Bab 2
Tinjauan Pustaka

2.1. Manajemen Persediaan

Setiap perusahaan baik jasa maupun manufaktur, selalu memerlukan persediaan, tanpa persediaan perusahaan akan dihadapkan pada risiko jika suatu ketika tidak dapat memenuhi keinginan pelanggan. Hal ini bisa terjadi karena tidak selamanya barang atau jasa selalu tersedia pada setiap saat, dan jika hal ini terjadi akan berakibat perusahaan akan kehilangan kesempatan memperoleh keuntungan. Tujuan manajemen persediaan adalah meminimumkan biaya oleh karena itu perusahaan perlu mengadakan analisis untuk menentukan tingkat persediaan yang dapat meminimumkan biaya atau paling ekonomis.

2.1.1. Pengertian Persediaan

Secara umum, persediaan adalah segala sumber daya organisasi yang disimpan dalam antisipasinya terhadap pemenuhan permintaan. 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 proses lebih lanjut disini dapat berupa kegiatan produksi seperti dijumpai pada sistem manufaktur, kegiatan pemasaran seperti dijumpai pada sistem distribusi ataupun kegiatan konsumsi seperti pada sistem rumah tangga.

Keberadaan persediaan atau sumber daya menganggur ini dalam suatu sistem mempunyai suatu tujuan tertentu. Alasan utamanya adalah karena sumber daya tertentu tidak bisa didatangkan ketika sumber daya tersebut dibutuhkan. Sehingga, untuk menjamin tersedianya sumber daya tersebut perlu adanya persediaan yang siap digunakan ketika dibutuhkan.

Telah banyak definisi sistem persediaan dikemukakan oleh para ahli, antara lain:

1. Starr dan Miller (13, hal 3)

   Sistem persediaan adalah suatu sistem untuk pengadaan barang-barang dalam memenuhi kebutuhan dimasa yang akan datang. Persediaan merupakan suatu sumber yang menganggur tetapi mempunyai yang ekonomis.

2. Biegel (3, hal 90)

   Persediaan didefinisikan sebagai material yang disimpan digudang untuk kebutuhan masa yang akan datang baik untuk digunakan maupun untuk keperluan penjualan.

3. Groebner (*Introduction to Management Science*, 1992)

   Persediaan adalah komponen, material, atau produk jadi yang tersedia di tangan, menunggu untuk digunakan atau dijual.

4. Riggs (1976)

   Persediaan adalah bahan mentah, barang dalam proses (work in process), barang jadi, bahan pembantu, bahan pelengkap, komponen yang tersimpan dalam antisipasinya terhadap pemenuhan permintaan.

Jadi dapat disimpulkan bahwa persediaan merupakan sejumlah bahan-bahan mentah, barang setengah jadi, maupun barang jadi, yang disediakan untuk memenuhi permintaan dari konsumen atau pelanggan setiap waktu.

Secara fisik, *item* persediaan dapat dikelompokkan dalam lima kategori, yaitu sebagai berikut:

1. Bahan mentah (*raw materials*), yaitu barang-barang berwujud seperti baja, kayu, tanah liat, atau bahan-bahan mentah lainnya yang diperoleh dari sumber-sumber alam, atau dibeli dari pemasok atau diolah sendiri oleh perusahaan untuk digunakan perusahaan dalam proses produksinya sendiri.
2. Komponen, yaitu barang-barang yang terdiri atas bagian-bagian (*parts*) yang diperoleh dari perusahaan lain atau hasil produksi sendiri untuk digunakan dalam pembuatan barang jadi atau barang setengah jadi.
3. Barang setengah jadi (work in proeess) yaitu barang-barang keluaran dari tiap operasi produksi atau perakitan yang telah memiliki bentuk lebih kompleks

daripada komponen, narnun masih perlu proses lebih lanjut untuk menjadi barang jadi.

4. Barang jadi (*finished good*) adalah barang-barang yang telah selesai diproses dan siap untuk didistribusikan ke konsumen.
5. Bahan pembantu (*supplies material*) adalah barang-barang yang diperlukan dalam proses pembuatan atau perakitan barang, namun bukan merupakan komponen barang jadi. Termasuk bahan penolong adalah bahan bakar, pelumas, listrik dll.

Pengendalian persediaan merupakan fungsi manajerial yang sangat penting, karena mayoritas perusahaan melibatkan investasi besar pada aspek ini (20% sampai 60%).Ini merupakan dilema bagi perusahaan. Bila persediaan dilebihkan, biaya penyimpanan dan modal yang diperlukan akan bertambah. Bila perusahaan menanam terlalu banyak modalnya dalam persediaan, menyebabkan biaya penyimpanan yang berlebihan. Kelebihan persediaan juga membuat modal menjadi mandek, semestinya modal tersebut dapat diinvestasikan pada sektor lain yang lebih menguntungkan (*opportunity cost*). Sebaliknya, bila persediaan dikurangi, suatu ketika bisa mengalami *stock out* (kehabisan barang). Bila perusahaan tidak memiliki persediaan yang mencukupi, biaya pengadaan darurat akan lebih mahal. Dampak lain, mungkin kosongnya barang di pasaran dapat membuat konsumen kecewa dan lari ke merek lain.

Mengingat konsekuensi yang dilematis (kekurangan atau kelebihan) dari persediaan, perusahaan harus mengadakan atau merencanakan dan mengendalikan persediaan ini pada tingkat yang optimal. Kriteria optimal adalah minimasi keseluruhan biaya yang terkait dengan semua konsekuensi kebijakan persediaan.

2.1.2. Penyebab dan Fungsi Persediaan

Persediaan merupakan suatu hal yang tak terhindarkan. Penyebab timbulnya persediaan adalah sebagai berikut:

1. Mekanisme pemenuhan atas permintaan. Permintaan terhadap suatu barang tidak dapat dipenuhi seketika bila barang tersebut tidak tersedia sebelumnya.

Untuk menyiapkan barang ini diperlukan waktu untuk pembuatan dan pengiriman, maka adanya persediaan merupakan hal yang sulit dihindarkan.

2. Keinginan untuk meredam ketidakpastian. Ketidakpastian terjadi akibat permintaan yang bervariasi dan tidak pasti dalam jumlah maupun waktu kedatangan, waktu pembuatan yang cenderung tidak konstan antara satu produk dengan produk berikutnya, waktu tenggang (*lead time*) yang cenderung tidak pasti karena banyak faktor yang tak dapat dikendalikan. Ketidakpastian ini dapat diredam dengan mengadakan persediaan.
3. Keinginan untuk melakukan spekulasi dengan tujuan mendapatkan keuntungan dari kenaikan harga dimasa yang akan datang.

Efisiensi produksi (salah satu muaranya adalah penurunan biaya produksi) dapat ditingkatkan melalui pengendalian sistem persediaan. Efisiensi ini dapat dicapai bila fungsi persediaan dapat dioptimalakan. Fungsi utama persediaan yaitu sebagai penyangga, penghubung antar proses produksi dan distribusi untuk memperoleh efisiensi. Fungsi lain persediaan yaitu sebagai stabilisator harga terhadap fluktuasi permintaan. Lebih spesifik, persediaan dapat dikategorikan berdasarkan fungsinya sebagai berikut:

a. Persediaan dalam *Lot Size*

   Persediaan muncul karena ada persyaratan ekonomis untuk penyediaan (*replishment*) kembali. Penyediaan dalam *lot* yang besar atau dengan kecepatan sedikit lebih cepat dari permintaan akan lebih ekonomis. Faktor penentu persyaratan ekonomis antara lain biaya *setup*, biaya persiapan produksi atau pembelian dan biaya *tronsport*.

b. Persediaan Cadangan

   Pengendalian persediaan timbul berkenaan dengan ketidakpastian. Peramalan permintaan konsumen biasanya diprediksi peramalan. Waktu siklus produksi (*lead time*) mungkin lebih dalam dari yang diprediksi. Jumlah produksi yang ditolak (*reject*) hanya bisa diprediksi dalam proses. Persediaan cadangan mengamankan kegagalan mencapai permintaan konsumen atau memenuhi kebutuhan manufaktur tepat pada waktunya.

c. 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.

d. Persediaan *Pipeline*

Sistem persediaan dapat diibaratkan sebagai sekumpulan tempat (*stock point*) dengan aliran di antara 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 tersebut persediaan setengah jadi (*work in process*). Jika suatu produk tidak dapat berubah secara fisik tetapi dipindahkan dari suatu tempat penyimpanan ke tempat penyimpanan yang lain, persediaan disebut persediaan transportasi. Jumlah dari persdiaan setengah jadi dan persediaan transportasi disebut persediaan *pipeline*. Persediaan pipeline merupakan total investasi perubahan dan harus dikendalikan.

e. Persediaan Lebih

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

2.1.3. Tujuan Persediaan

Divisi yang berbeda dalam industri manufaktur akan memiliki tujuan pengendalian persediaan yang berbeda:

1. Pemasaran ingin melayani konsumen secepat mungkin sehingga menginginkan persediaan dalam jumlah yang banyak.
2. Produksi ingin beroperasi secara efisien. Hal ini mengimplikasikan *order* produksi yang tinggi akan menghasilkan persediaan yang besar (untuk mengurangi *setup* mesin). Disampng 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 persamaan 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 meminimasi 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 dan PHK tidak perlu dilakukan.
6. Rekayasa (*engineering*) menginginkan persediaan minimal untuk mengantisipasi jika terjadi perubahan rekayasa (*engineering*).

2.2. Sistem persediaan

sistem persediaan adalah suatu mekanisme mengenai bagaimana mengelola masukan-masukan yang berhubungan dengan persediaan menjadi *output* dimana untuk itu diperlukan umpan balik agar *output* memenuhi standar tertentu. Mekanisme sistem ini adalah pembuatan serangkaian kebijakan yang memonitor tingkat persediaan, menentukan persediaan yang harus dijaga, kapan persediaan harus diisi dan berapa besar pesanan harus dilakukan. Sistem ini bertujuan menetapkan dan menjamin tersedianya produk jadi, barang dalam proses, komponen, bahan baku secara optimal, dalam kuantitas yang optimal dan pada waktu yang optimal. Kriteria optimal adalah minimasi biaya total yang terkait dengan persediaan, yaitu biaya penyimpanan, biaya pemesanan dan biaya kekurangan persediaan.

Variabel keputusan dalam pengendalian tradisional dapat diklasifikasikan ke dalam variabel kuantitatif dan variabel kualitatif secara kuantitatif, variabel keputusan pada pengendalian sistem persediaan adalah sebagai berikut:

1. Berapa banyak jumlah barang yang akan dipesan atau dibuat.
2. Kapan pemesanan atau pembuatan harus dilakukan.
3. Berapa jumlah persediaan pengaman.

4. Bagaimana mengendalikan penediaan.

Secara kualitatif, masalah persediaan berkaitan dengan sistem pengoperasian persediaan yang akan menjamin kelancaran pengelolaan persediaan adalah sebagai berikut:

1. Jenis barang apa yang dimiliki.
2. Dimana barang tersebut berada.
3. Berapa jumlah barang yang sedang dipesan.
4. Siapa saja yang menjadi pemasok masing-masing *item*.

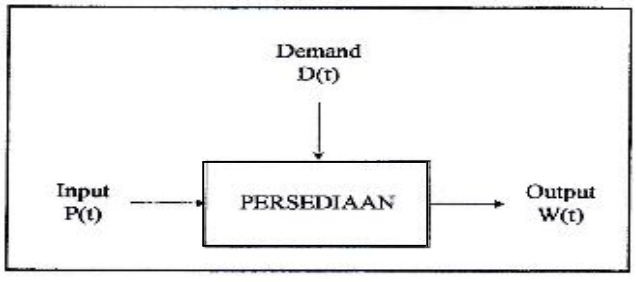
Secara luas tujuan sistem persediaan adalah menemukan solusi optimal terhadap seluruh masalah yang terkait dengan persediaan. Dikaitkan dengan tujuan umum perusahaan, maka ukuran optimalitas pengendalian persediaan seringkali diukur dengan keuntungan maksimum yang dicapai. Karena perusahaan memiliki banyak subsistem lain selain persediaan, maka mengukur kontribusi pengendalian persediaan dalam mencapai total keuntungan bukan hal mudah. Optimalisasi pengendalian persediaan biasanya diukur dengan total biaya minimal pada suatu periode tertentu.

2.2.1. Bentuk Sistem Persediaan

Secara umum, bentuk sistem persediaan terbagi menjadi:

1. Sistem Sederhana

   Yaitu sistem persediaan yang berdasarkan atas input dan output.



Gambar 2.l. Sistem Persediaan *Input-Output*

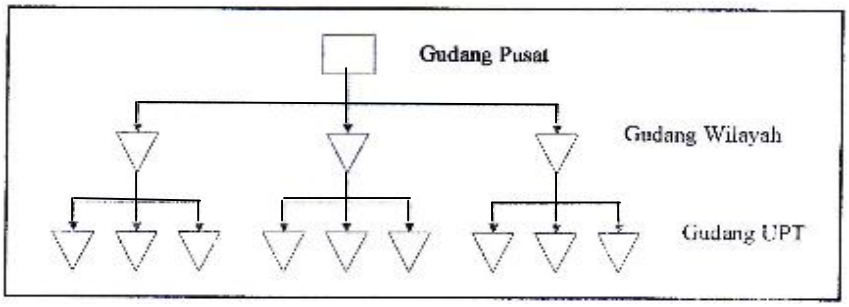
Gambar diatas menunjukkan sistem persediaan yang dipengaruhi oleh proses *input dan output.* P(t) addah rata-rata material atau bahan yang masuk ke dalam sistem persediaan pada saat t. Sedangkan W(t) adalah rata-rata suatu material atau bahan keluar dari sistem persediaan. Output (W(t) dipengaruhi oleh permintaan atau kebutuhan terhadap material atau bahan, dengan rata-rata D(t), yang berasal dari luar perusahaan dan berada di luar kendali perusahaan.

Walaupun terkadang kita dapat mempengaruhi permintaan dengan kebijaksanaan harga dan iklan, atau kebutuhan akan suatu bahan dapat dikendalikan melalui proses produksi yang dijalankan, D(t) dapat dianggap sebagai variabel yang berada di luar kendali perusahaan. Rata-rata *output* (W(t)) akan sama dengan rata-rata permintaan (D(t), kecuali jika persediaan mengalami kekurangan, dengan kata lain D(t) lebih besar daripada P(t), atau yang disebut juga sebagai kondisi "*out-of-stocll*' dan"*stockout*".

Kekurangan yang timbul dapat dipenuhi dengan *rush order* (pemesanan mendadak). Bagi pihak *supplier*, *rush order* tentu tidak dapat diprediksi waktu dan jumlahnya. Karena itu, *rush order* tentu harus dilakukan kepada *supplier* yang memiliki sistem dengan tingkat responsif yang tinggi. Tingkat responsif yang tinggi didukung oleh sistem yang fleksibel, yang mampu mengubah volume dan waktu dari *output* yang dihasilkan.

Proses *input* merupakan bagian dari sistem persediaan yang dapat dikontrol perusahaan melalui kebijaksanaan kapan dan berapa banyak pemesanan perlu dilakukan. Walaupun demikian, keterlambatan-keterlambatan pemenuhan pemesanan dari pemasok bisa saja terjadi, sehingga rata-rata *input* aktual (P(t), akan berdeviasi atau berbeda dari harapan perusahaan.

2. Sistem Berjenjang (*Multi Echelon Inventory System*)
   Persediaan yang berada di gudang pusat ke gudang wilayah ke gudang UPT seperti gambar berikut.



Gambar 2.2. Sistem Persediaan Berjenjang

2.2.2. Karakteristik Sistem Persediaan

Adapun unsur-unsur yang membentuk sistem persediaan yang harus diperhitungkan dengan sebaik-baiknya oleh suatu perusahaan, yaitu:

1. Kebutuhan atau *demand*, adalah sesuatu yang dibutuhkan oleh pemakai yang perlu dikeluarkan dari sistem persediaan. Perkiraaan kebutuhan besar artinya untuk menentukan solusi dari sistem. Sebenamya kebutuhan sulit untuk dikontrol karena ia dibentuk oleh orang diluar organisasi perusahaan, akan tetapi harus diketahui bagaimana karakteristik kebutuhan, misalnya:
   - Bagaimana pola datanya, berapa besarnya, dan kapan dibutuhkannya.
   - Berapa harga rata-rata dan range kebutuhannya.
2. Penambahan persediaan, dalam menentukan cara penambahan persediaan harus diidentifikasikan elemen-elemen sebagai berikut:
   a. Jumlah penambahan, yaitu jumlah pemesanan untuk setiap periode penjadwalan, tetap atau berubah-ubah.
   b. Periode penjadwalan, yaitu panjang waktu antara 2 pemesanan yang berurutan biasa tetap atau berubah-ubah.
   c. *Lead Time*, yaitu tenggang waktu antara barang yang dipesan sampai barang tersebut datang. *Lead time* hanya berpengaruh terhadap sistem probabilistik, sedangkan pada sistem deterministik tidak banyak pengaruhnya karena kebufuhannya konstan.
3. Elemen biaya persediaan, Naddor berpendapat bahwa pada sistem persediaan hanya terdapat 3 macam biaya penting dimana 2 diantaranya atau seluruhnya harus dikontrol. Ketiga macam biaya itu adalah:
   a. Biaya memiliki persediaan (*carrying cost*).

b. Biaya kekurangan persediaan (*shortage cost*).

c. Biaya penambahan persediaan (*replenishing cost*).

4. Pembatas (*constrain*), berlaku jika ada aturan-aturan khusus yang merupakan pembatas bagi sistem persediaan, seperti:
   - Barang boleh ditukar
   - Harga bervariasi tergantung jumlah pemesanan
   - Keterbatasan gudang
   - Ketergantungan terhadap kebutuhan sebelumnya

2.3. Uji Distribusi Normal

Suatu variabel random kontinu x yang berdistribusi normal, dengan parameter μ dan σ jika fungsi probabilitasnya:

$$n(x,\mu,\sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-0,5\left[\frac{x-\mu}{\sigma}\right]}, -\infty < x < \infty \quad \text{..... (2.1.)}$$

Dengan mean μ dan variansi σ^2

Distribusi normal merupakan salah satu distribusi peluang yang paling banyak digunakan dalam berbagai disiplin ilmu. Walaupun bersifat kontinu, namun dalam penerapannya seperti dalam kasus *demand* untuk sistem persediaan variabel random yang diskrit dapat diabaikan dan disuguhkan dalam bentuk kontinu. Dalam permasalahan persediaan, penggunaan distribusi normal untuk menghampiri jumlah permintaan dapatdilihat pada bagian literatur Hadley-Within (1963) secara khusus.

2.3.1. Uji *Chi-sqaare Goodnees Of Fit Test*

Goodness Of Fit Test menguji apakah frekuensi yang diobservasikan memang konsisten dengan frekuensi teoritisnya. Apabila konsisten maka tidak terdapat perbedaan yang nyata atau signifikannya, dengan kata lain hipotesisnya dapat diterima. Apabila tidak signifikan maka hipotesisnya ditolak.

Dari data permintaan masa lalu sebelum diolah dengan beberapa metode peramalan, data tersebut diuji terlebih dahulu dengan Uji *Chi-square Goodness Of Fit Test*, dengan uji ini dapat diketahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Langkah-langkahnya adalah:

1. Penentuan hipotesa:

   H_0 : Data berdistribusi normal

   H_1 : Data tidak berdistribusi normal

2. Penentuan taraf keberartian α
3. Penentuan daerah kritis = $\chi^2_{tabel} = \chi^2_{\alpha;v}$ dengan nilai *degree of freedom* (df) = k-p-1, dimana k = jumlah kelas dan p = parameter.
4. Membuat tabel interval kelas, caranya:
   a. Menentukan data minimum ($X_{I\ kecil}$) dan data maksimum ($X_{I\ besar}$)
   b. Menentukan range (R) = ($X_{I\ kecil}$) - ($X_{I\ besar}$)
   c. Menentukan jumlah kelas (JK) = 1 + 3,3 log n ; n = jumlah data
   d. Menentukan lebar kelas (LK) = *Range*/jumlah kelas
5. Menentukan nilai rata-rata (μ) dan standar deviasi (σ)

   $$\mu = \frac{\sum Xi}{n} \quad \text{..... (2.2.)}$$

   $$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(Xi-\mu)2}{n-1}} \quad \text{..... (2.3.)}$$

   Dimana: Xi = Data permintaan ke-i

   n = Jumlah data
6. Batas kelas yaitu LCB dan UCB dimana:

   LCB = LCL – 0,5

   UCB = UCL + 0,5
7. $Z1 = \frac{LCB(i) - \mu}{\sigma}$ $Z2 = \frac{UCB(i) - \mu}{\sigma}$
8. P(Z1) dan P(Z2) merupakan hasil interpolasi dari tabel distribusi normal
9. P(Z) = P(Z2) – P(Z1)
10. Ei = P(Z) x ∑fi
11. Menggabungkan kelas sehingga nilai E ≥ 5

    Menentukan χ^2 hitung = $\sum \frac{(fi - Ei)^2}{Ei}$ .....(2.4.)
12. Tabel interval kelas

Kelas	Interval	Batas Kelas	Frekuensi (fi)	Z1	Z2	P(Z1)	P(Z2)	P(Z)	Ei	X^2_{hitung}
	LCL - UCL	LCB - UCB								

13. Memberikan kesimpulan dengan membandingkan nilai χ^2_{hitung} dengan χ^2_{tabel}, apabila $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ maka terima H_0, berarti data berdistribusi normal dan sebaliknya.

2.3.2. Uji Kolmogorov -Smirnov

Metode ini merupakan sebuah alternatif penting untuk menguji kesesuaian distribusi. Uji ini ditemukan oleh dua matematikawan Rusia, yaitu Kolmogorov dan Smirnov pada akhir dekade 1930. Dengan uji *Kolmogorov-Smirnov* dapat diperiksa apakah distribusi nilai-nilai sampel yang teramati sesuai dengan distribusi teoritis tertentu. Uji *Kolmogorov-Smirnov* dapat diterapkan pada dua keadaan, yaitu:

1. Menguji apakah suatu sampel mengikuti bentuk distribusi populasi teoritis.
2. Menguji apakah kedua buah sampel berasal dari dua populasi yang identik.

Prinsip uji *Kolmogorov-Smirnov* ialah menghitung selisih absolut antara fungsi distrubusi fiekuensi komulatif observasi [$S_N(x)$] dan fungsi distribusi frekuensi kumulatif teoritis [$F_0(x)$]. Statistik uji *Kolmogorov-Smirnov* merupakan selisih absolut terbesar antara $F_0(x)$ dan $S_N(x)$, yang disebut deviasi maksimum D. Persamaannya ialah sebagai berikut:

$D = \text{Maksimum } |F_0(x) - S_N(x)|$ ..... (2.5.)

Dimana: $F_0(x)$ = Fungsi distribusi frekuensi kumulatif teoritis

$S_N(x)$ = Fungsi distribusi frekuensi kumulatif observasi

Nilai D kemudian dibandingkan dengan nilai kritis pada tabel *Kolmogorov-Smirnov* dengan ukuran sampel n dan tingkat signifikan σ. Aturan keptusannya ialah sebagai berikut:

1. Jika $D_{maks} < D_{tabel}$, maka terima H_0
2. Jika $D_{min} < D_{tabel}$, maka tolak H_0

Langkah-langkah pengujian dalam uji *Kolmogorov-Smirnov* adalah sebagai berikut:

1. Susun frekuensi-frekuensi dari tiap nilai yang teramati, berurutan dari nilai

terkecil sampai terbesar.

2. Susun frekuensi kumulatif dari nilai-nilai teramati tersebut.
3. Konversikan frekuensi kumulatif tersebut kedalam probabilitas, yaitu ke dalam fungsi distribusi frekuensi kumulatif [$S_N(x)$]
4. Hitung nilai Z untuk masing-masing nilai teramati diatas dengan rumus

$$Z = \frac{(xi - \overline{X})}{s} \quad \text{.....} \quad (2.6.)$$

5. Dengan mengacu pada tabel distribusi normal, carilah nilai $F_0(x)$, yaitu probabilitas (luas area) kumulatif untuk setiap nilai teramati (rumus diatas berlaku jika berdistribusi normal, sedangkan jika bukan berdistribusi normal maka rumusnya akan berbeda).
6. Susun $S_N(x)$ berdampingan dengan $F_0(x)$. Hitung selisih absolut antara $F_0(x)$ dan $S_N(x)$ pada masing-masing nilai teramati.
7. Statistik uji *Kolmogorov-Smirnov* ialah selisih absolut terbesar $F_0(x)$ dan $S_N(x)$ yang juga disebut Deviasi maksimum (D).
8. Kesimpulan, untuk pengujian dengan jumlah sampel yang kecil ($n \leq 30$), maka uji *Kolmogorov-smirnov* akan lebih efisien jika dibandingkan dengan tes *Chi-Square*.

2.4. Permintaan lndependen Model Probabilistik

Model Q maupun P memerlukan asumsi-asumsi yang dalam kenyataannya tidak berlaku. Jika terjadi demikian, maka hasil perhitungan yang diperoleh tentunya tidak dapat digunakan. Model pengendalian tradisional memberikan solusi berupa diadakannya suatu persediaan dalam jumlah tertentu sebagai tindakan pengendalian atas kondisi-kondisi nyata yang mungkin terjadi tersebut. Itulah yang disebut dengan sediaan pengaman (*safety stock*). Penentuan besarnya *safety stock* ini dipengaruhi oleh pola permintaan, biaya dan *lead time*.

Model persediaan tradisional (EOQ dan EPQ) tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan asumsi sebagai berikut:

1. Permintaan dapat ditentukan, seragam dan terus menerus.
2. Produksi dapat ditentukan, seragam dan terus menerus.
3. Tenggang waktu pemesanan dapat ditentukan dan relatif tetap.

4. Biaya pemesanan atau persiapan dapat ditentukan dan relatif tetap.
5. Biaya simpan dapat ditentukan, relatif tetap dan linier.
6. Sumber tidak terbatas (modal terbatas atau gudang terbatas)
7. Persediaan biasanya tidak diizinkan (keterbatasan biaya persediaan)
8. Biaya hasil analisis persediaan meningkat.

Ada banyak metode yang dapat digunakan untuk menentukan *safety stock* tersebut. Berikut ini akan diberikan beberapa perhitungan bila terjadi perubahan-perubahan pada biaya, *lead time* dan permintaan.

2.4.1. Pengaruh Perubahan Elemen Biaya

Model-model persediaan deterministik mengasumsikan biaya-biaya yang terjadi adalah relatif tetap. Bila biaya tersebut berubah, maka jumlah pemesanan ataupun jumlah produksi yang ekonomis juga berubah (sesuai dengan rumusnya). Karena EOQ/EPQ berbanding lurus dengan √D dan √k, jika itu terjadi peningkatan permintaan atau biaya pesan/setup, maka EOQ/EPQ akan ikut naik. Hal ini juga berlaku sebaliknya. Karena EOQ/EPQ berbanding terbalik dengan √h, dimana h seringkali ditetapkan atas dasar bunga bank. Apabila terjadi kenaikan tingkat suku bunga bank, biaya simpan maupun harga satuan bahan, maka akan menurunkan EOQ/EPQ. Hal ini juga berlaku sebaliknya.

Perubahan harga-harga tersebut akan menyebabkan jumlah pesanan atau jumlah produksi menurut perhitungan ikut berubah. Dalam hal ini suatu alat pemantau diperlukan sehingga perubahan harga elemen-elemen tersebut dapat diikuti sesegera mungkin dengan tindakan menaikkan atau menurunkan EOQ/EPQ. Dalam kasus untuk elemen-elemen yang cepat berubah, misalnya harga bahan, sebaiknya dipertimbangkan penggunaan analisis sensitivitas. Pada kondisi ini ditetapkan ambang batas perubahan harga bahan. Pada perubahan sebesar berapa yang harus diikuti oleh tindakan perhitungan ulang (pengendalian). Bila perubahan harga bahan belum melampaui ambang batas, maka tidak perlu dilakukan tindakan apa-apa. Penyesuaian baru dilakukan bila perubahan harga bahan telah melewati ambang batas.

2.4.2. Pengaruh Perubahan *Lead Time*

Model-model pengendalian tradisional juga mengasumsikan waktu yang diperlukan untuk pemenuhan kebutuhan adalah konstan. Secara aktual, asumsi ini sulit dipenuhi karena banyak masalah yang tak dapat dihindarkan sehingga pesanan yang telah dilakukan tidak dapat terkirim sesuai perkiraan. Bila pesanan dilakukan pada perusahaan lain, ketidaktepatan pengiriman ini dapat terjadi karena kemacetan lalu lintas, kendaraan pengangkut mogok dan lain sebagainya. Bila pesanan dilakukan dalam perusahaan sendiri (produksi), mesin yang rusak, jumlah produk cacat meningkat dan masalah lain semacam itu akan menyebabkan *lead time* tidak dapat dipastikan.

Kepastian *lead time* ini sangat vital, karena pesanan yang optimal dilakukan pada saat sebesar *lead time* sebelum bahan tersebut habis, sehingga pada saat bahan habis pesanan yang dilakukan tepat saat itu diterima. Dengan demikian tidak terlalu banyak persediaan. Perubahan *lead time* tersebut akan diantisipasi pihak manajemen perusahaan dengan menyediakan *safety stock* sehingga tidak mengganggu sistem persediaan.

2.4.3. Penentuan *Safety Stock*

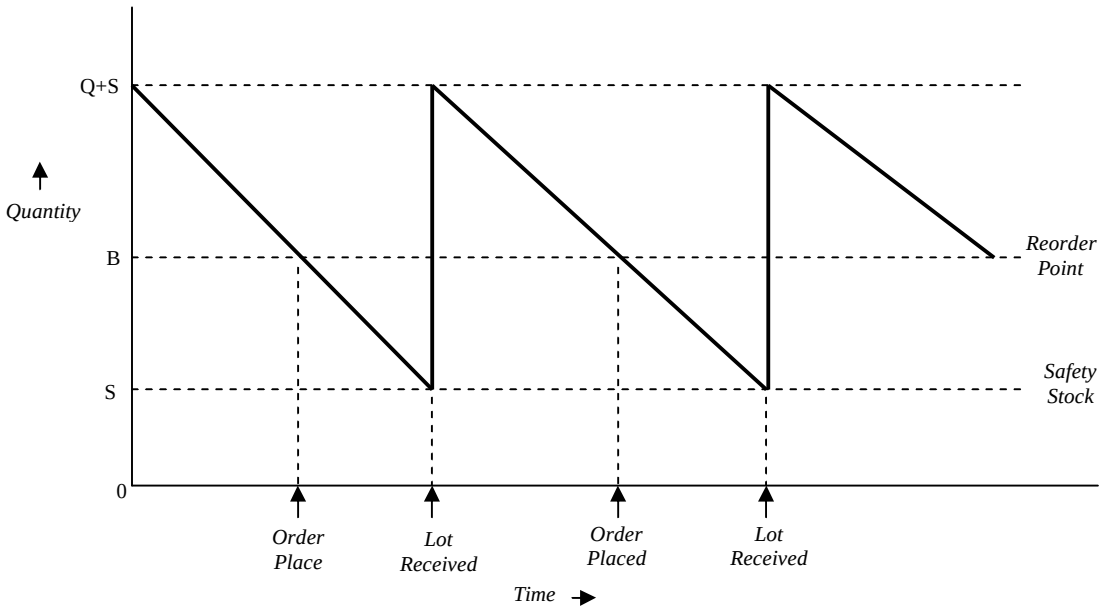
Ketidakpastian jumlah dan waktu permintaan, lead time dan jumlah serta penyelesaian produksi merupakan problem yang sering terjadi. Ketidakpastian ini dapat menyebabkan kehabisan persediaan atau sebaliknya jumlah persediaan yang terlalu banyak. Resiko kehabisan persediaan antara lain disebabkan oleh hal-hal berikut:

- Permintaan yang lebih besar
- *Lead time* bertamabah
- Permintaan terlalu tinggi dan waktu ancang bertambah.

Untuk mengantisipasi ketidakpastian tersebut, khususnya dalam permintaan dan *lead time*, maka disediakannya suatu jumlah tertentu *safety stock* (SS) yang akan mengurangi resiko kehabisan persediaan. Semakin besar tingkat *safety stock*-nya maka kemungkinan kehabisan persediaan semakin kecil. Akan tetapi, akibatnya adalah biaya simpan semakin besar karena jumlah total persediaan meningkat.

Bila demikian, tujuan minimasi total biaya persediaan tidak tercapai karena total biaya dalam model persediaan tradisional didapatkan pada titik keseimbangan antara kelebihan dan kehabisan persediaan.

Biaya kelebihan persediaan relatif lebih mudah diperkirakan daripada biaya kehabisan persediaan. Karena sulitnya memperkirakan biaya kehabisan persediaan secara tepat, maka biasanya manajemen menentukan ukuran *safety stock* berdasarkan tingkat pelayanan (*service level*) tertentu yang harus diberikan kepada konsumen. Sebagai contoh, bila manajemen menetapkan *service level* adalah 90%, maka bagian persediaan harus berusaha agar paling banyak dari l0 kali permintaan yang datang hanya 1 kali permintaan yang tidak dapat dipenuhi. Penentuan berapa jumlah *safety stock* yang dapat memenuhi *service level* tertentu yang diberikan adalah tergantung dari model persediaannya, yaitu model Q atau model P. Berikut adalah gambar model persediaan ideal:



Tersine J. Richard. 1994. *Principles Of Inventory And Materials Management*

Gambar 2.3. Model Persediaan Ideal

2.4.3.1. Penentuan *Safety Stock* Dengan *Service Level* Tertentu

Bila permintaan aktual yang terjadi selama *lead time* melebihi permintaan yang diperkirakan, maka akan terjadi kehabisan persediaan (*stock out*). Tanpa adanya *safety stock*, kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan biasa sebesar 50%

(0.5) atau lebih selama masa *lead time* tersebut. Tujuan penentuan *safety stock* dengan *service level* tertentu adalah mengurangi resiko kekurangan persediaan tersebut menjadi hanya 5% atau l0% saja (umumnya). Bila diinginkan resiko terjadinya kekurangan persediaan adalah sebesar 5%, maka tingkat keyakinan tidak terjadi kekurangan persediaan adalah sebesar 5%, maka tingkat keyakinan tidak terjadi kekurangan persediaan adalah sebesar 95% (yaitu didapat dari 100%-5%).

Tingkat pelayanan berarti persentase (kemungkinan) tidak terjadi kehabisan persediaan. Jika diinginkan keyakinan yang tinggi agar tidak kehabisan persediaan, maka dipilih tingkat pelayanan yang besar. Tingkat pelayanan yang besar berarti Zα besar. Zα besar berarti jumlah R lebih besar. Jumlah R besar berarti biaya persediaan lebih besar. Sebuah konsekuensi logis yang harus terjadi, suatu kepastian tidak terjadi kehabisan persediaan memerlukan biaya persediaan yang lebih besar. Tidak ada teori mengenai berapa besarnya tingkat pelayanan yang harus dipilih, hal ini merupakan faktor subjektif. Jika perusahaan menganggap kekurangan persediaan sebagai hal yang sangat penting, maka tingkat pelayanan adalah 99%. Tingkat pelayanan 95% adalah bila kekurangan persediaan adalah penting atau 0% jika kekurangan persediaan tidak berarti apa-apa.

Tabel 2.1. Hubungan nilai Z dengan tingkat pelayanan

Z	Tingkat Pelayanan (%)	Kehabisan Stock (%)	Z	Tingkat Pelayanan (%)	Kehabisan Stock (%)
0.0	50.0	50.0	2,0	97.7	2.3
0.5	69.1	30.9	2.1	98.2	1.8
1.0	84.1	15.9	2.2	98.6	1.4
1.1	86.4	13.6	2.3	98.9	1.1
1.2	88.5	11.5	2.4	99.2	0.8
1.3	90.3	9.7	2.5	99.4	0.6
1.4	91.9	8.1	2.6	99.6	0.5
1.5	93.3	6.7	2.7	99.6	0.4
1.6	94.5	5.5	2.8	99.7	0,3
1.7	95.5	4.5	2.9	99.8	0.2
1.8	96.4	3.6	3.1	99.9	0.1
1.9	97.1	2.9			

Besarnya jumlah *safety stock* bila digunakan *service level* tertentu adalah juga tergantung dari model persediaan yang digunakan. Bila digunakan model EOQ, maka perhitungan *safety stock* akan berbeda dibandingkan dengan menggunakan model P. Bila model persediaan yang digunakan adalah model EOQ sederhana atau model *fix order quantity* (FOQ) maka sebagai berikut:

Bila:

$\bar{D}$ = Rata-rata tingkat permintaan per unit waktu (biasanya satu tahun)

D_{max} = Maksimum tingkat permintaan per unit waktu yang mungkin

$\bar{d}$ = Rata-ratapermintaan selama lead time = $\bar{d}$.L

d_{max} = Maksimum permintaan selama lead time yang mungkin untuk service level tertentu = $D_{max}L$

SS_{FOQ} = *Safety stock* dengan sistem FOQ

Maka jumlah safety stock dapat ditentukan sebagai berikut:

$SS_{FOQ} = d_{max} - \bar{d} = D_{max}L - D.L = (D_{max} - D)L$ ..... (2.7.)

Dimana bila terjadi dengan frekuensi untuk i = 1,2,..,n, maka:

$\bar{d} = d_1[p(d_1)] + d_2[p(d_2)] + .. + d_n[p(d_n)]$ ..... (2.8.)

Dalam model P, variabel keputusan adalah variabel siklus pemesanan (t). Periode pemeriksaan dapat diperoleh dengan persamaan berikut:

$$T = \frac{Q}{D}$$ ..... (2.9.)

Dalam persamaan selanjutnya disubstitusi dengan rumus EOQ, sehingga persamaan tersebut menjadi sebagai berikut:

$$t_0 = \sqrt{\frac{2k}{Dh}}$$ ..... (2.10.)

Target dari tingkat persediaan dapat ditetapkan berdasarkan tingkat pelayanan yang ingin diberikan. Dalam hal ini target persediaan memiliki rumus yang mirip, namun tidak sama dengan rumus titik pemesanan kembali (ROP/R) dalam model Q. Target persediaan tersebut adalah untuk memenuhi permintaan selama *lead time* (L) ditambah periode opimal pengamatan (t_0). Hal ini dilakukan karena

persediaan tidak akan dipesan lagi sampai kedatangannya. Untuk mencapai pelayanan tertentu, permintaan harus dipenuhi sepanjang waktu t + L secara rata-rata ditambah suatu persediaan pengaman. Secara matematis, rumus tersebut adalah sebagai berikut:

$R = d_{t+l} + Z\alpha S_{dtL}$ ..... (2.11.)

Dimana:

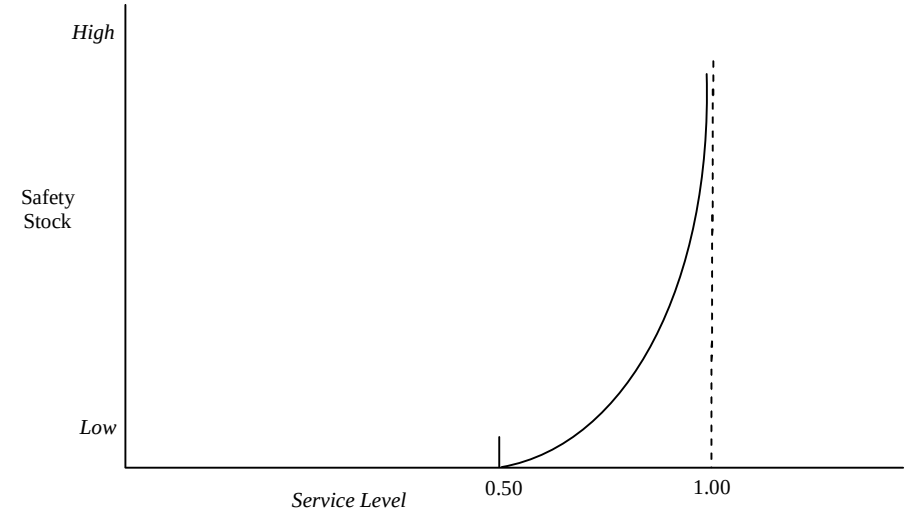
T = Target tingkat persediaan maksimum yang diinginkan

D_{t+L} = Permintaan rata-rata selama t + L

$Z\alpha$ = Faktor pengaman (nilai Z pada tingkat pelayanan $(1 - \alpha)\%$)

S_{dtL} = Standar deviasi permintaan selama t + L

Pada gambar 2.4 dapat dilihat hubungan antara *safety stock* dengan *service level*



Tersine J. Richard. 1994. *Principles Of Inventory And Materials Management*

Gambar 2.4. *Safety Stock Vs Service Level*

2.4.3.2. Penentuan *Safety Stock* Untuk Permintaan Berdistribusi Normal

Permintaan berdistribusi normal adalah bila permintaan berpola seperti pola pada kurva normal dalam bidang ilmu statistika. Parreto adalah seorang peneliti mengenai persediaan menemukan fakta bahwa penggunaan suatu *item* tertentu kadang kala dalam jumlah sedikit, kadang kala dalam jumlah besar dan kadang kala dalam jumlah sangat besar. Bila dibuat grafik peluangnya, dimana garis

mendatar menunjukkan jumlah penggunaan dan garis vertikal menunjukkan peluang, maka akan didapat kurva yang berbentuk seperti lonceng. Pola data seperti inilah yang dimaksud dengan distribusi (pola) normal.

Bila permintaan berdistribusi normal, parameter yang digunakan untuk menentukan *safety stock* adalah d, (rata-rata) dan s (standar deviasi). Contoh, jika total permintaan selama *lead time* mempunyai nilai rata-rata S_d sama dengan 3600 unit dan standar deviasi sama dengan 20 unit, maka permintaan maksimum yang mungkin selama *lead time* dapat ditentukan dengan menggunakan tabel distribusi normal yaitu:

$d_{max} = \bar{d} + Z_a S_d = 3600 + Z_a\ (20)$ ..... (2.12.)

$Z\alpha$ adalah bilangan deviasi (kesalahan) maksimum bila digunakan tingkat keyakinan tidak terjadi kehabisan persediaan sebesar (l - α)*100%. Nilai Z merupakan perkiraan kemungkinan terjadinya permintaan berbeda dengan rata-rata permintaan dibagi dengan standar deviasi (kesalahan baku). Nilai Z dapat diperoleh pada tabel kurva normal di buku-buku statistika dengan melihat nilai Z pada α yang sesuai.

2.4.3.3. Penentuan *Safety Stock* Untuk Permintaan Berdistribusi Empiris

Distribusi empiris adalah data tersebut memiliki pola tertentu yang tidak seperti pola-pola umum yang terdapat dalam tabel-tabel distribusi dalam statistika, yaitu distribusi normal, *poisson*, eksponential, binomial dan lain-lain. Data berdistribusi empiris berati memiliki grafik peluang yang unik untuk data itu sendiri dan tidak sama dengan distribusi yang lain. Penentuan safety stock untuk data seperti ini akan berbeda dengan bila data berdistribusi normal.

Langkah-langkah pengerjaannya yaitu:

a. Menghitung probabilitas kumulatif terhadap kebutuhan bahan baku

Tabel 2.2. Probabilitas Kumulatif

No	Jumlah yang diminta (dL)	Frekuensi masa lalu	Probabilitas $P_r(dL = ROP_i)$	Kumulatif $P_r(dL \leq ROP_i)$
∑				

- Jumlah pesanan optimal EOQ

$$Q^* = \sqrt{\frac{2CR}{H}} \quad \text{..... (2.13.)}$$

- Frekuensi pemesanan dalam satu tahun

$$F = \frac{R}{Q^*} \quad \text{..... (2.14.)}$$

- Permintaan harian rata-rata (d)

$$d = \frac{R}{N} \quad \text{..... (2.15.)}$$

- Jumlah (titik) pemesanan kembali (ROP)

$$ROP = d^*L \quad \text{..... (2.16.)}$$

b. Menentukan jumlah safety stock

$$Pr\ (dL \leq ROP) = 1 - \frac{H}{K \times F}$$

ROP = dL + SS, jadi

$$SS = ROP - dL \quad \text{..... (2.17.)}$$

c. Menentukan nilai harapan dari total biaya dengan nilai harapan biaya kekurangannya dimulai dari kuantitas *reorder point*.

Tabel 2.3. Ekspektasi Biaya Kekurangan

Jumlah yang diminta	**Kekurangan kuantitas**	**$P_r(dL = ROP_i)$**	**K*F**	**Perkiraan biaya kekurangan**
∑				

d. Perhitungan total ongkos

$$TC = PR + H(Q^* + SS) + \sum E\ (\textit{Shortage Cost}) \quad \text{..... (2.18.)}$$

2.4.3.4. Penentuan *Safety Stock* Bila Permintaan Tidak Pasti

Model EOQ akan bersifat *stochastic* (probabilistik), bila permintaannya bersifat tidak pasti selama periode tertentu. Akibat dari permintaan yang tidak pasti tersebut *lead time* untuk setiap siklus pemesanan akan tidak pasti pula lama waktunya. Ada penyimpangan antara perhitungan EOQ dengan kenyataan sebenarnya. Adanya penyimpangan ini mengakibatkan *lead time* pesanan atau produksi akan tidak pasti. Jika tidak ada *safety stock*, maka akan terjadi

kekurangan persediaan. Untuk menghindari hal tersebut maka harus ditentukan besarnya safety stock optimal sehingga dapat meminimasi nilai harapan biaya kekurangan persediaan dan biaya penyimpanan. Perhitungan untuk seperti kasus tersebut di atas adalah sebagai berikut:

E(MHC) = E(MSC) ..... (2.19.)

Dimana:

E(MHC) = *Expectation (Marginal Holding Cost)*

E(MSC) = *Expectation (Marginal Shortage Cost)*

Jumlah *safety stock* harus ditentukan sedemikian rupa sehingga biaya penyimpanan tambahan atau E(MHC) yang akan terjadi, karena kehabisan barang atau E(MSC) karena persediaan tidak dapat mencukupi permintaan.

Jumlah *safety stock* diharapkan dapat menutupi kelebihan permintaan terhadap persediaan, terutama bila fluktasi permintaan mencapai titik tertinggi (maksimal) sehingga dapat dianggap bahwa probabilitas di mana paling sedikit masih tersisa satu unit terakhir dari *safety stock* tersebut adalah 100% [(P(MHC) unit terakhir = 1] sehingga:

E(MHC) = MHC.P(MHC) = MHC = h ..... (2.20.)

Kehabisan persediaan akan terjadi bila permintaan selama *lead time* (dL) lebih besar dari titik R (pemesanan kembali), maka perkiraan terjadinya kehabisan persediaan adalah sebagai berikut:

E(MSC)+P(dL>R)MSC ..... (2.21.)

Dimana: MSC (dalam satu periode) = p*(D/Q)

Untuk menghitung peluang (probabilitas) tidak terjadinya kekurangan (kehabisan) persediaan dapat ditentukan dengan menggabungkan ketiga persamaan di atas. Rumus untuk menentukan peluang tidak terjadinya kekurangan (kehabisan) persediaan adalah sebagai berikut:

E(MHC) = E(MSC)

H = P(dL>R)MSC

$$\frac{h}{px\frac{D}{Q}} = 1\text{-}P(dL \leq R)$$

$$P(dL \leq R) = 1 - \frac{h}{px\frac{D}{Q}} \quad \text{..... (2.22.)}$$

Biaya total persediaan adalah sebagai berikut:

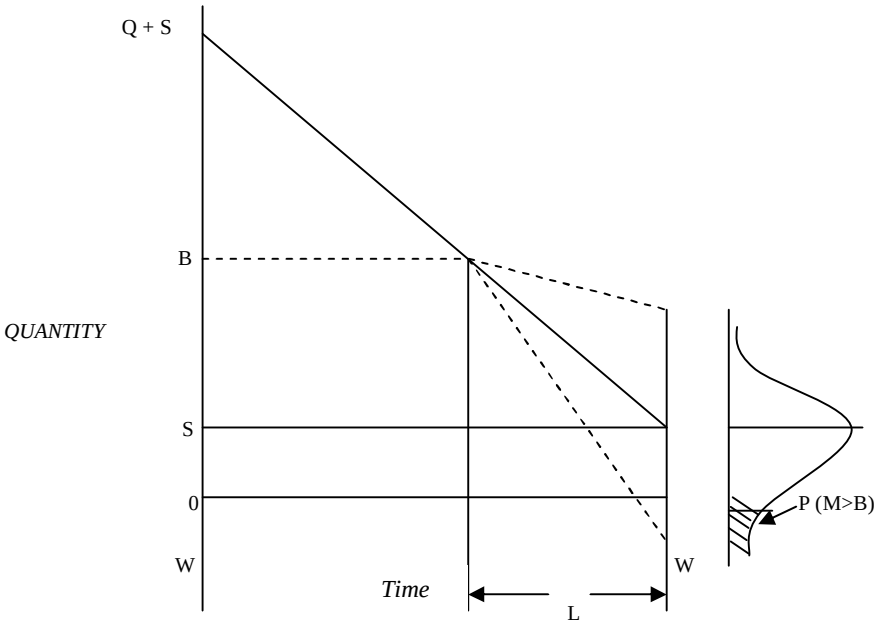
E(TC) = *Holding cost* + *Ordering cost* + E(*Shortage cost*)

$$= h\left(\frac{Q}{2} + n\right) + k\frac{D}{Q} + p\frac{D}{Q}\{i\sum_{n+1}^{a} P(dL = Ri)Ui\} \quad \text{..... (2.23.)}$$

Demand Berubah-ubah dan *Lead Time* Tetap

Asumsi *lead time* konstan sering realistik untuk banyak item. Ketika variasi dalam *lead time* kecil dalam hubungannya dengan *lead time* rata-rata, *lead time* probabilistik dapat didekati dengan *lead time* konstan. Juga, ketentuan kontrak dapat membuat *lead time* hampir tertentu. ketika pasokan adalah dari sumber internal (satu departemen atau divisi memasok barang-barang untuk departemen lain atau divisi dari organisasi yang sama), *lead time* dikontrol.

Berikut adalah bentuk permintaan berubah dan lead time tetap dapat dilihat pada gambar 2.5. dibawah ini.



Gambar 2.5. *Demand* berubah dan *Lead Time* tetap

Ket: B = *Reorder Point*

S = *Safety Stock*

Q = Jumlah pemesanan

L = *Lead Time*

B + W = Permintaan maksimum lead time

B – J = Permintaan minimum lead time

B – S = Permintaan lead time yang diharapkan

P(M > B) = Probabilitas kehabisan persediaan

Adalah untuk meminimalkan jumlah biaya memegang *safety stock* dan biaya persediaan habis. sebagai ukuran meningkatkan keselamatan saham, peningkatan biaya memegang tetapi biaya kehabisan persediaan menurun. sebagai *safety stock* menurun, kehabisan persediaan meningkatkan biaya tetapi biaya memegang menurun.

Bahaya kehabisan persediaan hanya terjadi selama *lead time*. ada R / T *lead time* per tahun. Sering, distribusi permintaan dinyatakan atas dasar waktu yang berbeda dari *lead time*. bawah kondisi ini, maka perlu untuk memodifikasi distribusi permintaan sehingga menentukan permintaan selama *lead time*. yang tecnique memodifikasi permintaan untuk memungkinkan berbagai-panjang periode waktu yang disebut konvolusi.

Kasus *Backorder*: Kehabisan Persediaan Biaya per Unit

Dengan backorders, tidak ada kehilangan penjualan, karena pelanggan menunggu kedatangan pesanan jika saham tidak tersedia. *safety stock* yang diharapkan didefinisikan sebagai:

$S = B - \overline{M}$ ..... (2.24.)

Jumlah yang diharapkan dari *backorder* per *lead time* adalah

$E(M > B) = \int_B^{\infty} (M - B)\, f(M) dM$..... (2.25.)

Notasi matematika yang tepat untuk distribusi kontinu ketika biaya kehabisan persediaan pada basis per unit adalah sebagai berikut:

$$TCs = H(B - \overline{M}) + \frac{AR\ E(M>B)}{Q} \quad \text{..... (2.26.)}$$

Dimana: B = $\overline{M}$+S = *Reorder point* dalam unit

S = *Safety Stock* dalam unit

H = Biaya simpan per unit

A = Biaya *backorder* per unit

R = Rata-rata *demand* setahun dalam unit

Q = Jumlah pemesanan dalam unit

M = *Lead time demand* dalam unit

$\overline{M}$ = Rata-rata *lead time demand* dalam unit

f(M) = Probabilitas fungsi kepadatan dari *lead time demand*

Perlu untuk menentukan kuantitas pesanan ekonomi dan maka probabilitas optimum kehabisan persediaan:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2CR}{PF}} \quad \text{.....} \quad (2.27.)$$

Dengan mengambil derivatif dari biaya tahunan yang diharapkan dari *safety stock* sehubungan dengan titik pesanan dan *setting* sama dengan nol, hasil sebagai berikut:

$$P(s) = \frac{HQ}{AR} \quad \text{.....} \quad (2.28.)$$

2.4.3.5. Penentuan *Safety Stock* Bila *lead Time* Tidak Pasti

Model penentuan *safety stock* bila *lead time* tidak pasti ini memiliki asumsi bahwa permintaan adalah konstan dan *lead time* berdistribusi empiris (tidak pasti). Suatu simulasi komputer dengan data-data ketidakpastian masa lalu merupakan metode yang lebih baik untuk menguji kinerja perhitungan yang dibuat.

Langkah-langkah pengerjaannya yaitu:

1. Menentukan probabilitas *lead time*

Tabel 2.4. Probabilitas *lead time*

***Lead Time* (Hari)**	**Frekuensi**	**Frekuensi Relatif**
∑		

2. Permintaan harian rata-rata (d)

$$d = \frac{R}{N} \quad \text{.....} \quad (2.29.)$$

3. Biaya yang terjadi akibat kekurangan persediaan

$K_n = d*K$ ..... (2.30.)

4. Biaya simpan akibat penambahan *safety stock*

$H_n = d*H$ ..... (2.31.)

5. Ekspektasi untuk *lead time* tidak pasti

Tabel 2.5. Ekspektasi untuk *lead time* tidak pasti

L Perkiraan	**L aktual dan peluangnya**			**Perkiraan**	
	L_1 (P_1)	**....**	**L_n $P(_n)$**	**Biaya simpan (H)**	**Biaya kekurangan (K)**
L_1					
....					
L_n					

6. Menghitung jumlah pemesanan optimal (Q)

$$Q_L = \sqrt{\frac{2\{C + E(K)\}*R}{H}} \quad \text{..... (2.32.)}$$

7. Total biaya persediaan untuk setiap alternatif *lead time*

$$TC = PR + \frac{\{C + E(K)\}*R}{Q_L} + \frac{HQ_L}{2} + E(H) \quad \text{..... (2.33.)}$$

Tabel 2.6. Total biaya persediaan untuk setiap alternatif *lead time*

Alternatif *lead time* (L)	**Jumlah pemesanan (Q)**	**Total biaya persediaan (TC)**
L_1		
...		
L_n		

8. Safety stock dari lead time terpilih

$SS = d*L$ ..... (2.34.)

2.4.3.6. Penentuan *Safety Stock* Untuk Banyak *Item*

Penentuan *safety stock*.untuk banyak *item* dilakukan dengan cara yang berbeda dibandingkan dengan perhitungan yang telah dibahas sebelumnya. Pemesanan bersama untuk banyak *item* umumnya akan meningkatkan kebutuhan akan jumlah *safety stock* dibandingkan pemesanan satu *item* (yang dilakukan bila salah satu dari banyak *item* tersebut telah mencapai titik pemesanan kembali).

Penyediaan *safety stock* untuk keseluruhan *item* secara bersama-sama akan menghasilkan biaya simpan yang terlalu tinggi. Hal ini dikarenakan setiap kali pesanan diterima, jumlah persediaan mungkin masih cukup banyak untuk beberapa *item* kecuali item yang mengakibatkan harus dilakukannya pemesanan tersebut. Kebalikannya, penentuan *safety stock* yang tidak tepat untuk beberapa *item* tertentu akan mengakibatkan biaya kekurangan persediaan semakin bertambah tinggi. Permasalahan ini dapat dipecahkan dengan menggunakan prinsip persediaan ABC. Intinya, tindakan pengendalian hanya dilakukan pada *item-item* yang sering digunakan saja(*item* vital).

2.4.4. Perbandingan Metode P terhadap Metode Q

Ada dua alternatif kebijakan dalam model tradisional pengendalian persediaan yang dapat dipilih oleh perusahaan. Alternatif ini dikembangkan karena antara alternatif yang satu dengan yang lainnya memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. Kedua alternatif ini memiliki dasar perhitungan dan tindakan yang berbeda, namun tidak bisa untuk dikatakan alternatif satu lebih baik dari alternatif yang lain. Kedua alternatif kebijakan tersebut adalahsebagai berikut:

- Pemeriksaan terus menerus, jika mencapai R lakukan pemesanan.
- Pemeriksaan dalam selang waktu tertentu, pesan sebanyak kekurangan

Dalam model Q (FOQ), pemesanan dilakukan jika jumlah persediaan mencapai titik R (R = d.L) dimana d = permintaan harian dan L adalah *lead time* pesanan. Jika pemesanan dilakukan pada tingkat persediaan di bawah titik R, maka persediaan akan habis duluan sebelum pesanan tiba. Pesanan persediaan di atas R akan menyebabkan jumlah persediaan terlalu banyak sehingga tidak ekonomis. Dengan demikian, jika menggunakan model Q, jumlah persediaan harus dipantau terus menerus. Jika mencapai titik R, lakukan pesanan sejumlah Q.

Memantau persediaan terus menerus adalah bukan pekerjaan mudah. Apalagi bila jenis barang dalam gudang persediaan sangat banyak. Model P adalah suatu model persediaan dimana pemantauan terus menerus tidak perlu dilakukan. Pemantauan cukup dilakukan beberapa hari sekali, beberapa minggu sekali atau

beberapa periode sekali. Jarak waktu antar pemeriksaan adalah tetap. Jika waktu inilah variabel keputusan dalam model P. Karena jarak waktu bersifat tetap, maka jumlah yang dipesan akan berubah-ubah tergantung dari kapasitas gudang dan sisa persediaan.

Model P berfungsi dengan cara yang sangat berbeda dibandingkan model Q karena hal-hal berikut:

1. Model P tidak mempunyai titik pemesanan kembali, tetapi lebih menekan kepada target persediaan.
2. Model P tidak mempunyai nilai EOQ karena jumlah pemesanan akan bervariasi tergantung permintaan yang sesuai dengan target persediaan.
3. Dalam model P, interval pemesanannya tetap sedangkan kuantitas pesanannya berubah-ubah.