

# PERENCANAAN & PENGENDALIAN PERSEDIAAN



Dwi Purnomo

## Lecture Outline



- Definition of inventory
- Costs of inventory
- Independent and dependent demand
- EOQ and EMQ models
- ABC classification
- JIT inventory model

## PERSEDIAAN



- Defenisi: sebagai BARANG yang disimpan untuk sementara waktu.
- Persediaan merupakan sumber daya yang menganggur, yang memiliki nilai ekonomis.
- Jenis Persediaan: dapat berupa bahan mentah, WIP, komponen/sukucadang, produk fabrikasi, produk rakitan atau produk jadi.

## Types of Inventory



- Raw materials
- Purchased parts and supplies
- Work-in-process
- Component parts
- Tools, machinery, and equipment
- Finished goods

## Reasons To Hold Inventory



- Meet unexpected demand
- Smooth seasonal or cyclical demand
- Meet variations in customer demand
- Take advantage of price discounts
- Hedge against price increases
- Quantity discounts

## BIAYA PERSEDIAAN YANG RELEVAN



- Tiga komponen biaya dalam mengelola persediaan yaitu
  - biaya pemesanan,
  - biaya penyimpanan (carrying/holding cost)
  - biaya kekurangan persediaan.

## BIAYA PEMESANAN



- Biaya pemesanan adalah semua biaya yang dikeluarkan untuk memesan barang
- Biaya ini naik seiring dengan kenaikan jumlah pemesanan.

## BIAYA PEMESANAN



- Berpegang pada prinsip biaya, jika suatu elemen biaya tidak terpengaruh oleh kebijaksanaan persediaan maka elemen biaya tersebut tidak diperhitungkan. Misalnya untuk melakukan inspeksi hanya dibutuhkan satu orang baik pada saat jumlah pemesanan banyak maupun sedikit.

## BIAYA PENYIMPANAN



- Biaya penyimpanan adalah biaya yang naik seiring dengan membesarnya jumlah persediaan. Biasanya biaya ini merupakan fungsi dari nilai (value) persediaan.

## BIAYA PENYIMPANAN



- Perhitungan biaya penyimpanan ( $h$ ) dalam satuan Rp. per unit per satuan waktu:

$$h = f \cdot b$$

dimana:

$f$  = persentase biaya penyimpanan

$b$  = biaya unit

## BIAYA PENYIMPANAN



- Persentase biaya persediaan,  $f$ , terbentuk dari beberapa komponen yang diestimasi secara terpisah dan dijumlahkan:
  - Fasilitas penyimpanan;
  - Penanganan;
  - Asuransi;
  - Memburuk (deterioration);
  - Keusangan (obsolescence);
  - Bunga investasi;

## BIAYA KEKURANGAN PERSEDIAAN



- Kehilangan penjualan atau back order mengakibatkan keuntungan hilang. atau menimbulkan biaya untuk mempercepat produksi seperti biaya setup tambahan, lembur dan lainnya.

## BIAYA KEKURANGAN PERSEDIAAN



- Biaya kekurangan persediaan direpresentasikan sebagai dengan satuan Rp per unit kekurangan per produk per satuan waktu.

## SISTEM PERSEDIAAN INDEPENDEN DAN DEPENDEN



- Permintaan independen suatu produk adalah permintaan yang tidak berhubungan atau bergantung pada permintaan produk lain. Misalnya: permintaan produk akhir dan permintaan suku cadang.

## SISTEM PERSEDIAAN INDEPENDEN DAN DEPENDEN



- Permintaan dependen suatu produk adalah permintaan yang bergantung atau ditentukan oleh permintaan produk lain. Misalnya: permintaan suatu komponen ditentukan oleh permintaan induknya (parent).

## Bentuk *Demand*



- Independent demand: EOQ/EMQ
  - Produk jadi
  - Produk yang dibuat atas permintaan konsumen
  - Memerlukan peramalan
- Dependent demand: MRP
  - *Part* yang merupakan bagian dari suatu produk
  - Tidak perlu diramalkan



## SISTEM TITIK PESAN - JUMLAH PESANAN



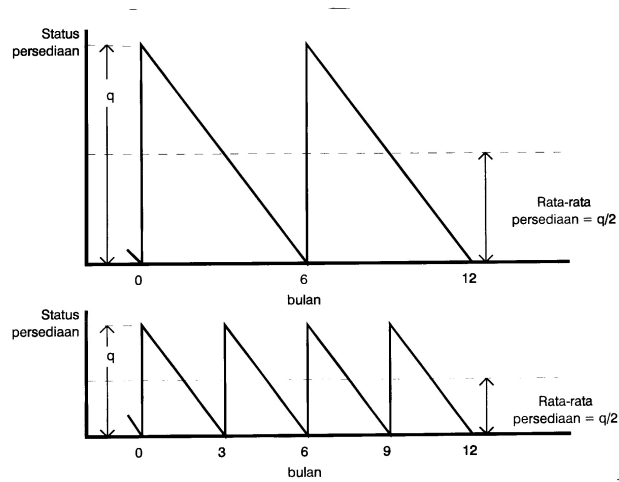
- Jumlah Pesan Ekonomis
- Pendekatan analitik sistem pesediaan berawal dari pengembangan Ford W. Harriss. Formula yang dikembangkan dikenal sebagai jumlah pesan ekonomis (JPE) atau ukuran lot ekonomis. Seringkali formula ini disebut formula ukuran lot Wilson.

## SISTEM TITIK PESAN - JUMLAH PESANAN



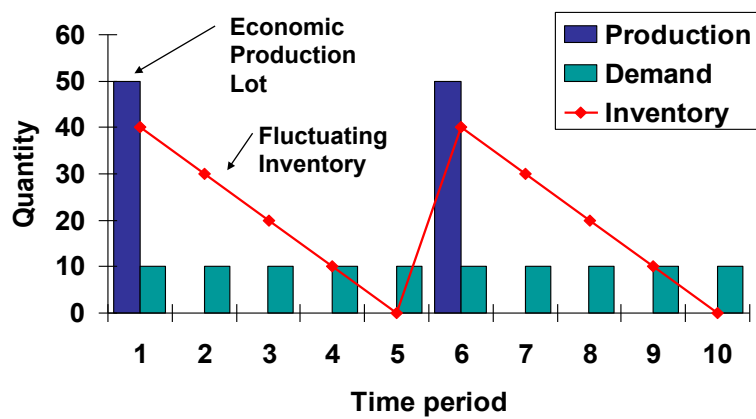
- Permintaan produk  $r$  sebesar 520 unit, biaya pesan  $k$ , Rp 20 dan biaya penyimpanan  $h$ , Rp 1/unit/tahun. Dua kebijaksanaan pemesanan yang dapat digambarkan pada Gambar 1.

## SISTEM TITIK PESAN - JUMLAH PESANAN



Gambar 1

## Production, Demand and Inventory



## SISTEM TITIK PESAN - JUMLAH PESANAN



- Gambar 1 (a) atas menunjukkan pola persediaan selama setahun jika jumlah pesan 260 unit. Terjadi 2 kali pemesanan sehingga biaya pesan =  $2 \times \text{Rp. } 20 = \text{Rp. } 40$ .
- Berdasarkan rata-rata persediaan, terdapat  $1/2$  jumlah persediaan sehingga biaya penyimpanan  $260/2 \times \text{Rp. } 1 = \text{Rp. } 130$ . Biaya persediaan total =  $\text{Rp. } 40 + \text{Rp. } 130 = \text{Rp. } 170$ .
- Gambar 1 (b)
- tersebut menunjukkan hasil jika jumlah pesan 130 unit, terjadi 4x pesan dan rata-rata persediaan  $130/2 = 65$  unit sehingga biaya total =  $(4 \times \text{Rp. } 20) + (65 \times \text{Rp. } 1) = \text{Rp. } 145$ .

## SISTEM TITIK PESAN - JUMLAH PESAN



- Terjadi perbaikan metode diatas dari jumlah pesan 260 menjadi 130, tetapi tetap belum diketahui apakah ada jumlah pesan lainnya yang menghasilkan biaya total minimum.

## ASUMSI: JUMLAH PESANAN EKONOMIS



- Permintaan deterministik dan konstan yaitu  $r$ .
- Tidak diperbolehkan terjadi kekurangan.
- Jumlah pesan konstan  $q$  dan kontinu (riil).
- Kedatangan pesanan seketika yaitu kecepatan pemesanan  $p =$
- Waktu pesan (lead time),  $L, = 0$
- Satuan biaya persediaan,  $h, = Rp. /Q T$
- Satuan biaya pesan,  $k, = Rp.$
- Biaya setiap unit tidak bergantung pada jumlah pesan.
- Horizon perencanaan tidak hingga.

## MODEL JUMLAH PESANAN EKONOMIS



- Pernyataan biaya total per satuan waktu sebagai fungsi dari
- jumlah pesan dikembangkan sebagai berikut:
- Jumlah pesan per satuan waktu  $= r/q$
- Biaya pesan per satuan waktu  $= kr/q$
- Rata-rata persediaan  $= q/2$
- Biaya persediaan per satuan waktu  $= hq/2$
- Biaya total sebagai fungsi dari  $q$  adalah  $= kr/q + hq/2$

## MODEL JUMLAH PESANAN EKONOMIS



- Nilai yang meminimumkan  $C(q)$  dapat diperoleh sebagai berikut:
- $$dC/dq = -kr/q^2 + h/2 = 0$$
- Dengan mengalikan  $2q^2$ :
- $$-2kr + q^2h = 0$$
- $$q^2 = 2kr/h$$
- $$q^* = (2kr/h)^{1/2}$$
- dimana \* menunjukkan  $q$  optimal.

## MODEL JUMLAH PESANAN EKONOMIS



- Biaya total per satuan waktu jika menggunakan  $q^*$  adalah:
- $$C^* = kr/q^* + hq^*/2$$
- $$= kr/(2kr/h)^{1/2} + h(2kr/h)^{1/2}/2$$
- $$= (krh/2)^{1/2} + (krh/2)^{1/2}$$
- $$= (2krh)^{1/2}$$

## MODEL JUMLAH PESANAN EKONOMIS

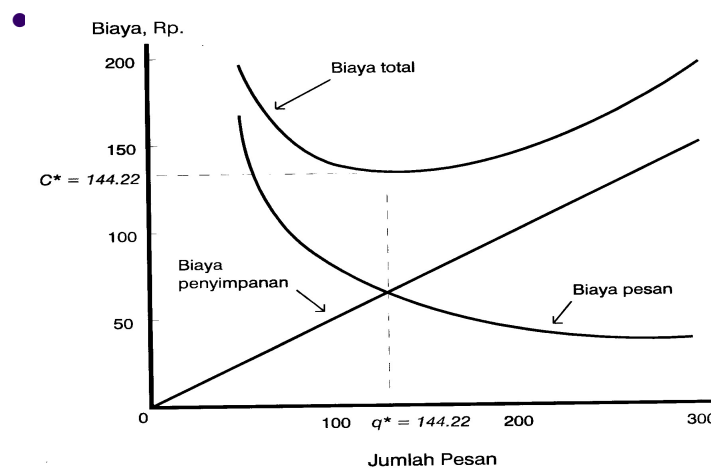


- Sebagai contoh  $r = 520$  unit/tahun,  $k = \text{Rp. } 20$  dan  $h = \text{Rp. } 1/\text{unit}/\text{tahun}$ . Dengan menggunakan JPE maka:

- $q^* = (2kr/h)^{1/2}$                        $C^* = (2krh)^{1/2}$
- $= (2 \cdot 20 \cdot 520/1)^{1/2}$              $= (2 \cdot 20 \cdot 520 \cdot 1)^{1/2}$
- $= 144.22$                                        $= \text{Rp. } 144.22$

h

## MODEL JUMLAH PESANAN EKONOMIS



Gambar 2



## Contoh (1)

Setiap tahun PT WM membeli 8000 unit produk X dengan harga Rp. 10 per unit. Ongkos pesan adalah Rp. 30 per sekali pesan dan ongkos simpan adalah Rp. 3 per unit per tahun.

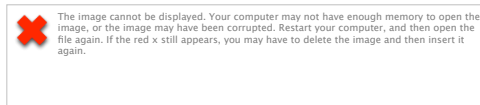
Hitung:

- EOQ
- Ongkos total tahunan



## Contoh (2)

$$R = 8000, C = 30, H = 3$$



$$\text{Tot} = 8000 \times 10 + (8000 \times 30) / 400 + 3 \times 400 / 2$$

$$\text{Tot} = \text{Rp. } 81.200$$

## Economic Order Interval (EOI)



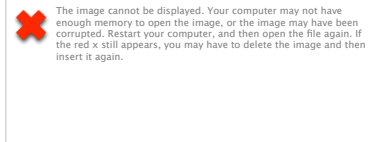
$m = \text{frekuensi pemesanan} = R/Q$

$T = 1/m = Q/R$

Bila

$$EOQ = Q^* = \sqrt{\frac{2RC}{H}}$$

maka



(tahun)

## ECONOMIC MANUFACTURING QUANTITY (EMQ)



- Model yang telah dibahas sebelumnya mengasumsikan pengadaan terjadi seketika yaitu  $p = \text{tak terhingga}$
- Untuk kasus,  $p = \text{terhingga}$  atau kecepatan pengadaan terbatas per satuan waktu.
- Diasumsikan  $p > \text{laju permintaan } r$  atau tidak akan terjadi persediaan. Situasi ini digambarkan pada Gambar 3

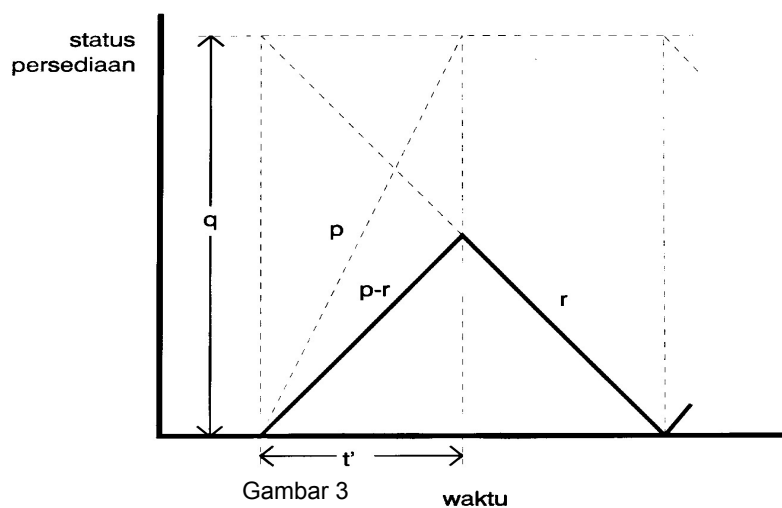


## BIAYA PEMESANAN



- Biaya pemesanan manufaktur: biaya-biaya persiapan pemesanan, *setup*, inspeksi, penyimpanan ke gudang dan revisi data persediaan.

## KECEPATAN PENGADAAN (TERHINGGA)



## KECEPATAN PENGADAAN (TERHINGGA)



- Jika suatu ukuran lot  $q$  masuk dalam persediaan, pemasukan terjadi pada laju  $p$  terhadap waktu pengadaan  $t'$ . Pada saat  $t'$ , permintaan melaju  $r$  sehingga persediaan naik dengan kecepatan  $p-r$ .

## KECEPATAN PENGADAAN (TERHINGGA)



- Periode pengadaan  $t' = q/p$ . Maksimum persediaan =  $t' (p - r)$ . Dengan mensubstitusi  $q/p$  terhadap  $t'$ , maksimum persediaan =  $q/p (p - r) = q (1 - r/p)$ . Rata-rata persediaan yaitu  $q(1 - r/p)/2$ . Biaya total per unit:
  - $$= h q (1 - r/p)/2 + kr/q$$
- Berdasarkan rumus di atas, dapat ditentukan:
- $q^* = (2kr/h(1 - r/p))^{1/2}$  dan  $C^* = (2krh(1 - r/p))^{1/2}$

## KECEPATAN PENGADAAN (TERHINGGA)



- Contoh:  $r = 520$ ,  $k = \text{Rp. } 20$ ,  $h = \text{Rp. } 1$ ,  $p =$  dan pada contoh sebelumnya  $q^* = 144.22$  dan  $C^* = 144.22$ . Jika  $p$  berubah menjadi 1040 unit/tahun maka:

$$\begin{aligned}q^* &= (2kr/h(1 - r/p))^{1/2} \\ &= (2 \cdot 20 \cdot 520 / (1 \cdot (1 - 520/1040)))^{1/2} \\ &= 204.0 \text{ dan}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C^* &= (2krh(1 - r/p))^{1/2} \\ &= (2 \cdot 20 \cdot 520 \cdot 1 \cdot (1 - 520/1040))^{1/2} \\ &= \text{Rp. } 102.0\end{aligned}$$

## Contoh (1)



Permintaan untuk item X adalah 20.000 unit per tahun. Pabrik ini mempunyai 250 hari kerja per tahun dengan tingkat produksi sebesar 100 unit per hari dan lead time sebesar 4 hari. Ongkos produksi adalah Rp. 50 per unit, ongkos simpan adalah Rp. 10 per unit per tahun, dan ongkos setup adalah Rp. 20 per sekali setup. Hitung EMQ dan ongkos total yang terjadi

## Contoh (2)



$r = R/N = 20.000/250 = 80$  unit per hari

$p = 100$  unit per hari

$C = 20$ ;  $H = 10$

$$EMQ = Q^* = \sqrt{\frac{2 \times 100 \times 20.000 \times 20}{10(100 - 80)}}$$

EMQ = 632      TOT = Rp. 1.001.264

## JPE DENGAN POTONGAN HARGA



- Salah satu asumsi JPE yaitu biaya unit tidak bergantung pada jumlah pesan.
- Pada model berikut ini dibahas Model Persediaan dengan adanya potongan harga
- Perhatikan Tabel Harga – Jumlah Pesanan berikut.

## POTONGAN HARGA



Interval Jumlah		
Dari	Hingga	Harga Unit
$q_1$	$q_2-1$	$b_1$
$q_2$	$q_3-1$	$b_2$
.	.	.
.	.	.
.	.	.
$q_{n-1}$	$q_n-1$	$b_{n-1}$
$q_n$	seterusnya	$b_n$

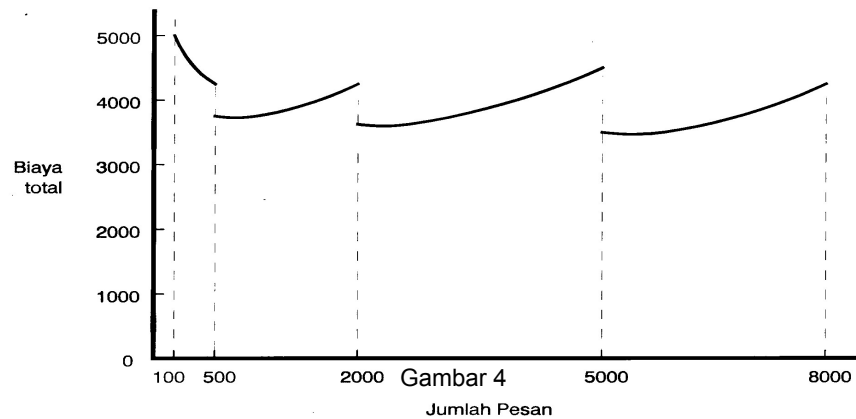
## POTONGAN HARGA



- Sebagai contoh, jika ada suatu produk dengan potongan harga pada tabel di bawah:

Ukuran Lot	Dari	100	500	2000	5000
	Hingga	499	1999	4999	seterusnya
Harga/unit		Rp. 400	Rp. 350	Rp. 300	Rp. 250
$k =$	$r = 1000$	$f = 0.2$			
Rp. 100					

## POTONGAN HARGA



## POTONGAN HARGA



### Langkah-langkah

1. Mulai dengan harga terendah, hitung EOQ pada setiap tingkat harga sampai EOQ yang valid diperoleh
2. Hitung ongkos total tahunan untuk EOQ yang valid dan untuk setiap kuantitas yang lebih besar dari EOQ pada semua *price break*
3. Tentukan ukuran pemesanan dengan ongkos total minimum

## POTONGAN HARGA



Menggunakan data-data pada contoh sebelumnya, perhitungan prosedur di atas adalah:

- Langkah 1:

bi	interval q	$(2kr/fb_i)^{1/2}$	Dalam interval?
Rp 250	>5000	$(2(100)(1000)/0.2(250))^{1/2} = 632$	T
300	2000-4999	$(2(100)(1000)/0.2(300))^{1/2} = 577$	T
350	500-1999	$(2(100)(1000)/0.2(350))^{1/2} = 535$	y

## POTONGAN HARGA



- Langkah 2:

Jumlah Pesan	Biaya Total
535	$(2(100)(1000)/0.2(350))^{1/2} + 1000(300)$ = Rp. 3874
2000	$100(1000)/2000 + 0.2(300)(2000)^{1/2} + 1000(300)$ = Rp. 3650
5000	$100(1000)/15000 + 0.2(250)(5000)^{1/2} + 1000(250)$ =Rp. 3770

- Langkah 3:

Biaya minimum pada langkah 2 yaitu Rp. 3650, sehingga  $q^*$  2000 unit.

## Contoh (1)



Perusahaan SC membeli 8000 unit produk X per tahun. Pemasok menawarkan harga sebagai berikut:

Rp. 10            untuk  $Q < 500$

Rp. 9             untuk  $Q \geq 500$

Bila ongkos pesan adalah Rp. 30 dan ongkos simpan adalah 30% dari harga beli per unit per tahun, hitung EOQ

## Contoh (2)



$$Q_{10}^* = \sqrt{\frac{2 \times 8000 \times 30}{0,3 \times 10}} = 400 \quad Q_9^* = \sqrt{\frac{2 \times 8000 \times 30}{0,3 \times 9}} = 422$$

$Q_{10}$  adalah valid, tetapi  $Q_9$  adalah invalid (karena harga Rp. 9 seharusnya untuk nilai  $Q \geq 500$ ). Total Ongkos untuk  $Q_{10}$  adalah  $T_{10} = \text{Rp. } 81.200$ . Total Ongkos pada *price break* ( $Q = 500$ ) adalah  $T_9 = \text{Rp. } 73.155$ . Dengan demikian maka ukuran pemesanan adalah  $Q = 500$  unit



## ***Economic Production/Manufacturing Quantity (EPQ/EMQ)***



- Ongkos setup turun bila ukuran batch produksi naik
- Ongkos simpan naik bila ukuran batch naik
- EPQ/EMQ adalah jumlah pada saat ongkos total minimum

## **TITIK PESAN DAN PERSEDIAAN CADANGAN**



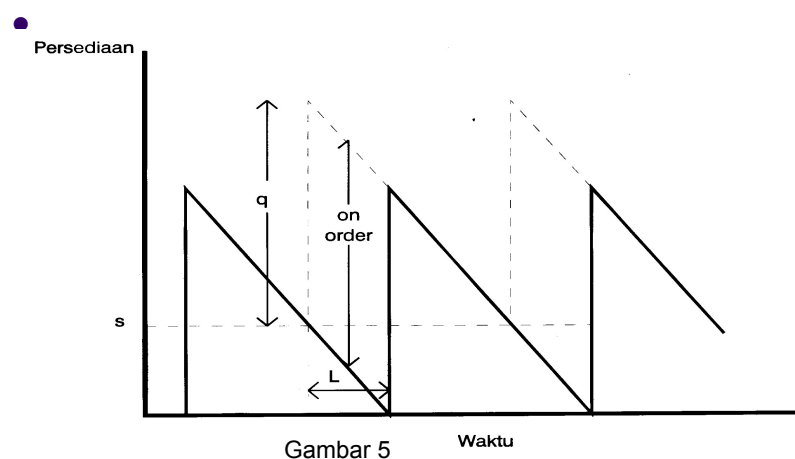
- Salah satu asumsi dasar model JPE yaitu waktu pesan (lead time)  $L = 0$ .
- Oleh karena itu, tidak diperlukan persediaan cadangan untuk menghadapi kekurangan persediaan karena begitu persediaan habis datang lot baru dengan segera (seketika)

## TITIK PESAN DAN PERSEDIAAN CADANGAN



- Jika jumlah persediaan  $s$  (yaitu jumlah permintaan selama  $L$  ( $=rL$ )), maka pesanan baru dilakukan sejumlah  $q$  unit.
- Garis tegas menunjukkan jumlah persediaan yang ada dan garis putus-putus adalah posisi persediaan, On Hand (tersedia) + jumlah pesan.
- Pada akhir waktu pesan, pesanan tiba dan menjadi persediaan yang ada (on hand).

## TITIK PESAN DAN PERSEDIAAN CADANGAN

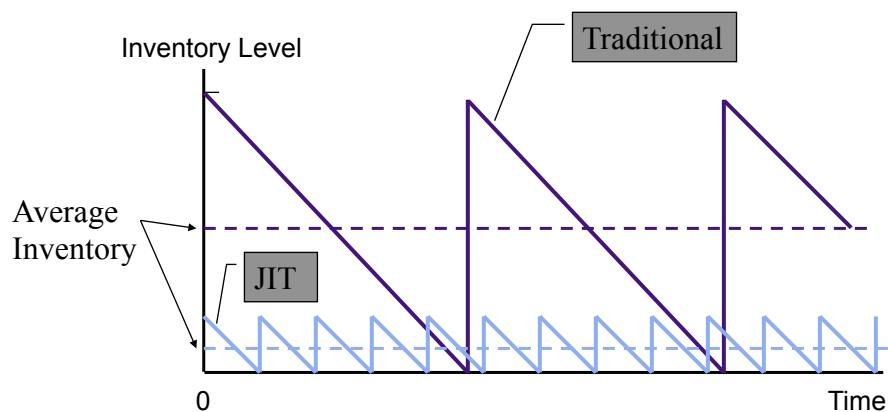


## Reducing Inventory

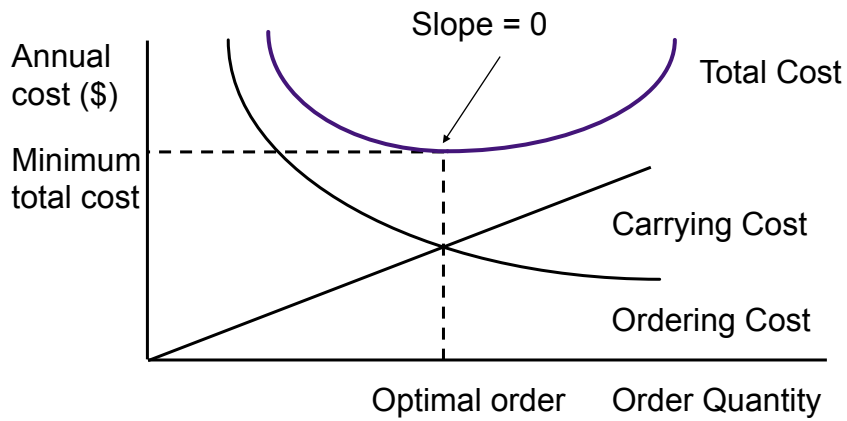


- Lean Manufacturers reduce inventory by reducing ordering or setup costs
- This permits frequent, small order or production quantities
- Materials arrive or are produced “Just In Time”

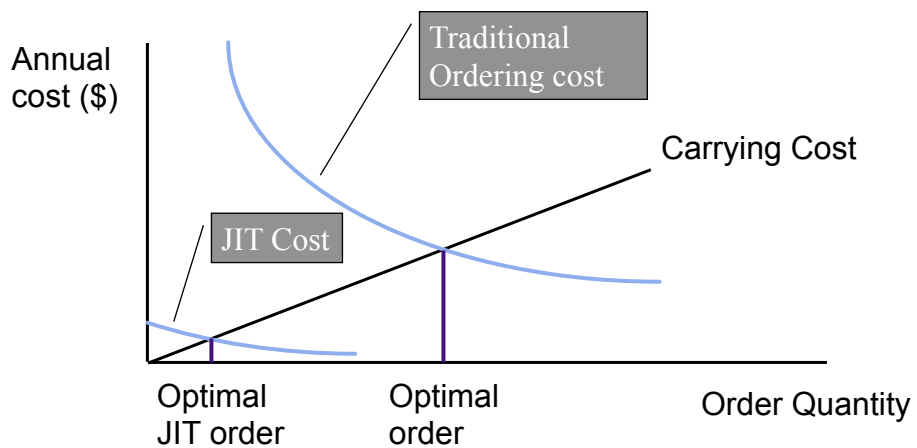
## Traditional Vs. JIT Inventory



## EOQ Model Cost Curves



## JIT Cost Curves



## Summary of Key Points



- Competitive companies strive to reduce inventory
- Traditional EOQ approach results in excessive inventory
- JIT thinking challenges traditional EOQ model to reduce order and batch sizes and increase frequency

## ABC Classification System



- Most companies have thousands of inventory items
- 20% of the items account for 80% of the cost
- Inventories of expensive items should be controlled closely
- It is more cost effective to keep plenty of inventory of inexpensive items on hand

## ABC Classification Example




	Percentage of items	Percentage of dollar value
<b>A items</b>	10 percent	50 percent
<b>B items</b>	30 percent	40 percent
<b>C items</b>	60 percent	10 percent

## Contoh(1)




- Sebuah perusahaan memiliki 10 jenis persediaan dan menetapkan kelas A sebesar 20%, kelas B sebesar 30% dan kelas C sebesar 50%. Informasi lain diketahui sebagai berikut:

## Contoh(2)



Item	Pemakaian per tahun (unit)	Harga (Rp per unit)
G-1	40.000	0,07
G-2	195.000	0,11
G-3	4.000	0,10
M-1	100.000	0,05
M-2	2.000	0,14
M-3	240.000	0,07
M-4	16.000	0,08
P-1	80.000	0,06
P-2	10.000	0,07
P-3	5.000	0,09

## Contoh(3)



Item	Nilai per tahun (Rp)	Nilai Kumulatif (Rp)	Kelas
G-2	21.450	21.450	A
M-3	16.800	38.250	A
M-1	5.000	43.250	B
P-1	4.800	48.050	B
G-1	2.800	50.850	B
M-4	1.280	52.130	C
P-2	700	52.830	C
P-3	450	53.280	C
G-3	400	53.680	C
M-2	280	53.960	C

## KASUS 2

### MODEL PERSEDIAAN PROBABILISTIK



### MODEL PERSEDIAAN PROBABILISTIK



- Permintaan (D): tidak pasti (probabilistik); D memiliki distribusi probabilitas
- Lead Time: deterministik/probabilistik
- Jika LT probabilistik, maka LT memiliki distribusi probabilitas

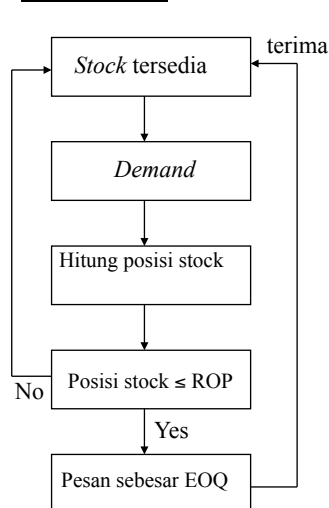


## Sistem Pengendalian *Inventory*

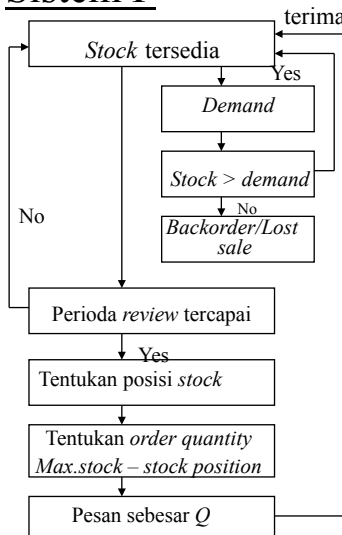


- *Fixed-order-quantity system (Continuous)*
  - Pemesanan konstan pada saat *inventory* mencapai jumlah tertentu (*reorder point*)
- *Fixed-time-period system (Periodic)*
  - Pemesanan dilakukan setelah mencapai waktu tertentu yang tetap dengan jumlah pemesanan tidak tetap

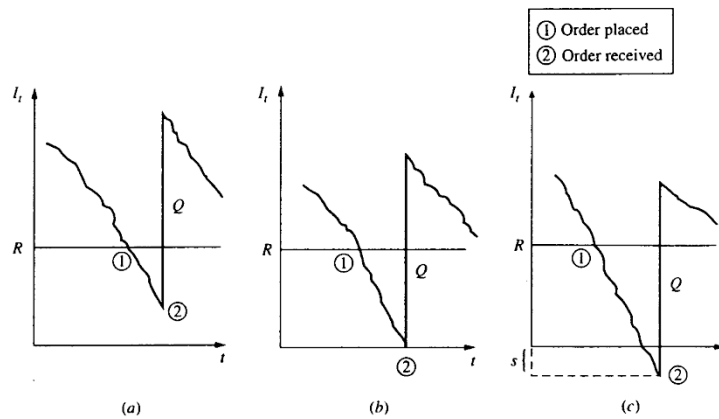
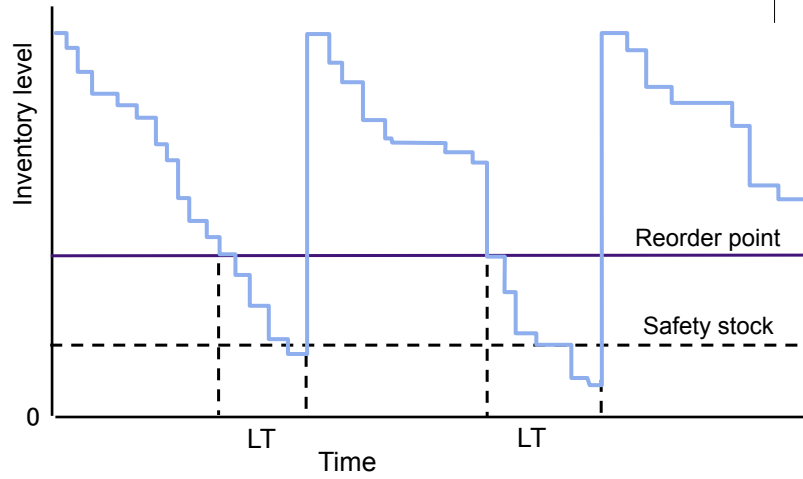
### Sistem Q



### Sistem P



## Reorder Point dengan Safety Stock



**FIGURE 6-17**  
Inventory configurations

## SISTEM (Q,R)



- Q: EOQ
- R: Reorder Point
- Lead Time (LT): Konstan

## TITIK PEMESANAN ULANG ROP (Reorder Point)



$$ROP = \bar{D}_L + Z\sigma_L$$

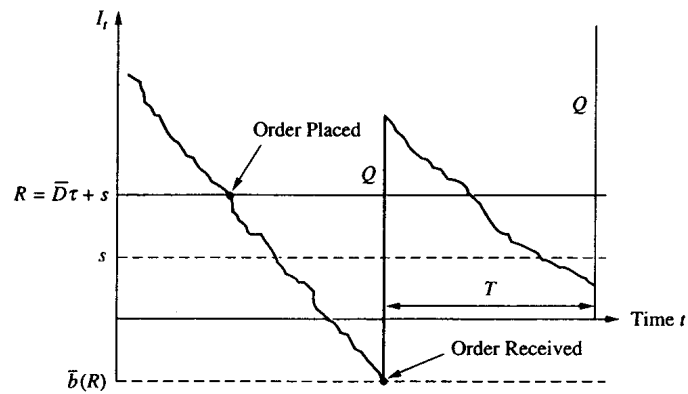
$$\sigma_L = \sqrt{LT\sigma_P}$$

$\sigma_L$  : deviasi standar permintaan selama LT

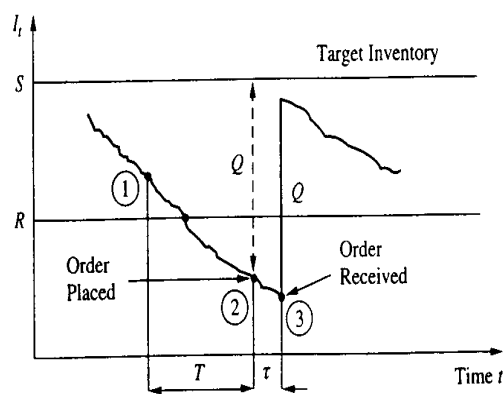
$\sigma_P$  : deviasi standar permintaan per perioda

$Z\sigma_L$  : Safety Stock

Z : Safety Factor (Standardized normal deviation)



**FIGURE 6-22**  
 $(Q, R)$  model geometry



**FIGURE 6-23**  
Periodic review system

## DESKRIPSI MASALAH



- Rata-rata permintaan untuk item X-2004 adalah 4,7 unit per hari.
- Distribusi permintaan, D diberikan pada Tabel 1.
- Rata-rata *Lead Time (LT)* adalah 4 hari.
- Distribusi *Lead Time* diberikan pada Tabel 2.

## Ongkos-Ongkos Relevan



- Ongkos pesan Rp. 120.000,-
- Ongkos simpan Rp. 10.000,-/hari
- Ongkos kekurangan persediaan Rp. 20.000,- /hari
- Catatan: Jika terjadi kekurangan persediaan, terjadi back order (atau tidak *lost sale*)



**TABEL 1**

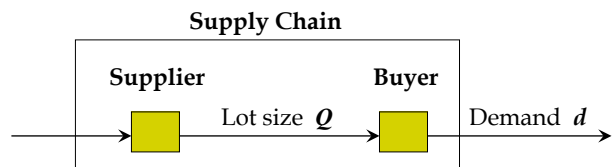
D	P(D)	Frek. Relatif Kumulatif	Random Number assigned
2	0.05	0.05	01-05
3	0.15	0.20	06-20
4	0.20	0.40	21-40
5	0.30	0.70	41-70
6	0.20	0.90	71-90
7	0.10	1.00	91-00



**TABEL 2**

LT	P(LT)	Frek. Relatif Kumulatif	Random Number assigned
3	0.25	0.25	01-25
4	0.50	0.75	26-75
5	0.25	1.00	76-00

# JOINT LOT SIZING



Setup costs:



$$k_s + k_b$$

Holding cost:



$$h_b$$

□ Inefficiency occurs under self-interest

