hamdy, 1997).

Permasalahan dalam persediaan probabilistik adalah adanya permintaan barang tiap harinya tidak diketahui sebelumnya, informasi yang diketahui hanya berupa pola

permintaannya yang diperoleh berdasarkan masa lalu. Pada model-model persediaan deterministik, diasumsikan bahwasanya semua parameter persediaan selalu konstan dan diketahui secara pasti. Pada kenyataannya, sering terjadi parameter-parameter yang ada merupakan nilai-nilai yang tidak pasti dan sifatnya hanya estimasi atau perkiraan saja. Untuk menghadapi variasi yang ada, terutama variasi permintaan dan *lead time*, model probabilistik biasanya dicirikan dengan adanya persediaan pengaman (*safety stock*).

Sistem pengendalian persediaan bersifat probabilistik sederhana diasumsikan bahwa pada prinsipnya hampir sama dengan model inventori deterministik kecuali permintaan yang bersifat probabilistik dan adanya ongkos kekurangan *inventory*.

### 3. Sistem Pengendalian Persediaan

Sistem dan model pengendalian persediaan adalah metode penelitian yang bertujuan menjaga keseimbangan antara jumlah persediaan dengan biaya persediaan yang merupakan faktor penunjang dalam produktivitas. Tujuannya adalah agar tercapai sasaran yang diinginkan yaitu stabilitas produksi dan kemampuan mengendalikan hasil produksi. Salah satu tujuan pengendalian persediaan adalah untuk mengoptimalkan persediaan serta mengoptimalkan biaya pengadaan persediaan.

Pada dasarnya analisis persediaan berkenaan dengan perancangan teknik memperoleh tingkat persediaan optimal dengan menjaga keseimbangan antara biaya karena persediaan yang terlalu sedikit. Oleh karena itu, manajemen persediaan pada hakikatnya mencakup dua fungsi yang berhubungan sangat erat sekali yaitu perencanaan persediaan dan pengawasan persediaan.

Didalam mencari jawaban atas permasalahan umum dalam pengendalian persediaan, metode pengendalian persediaan yang dapat diidentifikasi sebagai berikut (Ristono, 2009):

#### a. Metode Pengendalian Secara Statistik (*Statistical Inventory Control*)

Umumnya metode ini menggunakan ilmu matematika dan statistik sebagai alat bantu utama dalam memecahkan masalah kuantitatif dalam sistem persediaan. Pada dasarnya, metode pengendalian secara statistik (*Statistical Inventory Control*) berusaha mencari jawaban optimal dalam menentukan:

- 1) Jumlah ukuran pemesanan dinamis (EOQ).
- 2) Titik pemesanan kembali (*reorder point*).

### 3) Jumlah cadangan pengaman (*safety stock*).

Metode pengendalian persediaan secara statistik ini biasanya digunakan untuk mengendalikan barang yang permintaannya bersifat bebas (*dependent*) dan dikelola saling tidak bergantung. Yang dimaksud permintaan bebas adalah permintaan yang hanya dipengaruhi mekanisme pasar sehingga bebas dari fungsi operasi produk. Sebagai contoh adalah permintaan untuk barang jadi dan suku cadang pengganti (*spare part*). Dalam perkembangannya metode *Statistical Inventory Control* memunculkan 2 metode dasar pengendalian persediaan yang bersifat probabilistik yaitu metode P dan metode Q.

Metode P dan metode Q merupakan metode persediaan yang menentukan jumlah persediaan yang harus disediakan dan waktu pemesanan yang optimal sehingga diperoleh total biaya persediaan minimal. Mekanisme pengendalian persediaan dengan metode P dilakukan dengan memesan menurut interval waktu tertentu dan jumlah yang dipesan merupakan selisih antara persediaan maksimum yang diinginkan dengan persediaan yang ada pada saat pemesanan yang konstan dan pemesanan dilakukan jika barang telah mencapai *reorder point*.

#### 1) Metode Q

Pada metode ini persediaan dengan jumlah pemesanan tetap dan jarak waktu pemesanan selalu berubah-ubah. Pada metode ini pemesanan kembali dilakukan pada saat dimana persediaan mencapai suatu titik pemesanan kembali (*reorder point*) dengan memperhitungkan kebutuhan yang berfluktuasi selama waktu tunggu (*lead time*), persediaan untuk meredam fluktuasi selama *lead time* disebut persediaan keamanan (*safety stock*). Beberapa yang perlu diperhatikan pada model Q adalah:

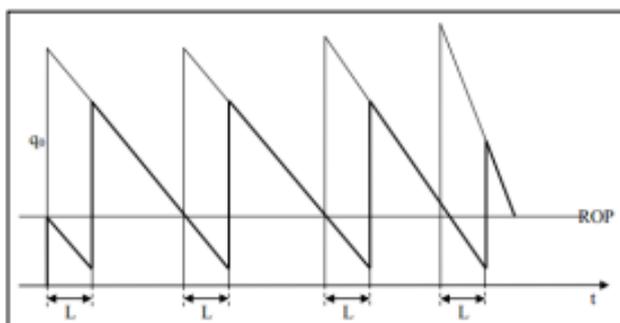
- a) *Lot order economic* adalah jumlah pembelian yang ekonomis untuk dilaksanakan pada setiap kali pesan.
- b) Persediaan keamanan (*safety stock*) adalah sejumlah bahan sebagai persediaan cadangan jika perusahaan berproduksi melebihi rencana yang telah ditetapkan.
- c) Waktu tunggu (*lead time*) adalah waktu yang dibutuhkan untuk memesan bahan sampai bahan tersebut tiba.

d) Pemakaian atau kebutuhan setiap hari.

Ciri-ciri pengendalian persediaan dengan metode Q adalah:

- a) Jumlah barang yang dipesan untuk setiap pemesanan adalah sama.
- b) Pemesanan kembali dilakukan apabila persediaan telah mencapai titik pemesanan kembali.
- c) Besarnya *reorder point* sama dengan jumlah pemakaian selama waktu *lead time* ditambah dengan persediaan keamanan.
- d) Interval waktu antara pemesanan tidak sama, tergantung pada jumlah barang persediaan.

Pada gambar 2.5 dibawah ini menunjukkan bahwa mekanisme pengendalian dilakukan dengan memesan menurut interval waktu  $T$  dan jumlah yang dipesan adalah sebesar  $(R-r)$  yang merupakan ukuran *lot* bersifat variabel.



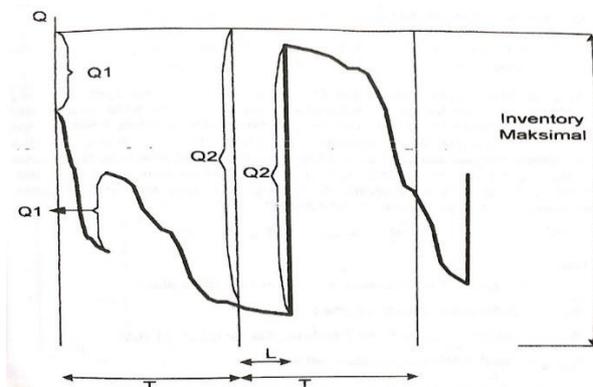
Gambar 2.5 Situasi inventori dengan metode Q  
(Sumber: Ristono, 2009)

## 2) Metode P

Ciri-ciri pengendalian persediaan dengan metode P adalah:

- a) Jumlah barang yang dipesan tidak tetap tergantung pada jumlah persediaan di gudang.
- b) Interval waktu pemesanan tetap.
- c) Jumlah yang dipesan sama dengan persediaan maksimum dikurangi dengan persediaan yang ada di gudang, kemudian ditambah dengan permintaan yang diharapkan selama waktu *lead time*.
- d) Persediaan keamanan dilakukan untuk menghadapi fluktuasi kebutuhan dalam masa pemesanan.

Pada gambar 2.6 menunjukkan bahwa mekanisme pengendalian dilakukan dengan memesan menurut interval waktu  $T$  dan jumlah yang dipesan adalah sebesar  $(R-r)$  yang merupakan ukuran *lot* bersifat variabel.



Gambar 2.6 Situasi inventori dengan model P  
(Sumber: Baroto, 2002)

Variabilitas ini dikarenakan permintaan bersifat probabilistik sedangkan waktu pemesanan ( $T$ ) selalu tetap sehingga ukuran *lot* pemesanan antara satu pemesanan dengan pemesanan lain berubah-berubah (variabel). Di samping itu tampak juga adanya suatu periode waktu tertentu dimana kemungkinan barang tidak ada di gudang atau terjadi kekurangan inventori (*out of stock*).

#### b. Metode Perencanaan Kebutuhan Material (*Material Requirement Planning / MRP*)

*Material requirement planning* (MRP) adalah suatu sistem perencanaan dan penjadwalan kebutuhan material untuk produksi yang memerlukan beberapa tahapan proses atau fase dengan kata lain adalah suatu rencana produksi untuk sejumlah produk jadi yang diterjemahkan ke bahan mentah (komponen) yang dibutuhkan dengan menggunakan waktu tenggang sehingga dapat ditentukan kapan dan berapa banyak yang dipesan untuk masing-masing komponen suatu produk yang akan dibuat (Rangkuti, 2004).

Sistem MRP merencanakan ukuran *lot* sehingga barang-barang tersebut tersedia pada saat dibutuhkan. Ukuran *lot* adalah kuantitas yang akan dipesan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku perusahaan dengan kuantitas yang dapat

meminimalkan biaya persediaan sehingga perusahaan akan memperoleh keuntungan.

Sistem pengendalian dengan menggunakan metode MRP memang lebih kompleks pengelolaannya, namun mempunyai banyak kelebihan dibandingkan dengan sistem ukuran pemesanan tetap untuk pengendalian barang-barang produksi. Menurut Heizer dan Render (2005) bahwa kelebihan MRP dalam menangani barang-barang diantaranya adalah:

- 1) Meningkatkan pelayanan dan kepuasan pelanggan.
- 2) Meningkatkan penggunaan fasilitas dan tenaga kerja.
- 3) Perencanaan dan penjadwalan yang lebih baik.
- 4) Respon lebih cepat terhadap permintaan pasar.
- 5) Mengurangi tingkat persediaan tanpa mengurangi pelayanan kepada pelanggan.

Adanya jadwal produksi memungkinkan perusahaan untuk menyimpan persediaan dalam jumlah yang cukup dan tidak terlalu besar sesuai dengan kebutuhannya sehingga tidak mengganggu kelancaran produksi perusahaan.

Menurut Rangkuti (2004), sasaran MRP meliputi:

- 1) Pengurangan jumlah persediaan.
- 2) Pengurangan produksi dan tenggang waktu pengiriman.
- 3) Komitmen yang realistis.
- 4) Meningkatkan efisiensi.

Menurut Rangkuti (2004), komponen sistem MRP terdiri dari:

1) *Input MRP:*

a) *Master Production Planning (MPS)*

Alokasi pembuatan produk yang diinginkan, apa yang direncanakan untuk diproduksi dan kapan produk itu akan diproduksi.

b) *Bill of material (BOM)*

Daftar semua material yang dibutuhkan satu unit produksi.

c) *Inventory status/record files/item master*

Catatan keadaan persediaan yang menggambarkan status semua item yang ada dalam persediaan. *Item master* berisi data tentang *lead time*, teknik *lot sizing* yang digunakan, *safety stock* dan semua informasi dari semua *item*.

d) *Orders*

Pesanan yang secara resmi telah dikeluarkan oleh perusahaan.

e) *Requirements*

Catatan kebutuhan tentang *item* yang dibutuhkan. Berupa internal *requirements* dan eksternal *requirements*.

2) *Output MRP*:

Secara umum *output MRP* berfungsi sebagai pemberi catatan tentang pesanan penjadwalan yang harus dilakukan oleh perusahaan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku untuk kelancaran produksi ke depan.

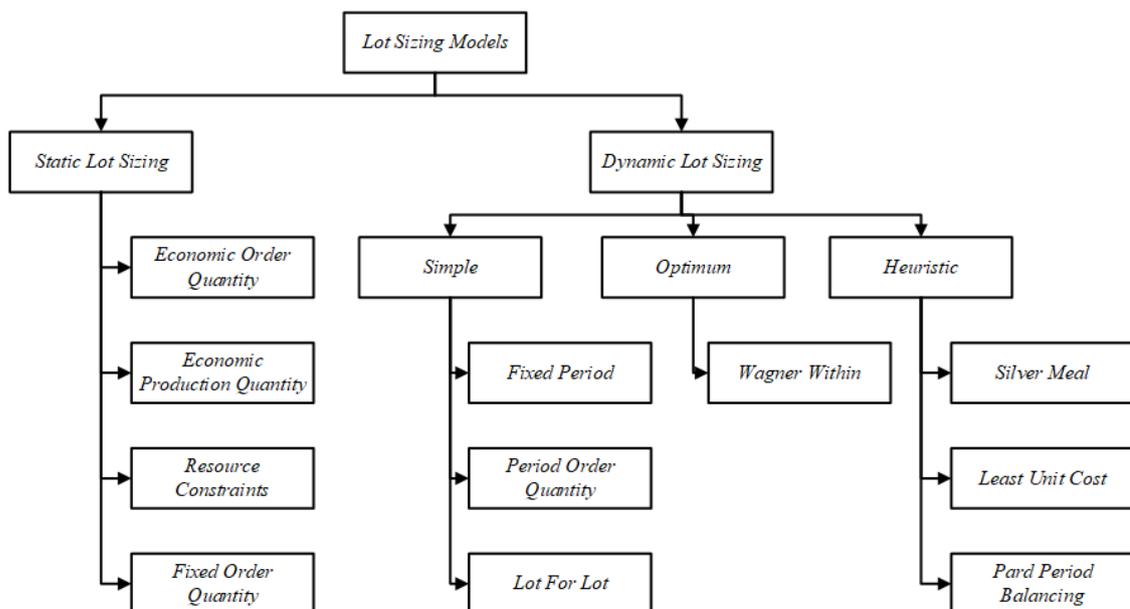
Pada sistem MRP, terdapat 4 langkah utama yang harus diterapkan satu per satu pada periode perencanaan dan pada setiap item. Langkah-langkah dasar dalam penyusunan proses MRP adalah sebagai berikut:

- 1) *Netting* (kebutuhan bersih) merupakan proses perhitungan untuk menetapkan jumlah kebutuhan bersih untuk setiap periode selama horizon perencanaan yang besarnya merupakan selisih dari kebutuhan kotor dengan keadaan persediaan (yang ada dalam persediaan dan yang sedang dipesan).
- 2) *Lotting* merupakan penentuan ukuran *lot* (jumlah pesanan) yang menjamin bahwa semua kebutuhan-kebutuhan akan dipenuhi, pesanan akan dijadwalkan untuk penyelesaian pada awal periode dimana ada kebutuhan bersih.
- 3) *Offsetting* (rencana pemesanan) merupakan salah satu langkah dalam MRP untuk menentukan saat yang tepat untuk rencana pemesanan dalam memenuhi kebutuhan bersih. Rencana pemesanan didapat dengan cara menggabungkan saat awal tersedianya *lot size* yang diinginkan dengan besarnya *lead time* barang yang dipesan.

4) *Exploding* merupakan proses perhitungan kebutuhan kotor untuk tingkat atau level yang lebih bawah dalam suatu struktur produk serta didasarkan pada rencana pemesanan.

Penentuan ukuran *lot* dalam MRP merupakan masalah yang kompleks dan sulit. *Lot size* diartikan sebagai kuantitas yang dinyatakan dalam penerimaan pesanan dan penyerahan pesanan dalam skedul MRP. Untuk komponen yang diproduksi di dalam pabrik, *lot size* merupakan jumlah produksi, untuk komponen yang dibeli. *Lot size* berarti jumlah yang dipesan dari *supplier*. Dengan demikian *lot size* secara umum merupakan pemenuhan kebutuhan komponen untuk satu atau lebih periode.

*Lot sizing* merupakan proses menentukan ukuran pesanan. Pemesanan ini harus tersedia di awal periode produksi. Terdapat banyak alternatif untuk menghitung ukuran *lot*. Beberapa teknik diarahkan untuk menyeimbangkan *setup cost* dan *holding cost*. Ada juga yang bersifat sederhana dengan menggunakan konsep jumlah atau periode pemesanan yang tetap. Berdasarkan pengambilan keputusan persediaan berdasarkan kuantitas (*quantity decision*), *lot sizing* dibagi menjadi dua kelompok yang dikelompokkan berdasarkan karakteristik sifat *lot sizing* yang diinginkan apakah statis atau dinamis. Secara singkat pengelompokan tersebut dapat dilihat pada bagan berikut:



Gambar 2.7 Klasifikasi dari *lot sizing model*

Sumber: Sipper dan Bulfin, 1998

- 1) *Static lot sizing models* atau SLS (Model ukuran pemesanan statis)  
*Static lot sizing models* digunakan untuk permintaan yang tetap selama periode waktu yang direncanakan.
- 2) *Dynamic lot sizing models* atau DLS (Model ukuran pemesanan dinamis)  
*Dynamic lot sizing models* merupakan model yang digunakan untuk permintaan yang berubah-ubah selama rentang waktu periode perencanaan persediaan. Diasumsikan permintaan diketahui dengan pasti, yang kadang disebut *lumpy demand*.

Dalam penerapan metode MRP penentuan ukuran pesanan (*lot*) yang digunakan merupakan faktor yang penting. Pemilihan teknik *lot sizing* yang akan digunakan mempengaruhi keefektifan sistem MRP secara keseluruhan. Didalam pemilihan keputusan teknik *lot sizing* yang digunakan, hal yang dipertimbangkan adalah biaya-biaya yang terjadi akibat adanya persediaan (biaya persediaan), yaitu biaya pemesanan (*ordering cost*) dan biaya penyimpanan (*holding cost*). Berikut ini kategori dari *static lot sizing models* dan *dynamic lot sizing models*:

- 1) *Static Lot Sizing Models* atau SLS (Model ukuran pemesanan statis)  
*Static Lot Sizing Models* dapat dikategorikan menjadi 4 model yaitu:
  - a) Jumlah pesanan tetap atau *Fixed Order Quantity* (FOQ)  
 Teknik FOQ menggunakan kuantitas pemesanan yang tetap untuk suatu persediaan *item* tertentu dapat ditentukan secara seimbang atau berdasarkan pada faktor-faktor intuitif. Dalam menggunakan teknik ini jika perlu, jumlah pesanan diperbesar untuk menyamai jumlah kebutuhan bersih yang tinggi pada suatu periode tertentu yang harus dipenuhi, yang berarti ukuran kuantitas pemesanannya (*lot sizing*) adalah sama untuk seluruh periode selanjutnya dalam perencanaan. Metode ini dapat digunakan untuk *item-item* yang biaya pemesanannya (*ordering cost*) sangat besar.
  - b) Jumlah pesanan ekonomi atau *Economic Order Quantity* (EOQ)  
 Metode ini diperkenalkan pertama kali oleh Ford Harris dari Westinghouse pada tahun 1915. Metode ini merupakan inspirasi bagi

para pakar persediaan untuk mengembangkan metode-metode pengendalian persediaan lainnya. Metode ini dikembangkan atas fakta adanya biaya variabel dan biaya tetap dari proses produksi atau pemesanan barang.

Besarnya *lot* pada teknik EOQ ini adalah tetap, melibatkan ongkos pesan dan ongkos simpan. Pemesanan dilakukan apabila jumlah persediaan tidak dapat memenuhi kebutuhan yang diinginkan. Teknik ini biasa dipakai untuk horizon perencanaan selama satu tahun (12 bulan), sedangkan keefektifannya akan bagus jika pola kebutuhan bersifat kontinu dan tingkat kebutuhan konstan. Ukuran kuantitas pemesanan (*lot sizing*) ditentukan dengan (Ristono, 2009):

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{C}}$$

Dimana:

D = permintaan yang diperkirakan per periode waktu.

S = biaya pemesanan (persiapan pesanan dan mesin) per pesanan.

C = biaya penyimpanan per unit per tahun.

c) *Economic Production Quantity (EPQ)*

EPQ merupakan pengembangan dari EOQ. Perbedaannya dengan EOQ adalah EPQ berasumsi bahwa pemesanan diterima secara bertahap meningkat selama proses produksi.

d) *Resource Constraints*

*Resource Constraints* merepresentasikan kombinasi dari barang dan jasa yang dapat dibeli oleh konsumen.

2) *Dynamic Lot Sizing* models atau DLS (model ukuran pemesanan dinamis)

*Dynamic Lot Sizing* models dapat dibagi menjadi 3 macam menurut penyelesaian masalah atau *Rules*, yaitu:

a) *Simple Rules*

*Simple rules* adalah aturan keputusan kuantitas pemesanan yang tidak didasarkan langsung pada optimalisasi fungsi biaya. Yang termasuk dalam *simple rules* adalah:

(1) *Fixed Period Requirements (FPR)*

Teknik FPR ini menggunakan konsep interval pemesanan yang konstan, sedangkan ukuran kuantitas pemesanan (lot size) bervariasi. Dalam metode FPR ini selang waktu antar pemesanan dibuat tetap dengan ukuran lot sesuai pada kebutuhan bersih. Ukuran kuantitas pemesanan tersebut merupakan penjumlahan kebutuhan bersih dari setiap periode yang mencakup dalam interval pemesanan yang telah ditetapkan. Penetapan interval penetapan dilakukan secara sembarang. Pada teknik FPR ini, jika saat pemesanan jatuh pada periode yang kebutuhan bersihnya sama dengan nol, maka pemesanannya dilaksanakan pada periode berikutnya.

(2) *Period Order Quantity (POQ)*

Teknik POQ ini pada prinsipnya sama dengan FPR. Bedanya adalah pada teknik POQ interval pemesanan ditentukan dengan suatu perhitungan yang didasarkan pada logika EOQ klasik yang telah dimodifikasi, sehingga dapat digunakan pada permintaan yang berperiode diskrit.

Tentunya dapat diperoleh hasil mengenai besarnya jumlah pesanan yang harus dilakukan dan interval periode pemesanan. Dibandingkan dengan teknik jumlah pesanan ekonomis ini akan memberikan ongkos persediaan yang lebih kecil dan dengan ongkos pesanan yang sama. Kesulitan yang dihadapi dalam teknik ini adalah bagaimana menentukan besarnya interval periode pemesanan apabila sifat kebutuhan adalah diskontinu. Jika ini terjadi, penentuan interval periode yang bernilai nol dilewati. Interval pemesanan ditentukan sebagai berikut (Ristono, 2009):

$$EOI = \frac{EOQ}{R} = \sqrt{\frac{2C}{RPh}}$$

Dimana:

EOI = interval pemesanan ekonomis dalam satu periode.

C = biaya pemesanan setiap kali pesan.

h = persentase biaya simpan setiap periode.

P = harga atau biaya pembelian per unit.

R = rata-rata permintaan per periode.

### (3) *Lot For Lot (LFL)*

Teknik ini merupakan lot sizing yang mudah dan paling sederhana. Teknik ini selalu melakukan perhitungan kembali (bersifat dinamis) terutama apabila terjadi perubahan pada kebutuhan bersih. Penggunaan teknik ini bertujuan untuk meminimumkan ongkos simpan, sehingga ongkos simpan teknik ini menjadi nol. Oleh karena itu, sering sekali digunakan untuk item-item yang mempunyai biaya simpan sangat mahal. Apabila dilihat dari pola kebutuhan yang mempunyai sifat diskontinu atau tidak teratur, maka teknik lot for lot ini memiliki kemampuan yang baik. Disamping itu, teknik ini sering digunakan pada sistem produksi manufaktur yang mempunyai sifat setup permanen pada proses produksinya.

Pemesanan dilakukan dengan mempertimbangkan ongkos penyimpanan. Pada teknik ini, pemenuhan kebutuhan bersih dilaksanakan disetiap periode yang membutuhkannya, sedangkan besar ukuran kuantitas (*lot sizing*) adalah sama dengan jumlah kebutuhan bersih yang harus dipenuhi pada periode yang bersangkutan.

#### b) *Heuristic Rules*

*Heuristic Rules* bertujuan untuk mencapai solusi biaya terendah namun tidak harus optimal.

(1) *Least Unit Cost (LUC)*

Menurut (Tersine, 1994) perhitungan pada metode LUC mirip dengan Silver Meal, bedanya adalah silver meal dalam pemilihan lot size yang optimal dengan melihat biaya paling minimum dari setiap periode, sedangkan LUC melihat biaya paling minimum dari setiap unit. Keputusan ditentukan berdasarkan ongkos per unit (ongkos pengadaan per unit ditambah ongkos simpan per unit) terkecil dari setiap bakal ukuran lot yang akan dipilih. Total biaya relevan per unit adalah sebagai berikut: (Tersine, 1994)

$$\begin{aligned} \frac{TRC(T)}{\sum_{k=1}^T R_k} &= \frac{C + \text{Total } h \text{ sampai akhir } T}{\sum_{k=1}^T R_k} \\ &= \frac{C + Ph \sum_{k=1}^T (k-1) R_k}{\sum_{k=1}^T R_k} \end{aligned}$$

Keterangan:

C	= biaya pemesanan setiap memesan.
h	= persentase biaya simpan per periode.
P	= harga pembelian per unit.
Ph	= biaya simpan per periode.
TRC (T)	= total biaya yang relevan pada periode T.
T	= waktu penambahan dalam periode.
R <sub>k</sub>	= rata-rata permintaan dalam periode k.

(2) *Part Period Balancing (PPB)*

Metode PBB sering juga disebut metode *part period algorithm* yaitu pendekatan jumlah *lot* untuk menentukan jumlah pemesanan berdasarkan keseimbangan antara biaya pesan dan biaya simpan. Oleh karena itu, metode ini disebut juga *part period balancing (PPB)* atau total biaya terkecil. Metode ini menyeleksi sejumlah periode untuk mencukupi pesanan tambahan berdasarkan akumulasi biaya simpan dan biaya pesan. Tujuannya adalah menentukan jumlah lot untuk memenuhi periode kebutuhan.

*Part period balancing* adalah suatu pendekatan heuristik yang menentukan ukuran pesanan dengan menyeimbangkan biaya-biaya pemesanan dan biaya-biaya kepemilikan. Ini juga dikenal sebagai part period dalam menjaga keseimbangan dari total biaya. Dapat dilihat perbandingan jumlah biaya kepemilikan dan biaya pemesanan, sehingga (Ristono, 2009):

$$Ph \sum_{k=1}^T (k-1) R_k = C, I$$

$$\sum_{k=1}^T (k-1) R_k = \frac{C}{Ph}$$

Keterangan:

C	= biaya pemesanan setiap memesan.
h	= persentase biaya simpan per periode.
P	= harga pembelian per unit.
Ph	= biaya simpan setiap periode.
$\frac{C}{Ph} = EPP$	= <i>economic part period</i> .
$\sum_{k=1}^T (k-1) R_k$	= akumulasi <i>part period</i> .

### (3) *Silver Meal* (SM)

Perhitungan *lot sizing* yang pertama dilakukan adalah menggunakan *Silver Meal* dengan mempertimbangkan kapasitas gudang. berikut langkah perhitungan algoritma *Silver Meal* (Tersine, 1994):

$$\frac{TRC(T)}{T} = \frac{C + Total\ h\ sampai\ akhir\ T}{T}$$

$$= \frac{C + Ph \sum_{k=1}^T (k-1) R_k}{T}$$

Keterangan:

C	= biaya pemesanan setiap memesan.
h	= persentase biaya simpan per periode.

P	= harga pembelian per unit.
Ph	= biaya simpan per periode.
TRC (T)	= total biaya yang relevan pada periode T.
T	= waktu penambahan dalam periode.
R	= rata-rata permintaan dalam periode k.

Tujuan dari metode ini adalah menentukan T untuk meminimumkan total biaya relevan per periode. Dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{TRC(T+1)}{T+1} > \frac{TRC(T)}{T}$$

Sedangkan nilai jumlah pemesanan yang harus dipesan dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = \sum_{k=1}^T R_k$$

Ketika total biaya per unit mulai bertambah pada T+1, maka T dipilih sebagai periode pemesanan. Apabila T = L, jika akhir dari horizon perencanaan telah dicapai, maka algoritma dapat dihentikan atau apabila tidak maka kembali ke langkah pertama.

### c) *Optimum Rules*

*Optimum rules* bertujuan mencapai solusi biaya rendah yang juga optimum. Termasuk didalamnya adalah metode *Wagner Whittin* (WW). Metode ini dapat memberikan nilai optimal untuk permasalahan permintaan ataupun lot sizing yang bersifat dinamis sesuai horizon periode tertentu. Metode ini menggunakan pendekatan program dinamis untuk mencari solusi yang optimal (Tersine, 1994). Berikut langkah untuk perhitungan algoritma *Wagner Within*:

- (1). Menghitung jumlah biaya variabel untuk setiap kemungkinan alternatif pemesanan pada jangka waktu tertentu dengan N

periode, yang termasuk dalam total biaya variabel adalah biaya pesan dan biaya penyimpanan dengan rumus sebagai berikut:

Untuk  $1 \leq c \leq e \leq N$

$$Z_{ce} = C + hP \sum_i^e c (Q_{ce} - Q_{ci})$$

- (2). Mendefinisikan bahwa nilai  $f_e$  untuk menjadi biaya paling minimum yang dapat diperoleh pada periode pertama melalui  $e$  dengan kondisi bahwa jumlah persediaan pada akhir periode  $e$  adalah nol. Sehingga algoritma ini akan memulai dengan  $f_0 = 0$  dan akan menghitung nilai  $f_N$  dengan dari  $f_0$ . Sedangkan nilai  $f_e$  akan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$F_e = \text{Min} (Z_{ce} + f_{c-1})$$

Untuk  $c = 1, 2, \dots, e$

- (3). Mencari solusi optimal  $f_N$  dengan algoritma untuk menghitung jumlah yang akan dipesan secara *backward* dengan mencari minimal dari setiap kolom yang dapat memenuhi periode yang berada dalam baris yang sama.

### c. Metode Persediaan *Just In Time* (JIT)

Metode persediaan just in time adalah suatu metode yang digunakan untuk menurunkan atau meniadakan persediaan. Metode ini didasarkan pada model persediaan deterministik (EOQ) atau model probabilistik P atau Q yang digunakan sebagai masukan awal dalam perhitungannya. Masalah sistem JIT adalah untuk menentukan jumlah optimal *deliveries* bagi operasi JIT berdasarkan kuantitas pemesanan pada model deterministik atau probabilistik. Dari model ini akan menghasilkan kuantitas pemesanan yang optimal, *order quantity*, *total anual cost*, *delivery quantity*, dan *saving by switching*.

#### 2.2.17 *Safety Stock dan Reorder Point*

Dalam praktiknya, permintaan barang atau penjualan tidak menentu tergantung dari berbagai faktor yang mempengaruhinya. Terkadang permintaan suatu barang menurun

atau bahkan meningkat dari yang ditargetkan, sehingga perusahaan harus mampu memenuhi peningkatan permintaan tersebut. Untuk mengantisipasi melonjaknya permintaan yang tak terduga sebelumnya, perusahaan perlu menyediakan persediaan pengaman atau dikenal dengan *safety stock* (SS) secepatnya.

*Safety stock* menurut Rangkuti (2004) adalah persediaan tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan (*stock out*). Secara sederhana, *safety stock* diartikan sebagai persediaan pengaman atau persediaan tambahan yang dilakukan perusahaan agar tidak terjadi kekurangan bahan. *Safety stock* sangat diperlukan guna mengantisipasi membludaknya permintaan akibat dari permintaan yang tak terduga. Tujuan dari *safety stock* yaitu untuk menentukan berapa besar stok yang dibutuhkan selama masa tenggang untuk memenuhi besarnya permintaan. Persediaan pengaman mempunyai dua aspek dalam pembiayaan perusahaan yaitu:

1. Persediaan pengaman akan mengurangi biaya yang timbul karena kehabisan persediaan, dimana makin besar persediaan pengaman maka semakin kecil kemungkinan kehabisan persediaan, sehingga semakin kecil pula biaya karena kehabisan persediaan.
2. Adanya persediaan pengaman akan menambah biaya penyediaan barang dimana semakin besar persediaan pengaman akan semakin besar pula biaya persediaan barang.

Menurut Rangkuti (2004), terdapat beberapa faktor yang menentukan besarnya *safety stock* yaitu:

1. Penggunaan bahan baku rata-rata.
2. Faktor waktu.
3. Biaya-biaya yang digunakan.

Standar deviasi digunakan untuk menentukan besarnya persediaan pengaman dengan pendekatan *service level*. *Service level* merupakan peluang tidak terjadi kekurangan persediaan selama waktu tunggu. *Service level* digambarkan dalam bentuk persentase (%), dimana faktor pengaman ( $k$ ) pada frekuensi *service level*. Interaksi antara permintaan dan *lead time* pada penentuan *safety stock* ditunjukkan oleh tabel berikut:

Tabel 2.2 Interaksi antara permintaan dan *lead time* pada penentuan *safety stock*

<b>Permintaan</b>	Variabel	$SDI = SD \times \sqrt{l}$ <i>Safety stock</i> ditentukan oleh ketidakpastian permintaan.	$SDI = \sqrt{((d^2 \times Sl^2) + (l \times SD^2))}$ <i>Safety stock</i> ditentukan oleh interaksi dua ketidakpastian
	Konstan	$SDI = 0$ Tidak diperlukan <i>safety stock</i>	$SDI = d \times Sl$ <i>safety stock</i> ditentukan oleh ketidakpastian <i>lead time</i>
		Konstan	Variabel
		<b><i>Lead time</i></b>	

Sumber: Pujawan (2005)

Dimana:

$l$  = rata-rata periode *lead time*.

$d$  = rata-rata permintaan per periode.

$Sl$  = standar deviasi *lead time*.

$SD$  = standar deviasi permintaan per periode.

Menurut Rangkuti (2004) *Reorder point* adalah strategi operasi persediaan dimana merupakan titik pemesanan yang harus dilakukan suatu perusahaan sehubungan dengan adanya *lead time* dan *safety stock*.

Menurut Bambang Riyanto (2001), faktor untuk menentukan ROP adalah:

1. Penggunaan material selama tenggang waktu mendapatkan barang (*procurement lead time*).
2. Besarnya *safety stock*.

Perhitungan ROP adalah sebagai berikut:

$$ROP = d \times l + \text{Safety stock}$$

Keterangan:

ROP = *Reorder point*.

$d$  = rata-rata volume permintaan setiap periode.

$l$  = rata-rata *lead time*.