

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian yang dilaksanakan, diperlukan dasar-dasar argumen ilmiah yang berhubungan dengan konsep-konsep yang dipermasalahkan dalam penelitian dan akan dipakai dalam analisis. Dalam bab ini akan dijelaskan beberapa dasar-dasar argumentasi atau teori yang digunakan dalam penelitian.

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang berkenaan dengan manajemen persediaan dapat dijadikan sebagai referensi penelitian ini dan juga dapat digunakan untuk mengetahui posisi dan perbedaan penelitian yang dilakukan saat ini. Deskripsi penelitian terdahulu yang berkaitan dengan kebijakan penyimpanan persediaan di gudang, adalah sebagai berikut.

1. Deni (2010). Pengendalian persediaan bahan baku yang ada di PT Petrokimia Kayaku Gresik selama ini mengalami pemborosan, yang dikarenakan penumpukan bahan baku yang berlebihan yang dapat mengakibatkan *total cost* begitu besar. Sehingga dibutuhkan metode perhitungan yang cermat disertai efisiensi dan mampu menekan biaya persediaan bahan baku seminimal mungkin. Dalam penelitian ini menggunakan metode *EOQ Multi Item*. Tujuan dari model *EOQ* adalah menentukan jumlah (*Q*) setiap kali pemesanan sehingga meminimasi total biaya persediaan. Jumlah biaya yang ditekan serendah mungkin adalah *carrying cost* (biaya penyimpanan) dan *ordering cost* (biaya pemesanan). Kesimpulan penelitian ini adalah didapatkan biaya pengadaan bahan baku yang dilakukan oleh perusahaan adalah Rp. 36.343.547.865,- sedangkan dengan menggunakan metode *EOQ Multi Item*, total biayanya adalah Rp. 4.020.610.028,- sehingga didapat total penghematan adalah Rp. 32.322.937.837,- (88,9 %).
2. Satria (2014). Penelitian ini membahas penerapan metode *EOQ* probabilistik menggunakan model (*Q,r*) pada pengendalian dan persediaan obat antinyeri. Penelitian ini dilaksanakan di Apotek Griya Medika Malang, yang beralamat di Jalan Soekarno Hatta Malang, Provinsi Jawa Timur. Pada penelitian ini digunakan data permintaan dengan asumsi sebaran normal dengan tujuan untuk menentukan *reorder point* dan *EOQ* untuk meminimumkan biaya total dengan menggunakan model (*Q,r*) pada obat

anti nyeri Apotek Griya Medika Malang pada Bulan Januari-Desember 2013. Setelah memperoleh masing-masing biaya total minimum baik secara teoritis maupun simulasi menggunakan data asli dan data bangkitan, maka kedua biaya tersebut dibandingkan guna melihat model mana yang dapat memperoleh total biaya yang dapat dihemat dengan menggunakan model (Q,r). Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dapat diambil suatu kesimpulan yaitu model EOQ probabilistik menggunakan model (Q,r) mampu menentukan jumlah barang yang akan dipesan serta waktu untuk pemesanan yang efektif, sehingga tidak terjadi penumpukan barang digudang penyimpanan. Selain itu, biaya yang dihemat begitu besar, pada model ini biaya yang dapat dihemat mampu mencapai lebih dari 50% biaya pengeluaran sebelum diterapkannya model (Q,r).

3. Firdausi (2016). Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Sakit Permata Bunda di Jalan Soekarno Hatta Malang, Provinsi Jawa Timur. Rumah Sakit Permata Bunda Malang menyediakan 80 jenis obat tablet generik berlogo yang masing-masing memiliki tingkat investasi dan kekritisannya yang berbeda-beda. Ketidaksiharian antara permintaan dengan persediaan yang menyebabkan terjadinya *overstock* dan *stockout*, sehingga penelitian ini dilakukan untuk mengetahui obat yang membutuhkan fokus tertinggi tim logistik, permintaan obat di masa mendatang, serta mengusulkan kebijakan pengendalian persediaan paling optimal. Dari analisis ABC-VED didapatkan kategori I sebanyak 16 jenis obat, kategori II sebanyak 53 jenis obat, dan kategori III sebanyak 11 jenis obat. Selanjutnya obat yang termasuk kategori I diramalkan permintaannya selama tahun 2016 dengan metode peramalan *moving average*, *weighted moving average*, *exponential smoothing*, *croston*, *double exponential smoothing*, *holt's exponential smoothing*, *winter additive* dan *winter multiplicative*. Hasil peramalan kemudian dimasukkan ke dalam perhitungan metode R,s,S dan s,S. Metode kebijakan pengendalian persediaan yang terpilih adalah metode R,s,S karena metode R,s,S mampu menghasilkan *service level* sebesar 99,82% dan total biaya Rp. 52.411.118,26. Jika dibandingkan dengan kondisi *existing*, metode R,s,S memberikan penghematan sebesar 15,04% dari total biaya *existing* dan meningkatkan *service level* sebesar 0,45% dari *service level existing*.

Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan akan disajikan dalam tabel 2.1.



Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

No	Peneliti	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Deni (2010)	PT Petrokimia Kayaku Gresik	EOQ Multi Item	Penelitian yang dilakukan adalah menekan biaya serendah mungkin, yaitu <i>carrying cost</i> (biaya penyimpanan) dan <i>ordering cost</i> (biaya pemesanan). Berdasarkan penelitian ini didapatkan biaya pengadaan bahan baku yang dilakukan oleh perusahaan adalah Rp. 36.343.547.865,- sedangkan dengan menggunakan metode <i>EOQ Multi Item</i> , total biayanya adalah Rp. 4.020.610.028,- sehingga didapat total penghematan adalah Rp. 32.322.937.837,- (88,9 %).
2	Satria (2014)	Apotik Griya Medika Malang	Simulasi, Model EOQ Probabilistik (Q,r)	Apotik mampu menentukan jumlah barang yang akan dipesan serta waktu untuk pemesanan yang efektif. Selain itu, biaya penyimpanan dapat dihemat mencapai lebih dari 50% biaya pengeluaran sebelum diterapkannya model (Q,r).
3	Firdausi (2016)	Rumah Sakit Permata Bunda Malang	Analisis ABC-VED, EOQ Probabilistik Periodic Review (R,s,S) dan Continuous Review (s,S)	Klasifikasi jenis obat pada Rumah Sakit Permata Bunda yaitu kategori I sebanyak 16 jenis obat, kategori II sebanyak 53 jenis obat, dan kategori III sebanyak 11 jenis obat. Metode kebijakan pengendalian persediaan yang terpilih adalah metode R,s,S karena mampu menghasilkan <i>service level</i> sebesar 99,82% dan total biaya Rp. 52.411.118,26. Terdapat penghematan sebesar 15,04% dari total biaya <i>existing</i> dan meningkatkan <i>service level</i> sebesar 0,45% dari <i>service level existing</i> .
4	Penelitian yang dilakukan	PT Varia Usaha Beton Malang	<i>Economic Order Quantity</i> (EOQ) Probabilistik <i>Periodic Review</i> Model (R,T) dan <i>Continuous Review</i> Model (Q,r)	Mengetahui jumlah persediaan bahan baku optimal, waktu dan jumlah yang tepat untuk melakukan pemesanan kembali, serta mengetahui total biaya persediaan dari perhitungan dengan <i>periodic review</i> dan <i>continuous review</i> .

## 2.2 Beton

Pada sub-bab ini akan dibahas lebih lanjut mengenai pengertian beton dan beberapa material penyusunnya.

### 2.2.1 Pengertian Beton

Beton adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat (SNI-03-2847-2002). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f^c$ ) pada usia 28 hari.

## 2.2.2 Material Penyusun Beton

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya (Nawy, 1985). Sehingga untuk memahami dan mempelajari ilmu dan perilaku beton diperlukan pengetahuan tentang karakteristik masing-masing komponen pembentuknya. Bahan pembentuk beton terdiri dari campuran agregat halus dan agregat kasar dengan air dan semen sebagai pengikatnya. Material penyusun beton diantaranya:

### 1. Agregat

Pada beton biasanya terdapat sekitar 70% sampai 80 % volume agregat terhadap volume keseluruhan beton, karena itu agregat mempunyai peranan yang penting dalam propertis suatu beton (Mindess et al., 2003). Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai satu kesatuan yang utuh, homogen, rapat, dan variasi dalam perilaku (Nawy, 1998). Dua jenis agregat adalah:

#### a. Agregat halus (pasir)

Agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu.

#### b. Agregat kasar (kerikil, batu pecah, atau pecahan dari *blast furnace*)

Menurut ASTM C 33 - 03 dan ASTM C 125 - 06, agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari 4,75 mm.

### 2. Semen (*Portland Cement*)

*Portland cement* merupakan bahan pengikat utama untuk adukan beton dan pasangan batu yang digunakan untuk menyatukan bahan menjadi satu kesatuan yang kuat. Jenis atau tipe semen yang digunakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton.

### 3. Air

Air berfungsi sebagai bahan pencampur dan pengaduk antara semen dan agregat. Pada umumnya air yang dapat diminum memenuhi persyaratan sebagai air pencampur beton, air ini harus bebas dari padatan tersuspensi ataupun padatan terlarut yang terlalu banyak, dan bebas dari material organik (Mindess et al., 2003).

## 2.3 Persediaan

### 2.3.1 Pengertian Persediaan

Persediaan (*inventory*) dalam konteks produksi dapat diartikan sebagai sumber daya menganggur (*idle resource*). Sumber daya menganggur ini belum digunakan karena menunggu proses lebih lanjut. Yang dimaksud dengan proses lebih lanjut dapat berupa



kegiatan produksi pada sistem manufaktur, kegiatan pemasaran pada sistem distribusi ataupun kegiatan konsumsi seperti pada sistem rumah tangga (Ginting, 2007).

Setiap perusahaan yang menyelenggarakan kegiatan produksi akan memerlukan persediaan bahan baku. Dengan tersedianya persediaan bahan baku maka diharapkan sebuah perusahaan manufaktur dapat melakukan proses produksi sesuai kebutuhan atau permintaan konsumen. Selain itu dengan adanya persediaan bahan baku yang cukup tersedia di gudang juga diharapkan dapat memperlancar kegiatan produksi perusahaan dan dapat menghindari terjadinya kekurangan bahan baku. Keterlambatan jadwal pemenuhan produk yang dipesan konsumen dapat merugikan perusahaan dalam hal ini *image* yang kurang baik. Perusahaan juga harus menghindari pembelian bahan yang melebihi kebutuhan, pengadaan bahan yang berlebihan akan mengakibatkan tertanamnya modal perusahaan. Beberapa pendapat mengenai pengertian dari persediaan adalah:

1. Persediaan adalah segala sesuatu atau sumber daya-sumber daya organisasi yang disimpan dalam antisipasinya terhadap pemenuhan permintaan baik internal maupun eksternal (Handoko, 2008).
2. Persediaan adalah bagian utama dari modal kerja, merupakan aktiva yang pada setiap saat mengalami perubahan (Gitosudarmo, 2002).
3. Inventory atau persediaan barang sebagai elemen utama dari modal kerja merupakan aktiva yang selalu dalam keadaan berputar, dimana secara terus-menerus mengalami perubahan (Riyanto, 2001).

Persediaan bisa muncul karena memang direncanakan atau merupakan akibat dari ketidaktahuan terhadap suatu informasi. Jadi ada perusahaan yang memiliki persediaan karena sengaja membuat produk lebih awal atau lebih banyak dari waktu dan jumlah yang akan dikirim atau dijual pada suatu waktu tertentu. Ada juga karena merupakan akibat dari permintaan yang terlalu sedikit dibandingkan dengan perkiraan awal (Pujawan, 2010).

Sedangkan tujuan persediaan menurut Freddy Rangkuti (2000), yaitu:

1. Menghilangkan resiko keterlambatan datangnya barang/bahan yang dibutuhkan perusahaan.
2. Menghilangkan resiko dari materi yang dipesan berkualitas tidak baik sehingga harus dikembalikan.
3. Untuk mengantisipasi bahan yang dihasilkan secara musiman sehingga dapat digunakan bila bahan itu tidak ada dalam pasaran.
4. Mempertahankan stabilitas operasi perusahaan atau menjamin kelancaran arus produksi

5. Mencapai penggunaan mesin yang optimal.
6. Memberikan pelayanan kepada langganan dengan sebaik-baiknya, dengan memeberikan jaminan tersedianya barang jadi.
7. Membuat pengadaan atau produksi tidak perlu sesuai dengan penggunaan atau penjualannya.

### 2.3.2 Fungsi Persediaan

Setiap perusahaan memiliki jenis, perencanaan dan sistem pengendalian peersediaan yang spesifik. Persoalan utama dalam pengelolaan persediaan ini terkandung dalam dua pertanyaan utama, yaitu: berapa banyak harus disediakan dan kapan penyediaan itu dilakukan. Menurut Dr. Zulian Yamit, Msi (2003:6), ada empat faktor yang dijadikan fungsi dari persediaan, yaitu:

1. Faktor waktu, menyangkut lamanya proses produksi dan distribusi sebelum barang jadi sampai kepada konsumen.
2. Faktor ketidakpastian waktu datang dari supplier, menyebabkan perusahaan memerlukan persediaan agar tidak menghambat proses produksi maupun keterlambatan pengiriman kepada konsumen.
3. Faktor ketidakpastian penggunaan dari dalam perusahaan, disebabkan oleh kesalahan dalam peramalan permintaan, kerusakan mesin, keterlambatan operasi, bahan cacat dan berbagai aspek lainnya.
4. Faktor ekonomis, adalah adanya keinginan perusahaan untuk mendapatkan alternatif biaya rendah dalam memproduksi atau membeli item dengan menentukan jumlah yang paling ekonomis.

Sedangkan Freddy Rangkuti (2004:15), menyebutkan bahwa fungsi-fungsi persediaan adalah sebagai berikut:

1. Fungsi *Decoupling* adalah persediaan yang memungkinkan perusahaan dapat memenuhi permintaan pelanggan tanpa tergantung pada supplier. Persediaan bahan mentah diadakan agar perusahaan tidak sepenuhnya tergantung pada pengadaannya dalam kuantitas dan waktu pengiriman.
2. Fungsi *Economic Lot Sizing*. Persediaan lot size ini perlu mempertimbangkan penghematan atau potongan pembelian, biaya pengangkutan per unit menjadi lebih murah, dan lain sebagainya. Hal ini disebabkan perusahaan melakukan pembelian dalam kuantitas yang lebih besar dibandingkan biaya yang timbul karena besarnya persediaan (biaya sewa gudang, investasi, resiko, dan lain sebagainya).



3. Fungsi Antisipasi. Apabila perusahaan menghadapi fluktuasi permintaan yang dapat diperkirakan dan diramalkan berdasarkan pengalaman atau data-data masa lalu, yaitu permintaan musiman. Dalam hal ini perusahaan dapat mengadakan persediaan musiman (*seasonal inventories*). Di samping itu, perusahaan juga sering menghadapi ketidakpastian jika waktu pengiriman dan permintaan barang-barang selama periode tertentu. Dalam hal ini perusahaan memerlukan persediaan ekstra yang disebut persediaan pengaman (*safety stock*).

### 2.3.3 Jenis-jenis Persediaan

Persediaan dapat dikelompokkan menurut jenis dan posisi barang tersebut (Handoko, 2008), yaitu sebagai berikut.

1. Persediaan bahan baku (*raw material*), yaitu persediaan barang-barang berwujud yang digunakan dalam proses produksi. Barang ini diperoleh dari sumber-sumber alam atau dibeli dari supplier atau perusahaan yang membuat atau menghasilkan bahan baku untuk perusahaan lain yang menggunakannya.
2. Persediaan komponen-komponen rakitan (*purchased parts*), yaitu persediaan barang-barang yang terdiri dari komponen-komponen yang diperoleh dari perusahaan lain yang dapat secara langsung dirakit dengan komponen lain tanpa melalui proses produksi sebelumnya.
3. Persediaan bahan pembantu atau penolong (*supplies*), yaitu persediaan barang-barang yang diperlukan dalam proses produksi, tetapi tidak merupakan bagian atau komponen barang jadi.
4. Persediaan barang setengah jadi atau barang dalam proses (*work in process*), yaitu persediaan barang-barang yang merupakan keluaran dari tiap-tiap bagian dalam proses produksi atau yang telah diolah.

### 2.3.4 Pengendalian Persediaan

Pengendalian adalah suatu proses yang dibuat untuk menjaga supaya realisasi dari suatu aktivitas sesuai dengan yang direncanakan (Yudha dan Nasution, 2008). Pengendalian bahan baku yang diselenggarakan dalam suatu perusahaan, tentunya diusahakan untuk dapat menunjang kegiatan-kegiatan yang ada dalam perusahaan yang bersangkutan. Keterpaduan dari seluruh pelaksanaan kegiatan yang ada dalam perusahaan akan menunjang terciptanya pengendalian bahan baku yang baik dalam suatu perusahaan.

Pengendalian persediaan merupakan fungsi manajerial yang sangat penting bagi

perusahaan. Pelaksanaan fungsi ini akan berhubungan dengan seluruh bagian yang bertujuan agar usaha penjualan dapat intensif serta produk dan penggunaan sumber daya dapat maksimal.

Salah satu tujuan dari pengendalian persediaan adalah meminimalkan biaya-biaya yang timbul akibat dari adanya persediaan tersebut. Menurut Nasution (2003:105), sistem persediaan secara umum dapat dikatakan sebagai semua pengeluaran dan kerugian yang timbul karena adanya persediaan. Dalam hal ini biaya-biaya yang timbul dalam sistem persediaan terdiri dari biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya simpan, dan biaya kekurangan persediaan. Berikut ini akan dijabarkan secara singkat mengenai masing-masing dari komponen biaya dalam sistem persediaan.

1. Biaya Pembelian (*Purchasing Cost* =  $c$ )

Merupakan biaya yang dikeluarkan untuk membeli suatu barang dengan besaran biaya tergantung pada jumlah barang yang dibeli dan harga dari satuan barang tersebut. Pada kebanyakan teori persediaan, komponen biaya pembelian ini tidak masuk perhitungan dalam menentukan total biaya persediaan karena diasumsikan bahwa harga barang per-unit tidak dipengaruhi oleh jumlah barang yang dibeli. Sehingga komponen pada biaya pembelian untuk periode waktu tertentu (misalnya satu tahun) konstan dan hal ini tidak akan mempengaruhi jawaban optimal tentang berapa banyak barang yang harus dipesan.

2. Biaya Pengadaan (*Procurement Cost*)

Dalam komponen biaya pengadaan dapat dibagi menjadi dua jenis dilihat dari asal-usul barang tersebut, yaitu biaya pemesanan (*ordering cost*) ketika barang yang dibutuhkan diperoleh dari pihak luar (*supplier*) dan biaya pembuatan (*setup cost*) ketika barang yang dibutuhkan diperoleh dengan memproduksi sendiri. Pada kedua biaya tersebut memiliki peranan yang sama yaitu dalam hal pengadaan barang.

a. Biaya pemesanan (*ordering cost* =  $k$ )

Biaya ini berkaitan dengan semua pengeluaran yang dibutuhkan dalam mendatangkan barang dari pihak luar. Pada biaya pemesanan meliputi biaya untuk menentukan pemasok (*supplier*), pengetikan pesanan, pengiriman pesanan, biaya pengangkutan, biaya penerimaan, dan lainnya. Pada biaya ini diasumsikan konstan pada setiap kali pesan.

b. Biaya pembuatan (*setup cost* =  $k$ )

Biaya pembuatan merupakan semua pengeluaran yang ditimbulkan karena adanya persiapan dalam memproduksi suatu barang. Biaya-biaya yang berkaitan dengan



biaya pembuatan meliputi biaya menyusun peralatan produksi, menyetel mesin, mempersiapkan gambar kerja, dan lainnya

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

Biaya penyimpanan merupakan biaya yang dikeluarkan akibat dari adanya penyimpanan pada suatu barang. Pada biaya ini meliputi biaya memiliki persediaan, biaya gudang, biaya kerusakan dan penyusutan, biaya kadaluwarsa, biaya asuransi, dan biaya administrasi dan pemindahan. Biaya simpan per-unit diasumsikan linier terhadap jumlah barang yang disimpan (misalnya: Rp/unit/tahun).

a. Biaya memiliki persediaan (biaya modal)

Adanya penumpukan barang dalam gudang berarti terdapat penumpukan modal dari perusahaan, dimana modal perusahaan tersebut dapat menimbulkan ongkos (*expense*) yang dapat diukur dengan menggunakan suku bunga bank.

b. Biaya gudang

Pada barang yang disimpan tentunya terdapat tempat penyimpanan yang menimbulkan biaya gudang. Ketika gudang dan peralatan yang terdapat dalam gudang tersebut disewa maka biaya gudangnya merupakan biaya sewa. Sedangkan apabila perusahaan memiliki gudang dan peralatannya sendiri maka biaya gudang dapat dikatakan sebagai biaya depresiasi.

c. Biaya kerusakan dan penyusutan

Ketika barang disimpan terlalu lama akan menimbulkan kerusakan dan penyusutan akibat dari berat yang berkurang ataupun jumlah yang berkurang karena hilang. Timbulnya biaya ini diukur dari pengalaman sebelumnya yang disesuaikan dengan persentasenya.

d. Biaya kadaluwarsa

Barang yang disimpan akan mengalami penurunan nilai karena adanya perubahan teknologi dan model dari barang tersebut, misalkan pada barang elektronik. Pada biaya ini biasanya diukur berdasarkan besarnya penurunan nilai jual dari barang tersebut.

e. Biaya asuransi

Pada barang yang disimpan biasanya terdapat asuransi dalam menghindari hal-hal yang tidak diinginkan misalnya karena adanya kebakaran yang dapat menghancurkan barang-barang tersebut. Biaya ini tergantung dari jenis barang yang diasuransikan dan adanya perjanjian dengan perusahaan asuransi.

f. Biaya administrasi dan pemindahan

Biaya ini timbul dalam mendukung penyimpanan pada suatu barang mengenai administrasi dari persediaan barang yang ada, baik pada saat pemesanan, penerimaan barang, maupun penyimpanannya. Selain itu pada biaya ini juga berkaitan dengan biaya untuk memindahkan barang dari, ke, dan di dalam tempat penyimpanan, termasuk upah buruh dan biaya dari peralatan handlingnya.

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

Karena adanya permintaan dari konsumen yang fluktuatif, tidak menutup kemungkinan perusahaan mengalami kehabisan barang atau terjadi kekurangan persediaan. Hal ini akan merugikan karena perusahaan akan kehilangan kesempatan dalam mendapatkan keuntungan atau kehilangan konsumen karena kecewa sehingga beralih ke tempat yang lainnya. Selain itu biaya kekurangan persediaan ini juga akan menimbulkan kerugian karena pada proses produksi akan terganggu.

##### a. Kuantitas yang tidak dapat dipenuhi

Hal ini dapat diukur dari kehilangan keuntungan karena tidak dapat memenuhi permintaan. Selain itu dapat diukur dari kerugian akibat proses produksi yang terhenti. Pada kondisi ini dapat dikatakan sebagai biaya penalti ( $p$ ) atau hukuman kerugian untuk perusahaan dengan satuan misalnya Rp/unit.

##### b. Waktu pemenuhan

Waktu lamanya gudang kosong dapat diartikan lamanya proses produksi terhenti atau lamanya perusahaan tidak mendapatkan keuntungan. Dalam jangka waktu tersebut terdapat waktu menganggur yang dapat dikatakan sebagai uang yang hilang. Sehingga biaya waktu pemenuhan diukur berdasarkan waktu yang diperlukan dalam memenuhi gudang dengan satuan misalnya Rp/satuan waktu.

##### c. Biaya pengadaan darurat

Supaya konsumen tidak kecewa, perusahaan dapat melakukan dengan pengadaan darurat yang biasanya menimbulkan biaya yang lebih besar dari pengadaan normal. Sehingga kelebihan biaya dibandingkan pengadaan normal ini dapat dijadikan ukuran dalam menentukan biaya kekurangan persediaan dengan satuan misalnya Rp/setiap kali kekurangan.

## 2.4 Koefisien Variasi

Menurut Taha (2007:429) nilai koefisien suatu data ditentukan untuk merefleksikan sifat dari data tersebut. Data dikatakan deterministik apabila nilai  $V < 20\%$  dan bersifat probabilistik apabila nilai  $V > 20\%$ . Nilai koefisien tersebut dapat dihitung menggunakan



rumus sebagai berikut.

$$V = \frac{\text{Standart deviation}}{\text{Mean}} \times 100\%$$

Sumber: Taha (2007:429)

Keterangan:

V = Nilai koefisien variasi

Taha (2007:429) mengelompokkan model pengendalian persediaan berdasarkan permintaan, yaitu sebagai berikut.

1. Deterministik dan konstan (statis) dengan waktu.

Jika permintaan rata-rata tiap periode waktu (bulan) mendekati konstan dari waktu ke waktu dan memiliki koefisien  $V < 20\%$ .

2. Deterministik dan variabel (dinamis) dengan waktu.

Jika permintaan rata-rata tiap periode waktu (bulan) cukup bervariasi dari waktu ke waktu dan memiliki koefisien  $V < 20\%$ .

3. Probabilistik dan stasioner dari waktu ke waktu.

Jika permintaan rata-rata tiap periode waktu (bulan) mendekati konstan dari waktu ke waktu dan memiliki koefisien  $V > 20\%$ .

4. Probabilistik dan *nonstationary* dari waktu ke waktu.

Jika permintaan rata-rata tiap periode waktu (bulan) cukup bervariasi dari waktu ke waktu dan memiliki koefisien  $V > 20\%$ .

## 2.5 Simulasi Montecarlo

Menurut Tampubolon M. P. (2004:280-285) Simulasi Monte Carlo merupakan metode eksperimen dengan membuat perubahan berdasarkan probabilitas dengan teknik sampling random. Metode Monte Carlo merupakan teknik simulasi dengan menggunakan random yang dipilih dari elemen yang sesuai dengan perlakuannya. Menurut Tersine (1994), Monte Carlo adalah simulasi tipe probabilitas yang mendekati solusi sebuah masalah dengan melakukan sampling dari proses acak. Monte Carlo melibatkan penetapan distribusi probabilitas dari sebuah variabel yang dipelajari dan kemudian dilakukan pengambilan sampel acak dari distribusi acak untuk menghasilkan data. Ketika sistem terdapat elemen-elemen yang memperlihatkan perilaku yang cenderung tidak pasti atau probabilistik maka metode simulasi Monte Carlo dapat diterapkan. Distribusi probabilitas dari variabel-variabel data dikumpulkan berdasarkan data masa lalu maupun distribusi probabilitas teoritis. Distribusi probabilitas yang biasa digunakan untuk menggambarkan besarnya

permintaan pada permintaan *intermittent* adalah poisson, eksponensial dan normal. Tahapan utama dalam simulasi Monte Carlo adalah sebagai berikut:

1. Menentukan distribusi probabilitas yang diketahui dari beberapa variabel kunci. Distribusi ini mungkin distribusi yang standar seperti distribusi empiris yang diturunkan dari data historis.
2. Mengubah distribusi frekuensi ke dalam distribusi probabilitas kumulatif. Ini dilakukan untuk memastikan bahwa hanya satu nilai variabel yang diawali oleh bilangan acak yang diberikan.
3. Mengambil sampel secara acak dari distribusi kumulatif untuk menentukan nilai variabel yang spesifik untuk digunakan dalam simulasi. Cara untuk mengambil sampel adalah dengan menggunakan tabel bilangan random. Bilangan random dimasukkan ke dalam distribusi probabilitas kumulatif untuk menghasilkan nilai variabel yang spesifik untuk tiap observasi. Urutan dari bilangan acak yang dipakai akan menggantikan pola dari variansi yang diharapkan untuk ditemui.
4. Mensimulasikan operasi yang dianalisis dalam jumlah replikasi yang sesuai dibutuhkan dalam kondisi yang sama seperti ukuran sampel yang sesuai pada percobaan aktual dunia nyata. Tes signifikansi dengan statistik yang dapat dipakai dalam tahap ini.

Simulasi metode Monte Carlo selain untuk menentukan tingkat output harian, mingguan, atau bulanan yang akan diproduksi seperti contoh penentuan tingkat output sepeda motor yang akan diuraikan. Metode Monte Carlo juga dapat dipergunakan untuk menentukan jumlah personalia di tiap-tiap departemen yang berhubungan dengan proses konversi atau operasional suatu perusahaan.

### 2.5.1 Penentuan Jumlah Replikasi

Menurut Tersine (1994:523) Sebuah replikasi simulasi sama dengan sample statistik dalam sebuah proses yang dipelajari atau sebuah proses yang disimulasikan. Informasi tersebut tergantung dari replikasi simulasi hanya saja jika pada sampling statistik tergantung dari ukuran pengambilan sampel. Metode yang biasa digunakan untuk memperkirakan replikasi adalah menjalankan percobaan replikasi dengan menggunakan bilangan random yang berbeda untuk mengukur rata-rata dan standar deviasi dari variabel yang diukur. Asumsi bahwa data yang diukur berdistribusi normal dan replikasi berdasarkan akurasi dan *confidence level*. Langkah-langkah untuk menghitung replikasi yang perlu dilakukan antara lain.



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

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

Sumber: Harrel (2000:199)

Keterangan:

hw = *half width*

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

$\alpha$  = 1-P = level signifikan

s = standar deviasi

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

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

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

Sumber: Harrel (2000:201)

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

## 2.6 Pengendalian Persediaan Bersifat Probabilistik

Metode pengendalian probabilistik digunakan apabila salah satu dari permintaan, *lead time*, atau keduanya tidak dapat diketahui secara pasti. Suatu hal yang harus diperhatikan adanya kemungkinan *stockout* yang timbul karena pemakain persediaan bahan baku yang tidak diharapkan atau karena waktu penerimaan yang lebih lama dari *lead time* yang diharapkan. Untuk menghindari *stockout* perlu diadakan suatu fungsi persediaan pengaman yaitu persediaan tambahan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya *stockout*.

EOQ probabilistik adalah model EOQ dimana parameter-peremeter dari sistem pengawasan persediaan yang tidak dapat diketahui dengan pasti (Sofyan, 2013:60). Perilaku *demand* dan *lead time* model probabilistik tidak dapat diketahui dengan pasti sehingga harus diuraikan dengan distribusi probabilitas. Kerena kondisi *demand* dan *lead time* bersifat probabilistik, maka terdapat tiga kemungkinan yang terjadi, yaitu:

1. *Demand* tidak tetap namun *lead time* tetap

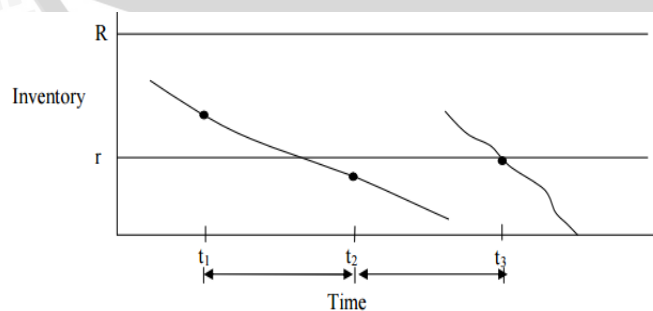
2. *Lead time* tidak tetap namun *demand* tetap
3. *Demand* dan *lead time* tidak tetap

Apabila *demand* tidak tetap namun *lead time* tetap maka sebelum menentukan kapan pemesanan dilakukan terlebih dahulu harus menentukan *lead time* yang diharapkan (*expected lead time*). Jika *lead time* dan *demand* tidak tetap, maka untuk menentukan EOQ dan kapan sebaiknya dilakukan pemesanan terlebih dahulu harus menentukan tingkat pemakaian yang diharapkan selama *lead time* (*expected usage during lead time*). Kemungkinan tersebut memungkinkan terjadinya kelebihan bahan (*surplus*) atau kekurangan atau kehabisan bahan (*stockouts*). Untuk menghindari kehabisan persediaan maka perlu dibentuk cadangan persediaan (*safety stock*).

Suatu perusahaan pasti pernah dihadapkan pada masalah permintaan yang tidak pasti. Sehingga diperlukan perencanaan persediaan yang baik, hal itu untuk mengantisipasi terjadinya kekurangan atau kelebihan persediaan. Untuk memecahkan masalah persediaan pada *demand* probabilistik, maka digunakan model probabilistik yang dikembangkan oleh Hadley Within yaitu model persediaan sistem kontinyu ( $Q,r$ ) dan model persediaan sistem periodik ( $R,T$ ). Pada metode ini akan diperhitungkan mengenai jumlah kuantitas pemesanan yang optimal, frekuensi pemesanan, persediaan pengamannya (*safety stock*) serta biaya total persediaan (Baroto, 2002:57).

### 2.6.1 Economic Order Quantity (EOQ) Probabilistik Periodik Review Model (R,T)

Pada sistem pengendalian ini perhitungan dilakukan berdasarkan kebijaksanaan jumlah atau ukuran pemesanan yang tetap dalam periode waktu yang berbeda-beda. Prosedur utama dari sistem ini adalah kapan saja persediaan turun sampai titik pemesanan kembali (*reorder point*), maka sebuah pemesanan secara otomatis ditempatkan dengan jumlah atau ukuran yang sesuai sesuai (bervariasi tiap pemesanan) dengan perhitungan pengurangan secara langsung jumlah persediaan yang ada dari jumlah persediaan sebelumnya. Gambar *periodic review model* dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kebijakan *Periodic Review Model* ( $R,T$ )  
Sumber: elearning.usu.ac.id



Pada gambar 2.1, pada saat  $t_1$ , jumlah persediaan ( $I_1$ ) berada diatas *reorder point* ( $r$ ), sehingga tidak dilakukan pemesanan. Setelah selang waktu  $T$ , yaitu pada saat  $t_2$ , dilakukan pemesanan sejumlah  $Q_2=R-I_2$  unit, karena pada saat itu jumlah persediaan ( $I_2$ ) berada dibawah *reorder point*. Bahwa pesanan tidak diterima seketika, sehingga jumlah persediaan berkurang terus sepanjang *lead time* sampai pesanan diterima. Pada gambar 2.1, pesanan yang dibuat pada  $t_3$  tidak diterima sampai persediaan habis dan terjadi kekurangan persediaan.

Permasalahan yang timbul dari penggunaan metode ini adalah bagaimana menentukan periode atau jangka waktu antar pemesanan yang optimal dan menentukan berapa jumlah persediaan yang diinginkan pada siklus awal ( $R$ ) yang optimal. Dalam metode *Periodic Review Model* ( $R,T$ ) tingkat persediaan di dalam gudang penyimpanan dipengaruhi oleh tingkat interval pemesanan ( $T$ ). Jumlah produk yang dipesan merupakan selisih antara jumlah persediaan maksimal ( $R$ ) dengan jumlah *on-hand inventory* ( $I$ ) pada saat pemesanan (Elsayed, 1985). Total biaya persediaan dengan metode ( $R,T$ ) adalah sebagai berikut:

$TC(R,T) = \text{biaya pemesanan} + \text{biaya penyimpanan} + \text{biaya kekurangan persediaan}$

$$TC(R,T) = \left[ \frac{A}{T} \right] + \left[ H \left( R - \bar{X}_L - \frac{\bar{X}_T}{2} \right) \right] + \left[ \frac{kS_x}{T} \right] \quad (2-3)$$

Perhitungan untuk mencari nilai interval pemesanan dan nilai persediaan maksimal menggunakan rumus sebagai berikut:

$$T = \sqrt{\frac{2A}{HD}} \quad (2-4)$$

$$R = \bar{x}_{L+T} + \sigma_{L+T} \times z \left( \frac{k}{k+HT} \right) \quad (2-5)$$

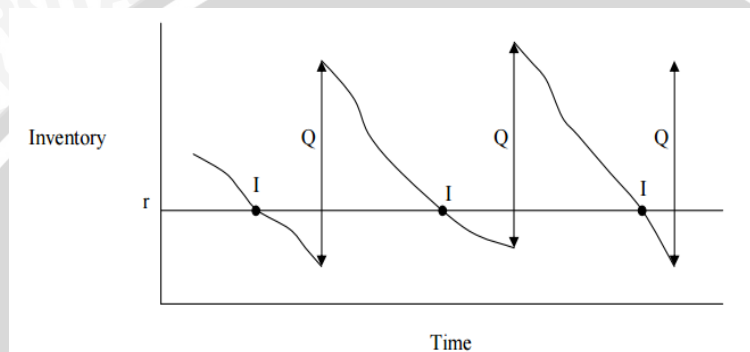
Dimana:

1.  $D$  = rata-rata permintaan setiap tahun (unit)
2.  $T$  = interval pemesanan (hari)
3.  $H$  = biaya penyimpanan (Rp/unit)
4.  $A$  = biaya pemesanan untuk sekali pesan (Rp)
5.  $K$  = biaya kekurangan atau *stockout* (Rp)
6.  $R$  = jumlah persediaan maksimal (unit)
7.  $X_L$  = rata-rata permintaan selama lead time (unit)
8.  $X_T$  = rata-rata permintaan selama interval pemesanan (unit)
9.  $X_{L+T}$  = rata-rata permintaan selama lead time dan interval pemesanan (unit)
10.  $\sigma_{L+T}$  = standar deviasi permintaan selama lead time dan interval pemesanan (unit)

11.  $S(x)$  = jumlah kekurangan (*stockout*) setiap siklus (unit)

### 2.6.2 Economic Order Quantity (EOQ) Probabilistik Continuous Review Model (Q,r)

Pengendalian persediaan dengan metode *reorder point* dilakukan dengan ukuran pemesanan yang berbeda-beda. Dalam hal ini apabila persediaan di gudang mengalami kekurangan maka harus segera dihitung *reorder point* untuk dapat melakukan pemesanan kembali dengan jumlah yang sesuai, sehingga diperoleh jumlah atau ukuran pemesanan yang optimal (Sofyan, 2013:64).



Gambar 2.2 Kebijakan *Continuous Review Model (Q,r)*

Sumber: [elearning.usu.ac.id](http://elearning.usu.ac.id)

Pada gambar 2.2, setiap kali jumlah persediaan ( $I$ ) sampai pada titik *reorder point*, maka dilakukan pemesanan. Namun, pesanan ini tidak akan diterima seketika sesuai *lead time*. Sehingga, ketika penggunaan sepanjang *lead time* lebih besar dari *reorder point*, maka akan timbul kekurangan. Pada gambar juga terlihat bahwa waktu antara satu order dengan order berikutnya bervariasi, sedangkan jumlah yang dipesan ( $Q$ ) tetap.

Model *Economic Order Quantity (EOQ)* probabilistik: model ( $Q, r$ ) digunakan untuk menentukan kapan memesan pada *reorder point* ( $r$ ) dan berapa *quantity order* ( $q$ ) yang akan dipesan untuk meminimumkan total biaya (*total cost*). Beberapa definisi yang dibutuhkan dalam model ini, yaitu (Winston, 1994):

1.  $A$  = *ordering cost*, biaya pemesanan setiap kali pesan
2.  $P$  = *price*, harga pembelian tiap bahan baku
3.  $h$  = *holding cost*, biaya penyimpanan tiap unit barang per tahun
4.  $L$  = *lead time*, tenggang waktu antara pemesanan hingga barang pesanan datang
5.  $q$  = *quantity ordered*, jumlah barang pesanan setiap kali pesan
6.  $r$  = *reorder point*, tingkat persediaan dimana akan dilakukan pemesanan kembali
7.  $\mu$  = rata-rata permintaan/kebutuhan selama *lead time*
8.  $D$  = peubah acak dengan fungsi densitas normal yang menyatakan permintaan



pertahun dengan rata-rata  $E(D)$ , ragam  $Var(D)$ , dan standart deviasi  $\sigma_D$ . Jika  $D$  mengikuti proses distribusi normal ( $D \sim N(\mu, \sigma^2)$ ) maka:

$$E(D) = \mu \quad Var(D) = \sigma^2$$

Jika  $X$  adalah peubah acak yang menyatakan permintaan selama *lead time* dengan  $X = LD$ , maka  $X$  merupakan peubah acak kontinu yang memiliki fungsi densitas  $f(x)$  dengan rata-rata  $E(X)$ , ragam  $Var(X)$ , dan standart deviasi  $\sigma_X$ . Jika permintaan pada waktu yang berbeda saling bebas, maka jumlah permintaan selama *lead time* sebagai berikut:

$$\text{rata-rata} \quad : E(X) = L \times E(D) \quad (2-6)$$

$$\text{variansi} \quad : Var(X) = L^2 \times Var(D) \quad (2-7)$$

$$\text{standart deviasi} \quad : \sigma_X = \sigma_D \times L \quad (2-8)$$

$$\text{fungsi densitas} \quad : f(X = x) = \frac{1}{L\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-L\mu}{L\sigma}\right)^2}, \text{ untuk } -\infty < x < +\infty \quad (2-9)$$

Apabila  $D$  diasumsikan menyebar normal, maka  $X$  juga akan menyebar normal ( $X \sim N(L\mu, L^2\sigma^2)$ ).

9.  $C_b = \text{backorder}$ , biaya yang muncul setiap unit permintaan yang tidak terpenuhi

10.  $S(t) = \text{supply}$ , kedatangan barang pada saat  $t$  setelah dilakukan pemesanan saat  $t-L$ .

11.  $OHI(t) = \text{on hand inventory}$ , jumlah persediaan yang ada di tangan pada waktu  $t$

$$OHI(t) = I(t-1) - D(t) + S(t) \geq 0 \quad (2-10)$$

12.  $B(t) = \text{back order}$ , jumlah permintaan yang belum terpenuhi pada saat  $t$

$$B(t) = D(t) - S(t) - I(t-1) > 0 \quad (2-11)$$

13.  $I(t) = \text{net inventory level}$ , tingkat persediaan bersih pada saat  $t$

$$I(t) = OHI(t) - B(t) \quad (2-12)$$

14.  $IP(t) = \text{inventory position}$ , posisi jumlah persediaan pada saat  $t$

$$IP(t) = q + I(t) \quad (2-13)$$

### 2.6.2.1 Biaya Penyimpanan Per Tahun

Biaya penyimpanan per tahun adalah biaya penyimpanan per unit per tahun dikali nilai harapan banyaknya penyimpanan per tahun (Winston, 1994):

$$E(\text{biaya penyimpanan}) = h \times \left\{ \frac{Q}{2} + r - \mu \right\} \quad (2-14)$$

### 2.6.2.2 Biaya Pemesanan Per Tahun

Jika setiap kali dilakukan pemesanan membutuhkan biaya sebesar  $A$ , maka nilai harapan biaya pemesanan per tahun adalah biaya pemesanan setiap kali pesan dikali nilai harapan jumlah pemesanan per tahun (Winston, 1994)

$$E(\text{biaya pemesanan}) = A \times \frac{D}{Q} \quad (2-15)$$

### 2.6.2.3 Biaya Total Persediaan per Tahun

Berdasarkan keempat komponen biaya pada persamaan (2-12) dan (2-13) didapatkan biaya total persediaan minimum yang merupakan fungsi dari  $q$  dan  $r$ .

$$TC(q, r) = \left[ h \times \left\{ \frac{Q}{2} + r - \mu \right\} \right] + \left[ A \times \frac{D}{Q} \right] \quad (2-16)$$

### 2.6.2.4 $Q$ dan $r$ Minimum

Menurut Winston (1994) pada biaya total persediaan pada persamaan (2-14) dapat minimum ketika nilai dari  $q$  dan  $r$  yang digunakan adalah hasil dari nilai yang optimal. Dimana dalam mendapatkan nilai  $q$  dan  $r$  yang optimal, maka dapat dilakukan dengan menurunkan persamaan (2-14) secara parsial terhadap  $q$  dan  $r$ . Dimana turunan pertama disamadengankan nol.

$$\frac{\partial TC(q, r)}{\partial q} = \frac{\partial TC(q, r)}{\partial r} = 0 \quad (2-17)$$

Sehingga didapatkan nilai  $q$  yang dapat meminimumkan persamaan (2-15) dan dapat memenuhi persamaan (2-15) adalah

$$EOQ = \sqrt{\frac{2AE(D)}{h}} \quad (2-18)$$

$$EOQ = q \text{ minimum} = q^*$$