Alam Santosa
Industrial Engineering Department

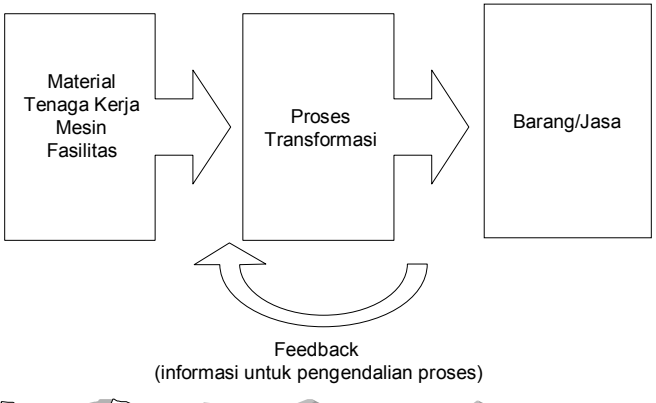
Pengantar Teknik Industri

Perencanaan & Peengendalian
Produksi/Operasi

Sistem Produksi/Operasi

- Sistem produksi/operasi adalah suatu aktivitas untuk mengolah atau mengatur penggunaan sumber daya yang ada dalam proses penciptaan barang atau jasa yang bermanfaat dengan melakukan optimasi tujuan perusahaan.

Model Sistem Operasi



Perencanaan & Pengendalian

- Perencanaan (Planning) dan Pengendalian (Control) merupakan dua aktivitas tak terpisahkan.
- Suatu proses tidak dapat dikendalikan jika tidak direncanakan.
- Parameter-parameter yang digunakan dalam pengendalian ditentukan pada saat perencanaan.

Peramalan

- Merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan penjualan dan penggunaan produk sehingga produk-produk tersebut dapat dibuat dalam jumlah yang tepat.
- Mengestimasi permintaan di masa depan.
- Berdasarkan data penjualan masa lalu.

Faktor yang Mempengaruhi Fluktuasi Penjualan

- Pengaruh Trend Jangka Panjang
  - Menunjukan perkembangan produk
- Perubahan Musiman
  - Pola yang berulang pada periode tertentu
- Pengaruh Siklus
  - Pengaruh perekonomian jangka panjang

Peran Peramalan

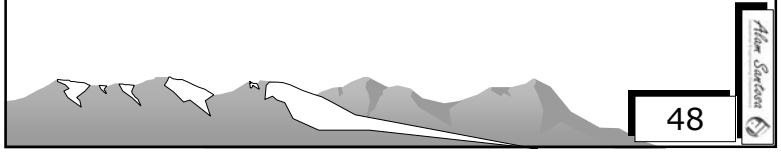
- Penjadwalan sumberdaya yang ada
- Menyediakan sumber daya tambahan/baru yang dibutuhkan di masa depan
- Menentukan sumberdaya yang dibutuhkan

Metode Peramalan

- Linear Regression
- Moving Average
- Single Eksponential Smoothing

Linear Regression

- Merupakan prosedur statistika yang paling banyak digunakan sebagai metode peramalan, karena mudah dipahami dan cukup akurat untuk berbagai situasi.
- Terdapat variabel (independen) yang mempengaruhi variabel lain (dependen).



Persamaan Linear Regression

$$Y = a + bx$$

$$a = \frac{\sum y - b\sum x}{N}$$

$$b = \frac{N\sum xy - \sum x \sum y}{N\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}$$

Moving Average

- Metode rata-rata bergerak merupakan metode yang mudah perhitungannya. Tujuan utama dari pengunaan metode ini adalah menghilangkan atau mengurangi *randomness* yang terdapat dalam *time series.*
- Nilai rata-rata baru diperoleh dengan membuang nilai observasi yang lama diganti dengan yang baru.



Persamaan Moving Average

$$F_{t+1} = \frac{\sum_{i=1}^{t} Xi}{t}$$

Single Exponential Smoothing

- Single eksponensial smoothing adalah metode peramalan yang menggunakan suatu faktor tertentu yang disebut *smoothing constant* yang mempengaruhi peramalan.
- Smoothing constant bernilai diantara 0 dan 1, nilai yang kecil cocok untuk penjualan yang stabil dan nilai yang besar untuk penjualan yang lebih berfluktuasi.

Persamaan Single Exponential Smoothing

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

X_t = Nilai aktual terbaru

F_t = Peramalan terakhir

α = smoothing constant

Peramalan Dengan Software

- Pada saat ini tersedia banyak software yang dapat digunakan untuk menghitung peramalan dengan mudah.
- Software yang biasa digunakan adalah Excel, WinQSB, dan SPSS.

Perencanaan Produksi

- Perencanaan produksi digunakan untuk mengetahui jumlah barang yang harus diproduksi berdasarkan hasil peramalan dan persediaan yang ada.
- Perencanaan produksi merupakan input bagi pembuatan jadwal produksi.

Fungsi Perencanaan Produksi

- Menjamin rencana penjualan dan rencana produksi konsisten terhadap strategi perusahaan.
- Menjamin kemampuan produksi konsisten terhadap rencana produksi.
- Sebagai alat monitor hasil produksi aktual terhadap rencana produksi.
- Mengatur persediaan produk jadi untuk mencapai target produksi.
- Mengarahkan penyusunan pelaksanaan jadwal induk produksi.

Strategi Perencanaan Produksi

- Pengendalian persediaan.
- Pengendalian jumlah tenaga kerja.
- Mengadakan subkontrak.
- Mempengaruhi permintaan.

Latihan

- Diketahui hasil peramalan agregat untuk PT. Baru Jaya adalah sebagai berikut

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
90	100	110	120	130	140	160	170	180	200	220	200

- Kondisi perusahaan adalah sebagai berikut
  - Pekerja awal 5 orang
  - Upah pekerja $200/orang/bulan overtime 150% max 25%
  - Kapasitas pekerja 15 unit/orang/bulan
  - Harga Produk $1000
  - Biaya inventori 1% harga produk
  - Hiring $200 dan Layoff $300
- Buat Agregat Planning dengan strategi pekerja tetap.

Pengendalian Inventori

- Tujuan Inventori
  - Memperlancar produksi
  - Menghindari lost-sales
- Inventori adalah sumberdaya tertahan (cost) untuk keperluan produksi atau penjualan
- Jenis Inventori
  - Material di gudang (bahan utama, tambahan, dan pelengkap)
  - Spare Parts untuk keperluan proses produksi
  - Barang dalam proses (setengah jadi)
  - Barang dalam pengiriman (pipe line)
  - Barang jadi di gudang

Fungsi Inventori

- Penyangga
- Penghubung antar proses produksi
- Distribusi
- Stabilisator Harga

Alasan Adanya Inventori

- Cadangan (Safety Stock)
  - Minimasi dampak ketidakpastian pasokan, permintaan, dan lead time
- Efisiensi biaya pengadaan
  - Minimasi biaya pemesanan per unit
  - Mendapatkan potongan harga partai
  - Minimasi biaya transportasi per unit
  - Minimasi biaya produksi per unit
- Antisipasi
  - Ketersediaan
  - Fluktuasi harga

Masalah Inventori

- Masalah kuantitatif
  - Berapa pemesanannya
  - Kapan pemesanannya
  - Berapa safety stock
  - Metode pengendalian yang digunakan
- Masalah Kualitatif
  - Jenis barang/material yang masih tersedia
  - Di mana ditempatkannya
  - Berapa banyak *pipeline inventory*
  - Siapa pemasoknya
  - dll

Komponen Biaya Inventori

- Biaya pembelian
- Biaya pengadaan
  - Ordering cost
  - Setup cost
- Biaya penyimpanan (carrying cost)
  - Biaya modal
  - Biaya gudang
  - Biaya asuransi dan pajak
  - Biaya keusangan
- Biaya kekurangan (shortage cost)

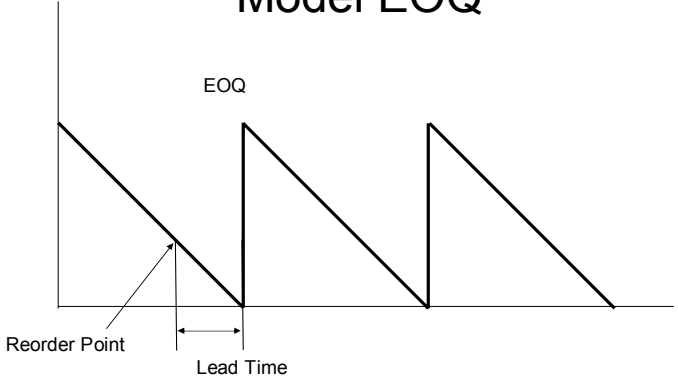
EOQ

- Economic Order Quantity (EOQ) adalah salah satu metode pengendalian persediaan dengan menentukan berapa jumlah pemesanan yang ekonomis.
- Dikembangkan oleh F. Harris tahun 1915 dan digunakan sampai saat ini.

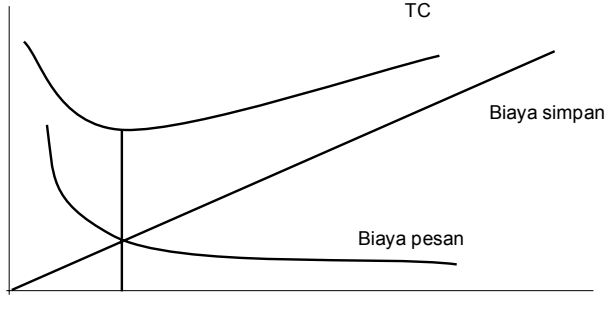
Asumsi dalam EOQ

- Demand independen, konstan, dan kontinyu
- Lead time diketahui dan tetap
- Harga per unit tetap, tidak dipengaruhi jumlah
- Pengiriman sekaligus pada waktu yang sama

Model EOQ



Model EOQ



Model EOQ

Total Biaya = Biaya Pemesanan + Biaya Penyimpanan + Biaya Pembelian

Biaya Pemesanan = $P\frac{A}{Q}$

Biaya Simpan = $H\frac{Q}{2}$

Biaya Material = MA

P = Biaya Pesan

A = Permintaan per periode

Q = Jumlah pemesanan optimal

H = Biaya simpan/unit/periode

M = Harga material

$$TC = P\frac{A}{Q} + H\frac{Q}{2} + MA$$

$$\frac{d(TC)}{dQ} = -P\frac{A}{Q^2} + \frac{H}{2}$$

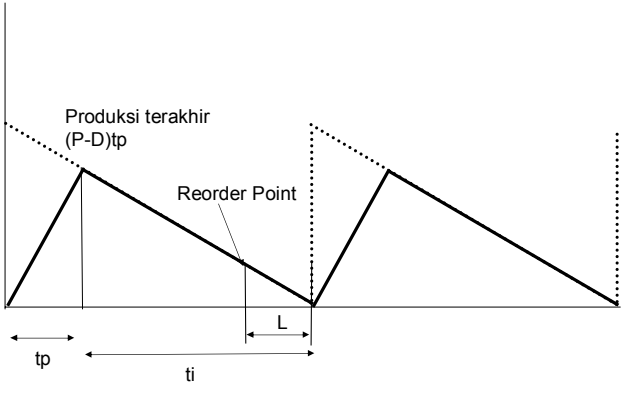
$$-P\frac{A}{Q^2} + \frac{H}{2} = 0$$

$$Q = \sqrt{\frac{2PA}{H}}$$

EPQ

- Economic Production Quantity (EPQ) adalah pengembangan model ppersediaan dimana pengadaan material/komponen tertentu diproduksi secara masal dan dipakai sendiri
- Komponen diproduksi dengan kecepatan konstan, dan kecepatan produksi lebih tinggi dari kecepatan konsumsinya

Model EPQ



Model EPQ

S = Biaya Setup

A = Permintaan per periode

Q = Jumlah produksi

V = Biaya variabel per periode

D = Kebutuhan perhari

H = Biaya simpan/unit/periode

M = Harga material

$$\frac{Q(P-D)}{2P} = \frac{Q}{2} - \frac{QD}{2P} = \left[1 - \frac{D}{P}\right]\frac{Q}{2}$$

$$V = S\frac{A}{Q} + H\left[1 - \frac{D}{P}\right]\frac{Q}{2}$$

$$\frac{dV}{dQ} = -S\frac{A}{Q} + \frac{H}{2}\left[1 - \frac{D}{P}\right] = 0$$

$$Q = \sqrt{\frac{2SA}{H(1 - D/P)}}$$

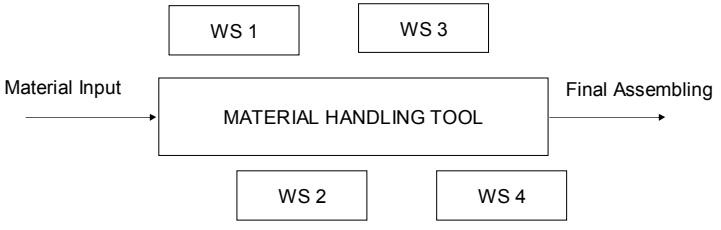
Keseimbangan Lintasan

- Masalah lain yang sering muncul dalam pengendalian produksi adalah keseimbangan lintasan perakitan.
- Perencanaan yang tidak tepat mengakibatkan setiap stasiun kerja dalam lintasan perakitan memiliki kecepatan berbeda.
- Perbedaan kecepatan pada lintasan perakitan akan menimbulkan penumpukan persediaan atau menganggurnya stasiun kerja.

Lintasan Perakitan

- Lintasan perakitan adalah sekelompok orang dan atau mesin yang melakukan tugas-tugas berurutan dalam memerkit suatu produk.
- Lintasan perakitan merupakan lini produksi dimana material bergerak secara kontinyu dengan rata-rata laju kedatangan material berdistribusi uniform melewati stasiun kerja.

Lintasan Perakitan



Tujuan Lintasan Perakitan

- Menyeimbangkan stasiun kerja
- Menjaga kontinyuitas operasi

Upaya

- Menyeimbangkan lintasan (Line Balancing) dengan mendistribusikan waktu siklus (Cycle Time)

Terminologi Lintasan

- Elemen Kerja (elemen of work/"i"), adalah pekerjaan yang harus dilakukan dalam suatu kegiatan perakitan
- Stasiun Kerja (workstation/"K"), adalah lokasi-lokasitempat elemen kerja dikerjakan
- Waktu Siklus (cycle time/"C"), adalah waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk pada satu stasiun kerja
- Waktu Stasiun Kerja (Station time/"S_K"), adalah waktu yang dibutuhkan oleh stasiun kerja untuk menyelesaikan semua elemen yang didistribusikan pada stasiun tersebut Waktu Operasi, adalah waktu standar untuk menyelesaikan suatu operasi

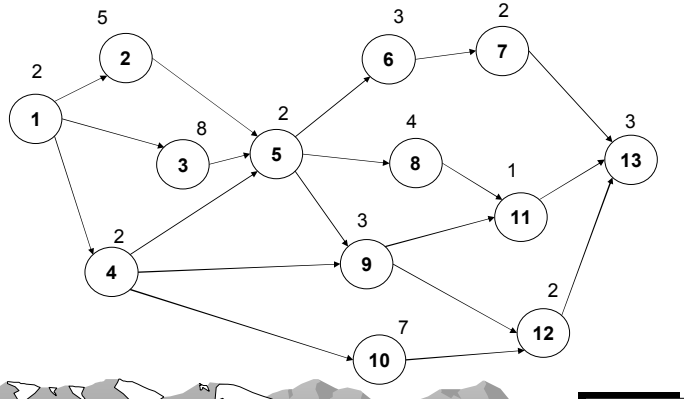
Lanjutan Terminologi Lintasan

- Waktu Elemen (Elemental Time/"E_i") adalah waktu penyelesaian elemen kerja
- Balance Delay, rasio antara delay time dengan waktu tersedia

$$BD = C - S_K$$

- Precedence Chart, adalah diagram yang menggambarkan urutan dan keterkaitan elemen kerja sebuah produk
- Predecessor (P*), adalah elemen kerja yang harus dilakukan
- Follower (F†), adalah elemen kerja yang mengikuti

Precedence Chart



Data Keseimbangan Lintasan

i	Ei		P*			F†	
1	2	0	0	0	2	3	4
2	5	1	0	0	5	0	0
3	8	1	0	0	5	0	0
4	2	1	0	0	5	9	10
5	2	2	3	4	6	8	9
6	3	5	0	0	7	0	0
7	2	6	0	0	13	0	0
8	4	5	0	0	11	0	0
9	3	4	5	0	11	12	0
10	7	4	0	0	12	0	0
11	1	8	9	0	13	0	0
12	2	9	10	0	13	0	0
13	3	7	11	12	0	0	0

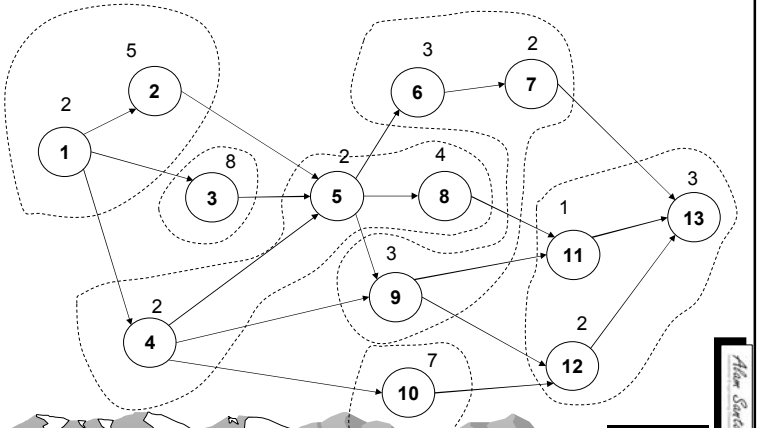
Menentukan Keseimbangan

- Jumlah waktu elemen = 44 menit
- Waktu siklus yang diinginkan (S) = 8 menit (waktu elemen maksimal = C) atau faktor dari 44 (2, 4, 11, 22, 44) tentukan dengan coba-coba, misalnya ditetapkan 8
- Jumlah stasiun kerja optimal = 44/8 = 5.5 ~ 6
- Balance delay optimal = (6 x 8) - 44 = 48 – 44 = 4 menit
- Gunakan metode heuristik berikut untuk menentukan stasiun kerja

Metode Heuristik

- Catat baris dengan matriks P berisi 0 semua (tidak ada predesesor) dan tambahkan sebanyak-banyaknya elemen, tandai elemen yang telah ditugaskan.
- Catat nomor elemen pada matriks F yang berhubungan dengan elemen yang telah ditugaskan kemudian ganti nilai matriks P nomor tersebut dengan angka 0
- Lanjutkan perhitungan sampai batasan Maksimum $E_i <= S_i <= C$

Hasil Penyeimbangan



Ringkasan

K	i	E_i	S_i	C-S_i
1	1	2	7	1
	2	5		
2	3	8	8	0
3	4	2	8	0
	5	2		
	8	4		
4	10	7	1	0
5	6	3	8	0
	9	3		
	7	2		
6	12	2	6	2
	11	1		
	13	3		
				4