MODEL INVENTORY

Mata Kuliah Pemodelan & Simulasi

Pertemuan Ke- 9

Riani L.

Jurusan Teknik Informatika

Universitas Komputer Indonesia

Pendahuluan

- Inventory merupakan pengumpulan atau penyimpanan komoditas yang akan digunakan untuk memenuhi permintaan dari waktu ke waktu.
- Bentuk persediaan bisa berupa bahan mentah, komponen, barang setangah jadi, spare part, dan lain-lain.
- Tujuan utama pengendalian persediaan adalah meminimumkan total biaya operasi perusahaan. Hal ini berkaitan dengan :
  - Berapa jumlah komoditas yang harus dipesan
  - Kapan pemesanan itu hasrus dilakukan
- Dalam menentukan jumlah yang dipesan pada setiap kali pemesanan, pada dasarnya harus ipertemukan dua titik ekstrim yaitu :
  - Memesan dalam jumlah yang sebesar-besarnya; jika memesan dalam jumlah besar akan meminimumkan biaya pemesanan, besar diskon dan faktor teknologis.
  - Memesan dalam jumlah yang sekecil-kecilnya; akan meringankan penanganan dan penyimpanan, bunga pinjaman, asuransi barang dan penyusustan.

Fungsi dalam Inventory

- **Siklus persediaan (inventory order)**

  Siklus persediaan berkaitan dengan pembeli atau menyediakan dalam jumlah lebih besar dari yang dibutuhkan. Alasannya karena faktor ekonomis, dengan jumlah yang besar akan mendapatkan diskon berat pula. Disamping itu hambatan-hambatan berupa faktor teknologi, transportasi dan lain-lain.

- **Persediaan pengaman (safety stock)**

  Mencegah terhadap ketidaktentuan persediaan. Artinya sebelum persediaan habis harus dipersiapkan sejumlah persediaan, jika di suatu saat ternyata persediaan habis sedangkan pemesanan kembali tidak bisa tersedia seketika itu.

Komponen Biaya Inventory

- **Ordering Cost dan Procurement Cost**
  Merupakan total biaya pemesanan dan pengadaan komoditas hingga siap untuk dipergunakan. Biaya ini berkaitan dengan biaya pengangkutan, pengumpulan, kepemilikan, penyusunan dan penempatan di gudang serta biaya lain yang berhubungan dengan pemesanan. Ada dua total biaya pemesanan :
  - Biaya pemesanan yang bersifat tetap (fixed), yaitu yang tidak tergantung pada jumlah barang yang dipesan. Biasa disebut ordering cost.
  - Biaya pemesanan yang bersifat berubah-ubah (variable) yang bergantung pada jumlah barang yang dipesan. Biasa disebut procurement cost.

- **Holding Cost/Carrying Cost**
  Biaya ini timbul karena perusahaan menyimpan persediaan. Sebagian besar merupakan biaya penyimpanan fisik, pajak, asuransi. Hal ini dikarenakan modal yang ada dalam persediaan barang kemungkinan akan lebih menguntungkan bila digunakan untuk investasi yang lain.

- **Shortage Cost**
  Biaya ini terjadi bila ada permintaan terhadap barang yang kebetulan sedang tidak tersedia atau stok habis. Untuk barang-barang tertentu yang kebutuhannya tidak mendesak mungkin pelanggan diminta untuk menunggu (back order). Tetapi untuk barang yang sifatnya mendesak atau kebutuhan sehari-hari maka pelanggan tidak akan menunggu dan akan segera mencari dan membeli penggantinya di tempat lain, sehingga perusahaan akan kehilangan pelanggan.

Model Economic Order Quantity

- Model Deterministik

  Semua parameternya diasumsikan diketahui dengan pasti .
  - Model EOQ Klasik (sederhana)
  - Model EOQ Back Order
  - Model EOQ Fixed Production Rate
  - Model EOQ Quantity Discount

- Model Stokastik

  Nilai-nilai parameternya tidak diketahui dengan pasti (berupa nilai acak)

Model EOQ Klasik

- Asumsi dasar :
  - Barang yang dipesan dan disimpan hanya barang sejenis (homogen)
  - Permintaan per periode diketahui dan konstan
  - Ordering cost konstan
  - Holding cost berdasarkan rata-rata persediaan
  - Harga per unit barang konstan
  - Barang yang dipesan segera tersedia (tidak diijinkan back order)

- Parameter yang digunakan :

  k = ordering cost per pemesanan

  A = jumlah barang yang dibutuhkan dalam 1 periode (misal 1 tahun)

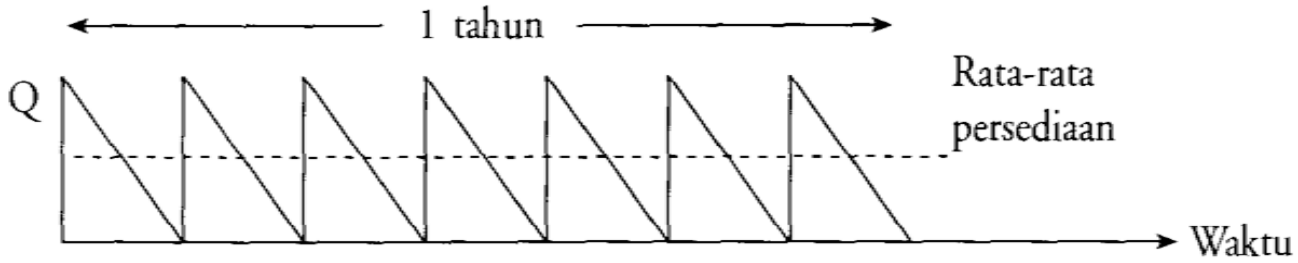
  c = procurement cost per unit barang yang dipesan

  h = holding cost per unit nilai persediaan

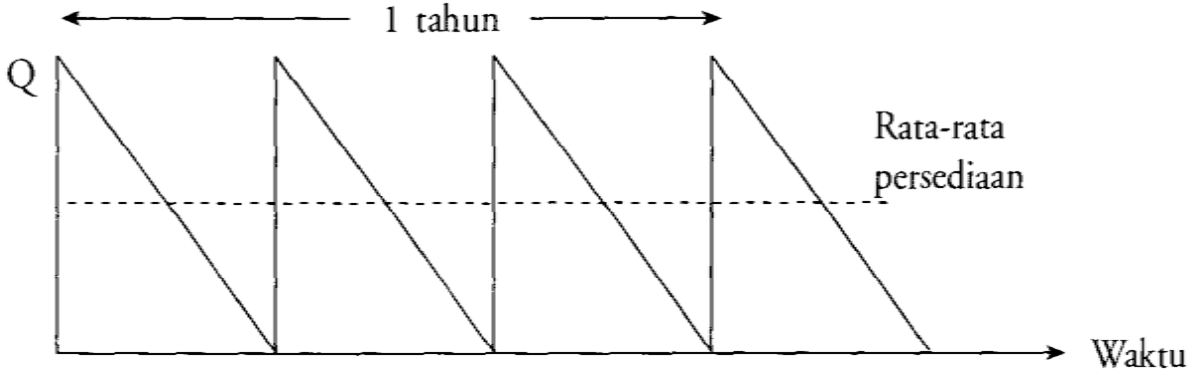
  T = waktu antara pemesanan

7

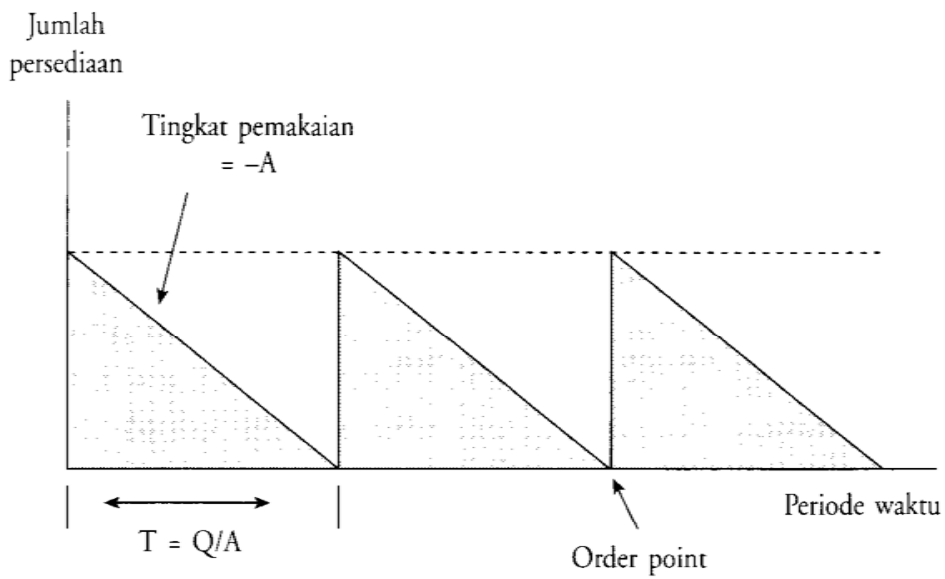
Frekuensi pemesanan sering dilakukan



Frekuensi pemesanan jarang dilakukan



8



- Q merupakan jumlah barang yang dipesan secara periodik.
- Order point adalah saat dimana siklus persediaan (inventory cycle) yang baru dimulai dan yang lama berakhir.
- Setiap siklus persediaan mempunyai periode T (artinya setiap T satuan waktu pemesanan kembali dilakukan dan ini tergantung pada Q).

$$T = \frac{Q}{A}$$

9

- Untuk mengetahui jumlah persediaan dari waktu ke waktu, dapat digunakan gradien A sebagai petunjuk dengan cara melihat garis lurus yang memiliki gradien tersebut.
- Karena barang yang dipesan diasumsikan segera tersedia maka setiap siklus persediaan dapat dilukiskan dalam bentuk segitiga dengan tinggi Q dan alat T.
- Frekuensi pemesanan tergantung pada A dan Q yang dirumuskan :

$$\text{Frekuensi pemesanan} = \frac{A}{Q}$$

- Jika frekuensi pemesanan dikali dengan biaya setiap pemesanan / ordering cost (k), maka diperoleh :

$$\textit{Annual ordering cost} = \left(\frac{A}{Q}\right) k$$

- Holding cost ditentukan oleh jumlah dan lamanya barang disimpan. Setiap waktu jumlah barang berkurang sehingga perlu diperhatikan tingkat persediaan rata-rata.
- Karena persediaan bergerak dari Q unit sampai nol unit, sampai tingkat pengurangan yang konstan (-A) maka persediaan rata-rata untuk setiap siklus dapat dihitung :

$$\text{Rata-rata persediaan} = \frac{Q}{2}$$

- Holding cost dihitung berdasarkan satuan nilai persediaan dan procurement cost (c), sehingga :

  $$Holding\ cost \text{ per unit barang} = hc$$

  Sehingga :

  $$Annual\ holding\ cost = hc\left(\frac{Q}{2}\right)$$

- Dalam satu periode (tahun) dibutuhkan A unit barang untuk pengadaan (procurement) dan biaya pengadaan sebesar c setiap unit barang sehingga :

  $$Annual\ procurement\ cost = \text{Ac}$$

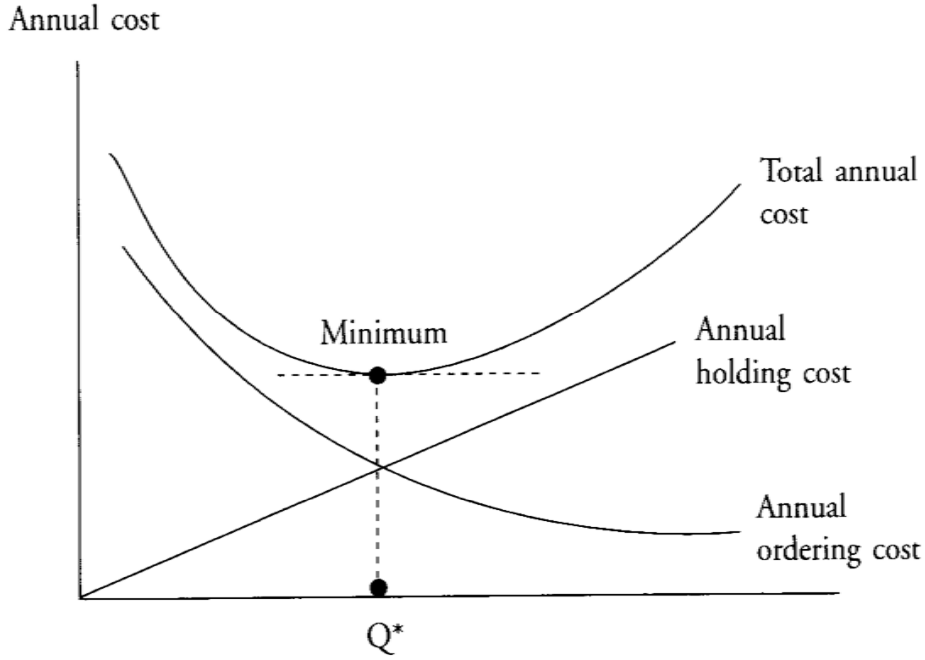
- Jika ketiga komponen biaya tersebut digabungkan, maka diperoleh :

  $$Total\ annual\ \text{cost} = \left(\frac{A}{Q}\right)k + hc\left(\frac{Q}{2}\right) + Ac$$

- Seperti tujuan awal dari model persoalan persediaan adalah meminimumkan total annual cost (TC), maka TC minimum dapat dicari dengan menentukan berapa jumlah pemesanan (Q). Karena yang mengandung Q pada fungsi TC hanya ada pada annual ordering cost dan annual holding cost, maka akan lebih sederkana jika Ac diabaikan dalam perhitungan.

11

- TC mencapai maksimum jika antara fungsi annual order cost dan total annual holding cost berharga sama.



Kurva komponen-komponen biaya persediaan

$$hc\left(\frac{Q}{2}\right) = \left(\frac{A}{Q}\right)k$$

$$Q^2 = \frac{2Ak}{hc}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2Ak}{hc}}$$

12

Contoh 1

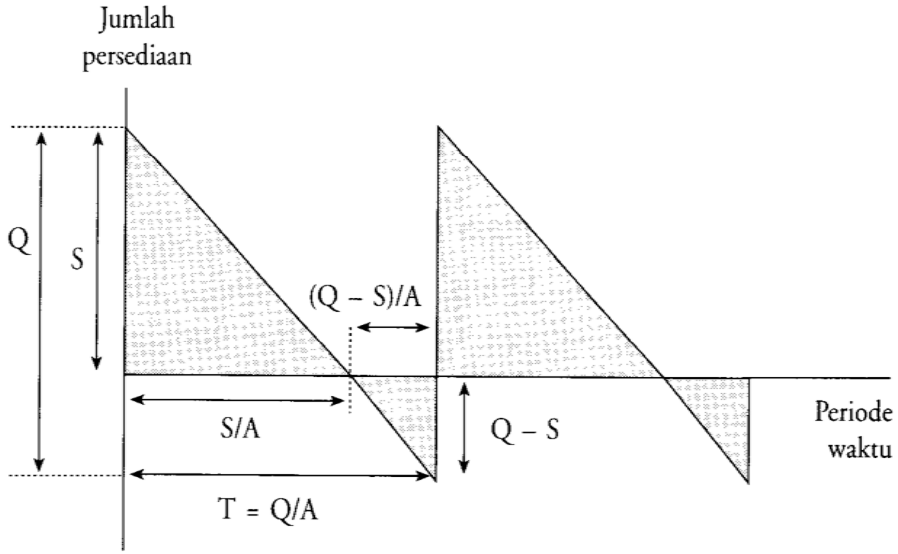
Sebuah supermarket mampu menjual 10.400 galon susu setiap tahunnya. Setiap galon menanggung biaya Rp. 20.000,- untuk sampai ke gudang. Agen meminta bayaran Rp. 400.000,- untuk pemesanan (tidak tergantung pada berapa jumlah pesanan). Karena modal yang ada pada susu dipinjam dari bank, maka supermarket harus membayar bunga sebesar 10% per tahun, disamping itu harus membayar pajak atas barang yang disimpannya sebesar 5% dan juga asuransi 5% dari nilai persediaan rata-rata.

Selama ini supermarket memesan 200 galon per minggunya. Dari sudut biaya yang relevan apakah kebijakan supermarket mengenai pengendalian persediaan susu ini sudah benar (optimal) ?

Model EOQ Back Order

- Back order adalah pesanan untuk diambil kemudian oleh pelanggan, hal ini terjadi apabila pelanggan bersedia menunggu pesanan yang sudah habis dan pihak perusahaan tetap mengijinkan menjual barang yang bersangkutan meskipun barangnya tidak ada di gudang (tingkat persediaan barang nol).
- Model persediaan dengan back order :

- Q adalah jumlah setiap pemesanan
- S adalah jumlah persediaan barang pada setiap awal siklus persediaan (on hand inventory)
- Tujuannya adalah menentukan besar Q dan S yang dapat meminimumkan total biaya yang relevan.
- Setiap siklus ditunjukkan oleh dua segitiga yang menunjukkan ada dua tahap



- Tahap I : tahap dimana permintaan pembeli dapat dipenuhi dengan on hand inventory. Tahap ini diwakili oleh segitiga besar (tinggi S). Apabila permintaan terhadap barang selama setahun sebesar A, maka periode waktu setiap tahap I pada setiap siklus adalah S/A tahun.
- Tahap II : tahap dimana on hand inventory sudah nol dan pembeli harus memesan untuk dapat diambil setelah tersedia kemudian. Tahap ini digambarkan sebagai segitiga kecil dengan tinggi Q-S, nilai ini menunjukkan jumlah barang yang dipesan oleh pembeli tetapi tidak dapat segera dipenuhi. Waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan tersebut adalah (Q-S)/A tahun.
- Sebagai beban (dalam hal kerugian) atas ketidakmampuan perusahaan menyediakan barang yang diminta, maka ada biaya yang timbul yang disebut shortage cost (p) yang bergantung pada banyaknya barang yang diminta (tetapi tidak tersedia) dan lamanya permintaan itu baru bisa terpenuhi.
- Total annual relevant cost-nya adalah :

$$TC = \text{Ordering Cost} + \text{Holding Cost} + \text{Shortage Cost}$$

15

- Karena hanya sebagian dari seluruh kebutuhan (Q) yang pernah disimpan, maka holding cost hanya dikenakan pada tahap I, yaitu sebesar :

$$hc \times \text{luas } \Delta_1 = \frac{hcS^2}{2A}$$

- Annual holding cost & annual shortage cost :

$$\text{annual holding cost} = \frac{hcS^2}{2Q} \qquad \text{annual shortage cost} = \frac{p(Q-S)^2}{2Q}$$

- Total annual relevant cost :

$$TC = \left(\frac{A}{Q}\right)k + \frac{hc\,S^2}{2Q} + \frac{p(Q-S)^2}{2Q}$$

- Quantitas pesanan & persediaan optimal :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2Ak}{hc}} \times \sqrt{\frac{p+hc}{p}} \qquad S^* = \sqrt{\frac{2Ak}{hc}} \times \sqrt{\frac{p}{p+hc}}$$

- Tenggang waktu antara satu pemesanan dengan lainnya :

$$T^* = \frac{Q^*}{A}$$

16

Contoh 2

Bila kasus pada contoh nomor 1 diperluas. Misalkan susu merek tersebut merupakan barang konsumsi yang sudah menjadi kesukaan dan cocok untuk pelanggan tertentu. Dan ia bersedia memesannya bila persediaan barang sedang kosong. Andaikan untuk supermarket itu dibebani 0,1 sen dolar per galon per hari sebagai shortage cost karena persediaan susu kosong, maka berapakah :

- Kuantitas pesanan dan persediaan optimal
- Tenggang waktu pemesanan
- Total annual relevant cost

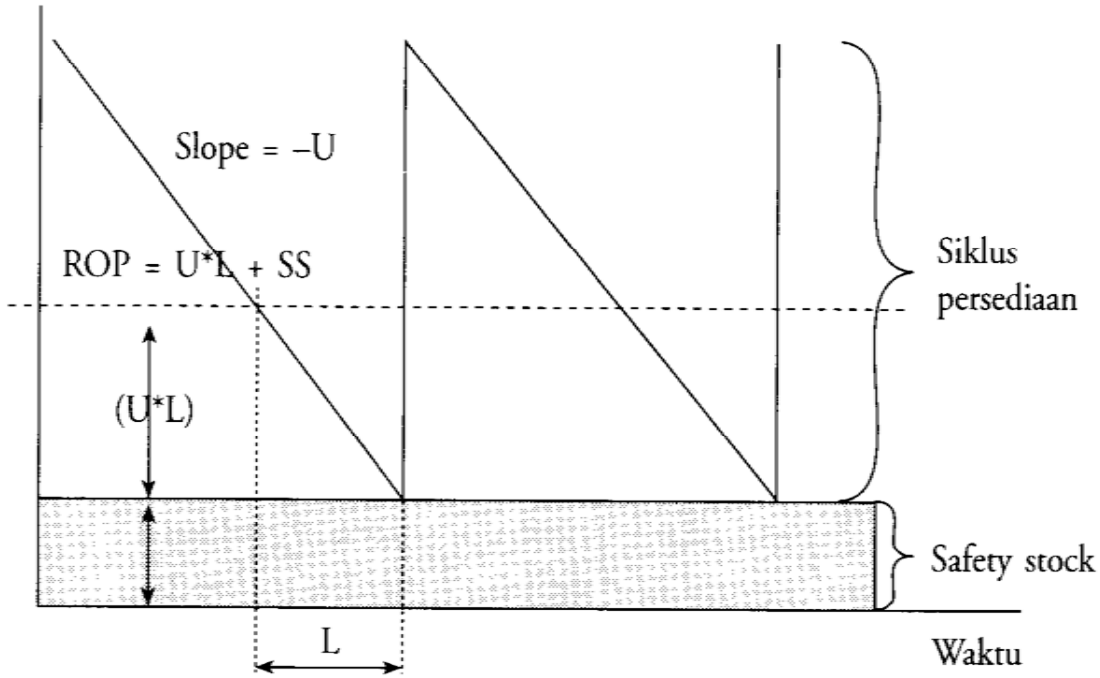
Re Order Point (ROP) & Safety Stock (SS)

- Asumsi bahwa barang yang dipesan segera tersedia pada kenyataanya jarang terpenuhi, karena banyak faktor yang menyebabkan hal ini terjadi karena kegiatan penyediaan atau pemesanan barang perlu tenggang waktu (lead time) hingga barang pesanan bisa tersedia.
- Saat kapan pemesanan kembali dilakukan hingga barang yang dipesan tersedia disebut titik pemesanan kembali (ROP).
- ROP diperoleh dari hasil kali lead time (L) dan tingkat kebutuhan per satuan waktu (U) lalu ditambah dengan safety stock (SS) :

$$ROP = U \times L \times SS$$

18

Reorder point dan safety stock



19

Contoh 3

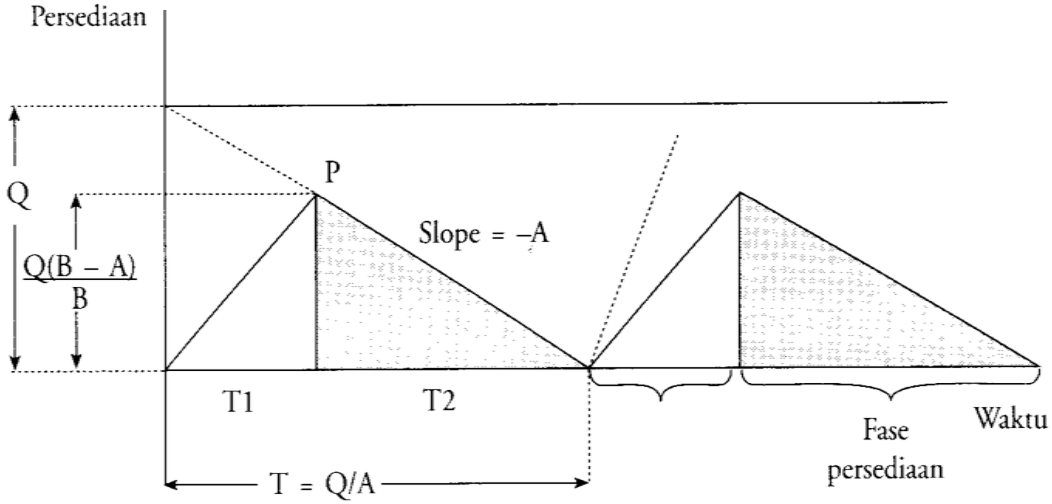
a. Misal diketahui :
   Kebutuhan barang per bulan (U) = 2 ton
   Lead time (L) = 4 bulan
   Safety stock (SS) = 25% dari kebutuhan selama lead time
   Tentukan ROP-nya !

b. Misal diketahui :
   Kebutuhan barang per bulan (U) = 2 ton
   Lead time (L) = 4 bulan
   Safety stock (SS) ditetapkan sebesar kebutuhan selama 1 bulan
   Tentukan ROP-nya !

Model EOQ Fixed Production Rate

- Pada model ini harus dikaitkan dengan tingkat produksi dari perusahaan pemasok barang atau produsen.
- Asumsi yang harus dipenuhi pada penggunaan model ini adalah :
  - Tingkat permintaan kosntan
  - Tingkat produksi dari pemasok kosntan
  - Tingkat produksi lebih besar dari tingkat permintaan per tahun
  - Lead time konstan
  - Tidak diijinkan adanya back order

Model persediaan fixed production rate



- Asumsi untuk tingkat produksi dan tingkat permintaan konsumen masing-masing sebesar B unit per tahun dan A per tahun.
- Tampak bahwa siklus persediaan terdiri dari dua fase. Fase I adalah fase produksi yang digambarkan dengan segitiga siku-siku yang kecil (kiri) dengan slope (B-A).
- Meskipun jumlah yang produksi sebesar Q unit, namun sebagian langsung diserahkan kepada langganan sebelum disimpan sebagai persediaan.

22

- Biaya set up (biaya untuk melaksanakan satu production run/set up):

$$\text{Annual set up cost} = \left(\frac{A}{Q}\right)k$$

- Annual holding cost :

$$\text{Annual holding cost} = hc\left(\frac{Q}{2}\right)\left(\frac{B-A}{B}\right)$$

- Total annual relevant cost

$$TC = \left(\frac{A}{Q}\right)k = hc\left(\frac{Q}{2}\right)\left(\frac{B-A}{B}\right)$$

- Jumlah produksi yang mengakibatkan setup cost dan holding cost mencapai minimum dikenal sebagai economic production quantity (EPQ), yang besarnya :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2Ak}{hc(1-A/B)}} \quad \text{(dikenal sebagai EOQ)}$$

- Lama setiap production run : $T_1^* = Q^*/B$
- Production run berikutnya dimulai setiap: $T^* = Q^*/A$

23

Contoh 4

Misalkan permintaan suatu produk diketahui 24.000 unit per tahun. Anggap bahwa suatu mesin menghasilkan produk tersebut dengan tingkat produksi sebesar 73.000 unit per tahun. Setiap production run menimbulkan biaya sebesar Rp. 1.000.000,- dan biaya produksi variabel per unit adalah Rp. 20.000,-, dan besar holding cost tahunan adalah 10% per dolar nilai persediaan, tentukan :

a. Besar produksi optimal
b. Lama setiap production run dan production run berikutnya
c. Total annual relevamt cost-nya

24

Model EOQ Quantity Discount

- Model ini didasari oleh adanya kemungkinan potongan kuantitas atau harga per unit barang bila perusahaan membeli dalam kuantitas persediaan yang lebih besar.
- Penentan EOQ yang optimal memerlukan perhitungan seluruh biaya minimum feasible.
- Jika holding cost adalah persentase dari harga, yaitu h = i.c, maka prosedur penerusan EOQ adalah :
  - Untuk setiap potongan harga hitung EOQ-nya
  - Jika EOQ diluar jangkauan pada tiap potongan harga (tidak feasible) maka sesuaikan nilai EOQ (naikkan pada kuantitas terendah sehingga feasible)
  - Hitung total cost tiap EOQ (setelah disesuaikan)
  - Pilih EOQ yang menghasilkan total cost terendah

Contoh 5

Sebuah medical center memesan peralatan keehatan berupa disposal sanitary. Kebutuhan tahunan untuk alat ini adalah 400 boks. Holding cost-nya bervariasi terhantung pada harga dan kuantitas (20% dari harga boks pertahun). Ordering cost Rp. 120.000,- per pemesanan. Daftar holding cost ditunjukkan peralatan kesehatan ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tentukan EOQ sehingga total cost minimum

Kuantitas (boks)	**Harga P (Rp/boks)**	**Holding cost (Rp/boks/tahun)**
1 – 49	280.000	56.000
50 – 99	260.000	52.000
100 atau lebih	240.000	48.000