



Syarif Hadiwijaya

# MODUL AJAR PENGANTAR TEKNIK INDUSTRI

Program Studi Teknik Industri  
Universitas Krisnadwipayana  
2022/2023



Syarif Hadiwijaya

# Sejarah, Pengertian dan Perkembangan Teknik Industri



# Teknik Industri dan Industri 4.0





# Apa sich Teknik Industri.....???





Apa sih Teknik Industri.....???

# Masih banyak yang bingung

untuk mahasiswa baru  
pertanyaan dibenak muncul...

Makhluk apa sih Teknik Industri itu?  
Oohh yang manajemen itu ya?  
Kenapa saya harus mengambil jurusan  
ini?  
Lalu bagaimana karir kedepannya?

**Yukkk kita eksplor**



# Industrial Engineering

1. Apa sajakah tugas-tugasnya?
2. Dimana tempat bertugasnya?
3. Apa alat-alat tempurnya yang digunakan seorang engineer?
4. Lalu perlu belajar apa?
5. Dimana tempat bekerja setelah lulus nanti?





# Industrial Engineering

Pengertian Teknik Industri menurut IIE (Institute of Industrial Engineering) adalah *“Industrial Engineering is concerned with the design, improvement, and installation of integrated system of people, materials, information, equipment and energy. It draw upon specialized knowledge and skill in the mathematical, physical, and social science together with the principle and method of engineering analysis and design to specify, predict and evaluate the result to be obtained from such system”*.

**Keywords:** *Design, Improvement, Installation*



# Industrial Engineering

1. Apa sajakah tugas-tugasnya seorang Industrial Engineering setelah lulus nanti?

Berdasarkan definisi dari IIE:

- a. **Design**; merancang sesuatu. mengubah ide dan kebutuhan → prototip/ purwarupa. Contoh desain alat untuk penyandang cacat.
- b. **Improvement**; membuat sesuatu yang sudah ada menjadi lebih baik. Contohnya improve situasi/fasilitas pabrik yang semrawut.
- c. **Installation**; pasang atau membuat. Atau pengertian lainnya yang tadinya tidak ada, kemudian dibangun/buat menjadi ada.

Itulah alasan bahwa Teknik Industri dikatakan **Teknik**.





# Industrial Engineering

2. Dimana tempat bertugasnya? Apa subjeknya? Apa sih yang di design, improve dan installation?

**Design**

**Improve**

**Installation**



Sistem terpadu → Socio Technical System

Socio Technical System : sebuah sistem yang didalamnya terdiri dari komponen manusia dan teknologi.

Contohnya;

- Pabrik → kolaboratif robot dan manusia.
- Disney land → (sosio; pengunjung, operator. Technical; wahana, teknologi SC, teknologi transportasi, dll),
- Microchip



# Industrial Engineering

3. Apa alat-alat perangnya yang digunakan untuk menyelesaikan tugas-tugas keilmuan teknik industri?

Socio Technical System → Keilmuan yang dipelajari terkait disiplin teknik industri adalah keilmuan menyangkut aspek manusia dan teknologi.

1. Ergonomi, psikologi dll → Social science
2. Analisis kuantitatif (analisis berbasis angka). Contoh: matematika, OR, statistic, dll.
3. Rekayasa produksi contohnya production engineering.
4. Aplikasi dari kesemua disiplin keilmuan teknik industri yaitu sistem manufaktur.



# Garapan Teknik Industri

Aktivitas-aktivitas yang biasa digarap oleh disiplin teknik industri menurut *American Institute of Industrial Engineering (AIIE)* adalah sbb:

1. Perencanaan dan pemilihan metode-metode kerja yang efektif dan efisien dalam proses produksi.
2. Pemilihan dan perancangan dari perkakas kerja serta peralatan yang dibutuhkan dalam proses produksi.
3. Desain fasilitas pabrik, termasuk perencanaan tata letak fasilitas produksi, peralatan pemindahan bahan dan fasilitas-fasilitas untuk penyimpanan bahan baku atau produk jadi.
4. Desain dan perbaikan sistem perencanaan dan pengendalian untuk distribusi barang/jasa produksi, pengendalian persediaan, pengendalian kualitas dan reliabilitas (keandalan).
5. Pengembangan sistem pengendalian ongkos produksi seperti pengendalian budget, analisa biaya dan standar biaya produksi.

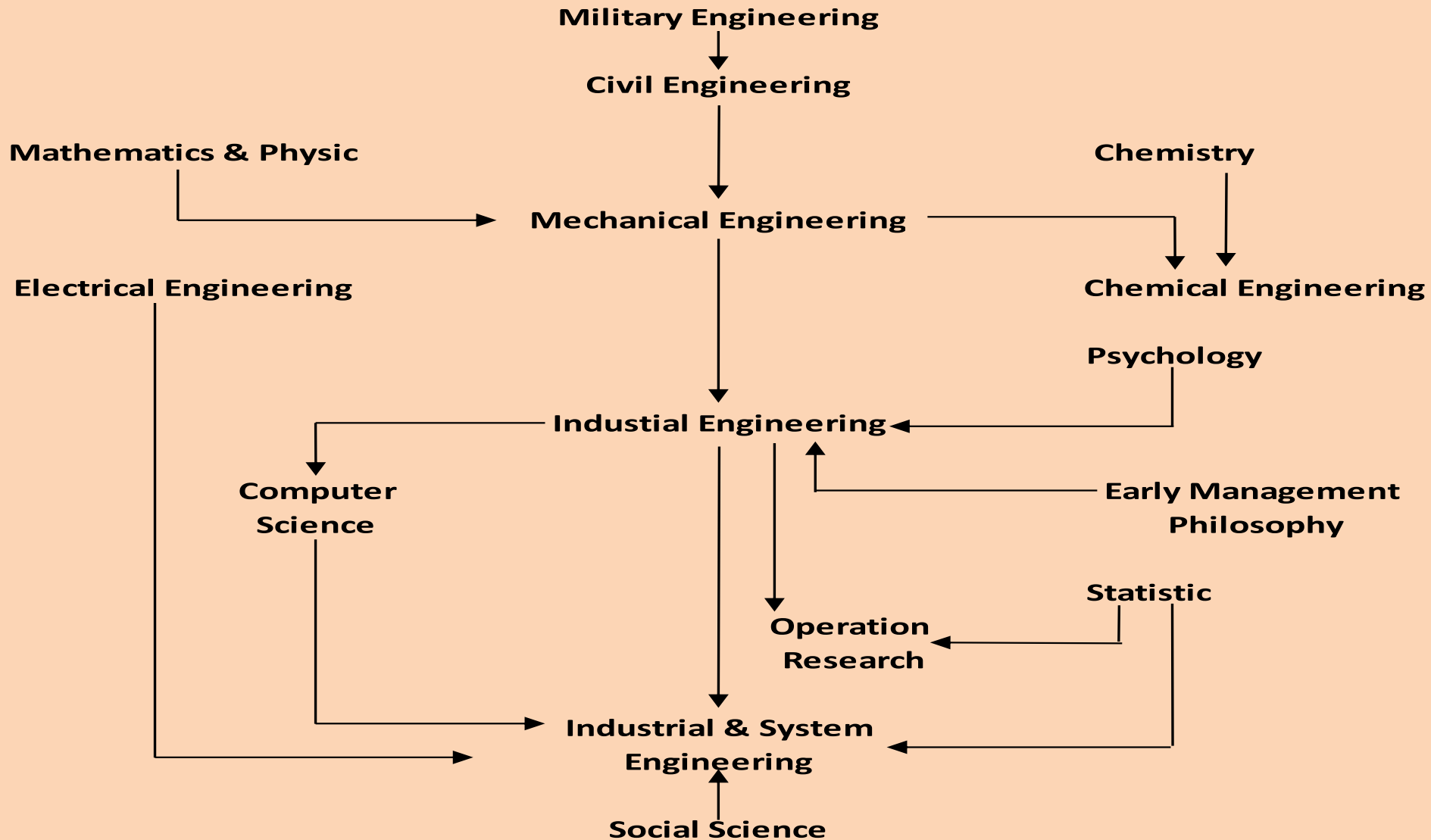


# Garapan Teknik Industri

6. Penelitian dan pengembangan produk.
7. Desain dan pengembangan sistem pengukuran performansi serta standar kerja.
8. Pengembangan dan penerapan sistem pengupahan dan pemberian insentif.
9. Perencanaan dan pengembangan organisasi dan prosedur kerja.
10. Analisis lokasi dengan mempertimbangkan potensi pemasaran, sumber bahan baku, suplai tenaga kerja, dll.
11. Aktivitas penyediaan operasional dengan analisis matematika, sistem simulasi, program linear, dan teori pengambilan keputusan.



# Keterkaitan Disiplin Teknik Industri Dengan Ilmu Lainnya





# Ilmu Dasar Disiplin Teknik Industri

4. Lalu perlu belajar apa?





# Ilmu Dasar Disiplin Teknik Industri

5. Dimana tempat bekerja seorang industrial engineering setelah lulus nanti?





# Overview

Peran Teknik  
Industri pada  
Industry 4.0







# Industry 4.0



## Fase Pra Revolusi Industri

- Peralatan yang digunakan masih tradisional
- Konsistensi produk hasil secara kuantitas dan kualitas → berubah.

## Fase Revolusi Industri 1.0

- Peralatan yang digunakan sudah canggih, manusia sudah memakai alat dalam memproduksi, melalui pemanfaatan peralatan mekanik → mesin uap.
- Produk hasil secara lebih banyak dan besar.

## Fase Revolusi Industri 2.0

- Ditandai dengan adanya listrik untuk menggerakkan peralatan.
- Fleksibilitas produksi mulai bisa ditunjukkan. Skala produksi tumbuh besar dan parameter produksi sudah bisa dikendalikan baik jumlah, kualitas dll.



# Industry 4.0



## Fase Revolusi Industri 3.0

- Listrik sebagai daya utama.
- Penggunaan teknologi elektronik, IT dan teknologi informasi dan kendali yang lebih advance. Dalam fase ini lebih banyak jg parameter yang dikendalikan. Kemudian output produk sudah banyak varian.

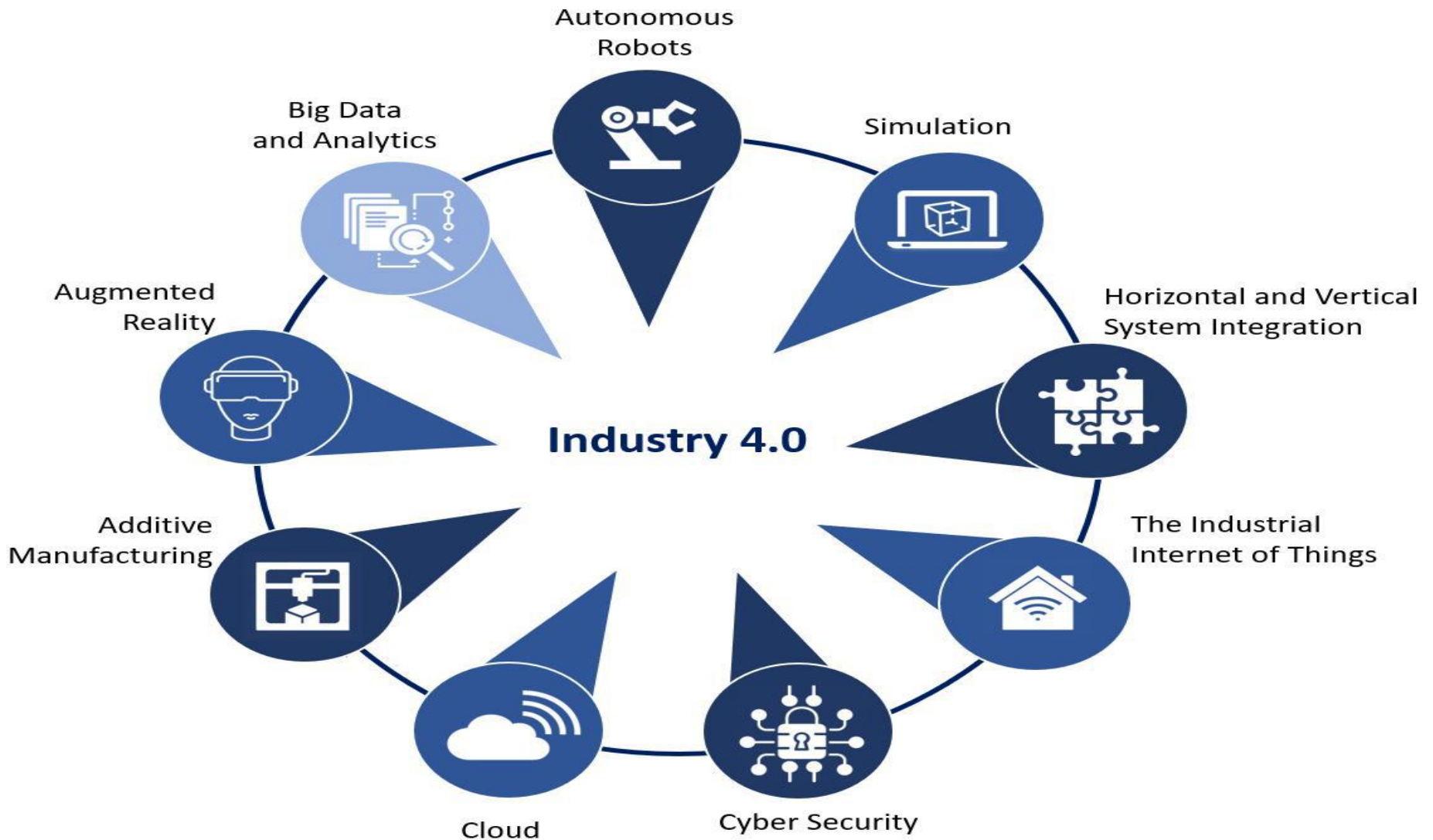
## Fase Revolusi Industri 4.0

- Dirancangnya sistem yang disebut dengan **Cyber Physical Systems**

**Cyber Physical Systems** merupakan penggabungan dari komponen cyber dengan komponen fisik yang terpadu.



# Industry 4.0





## Daftar Pustaka

- Prasteyo, Hoedi., & Sutopo, Wahyudi. (2017). Perkembangan Keilmuan Teknik Industri Menuju Era Industri 4.0. Seminar dan Konferensi Nasional IDEC, Diunduh pada 01 September 2021.
- Purnomo, Hari. 2003. Pengantar Teknik Industri. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Syukron, Amin., dan Muhammad Kholil. 2014. Pengantar Teknik Industri. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Tritularsih, Yustina., & Sutopo, Wahyudi. (2017). Peran Keilmuan Teknik Industri Dalam Perkembangan Rantai Pasokan Menuju Era Industri 4.0. Seminar dan Konferensi Nasional IDEC, Diunduh pada 01 September 2021.
- Sinulingga, Sukaria. 2008. Pengantar Teknik Industri. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. Pengantar Teknik dan Manajemen Industri. Yogyakarta: Graha Ilmu.



# DESIGN

Perancangan dan  
Pengembangan Produk

Syarif Hadiwijaya

## Pokok Bahasan

- Prinsip Dasar Perancangan Produk dan Pengembangan
- Fungsi dan Peran Design Product
- Case Study
- Kano Diagram Customer Satisfaction
- Elemen-elemen Product Design
- Design Process Diagram



## Overview

- Sketsa
- Warna
- Bahan
- Simpan/letakan
- Harga





Produk kekinian “**Parutan**” → Design → Add Value

## Overview

- Sketsa
- Warna
- Bahan
- Simpan/letakan
- Harga







Gabungan/koleksi produk yang dijual dalam satu waktu TUJUAN → Portfolio.

Pertanyaannya, kenapa produk tsb dijual bersamaan dari berbagai varian produk?

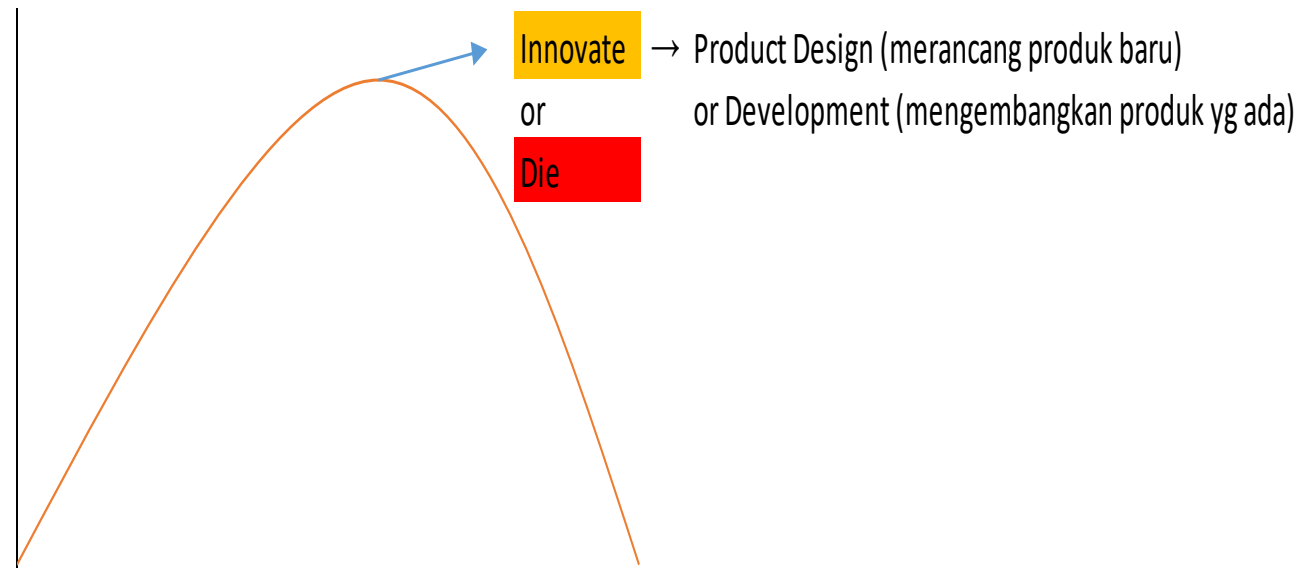
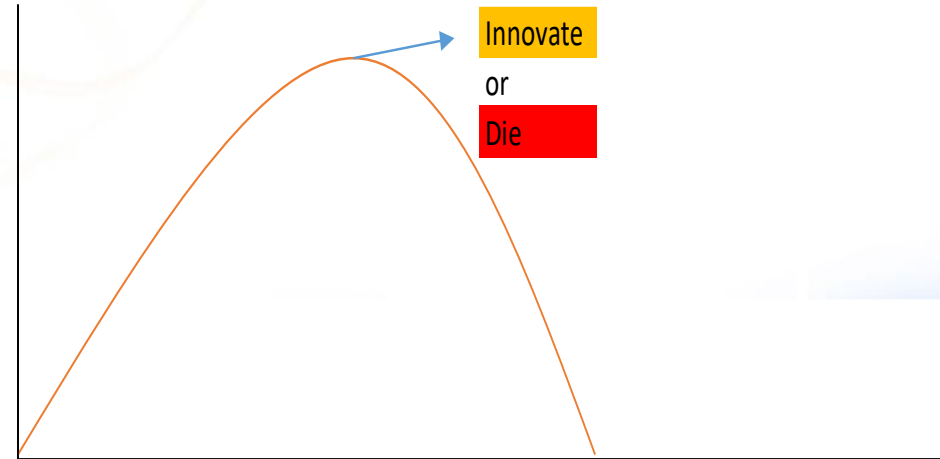
Memenuhi kebutuhan customer yang berbeda-beda



# Fungsi dan Peran “Product Design”



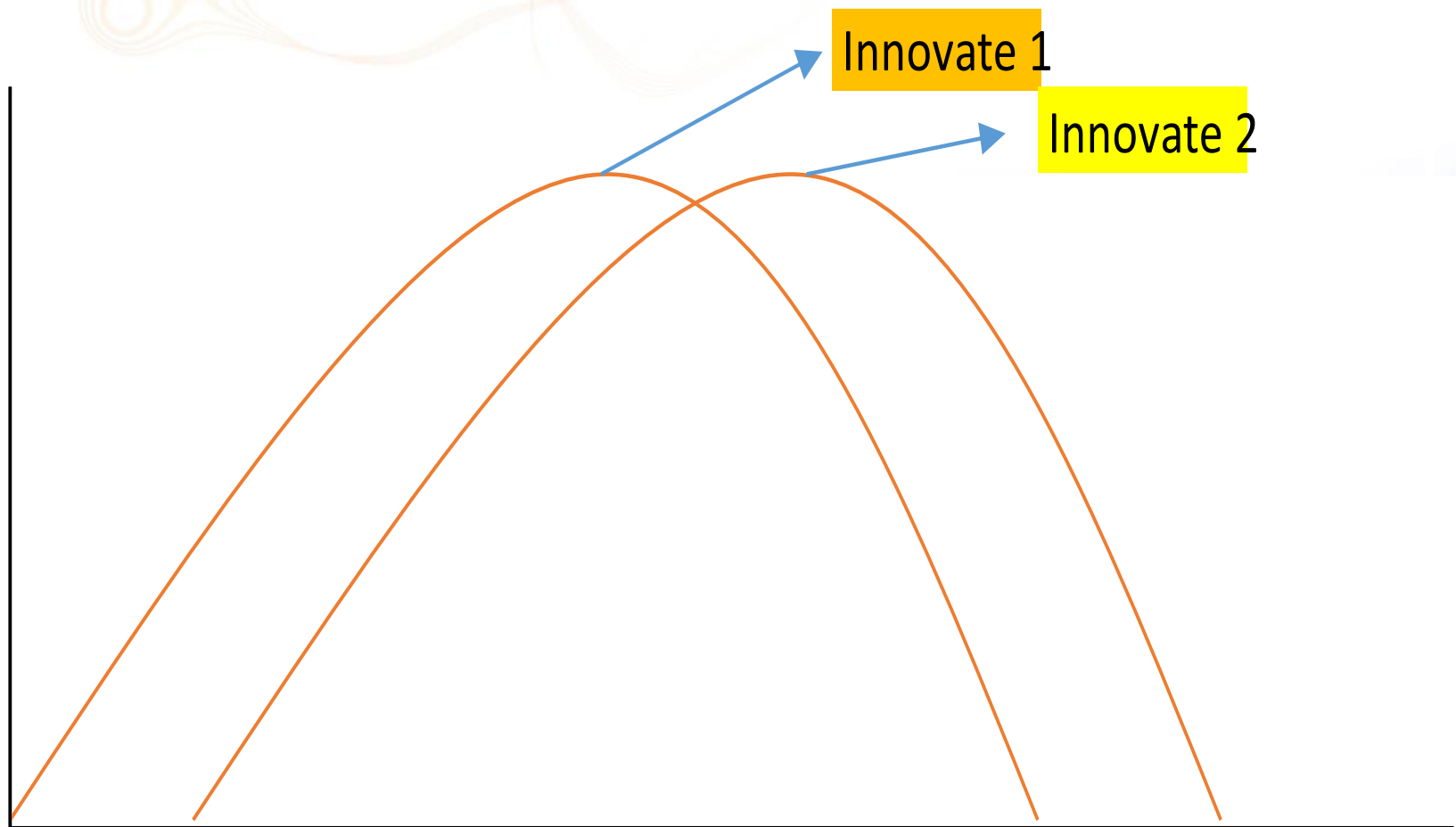
Apa fungsi dan peran “**Product Design**” ?



# Fungsi dan Peran “Product Design”



Kapan “**INOVASI**” itu dilakukan...?





## Tugas Kelompok

Contoh: perusahaan-perusahaan yang gagal menerapkan inovasi:

- Kodak
- Nokia. Ponsel minim inovasi
- Toys R Us. Tersingkir oleh ecommerce
- Disc Tarra. Tak berekspansi ke media digital
- Payless. Biaya operasional tinggi dan lilitan hutang
- Myspace. Tumbal kesuksesan Facebook CS
- Pebble. Tak mengadopsi teknologi layar sentuh
- dll



Menurut anda, Hape yang bagus itu seperti apa?

- Layar besar
- Hp berkamera bagus
- Baterai
- Simcard banyak
- Harga
- DII

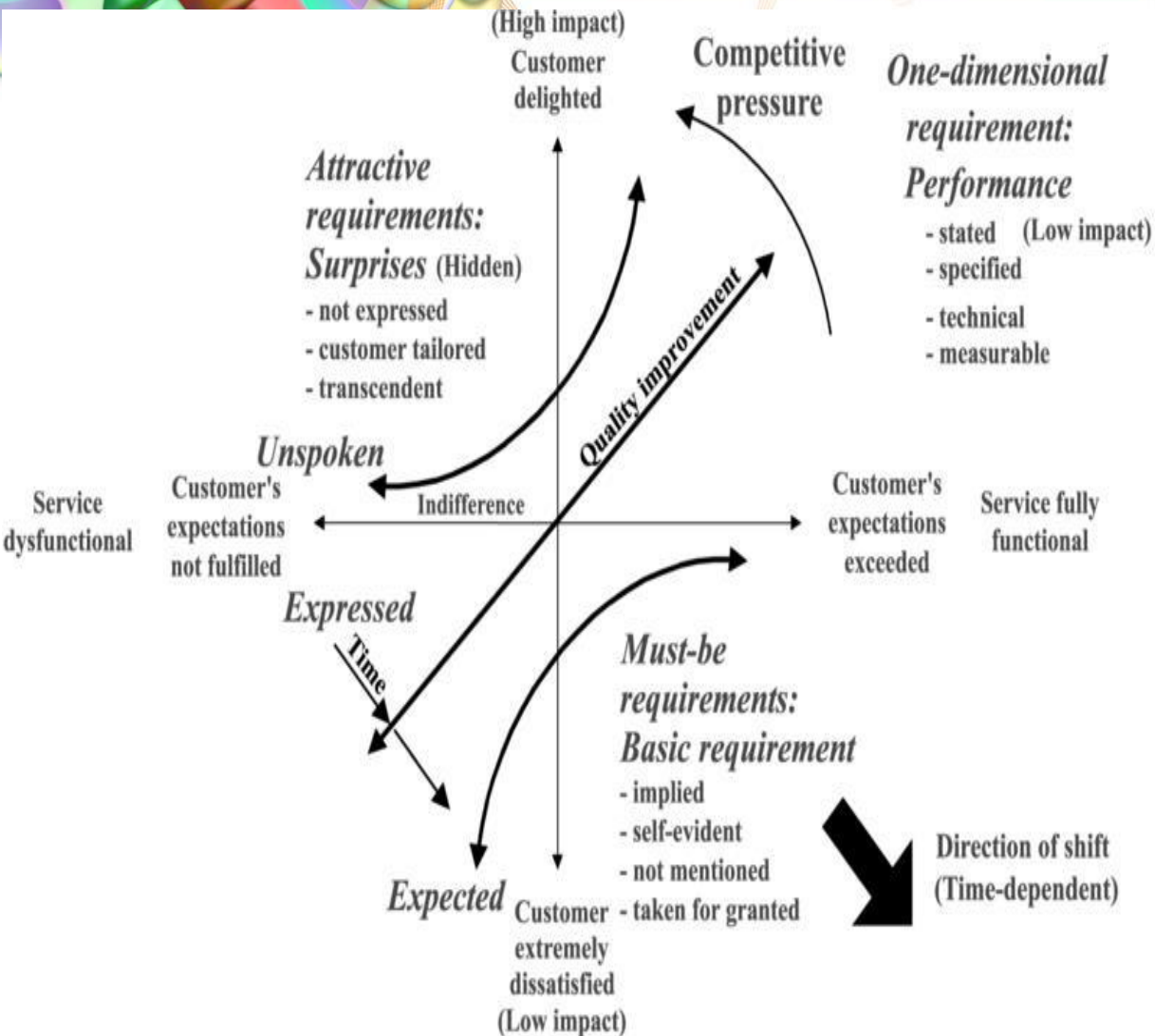
Ini dikatakan technical spec, apakah jawaban ini benar? Bisa iya atau tidak, tergantung siapa sasaran segmentasi marketnya.



## Tahapan Design:

1. Identification of customer needs
2. Setelah tahap awal, selanjutnya identifikasi teknis (banyak tools yang digunakan, salah satunya tools yang digunakan untuk identifikasi customer needs Kano Diagram Customer Satisfaction.

# Kano Diagram Customer Satisfaction



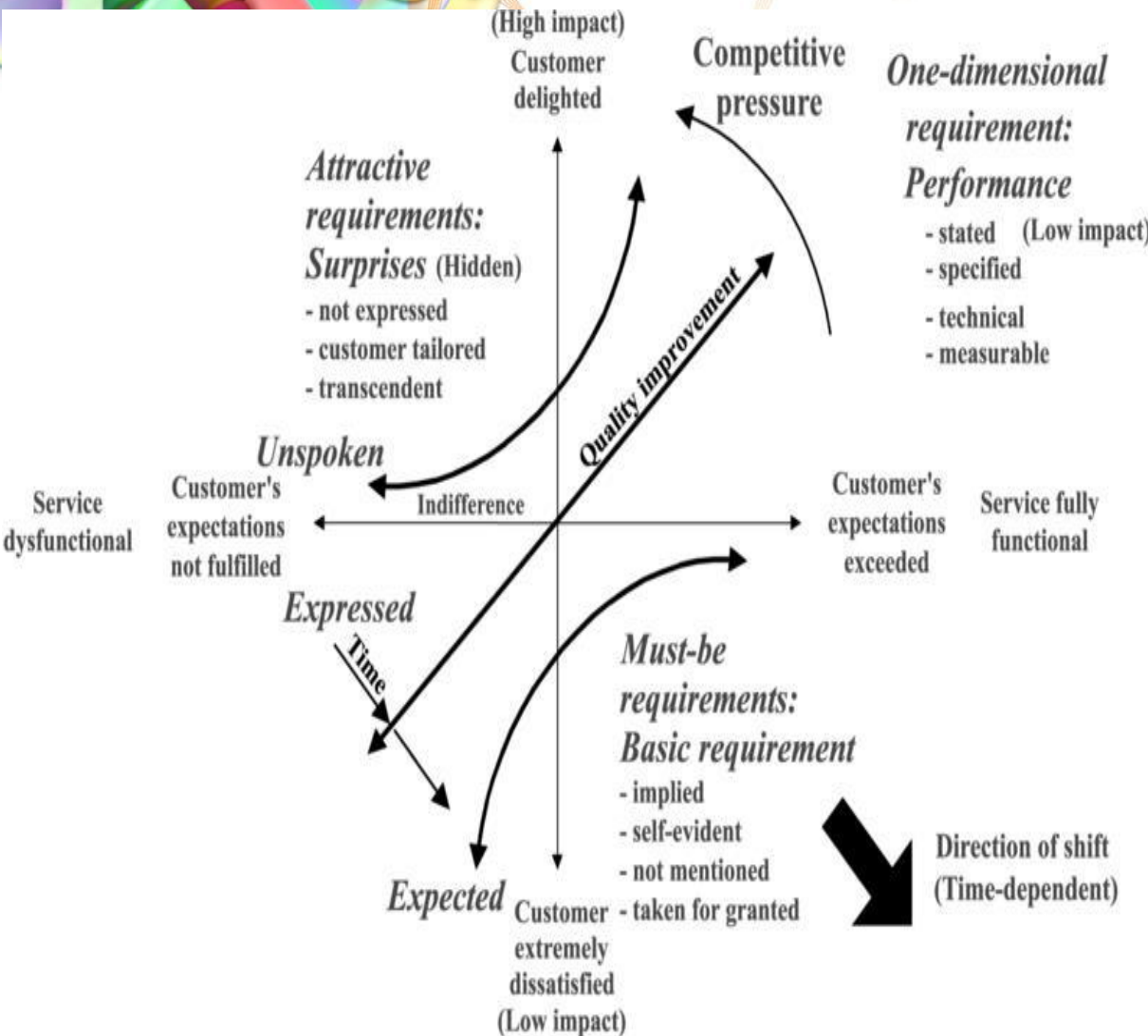
## Kano diagram:

Kebutuhan pelanggan dikelompokkan menjadi beberapa kelas:

1. Sumbu Y, Seberapa puas customer terhadap produk → customer delighted.
2. Sumbu X, seberapa intensif fitur tsb di akomodasi oleh produk → fully functional
3. Kano menunjukkan tingkat implementasi dengan kepuasan pelanggan berbeda-beda dengan atribut yang berbeda-beda.

Contoh: Mobil ada kelompok yang masuk kategori **basic expectation**/ hal-hal mendasar diharapkan pelanggan namun jarang disampaikan. Contohnya roda mobil, dll. (kuadran 4).

# Kano Diagram Customer Satisfaction



Penjelasan Kano diagram:

- 1. Basic expectation/** hal-hal mendasar diharapkan pelanggan namun jarang disampaikan. Contohnya roda mobil, dll. (kuadran 4). Nambah fitur → nambah biaya.
- 2. One dimension requirement Performance.** Contohnya bensin irit.
- 3. Attractive requirement surprises.** Contohnya "wow factor" .....mobil kerenn...



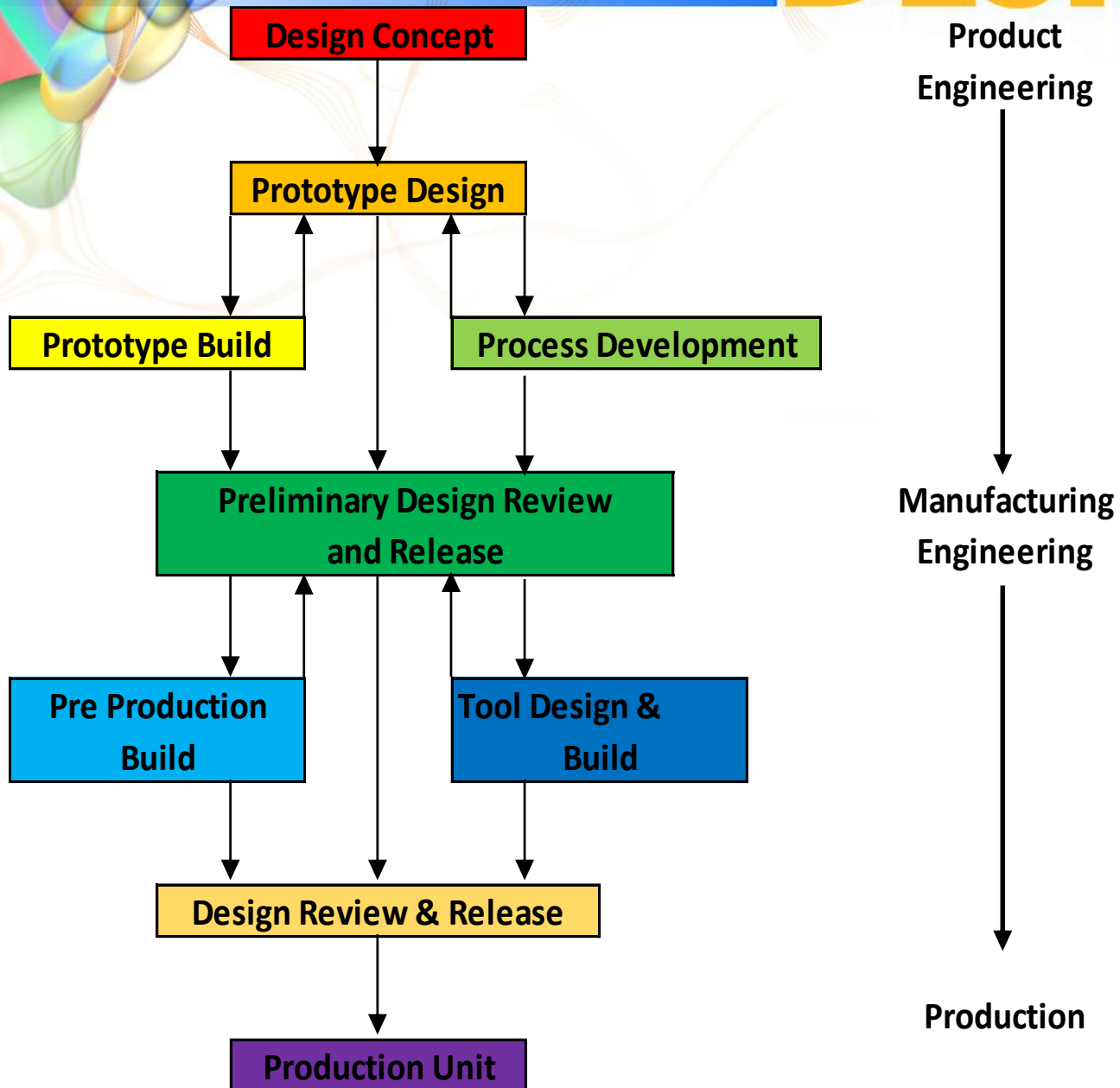
# Elemen-elemen Product Design



Apa Elemen dari proses product design yang bekerja bersamaan guna menghasilkan produk unggul?

1. **Art**
2. **Science** → background Industrial engineering. Pada sisi keilmuan TI industri dengan menggunakan survey customer needs, kemudian mengubah customer need menjadi spesifikasi produk, analisis life cycle, dll.

# Design Process Diagram





- Barnes, R.M., 1968. *Motion and Time Study, Design and Measurement of Work*, John Wiley & Sons. INC, New York.
- Hicks. P.E., 1994, *Industrial Engineering and Management, A New Perspective*, Mc. Graw-Hill, INC., New York.
- Purnomo, Hari. 2003. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sutalaksana. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. ITB, Bandung.
- Syukron, Amin., dan Muhammad Kholil. 2014. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sinulingga, Sukaria. 2008. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.



# Perancangan Sistem Produksi

Syarif Hadiwijaya

SECTION LOOKING EAST





# Pokok Bahasan

- Proses Perancangan
- Perancangan dan Analisis Kerja
- Pengukuran Kerja

# Proses Perancangan



## Tahapan perancangan sistem produksi yaitu:

1. Merancang produk/desain produk yang akan di produksi.
  2. Hasil desain produk kemudian di transmisikan ke operasi sebagai spesifikasi produksi.
  3. Spesifikasi produksi merumuskan karakteristik produk dan memungkinkan pelaksanaan produksi.
- Kemajuan teknologi → berdampak pada desain-desain produk → mengalami perkembangan.
  - Sebagian besar perusahaan secara kontinu melakukan perubahan, perbaikan, dan pengembangan terhadap produk-produknya.
  - Peranan fungsi R&D sangat dibutuhkan.
  - Riset/penelitian memberikan dasar bagi pengembangan aplikasi-aplikasi inovatif dan menemukan cara-cara baru dalam memproduksi secara efektif dan efisien.

- Untuk menghidupkan ide-ide potensial, banyak perusahaan mencoba menghidupkan lingkungan yang kreatif bagi karyawan.
- Karyawan diberi ruang untuk mengembangkan ide kreatif dan kemampuan teknis pada usaha-usaha organisasi dalam pengembangan produk.
- Ada kalanya ide-ide tersebut berasal dari eksternal perusahaan, lalu perusahaan membeli ide-ide inovatif sepanjang ide-ide tersebut dapat direalisasikan dan dipasarkan.

# Proses Perancangan



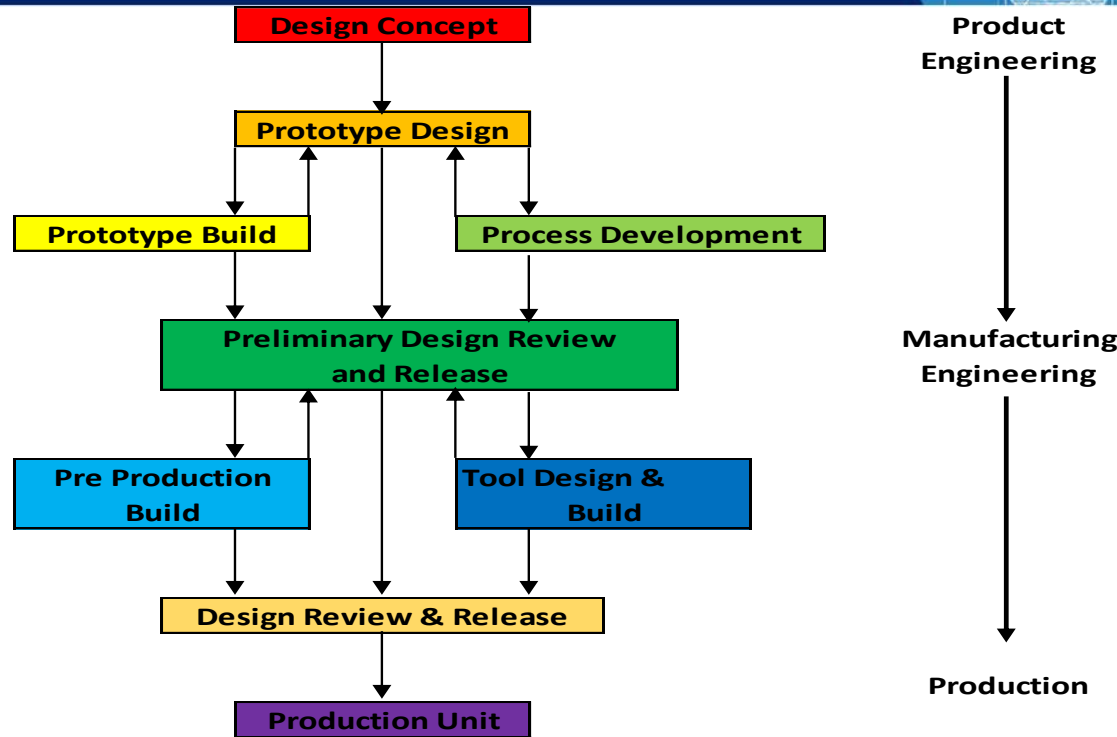
Tiga hal yang perlu diperhatikan sebagai pendekatan dalam merancang produk adalah:

1. **Menarik pasar**; Produk ditentukan oleh pasar dengan sedikit perhatian terhadap keberadaan teknologi dan proses operasi. Jenis-jenis produk yang akan diproduksi ditentukan melalui riset pasar atau umpan balik pelanggan.
2. **Mendorong teknologi**; produk diperoleh dari teknologi produksi dengan sedikit perhatian terhadap pasar. Penggunaan teknologi sangat dominan. Melalui R&D serta operasi yang agresif, diciptakan produk yang memiliki keunggulan dan keuntungan alami dalam pasar.
3. **Antar fungsional**; Proses pengembangan produk tidak dilakukan dengan menarik pasar atau mendorong teknologi, melainkan **ditentukan oleh usaha antar fungsi yang terkoordinasi**, baik itu fungsi pemasaran, operasi, teknik dan fungsi lain.

# Proses Perancangan Produk



Perusahaan mempunyai resiko akan kehilangan pasar jika tidak melakukan inovasi, karena pada dasarnya konsumen selalu menginginkan produk-produk baru dan produk berkualitas untuk memenuhi kebutuhan.



Gambar 1.1. Langkah-langkah Perancangan Produk Hingga Produksi



# Perancangan dan Analisis Kerja



Pada proses produksi, perancangan stasiun kerja dan metode kerja bukanlah hal mudah. Kesalahan dalam perancangan maupun metode kerja akan berdampak buruk pada proses secara keseluruhan.

Teknik sistematis dalam merancang dan perbaikan metode kerja disebut *Methods Engineering*.

## Tujuan *Methods Engineering*:

- Melakukan perbaikan perbaikan metode kerja disetiap bagian untuk meningkatkan produktivitas kerja.
- Meningkatkan fleksibilitas sistem kerja
- Mampu beradaptasi dengan pasar dan mempunyai kemampuan berkembang untuk meningkatkan kepuasan pelanggan.

*Methods Engineering* menyangkut 2 hal:

1. *Method Study* (studi metode kerja)
2. *Work Measurement* (pengukuran kerja)

Tahapan dalam *Methods Engineering* yaitu:

- Menentukan estimasi waktu yang akan dikerjakan pekerja dalam menjalankan tugas pada stasiun kerja.
- Setelah dipelajari tugas-tugas tsb, kemudian dilakukan perbaikan-perbaikan metode kerja.
- Jika sudah stabil, pihak manajemen melakukan studi ulang terhadap pekerjaan.
- Setelah itu, membuat dokumen standar dan menentukan waktu standar terhadap tugas yang dilakukan.

Tujuan pokok studi metode kerja adalah:

- Perbaikan proses, prosedur dan tata cara pelaksanaan penyelesaian pekerjaan/ kegiatan.
- Perbaikan dan penghematan penggunaan material tenaga mesin/fasilitas kerja serta tenaga kerja manusia.
- Pendayagunaan usaha manusia dan pengurangan keletihan yang tidak perlu.
- Perbaikan tata ruang kerja yang mampu memberikan suasana kerja/ lingkungan kerja yang lebih aman dan nyaman.

# Perancangan dan Analisis Kerja



Langkah-langkah yang ditempuh guna mendapatkan hasil analisis yang sebaik-baiknya adalah sbb:

1. Identifikasi operasi kerja yang diamati
2. Dokumentasikan langkah, prosedur, tata cara kerja yang ada, lalu buat sistematika urutannya.
3. Buat usulan metode kerja yang lebih efektif dan efisien.



# Peta Kerja



Pendekatan tradisional yang sering digunakan untuk menganalisis metode kerja adalah **peta-peta kerja**.

**Peta kerja** adalah merupakan suatu alat yang menggambarkan kegiatan kerja secara sistematis dan jelas.

Dengan peta kerja, kita bisa melihat semua langkah atau kejadian suatu benda kerja dari mulai masuk proses sampai menjadi produk, kemudian menggambarkan semua langkah yang dialaminya.

**Simbol-simbol atau lambang peta kerja menurut *American Society Mechanical Engineering (ASME)***

## Simbol-Simbol ASME Pada Proses Kegiatan

	<b>Operation</b>	Aksi kegiatan aktif, seperti merakit, menyusun, memotong, dll.
	<b>Transport</b>	Memindahkan, baik barang, dokumen, perpindahan manusia dll.
	<b>Inspection</b>	Inspeksi; review kualitas; misal menguji kekuatan bahan.
	<b>Delay</b>	Proses berhenti karena suatu sebab; menunggu.
	<b>Storage</b>	Penyimpanan; misal menyimpan hasil rakitan di gudang.

# Operation Process Chart



**Operation process chart/** peta proses operasi telah digunakan sejak lama untuk menampilkan operasi, inspeksi, dan urutan-urutan kerja untuk memproduksi produk.

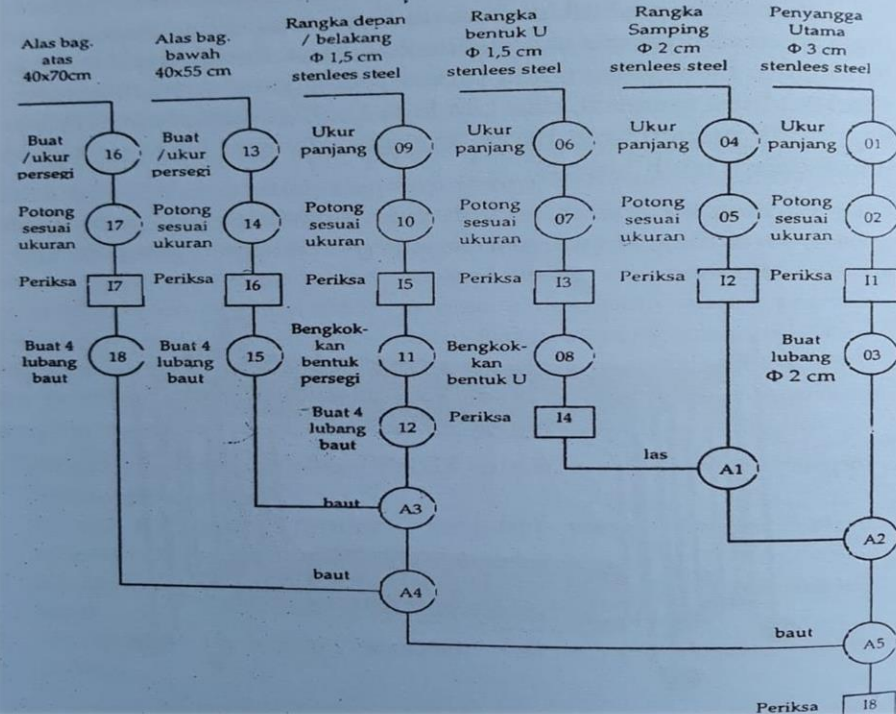
## Kegunaan:

1. untuk mengetahui kebutuhan mesin dan penganggarnya.
2. Memperkirakan kebutuhan bahan baku.
3. Sebagai alat untuk menentukan tata letak pabrik.
4. Sebagai alat untuk melakukan perbaikan cara kerja yang sedang dipakai.
5. Sebagai alat untuk latihan kerja

Setelah membuat peta proses operasi, langkah selanjutnya melakukan analisis tiap-tiap komponen atau assembly dari total produk dengan lebih terinci.

Analisis untuk peta proses operasi dibatasi hanya untuk operasi dan inspeksi.

**PETA PROSES OPERASI**  
**NAMA BENDA KERJA : MEJA TELEVISI**



# Peta Aliran Proses



**Peta aliran proses** merupakan suatu diagram untuk menunjukkan urutan-urutan dari operasi, pemeriksaan, transportasi, menunggu, dan penyimpanan yang terjadi selama proses berlangsung.

**Kegunaan peta aliran proses dapat diuraikan** sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui aliran bahan/material mulai masuk proses sampai aktivitas akhir.
2. Untuk mengetahui jumlah kegiatan yang dialami bahan/material selama proses berlangsung.
3. Sebagai alat untuk melakukan perbaikan proses atau metode kerja.
4. Memberikan informasi masalah waktu penyelesaian suatu proses.

Informasi-informasi yang lengkap sehubungan dengan proses yang didapat dari **peta proses operasi** atau **peta aliran proses** tidak menunjukkan gambar dari arah aliran secara detail selama bekerja.

## PETA ALIRAN PROSES NAMA BENDA KERJA : PENYANGGA UTAMA

Nama Komponen	: Penyangga Utama
Uraian Proses	: Kerjakan batang penyangga
Departemen	: Produksi
Pabrik	: Perusahaan ABC
Dicatat Oleh	: Ayudyah

Langkah	Simbol - symbol	Uraian Tentang		
		Disimpan di gudang		
		Dibawa ke meja kerja	Berjalan 10 kaki	
		Di meja kerja	Menunggu	
		Diukur		
		Dibawa ke mesin potong	Berjalan 5 kaki	
		Dipotong		
		Di bawa ke meja kerja	Berjalan 5 kaki	
		Diperiksa		
		Dibawa ke mesin bor	Berjalan 5 kaki	
		Dilubangi		
		Ke depart. Perakitan	Berjalan 10 kaki	
		Dirakit		
		Pemeriksaan		

# Peta Aliran Proses

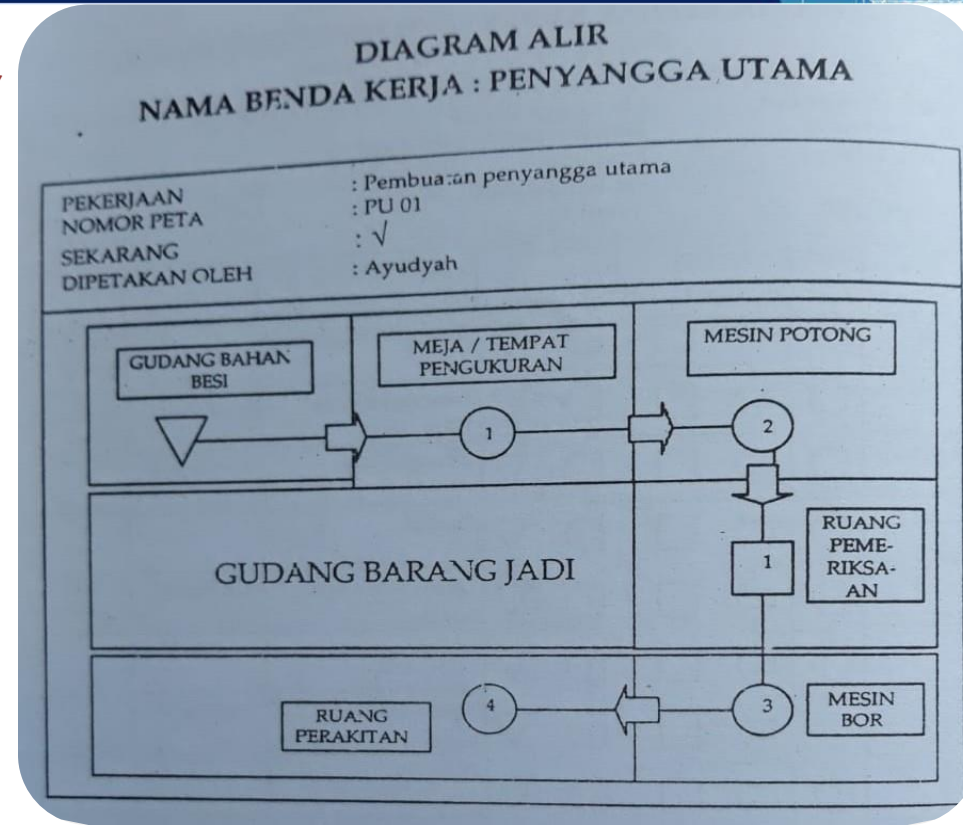


Untuk mengetahui gambar dari arah aliran secara detail dapat ditunjukkan dengan *Flow Diagram*/ diagram alir.

**Diagram alir** merupakan suatu gambaran menurut skala dari susunan lantai dan gedung, yang menunjukkan lokasi dari semua aktivitas yang terjadi dalam peta aliran proses.

**Tujuan dari Diagram Alir** adalah untuk memperjelas peta aliran proses melalui penggambaran denah dan untuk melakukan perbaikan tata letak tempat kerja.

Perbaikan-perbaikan metode kerja dapat dilakukan dengan mencari urutan proses yang lebih sederhana, menghilangkan waktu tunggu, menggabungkan proses-proses sejenis, memperpendek aliran material, dll.



# Pengukuran Kerja



**Pengukuran Kerja** Adalah suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator (yang memiliki skill rata-rata dan terlatih) dalam melaksanakan kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja normal.

Pengukuran kerja yang dimaksudkan adalah pengukuran waktu standar atau waktu baku.

Waktu standar/baku dapat digunakan sebagai dasar untuk analisis lainnya.

**Fungsi dari waktu standar:**

1. Penentuan jadwal dan perencanaan kerja.
2. Penentuan biaya standar dan sebagai alat bantu dalam persiapan anggaran.
3. Estimasi biaya produk sebelum memproses produk.
4. Penentuan efektivitas mesin.
5. Penentuan waktu standar yang digunakan sebagai dasar upah intensif tenaga kerja langsung.

6. Penentuan waktu standar yang digunakan sebagai dasar upah intensif tenaga kerja tidak langsung.
7. Penentuan waktu standar yang digunakan sebagai dasar untuk pengawasan biaya tenaga kerja.

**Pengukuran waktu dikelompokkan menjadi:**

## **1. Pengukuran waktu secara langsung**

yaitu pengamat berada di tempat dimana objek sedang diamati. **Pengamat secara langsung melakukan pengukuran atas waktu kerja yang dibutuhkan oleh seorang operator** (objek pengamatan) dalam menyelesaikan pekerjaannya.

Ada 2 cara pada pengukuran waktu secara langsung, yaitu pengukuran dengan menggunakan *Stop watch* dan *Sampling kerja*.

## **2. Pengukuran waktu secara tidak langsung**

Adalah pengamat tidak berada secara langsung di lokasi (objek) pengukuran.

# Pengukuran Kerja



## Pengukuran waktu dengan *Stop Wach*

Pengukuran waktu dengan *Stop Wach* dilakukan pemecahan pekerjaan menjadi beberapa elemen-elemen kegiatan.

Langkah-langkah dalam pengukurannya antara lain:

- Penetapan tujuan pengukuran
- Melakukan penelitian pendahuluan
- Memilih operator
- Melatih operator

Setelah persiapan dilakukan, selanjutnya dilakukan pengukuran waktu. Hasil dari pengukuran waktu dicatat pada lembar pengamatan.

Untuk mengetahui berapa kali pengukuran yang dilakukan, diperlukan beberapa tahap pengukuran pendahuluan.

Tahap pengukuran pendahuluan:

1. **Uji kecukupan data**; jika uji kecukupan data belum terpenuhi maka dilakukan pengukuran waktu lagi untuk menambah data.
2. **Uji keseragaman data**; apabila ada data yang tidak seragam (diluar kontrol), maka data tersebut dibuang.

Langkah selanjutnya adalah menentukan waktu normal dengan memberi faktor penyesuaian terhadap waktu siklus.

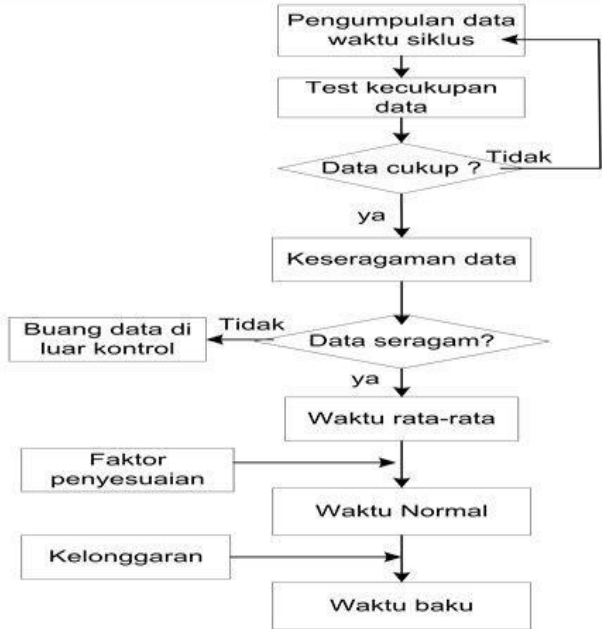
Untuk menghasilkan waktu standar/baku, diperlukan adanya faktor kelonggaran.



# Pengukuran Kerja



## Urutan Pengukuran waktu kerja



Gambar 1.6. Diagram Alir Waktu Baku

# Pengujian Data



## A. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data digunakan rumus sbb. :

$$N' = \frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X}^2$$

Dengan :

- k = Tingkat keyakinan
- k = 99% = 3
- k = 95% = 2
- s = Derajat ketelitian
- N = Jumlah data pengamatan
- N' = Jumlah data teoritis

Jika  $N' \leq N$ , maka data dianggap cukup, jika  $N' > N$  data dianggap tidak cukup (kurang) dan perlu dilakukan penambahan data.

### Contoh 1.1:

Suatu pengukuran elemen kerja dilakukan sebanyak 15 kali dengan menggunakan stop watch. Bila tingkat keyakinan 95% dan derajat ketelitian 10%, apakah jumlah pengamatan cukup?

Pengamatan (menit)															
Pengamatan ke-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Data pengamatan	8	7	7	6	8	6	9	8	9	6	8	5	5	9	6

$$\sum X = 107$$

$$(\sum X)^2 = 11449$$

$$\sum X^2 = 791$$

$$k = 95\% = 2$$

$$s = 10\%$$

$$= \left[ \frac{2/0,1 \sqrt{15 \times 791 - 11449}}{107} \right]^2 = 14,53$$

dianggap cukup.

Karena  $N' < N$ , maka data

# Pengujian Data



## B. Uji Keseragaman Data

Rumus:

$$BKA = \bar{X} + k\sigma$$

$$BKB = \bar{X} - k\sigma$$

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(X - \bar{X})^2}}{N - 1}$$

Dengan:

BKA = Batas kontrol atas

BKB = Batas kontrol bawah

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata

$\sigma$  = Standar deviasi

k = Tingkat keyakinan

Contoh 1.2:

Mengacu pada contoh 1.1, jika batas kontrol  $\pm 3$ . Tentukan apakah data seragam atau tidak.

Pengamatan (menit)															
Pengamatan ke-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Data pengamatan	8	7	7	6	8	6	9	8	9	6	8	5	5	9	6

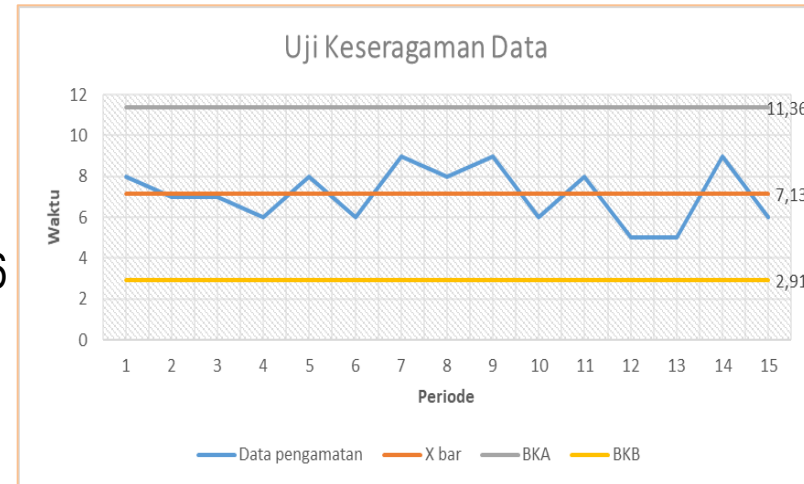
$$\bar{X} = 7,13$$

$$\sum(X - \bar{X})^2 = 27,73$$

$$\sigma = 1,4$$

$$BKA = 7,13 + 3(1,4) = 11,36$$

$$BKB = 7,13 - 3(1,4) = 2,91$$



# Penyesuaian dan Kelonggaran



Tiga kondisi faktor penyesuaian yaitu operator dalam kondisi normal ( $p=1$ ), operator diatas normal ( $p>1$ ), operator dibawah normal ( $p<1$ ).

Metode untuk melakukan penyesuaian antara lain:

1. **The Westing House System;** sistem ini dikembangkan oleh Westing House Electric Corporation dengan mempertimbangkan 4 faktor: keterampilan, usaha, kondisi, dan konsisten.
2. **Syntetic Rating.** Dikembangkan oleh Marrow. Mengevaluasi kecepatan operator dari nilai waktu gerakan yang sudah ditetapkan terlebih dahulu.
3. **Speed Rating/Performance Rating.** Sistem ini mengevaluasi dengan mempertimbangkan tingkat keterampilan persatuan waktu kerja.
4. **Objective Rating.** Dikembangkan oleh Munder dan Danner. Metode ini tidak hanya menentukan kecepatan aktivitas, tetapi juga mempertimbangkan tingkat kesulitan pekerjaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerumitan kerja adalah jumlah anggota badan yang digunakan, pedalkaki, penggunaan kedua tangan, koordinasi mata dengan tangan, penanganan dan bobot

**Kelonggaran adalah** faktor koreksi yang harus diberikan kepada waktu kerja operator, karena dalam pekerjaannya operator sering kali terganggu oleh hal-hal yang tidak diinginkan namun bersifat alamiah.

**Kelonggaran dibagi 3**, yaitu:

- **kelonggaran untuk kebutuhan pribadi.** Seperti minum, ke toilet, bercakap-cakap ke sesama pekerja.
- **Kelonggaran untuk menghilangkan kelelahan (*fatigue*).** Rasa lelah tercermin dari menurunnya hasil produksi. Bila *fatigue* terus menerus maka terjadi *fatigue total* yaitu anggota badan tidak dapat melakukan gerakan kerja sama sekali. Untuk mengurangi kelelahan, pekerja dapat mengatur kecepatan kerjanya.
- **Kelonggaran untuk hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindari.** Antara lain: menerima atau meminta petunjuk pada pengawas, memperbaiki kemacetan-kemacetan singkat seperti mengganti alat potong yang patah, memasang kembali komponen yang lepas, dll. Mesin berhenti karena aliran listrik padam, dll.

# Waktu Baku



Setelah penentuan penyesuaian dan kelonggaran, maka untuk menghitung waktu baku dapat menggunakan formulasi sbb:

$$WN = \frac{\text{Total waktu} \times \text{Prosentase sibuk} \times \text{Rating Factor (RF)}}{\text{Jumlah produk yang dihasilkan}}$$

$$WB = \text{Waktu Normal} \times \frac{100}{100 - \text{Allowance}}$$

Dimana:

WB = Waktu Normal

WB = Waktu Baku

RF = Rating Factor

All = Kelonggaran (*Allowance*)

## Contoh:

Seorang pekerja kantor pos bekerja selama 8 jam sehari untuk melakukan seleksi surat. Dari pengamatan yang dilakukan ternyata 85% pekerja tersebut dalam kondisi bekerja dan 15% dalam kondisi menganggur. Apabila jumlah surat yang diseleksi sebanyak 2345 surat, maka tentukan waktu standar dengan asumsi rating factor adalah 115% dan kelonggaran 20%.

$$WN = \frac{480 \text{ menit} \times 0,85 \times 1,15}{2345} = 0,2 \text{ menit/unit}$$

$$WB = 0,2 \times \frac{100}{100 - 20} = 0,25 \text{ menit/unit}$$

$$\text{Output Standar} = \frac{1}{WB} = \frac{1}{0,25} = 4 \text{ unit/menit}$$

Jadi, pekerja mampu menyeleksi surat sebanyak 4 surat setiap menit.

# Pengukuran Waktu Dengan Sampling Kerja



**Pengukuran waktu baku dengan cara sampling adalah** melakukan pengamatan apakah pekerja dalam keadaan bekerja atau menganggur.

Pengamatan dilakukan secara tidak terus menerus, melainkan dilakukan dengan cara random.

Metode ini dikembangkan oleh L.H.C. Tippett pada pabrik tekstil di Inggris.

**Rumus yang digunakan untuk sampling kerja** adalah sbb:

## a. Kecukupan Data

$$SP = \sqrt{\frac{k^2 p(1-p)}{N}} \quad N' = \frac{k^2(1-p)}{S^2 p}$$

Dimana:

S = Derajat ketelitian

p = Prosentase sibuk/produktif

k = Tingkat keyakinan

N = Ukuran sampel

## b. Keseragaman Data

Batas kontrol untuk p :

$$BKA = p + k \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$BKB = p - k \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Dimana:

BKA = Batas kontrol atas

BKB = Batas kontrol bawah

p = Prosentase sibuk/idle

k = Tingkat keyakinan

# Pengukuran Waktu Dengan Sampling Kerja



## Contoh

Suatu pengamatan sampling kerja dilakukan selama 10 hari kerja dengan waktu pengamatan setiap hari kerja adalah 6 jam. ukuran sampel adalah 50 setiap hari, tingkat keyakinan 99% dan derajat ketelitian 5%. Tentukan kecukupan dan keseragaman data.

Tanggal Pengamatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kondisi Idle	5	6	8	10	7	3	4	5	6	4
Kondisi Kerja	45	44	42	40	43	47	46	45	44	46
Prosentase Idle	0,1	0,12	0,16	0,2	0,14	0,06	0,08	0,1	0,12	0,08
Prosentase kerja	0,9	0,88	0,88	0,8	0,86	0,94	0,92	0,9	0,88	0,92

Prosentase idle = 0,116,

Prosentase kerja ( $p$ ) =  $1 - 0,116 = 0,884$

$k = 99\% = 3$

$S = 0,05$

$N = 500$ ,

$n = 50$

$$N' = \frac{k^2(1-p)}{S^2p} \quad N' = \frac{3^2(1-0,884)}{0,05^2 \cdot (0,884)} = 472,39$$

$$BKA = p + k \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad BKA = 0,884 + 3 \sqrt{\frac{0,884(1-0,884)}{50}} = 1,019$$

$$BKB = p - k \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad BKB = 0,884 - 3 \sqrt{\frac{0,884(1-0,884)}{50}} = 0,748$$

# Daftar Pustaka



- Barnes, R.M., 1968. *Motion and Time Study, Design and Measurement of Work*, John Wiley & Sons. INC, New York.
- Hicks. P.E., 1994, *Industrial Engineering and Management, A New Perspective*, Mc. Graw-Hill, INC., New York.
- Purnomo, Hari. 2003. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sutalaksana. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. ITB, Bandung.
- Syukron, Amin., dan Muhammad Kholil. 2014. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sinulingga, Sukaria. 2008. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.





# Ergonomi dan Produktivitas

Syarif Hadiwijaya



# Pokok Bahasan



- Ergonomi
- Konsep dan Definisi Produktivitas



# Ergonomi

- Ergonomi berasal dari kata Yunani, *ergos* (kerja) dan *nomos* (hukum alam).
- Definisi Ergonomi → “ilmu yang mempelajari meneliti tentang keterkaitan antara orang dengan lingkungan kerja”.
- Secara historis: ilmu ini muncul saat perang dunia ke II, pada waktu itu pemerintahan inggris mempergunakannya pada berbagai operasi militer. Sejarah perang banyak menunjukkan bahwa selama perang berlangsung banyak dijumpai bom-bom dan peluru-peluru tidak mengenai sasaran.
- Hancurnya pesawat terbang, kapal-kapal dan persenjataan lainnya semata-mata karena alat tersebut dirancang tanpa memperhatikan kemampuan dan keterbatasan manusia sebagai operatornya.

# Ergonomi



- Ergonomi mempelajari interaksi antara manusia dengan objek yang digunakannya dan terhadap lingkungan tempat manusia bekerja.
- *Mc. Cormik dan Sanders* mengemukakan salah satu bagian dari aplikasi human factor (ergonomi) adalah *human error*, kecelakaan dan keselamatan kerja.
- Karena manusia sebagai pusat sistem, maka semua perancangan sistem kerja diarahkan pada perancangan yang sesuai dengan manusia itu sendiri.
- Tujuan yang hendak dicapai adalah meningkatkan efektivitas kerja yang dihasilkan oleh sistem kerja dengan tetap memandang manusia sebagai pusat sistem untuk mempertahankan dan meningkatkan unsur kenyamanan dan kesehatan.
- Dalam sebuah penelitian, kesalahan kerja ternyata bukan hanya diakibatkan oleh faktor manusia saja, melainkan dapat diakibatkan oleh kesalahan dalam perancangan ataupun prosedur yang menyebabkan timbulnya kesalahan kerja tersebut.
- Dengan demikian, ergonomi mempunyai peran yang cukup besar dalam menentukan keberhasilan sistem kerja.

# Ergonomi



Teknik Industri:

Design  
Improvement  
Installation

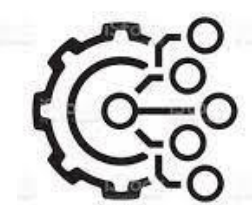


Socio Technical System → Manusia

Tugas



Interaksi



Definisi Ergonomi

“ilmu yang mengurus **interaksi** atau hubungan antara manusia dengan tugas-tugasnya”.

# Ergonomi



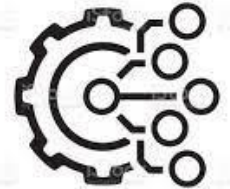
Ada dua kemungkinan saat **Interaksi** antara manusia dengan tugas-tugasnya (teknologi) → **COCOK dan Tidak COCOK**

**Manusia**

**Tugas** → unik/khas



**Interaksi yang cocok**



# Ergonomi



Ada dua kemungkinan saat **Interaksi** antara manusia dengan tugas-tugasnya (teknologi) → **COCOK dan Tidak COCOK**

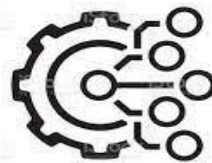
**Manusia**



**Tugas** → unik (nature)



**Interaksi yang cocok**



**Fokus seorang Ergonom.**



**Tugasnya mereduksi bahkan menghilangkan ketidakcocokan menjadi menjadi cocok (fit) antara manusia dan tugas-tugasnya**

Manusia memiliki sisi:

- Kemampuan (kapabilitas)
- Keterbatasan (limitasi)

# Ergonomi



Bagaimana caranya seorang Ergonom/ Engineer dalam mereduksi tugas-tugas agar terjadi kecocokan?

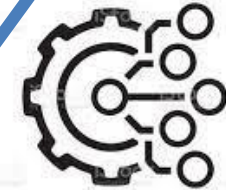
Manusia didalam sistem yang memiliki kapabilitas dan limitasi Dan ada tugas-tugas berbasis teknologi yang memiliki kekhasan tertentu yang kemungkinan juga terjadi ketidaksesuaian diantara keduanya dalam berinteraksi.

Tugas kita sebagai seorang Ergonom adalah melakukan atau men-design intervensi ergonomi terhadap sistem tsb agar ketidaksesuaian bisa di reduksi

**Manusia**



**Tugas**





# Ergonomi



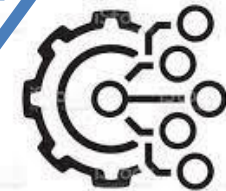
Saat segitiga ini sudah terwujud dalam arti intervensi sudah di design maka terjadilah kesesuaian antara tugas dengan karakteristik manusia yang mengerjakannya, maka ada ada 2 hal yang akan tercapai (tujuan intervensi ergonomic), yaitu:

1. Produktivitas di dalam sistem, termasuk manusia didalamnya akan meningkat.
2. Secara keseluruhan akan timbul improvement terhadap kesejahteraan (well-being) manusia yang ada di dalam sistem tsb.

**Manusia**



**Tugas**



# Ergonomi



## 7 goal Ergonomika, antara lain:

1. Memaksimalkan efisiensi karyawan
2. Memperbaiki kesehatan dan keselamatan kerja
3. Menganjurkan agar bekerja aman, nyaman dan bersemangat
4. Memaksimalkan bentuk kerja yang meyakinkan. (Santoso, 2004)
5. Kesejahteraan fisik dan mental ditingkatkan dengan mencegah cedera dan penyakit terkait pekerjaan, mengurangi beban kerja fisik dan mental, mencari promosi dan kepuasan kerja.
6. Peningkatan kesejahteraan sosial dengan meningkatkan kualitas kontak sosial dan koordinasi kerja yang baik, untuk meningkatkan jaminan sosial baik pada masa usia produktif maupun setelah tidak produktif.
7. Terciptanya keseimbangan rasional aspek teknis, ekonomi, dan antropologis dari setiap sistem kerja yang dilaksanakan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi. (Tarwaka, 2004)

# Ergonomi



## **Manfaat Ergonomika, antara lain:**

1. Pekerjaan meningkat, misalnya kecepatan, akurasi, keamanan dan pengurangan energi saat bekerja
2. Waktu berkurang, begitu pula biaya pelatihan dan pendidikan
3. Optimalisasi Sumber Daya Manusia dengan meningkatkan keterampilan yang diperlukan
4. Efisiensi waktu agar tidak terbuang percuma
5. Kenyamanan karyawan saat bekerja meningkat

Sumber: <https://www.seputarpengetahuan.co.id/2021/04/ergonomi-adalah.html>



# Ergonomi



Secara umum, **prinsip ergonomi** dibedakan menjadi lima yakni:

- 1. Kegunaan (Utility);** Prinsip kegunaan memiliki arti bahwa setiap produk yang dihasilkan memiliki manfaat bagi seseorang dalam menunjang kegiatan atau kebutuhan secara maksimal tanpa mengalami kesulitan atau kendala dalam penggunaannya. Misalnya prinsip ergonomis yaitu kemeja yang dikancingkan agar lebih mudah dipasang dan dilepas.
- 2. Keamanan (Safety);** Prinsip keamanan berarti setiap produk memiliki fungsi yang bermanfaat tanpa membahayakan keselamatan atau kehilangan penggunaannya. Misalnya saku baju diberi penutup dan kancing agar benda yang dimasukkan tidak mudah jatuh.



# Ergonomi



- 3. Kenyamanan (Comfortability);** Prinsip kenyamanan artinya produk yang dihasilkan mempunyai tujuan yang konsisten atau tidak mengganggu aktivitas dan juga diupayakan untuk menunjang aktivitas seseorang. Misalnya kain yang dipilih dari serat yang lembut, sejuk dan bisa menyerap keringat.
- 4. Keluwesan (Flexibility);** Berarti ergonomi dapat digunakan untuk berbagai kondisi atau fungsi. Misalnya kemeja diberi saku agar bisa menyimpan barang-barang kecil.
- 5. Kekuatan (Durability);** Prinsip kekuatan artinya harus awet dan tahan lama serta tidak mudah rusak saat digunakan. Misalnya adalah bahan pakaian yang tahan lama dan dijahit dengan kuat.

# Framework - Ergonomi



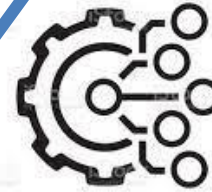
## Manusia

- Kapabilitas
- Limitasi

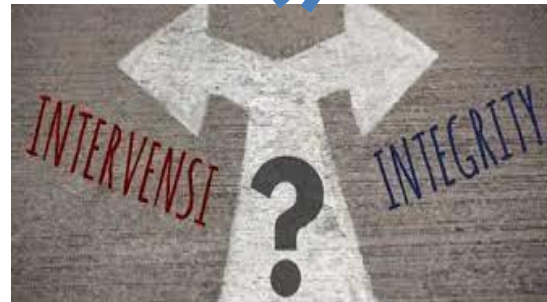


## Tugas

- Karakteristik
- Kebutuhan



**Goals:**  
Productivity  
Well-being



## Intervensi:

- Pre design
- Peralatan
- SOP
- Training
- Recruitment

# Contoh 1 – Pertandingan F1

## Ergonomi fisik



### Kemampuan

Selain superman atau flash, adakah manusia yg mampu menjalankan tugas itu?

### Tugas:

Ada crew yg tugasnya buka baut, jumlah bautnya ada lima, total waktu yang disediakan 60 detik

Interaksi gk cocok,

Butuh...

### Intervensi:

- Tool khusus (600 rpm)
- Recruitment khusus-eks atlet
- latihan

# Contoh 2 – Operator Sonar Kapal Selam

## Ergonomi Koognitif



### Keterbatasan:

Capek, jenuh broh...!  
Lupa salah interpretasi

Interaksi gk cocok,  
Butuh...

### Tugas:

Mantengin display dan dengerin suara-suara aneh-12 jam sehari. Menginterpretasikan gambar dan suara aneh itu dengan cepat dan tepat.

### Intervensi:

- Tool khusus (signal processor, pattern recognition)
- Kerja tandem
- Recruitment khusus – AL
- Latihan dan latihan





# Socio Technical Systems



# Konsep dan Definisi Produktivitas



## Definisi Produktivitas:

“adalah merupakan suatu konsep sistem, dimana proses **produktivitas** dalam wujudnya diekspresikan sebagai **rasio yang merefleksikan** bagaimana memanfaatkan **sumber daya** yang ada secara efisien untuk **menghasilkan keluaran**”. (Kopelman).

“Produktivitas sebagai rasio antara output yang dihasilkan per unit dari sumber daya yang dikonsumsi dalam suatu proses produksi”. (Gordon K.C)

Secara umum, Produktivitas dapat diartikan sebagai rasio atau **perbandingan antara sejumlah output (keluaran) dengan sejumlah input (masukan).**

# Konsep dan Definisi Produktivitas



Suatu industri dikatakan produktivitas tinggi jika dapat memanfaatkan sumber daya secara **efektif** dan **efisien**.

**Efisien** dapat diartikan sebagai usaha pengelolaan sumber daya yang maksimal, sedangkan **Efektif** ditekankan pada pencapaian hasil/keluaran.

Jadi, produktivitas dapat dikatakan sebagai perpaduan antara efisiensi dan efektivitas.



$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

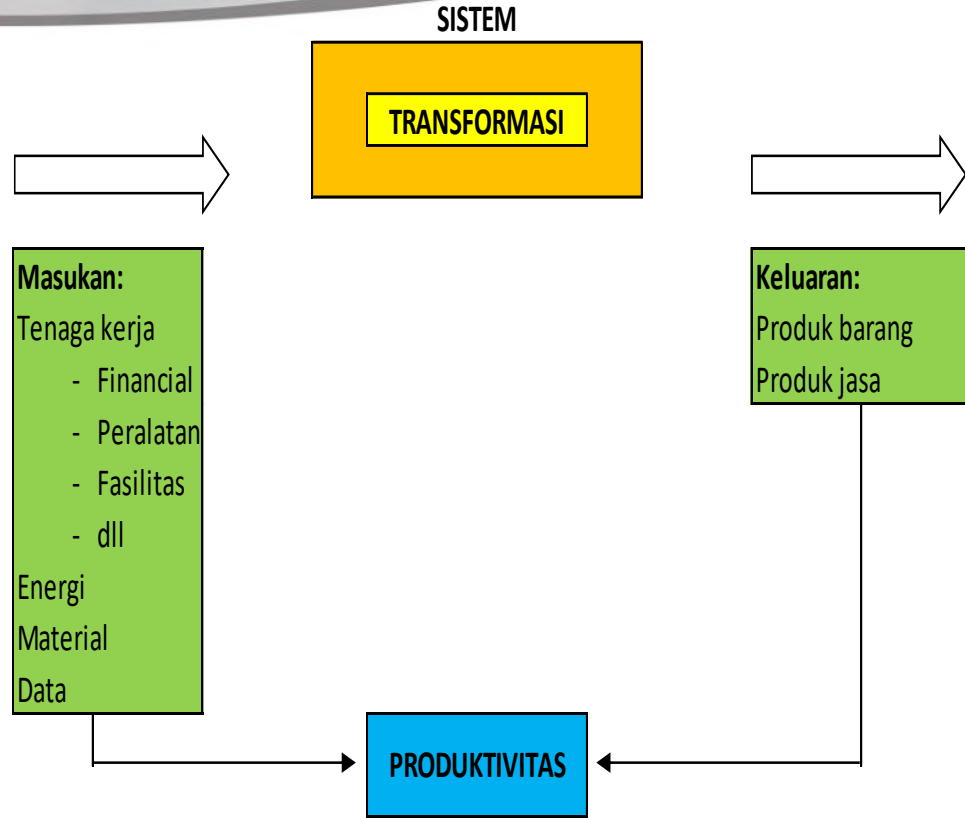


# Konsep dan Definisi Produktivitas



**Sumber daya** sebagai masukan dalam sistem produksi terdiri dari tenaga kerja, modal (fisik dan financial), energi, bahan baku, data, dll.

Dalam sistem produksi, input-input tsb diubah menjadi keluaran berupa produk atau jasa.



# Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas



- **Faktor internal;** segala sumber daya yang ada didalam sistem, organisasi dan manajemen, kepemimpinan dan teknologi.
  - **Faktor eksternal;** antara lain pasar dari produk atau jasa, iklim investasi, peraturan birokrasi, stabilitas keamanan, dll.
2. **Faktor manusia;** pada bidang-bidang tertentu dimana perkembangan kemampuan teknologi relatif kecil, sedangkan faktor manusia sebagai unsur utama justru lebih besar peranannya dalam sistem produksi, maka usaha perbaikan produktivitas lebih di tekankan pada faktor manusia.

Secara garis besar, produktivitas kerja banyak dipengaruhi oleh 2 faktor utama, yaitu:

1. **Faktor teknis;** segala hal yang berkaitan dengan penggunaan sumber daya (selain SDM) dalam suatu proses produksi yang **bertujuan** untuk mencapai tingkat produksi yang lebih baik. Termasuk didalamnya penggunaan fasilitas produksi yang modern, penerapan metode kerja yang efektif dan efisien, penjadwalan produksi serta pengaturan bahan baku yang ekonomis.
- 2 hal penting dalam diri manusia sebagai faktor yang mempengaruhi produktivitas, yaitu:
- Kemampuan pekerja (*ability*); ini ditentukan oleh tingkat pendidikan dan pengalaman kerja.
  - Motivasi kerja.



# Pengukuran Produktivitas



**Dalam** menghasilkan keluaran diperlukan lebih dari satu macam masukan, sehingga terdapat macam-macam pengukuran produktivitas, yaitu

1. **Partial Productivity**; adalah rasio antara keluaran (*output*) dengan salah satu masukan (*input*) saja. Misalnya yang dihitung hanya tenaga kerja atau modal atau bahan baku saja.
2. **Multifactor Productivity**; rasio antara keluaran dengan lebih dari satu macam sumber daya.
3. **Total Productivity**: rasio antara keluaran dengan semua masukan.

ada juga yang membagi pengukuran produktivitas menjadi 2 kategori, yaitu:

1. **Rasio Produktivitas Statis**; perbandingan keluaran dengan keluaran pada periode waktu yang sama.
2. **Index Produktivitas Dinamis**; index yang menggambarkan perubahan tingkat produktivitas dari satu periode ke periode berikutnya.

# Contoh Soal Produktivitas



Suatu kelompok kerja terdiri dari 8 tenaga kerja, pada bulan pertama mampu menghasilkan produk sebesar 900 unit. Dalam satu bulan, mereka bekerja selama 25 hari, tiap hari bekerja 8 jam. bahan baku yang digunakan dalam proses produksi adalah 400 unit.

Pada bulan berikutnya mereka bekerja hanya 20 hari dalam sebulan, namun mereka menghasilkan produk sebesar 1000 unit. Sedangkan bahan baku meningkat menjadi 500 unit.

**Jawaban:**

**a. Produktivitas pada bulan pertama.**

Produktivitas dilihat dari tenaga kerja saja adalah:

$$\text{Produktivitas} = \frac{900}{8} = 112,5$$

Produktivitas dilihat dari jumlah jam kerja yang digunakan.

$$\text{Produktivitas} = \frac{900}{8 \times 25 \times 8} = \frac{900}{1600} = 0,562$$

Produktivitas Multifaktor:

$$\text{Produktivitas} = \frac{900}{8 + 400} = 2,205 \text{ atau}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{900}{1600 + 400} = 0,45$$

**b. Produktivitas pada bulan kedua:**

Produktivitas dilihat dari tenaga kerja saja adalah:

$$\text{Produktivitas} = \frac{1000}{8} = 125$$

Produktivitas dilihat dari jumlah jam kerja yang digunakan.

$$\text{Produktivitas} = \frac{1000}{8 \times 20 \times 8} = \frac{1000}{1280} = 0,781$$

# Contoh Soal Produktivitas-lanjutan



Produktivitas Multifaktor:

$$\text{Produktivitas} = \frac{1000}{8 + 500} = 1,96 \text{ atau}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{1000}{1280 + 500} = 0,562$$

c. **Indeks Produktivitas Dinamis (faktor parsial):**

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Prod.parsial bulan ke-2}}{\text{Prod.parsial bulan ke-1}} \times 100$$

$$= \frac{125}{112,5} \times 100 = 111. \text{ atau}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Prod.parsial bulan ke-2}}{\text{Prod.parsial bulan ke-1}} \times 100$$

$$= \frac{0,281}{0,562} \times 100 = 139$$

Data pengukuran produktivitas diatas dapat ditabulasikan sbb:

		Bulan I		Bulan II	
		Jumlah	Indeks	Jumlah	Indeks
1	Input, units	900	-	1000	111
2	Input, tenaga kerja (TK)	8	-	8	100
3	Input, jam kerja (JK)	1600	-	1280	80
4	Input, Material (MT)	400	-	500	125
Rasio produktivitas parsial					
5	Output per tenaga kerja	112,5	-	125	111
6	Output per jam kerja	0,5625	-	0,781	139
7	Output per unit material	2,25	-	2	88
Rasio produktivitas multifaktor					
8	Output per TK + MT	2,205	-	1,968	
9	Output per JK + MT	0,45	-	0,562	



# Daftar Pustaka



- <https://www.arsitur.com/2017/10/penerapan-ergonomi-dalam-perancangan.html>
- <https://www.seputarpengetahuan.co.id/2021/04/ergonomi-adalah.html>
- Mc. Cormick, E.,J., 1979. *Human Factor in Engineering and Design*, Mc-Graw-Hill. New Delhi.
- Nurmianto, E., 1996. *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*. PT. Guna Widya, Jakarta.
- Purnomo, Hari. 2003. *Pengantar Teknik Industri*. Graha Ilmu. Yogyakarta:.
- Sink, D.S., 1985, *Productivity Management: Planning, Measurement and Evaluation, Control and Improvement*. Jhon Wiley & Sons, New York.
- Susanti, Lusi., Hilma, R.Z., dan Berry Yuliandra. 2015. *Pengantar Ergonomi Industri*. Andalas University Press. Padang.
- Sutalaksana. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. ITB, Bandung.
- Syukron, Amin., dan Muhammad Kholil. 2014. *Pengantar Teknik Industri*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Sinulingga, Sukaria. 2008. *Pengantar Teknik Industri*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Graha Ilmu. Yogyakarta.



# Systems Thinking

Syarif Hadiwijaya

# Pokok Bahasan



- Sistem dalam perspektif teknik industri
- Definisi systems thinking
- Prinsip-prinsip dasar systems thinking

# Sistem Dalam Perspektif Teknik Industri

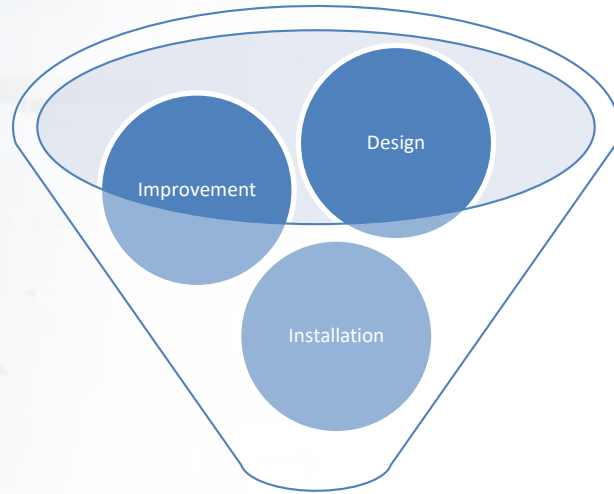


## Mengapa penting?

Pengertian Teknik Industri menurut IIE (Institute of Industrial Engineering)

*“Industrial Engineering is concerned with the **design, improvement, and installation** of **integrated system** of people, materials, information, equipment and energy. It draw upon specialized knowledge and skill in the mathematical, physical, and social science together with the principle and method of engineering analysis and design to specify, predict and evaluate the result to be obtained from such system”.*

# Sistem Dalam Perspektif Teknik Industri

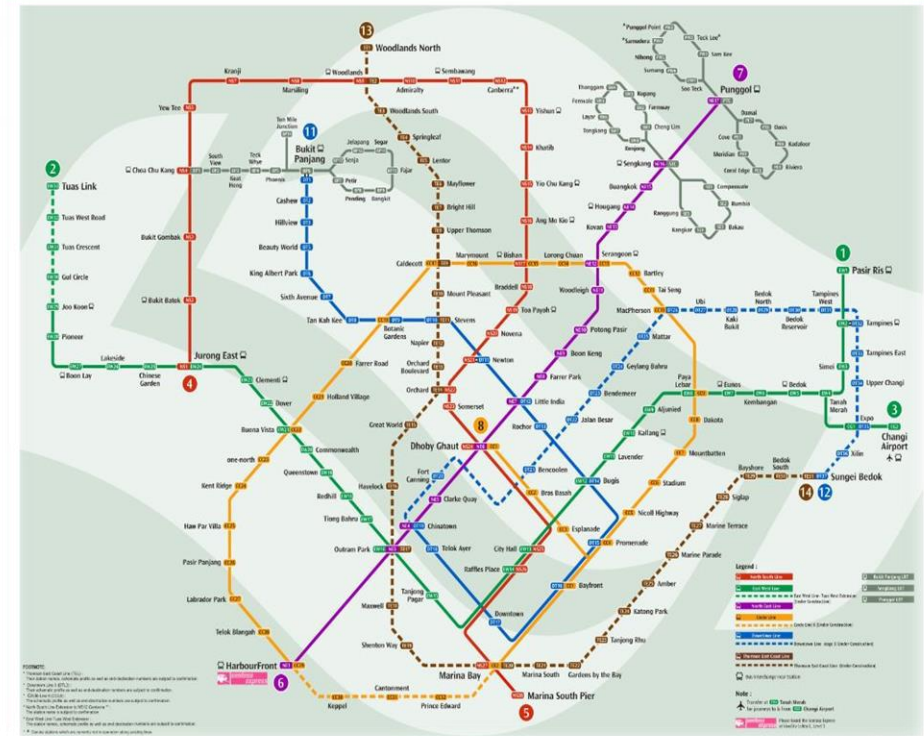


Integrated System



Systems Thinking → Socio Technical System

# Contoh Hasil Karya IE Yang Menerapkan Systems Thinking



© 2011 Singapore Land Transport Authority. All rights reserved. This map is for informational purposes only. The actual layout of the rail network is subject to change without notice. For more information, please visit the Singapore Land Transport Authority website.

# Definisi Sistem Menurut Para Ahli



1. Menurut Fat pengertian sistem adalah “suatu himpunan suatu benda nyata atau abstrak (*a set of think*) yang terdiri dari bagian-bagian atau komponen-komponen yang saling berkaitan, berhubungan, berketergantungan, saling mendukung , yang secara keseluruhan bersatu dalam kesatuan (*unity*) untuk mencapai tujuan tertentu secara efisien dan efektif”.
2. Menurut Indrajit (2001: 2) sistem adalah “kumpulan-kumpulan dari komponen-komponen yang dimiliki unsur keterkaitan antara satu dengan yang lainnya”.
3. Menurut Murdick, R,G (1991: 27) sistem adalah “seperangkat elemen yang membentuk kumpulan atau prosedur-prosedur/ yang mencari suatu tujuan tertentu”.
4. Menurut Lani Sidharta (1995: 9) sistem adalah “himpunan dari bagian-bagian yang saling berhubungan yang secara bersama-sama mencapai tujuan yang sama”.
5. Sistem adalah “suatu kesatuan yang terdiri atas komponen atau elemen yang dihubungkan bersama untuk memudahkan aliran informasi, materi, atau energi untuk mencapai suatu tujuan”. (sumber: Wikipedia).

## Ciri-ciri sistem:

1. Memiliki tujuan/ fungsi khusus
2. Adanya komponen (unsur-unsur atau subsistem didalamnya)
3. Adanya interaksi antar komponen tsb



# Contoh Sistem

Contoh: Taman safari → Cara pandang (System thinking)

## 1. Memiliki tujuan/ fungsi khusus

- ✓ Kawasan konservasi
- ✓ Wisata
- ✓ Edukasi
- ✓ Sustainable business

## 2. Adanya komponen (unsur-unsur atau subsistem didalamnya)

- ✓ Hewan yang dilindungi
- ✓ Tumbuh-tumbuhan
- ✓ Manusia (pekerja maupun pengunjung)
- ✓ Teknologi (dilengkapi dengan remote control dan otomasi, cctv)

## 3. Adanya interaksi antar komponen tsb

Interaksi hewan dengan hewan, hewan dengan manusia, hewan dengan tumbuhan





# Systems Thinking

Definisi System Thinking menurut Peter M Senge

“systems thinking is a discipline for seeing wholes. It is a framework for seeing interrelationships rather than things, for seeing patterns of change rather than static “snapshots”.



# Sistems Thinking

Cara pandang kita saat merancang atau mengevaluasi sesuatu sebagai sebuah sistem.

- Keseluruhan bukan parsial
  - Keterkaitan antar komponen
  - Pola perubahan yang muncul
- (Peter M Senge).

Ketika sudah memahami cara pandang kita, maka pada disiplin teknik industri terdapat systems engineering. Didalamnya banyak sekali metode-metode yang menggunakan perspektif system thinking dan system engineering.

Teman-teman silahkan lihat kurikulum TI maka banyak sekali matkul terkait “sistem”.

Setelah lulus → qualified systems thinker and qualified system engineering

# Sistems Thinking



Sebagai seorang systems thinker, teman-teman selalu melihat sesuatu itu dengan:

- Selalu melihat sesuatu secara keseluruhan bukan parsial (helicopter view)
- Selalu melihat/observasi sesuatu secara Keterkaitan antar komponen-komponen didalam sistem.
- Selalu melihat dari dampak interaksi tersebut muncul pola-pola perubahan atau tidak didalam sistem.

# Prinsip-prinsip Systems Thinking



## Sistem: Prinsip #1

**“The whole is more than the sum of the parts” – Aristotle**

“keseluruhan itu lebih dari (tidak hanya sekedar) penjumlahan dari bagian-bagiannya”



# Contoh Sistem Transportasi



**Emergent properties:** fenomena yg muncul saat melihat sebuah sistem, tapi tidak menemukan pada subsistem.

**System of Systems:** sistem yg terdiri dari sistem-sistem lain.



# Prinsip-prinsip Systems Thinking



**Sistem: Prinsip #2  
Sinergi**



# Prinsip-prinsip Systems Thinking



## Sistem: Prinsip #3 Integrasi



# Prinsip-prinsip Systems Thinking



Contoh **Berfikir Parsial**



Sit down, you're rocking the boat





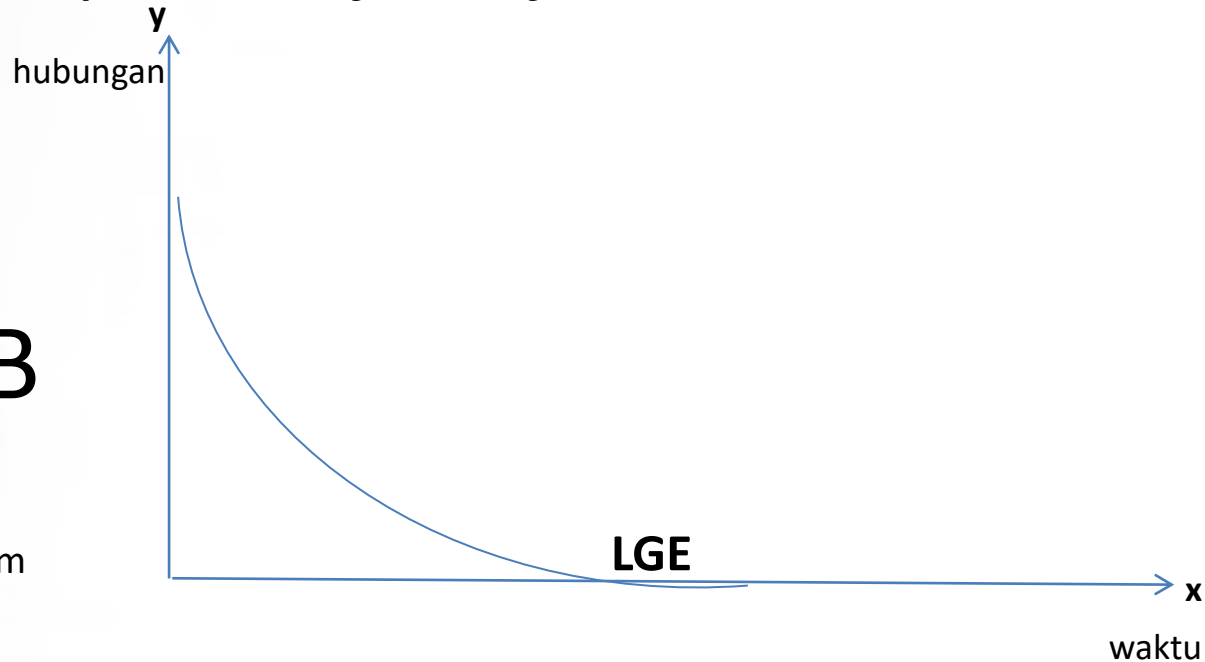
# Prinsip-prinsip Systems Thinking

## Sistem: Prinsip #4 Keterkaitan

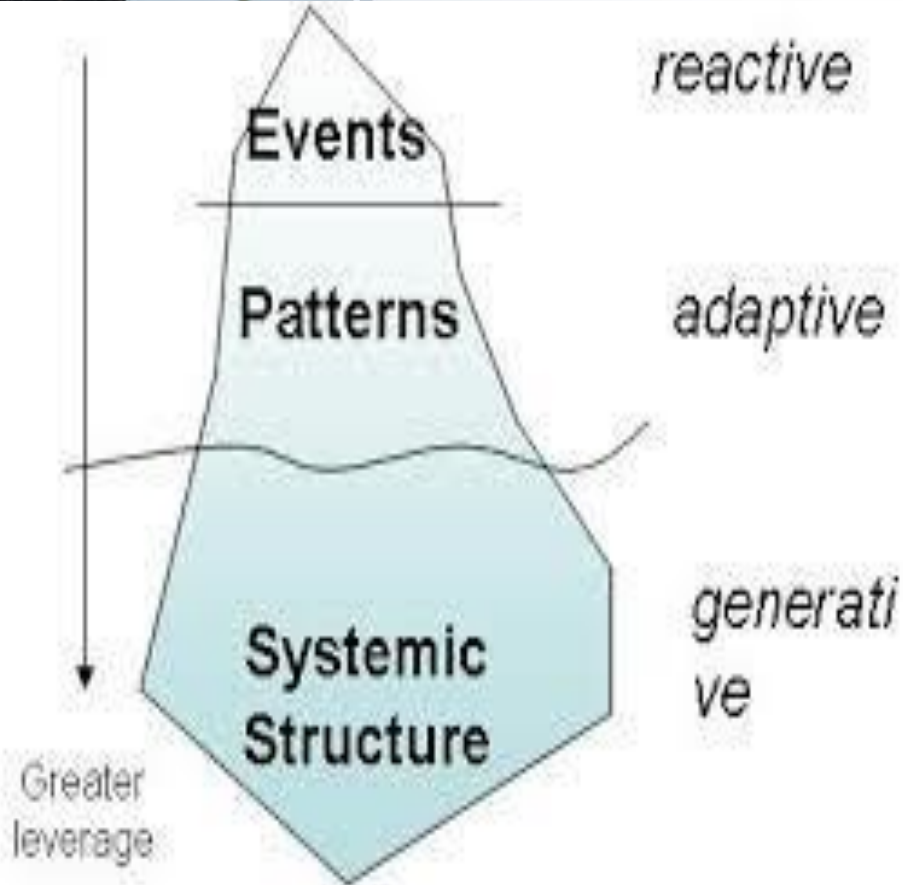
Contoh: ABG pacaran jarak jauh



Dinamika sistem



# Prinsip-prinsip Systems Thinking



## Sistem: Prinsip #5 – Fenomena Gunung Es

Tiga level kedalaman pada gunung es

1. Events (kejadian); → snapshot
2. Patterns (pola); rentetan kejadian-kejadian yg ada → antisipatif
3. Systemic structure; → ada apa atau keterkaitan seperti apa komponen-komponen didalam sistem tsb.

Semakin mendalam, maka solusi yang didapat itu lebih efektif.

# Prinsip-prinsip Systems Thinking



Komik Dilbert ditinjau dari prinsip ke-5 systems thinking, sebagai bacaan teman-teman.

# Daftar Pustaka



- Antonio, Harianto., & Novi Safriadi/ (2012). Rancang bangun sistem informasi administrasi informatika (SI-ADIF), Jurnal ELKHA Vol4, No 2.
- Mc. Cormick, E.,J., 1979. *Human Factor in Engineering and Design*, Mc-Graw-Hill. New Delhi.
- Nurmianto, E., 1996. Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya. PT. Guna Widya, Jakarta.
- Purnomo, Hari. 2003. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta:.
- Tamin, Ofyar, Z., & Russ Bona Frazila. (1997). Penerapan konsep interaksi tata guna lahan-Sistem transportasi dalam perencanaan sistem jaringan transportasi, Jurnal perencanaan wilayah, 8(3), 11-18.
- Ricardianto, et all (2017). Soft system methodology pada pengembangan bandar udara provinsi Sulawesi barat. Jurnal Manajemen Transportasi dan Logistik, ISSN 2355-4721.
- Sink, D.S., 1985, *Productivity Management: Planning, Measurement and Evaluation, Control and Improvement*. Jhon Wiley & Sons, New York.
- Susanti, Lusi., Hilma, R.Z., dan Berry Yulindra. 2015. Pengantar Ergonomi Industri. Andalas University Press. Padang.
- Sutalaksana. 1979. Teknik Tata Cara Kerja. ITB, Bandung.
- Syukron, Amin., dan Muhammad Kholil. 2014. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Sinulingga, Sukaria. 2008. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. Pengantar Teknik dan Manajemen Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [https://www.youtube.com/watch?v=KPgRXiCR\\_ek&list=PLGM44TU1od7Ew7FBM8tN989bLQL2czfug&index=14](https://www.youtube.com/watch?v=KPgRXiCR_ek&list=PLGM44TU1od7Ew7FBM8tN989bLQL2czfug&index=14)



# Perencanaan dan Pengawasan Operasi

Syarif Hadiwijaya



# Pokok Bahasan

- Peramalan (*forecasting*)
- Perencanaan Operasi
- Pengawasan dan Perencanaan Persediaan
- Material Requirement Planning (MRP)
- Keseimbangan Lintasan (*Line Balancing*)
- Konsep Just in Time





# Peramalan (*Forecasting*)



**Definisi Peramalan:** “Estimasi/ perkiraan tingkat permintaan suatu produk untuk periode yang akan datang”.

1. Forecasting dimaksudkan untuk memperkirakan sesuatu pada waktu yang akan datang berdasarkan data penjualan masa lampau yang dianalisis dengan cara tertentu.
2. Data peramalan masa lampau dapat memberikan pola pergerakan atau pertumbuhan permintaan pasar.
3. dalam peramalan, perubahan-perubahan penjualan harus selalu diketahui dan dimonitor.

Terdapat 3 macam pengaruh yang dapat mengakibatkan fluktuasi penjualan, yaitu:

1. Pengaruh trend jangka panjang; baik positif maupun negatif.
2. Pengaruh musiman; musiman merupakan permintaan tertentu yang terjadi setiap periode tertentu. Pengaruh musiman menyebabkan fluktuasi penjualan dan membentuk pola musiman.
3. Pengaruh cycles/ konjungtur; gejala fluktuasi perekonomian jangka panjang. Pengaruh ini sulit ditentukan bila rentang waktu tidak diketahui atau akibat siklus tidak dapat ditentukan.



# Peramalan (*Forecasting*)



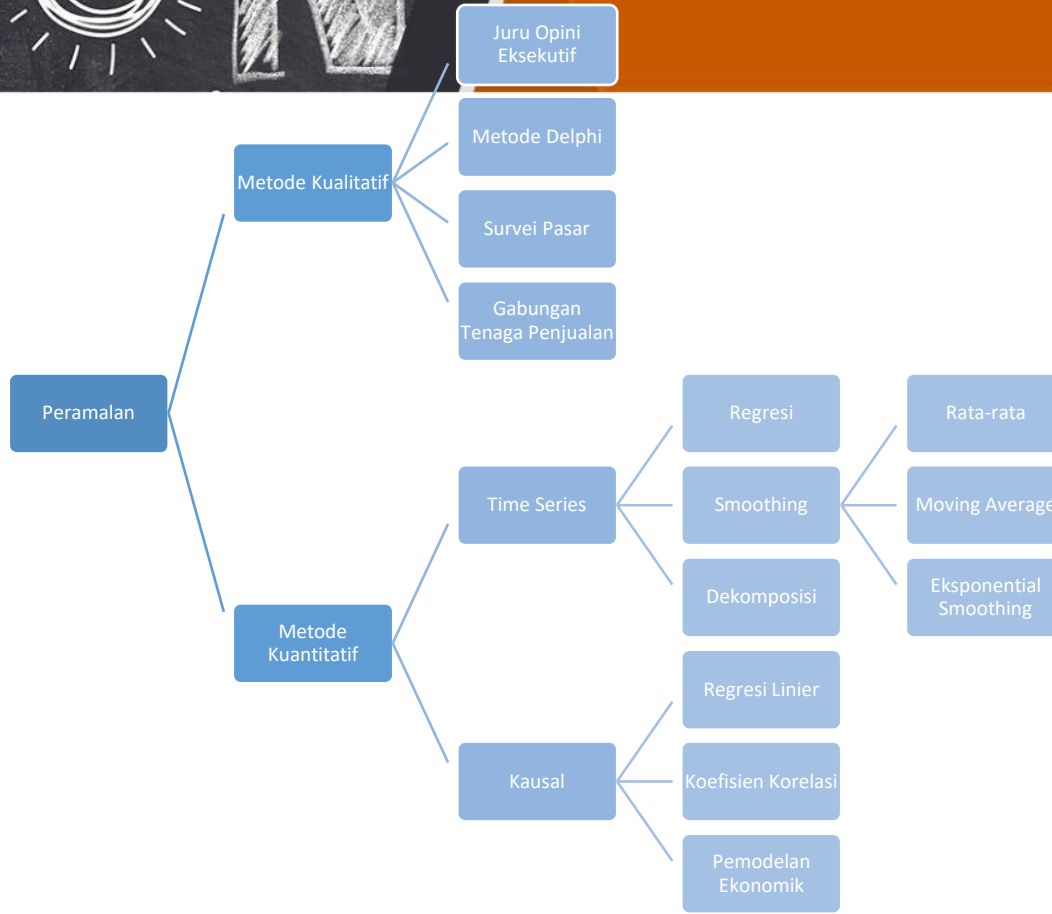
## Peran Peramalan:

1. **Penjadwalan sumber daya yang ada.** Penggunaan sumber daya yang efisien memerlukan penjadwalan produksi, transportasi, kas, personalia, dll. Input yang penting untuk penjadwalan sprt itu adalah ramalan tingkat permintaan untuk produk, bahan, tenaga kerja, finansial, atau jasa pelayanan.
2. **Penyediaan sumber daya tambahan.** Waktu tenggang (*lead time*) untuk memperoleh bahan baku, menerima pekerja baru atau membeli mesin dan peralatan dapat berkisar antara beberapa hari sampai beberapa tahun.
3. **Penentuan sumber daya yang diinginkan.**





# Metode Peramalan





# Metode Peramalan – Regresi Linier



## 1. Regresi Linier

Dalam metode regresi linier, pola hubungan antara suatu variabel yang mempengaruhinya dapat dinyatakan dengan suatu garis lurus.

Rumus:

$$Y = a + bx$$

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

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

Dengan:

Y = besarnya nilai yang diramal/ variabel tidak bebas

a = nilai trend pada periode dasar

b = tingkat perkembangan nilai yang diramal

x = unit tahun yang dihitung dari periode dasar/ variabel bebas.



# Metode Peramalan – Regresi Linier



Contoh:

Data penjualan produk “Z” PT. Wangsa Sharga seperti pada tabel berikut, kemudian PT. Wangsa Sharga ingin meramal penjualan pada periode ke 11, 12, 13 dan 14.

	Penjualan (Y)	Periode (X)	X <sup>2</sup>	XY
	45	1	1	45
	35	2	4	70
	30	3	9	90
	50	4	16	200
	40	5	25	200
	60	6	36	360
	30	7	49	210
	45	8	64	360
	55	9	81	495
	65	10	100	650
Jumlah	455	55	385	2680
Slope	$b = \frac{10(2680) - (455)(55)}{10(385) - (55)(55)} = 2,15$			
Intersep	$a = \frac{455}{10} - 2,15 \frac{55}{10} = 33,675$			

Persamaan garis regresi adalah:  
 $Y = 33,675 + 2,15 (X)$   
 $Y_{11} = 33,675 + 2,15 (11) = 57,325$   
 $Y_{12} = 33,675 + 2,15 (12) = 59,475$   
 $Y_{13} = 33,675 + 2,15 (13) = 61,625$   
 $Y_{14} = 33,675 + 2,15 (14) = 63,775$



# Metode Peramalan – Single Moving Average



## 2. Metode Rata-rata Bergerak Tunggal (*Single Moving Average*)

Definisinya “suatu metode peramalan yang dilakukan dengan mengambil sekelompok nilai pengamatan, mencari rata-rata tersebut sebagai ramalan untuk periode yang akan datang”.

Untuk menghilangkan atau mengurangi acakan (*randomness*) dalam deret waktu.

- Rasio rata-rata bergerak mula-mula memisahkan unsur trend siklus dari data dengan menghitung rata-rata bergerak yang jumlah unsurnya sama dengan panjang musiman.
- Nilai rata-rata baru dapat dihitung dengan membuang nilai observasi yang paling lama dan memasukan nilai observasi baru.
- Rata-rata bergerak ini kemudian menjadi ramalan untuk periode yang akan datang.

Rumus:

$$F_{t+1} = \sum_{i=1}^t X_i / t$$

$$F_{t+2} = \sum_{i=2}^{t+1} X_i / t$$

$$F_{t+3} = \sum_{i=1}^{t+2} X_i / t \text{ dan seterusnya.}$$

Dengan:

$F_{t+1}$  = peramalan pada periode  $t+1$

$X_i$  = nilai actual

$t$  = periode rata-rata bergerak.



# Metode Peramalan –

## Contoh Soal: Single Moving Average



Bulan	Data	Rata-rata Bergerak Tiga Bulanan	Rata-rata Bergerak Lima Bulanan
1	386	-	
2	340	-	
3	390	-	
4	368	372	
5	425	366	
6	440	394,3	381,8
7	410	411	392,6
8	466	425	406,6
9	330	438,7	421,8
10	350	402	414,2
11	375	382	399,2
12	380	351,7	386,2



# Metode Peramalan – Single Exponential Smoothing



## 3. Pemulusan Eksponensial Tunggal (Single Exponential Smoothing)

“Exponential Smoothing adalah metode perkiraan data waktu untuk data yang bervariasi yang bisa diperluas untuk mendukung data dengan tren sistematis atau komponen musiman”.

- Metode ini pertama kali dikembangkan oleh para ahli Operational Research pada akhir tahun 1950.
- Exponential smoothing menunjukkan adanya karakter dari smoothing dengan menambahkan suatu faktor yaitu smoothing constant (konstanta pemulusan) dengan symbol alpha ( $\alpha$ ).

Rumus:

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

Dengan:

$F_{t+1}$  = peramalan untuk periode mendatang

$X_t$  = nilai actual terbaru

$F_t$  = peramalan terakhir

$\alpha$  = konstanta pemulusan



# Metode Peramalan – Single Exponential Smoothing



## Contoh

Diketahui data historis selama 12 bulan seperti pada tabel berikut,  $\alpha = 0,2$  maka hasil pemulusan eksponensial adalah sebagai berikut:

Periode n (1)	Aktual A (2)
1	32
2	56
3	48
4	63
5	35
6	47
7	49
8	57
9	62
10	65
11	58
12	53
13	?

Cara menghitungnya yakni dengan menjumlahkan keseluruhan data permintaan kemudian dibagi dengan banyaknya periode yang ada, dimana total keseluruhan permintaan adalah 625 dibagi banyaknya periode sebanyak 12 periode sehingga,

- $F(1) = 625/12 = 52,08$
- $F_2 = 52,08 + 0,2 \times (32 - 52,08) = 48,07$
- $F_3 = 48,07 + 0,2 \times (56 - 48,07) = 49,65$
- $F_4 = 49,65 + 0,2 \times (48 - 49,65) = 49,32$
- $F_5 = 49,32 + 0,2 \times (63 - 49,32) = 52,06$
- $F_6 = 52,06 + 0,2 \times (35 - 52,06) = 48,65$
- $F_7 = 48,65 + 0,2 \times (47 - 48,65) = 48,32$
- $F_8 = 48,32 + 0,2 \times (49 - 48,32) = 48,45$
- $F_9 = 48,45 + 0,2 \times (57 - 48,45) = 50,16$
- $F_{10} = 50,16 + 0,2 \times (62 - 50,16) = 52,53$
- $F_{11} = 52,53 + 0,2 \times (65 - 52,53) = 55,02$
- $F_{12} = 55,02 + 0,2 \times (58 - 55,02) = 55,62$
- $F_{13} = 55,62 + 0,2 \times (53 - 55,62) = 55,10$



# Metode Peramalan – Single Exponential Smoothing



<b>Periode n (1)</b>	<b>Aktual A (2)</b>	<b>Forecast F(3)</b>
1	32	52,08
2	56	48,07
3	48	49,65
4	63	49,32
5	35	52,06
6	47	48,65
7	49	48,32
8	57	48,45
9	62	50,16
10	65	52,53
11	58	55,02
12	53	55,62
13	?	55,10





# Perencanaan Operasi

GOALS  
STRATEGY  
PROJECT  
RISKS  
COSTS  
EXECUTE  
PLANNING





# Perencanaan Operasi



Perencanaan operasi digunakan untuk mengetahui jumlah barang yang harus diproduksi dengan didasarkan pada hasil peramalan dan persediaan yang ada.

Perencanaan operasi merupakan pegangan untuk merancang jadwal untuk produksi.

## Peramalan → Perencanaan operasi → Penjadwalan produksi

Fungsi perencanaan operasi:

1. Menjamin rencana penjualan dan rencana produksi konsisten terhadap terhadap rencana strategi perusahaan.
2. Menjamin kemampuan produksi konsisten terhadap rencana produksi
3. Sebagai alat monitor hasil produksi actual terhadap rencana produksi.

3. Mengatur persediaan produk jadi untuk mencapai target produksi dan rencana produksi.
4. Mengarahkan penyusunan dan pelaksanaan jadwal induk produksi

Untuk melakukan perencanaan produksi dapat dilakukan beberapa strategi:

1. Dengan mengendalikan persediaan; pengadaan persediaan dapat dilakukan pada saat kapasitas produksi dibawah permintaan (demand) dan digunakan pada saat berada diatas kapasitas produksi.
2. Dengan mengendalikan jumlah tenaga kerja; perubahan jumlah TK dapat dilakukan sesuai dengan laju produksi yang diinginkan.
3. Mengadakan subkontrak; untuk menaikkan kapasitas perusahaan pada saat perusahaan dalam keadaan sibuk maka perusahaan dapat melakukan subkontrak yang bersifat jangka pendek.
4. Mempengaruhi permintaan; pada saat tertentu dapat dilakukan potongan harga atau pemberian hadiah atau layanan khusus lainnya.



# Metode Perencanaan Operasi



## 1. Metode Kualitatif; Contoh soal- Hasil Peramalan

seperti rasio persediaan, konsensus manajemen, grafik, dll.

Bulan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peramalan	103	117	115	121	123	109	89	74	71	73	81	98
Kumulatif	103	220	235	456	579	688	777	851	922	995	1076	1176

## 2. Metode Kuantitatif;

seperti heuristic, model matematik, simulasi, dll.



# Metode Perencanaan Operasi



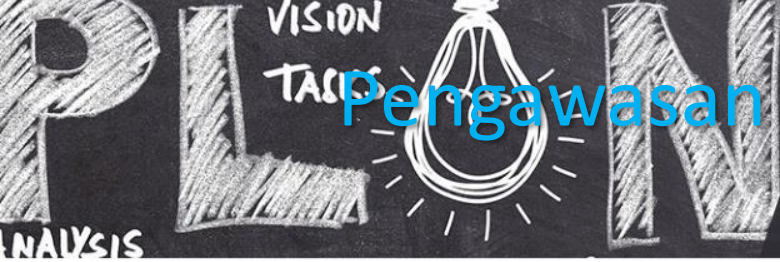
Berdasarkan hasil peramalan kita akan melakukan rencana produksi untuk 12 periode.

Bulan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peramalan	103	117	115	121	123	109	89	74	71	73	81	98
Kumulatif	103	220	235	456	579	688	777	851	922	995	1076	1176

## Rencana Produksi

Bulan	Peramalan	Kumulatif	Rencana Produksi 1			Rencana Produksi 2		
			Persediaan Awal	Produksi	Persediaan Akhir	Persediaan Awal	Produksi	Persediaan Akhir
1	103	103	340	70	307	100	120	117
2	117	220	307	70	260	117	120	120
3	115	335	260	70	215	120	120	125
4	121	456	215	70	164	125	120	124
5	123	579	164	70	111	124	120	121
6	109	688	111	70	72	121	120	132
7	89	777	72	70	53	132	60	103
8	74	851	53	70	49	103	60	89
9	71	922	49	70	48	89	60	78
10	73	995	48	70	45	78	60	65
11	81	1076	45	70	34	65	60	44
12	98	1174	34	70	6	44	60	6

Perhitungannya : persediaan awal + produksi – peramalan = persediaan akhir =  $340+70-103 = 307$ , dst



# Pengawasan & Perencanaan Persediaan



Persediaan adalah sumber daya tertahan yang digunakan untuk proses lebih lanjut.

Sumber daya tertahan ini dimaksudkan untuk mengatur kegiatan produksi pada sistem manufaktur atau nonmanufaktur.

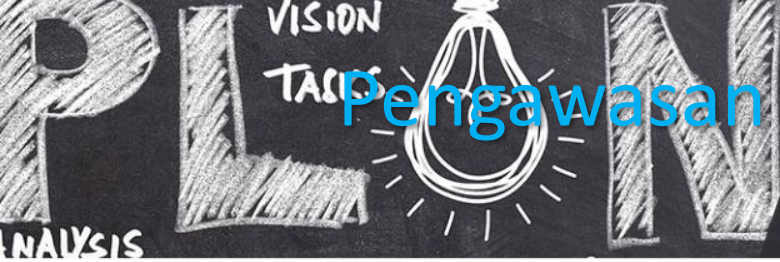
Persediaan meliputi: sejumlah bahan-bahan atau parts yang disediakan dan bahan-bahan dalam proses yang terdapat dalam perusahaan untuk proses produksi, serta bahan jadi untuk memenuhi permintaan konsumen.

## Fungsi persediaan:

1. Sebagai penyangga, penghubung antar proses produksi dan distribusi untuk memperoleh efisiensi
2. Sebagai stabilisator harga terhadap fluktuasi permintaan.

**Komponen biaya dalam rangka menentukan persediaan.**

1. Biaya pembelian; biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang persediaan.
2. Biaya pengadaan; dibedakan atas 2 jenis, yaitu: biaya pemesanan (ordering cost) adalah jika barang yang diperlukan diperoleh dari pihak luar (supplier), dan biaya persiapan (setup cost).
3. Biaya penyimpanan; adalah biaya yang terkait dengan penyimpanan satuan barang dalam persediaan untuk satu periode waktu tertentu.



# Pengawasan & Perencanaan Persediaan



Biaya penyimpanan meliputi:

- Biaya modal; biaya yang ditimbulkan karena memiliki persediaan harus diperhitungkan sebagai biaya sistem persediaan.
- Biaya pergudangan; terdiri dari biaya sewa gudang, upah atau gaji biaya pengawas dan pelaksana pergudangan, biaya peralatan pemindahan bahan di gudang, adm gudang, dll.
- Biaya asuransi dan pajak;
- Biaya keusangan, kemerosotan dan kehilangan; barang yang disimpan dapat mengandung resiko dapat mengalami penurunan nilai karena perubahan teknologi dan model, karena barang mudah rusak dll.
- Biaya kehabisan stok; biaya ini dapat timbul sebagai akibat terjadinya persediaan yang lebih kecil dari jumlah yang diperlukan.



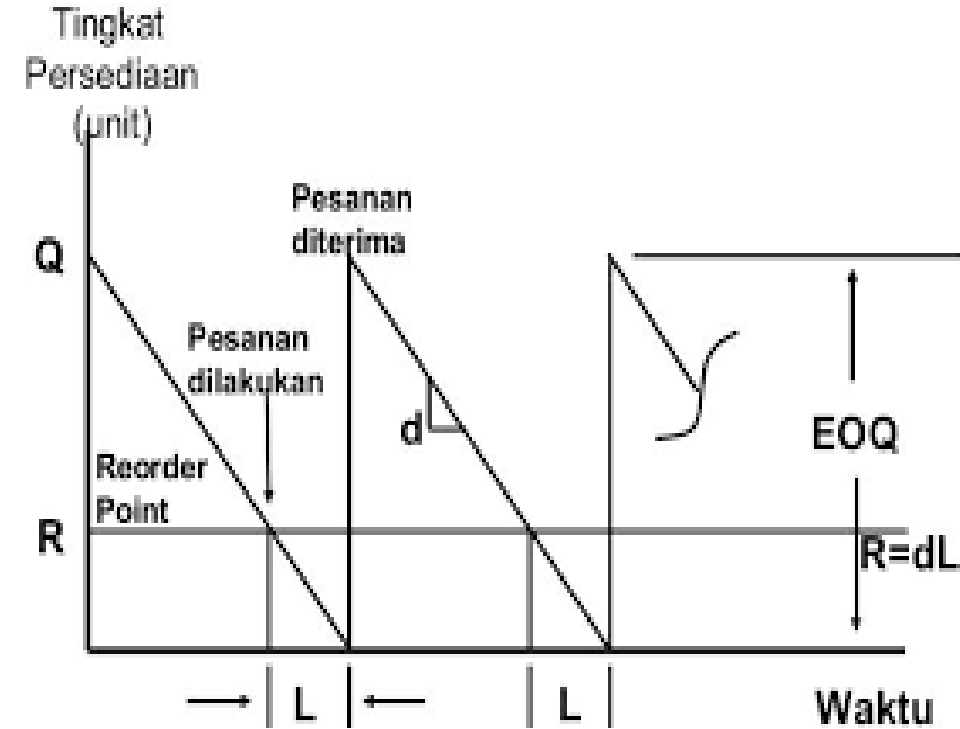
# Economic Order Quantity (EOQ)



Masalah utama persediaan bahan baku adalah menentukan berapa jumlah pesanan yang ekonomis. Perusahaan hendaknya meminimalisir biaya pesanan (ordering cost) dan biaya penyimpanan (holding cost).

Asumsi-asumsi pada EOQ:

1. Tingkat permintaan adalah konstan, berulang-ulang dan diketahui. Misalnya suatu permintaan diketahui 200 unit perhari tanpa variasi. Permintaan tsb diasumsikan berlanjut hingga masa yang belum ditentukan.
2. Tenggang waktu pesanan, sejak pesanan ditempatkan sampai pengiriman pesanan selalu merupakan jumlah yang tetap.
3. Dengan permintaan dan tenggang waktu yang tetap, maka dapat ditentukan kapan untuk memesan bahan dan menghindari kekurangan stock.
4. Bahan dipesan atau diproduksi dalam suatu partai dan seluruh partai ditempatkan kedalam persediaan dalam suatu waktu.
5. Biaya satuan unit adalah konstan. Dan tidak ada potongan yang diberikan untuk pembelian banyak. Biaya pengadaan bergantung linier pada tingkat persediaan rata-rata.
6. Satuan barang merupakan produk tunggal, tidak ada interaksi dengan produk lain.



Model persediaan (EOQ)

## Beberapa kelemahan pada EOQ

1. Permintaan diasumsikan konstan, sedangkan beberapa situasi nyata permintaan bervariasi secara substansial.
2. Biaya unit diasumsikan konstan, faktanya biasa terjadi pemotongan kuantitas saat partai besar.
3. Bahan dalam partai diasumsikan semuanya sekali diterima.
4. Produk diasumsikan produk tunggal, pada prakteknya satuan barang yang dipesan dari satu pemasok tunggal dan dikirim secara bersamaan.
5. Biaya persiapan yang diasumsikan tetap ternyata sering dapat dikurangi.





# Economic Order Quantity (EOQ)



Rumus total biaya tahunan:

**Total Biaya = Biaya Pemesanan + Biaya Simpan + Biaya Material**

a. **Biaya Pesan =  $P \frac{A}{Q}$**

Dengan:

P = Biaya pesan setiap kali pesan

A = Permintaan per periode

Q = Jumlah pemesanan optimal

b. **Biaya Simpan =  $H \frac{Q}{2}$**

Dengan:

H = Biaya simpan/ unit/ periode

Q = Jumlah pesanan optimal

c. **Biaya Material = MA**

Dengan:

M = Harga material

Untuk mencari rumus persediaan model Q (EOQ) didapat dari persamaan berikut:

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

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

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

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



PT. Mundur jaya pada tahun yang akan datang membutuhkan material (bahan baku) sebanyak 240.000 unit. Harga bahan baku per unit Rp2.000.

Biaya pesan untuk tiap kali pemesanan sebesar Rp150.000, biaya penyimpanan sebesar 25% dari nilai rata-rata persediaan. Diminta:

- Berapa jumlah pemesanan yang paling ekonomis (EOQ)?
- Berapa kali pemesanan yang harus dilakukan dalam setahun?
- Berapa hari sekali perusahaan melakukan pemesanan (1 tahun = 360 hari) ?

Jawab:

$$a. \quad EOQ = \sqrt{\frac{2PA}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 240.000 \times 150.000}{2000 \times 25\%}}$$

$$= \sqrt{144.000.000} = 12.000 \text{ unit}$$

$$b. \quad 240.000 / 12.000 = 20 \text{ kali pemesanan}$$

$$c. \quad \text{Jika } 1 \text{ thn} = 360 \text{ hari, maka} \\ \text{pemesanan dilakukan} = 360 / 20 = 18 \text{ hari sekali}$$



# Economic Production Quantity (EPQ)



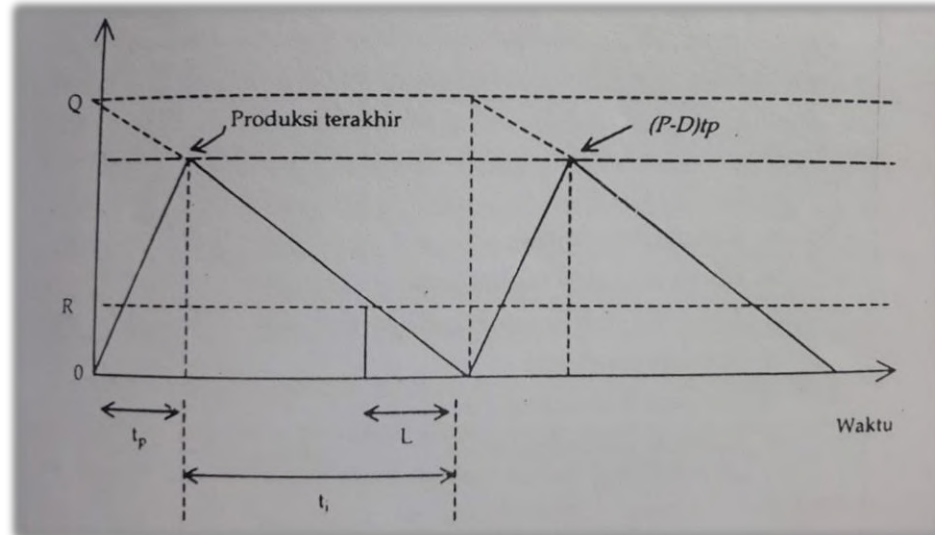
EPQ adalah perkembangan model persediaan dimana pengadaan bahan baku berupa komponen tertentu diproduksi secara massal dan dipakai sendiri sebagai subkomponen suatu produk jadi oleh perusahaan.

## Karakteristik EPQ:

1. Komponen terlebih dahulu dibuat dengan kecepatan produksi yang tetap yang seterusnya digunakan dalam proses produksi lebih lanjut.
2. Laju pemakaian komponen diasumsikan lebih rendah dari laju kecepatan produksi komponen sehingga menghasilkan keputusan berapa jumlah lot yang harus diproduksi dengan biaya total persediaan dan biaya produksi dapat minimal.
3. Tingkat produksi bersifat tetap dan konstan, maka model EPQ juga disebut model dengan jumlah produksi tetap.

## Tujuan EPQ

**Yaitu** menentukan berapa jumlah bahan baku yang harus diproduksi sehingga meminimalisasi biaya persediaan yang terdiri dari biaya set up produksi dan biaya penyimpanan.





# Economic Production Quantity (EPQ)



Rumus:

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

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

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

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2SA}{H(1-\frac{D}{P})}}$$

Dengan,

S = Set up Cost

A = Kebutuhan/tahun

H = Biaya simpanan/tahun/unit

V = Total Biaya Variabel/tahun

Q = Jumlah Produksi

D = Tingkat kebutuhan/hari

P = Tingkat produksi/hari

Contoh soal:

Perusahaan memproduksi velg mobil, permintaan velg bersifat tetap dan diketahui sebesar 6500 unit/tahun. Velg dapat diproduksi dengan kecepatan produksi 120 unit/hari. Biaya set-up setiap siklus produksi Rp.200.000 dan biaya simpan Rp.30.000/unit/tahun. Selama satu tahun perusahaan beroperasi selama 250 hari, tentukan kebijaksanaan perusahaan untuk velg tersebut.

A = 6500 unit/tahun. D = 6500 unit/250 hari = 26 unit/hari.

P = 120 unit/hari. S = Rp.200.000. H = Rp.30.000/unit/hari

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2SA}{H(1-\frac{D}{P})}}$$

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2 \times 200.000 \times 6500}{30.000(1-\frac{26}{120})}} = 333 \text{ unit}$$



# Daftar Pustaka



Purnomo, Hari. 2003. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta:.

Sink, D.S., 1985, *Productivity Management: Planning, Measurement and Evaluation, Control and Improvement*. Jhon Wiley & Sons, New York.

Sutalaksana. 1979. Teknik Tata Cara Kerja. ITB, Bandung.

Syukron, Amin., dan Muhammad Kholil. 2014. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Sinulingga, Sukaria. 2008. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. Pengantar Teknik dan Manajemen Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.



# Perencanaan dan Pengawasan Operasi – Lanjutan

Syarif Hadiwijaya



# Pokok Bahasan

- Material Requirement Planning (MRP)
- Keseimbangan Lintasan (*Line Balancing*)
- Konsep Just in Time





# Material Requirement Planning (MRP)



**Pengertian :**

**Material Requirement Planning (MRP)** adalah suatu **teknik** yang digunakan untuk **perencanaan dan pengendalian item barang** (komponen) yang tergantung (dependent) pada item ditingkat (level) yang lebih tinggi.

MRP pertama kali ditemukan oleh Joseph Orlicky dari J.I Case Company pada sekitar tahun 1960.

**Metode MRP bersifat *Computer Oriented Approach*** yang terdiri dari sekumpulan prosedur, aturan-aturan keputusan dan seperangkat mekanisme pencatatan **yang dirancang untuk menjabarkan suatu Jadwal Induk Produksi (*Master Production Schedule/MPS*)**.

Sistem MRP dikembangkan berdasarkan prinsip-prinsip yaitu memperoleh material yang tepat pada waktu yang tepat, untuk penempatan yang tepat pada waktu yang tepat.



# PLANNING

# Material Requirement Planning (MRP)



## Tujuan:

- 1. Meminimalisasi persediaan;** berdasarkan informasi dari Jadwal Induk Produksi (MPS), suatu sistem MRP mengidentifikasi semua kebutuhan komponen. **Dengan metode ini, pengadaan atas komponen-komponen yang diperlukan untuk rencana produksi dapat dilakukan sebatas yang diperlukan saja sehingga biaya persediaan dapat diminimalisasikan.**
- 2. Mengurangi resiko keterlambatan produksi atau pengiriman;** MRP mengidentifikasi komponen-komponen yang diperlukan baik dari segi jumlah maupun waktu dengan memperhatikan *lead time* (tenggang waktu) produksi maupun pengadaan/ pembelian komponen. Dengan demikian, resiko kehabisan bahan yang akan diproses dapat diminimalkan.
- 3. Menentukan pelaksanaan rencana pemesanan;** MRP akan memberikan indikasi waktu pemesanan atau pembatalan pemesanan.
- 4. Menentukan jadwal ulang atau pembatalan** atas suatu jadwal yang sudah direncanakan.



# Material Requirement Planning (MRP)



## Asumsi dalam MRP

Antara lain:

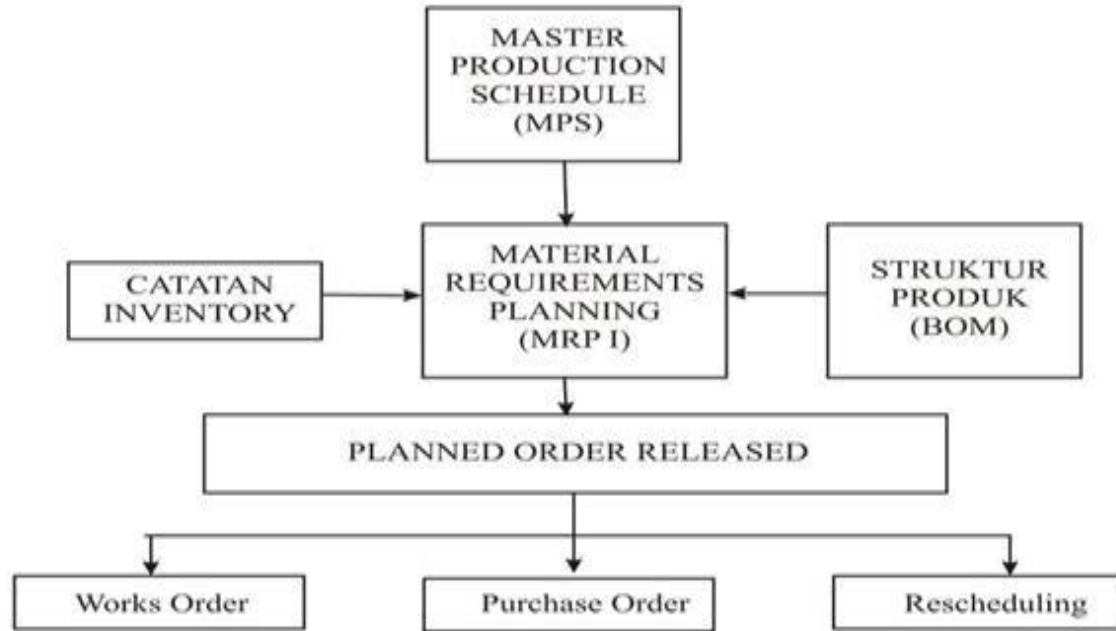
- *Lead time* untuk seluruh *item* yang diketahui atau dapat diperkirakan.
- Setiap persediaan selalu dalam kontrol.
- Semua komponen untuk suatu perakitan harus tersedia pada saat suatu pesanan untuk perakitan tersebut dilakukan.
- Pengadaan dan pemakaian terhadap persediaan bersifat diskrit.
- Proses pembuatan suatu *item* dengan *item* yang lain bersifat independent.

# PLANNING

VISION  
TASKS

ANALISIS

## Input dan Output MRP

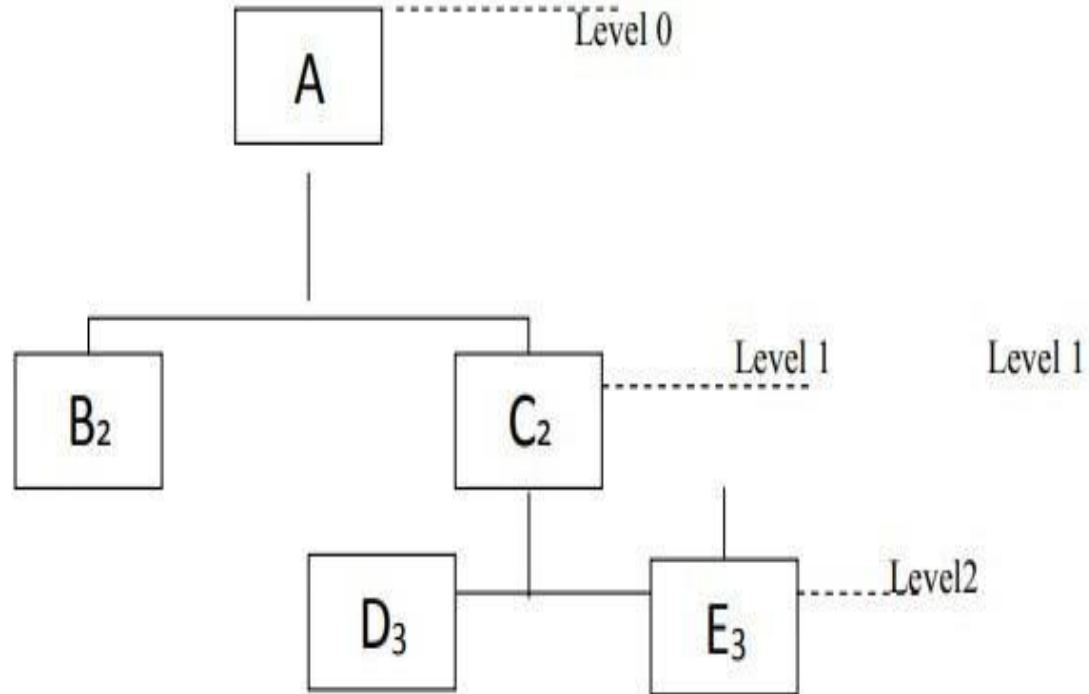


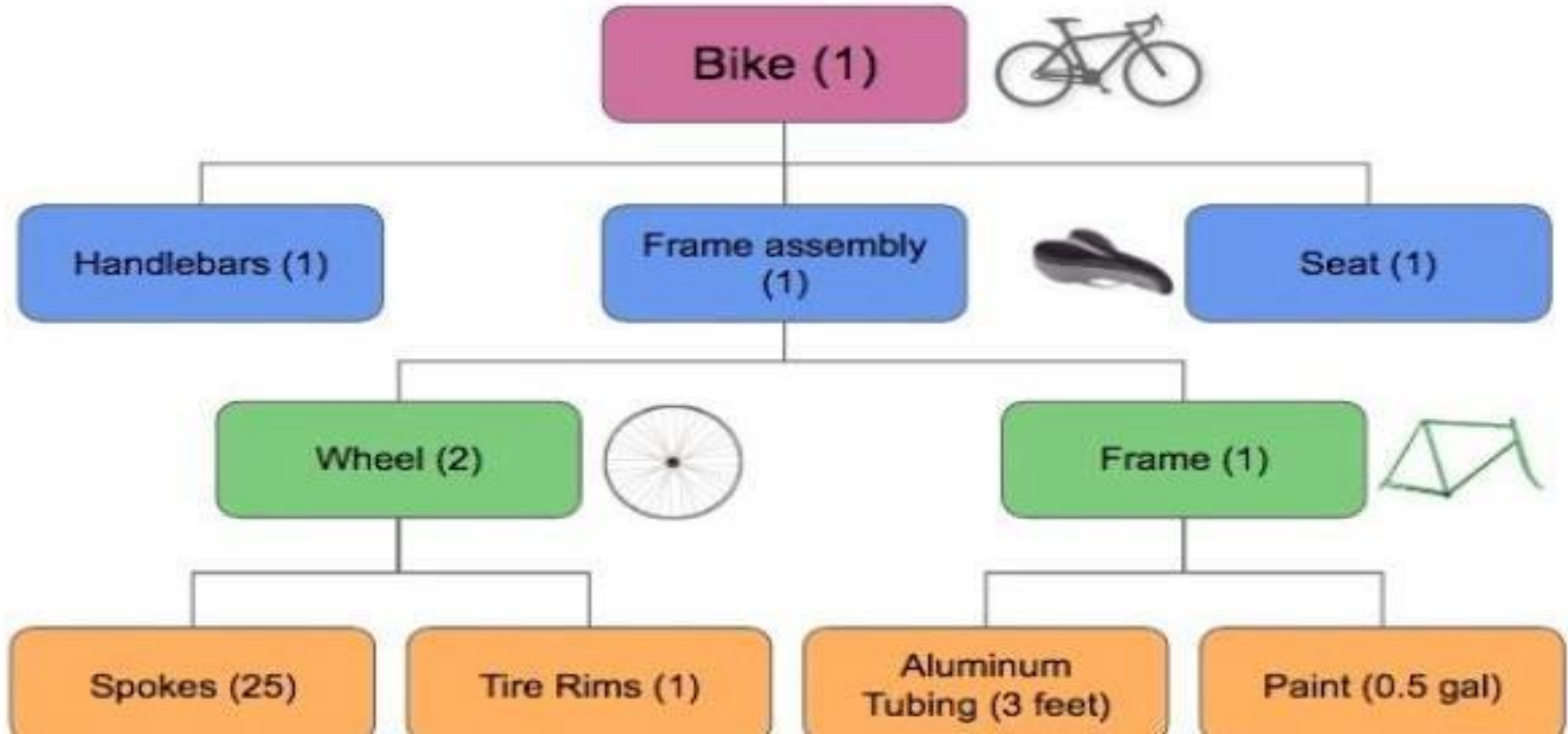


# Bill of Material (BOM)



1. Istilah lain dari Bill of Material (BOM) adalah struktur produk.
2. Struktur produk berisi informasi tentang hubungan antara komponen-komponen dalam suatu perakitan.







# Catatan Persediaan (Inventory)



- Catatan keadaan persediaan menggambarkan status semua item yang ada dalam persediaan.
- Catatan persediaan untuk keperluan MRP harus akurat.



# Mekanisme MRP



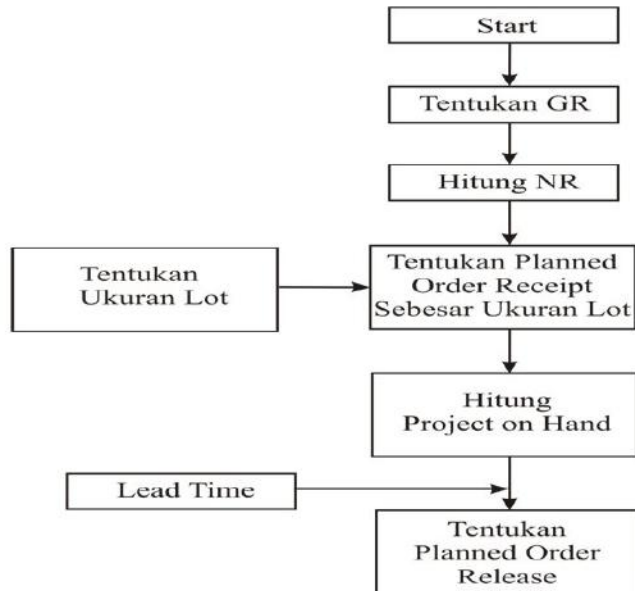
- **Netting;** Merupakan proses perhitungan kebutuhan bersih (*net requirement*) yang besarnya merupakan selisih antara kebutuhan kotor (*gross requirement*) dengan jadwal penerimaan persediaan (*schedule order receipt*) dan persediaan awal yang tersedia (*beginning inventory*).
- **Offsetting;** Merupakan proses yang bertujuan menentukan saat yang tepat untuk melakukan pemesanan dalam memenuhi kebutuhan bersih.
- **Lotting;** Merupakan suatu proses untuk menentukan besarnya jumlah pesanan optimal untuk setiap item secara individual didasarkan pada hasil perhitungan kebutuhan bersih yang telah dilakukan dari proses netting.
- **Exploding/Eplotion;** Exploding merupakan proses perhitungan kebutuhan kotor untuk item pada level yang lebih bawah. Perhitungan ini didasarkan pada pemesanan item-item produk pada level yang lebih luas.



# Mekanisme MRP



## Mekanisme MRP (3)



## Terminologi MRP

- **Gross Requirements** ; Adalah keseluruhan jumlah item (komponen) yang diperlukan pada suatu periode.
- **Scheduled Receipts** ; Merupakan jumlah item yang akan diterima pada suatu periode tertentu berdasarkan pesanan yang dibuat..
- **Projected on Hand** ; Persediaan akhir yang diharapkan.
- **Net Requirement** ; Merupakan jumlah aktual yang diinginkan untuk diterima atau diproduksi dalam periode bersangkutan.
- **Planned Order Receipts** ; (PORt, penerimaan pemesanan yang direncanakan) Adalah jumlah item yang diterima atau diproduksi oleh perusahaan manufaktur pada periode waktu terakhir.
- **Planned Order Releases** ; Adalah jumlah item yang direncanakan untuk di pesan agar memenuhi perencanaan pada masa yang akan datang atau order produksi yang dapat dilepas untuk dimanufaktur.



# PLANNING

VISION  
TASKS  
ANALYSIS



## Contoh Proses MRP



Item: A	Low-Level Code: 1	PD	1	2	3	4	5
Lot Size: 25	Lead Time: 1						
Gross Requirements (GR)			10	15	25	25	30
Scheduled Receipts (SR)			25				
Projected on Hand (PoH)		20	35	20	20	20	15
Net Requirements (NR)					5	5	10
Planned Order Receipts (PORt)					25	25	25
Planned Order Releases (PORel)				25	25	25	

$$\text{PoH} + \text{SR} - \text{GR}$$

Dari contoh proses MRP ini dapat diketahui (1) PoH/ rencana jumlah inventory yg ada di gudang, dan (2) dapat informasi POREl.



## Penutup MRP



- MRP merupakan prosedur yang dirancang untuk menterjemahkan jadwal induk produksi menjadi kebutuhan bersih semua item.
- Input dari MRP adalah *inventory record, bill of material, master production schedule*.
- Output dari MRP adalah *Planned order release*.

# PLANNING

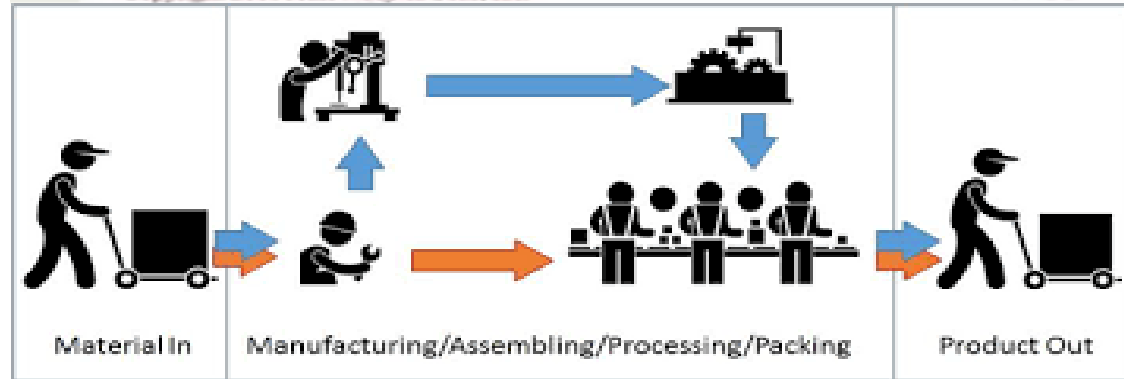
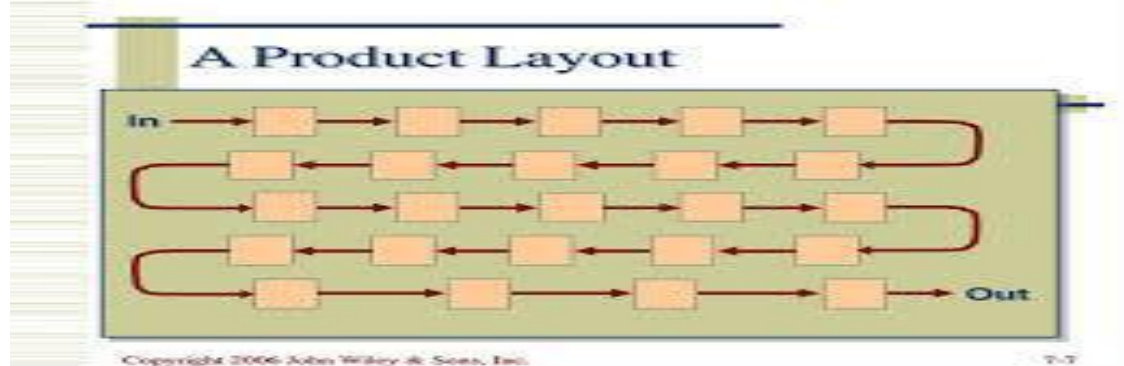
VISION  
TASKS  
ANALYSIS

## Keseimbangan Lintasan (Line Balancing)



- **Line Balancing** adalah suatu strategi produksi yang di dalamnya mencakup menyeimbangkan operator dan juga waktu pada mesin produksi dalam menyesuaikan tingkat produksi yang dilakukan.
- Fungsi utamanya adalah guna membuat lini produksi yang cukup fleksibel agar bisa meminimalisir adanya ketidakteraturan internal dan juga eksternal.

### Product Layout



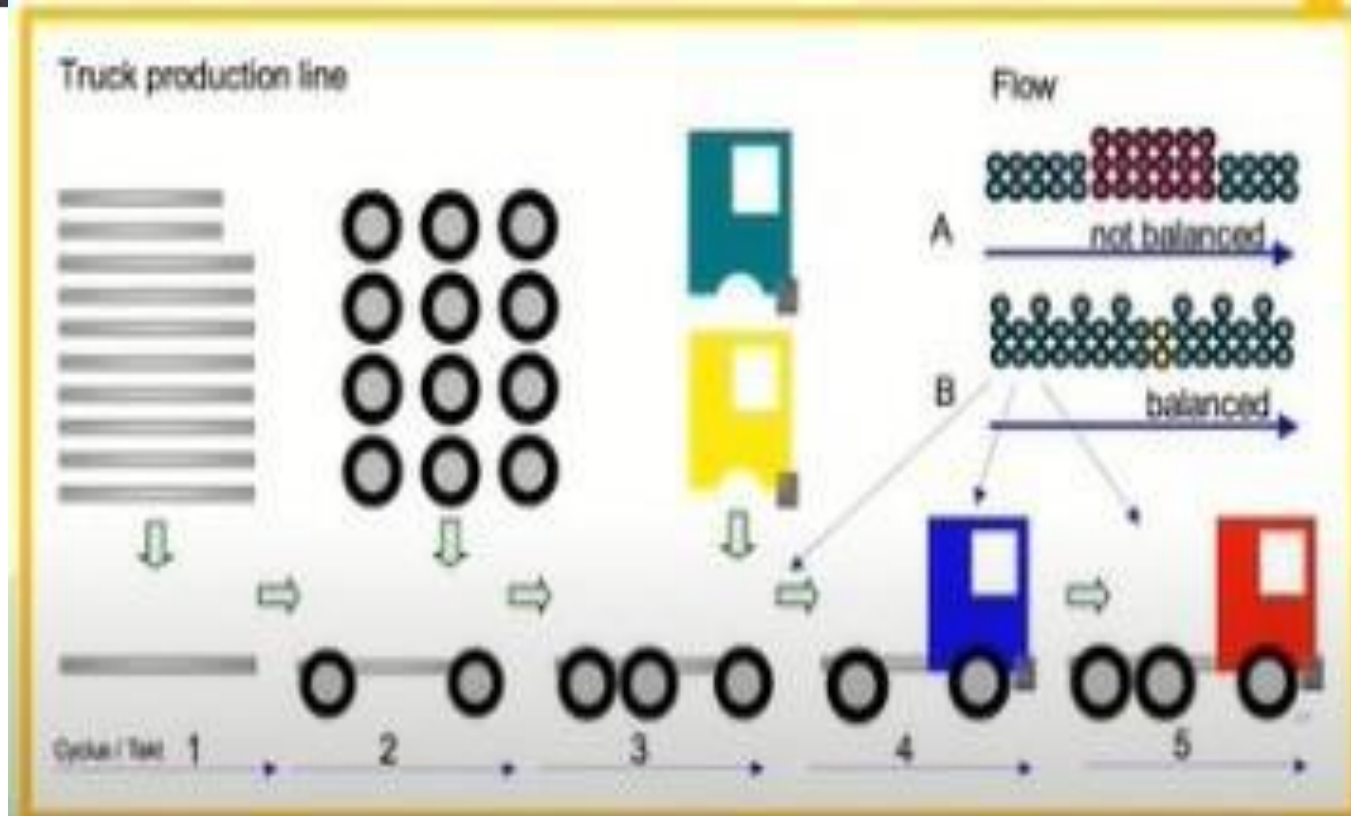
# PLANNING

VISION  
TASKS  
ANALYSIS

## Keseimbangan Lintasan (Line Balancing)



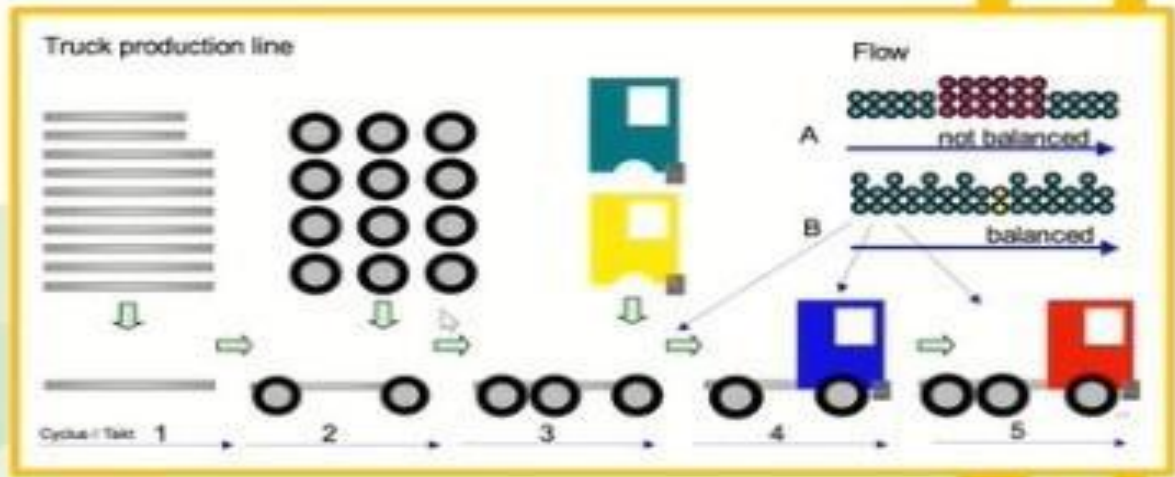
**Line Balancing** digunakan untuk menempatkan proses yang tepat pada rangkaian *station* yang tepat sehingga setiap workstation dapat sinkron dan meminimalisir idle time (waktu menganggur).





## Istilah dalam *Line Balancing*

1. **Cycle Time (Takt Time)** → Waktu maksimum yang dibolehkan di setiap workstation
2. **Tasks** → Elemen proses kerja yang berkaitan satu sama lain
3. **Task Time** → Waktu yang dihabiskan untuk menyelesaikan satu pekerjaan
4. **Flow Time** → Waktu total yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan
5. **Workstation** → Tempat kumpulan satu atau beberapa proses kerja



# PLANNING

VISION  
TASKS



ANALISIS

## Tahapan Line Balancing



### How to Use Line Balancing

Ini step cara menggunakan strategi *line balancing*

1. Gambar tata letak proses (*precedence diagram*)

2. Hitung cycle time

3. Hitung jumlah minimum workstation yang diperlukan

4. Kelompokkan beberapa pekerjaan ke dalam workstation

5. Hitung angka efisiensi

6. Atur kembali (*rebalance*) jika angka efisiensi belum sesuai



### Example of Line Balancing

Yuk, coba pakai contoh kasus di bawah ini!

**Rendy diminta untuk membuat 288 unit kursi dalam waktu 8 jam.**



# PLANNING

VISION TASKS



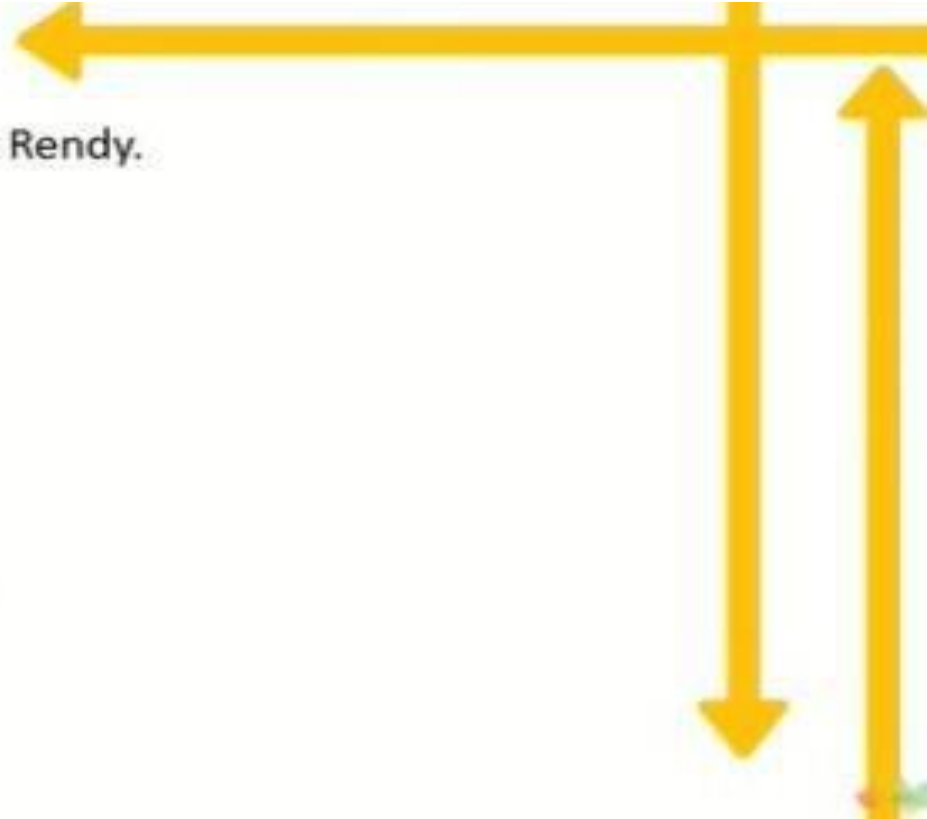
## Line Balancing Contoh Soal



### Example of Line Balancing

Data historis proses kerja standar di workshop Rendy.

Task/Pekerjaan	Task Time (s)	Predecessors
A	90	
B	30	
C	70	A
D	10	A, B
E	30	D
F	60	C
G	50	C
H	50	E, F, G
TOTAL	390	





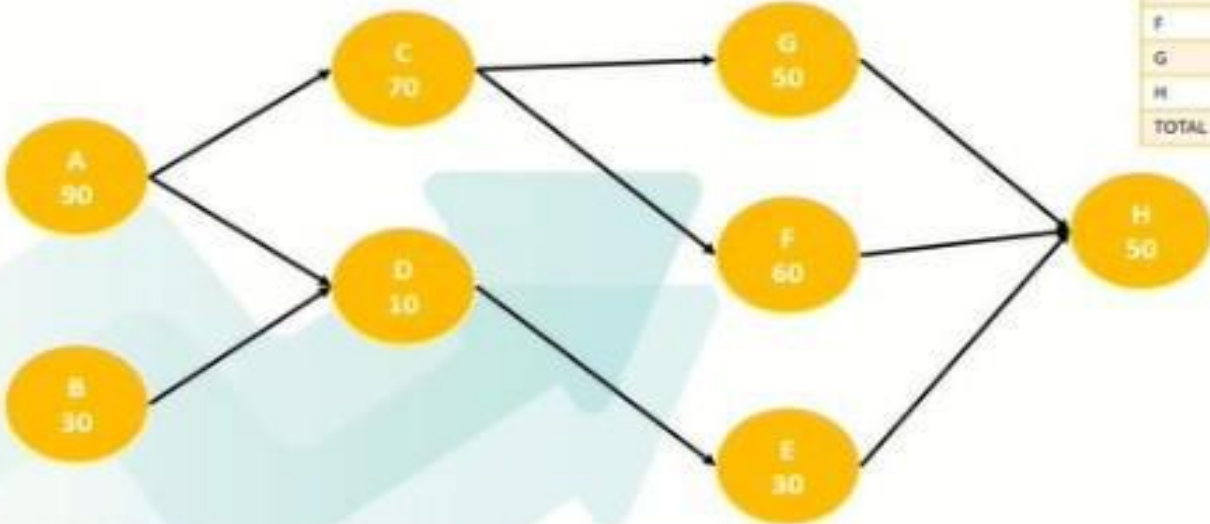


# Line Balancing Contoh Soal

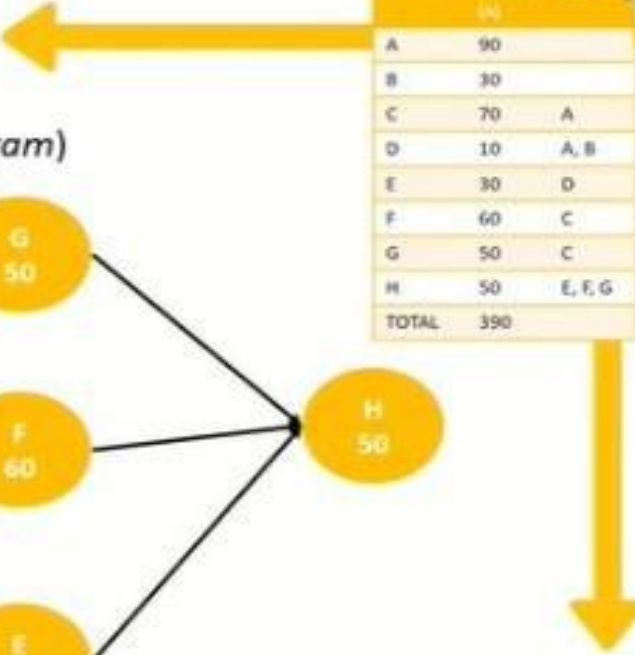


## Example of Line Balancing

1. Gambar tata letak proses (precedence diagram)



Task	Task Time (t <sub>i</sub> )	Predecessor
A	90	
B	30	
C	70	A
D	10	A, B
E	30	D
F	60	C
G	50	C
H	50	E, F, G
TOTAL	390	





# Line Balancing Contoh Soal



## Example of Line Balancing

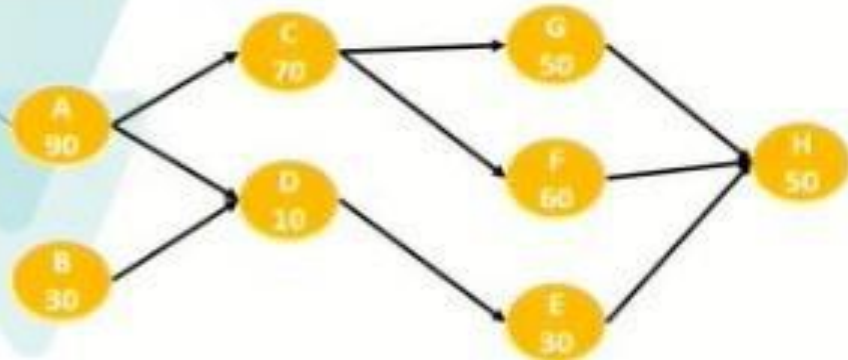


2. Hitung cycle time/takt time

288 unit kursi dalam waktu 8 jam.

Cycle Time =  $(8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}) / 288 \text{ unit}$

Cycle Time = 100 detik (maks di setiap proses)





## Example of Line Balancing

3. Hitung jumlah minimum workstation yang diperlukan

$$N \text{ minimum} = \text{Flow Time} / \text{Cycle Time}$$

$$N \text{ minimum} = 390 \text{ s} / 100 \text{ s}$$

$$N \text{ minimum} = 3,9 \rightarrow 4 \text{ workstations (selalu bulatkan ke atas)}$$

Task	Task Time (s)	Predecessor
A	90	
B	30	
C	70	A
D	10	A, B
E	30	D
F	60	C
G	50	C
H	50	E, E, G
TOTAL	390	

# PLANNING

VISION TASKS



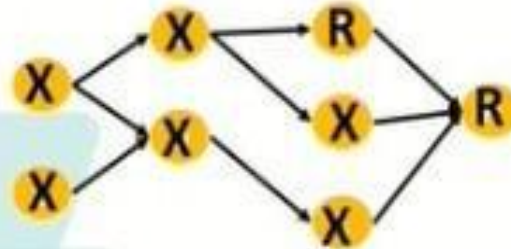
# Line Balancing Contoh Soal



## Example of Line Balancing

4. Kelompokkan beberapa pekerjaan ke dalam workstation

Station	Task	Task Time	Time Left	Task Ready
1	A	90	10	B, C
2	C	70	30	B, F, G
	B	30	0	D, F, G
3	F	60	40	D, G
	D	10	30	G, E
	E	30	0	G
4	G	50	50	H
	H	50	-	-



Task	Task Time (t)	Predecessor (pr)
A	90	
B	30	
C	70	A
D	10	A, B
E	30	D
F	60	C
G	50	C
H	50	E, F, G
TOTAL	390	

WS 1  
A

WS 2  
C, B

WS 3  
D, E, F, G

WS 4  
G, H



## Example of Line Balancing

### 5. Hitung angka efisiensi

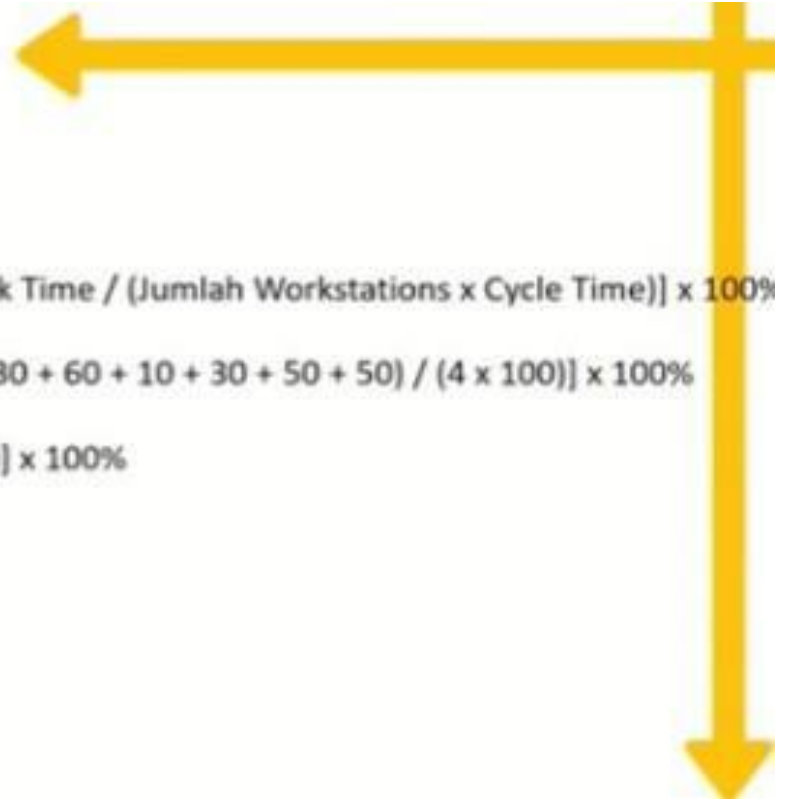
Station	Task	Task Time	Time Left	Task Ready
1	A	90	10	B, C
2	C	70	30	B, F, G
	B	30	0	D, F, G
3	F	60	40	D, G
	D	10	30	G, E
	E	30	0	G
4	G	50	50	H
	H	50	-	-

$$E = \left[ \frac{\text{Jumlah Task Time}}{\text{Jumlah Workstations} \times \text{Cycle Time}} \right] \times 100\%$$

$$E = \left[ \frac{(90 + 70 + 30 + 60 + 10 + 30 + 50 + 50)}{(4 \times 100)} \right] \times 100\%$$

$$E = \left[ \frac{390}{400} \right] \times 100\%$$

$$E = 97,5\%$$





## Example of Line Balancing



### 5. Hitung angka efisiensi

Station	Task	Task Time	Time Left	Task Ready
1	A	90	10	B, C
2	C	70	30	B, F, G
	B	30	0	D, F, G
3	F	60	40	D, G
	D	10	30	G, E
	E	30	0	G
4	G	50	50	H
	H	50	-	-

Smoothing Index (Semakin Kecil Semakin Efisien)

Cara:

$$SI = \sqrt{\sum (Idle\ time)^2}$$

$$SI = \sqrt{10^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2}$$

$$SI = 10$$



# Konsep Just in Time (JIT)



Seperangkat teknik untuk meningkatkan produktivitas, kualitas dan mengurangi biaya operasi.

JIT bertujuan untuk memastikan bahwa input kedalam proses produksi hanya sampai pada saat dibutuhkan.

## Sejarah JIT

- Konsep Just In Time (JIT) adalah sistem manajemen fabrikasi modern yang dikembangkan oleh perusahaan-perusahaan terbaik yang ada di Jepang.
- Sejak awal tahun 1970an, JIT pertama kali dikembangkan dan disempurnakan di pabrik Toyota Manufacturing oleh Taiichi Ohno, oleh karena itu Taiichi Ohno sering disebut sebagai bapak JIT.
- Konsep JIT berprinsip hanya memproduksi jenis-jenis barang yang diminta (what) sejumlah yang diperlukan (How much) dan pada saat dibutuhkan (When) oleh konsumen.
- JIT juga memperhatikan keseluruhan system produksi sehingga komponen yang bebas dari cacat dapat disediakan untuk tingkat produksi selanjutnya tepat ketika mereka dibutuhkan – tidak terlambat dan tidak terlalu cepat.
- Sistem produksi tepat waktu (Just In Time) adalah sistem produksi atau sistem manajemen fabrikasi modern yang dikembangkan oleh perusahaan-perusahaan Jepang yang pada prinsipnya hanya memproduksi jenis-jenis barang yang diminta sejumlah yang diperlukan dan pada saat dibutuhkan oleh konsumen.



# Konsep Just in Time (JIT)



- Konsep just in time adalah suatu konsep di mana bahan baku yang digunakan untuk aktifitas produksi didatangkan dari pemasok atau supplier tepat pada waktu bahan itu dibutuhkan oleh proses produksi, sehingga akan sangat menghemat bahkan meniadakan biaya persediaan barang / penyimpanan barang / stocking cost.
- Dalam system Just In Time (JIT), aliran kerja dikendalikan oleh operasi berikut, dimana setiap stasiun kerja (work station) menarik output dari stasiun kerja sebelumnya sesuai dengan kebutuhan.
- Sering kali JIT disebut sebagai Pull System (system tarik).
- Dalam system JIT, hanya final assembly line yang menerima jadwal produksi, sedangkan semua stasiun kerja yang lain dan pemasok (supplier) menerima pesanan produksi dari subkuens operasi berikutnya.
- Dengan kata lain, stasiun kerja sebelumnya (stasiun kerja 1 ) menerima pesanan produksi dari stasiun kerja berikutnya (stasiun kerja 2 ), kemudian memasok produk itu sesuai kuantitas kebutuhan pada waktu yang tepat dengan spesifikasi yang tepat pula.
- Dalam kasus seperti ini, stasiun kerja 2 sering disebut sebagai stasiun kerja pengguna (using work station).
- Apabila stasiun kerja pengguna itu menghentikan produksi untuk suatu waktu tertentu, secara otomatis stasiun kerja pemasok (supplying work station) akan berhenti memasok produk, karena tidak menerima pesanan produksi.





# Konsep Dasar Just in Time (JIT)



1. Produksi Just In Time (JIT), adalah memproduksi apa yang dibutuhkan hanya pada saat dibutuhkan dan dalam jumlah yang diperlukan.
2. Autonomasi merupakan suatu unit pengendalian cacat secara otomatis yang tidak memungkinkan unit cacat mengalir ke proses berikutnya.
3. Tenaga kerja fleksibel, maksudnya adalah mengubah-ubah jumlah pekerja sesuai dengan fluktuasi permintaan.
4. Berpikir kreatif dan menampung saran-saran karyawan

**Tujuan utama yang ingin dicapai dari sistem JIT adalah:**

1. Zero Defect (tidak ada barang yang rusak)
2. Zero Set-up Time (tidak ada waktu set-up)
3. Zero Lot Excesses (tidak ada kelebihan lot)
4. Zero Handling (tidak ada penanganan)
5. Zero Queues (tidak ada antrian)
6. Zero Breakdowns (tidak ada kerusakan mesin)
7. Zero Lead Time (tidak ada lead time)



# Konsep Dasar Just in Time (JIT)



## Hal yang di perhatikan dalam JIT:

- Aliran material yang lancar
- Pengurangan waktu set-up
- Pengurangan lead time vendor
- Komponen zero defect
- Kontrol rantai produksi yang disiplin

## Pembelian JIT

Pembelian JIT adalah sistem penjadwalan pengadaan barang dengan cara sedemikian rupa sehingga dapat dilakukan penyerahan segera untuk memenuhi permintaan atau penggunaan.

## Pembelian dengan JIT dapat mengurangi waktu dan biaya dengan cara:

- Mengurangi jumlah pemasok, mengurangi atau mengeliminasi waktu dan biaya negosiasi dengan pemasok.
- Memiliki pembeli atau pelanggan dengan program pembelian yang mapan.
- Mengeliminasi atau mengurangi kegiatan dan biaya yang tidak bernilai tambah.
- Mengurangi waktu dan biaya untuk program-program pemeriksaan mutu.



# Produksi Just in Time (JIT)



Produksi JIT adalah sistem penjadwalan produksi komponen atau produk yang tepat waktu, mutu, dan jumlahnya sesuai dengan yang diperlukan oleh tahap produksi berikutnya atau sesuai dengan memenuhi permintaan pelanggan.

**Produksi JIT dapat mengurangi biaya produksi dengan cara:**

- Mengurangi atau meniadakan barang dalam proses.
- Mengurangi atau meniadakan "Lead Time" (waktu tunggu)
- Mengurangi biaya setup mesin-mesin pada setiap tahapan pengolahan produk (workstation).
- Penyederhanaan pengolahan produk sehingga aktivitas produksi yang tidak bernilai tambah dapat dieliminasi.

**Perusahaan yang menggunakan produksi JIT dapat meningkatkan efisiensi dalam bidang:**

- Lead time (waktu tunggu) pemanufakturan
- Persediaan bahan, barang dalam proses, dan produk selesai
- Waktu perpindahan
- Tenaga kerja langsung dan tidak langsung
- Ruang pabrik
- Biaya mutu
- Pembelian bahan



# Prinsip Dasar Just in Time (JIT)



- 1. Berproduksi sesuai dengan pesanan Jadwal Produksi Induk.**
- 2. Produksi dilakukan dalam jumlah lot (Lot Size).**

Sistem manufaktur baru akan dioperasikan untuk menghasilkan produk menunggu setelah diperoleh kepastian adanya order dalam jumlah tertentu masuk. Tujuan utamanya untuk memproduksi finished goods tepat waktu dan sebatas pada jumlah yang ingin dikonsumsi saja (Just in Time), untuk itu proses produksi akan menghasilkan sebanyak yang diperlukan dan secepatnya dikirim ke pelanggan yang memerlukan untuk menghindari terjadinya stock serta untuk menekan biaya penyimpanan (holding cost).

Yang kecil untuk menghindari perencanaan dan lead time yang kompleks seperti halnya dalam produksi jumlah besar. Fleksibilitas aktivitas produksi akan bisa dilakukan, karena hal tersebut memudahkan untuk melakukan penyesuaian-penyesuaian dalam rencana produksi terutama menghadapi perubahan permintaan pasar.



# Daftar Pustaka



Purnomo, Hari. 2003. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta

Nasution, A.H., Perencanaan dan Pengendalian Persediaan, Teknik Industri ITS, Surabaya.

Sutalaksana. 1979. Teknik Tata Cara Kerja. ITB, Bandung.

Syukron, Amin., dan Muhammad Kholil. 2014. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Sinulingga, Sukaria. 2008. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. Pengantar Teknik dan Manajemen Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.

[https://www.youtube.com/watch?v=VM\\_mg2T5T84&t=1158s](https://www.youtube.com/watch?v=VM_mg2T5T84&t=1158s)

<https://www.youtube.com/watch?v=i3iPpGwRpIM>

<https://ilmanajemenindustri.com/pengertian-line-balancing-keseimbangan-lini-cara-menggunakannya/>



PLN

# PLN Menyongsong INDUSTRI 4.0 Melalui Assesment INDI 4.0

Disampaikan pada acara Internalisasi PLN 1  
25 April 2022



Sistem Manajemen  
Anti Penyuapan (SMAP)

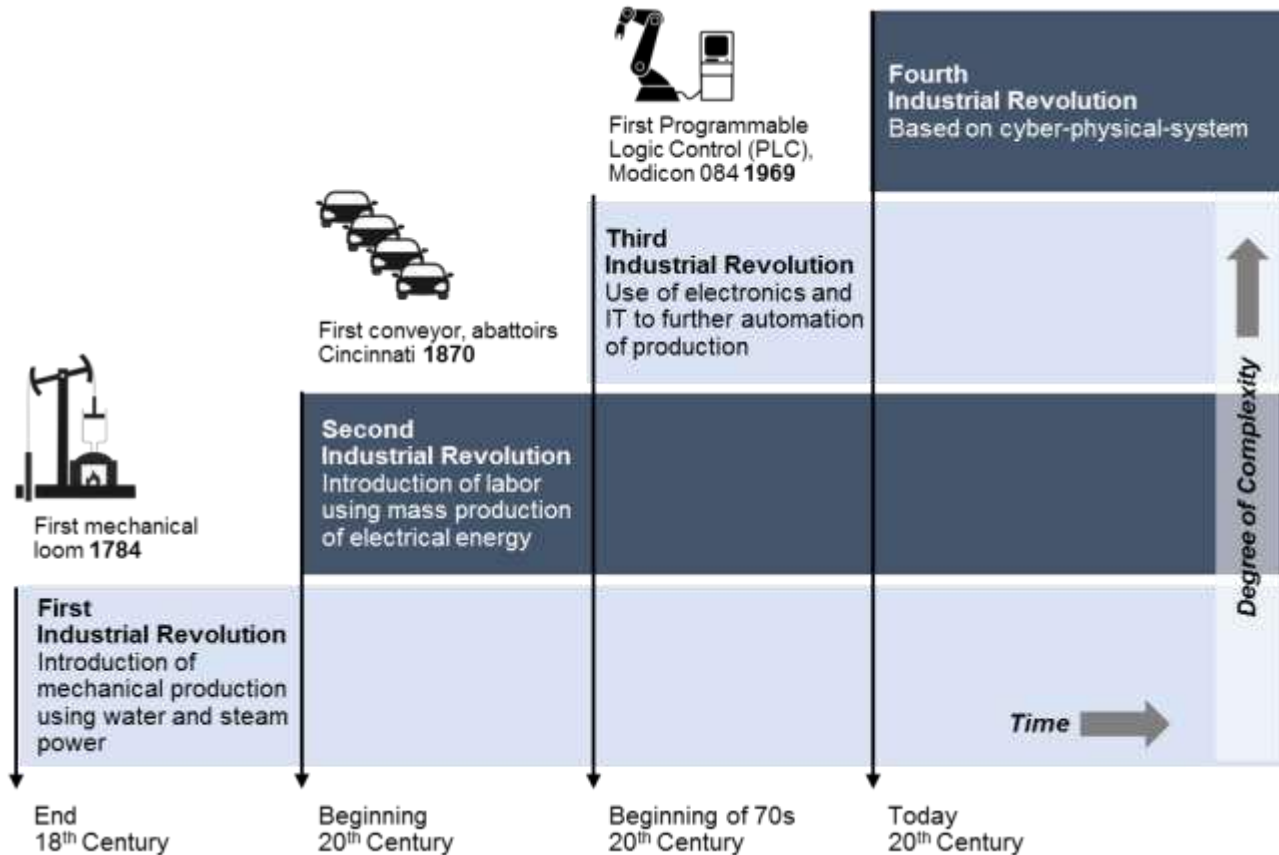
PLIS Pulau Messa, Nusa Tenggara Timur

[www.pln.co.id](http://www.pln.co.id)

# Industri 4.0: Revolusi Industri yang Mengubah dan Mentransformasikan Produksi



Istilah Industri 4.0 pertama kali diperkenalkan oleh Kementerian Federal Pendidikan dan Riset, Jerman pada saat Pameran Otomasi Hannover (*Hannover Messe*) pada tahun 2011



- 1 Revolusi Industri 4.0 digagas pada dekade 2000an, dengan dibuatnya klasifikasi revolusi Industri dari 1.0 (mesin uap), 2.0 (conveyor belt), dan 3.0 (otomasi/komputisasi).
- 2 Konsep awal dari Industri 4.0 adalah adanya sebuah sistem produksi yang antara satu mesin/sistem dengan mesin/sistem yang lain saling terhubung sehingga bisa saling berintegrasi & berkomunikasi.
- 3 Output yang diharapkan adalah proses produksi yang berjalan secara *fleksibel, optimal, efektif dan efisien*, dan usernya sering disebut *smart factory*.

Namun, seiring dengan perkembangan, konsep industri 4.0 juga mulai diterapkan pada semua sektor industri selain manufaktur seperti di sektor jasa lainnya untuk meningkatkan daya saing industri / perusahaan.

# Industri 4.0 ditandai dengan adanya 4 teknologi mendasar yang diaplikasikan dalam rantai nilai aktivitas bisnis



## 1. Connectivity, data, computational power

Sensors  
Internet of Things  
Cloud technology  
Blockchain



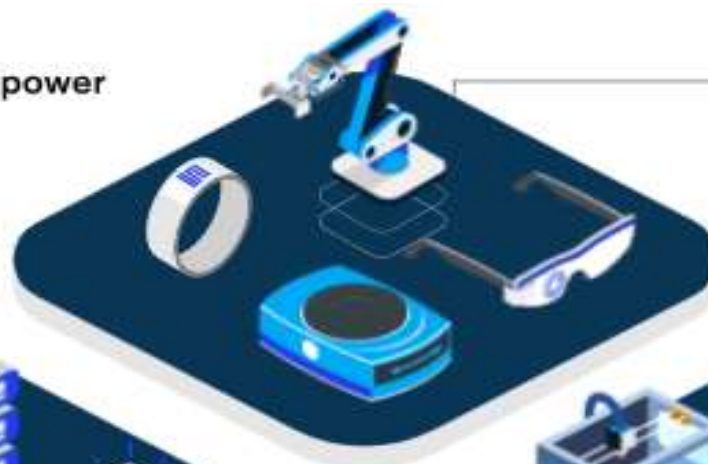
## 2. Analytics and intelligence

Advanced analytics  
Machine learning  
Artificial intelligence



## 3. Human-machine interaction

Virtual and augmented reality  
Robotics and automation  
(collaborative robots, AGVs<sup>1</sup>)  
RPA,<sup>2</sup> chatbots



## 4. Advanced engineering

Additive manufacturing (eg, 3D printing)  
Renewable energy  
Nanoparticles

<sup>1</sup>Autonomous guided vehicles  
<sup>2</sup>Robotic process automation





**2000+**

*respondents in 26 countries*

**US\$493 bn**

*in digital revenue gains p.a.*

**US\$421 bn**

*p.a. in cost and efficiency gains*

**US\$907 bn**

*in annual digital investments*

- Pendapatan per tahun meningkat rata-rata 2,9% dan kelompok minoritas signifikan responden memperkirakan total peningkatan lebih dari 50% selama lima tahun. Peningkatan pendapatan tersebut menambah pendapatan tahunan hingga US\$493 miliar untuk lima tahun ke depan di seluruh sektor industri yang kami survei.
- Pengurangan biaya sebesar 3,6% rata-rata per tahun. Teknologi digital memungkinkan percepatan waktu tunggu operasional, pemanfaatan aset yang lebih tinggi, dan kualitas produk yang maksimal; Secara keseluruhan, responden survei berharap dapat menghemat biaya US\$421 miliar setiap tahun selama lima tahun ke depan.

# Komitmen Pemerintah dan BUMN Menuju Era Industri 4.0



April 2018



*“Presiden Jadikan Making Indonesia 4.0 Sebagai Agenda Nasional”*

*Presiden Joko Widodo menjadikan “MAKING INDONESIA 4.0” sebagai salah satu agenda nasional bangsa Indonesia di mana Kementerian Perindustrian akan menjadi penggerak utama dari agenda tersebut.*

April 2019



Sebagai tindak lanjut implementasi program tersebut, Kementerian Perindustrian meluncurkan **Indonesia Industri 4.0 Readiness Index** atau INDI 4.0”

Juli 2021

Kick off Pelaksanaan Assesment INDI 4.0 kepada seluruh BUMN



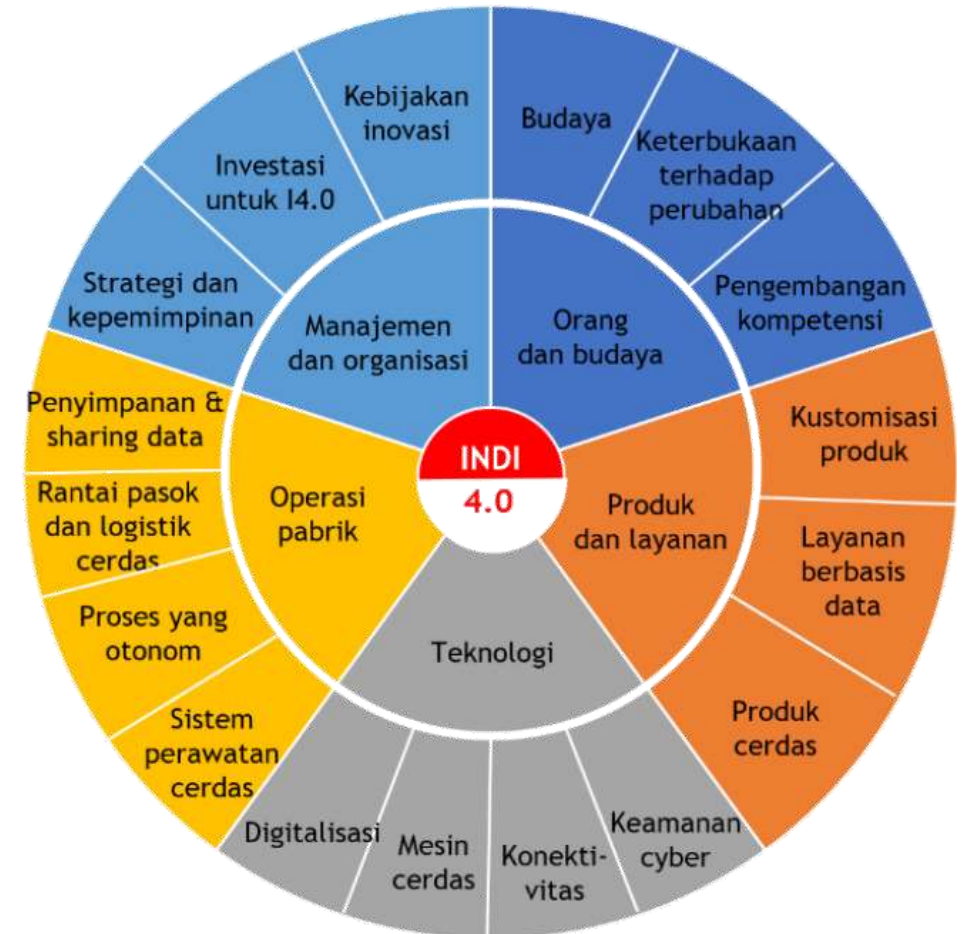
Januari 2021

Kementerian BUMN menargetkan **seluruh BUMN memiliki kesiapan matang** dalam penerapan Industri 4.0 pada tahun **2024**, dengan nilai INDI 4.0 minimal 3.5. Hal ini tertuang dalam program “**MAKING BUMN 4.0**”.

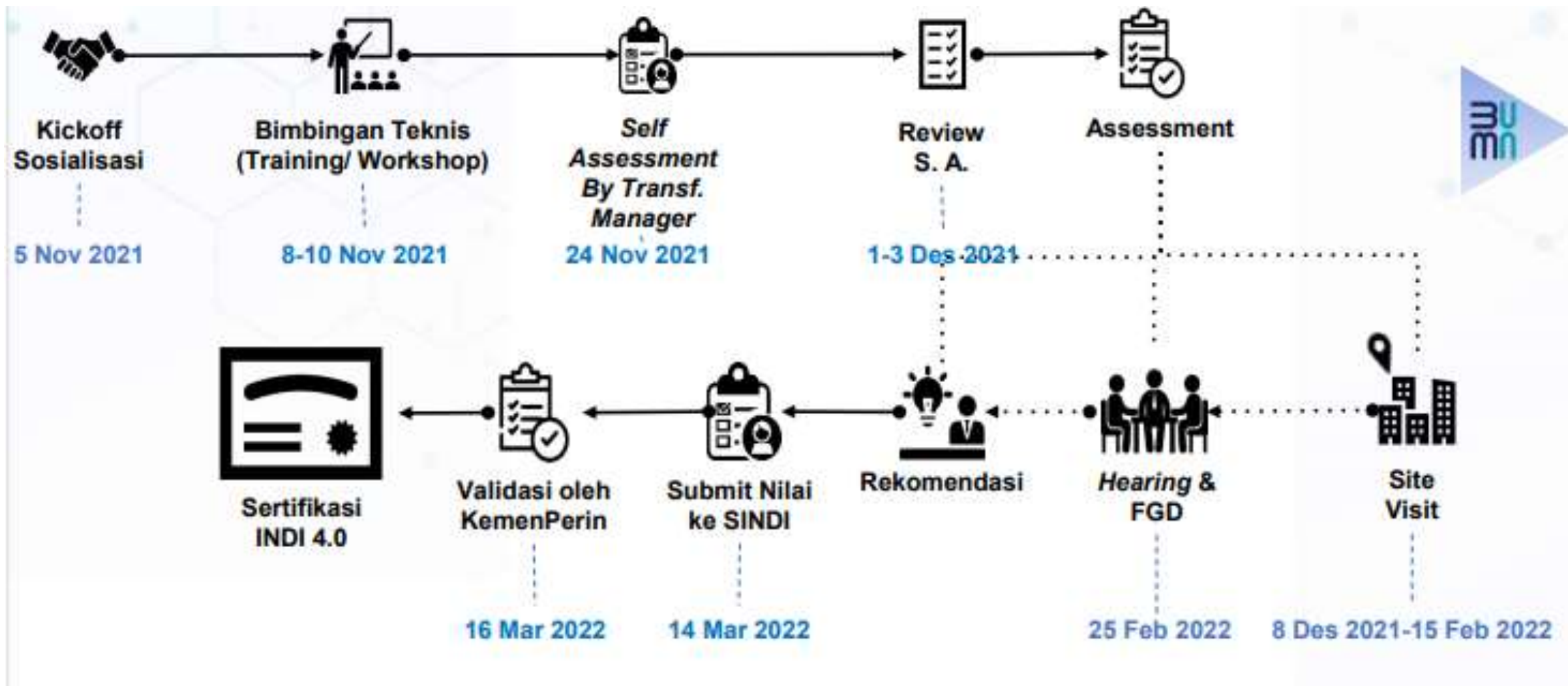
# ASSESSMENT INDI 4.0

INDI 4.0 merupakan indeks standar acuan untuk mengukur tingkat kesiapan Perusahaan untuk bertransformasi ke era Industri 4.0

1 Indeks, 5 Pilar & 17 Bidang



# Timeline ASSESMENT INDI 4.0 DI PLN



## Pembangkit

- Banten - PLTU Lontar (IP)
- Jawa Timur - PLTU Tj Awar (PJB)
- Jawa Timur - PLTA Brantas (PJB)
- Jawa Timur - PLTU Paiton (PJB)
- NTB - PLTU Jeranjang (IP)
- Riau - PLTU Tenayan (PJB)
- Sumut - PLTU Pangkalan Susu (IP)
- Jakarta - PLTGU Priok (IP)
- Jawa Tengah - PLTA Mrica (IP)
- Sulut - PLTU Amurang (PJB)

## Transmisi

- Depok-Cinere
- UIP2B JAMALI
- UIP2B Sumatera
- UIKL Sulawesi

## Distribusi - Ritel

- UID Jakarta Raya
- UID Jatim, Banten, Bali,
- UID Jateng & DIY, Jabar
- UIW Sumut, Aceh, Sumbar,
- UIW Riau & Kepulauan Riau
- UIW Kaltimra
- UIW NTB dan UIW NTT
- UIW Maluku dan Maluku Utara
- UIW Papua dan Papua Barat
- UIW Sulselrabar

## PLN

Jakarta  
• Kantor Pusat

## PLN

Jakarta  
• ICON+

- Pembangkit
- Transmisi
- Distribusi - Ritel
- Kantor Pusat
- ICON+



## Strategi & Kepemimpinan

Adanya **dukungan** dari **pimpinan** untuk **mentransformasikan perusahaan ke arah Industri 4.0**.

Pimpinan mengetahui secara baik tentang keuntungan dan langkah langkah strategis untuk implementasi Industri 4.0. Sehingga pimpinan memberikan arahan dan pengorganisasian yang membuat implementasi Industri 4.0 di perusahaan menjadi mudah dipahami dan dijalankan oleh seluruh karyawan.



## Investasi untuk Industri 4.0

Pihak manajemen mempunyai **investasi** untuk **pengembangan perusahaan menuju Industri 4.0**. Besarnya investasi cukup untuk bisa mentransformasikan perusahaan ke arah Industri 4.0. Investasi tidak hanya untuk jangka pendek tetapi adanya perencanaan investasi jangka panjang yang terorganisir dan termonitor.



## Kebijakan Inovasi

Adanya **dukungan** dari **pihak manajemen perusahaan** untuk **inovasi**. Lingkungan di perusahaan yang ramah dan welcome terhadap inovasi baru dari seluruh karyawan. Serta adanya sistem penghargaan untuk inovasi yang dapat meningkatkan daya saing perusahaan.

## Fokus Assessment

- Keberadaan roadmap transformasi Industry 4.0 dan pelaksanaannya
- Jumlah investasi ke industri 4.0
- Ada atau tidaknya tim transformasi dan kinerjanya

## 2. ORANG DAN BUDAYA



### Budaya

Budaya dan nilai dari para karyawan perusahaan. Hal ini seperti: **budaya tepat waktu**, **budaya konsistensi terhadap rencana** yang telah disepakati, **budaya untuk mau terus belajar**, **budaya berbicara terus terang**, dll. Hal ini perlu diukur karena secara tidak langsung akan mempengaruhi keberhasilan perusahaan untuk bisa bertransformasi ke Industri 4.0.



### Keterbukaan Terhadap Perubahan

Pemikiran setiap karyawan dan manajemen yang selalu terbuka dengan adanya perubahan yang baru akan membawa dampak yang baik dalam proses transformasi suatu perusahaan. Hal ini juga termasuk **keterbukaan terhadap teknologi dari luar** yang diperlukan untuk membuat perusahaan menjadi lebih efisien dan efektif. Dengan keterbukaan pikiran maka harapannya proses transformasi dapat diterima oleh semua karyawan.



### Pengembangan Kompetensi

Adanya **kebijakan dan pelaksanaan pengembangan kompetensi** untuk seluruh karyawan. Dalam hal ini yang berkaitan dengan ketrampilan yang diperlukan untuk mendorong perusahaan untuk bertransformasi ke Industri 4.0, seperti: training, sertifikasi, studi lanjut, workshop, lokakarya, dll.

### Fokus Assessment

- Penerapan budaya AKHLAK termasuk Critical Fews Behaviours (Adaptif) Terus-menerus melakukan perbaikan mengikuti perkembangan teknologi
- Keterbukaan dan keikutsertaan karyawan dalam program transformasi
- Program upskilling/reskilling ke I4.0

### 3. PRODUK DAN LAYANAN



#### Kustomisasi Produk

Adanya **produk yang kustom sesuai dengan apa yang diinginkan oleh konsumen**. Jadi produk yang ditawarkan tidak hanya sejenis tetapi memiliki opsi yang kustom sesuai dengan permintaan. Tingkat customization juga menunjukkan tingkat kesiapan perusahaan untuk bertransformasi ke Industri 4.0.



#### Layanan Berbasis Data

Layanan dan model bisnis perusahaan dikembangkan berdasarkan dari **data-data yang telah diperoleh**, baik dari data perusahaan sendiri, perusahaan sejenis maupun data dari konsumen.



#### Produk Cerdas

**Produk yang sudah ada fitur teknologi di dalamnya**, seperti sudah memiliki interface yang bisa dihubungkan dengan internet, memiliki fitur penyimpanan data (RFID, barcode, dll). **Produk cerdas juga berarti produk yang sudah terintegrasi** dengan sensor dan program yang dapat mempermudah dalam menggunakan produk tersebut.

#### Fokus Assessment

- Program implementasi kustomisasi produk/layanan
- Penggunaan data pelanggan
- Implementasi *smart product*

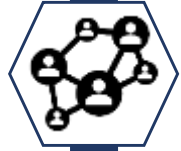


## 4. TEKNOLOGI



### Keamanan Cyber

Karena dalam Smart factory sebagian besar operasi saling terhubung antara satu dengan yang lain, maka **keamanan dalam konektivitasnya** menjadi sangat penting. **Kemanan dalam menyimpan**, mentransfer dan mengolah data juga menjadi penting sehingga industri yang menerapkan Industri 4.0 harus memiliki sistem dan metode yang menjamin bahwa konektivitas berbasis data tersebut aman.



### Konektivitas

Adanya **konektivitas antar sistem** dalam sebuah pabrik atau antar pabrik. Konektivitas juga dapat berupa adanya interkoneksi yang real-time dengan vendor atau dengan pabrik yang menjadi mitra perusahaan.



### Mesin Cerdas

Adanya **sistem pintar** yang sudah dilengkapi dengan kecerdasan buatan dan interface koneksi dengan internet atau intranet, bisa **mengoptimisasi parameter maupun urutan operasi secara mandiri**. Mesin pintar juga bisa mengakomodir adanya kolaborasi baik antara manusia dan mesin, atau kolaborasi antar mesin/sistem.



### Digitalisasi

**Implementasi teknologi digital** dalam perusahaan. Baik dalam proses, produk maupun proses pengambilan keputusan.

### Fokus Assessment

- *Cyber security*
- Konektivitas horizontal dan vertical
- Penggunaan mesin cerdas
- Program digitalisasi perusahaan

## 5. OPERASI PABRIK DAN PERUSAHAAN



### Penyimpanan dan Sharing Data

Data perusahaan baik untuk **optimasi proses maupun layanan berbasis data sudah dikelola** dengan baik. Selain itu proses penyimpanan data, transfer data dan penggunaan data sudah memiliki standar proses yang baku. Adanya **peyimpanan data di cloud atau di internal server** salah satu yang diukur dalam bidang penyimpanan dan sharing data.



### Rantai Pasok dan Logistik Cerdas

Dalam Industri 4.0, adanya **rantai pasok dan system logistik yang sudah terintegrasi dengan proses produksi** menjadi penting untuk meningkatkan efisiensi perusahaan. Aplikasi teknologi condition monitoring dan lokasi barang yang masuk dan keluar adalah contoh dari penerapan rantai pasok dan logistic cerdas.



### Proses Otonom

Operasi pabrik yang sudah **otonom baik dalam proses produksi maupun dalam proses pengambilan keputusannya**. Sebagai contoh adanya pengontrolan proses secara otomatis dan adanya operasi mesin yang sudah otomatis berbasis analisis big data.



### Sistem Perawatan Cerdas

Sebagai contoh adalah adanya **proses pengoperasian mesin dan perawatan mesin yang sudah berbasis internet**. Adanya sistem monitoring performansi mesin (OEE) secara terpusat via internet, adanya diagnosis dan prognosis kondisi mesin sehingga dapat menentukan jadwal perbaikan atau pengantian yang lebih tepat adalah contoh penerapan system perawatan cerdas.

### Fokus Assessment

- Metode penyimpanan dan pengolahan data
- Implementasi logistik cerdas
- Seberapa besar tingkat otomasi dalam proses produksi di perusahaan
- Implementasi perawatan mesin cerdas

# HASIL ASSESSMENT INDI 4.0



## SELF ASSESSMENT

Pilar	SELF ASSESSMENT
<b>Manajemen dan Organisasi</b>	<b>4,00</b>
Strategi dan kepemimpinan	4,00
Investasi untuk I4.0	4,00
Kebijakan inovasi	4,00
<b>Orang dan Budaya</b>	<b>3,67</b>
Budaya	3,00
Keterbukaan terhadap perubahan	4,00
Pengembangan kompetensi	4,00
<b>Produk dan Layanan</b>	<b>4,00</b>
Kustomisasi produk	4,00
Layanan berbasis data	4,00
Produk cerdas	4,00
<b>Teknologi</b>	<b>3,75</b>
Keamanan cyber	4,00
Konektivitas	4,00
Mesin cerdas	4,00
Digitalisasi	3,00
<b>Operasi Perusahaan</b>	<b>3,75</b>
Penyimpanan dan sharing data	4,00
Rantai pasok dan logistik cerdas	4,00
Proses yang otonom	3,00
Sistem perawatan cerdas	4,00
<b>INDI 4.0</b>	<b>3,81</b>



## NILAI VALIDASI HASIL VERIFIKASI INDI 4.0 BUMN PT PERUSAHAAN LISTRIK NEGARA (PERSERO)

No	Pilar	PT PLN (PERSERO)
		Nilai Akhir Komite
1	Manajemen dan Organisasi	<b>3.67</b>
	Strategi dan Kepemimpinan	3.50
	Investasi Industri 4.0	4.00
2	Kebijakan Inovasi	3.50
	Orang dan Budaya	<b>3.58</b>
	Budaya	3.50
	Keterbukaan Terhadap Perubahan	3.50
	Pengembangan Kompetensi	3.75
3	Produk dan Layanan	<b>3.42</b>
	Kustomisasi produk	3.75
	Layanan berbasis data	3.50
	Produk cerdas	3.00
4	Teknologi	<b>3.50</b>
	Keamanan cyber	3.00
	Konektivitas	3.50
	Mesin cerdas	3.75
	Digitalisasi	3.75
5	Operasi Perusahaan	<b>3.25</b>
	Penyimpanan dan sharing data	3.50
	Rantai pasok dan logistik cerdas	3.25
	Proses yang otonom	3.00
	Sistem perawatan cerdas	3.25
<b>Nilai INDI 4.0</b>		<b>3,50</b>

Mengetahui dan Menyetujui,  
Kepala Pusat Pemanfaatan Teknologi Industri dan  
Kebijakan Jasa Industri  
Selaku  
Ketua Pelaksanaan Harian Komite

DR. Ir. Heru Kustanto, M.Si

# Penganugerahan Award INDI 4.0 Tahun 2022 kepada PLN

---



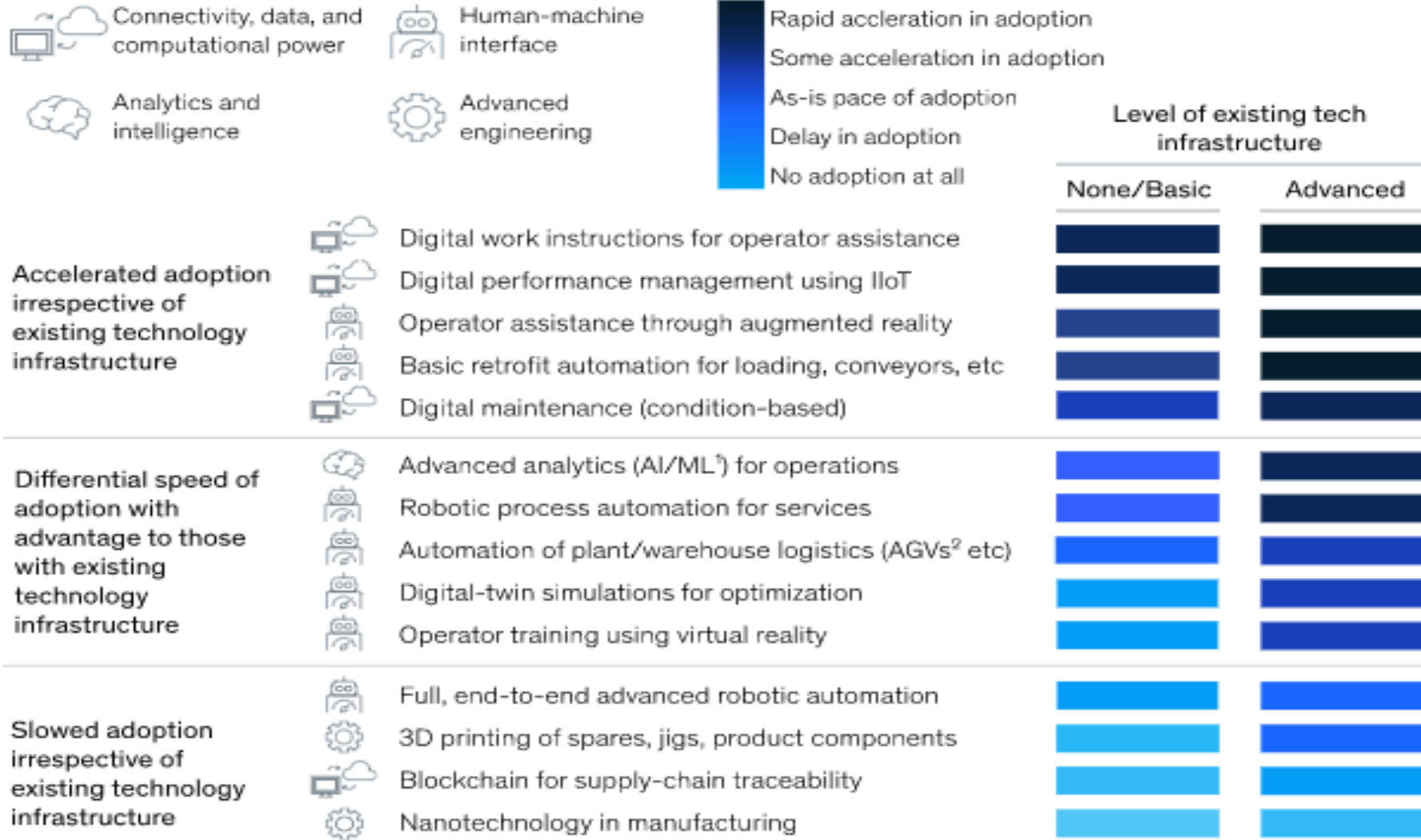
# SKOR INDI 4.0 DI SEKTOR LAIN



NO.	SEKTOR INDUSTRI	MANAJEMEN DAN ORGANISASI	ORANG DAN BUDAYA	PRODUK DAN LAYANAN	TEKNOLOGI	OPERASI PABRIK	INDI
1.	Makanan dan Minuman	2,10	2,40	2,43	1,92	2,27	2,25
2.	Tekstil	1,41	1,90	2,18	1,41	1,81	1,76
3.	Kimia	1,36	1,93	2,10	1,49	1,95	1,79
4.	Otomotif	1,25	1,76	2,03	1,45	1,78	1,67
5.	Elektronika	1,72	2,13	2,43	1,64	2,09	2,02
6.	Logam	1,26	1,87	2,01	1,48	1,72	1,69
7.	Aneka	1,20	1,84	2,06	1,47	1,85	1,70
8.	EPC	1,94	2,11	2,72	1,58	2,08	2,09
9.	Farmasi	2,19	2,52	1,76	2,07	2,25	2,21
10.	Alat Kesehatan	1,18	1,79	1,69	1,27	1,54	1,53
11.	Agro Industri	2,10	2,09	2,20	1,95	2,15	2,10

keterangan: Data dari 706 perusahaan  
Sumber: SIINAS Kemenperin

# Beberapa gerakan Industri 4.0 dapat dipercepat tanpa investasi teknologi besar



<sup>1</sup>Artificial intelligence/machine learning

<sup>2</sup>Autonomous guided vehicles

# ASSET CRITICALITY RANKING FOR ASSET WITH SENSOR



CRITICALITY

5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5

**CRITICALITY**  
Consequence of Failure

- 5 Major
- 4 Significant
- 3 Important
- 2 Minor
- 1 Very Minor

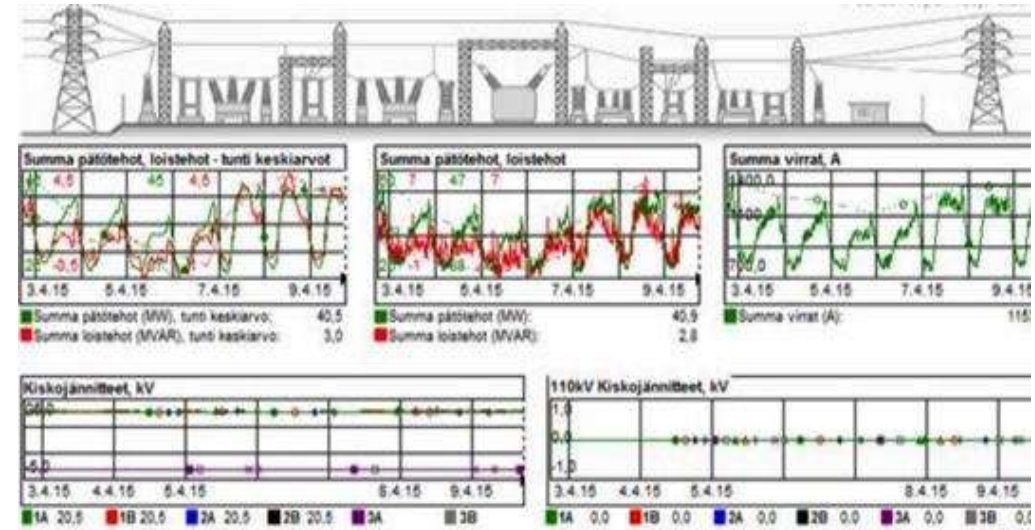
**VULNERABILITY**  
Likelihood of Failure

- 5 Almost Certain
- 4 Highly Probable
- 3 Could Occur
- 2 May happen (if multiple circumstances are met)
- 1 Unlikely

**RISK RATING**

- C** Low Risk (1 - 8)
- B** Medium Risk (9 - 15)
- A** High Risk (16 - 25)

VULNERABILITY



- Perusahaan yang dipilih dan dinilai mampu menjadi untuk **percontohan (role model) bagi industri lainnya** dalam transformasi dan implementasi IR 4.0 untuk mendorong dampak finansial/ekonomi, operasional dan teknologi.
- Mampu bertindak **sebagai suar untuk memandu industri lainnya** dalam penerapan teknologi terkait IR 4.0 seperti kecerdasan buatan, manufaktur aditif dan analitik canggih serta mengatasi tantangan dalam meningkatkan sistem produksi yang ada.
- Merupakan **showcase atau demonstrasi** dari manufaktur digital yang telah diterapkan oleh suatu industri sehingga dapat memberikan **gambaran nyata atas keberhasilan suatu industri** dalam memperoleh manfaat atas implementasi yang telah dilakukan dan dapat membantu dalam adopsi teknologi oleh industri lainnya





## National Lighthouse

**PT INDOLAKTO**

**PUPUK KALTIM**

**AKRISONO**

## Global Lighthouse Network - WEF

Life Is On | **Schneider Electric**

**PETROSEA**

Member of Indika Energy Group



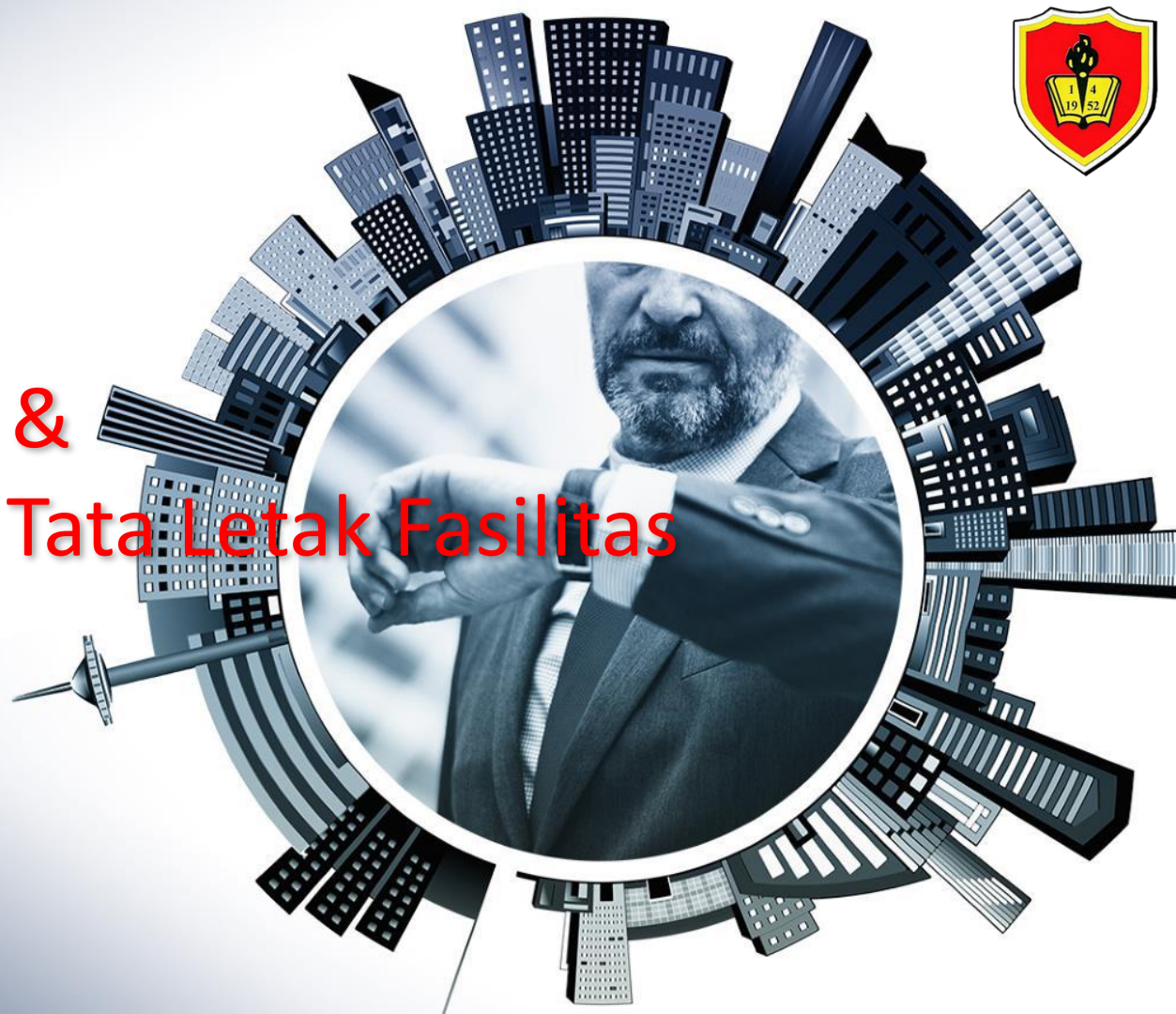


**Terima Kasih**



# Perencanaan & Perancangan Tata Letak Fasilitas

Syarif Hadiwijaya



# Pokok Bahasan

- Ruang lingkup perencanaan fasilitas
- Perencanaan lokasi
- Metode pemilihan lokasi (Pengenalan Software QM For Windows V5)



# Sasaran Pembelajaran

- Memahami aspek-aspek yang berkaitan dengan penetapan lokasi fasilitas/pabrik
- Memahami teknik dan mampu melakukan perancangan tata letak fasilitas produksi
- Memahami permasalahan yang berkaitan dengan pemindahan bahan (*material handling*).
- Memahami macam/type tata letak fasilitas produksi

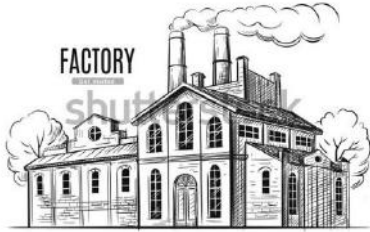


# Pendahuluan



- Industrialisasi telah mengalokasikan anggaran belanja dalam jumlah besar untuk long-term capital assets berupa gedung, mesin, fasilitas kerja, dll dengan teknologi baru untuk melakukan aktivitas produktif.
- Secara periodik dan berlangsung terus menerus fasilitas kerja harus selalu dirawat dan dimodifikasi untuk menjaga dan untuk meningkatkan kinerja produksinya.
- Anggaran belanja dalam jumlah besar harus dikeluarkan untuk keperluan design of facilities systems, layouts, handling systems, dan facilities location sebagai konsekuensi dari “the overall planning process”.

# Ruang Lingkup Perencanaan Fasilitas



www.shutterstock.com - 1108438607



# Ruang Lingkup Perencanaan Fasilitas



## Lokasi Fasilitas

- Perencanaan fasilitas akan didahului oleh penetapan lokasi pabrik.
- Penetapan lokasi merupakan aktivitas pemilihan lokasi dimana fasilitas-fasilitas produksi harus ditempatkan.

## A Sequence/ Level of Decisions

### National Decision

- Political, social, economic stability;
- Currency exchange rate;.....

### Regional Decision

- Climate, customer concentrations,
- Degree of unionization,.....

### Community Decision

- Transportation system ,
- Preference of management,.....

### Site Decision

- Site size/cost, environmental impact,
- Zoning restrictions



# Ruang Lingkup Perencanaan Fasilitas



**Perencanaan Fasilitas melibatkan 5 tingkatan perencanaan (Q, Lee, 1997):**

1. Lokasi Fasilitas
2. Rencana Site
3. Rencana Tata Letak Bangunan
4. Rencana Tata Letak Departemen / Sel
5. Rencana Tata Letak Stasiun Kerja

# Perencanaan Lokasi



1. Lokasi untuk operasional sangat mempengaruhi biaya, baik biaya tetap maupun biaya variabel.
2. Lokasi sangat mempengaruhi resiko dan keuntungan perusahaan secara keseluruhan.
3. Tujuan strategi lokasi adalah untuk memaksimalkan keuntungan lokasi perusahaan.
4. Pilihan-pilihan yang ada dalam lokasi meliputi:
  - Tidak pindah, tetapi memperluas fasilitas yang ada.
  - Mempertahankan lokasi yang sekarang, selagi menambah fasilitas lain di tempat lain.
  - Menutup fasilitas yang ada dan pindah ke lokasi lain.

# Faktor Pertimbangan Lokasi



Secara umum perusahaan dalam melaksanakan strategi lokasi mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- Produktifitas Tenaga Kerja
- Nilai Tukar dan Resiko Mata Uang
- Biaya
- Sikap
- Kedekatan dengan Pasar
- Kedekatan dengan Supplier
- Kedekatan dengan Pesaing (Clustering)

## Lokasi Fasilitas

- Perusahaan memutuskan lokasi fasilitas, umumnya relatif terhadap sumber daya dan pasar.
- Dampak lokasi fasilitas sangat strategis.
- Pertimbangan utama: upah buruh, pajak, ketrampilan dan sikap tenaga kerja, politik dan keamanan.

# Keputusan Pemilihan Lokasi



## Pemilihan Lokasi Antar Negara

- Resiko politik yang dihadapi, peraturan yang ada, sikap pemerintah, serta insentif pemerintah.
- Permasalahan budaya dan ekonomi.
- Lokasi pasar, karena produk yang telah dibuat harus dapat diserap oleh pasar agar keberlangsungan perusahaan dapat terjamin.
- Ketersediaan tenaga kerja, upah buruh, produktifitas, karena unsur tenaga kerja sangat penting bagi perusahaan.
- Ketersediaan pasokan, komunikasi dan energi.
- Resiko nilai tukar mata uang

## Pemilihan Lokasi Antar Daerah (Regional)

- Keinginan perusahaan.
- Segi-segi yang menarik dari wilayah tersebut (budaya, pajak, iklim).
- Ketersediaan tenaga kerja, upah serta sikap terhadap serikat kerja.
- Biaya dan ketersediaan pelayanan umum.
- Peraturan mengenai lingkungan hidup.
- Insentif dari pemerintah.
- Kedekatan dengan bahan baku dan konsumen.
- Biaya tanah dan pendirian bangunan.

# Keputusan Pemilihan Lokasi



## Pemilihan Lokasi Untuk Memilih Tempat (*Site*)

- Ukuran dan biaya lokasi.
- Sistem transportasi udara, kereta, jalan bebas maupun jalur laut.
- Pembatasan daerah.
- Kedekatan dengan jasa/pasokan yang dibutuhkan.
- Permasalahan dampak lingkungan.

# Pentingnya Tata Letak Fasilitas



- Ongkos Pemindahan Material:
  - 30-75% dari ongkos produk (Sule 1991)
  - 20-50% dari anggaran operasi manufaktur (Tompkins & White, 1994)
- Tata letak fasilitas yang optimal dapat mengurangi Ongkos Pemindahan Material
- Fasilitas: mesin, stasiun kerja, stasiun inspeksi, locker rooms, rest area, dan fasilitas penunjang lainnya.

# Tujuan Perancangan Tata Letak



- Minimasi ongkos pemindahan material
- Pemanfaatan ruang yang efisien
- Eliminasi bottlenecks
- Mengurangi waktu siklus manufaktur
- Eliminasi pemborosan
- Memudahkan kegiatan keluar-masuk dan penempatan dari material dan produk
- Memberikan fleksibilitas sehingga dapat beradaptasi terhadap perubahan manufaktur dan bisnis

# Kekeliruan Penentuan Lokasi



- Kurangnya analisa/pertimbangan faktor terkait
- Besarnya pengaruh manajemen yang bersifat subyektif
- Pemilihan “Kampung halaman” atau lokasi sekitar tempat tinggal
- Kejenuhan suatu wilayah
- Sudah tersedianya lahan



# Kondisi Umum Beberapa Tipe Lokasi



## 1. Kota Besar (City)

- Tenaga terampil sangat banyak dan labor cost tinggi
- Fasilitas, sarana komunikasi & Transportasi tersedia secara layak
- Supplier dekat dan komunikasi cepat
- Pajak tinggi

## 2. Pinggiran Kota (Sub Urban)

- Semi skilled labor/female labor mudah diperoleh, labor cost cukup tinggi
- Pajak lebih rendah dibanding kota besar
- Expansi Pabrik lebih dimungkinkan
- Adanya kemungkinan timbulnya masalah lingkungan

## 3. Luar Kota (Country)

- Lahan masih sangat murah
- Tenaga kerja terampil sulit diperoleh, labor cost rendah
- Pajak rendah
- Jarak yg jauh dengan supplier, mempengaruhi pemenuhan material, baik untuk produksi yang dapat mengganggu lingkungan

# Faktor Yang Dipertimbangkan



Berkaitan dengan **production input/output**

- Industri hulu, lokasi berdekatan dengan suplai sumber materialnya. Contohnya pengolahan bijih logam
- Industri hilir, lokasi pabrik berdekatan dengan wilayah pemasaran

Berkaitan dengan **proses produksi**

- Menyangkut suplai energi dan tenaga kerja

Berkaitan dengan **kondisi lingkungan luar**

- Suplai material, distribusi output, fasilitas komunikasi, transportasi, sosial budaya, kebijakan pemerintah

# Metode Pemilihan Lokasi



## Metode Evaluasi Alternatif Lokasi

Langkah-langkah yang perlu dilakukan:

1. Membuat daftar faktor yang berhubungan (disebut faktor kunci sukses/critical success factors – CSFs).
2. Buat pembobotan untuk setiap faktor yang telah ditetapkan pada langkah 1 yang besar kecilnya tergantung signifikansinya bagi perusahaan.
3. Buat skala penilaian untuk tiap faktor (contoh 1-10, atau 1-100).
4. Menetapkan beberapa alternatif lokasi yang dinominasikan.
5. Beri penilaian untuk setiap alternatif lokasi pada setiap faktor dengan menggunakan skala penilaian pada langkah 3.
6. Analisis tiap faktor dengan mengalikan bobot untuk tiap faktor dengan penilaian, dan jumlahkan hasilnya.
7. Berikan rekomendasi berdasarkan nilai poin maksimal sesuai hasil yang didapatkan pada langkah 6

## 1. Pendekatan diskrit:

- Analisa Kualitatif (Teknik analisis faktor, Matrik prioritas).
- Analisa Kuantitatif (Model transportasi)

## 2. Pendekatan kontinyu:

- Metode median.
- Metode pusat gravitasi
- Metode Weiszfeld

# Contoh Metode Evaluasi Alternatif Lokasi



Sebuah perusahaan menganalisis beberapa alternatif negara untuk dijadikan nominasi lokasi anak cabang perusahaannya. Adapun data dan perhitungannya adalah sebagai berikut:

Critical Succes Factor	Bobot	Nilai (1-10)			Nilai x Bobot		
		Negara			Negara		
		A	B	C	A	B	C
Teknologi	0.15	8	7	6	1.2	1.05	0.9
Tingkat Pendidikan	0.20	7	8	7	1.4	1.6	1.4
Aspek Politik/Hukum	0.15	6	6	7	0.9	0.9	1.05
Aspek Sosial Budaya	0.20	8	9	8	1.6	1.8	1.6
Aspek Ekonomi	0.30	7	6	8	2.1	1.8	2.4
<b>Jumlah</b>					<b>6.2</b>	<b>7.15</b>	<b>7.35</b>

# Contoh Metode Pembobotan (1)



<b>Faktor</b>	<b>Yang Diinginkan</b>	<b>Bobot - B (%)</b>
1. Harga tanah & bangunan	Murah	15
2. Ketersediaan bahan baku	Banyak & murah	25
3. Biaya transportasi	Murah	30
4. Biaya hidup	Murah	5
5. Ketersediaan tenaga kerja	Banyak & trampil	5
6. Upah minimum regional	Murah	20
<b>Total</b>		<b>100</b>

# Contoh Metode Pembobotan (2)



Faktor	Bobot - B (%)	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3	
		Skor (S)	B x S	Skor (S)	B x S	Skor (S)	B x S
1	15	80	12	70	8	60	5
2	25	50	13	70	9	60	5
3	30	60	18	50	9	80	7
4	5	60	3	80	2	70	2
5	5	80	4	80	3	40	1
6	20	70	14	70	10	70	7
<b>Total</b>	<b>100</b>		<b>64</b>		<b>42</b>		<b>27</b>

# Break Even Analysis



## Contoh Soal

Sebuah perusahaan mempertimbangkan tiga lokasi untuk didirikan pabrik baru. Studi yang telah dilakukan menghasilkan data untuk harga jual sebesar Rp.120.000 dan jumlah produksi paling ekonomis 2.000 unit/tahun.

Lokasi	Biaya (Ribu Rp)		
	Tetap (F)	Variabel (V)	Total (TC=F+V)
X	30.000	75	$30.000+(75 \times 2) = 180.000$
Y	60.000	45	$60.000+(45 \times 2) = 150.000$
Z	110.000	25	$110.000+(25 \times 2) = 160.000$

- Tentukan semua biaya yang berkaitan dengan alternative lokasi yang dijadikan nominasi baik berupa biaya tetap maupun biaya variabel.
- Buat dalam bentuk grafis semua data biaya yang telah dikumpulkan pada langkah1 menggunakan gambar dua dimensi dengan biaya pada sumbu vertikal dan volume pada sumbu horizontal.
- **Pilih lokasi yang memiliki biaya total paling rendah** untuk jumlah produksi yang diharapkan.

# Metode Pusat Gravitasi



Rumus:

$$\text{Koordinat } X = \frac{\sum d_{ix} Q_i}{\sum Q_i}$$

$$\text{Koordinat } Y = \frac{\sum d_{iy} Q_i}{\sum Q_i}$$

Dimana:

✓  $d_{ix}$  = koordinat  $x$  lokasi  $i$

✓  $d_{iy}$  = koordinat  $y$  lokasi  $i$

✓  $Q_i$  = Jumlah barang yang dipindahkan ke atau dari lokasi  $i$

1. Tetapkan jumlah barang yang dikirim dari lokasi ke gudang distribusi (yang akan dicari lokasinya) tiap periode tertentu.
2. Buka peta, tentukan suatu tempat sebagai titik origin (0,0).
3. Tempatkan lokasi-lokasi pasar yang dimiliki perusahaan pada suatu sistem koordinat dengan titik origin sebagai dasar.
4. Tentukan koordinat gudang distribusi sesuai persamaan yang berlaku.



# Contoh Soal (1)- Metode Pusat Gravitasi



Distributor mempunyai empat toko retailer yang akan menentukan lokasi gudang dengan data sebagai berikut:

Toko	Koordinat	Jumlah barang yang dikirim per periode (dalam ribu unit)
D	(30,120)	2
E	(90,110)	1
F	(130,130)	1
G	(60,40)	2

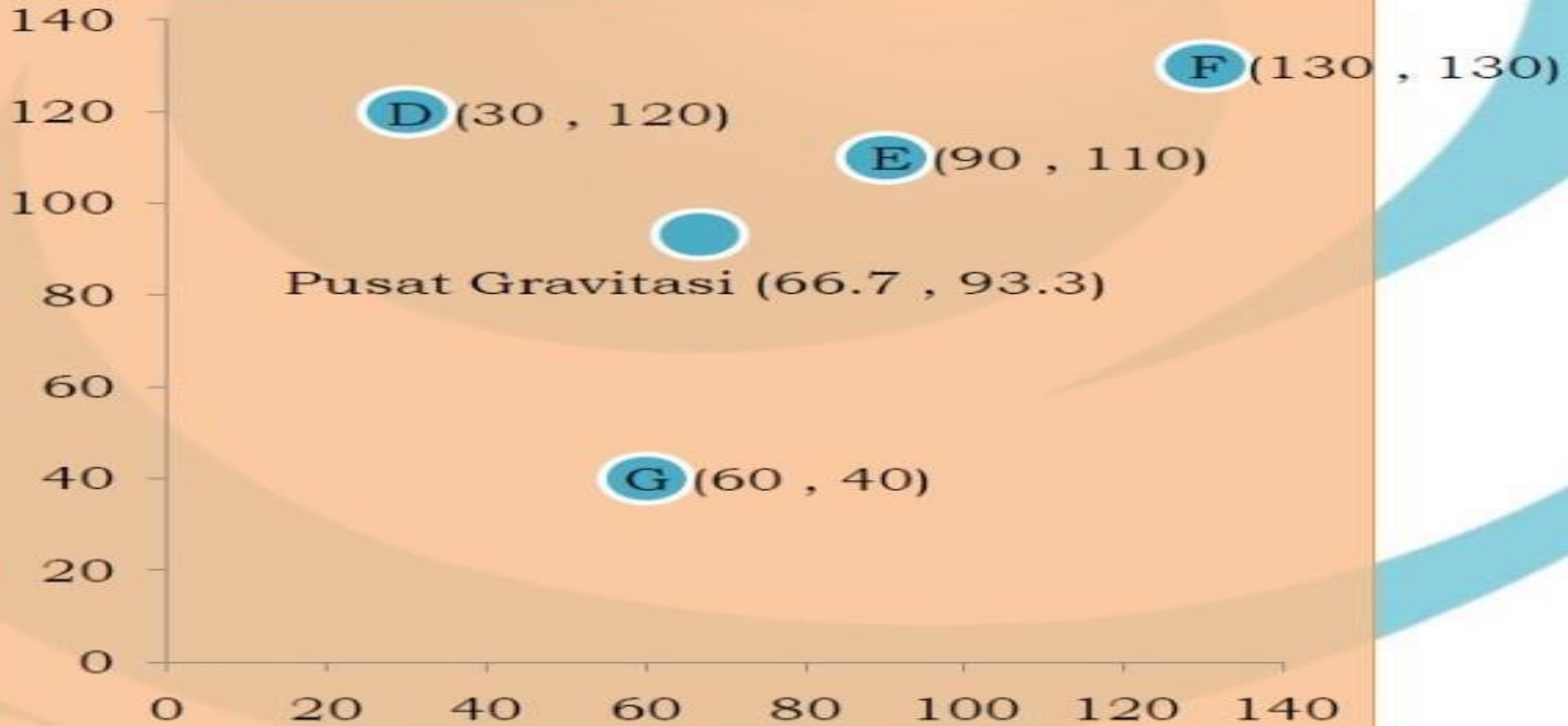
## Koordinat X

$$= \frac{(30 \times 2) + (90 \times 1) + (130 \times 1) + (60 \times 2)}{2 + 1 + 1 + 2} = 66,7$$

## Koordinat Y

$$= \frac{(120 \times 2) + (110 \times 1) + (130 \times 1) + (40 \times 2)}{2 + 1 + 1 + 2} = 93,3$$

# Contoh Soal (1)- Metode Pusat Gravitasi



# Contoh Soal (2)- Metode Pusat Gravitasi



Nama	Lokasi		Kapasitas / K (ton)	Alternatif G1 (5, 30)		Alternatif G3 (-8, 5)	
	X	Y		Jarak (J)	K x J	Jarak (J)	K x J
A	3.0	-16.0	20	14.14	282.84	23.71	474.13
B	-5.0	-10.0	15	22.36	335.41	15.30	229.46
C	9.9	9.0	8	39.31	314.45	18.34	146.73
D	0.0	-8.0	5	22.56	112.81	15.26	76.32
E	-15.0	8.0	5	42.94	214.71	7.62	38.08
F	0.0	0.0	0	30.41	0.00	9.43	0.00
Total					1260.22		964.72

# Metode Transportasi



## Karakteristik Metode Transportasi

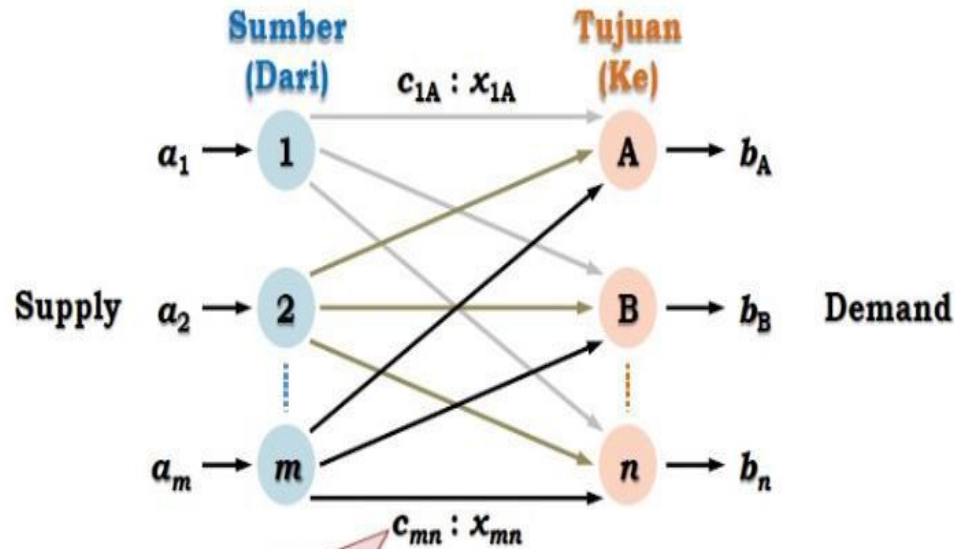
- Suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan produk yang sama, ke tempat-tempat yang membutuhkan secara optimal.
- Metode transportasi berhubungan dengan distribusi suatu produk tunggal dari beberapa sumber, dengan penawaran terbatas, menuju ke beberapa tujuan dengan permintaan tertentu. Asumsi dasar model ini adalah biaya transport pada suatu rute tertentu proporsional dengan banyaknya unit yang dikirimkan.
- Pada model transportasi, yang harus diperhatikan adalah bahwa total kuantitas pada seluruh baris harus sama dengan total kuantitas pada seluruh kolom, jika tidak, maka perlu ditambahkan kuantitas dummy.
- Suatu barang dipindahkan (*transported*), dari sejumlah sumber ke tempat tujuan dengan biaya seminimum mungkin, dan
- Atas barang tersebut tiap sumber dapat memasok suatu jumlah yang tetap dan tiap tempat tujuan mempunyai jumlah permintaan yang tetap.

# Metode Transportasi



Gambar Metode Transportasi

Tabel Metode Transportasi



$c$  = biaya yang terjadi akibat perpindahan dari sumber ke tujuan

		Ke					Demand
		A	B	...	$n$		
Dari	1	$c_{1A}$ $x_{1A}$	$c_{1B}$ $x_{1B}$	...	$c_{1n}$ $x_{1n}$	$b_A$	
	2	$c_{2A}$ $x_{2A}$	$c_{2B}$ $x_{2B}$	...	$c_{2n}$ $x_{2n}$	$b_B$	
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	
	$m$	$c_{mA}$ $x_{mA}$	$c_{mB}$ $x_{mB}$	...	$c_{mn}$ $x_{mn}$	$b_n$	
Supply		$a_A$	$a_B$	...	$a_m$	$\Sigma b$ $\Sigma a$	

# Metode North West Corner



- 1) Mulai dari sudut kiri atas ( $x_{1A}$ ), dialokasikan sejumlah maksimum produk dengan melihat kapasitas dan kebutuhan (atau *supply* dan *demand*).
- 2) Kemudian, bila  $x_{mn}$  merupakan kotak terakhir yang dipilih, lanjutkan dengan mengalokasikan pada  $x_{m,n+1}$  (ke kanan) bila  $n$  mempunyai kapasitas yang tersisa.
- 3) Bila tidak, alokasikan ke  $x_{m+1,n}$  (ke bawah) dan seterusnya sehingga semua kebutuhan telah terpenuhi.

# Contoh - Metode North West Corner



Ada 3 kota tempat penyimpanan beras yaitu 1, 2, dan 3, yang akan mengirim ke 3 tempat penggilingan beras yang berlokasi di A, B, dan C dengan menggunakan kereta api, dimana tiap gerbongnya memuat 1 ton beras. Data pasokan beras dan data permintaan beras untuk setiap bulannya adalah sbb.:

<b>Data Pasokan Beras</b>	
<b>Tempat Penyimpanan</b>	<b>Jumlah</b>
Kota 1	150
Kota 2	175
Kota 3	275
<b>Total</b>	<b>600 ton</b>

<b>Data Permintaan</b>	
<b>Tempat Penggilingan</b>	<b>Jumlah</b>
Lokasi A	200
Lokasi B	100
Lokasi C	300
<b>Total</b>	<b>600 ton</b>

# Contoh - Metode North West Corner



Sedangkan data biaya pengiriman adalah sbb.:

Tempat Penyimpanan	Biaya Pengiriman ( \$ )		
	Tempat Penggilingan		
	Lokasi A	Lokasi B	Lokasi C
Kota 1	6	8	10
Kota 2	7	11	11
Kota 3	4	5	12

Permasalahannya adalah untuk menentukan banyak beras (ton) yang harus dikirim dari tiap kota tempat penyimpanan ke tiap lokasi penggilingan setiap bulannya agar total biaya transportasi minimum.



# Contoh - Metode North West Corner



Dari \ Ke	A	B	C	Demand
1	6	8	10	150
2	7	11	11	175
3	4	5	12	275
Supply	200	100	300	600

150				
50	100	25		
		275		

Solusi optimal:

- $x_{1A} = 150$
- $x_{1B} = 0$
- $x_{1C} = 0$
- $x_{2A} = 50$
- $x_{2B} = 100$
- $x_{2C} = 25$
- $x_{3A} = 0$
- $x_{3B} = 0$
- $x_{3C} = 275$

# Contoh - Metode North West Corner



- Maka biaya pengiriman (transportasi) yang harus dikeluarkan adalah:

$$\text{Min. } Z = 6x_{1A} + 8x_{1B} + 10x_{1C} + 7x_{2A} + 11x_{2B} + 11x_{2C} + 4x_{3A} + 5x_{3B} + 12x_{3C}$$

$$\text{Min. } Z = 6(150) + 8(0) + 10(0) + 7(50) + 11(100) + 11(25) + 4(0) + 5(0) + 12(275)$$

$$\text{Min. } Z = 5925$$

- **Jadi biaya pengiriman (transportasi) adalah sebesar \$5925**

# Metode Least Cost



- Metode ini jauh lebih baik secara umum jika dibandingkan dengan metode NWC.
- Hal ini karena dalam metode LC mempertimbangkan hal-hal yang ada dalam metode transportasi, yaitu biaya selnya, sehingga mendekati solusi optimal yang diinginkan.
- Sel yang memiliki biaya-biaya yang tertinggi otomatis tidak akan terpakai, tetapi jika ada sel yang memiliki biaya yang sama, maka penentuan sel yang akan di isi dapat dilakukan secara bebas.

# Metode Least Cost



Dari \ Ke	A	B	C	Demand
1	6	8	10	150
		25	125	
2	7	11	11	175
			175	
3	4	5	12	275
	200	75		
Supply	200	100	300	600
				600

- Solusi optimal:  $x_{1A} = 0$  ;  $x_{1B} = 25$  ;  $x_{1C} = 125$  ;  $x_{2A} = 0$  ;  $x_{2B} = 0$  ;  $x_{2C} = 175$  ;  $x_{3A} = 200$  ;  $x_{3B} = 75$  ;  $x_{3C} = 0$

- Maka biaya pengiriman (transportasi) yang harus dikeluarkan adalah:

$$\text{Min. } Z = 6x_{1A} + 8x_{1B} + 10x_{1C} + 7x_{2A} + 11x_{2B} + 11x_{2C} + 4x_{3A} + 5x_{3B} + 12x_{3C}$$

$$\text{Min. } Z = 6(0) + 8(25) + 10(125) + 7(0) + 11(0) + 11(175) + 4(200) + 5(75) + 12(0)$$

$$\text{Min. } Z = 4550$$

- Jadi biaya pengiriman (transportasi) adalah sebesar \$4550

# Metode VAM



- Metode Vogel's Approximation Method (VAM).
- Bila dibandingkan dengan dua metode sebelumnya, metode ini jauh lebih baik lagi (lebih mendekati solusi optimal).
- Namun metode ini relative lebih rumit dalam menentukan solusi.

# Langkah-langkah Metode VAM



- 1) Susunlah kebutuhan, kapasitas masing-masing sumber, dan biaya pengangkutan ke dalam matrik.
- 2) Carilah perbedaan dari dua biaya terkecil (dalam nilai absolut), yaitu biaya terkecil dan terkecil kedua untuk tiap baris dan kolom pada matrik ( $C_{mn}$ ).
- 3) Pilihlah 1 nilai perbedaan-perbedaan yang terbesar di antara semua nilai perbedaan pada kolom dan baris.
- 4) Isilah pada salah satu segi empat yang termasuk dalam kolom atau baris terpilih, yaitu pada segi empat yang biayanya terendah di antara segi empat lain pada kolom/baris itu. Isiannya sebanyak mungkin yang bisa dilakukan.

# Contoh Soal - Metode VAM



Dari \ Ke	A	B	C	Demand
1	6	8	10	150
2	7	11	11	175
3	4	5	12	275
Supply	200	100	300	600

Allocation values (in green):

- Row 1: 150 to Column C
- Row 2: 175 to Column A
- Row 3: 25 to Column A, 100 to Column B, 150 to Column C

**Solusi optimal:**  $x_{1A} = 0$  ;  $x_{1B} = 0$  ;  $x_{1C} = 150$  ;  $x_{2A} = 175$  ;  $x_{2B} = 0$  ;  
 $x_{2C} = 0$  ;  $x_{3A} = 25$  ;  $x_{3B} = 100$  ;  $x_{3C} = 150$

# Jawaban - Metode VAM



- Maka biaya pengiriman (transportasi) yang harus dikeluarkan adalah:

$$\text{Min. } Z = 6x_{1A} + 8x_{1B} + 10x_{1C} + 7x_{2A} + 11x_{2B} + 11x_{2C} + 4x_{3A} + 5x_{3B} + 12x_{3C}$$

$$\text{Min. } Z = 6(0) + 8(0) + 10(150) + 7(175) + 11(0) + 11(0) + 4(25) + 5(100) + 12(150)$$

$$\text{Min. } Z = 5125$$

- Jadi biaya pengiriman (transportasi) adalah sebesar \$5125



# Daftar Pustaka



<https://bahan-ajar.esaunggul.ac.id/tkt306/wp-content/uploads/sites/970/2019/11/TIN314-5-Penentuan-Lokasi-dan-TLF.pdf>

<http://blog.ub.ac.id/oktafianita19/files/2013/01/6-Perencanaan-Perancangan.pdf>

Purnomo, Hari. 2003. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta

Nasution, A.H., Perencanaan dan Pengendalian Persediaan, Teknik Industri ITS, Surabaya.

Sutalaksana. 1979. Teknik Tata Cara Kerja. ITB, Bandung.

Syukron, Amin., dan Muhammad Kholil. 2014. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Sinulingga, Sukaria. 2008. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. Pengantar Teknik dan Manajemen Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.



# Perencanaan & Perancangan Tata Letak Fasilitas – Lanjutan

Syarif Hadiwijaya



# Pokok Bahasan

- Perencanaan tata letak (*layout*)
- Type tata letak dan dasar pemilihan
- Pola aliran pemindahan bahan
- Pola aliran bahan untuk proses produksi
- Bentuk-bentuk pola aliran bahan



# Sasaran Pembelajaran

- Memahami aspek-aspek yang berkaitan dengan penetapan lokasi fasilitas/pabrik
- Memahami teknik dan mampu melakukan perancangan tata letak fasilitas produksi
- Memahami permasalahan yang berkaitan dengan pemindahan bahan (*material handling*).
- Memahami macam/type tata letak fasilitas produksi



# Perencanaan Tata Letak (*Layout*)



Beberapa hal yang dapat membantu dalam perencanaan *Layout*

1. Atap cukup tinggi, hal ini akan memudahkan perusahaan di dalam mengatur penerangan dan sirkulasi udara.
2. Gang-gang cukup lebar, akan memudahkan arus barang dan manusia, dan juga memudahkan perawatan fasilitas perusahaan
3. Daya tahan lantai & bangunan, sangat berguna apabila perusahaan memilih bangunan berlantai lebih dari satu (bangunan bertingkat). Penting juga bila perusahaan menggunakan mesin atau fasilitas lain yang berat
4. Dudukan mesin yang fleksibel, penting untuk memudahkan perawatan dan pergantian mesin
5. Fleksibel untuk kondisi 'Emergency', Dll

# Perencanaan Tata Letak (*Layout*)



## Tujuan

- Pemanfaatan fasilitas & peralatan dengan optimal, terutama bagi perusahaan yang tidak memiliki lahan atau bangunan yang luas
- Aliran manusia & material menjadi lancar
- Pemakaian ruang dengan efisien, dalam arti memudahkan pergerakan bahan dan manusia
- Memberi ruang gerak yang cukup, untuk kelancaran dan kenyamanan operasional perusahaan
- Biaya investasi & produksi yang rendah,
- Fleksibilitas untuk perubahan
- Keselamatan kerja
- Suasana kerja yang baik
- Penggunaan tenaga kerja & persediaan yang efisien

# Type Tata Letak dan Dasar Pemilihan



## Type Tata Letak

1. Product Layout
2. Fix Material Location Layout
3. Process Layout

# Product Layout



- Mesin dan fasilitas produksi diatur berdasarkan aliran produksi
- Prinsip “machine after machine”
- Merupakan tipe layout paling populer
- Disebut juga flow/line layout

## Dasar Utama Penempatan

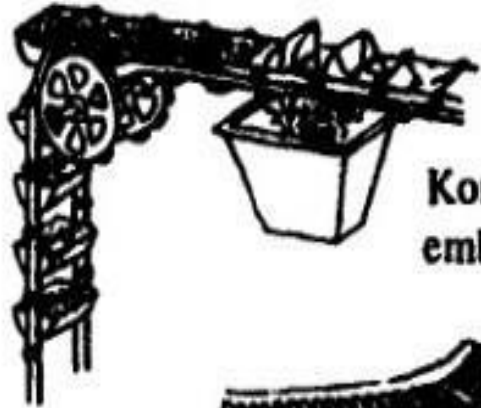
- Hanya satu atau beberapa standar produk
- Produk dibuat dalam jumlah besar dengan jangka waktu yang lama
- Adanya kemungkinan mempelajari studi gerak dan waktu
- Adanya keseimbangan lintasan
- Memerlukan aktivitas inspeksi yang sedikit
- Satu mesin untuk satu operasi dengan jenis komponen serupa
- Aktivitas pemindahan mekanis, menggunakan conveyor
- Lebih sering menggunakan tipe mesin special purpose



# Product Layout



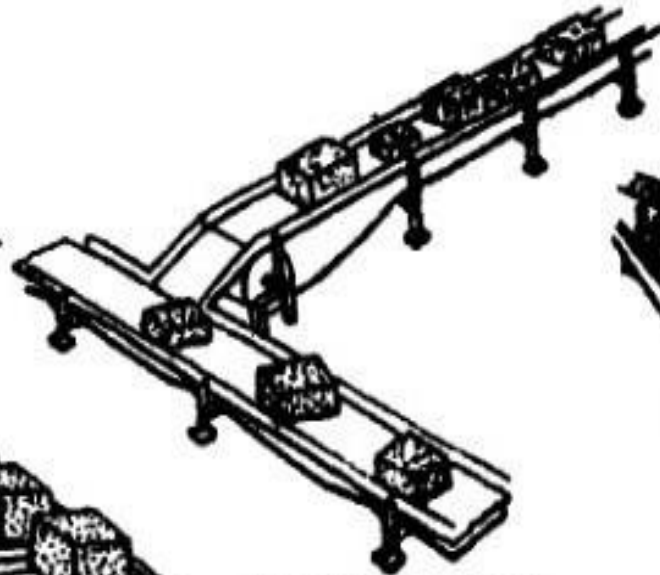
## Jenis-jenis Konveyor



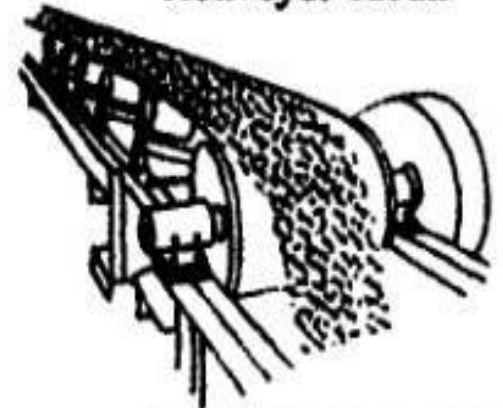
Konveyor  
ember berputar



Konveyor gulung



Konveyor sabuk  
(untuk paket satuan)



Konveyor sabuk

(untuk bahan dalam  
jumlah besar)

# Kelebihan dan Kekurangan Product Layout

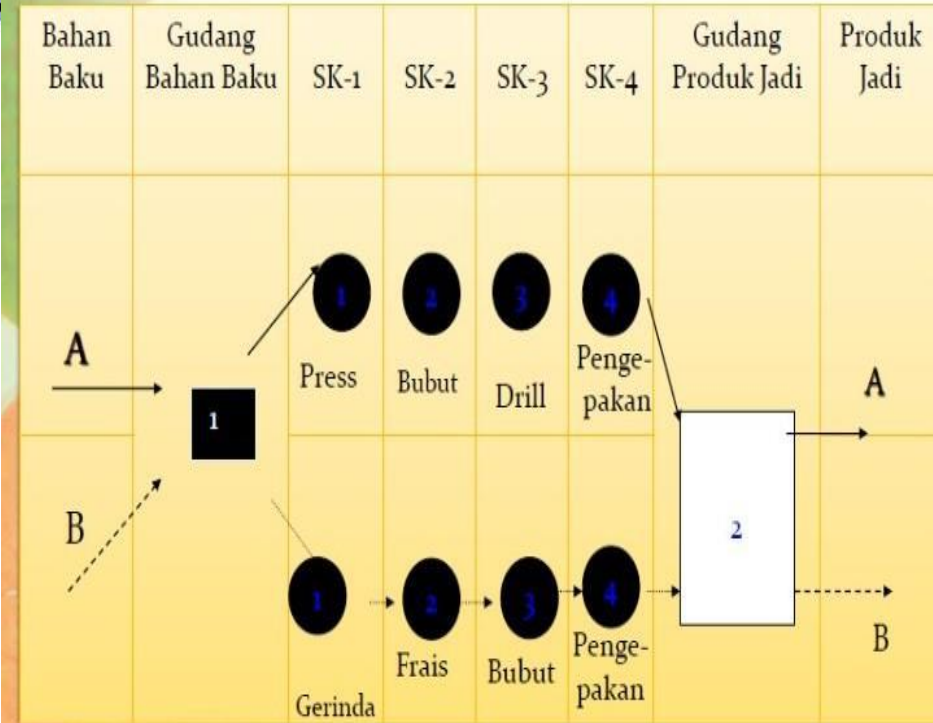


## Kelebihan

- Total waktu relatif singkat
- WIP jarang terjadi
- Insentif dapat meningkatkan produktivitas karyawan
- Tiap unit produksi memerlukan area minimal
- Proses pengendalian produksi mudah

## Kekurangan

- Ketika salah satu mesin rusak, akan menghambat proses produksi total
- Fleksibilitas rendah
- Stasiun kerja lambat akan menghambat aliran produksi
- Investasi besar



Tata Letak Aliran Produk

# Fixed Material Location Layout



## Dasar Penempatan

- Tipe ini tidak banyak digunakan
- Material atau komponen utama akan tinggal tetap
- Fasilitas produksi bergerak menuju lokasi material
- Tools dan peralatan kerja mudah dipindahkan

### Kelebihan

- Perpindahan material bisa dikurangi
- Kontinuitas proses produksi bisa dilaksanakan sebaik-baiknya
- Pengkayaan kerja mudah diberikan
- Fleksibilitas kerja sangat tinggi

### Kekurangan

- Adanya peningkatan frekuensi pemindahan fasilitas produksi
- Memerlukan skill operator yang tinggi
- Adanya duplikasi peralatan kerja
- Perlunya pengawasan khusus dan kordinasi kerja dalam penjadwalan produksi

# Process Layout



## Dasar Penempatan

- Pengaturan dan penempatan mesin serta peralatan produksi yang sama dalam satu departemen
- Contoh: segala proses stamping diletakkan dalam process department
- Digunakan untuk industri mfg dengan volume relatif kecil dan tidak standart
- Lebih fleksibel dibanding aliran produk (job order)

## Dasar Pertimbangan

- Produk dari banyak model yang khusus
- Volume produk kecil dan jangka waktu singkat
- Aktivitas studi gerak dan waktu sulit dilaksanakan
- Perlu banyak pengawasan
- Tipe mesin general purpose
- Material dan produk terlalu berat dan sulit untuk dipindahkan
- Banyak memakai peralatan berat dan memerlukan perawatan khusus

# Process Layout



## Kelebihan

- Total investasi yang rendah
- Fleksibilitas tenaga kerja dan fasilitas produksi cukup besar
- Kemudahan aktivitas supervisi yang lebih baik dan melalui spesialisasi kerja
- Pengendalian dan pengawasan lebih mudah
- Breakdown mesin mudah diatasi

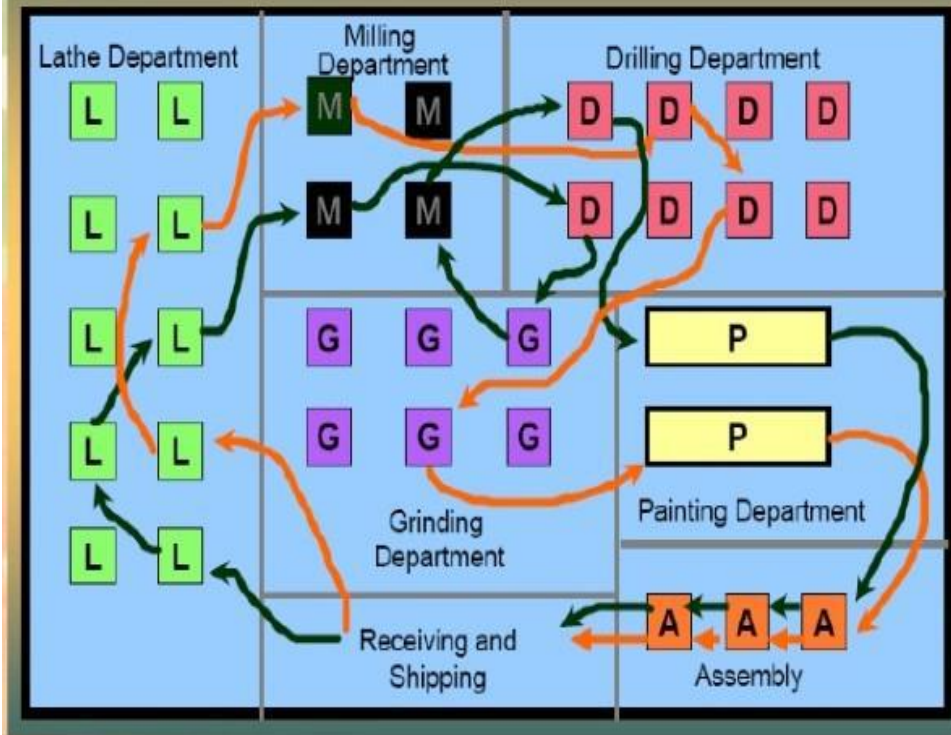
## Kekurangan

- Menyebabkan aktivitas pemindahan material
- Diperlukan penambahan space area untuk WIP Storage
- Proses dan pengendalian produksi lebih kompleks
- Diaplikasikan untuk job order
- Diperlukan skill tinggi

# Process Layout



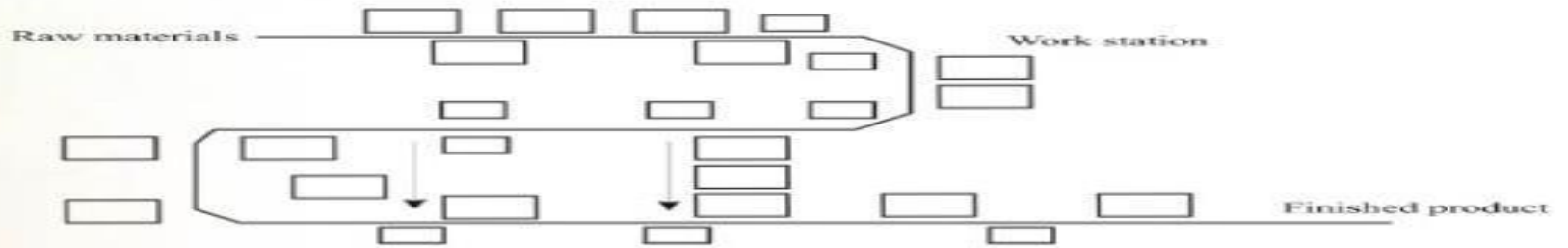
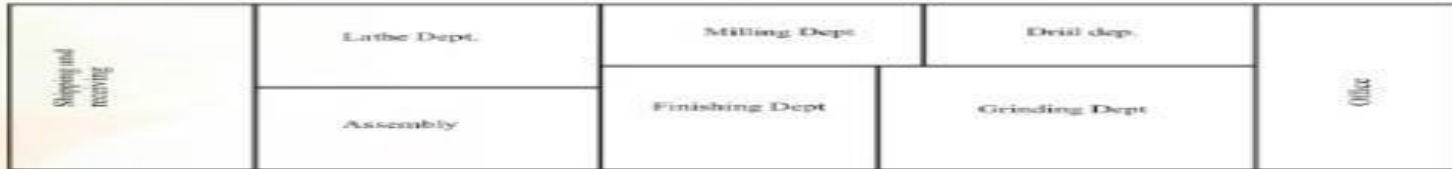
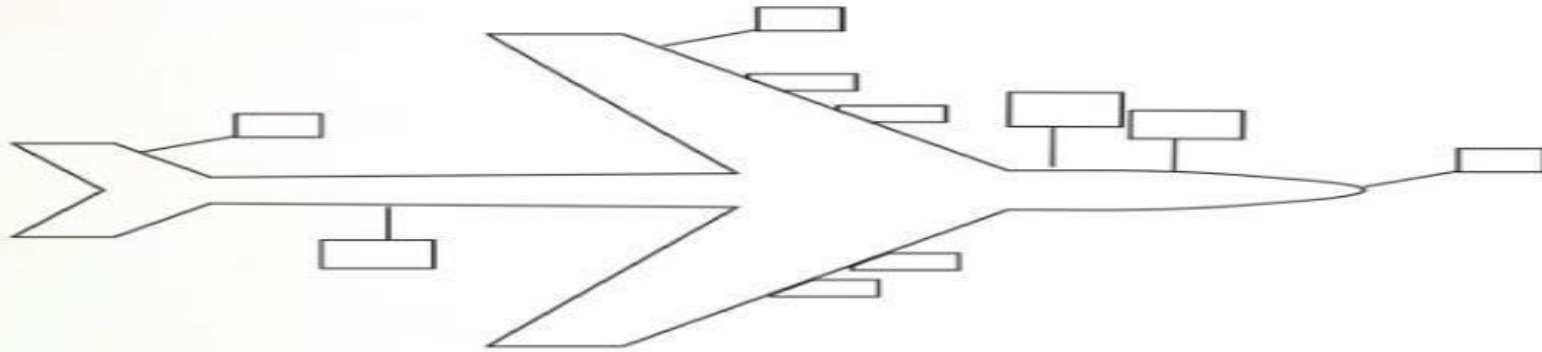
## Process Layout



Bahan Baku	Gudang Bahan Baku	SK-1	SK-2	SK-3	SK-4	Gudang Produk Jadi	Produk Jadi
		Press	Bubut	Drill	Gerinda		
A	1	1	2	2	4	2	A
B	1	1	3	4	4	2	B
		Pengecoran	Frais		Pengepakan		

Tata Letak Aliran Proses

# Contoh Type Tata Letak Pabrik



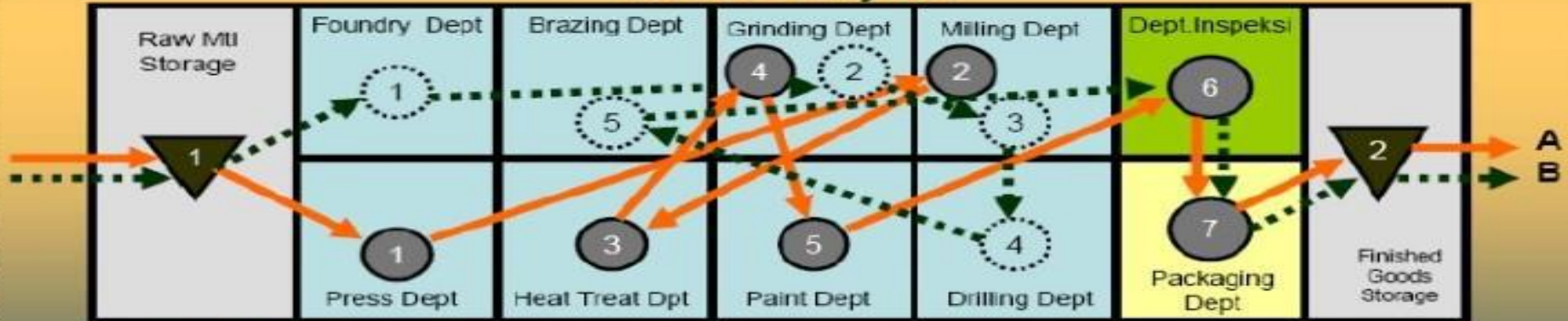
# Perbandingan Product Layout dan Process Layout



### "Product Layout"



### "Process Layout"

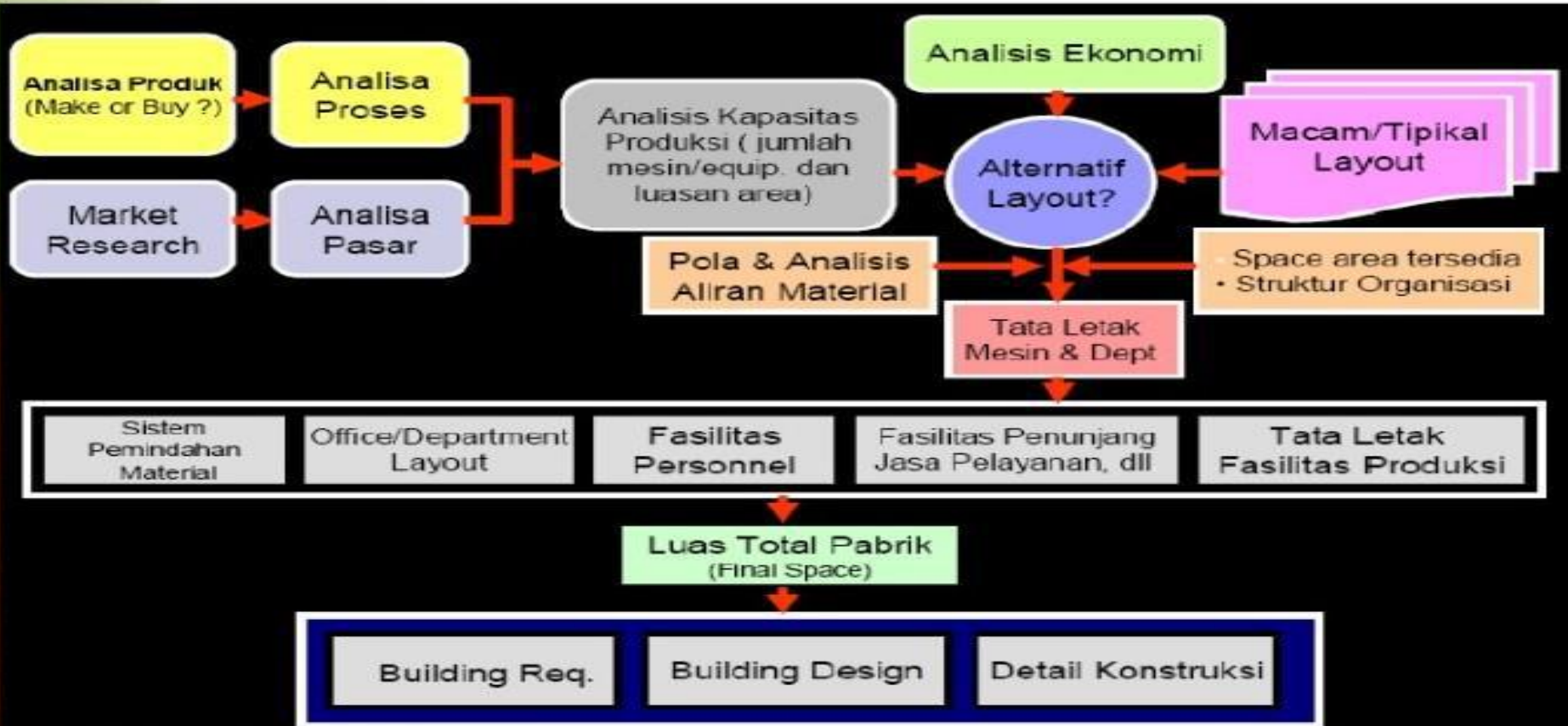


Aliran Proses Produk A

Aliran Proses Produk B



# Prosedur Perencanaan Layout Pabrik



# Pola Aliran Pemindahan Bahan



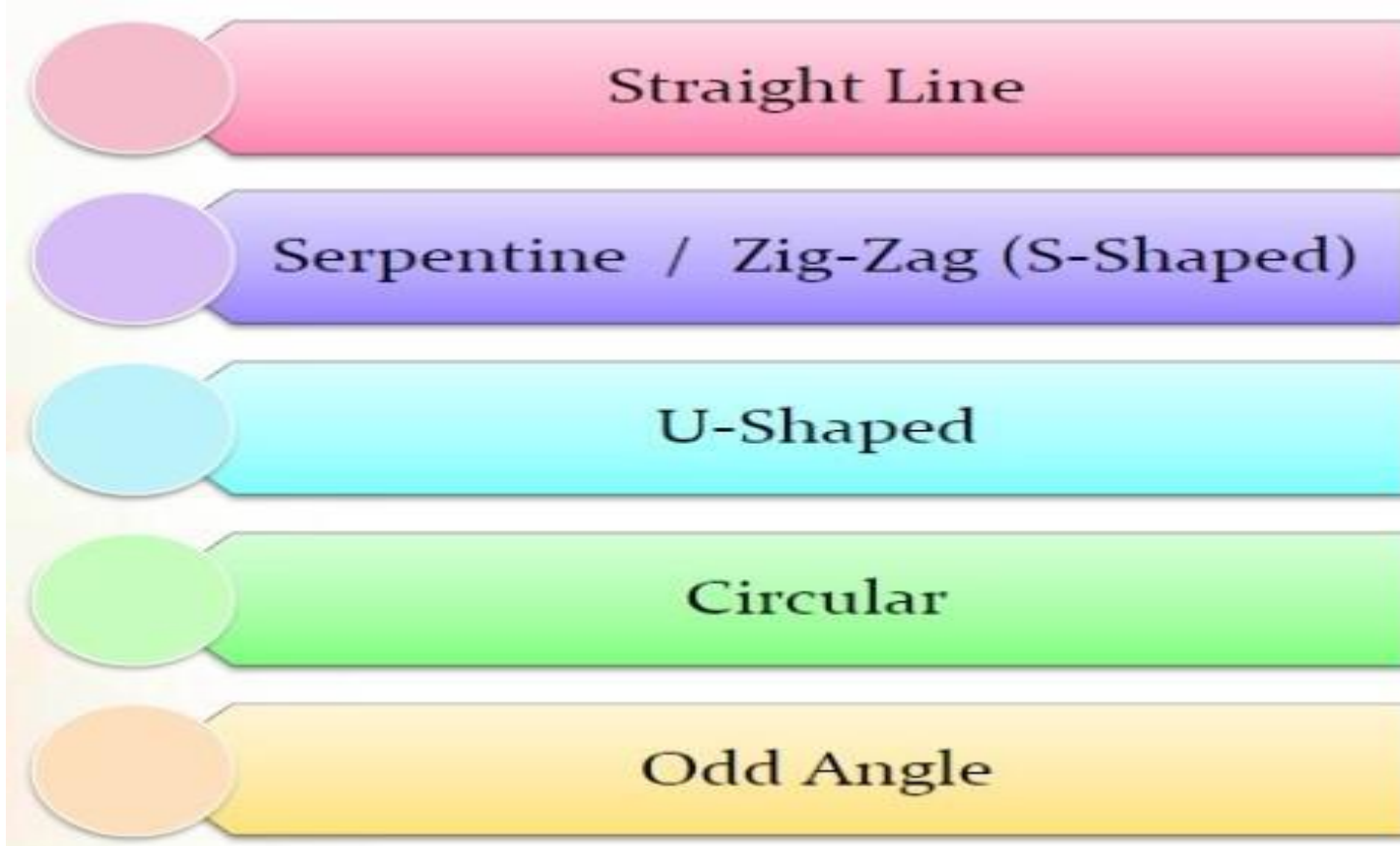
## Proses Aliran Material

- Gerakan perpindahan semua elemen dari sumber asalnya menuju ke pabrik yang akan mengelolanya
- Gerakan perpindahan material di dalam dan di sekitar pabrik selama proses produksi berlangsung
- Gerakan perpindahan yang meliputi aktivitas distribusi

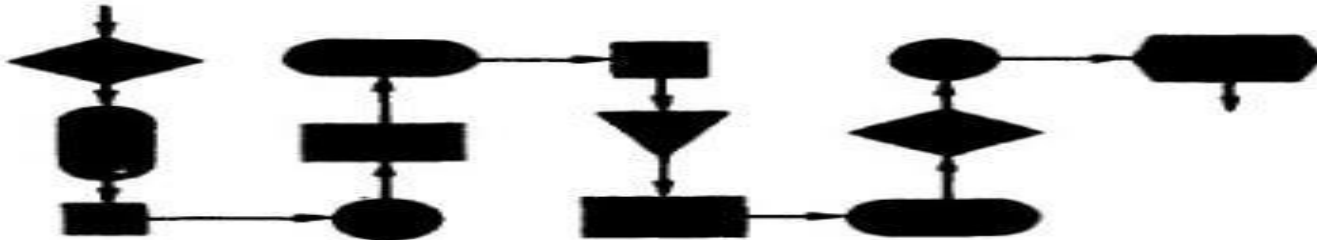
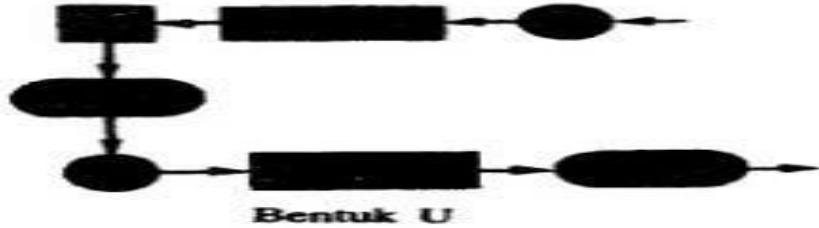
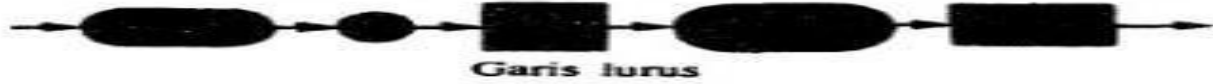
## Keuntungan

- Meningkatkan efisiensi
- Pendayagunaan floor space lebih baik
- Aktivitas material handling lebih sederhana
- Idle time dapat dikurangi
- Mengurangi waktu pengerjaan
- Pendayagunaan tenaga kerja lebih efisien
- Mengurangi kemungkinan terjadinya kerusakan produk
- Mengurangi jarak perpindahan material
- Memudahkan aktivitas supervisi
- Menyederhanakan pengawasan
- Mempermudah proses handling
- Mengurangi kecelakaan kerja

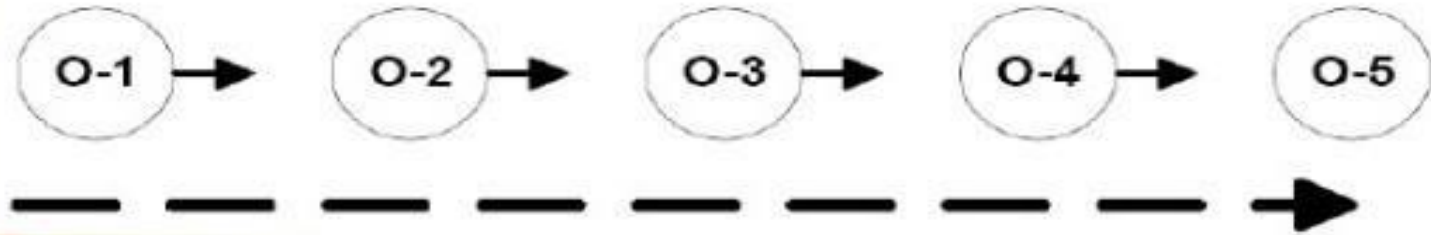
# Pola Aliran Bahan Untuk Proses Produksi



# Bentuk-bentuk Pola Aliran Bahan



# Straight Line atau Pola Aliran Lurus (1 Flow)

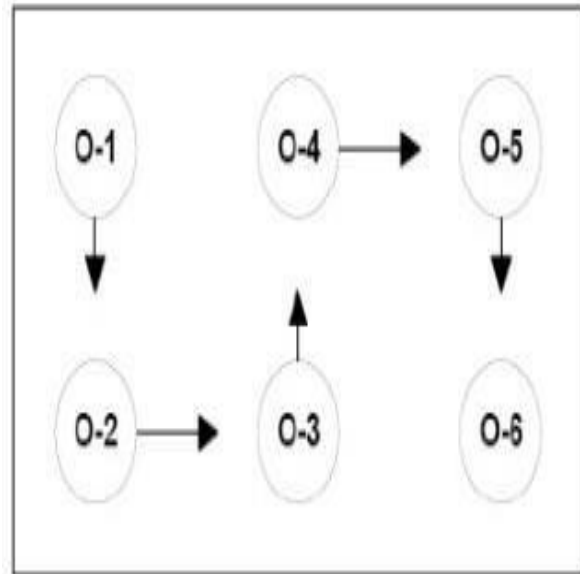


- Proses yang berlangsung singkat
- Proses produksinya relatif sederhana
- Item tunggal/sedikit, jumlah produksi yang besar.
- Pola aliran bahan ini akan memberikan :
  - Jarak perpindahan yang pendek antar proses.
  - Proses berlangsung lurus sesuai urutan mesin
- Jarak perpindahan bahan total akan kecil

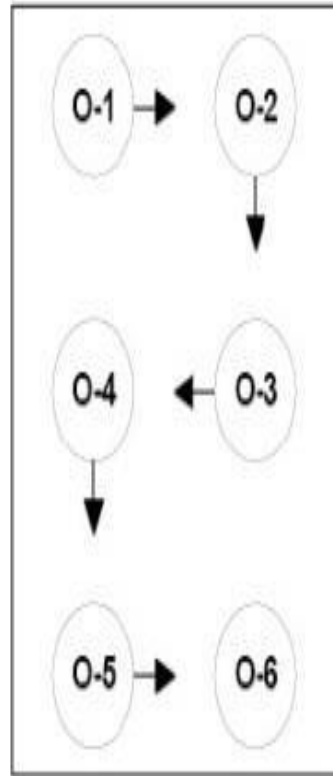
# Serpentine atau Zig zag (S Flow)



Pola aliran seperti huruf “S” diatas sangat baik diterapkan bilamana aliran proses produksi lebih panjang dibandingkan dengan panjang area yang tersedia. Untuk itu aliran bahan dibelokkan untuk mengurangi panjangnya garis aliran yang ada.

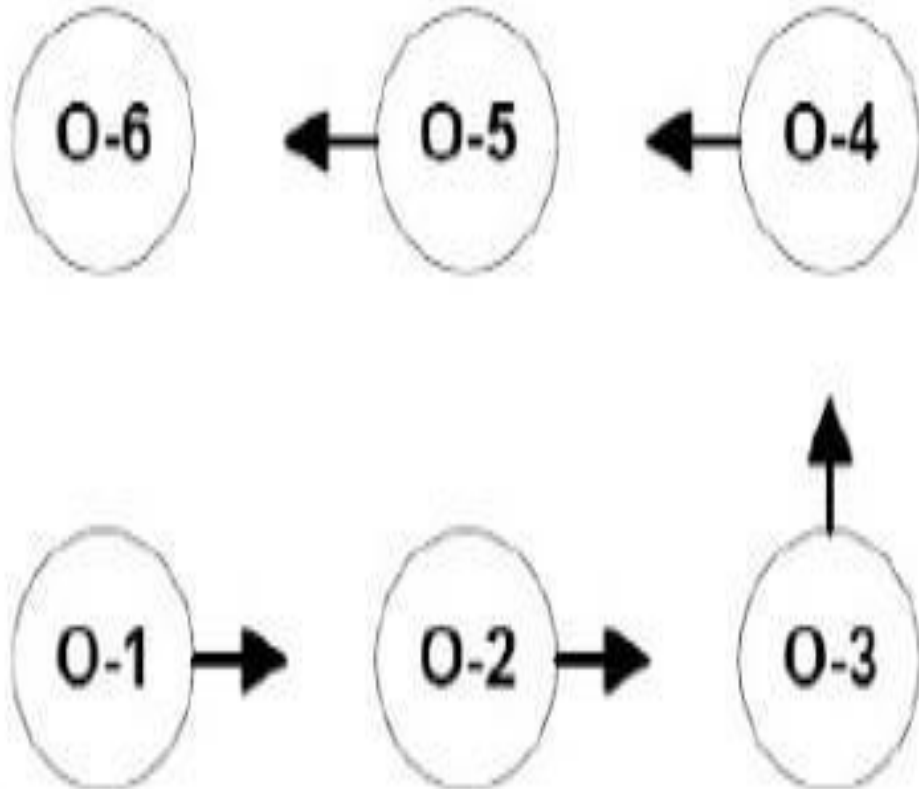


(A)



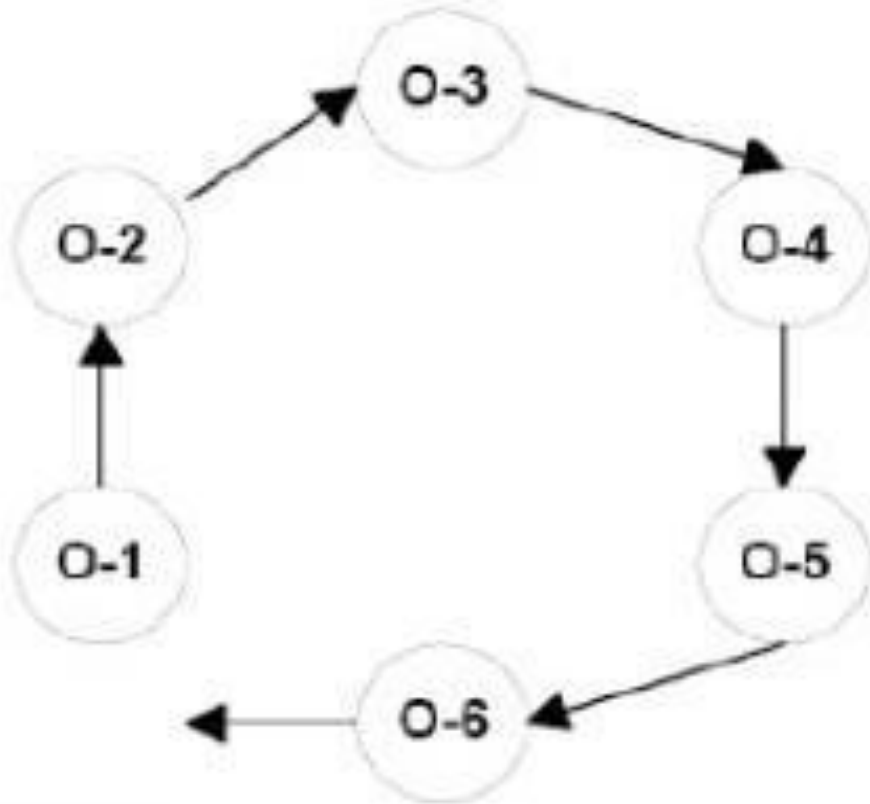
(B)

# Pola Aliran Huruf “U” (U Flow)



Pola aliran ini dipakai bilamana dikehendaki akhir dari proses produksi akan berada pada lokasi yang sama dengan awal proses produksi. Hal ini meningkatkan pemanfaatan fasilitas transportasi dan mudah untuk mengawasi keluar masuknya material dan produk jadi. Aliran perpindahan bahan relatif panjang.

# Circular (O Flow)



Pola aliran circular ini sangat baik diterapkan pada proses yang menghendaki pengembalian material atau produk jadi pada titik awal produksi. Pola ini juga dapat diterapkan pada proses yang menempatkan proses penerimaan bahan/material dan pengiriman barang jadi pada area yang sama.

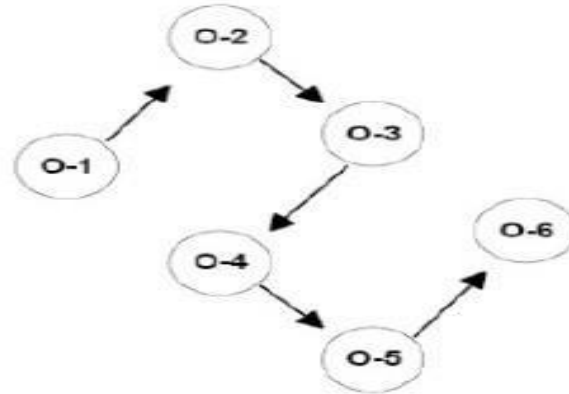




# Odd Angle



## Odd Angle



- Tujuannya adalah untuk memperoleh garis aliran produk melewati suatu kelompok kerja dari area yang saling berkaitan.
- Proses perpindahan bahan (material handling) secara mekanik.
- Terbatasnya ruang dan dikehendaki adanya pola aliran yang tetap

# Daftar Pustaka



<https://bahan-ajar.esaunggul.ac.id/tkt306/wp-content/uploads/sites/970/2019/11/TIN314-5-Penentuan-Lokasi-dan-TLF.pdf>

<http://blog.ub.ac.id/oktafianita19/files/2013/01/6-Perencanaan-Perancangan.pdf>

Purnomo, Hari. 2003. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta

Nasution, A.H., Perencanaan dan Pengendalian Persediaan, Teknik Industri ITS, Surabaya.

Sutalaksana. 1979. Teknik Tata Cara Kerja. ITB, Bandung.

Syukron, Amin., dan Muhammad Kholil. 2014. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Sinulingga, Sukaria. 2008. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. Pengantar Teknik dan Manajemen Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.



# Ekonomi Teknik

Syarif Hadiwijaya



# Pokok Bahasan

- Konsep-konsep dasar ekonomi teknik
- Analisis ekonomi
  - Nilai Sekarang (Present Worth Analysis)
  - Infinite Analysis Periode-Capitalized Cost
  - Rate of Return Analysis
  - Incremental Analysis
  - Benefit Cost Ratio Analysis

# Pendahuluan



- Mata kuliah ini memuat tentang bagaimana membuat sebuah keputusan (*decision making*) dimana dibatasi oleh ragam permasalahan yang berhubungan dengan seorang *engineer* sehingga menghasilkan pilihan yang terbaik dari berbagai alternatif pilihan. Keputusan yang diambil berdasarkan suatu proses analisa, teknik dan perhitungan ekonomi.
- Alternatif-alternatif timbul karena adanya keterbatasan dari sumber daya (manusia, material, uang, mesin, kesempatan,dll). Dengan berbagai alternatif yang ada tersebut maka diperlukan sebuah perhitungan untuk mendapatkan pilihan yang terbaik secara ekonomi, baik ketika membandingkan berbagai alternative rancangan, membuat keputusan investasi modal, mengevaluasi kesempatan finansial dll.
- Analisa ekonomi teknik melibatkan pembuatan keputusan terhadap berbagai penggunaan sumber daya yang terbatas. Konsekuensi terhadap hasil keputusan biasanya berdampak jauh ke masa yang akan datang, yang konsekuensinya itu tidak bisa diketahui secara pasti, merupakan pengambilan keputusan dibawah ketidakpastian.



Sehingga penting mengetahui:

- Prediksi kondisi masa yang akan datang
- Perkembangan teknologi
- Sinergi antara proyek-proyek yang didanai
- Dll.

Namun demikian keputusan-keputusan yang diambil (sekalipun dengan berbagai prediksi-prediksi yang masuk akal) terkadang terdapat juga perbedaan terhadap kenyataannya, yang lebih dikenal **RISIKO**.

Dalam pengambilan keputusannya yang berdasar faktor-faktor (parameter) tertentu yang tidak diketahui dengan pasti mengharuskan kita menganalisa sebesar-besar pengaruh faktor-faktor tersebut saling mempengaruhinya, yang dikenal analisis ***SENSITIVITAS***

Sumber-sumber ketidakpastian:

- Kemungkinan ketidakakuratan estimasi yang digunakan dalam analisis
- Jenis bisnis yang berkaitan dengan kesehatan perekonomian masa depan
- Jenis fisik bangunan dan peralatan yang digunakan
- Lama (waktu) periode yang diasumsikan.



Beberapa ilustrasi pentingnya ekonomi teknik,

- ***Pembangunan Pabrik***, mengapa sebuah pabrik dibangun? Bagaimana memastikan bahwa investasinya akan mendatangkan pendapatan?, bagaimana menilai pabrik tersebut setelah beberapa tahun berjalan?
- ***Pembangunan Bendungan***: bagaimana bendung dapat memberi manfaat bagi masyarakat?, bagaimana mengetahui dampak ekonomi bagi pemindahan penduduk yang seringkali terjadi dalam proyek banjir?
- ***Pada pembangunan jalan***: bagaimana mengetahui manfaat pembangunan jalan?, bagaimana mengetahui kelayakan jalan? Lebih manfaat yang mana pembangunan dengan padat karya atau dengan mesin?

# Proses Pengambilan Keputusan



Pengambilan keputusan yang rasional merupakan proses yang kompleks.

Delapan step *rational decision making* process:

1. Mengenal Permasalahan
2. Definisikan Tujuan
3. Kumpulkan Data yang Relevan
4. Identifikasi alternative yang memungkinkan (*feasible*)
5. Seleksi kriteria untuk pertimbangan alternatif terbaik
6. Modelkan hubungan antara kriteria, data dan alternatif
7. Prediksi hasil dari semua alternatif
8. Pilih alternatif terbaik



# Prinsip-prinsip Pengambilan Keputusan



- Gunakan suatu ukuran yang umum (misal, nilai waktu uang, nyatakan segala sesuatu dalam bentuk moneter (\$ atau Rp))
- Perhitungkan hanya perbedaannya
  - ✓ Sederhanakan alternatif yang dievaluasi dengan mengesampingkan biaya-biaya umum
  - ✓ Sunk cost (biaya yang telah lewat) dapat diabaikan
- Evaluasi keputusan yang dapat dipisah secara terpisah (misal keputusan finansial dan investasi)
- Ambil sudut pandang sistem (sektor swasta atau sektor publik)
- Gunakan perencanaan ke depan yang umum (bandingkan alternatif dengan bingkai waktu yang sama).

# Contoh Soal



Sebuah mesin memproduksi baut dengan **biaya Rp40 untuk material** dan **Rp15 untuk tenaga kerja**. Jumlah pesanan barang berjumlah 3 juta buah baut. Setelah separo pesanan telah selesai dikerjakan, sales mesin menawarkan penambahan suatu alat pada mesin yang akan mengurangi biaya, sehingga biaya untuk material menjadi Rp34 dan Rp10 untuk tenaga kerja, tapi biaya penambahan alat tersebut Rp100.000. dengan biaya lain sebesar 250% dari biaya tenaga kerja. Mana yang akan dipilih, melanjutkan dengan mesin yang lama atau menambah alat pada mesin?

# Contoh Soal - Solusi



**Alternatif A:** melanjutkan dengan tanpa penambahan alat:

Material cost	$1.500.000 \times 0.40 = 600.000$
Direct labor cost	$1.500.000 \times 0.15 = 225.000$
Other costs $2.50 \times$ direct labor cost	$= 562.500$
Cost for remaining 1.500.000 pieces	<b><math>= 1.387.500</math></b>

**Alternatif B:** melanjutkan dengan penambahan alat:

Additional tooling cost	$= 100.000$
Material cost	$1.500.000 \times 0.34 = 510.000$
Direct labor cost	$1.500.000 \times 0.10 = 150.000$
Other costs $2.50 \times$ direct labor cost	$= 375.500$
Cost for remaining 1.500.000 pieces	<b><math>= 1.135.000</math></b>

Maka yang dipilih adalah melanjutkan dengan penambahan alat. Alternatif B

# Konsep-konsep Dasar Ekonomi Teknik



1. Depresiasi
2. Time Value of Money
3. Uniform Payment Series
4. Present Value of an Annuity
5. Arithmetic Gradient
6. Geometric Gradient

# Depresiasi

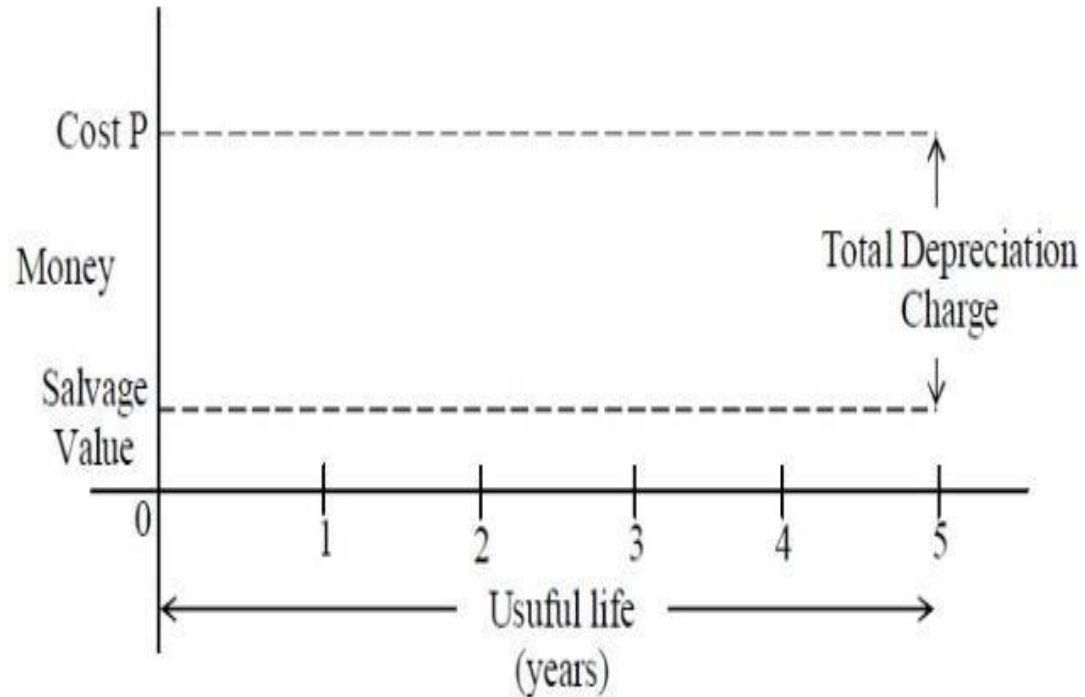


## Depresiasi

Depresiasi adalah penyusutan nilai fisik “decrease in value” barang dengan berlalunya waktu dan penggunaan berdasarkan umur ekonomis actual asset sampai umur rencana tertentu (*useful life*) dengan mempunyai nilai buku (*book value/ salvage value*).

Penurunan atau penyusutan nilai pasar, penurunan nilai pakai/kegunaan, penurunan alokasi cost fungsi waktu, kegunaan, umur.

Secara umum gambarannya:





## Apakah semua barang bisa didepresiasi? *tidak*

Dapat didepresiasi jika memenuhi ketentuan:

- Harus digunakan dalam bisnis atau untuk menghasilkan pendapatan
- Harus mempunyai umur efektif yang dapat ditentukan
- Sesuatu yang dapat dipakai sampai aus, rusak, diperbaiki, menjadi tidak dipakai
- Bukan merupakan barang inventori, stok dalam perdagangan atau barang investasi

Barang berwujud (*tangible*) dan tak berwujud (*intangible*)

### Barang berwujud:

- Barang pribadi (*personal property*), misal: mesin, kendaraan, alat-alat, perabotan, barang
- Barang riil (*real property*), misal: tanah, bangunan. Catatan: tanah tidak terdepresiasi karena umur efektifnya tidak bisa ditentukan.

Barang tak berwujud: misal hak cipta, paten. Catatan: kita tidak membahas depresiasi atas barang tak berwujud karena proyek-proyek teknik hampir tidak pernah melibatkan kelompok barang ini.

# Metode Depresiasi



## Metode Depresiasi:

1. Metode Garis Lurus (*Straight Line Method*)
2. Metode Keseimbangan Menurun (*Declining Balance Method/ Double Declining Balance Method*)
3. Metode Jumlah Angka Tahun (*Sum of the Year Digits Method*)
4. Metode Unit Produksi (*Unit of Production Method*)

## Perlu diketahui Istilah/definisi-definisi:

- *Cost*: biaya orisinal asset
- Nilai Buku (*Book Value-BV*) : suatu nilai barang yang sudah tidak terlalu bermanfaat dari segi pasarnya
- Nilai Pasar (*Market Value*) : Nilai barang yang menjadi kesepakatan penjual dan pembeli
- Umur Efektif (*Useful Life*) : harapan (estimasi) jangka waktu penggunaan barang
- Nilai Sisa (*Salvage Value/ Residual Value*): estimasi nilai barang pada akhir umur efektifnya

# Metode Depresiasi- Metode Garis Lurus (*Straight Line Method*)



Metode Garis Lurus mengasumsikan jumlah yang tetap depresiasi tiap tahunnya.

$$\text{Depresiasi per Tahun} = \frac{\text{Cost} - \text{Residual Value}}{\text{Useful Life}, th}$$



# Metode Depresiasi- Metode Garis Lurus (*Straight Line Method*)



## Contoh Soal

Sebuah mesin beli dengan harga: Rp.41 jt.  
estimasi umur 5 th, dan setelah 5 th barang  
dapat dijual dengan harga Rp. 1 jt. Tabelkan  
depresiasi tahunannya:

### ***Penyelesaian:***

$$\text{Depresiasi per Tahun} = \frac{41.000.000 - 1.000.000}{5} = 8.000.000$$

Tahun	Depresiasi	BV
0		41.000.000
1	8.000.000	33.000.000
2	8.000.000	25.000.000
3	8.000.000	17.000.000
4	8.000.000	9.000.000
5	8.000.000	1.000.000

# Metode Depresiasi- Metode Keseimbangan Menurun



Metode Keseimbangan Menurun (*Declining Balance Method/ Double Declining Balance Method*).

Metode ini mengasumsikan depresiasi biaya tahunan merupakan prosentase tetap dari Book Value (BV)

$$\text{DDB Depresiasi} = \text{Aset BV} \times \text{prosentase penurunan}$$

# Metode Depresiasi- Metode Keseimbangan Menurun



## Contoh Soal:

Suatu mesin dibeli dengan harga Rp. 41 juta.

Diperkirakan efektif beroperasi selama 5 th.

Depresiasi DDB dengan Rate 40%,  
tabelkan depresiasi tahunannya.

**Penyelesaian:**

Tahun	Cost	Depresiasi Tahunan			Akumulasi	BV	
		DDB rate	BV	Depreciation Expense	Depresiasi		
0	41.000.0000					41.000.000	
1		0.40	X	41.000.000 =	16.400.000	16.400.000	24.600.000
2		0.40	X	24.600.000 =	9.840.000	26.240.000	14.760.000
3		0.40	X	14.760.000 =	5.904.000	32.144.000	8.856.000
4		0.40	X	8.856.000 =	3.542.000	35.686.400	5.314.000
5		0.40	X	5.314.000 =	2.125.600	37.811.840	3.188.160
						41.000.000	

# Metode Depresiasi- Metode Jumlah Angka Tahun (Sum of the Year Digits Method)



Metode ini dengan membandingkan tahun umur dengan jumlah total umur asumsi.

Tahun	Angka tahun urutan terbalik	Factor depresiasi
1	5	5/15
2	4	4/15
3	3	3/15
4	2	2/15
5	1	1/15
Jumlah	15	

# Metode Depresiasi- Metode Jumlah Angka Tahun (Sum of the Year Digits Method)



## Contoh Soal:

Tabelkan depresiasi contoh sebelumnya dengan metode jumlah angka tahun terbalik, BV menyesuaikan metode.

Tahun	Cost	Depresiasi Tahunan			Akumulasi Depresiasi	BV
		DDB rate	BV	Depreciation Expense		
0	41.000.0000					41.000.000
1		5/15 x	41.000.000 =	13.666.667		27.333.333
2		4/15 x	27.333.333 =	7.288.889		20.044.444
3		3/15 x	20.044.444 =	4.008.889		16.035.555
4		2/15 x	16.035.555 =	2.138.074		13.897.481
5		1/15 x	13.897.481 =	926.498		12.970.982
				28.029.017	41.000.000	

## ***Penyelesaian:***

# Metode Depresiasi-

## Metode Unit Produksi (*Unit of Production Method*)



Metode ini mempertimbangkan fungsi penggunaan

$$\text{Depresiasi per unit produk} = \frac{\text{Cost} - \text{Residual Value}}{\text{Useful Life unit produk}}$$

# Metode Depresiasi-

## Metode Unit Produksi (*Unit of Production Method*)



### Contoh Soal:

Sebuah mesin dibeli dengan harga Rp. 41 juta. Umur rencana di taksir 5 tahun dan di akhir tahun ke 5 BV= Rp.1 juta. Produksi tahun-1 adalah 20.000 buah, tahun-2 adalah 30.000 unit, tahun-3 adalah 25.000, tahun-4. 15.000, dan tahun- 5 yaitu 10.000. estimasi umur mesin dengan produksi 100.000 unit. Tabelkan.

# Metode Depresiasi- Metode Unit Produksi (*Unit of Production Method*)



**Penyelesaian:**

$$\text{Depresiasi per unit produk} = \frac{41.000.000 - 1.000.000}{100.000} = \text{Rp.400/unit}$$

Tahun	Cost	Depresiasi Tahunan			Akumulasi Depresiasi	BV
		Depresiasi per unit	Number of unit	Depreciation Expense		
0	41.000.000					41.000.000
1		400	x 20.000	= 8.000.000	8.000.000	33.000.000
2		400	x 30.000	= 12.000.000	20.000.000	21.000.000
3		400	x 25.000	= 10.000.000	30.000.000	11.000.000
4		400	x 15.000	= 6.000.000	36.000.000	5.000.000
5		400	x 10.000	= 4.000.000	40.000.000	1.000.000



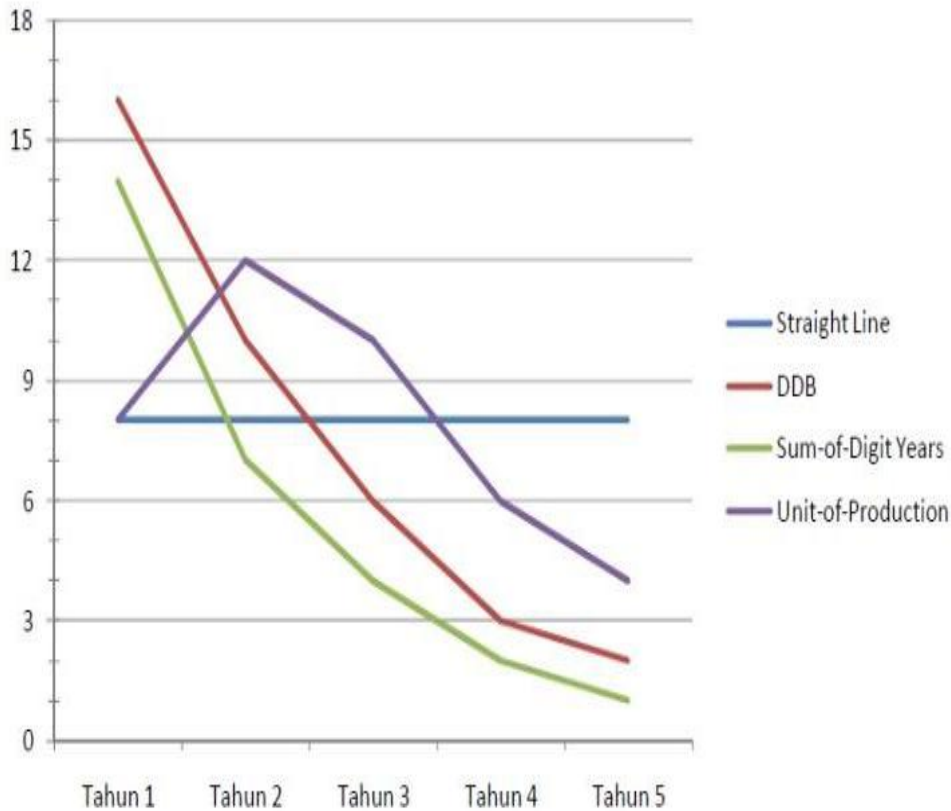
# Metode Depresiasi- Comparing the Depreciation Method



## Comparing the Depreciation Method

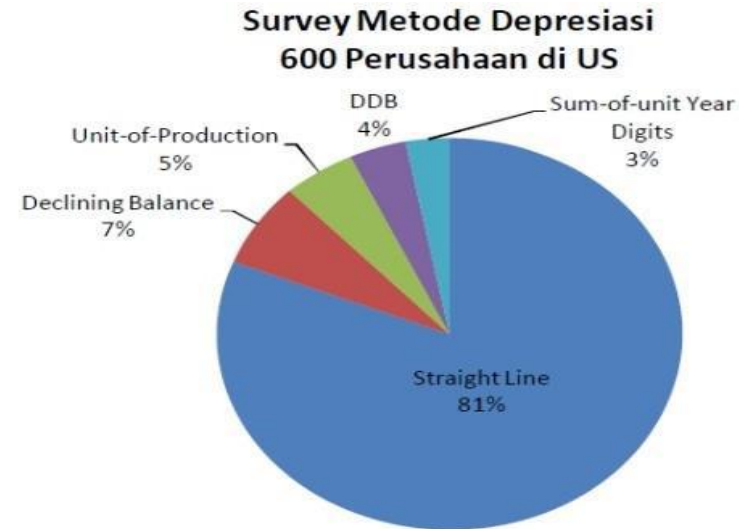
Tahun	Depresiasi tahunan			
	Straight Line	Double Declining Balance	Jumlah Angka tahun	Unit Produksi
1	8.000.000	16.400.000	13.666.667	8.000.000
2	8.000.000	9.840.000	7.288.889	12.000.000
3	8.000.000	5.904.000	4.008.889	10.000.000
4	8.000.000	3.542.000	2.138.074	6.000.000
5	8.000.000	5.314.000	926.498	4.000.000
<b>Total</b>				

# Metode Depresiasi- Comparing the Depreciation Method



## Kesimpulan:

Metode mana yang dipilih tergantung kepentingan manajemen Perusahaan masing-masing, dari survei 600 perusahaan di USA.





## Analisis Ekonomi

- Nilai Sekarang (Present Worth Analysis)
- Infinite Analysis Periode-Capitalized Cost
- Rate of Return Analysis
- Incremental Analysis
- Benefit Cost Ratio Analysis
- Sensitivity Analysis
- Breakeven Analysis
- Payback Period

# Analisis Ekonomi –



## Menghitung Nilai Sekarang (*Present Worth Analysis*)

Nilai sekarang (*Present Worth*) adalah nilai ekuivalen pada saat sekarang (waktu 0) . Metode PW ini seringkali dipakai terlebih dahulu daripada metode lain karena biasanya relatif lebih mudah menilai suatu proyek pada saat sekarang.

*Fixed Input*

*Fixed Output*

*Neither input nor output is fixed*

*Maximize the PW of Benefit*

*Minimize the PW of Cost*

*Maximize (PW of Benefit – PW of Cost) or Maximize NPW*

# Analisis Ekonomi –

## Menghitung Nilai Sekarang (*Present Worth Analysis*)



### Contoh Soal:

Perusahaan mempertimbangkan penambahan suatu alat pada mesin produksi guna mengurangi biaya pengeluaran, yakni penambahan alat A dan penambahan alat B. Kedua alat tersebut masing-masing \$1.000 dan mempunyai umur efektif 5 tahun dengan tanpa nilai sisa. Pengurangan biaya dengan penambahan Alat A adalah \$ 300 per tahun. Pengurangan biaya dengan penambahan alat B \$ 400 pada tahun pertaman dan menurun \$ 50 setiap tahunnya. Dengan  $i=7\%$  alat mana yang dipilih?

# Analisis Ekonomi –



## Menghitung Nilai Sekarang (*Present Worth Analysis*)

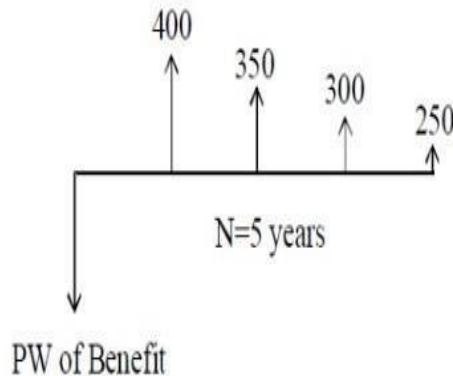
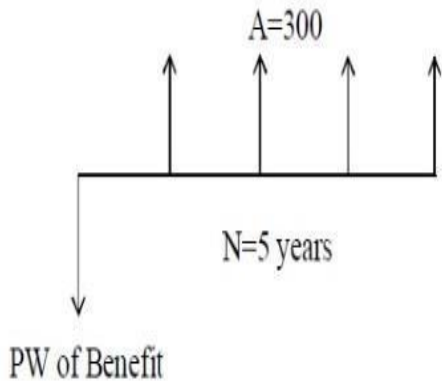
### Penyelesaian:

Harga masing-masing alat A dan B sama, sehingga tidak menjadi pertimbangan.

Cashflow masing-masing alat:

Alat A

Alat B



- PW benefit of A :  $300(P/A, 7\%, 5) = 300(4,100) = \$ 1.230$
- PW benefit of B :  $400(P/A, 7\%, 5) - 50(P/G, 7\%, 5) = 400(4,100) - 50(7,647) = \$ 1.257,65$

Alat B menghasilkan benefit yang lebih besar sehingga untuk selama 5 tahun menjadi alternative yang menguntungkan, bahkan di tahun pertama dan kedua menghasilkan return yang lebih besar dari alat A.

# Analisis Ekonomi – Infinite Analysis Periode-Capitalized Cost



Bila periode waktu tidak dibatasi (sampai tak terhingga) maka analisa yang digunakan menggunakan analisa dengan periode tak terbatas. Sebagai ilustrasi: dimisalkan kita mendepositokan uang di bank sebesar Rp. 100 juta. Dengan bunga 10% pertahun maka setelah satu tahun dana menjadi 10%.Rp.100 juta= 10 juta (=bunga), bila bunga ini kita ambil maka pokok tanbungan masih Rp 100 juta dan di tahun berikutnya juga akan mendapatkan bunga sebesar Rp 10 juta. Dan seterusnya.

Untuk  $n \sim \infty$

$$A = P \cdot i$$

Capitalized Cost

$$P = \frac{A}{i}$$

# Analisis Ekonomi – Rate of Return Analysis



Adalah tingkat persentase pengembalian ( $i\%$ ) sehingga perbandingan antara *PW of benefit* sama dengan *PW of Cost*

$$PW \text{ of benefit} - PW \text{ of Cost} = 0$$

$$\frac{PW \text{ of Benefit}}{PW \text{ of Cost}} = 1$$

$$NPW = 0$$

$$EUAB - EUAC = 0$$

EUAB = equivalent uniform annual benefit

EUAC = equivalent uniform annual cost



# Analisis Ekonomi – Incremental Analysis



**Incremental analysis ( $\Delta ROR$ )** merupakan analisis perbandingan alternatif dengan mempertimbangkan perubahan modal dengan perubahan cost dari perubahan alternatif, dan membandingkannya dengan MARR,

**MARR** = *minimum attractive rate of return*

## Investment:

- If  $\Delta ROR \geq MARR$  , choose the higher-cost alternative, or
- If  $\Delta ROR < MARR$  , choose the lower-cost alternative

## Borrowing:

- If  $\Delta ROR \geq MARR$  , the increment is acceptable, or
- If  $\Delta ROR < MARR$  , the increment is not acceptable

# Analisis Ekonomi – Benefit Cost Ratio Analysis



Analisa benefit cost ratio merupakan teknik analisa dalam mengetahui nilai manfaat dari sebuah proyek yang akan dijalankan. Yakni membandingkan antara nilai manfaat dengan nilai investasi/ modal.

PW of Benefit – PW of Cost  $\geq 0$  atau  $EUAB - EUAC \geq 0$

Benefit-cost ratio B/C =

$$\frac{PW \text{ of Benefit}}{PW \text{ of Cost}} = \frac{EUAB}{EUAC} \geq 1$$

Sehingga kriteria yang di ambil baik untuk *fixed input* maupun *fixed output* sama-sama yang menghasilkan Maksimum B/C

# Daftar Pustaka



- Donald G. Newnan. ***Engineering Economic Analysis***. 3rd Edition, 1988. Engineering Press Inc. California USA
- E. Paul DeGarmo, Willam G. Sullivan, etall. 1997. ***Engineering Economy***. 10th Edition. Prentice Hall. New Jersey. USA
- Purnomo, Hari. 2003. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Nasution, A.H., Perencanaan dan Pengendalian Persediaan, Teknik Industri ITS, Surabaya.
- Sutalaksana. 1979. Teknik Tata Cara Kerja. ITB, Bandung.
- Syukron, Amin., dan Muhammad Kholil. 2014. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Sinulingga, Sukaria. 2008. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. Pengantar Teknik dan Manajemen Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.

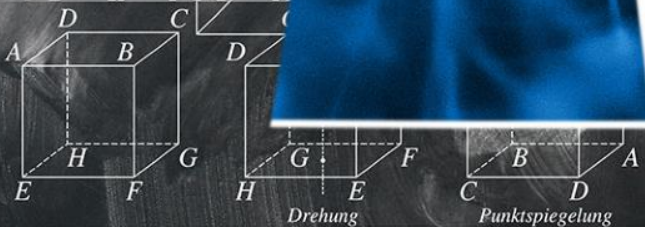


$$\begin{aligned} v &= v_{||} + v_{\perp} \\ v_{||} &= k(k \cdot v) \\ v_{\perp} &= -k \times (k \times v) = v - k(k \cdot v) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r &= r_{||} + r_{\perp} \\ r_{||} &= n(n \cdot r) \\ k \times (n \times r) &= r - n(n \cdot r) \end{aligned}$$

Syarif Hadiwijaya

# Operation Research





# Pokok Bahasan

- Sejarah dan Pengertian Riset Operasi
- Teknik-teknik Riset Operasi
- Teori Antrian
- Simulasi software POM-QM Versi 5



# Pengertian Operation Research



**Operation Research atau riset operasi** merupakan aplikasi dari metode-metode, teknik-teknik dan peralatan-peralatan ilmiah dalam menghadapi masalah yang timbul di dalam operasi perusahaan dengan tujuan ditemukannya alternative pemecahan masalah secara optimum.

# Pengertian Operation Research



Pendapat dari beberapa ahli tentang Operation Research:

1. Sebagai metode ilmiah yang memungkinkan para manager mengambil keputusan mengenai kegiatan yang ditangani dengan dasar kuantitatif (Morse dan Kinball).
2. Sebagai aplikasi metode-metode, teknik-teknik dan peralatan ilmiah dalam menghadapi masalah-masalah yang timbul di dalam operasi perusahaan dengan tujuan ditemukannya pemecahan yang optimum masalah-masalah tsb (Churchman, Arkaff dan Arnoff).
3. Sebagai peralatan manajemen yang menyatukan ilmu pengetahuan, matematika dan logika dalam kerangka pemecahan masalah-masalah yang dihadapi sehari-hari, sehingga dapat dipecahkan secara optimal (Miller dan M.K. Star)

# Pengertian Operation Research



4. Metode untuk memformulasikan dan merumuskan permasalahan sehari-hari baik mengenai bisnis, ekonomi, social maupun bidang lainnya kedalam pemodelan matematis untuk mendapatkan solusi yang optimal (Amin Syukron & M. Kholil).
5. Penerapan metode-metode ilmiah yang digunakan untuk memecahkan masalah-masalah kompleks yang timbul pada waktu dilaksanakan pengelolaan dan pembinaan sistem-sistem besar berupa manusia, mesin-mesin, bahan-bahan, uang, didalam bidang industri, perdagangan, sektor negara dan pertahanan (The British Operational Research Society).
6. Istilah Riset Operasi seringkali diasosiasikan dengan penggunaan teknik-teknik matematis untuk membuat model dan menganalisis masalah keputusan. Meskipun matematika dan model matematis merupakan inti Riset Operasi, pemecahan masalah tidaklah sekedar pengembangan dan pemecahan model-model matematis. Secara spesifik, masalah-masalah keputusan biasanya mencakup faktor-faktor manusia di hampir setiap lingkungan keputusan.



# Pengertian Operation Research



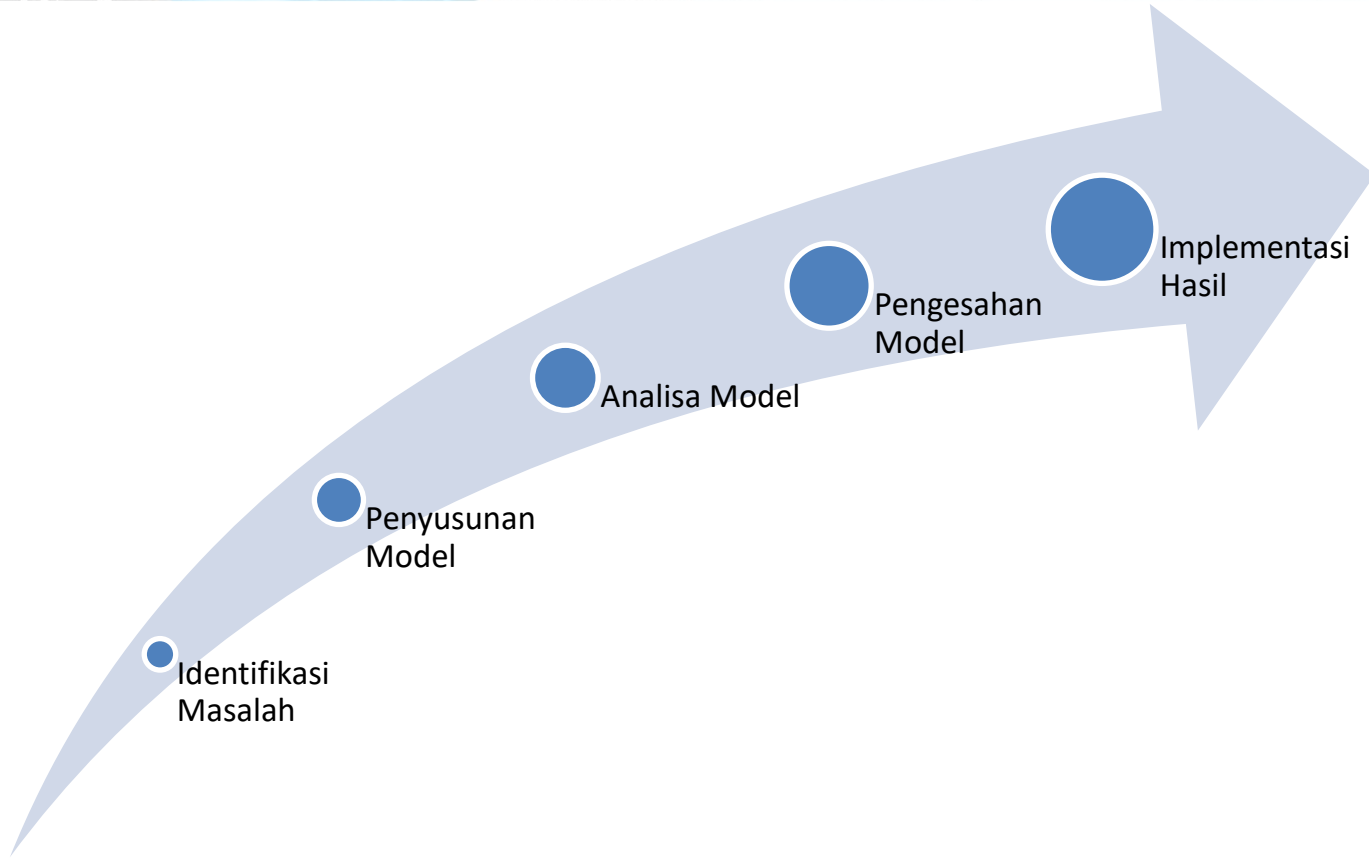
4. Metode untuk memformulasikan dan merumuskan permasalahan sehari-hari baik mengenai bisnis, ekonomi, social maupun bidang lainnya kedalam pemodelan matematis untuk mendapatkan solusi yang optimal (Amin Syukron & M. Kholil).
5. Penerapan metode-metode ilmiah yang digunakan untuk memecahkan masalah-masalah kompleks yang timbul pada waktu dilaksanakan pengelolaan dan pembinaan sistem-sistem besar berupa manusia, mesin-mesin, bahan-bahan, uang, didalam bidang industri, perdagangan, sektor negara dan pertahanan (The British Operational Research Society).
6. Istilah Riset Operasi seringkali diasosiasikan dengan penggunaan teknik-teknik matematis untuk membuat model dan menganalisis masalah keputusan. Meskipun matematika dan model matematis merupakan inti Riset Operasi, pemecahan masalah tidaklah sekedar pengembangan dan pemecahan model-model matematis. Secara spesifik, masalah-masalah keputusan biasanya mencakup faktor-faktor manusia di hampir setiap lingkungan keputusan.

# Sejarah Operation Research



- Sejarah Riset Operasi berawal selama perang dunia ke II yang sangat efektif sebagai metode penyelesaian masalah militer dengan mengoptimalkan kekuatan militer dalam menggunakan peralatan perang secara efisien.
- Setelah bidang militer yang sudah dinyatakan sukses, industri secara bertahap mengaplikasi penggunaan riset operasi, pada tahun 1951 dunia industri dan bisnis dalam riset operasinya memberikan dampak besar pada organisasi manajemen. Dan perkembangannya kini berada pada aspek pembagian kerja dan segmentasi tanggungjawab manajemen dalam organisasi, yang bergantung pada perkembangan teknologi, dan faktor lain seperti keadaan ekonomi, politik, sosial dan sebagainya secara sistematis.

# Tahapan Operation Research



# Tahapan Operation Research



Tahapan-tahapan riset operasi, yakni sebagai berikut:

**1. Identifikasi Masalah;** Penentuan dan perumusan tujuan yang jelas dari persoalan dalam sistem model yang dihadapi. Identifikasi perubah yang dipakai sebagai kriteria untuk pengambilan keputusan yang dapat dikendalikan maupun yang tidak dapat dikendalikan. Kumpulkan data tentang kendala-kendala yang menjadi syarat ikatan terhadap perubah-perubah dalam fungsi tujuan sistem model yang dipelajari.

**2. Penyusunan model;** Memilih model yang cocok dan sesuai dengan permasalahannya. Merumuskan segala macam faktor yang terkait di dalam model yang bersangkutan secara simbolik ke dalam rumusan model matematika. Menentukan perubah-perubah beserta kaitan-kaitannya satu sama lainnya. Tetapkan fungsi tujuan beserta kendala-kendalanya dengan nilai-nilai dan parameter yang jelas.

# Tahapan Operation Research



## 3. Analisa model;

- Terhadap analisis model.  
Melakukan analisis terhadap model yang telah disusun dan dipilih.
- Memilih hasil-hasil analisis yang terbaik (optimal).
- Melakukan uji kepekaan dan analisis postoptimal terhadap hasil-hasil

- ## 4. Pengesahan Model; Analisis pengesahan model menyangkut penilaian terhadap model tersebut dengan cara mencocokkannya dengan keadaan dan data yang nyata, juga dalam rangka menguji dan mengesahkan asumsi-asumsi yang membentuk model tersebut secara struktural (yaitu perubahannya, hubungan-hubungan fungsionalnya, dan lain-lain).

# Tahapan Operation Research



- 5. Implementasi Hasil;** Hasil-hasil yang diperoleh berupa nilai-nilai yang akan dipakai dalam kriteria pengambilan keputusan merupakan hasil-hasil analisis yang kiranya dapat dipakai dalam perumusan keputusan yang kiranya dapat dipakai dalam perumusan strategi-strategi, target-target, langkah-langkah kebijakan guna disajikan kepada pengambilan keputusan dalam bentuk alternatif-alternatif pilihan.

# Model Operation Research



## 1. Iconic (Physical) Model

Iconic model ialah suatu penyajian fisik yang tampak seperti aslinya dari suatu sistem nyata dengan skala yang berbeda. Contoh: mainan anak-anak, potret, histogram, maket dan lain-lain.

## 2. Analogue Model

Model analogue lebih abstrak dibanding model iconic, karena tak kelihatan sama antara model dengan sistem nyata. Contoh ialah peta dengan bermacam-macam warna merupakan model analog dimana perbedaan warna menunjukkan perbedaan ciri, misalnya biru menunjukkan air, kuning menunjukkan pegunungan, hijau sebagai dataran rendah, dan lain-lain.



### 3. Mathematic (Symbolic) Model

Model matematik sifatnya paling abstrak. Model ini menggunakan seperangkat simbol matematik untuk menunjukkan komponen-komponen (dan hubungan antar mereka) dari sistem nyata. Namun, sistem nyata tidak selalu dapat diekspresikan dalam rumusan matematik. Model ini dapat dibedakan menjadi deterministic dan probabilistic. Model deterministic dibentuk dalam situasi kepastian (certainty). Model ini memerlukan penyederhanaan-penyederhanaan dari realitas karena kepastian jarang terjadi. Model probabilistic meliputi kasus-kasus dimana diasumsikan ketidakpastian (uncertainty).



# Teknik Operation Research



Berikut ini terdapat beberapa teknik teknik riset operasi, yakni sebagai berikut:

## 1. Linear Programming

Linear programming ialah salah satu teknik penyelesaian riset operasi dalam hal ini adalah khusus menyelesaikan masalah-masalah optimasi (memaksimalkan atau meminimumkan) tetapi hanya terbatas pada masalah-masalah yang dapat diubah menjadi fungsi linier. Demikian pula kendala-kendala yang ada juga berbentuk linier.

## 2. Metode Dualitas

Secara sistematis, dualitas merupakan alat bantu masalah Linier Programming, yang secara langsung didefinisikan dari persoalan aslinya.

## 3. Metode Transportasi

Merupakan metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan produk, ke tempat-tempat yang membutuhkan, secara optimal.



## 4. Teori Jaringan Kerja

Adalah gabungan dari dua teknik analisis, yaitu Critical Path Method (CPM) dan Project Evaluation and Review Technique (PERT) yang digunakan untuk perencanaan, penjadwalan, pengawasan, dan pengambilan keputusan terhadap proyek yang sedang berjalan.

## 5. Metode Simpleks

Metode simpleks adalah suatu metode yg secara matematis dimulai dr suatu pemecahan dasar yg feasibel (basic feasible solution) ke pemecahan dasar feasibel lainnya dan dilakukan secara berulang-ulang (iteratif) sehingga akhirnya diperoleh suatu pemecahan dasar yang optimum. Metode grafik tidak dapat menyelesaikan persoalan linear program yang memiliki variabel keputusan yang cukup besar atau lebih dari dua, maka untuk menyelesaikannya digunakan Metode Simplex.

# Manfaat Operation Research



1. Berusaha menetapkan arah tindakan terbaik (optimum) dari sebuah masalah keputusan dibawah pembatasan sumber daya terbatas.
2. Memberikan kemudahan dalam pengambilan keputusan kegiatan kerja dalam bidang industri, bisnis, dan manajemen.
3. Alat untuk pengambilan keputusan dari berbagai sumber daya yang tersedia.
4. Memberikan pengembangan dari beberapa sektor, seperti teknik dan ilmu perhitungan, ilmu politik, matematik, ekonomi, teori probabilitas dan statistic.

# Teknik+ Operation Research – Linier Programming



## Pengertian

- Linear programming adalah suatu teknis matematika yang dirancang untuk membantu manajer dalam merencanakan dan membuat keputusan dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai tujuan perusahaan.
- LP merupakan suatu model umum yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber-sumber yang terbatas secara optimal.
- Model yang digunakan dalam memecahkan masalah alokasi sumberdaya perusahaan adalah model matematis.
- Semua fungsi matematis yang disajikan dalam model haruslah dalam bentuk fungsi linear

# Teknik+Operation Research – Linear Programming



Masalah keputusan yang biasa dihadapi para analis adalah alokasi optimum sumber daya yang langka. Sumber daya dapat berupa modal, tenaga kerja, bahan mentah, kapasitas mesin, waktu, ruangan atau teknologi. Tugas analis adalah mencapai hasil terbaik yang mungkin dengan keterbatasan sumber daya ini. **Hasil yang diinginkan mungkin ditunjukkan sebagai maksimisasi dari beberapa ukuran seperti profit, penjualan dan kesejahteraan atau minimisasi seperti biaya, waktu dan jarak.**

Identifikasi masalah → penerapan tujuan → formulasi model matematik

(3 tahap);

1. Menentukan variabel yang tidak diketahui (variabel keputusan) dinyatakan dalam symbol matematik
2. Membentuk fungsi tujuan yang ditunjukkan sebagai suatu hubungan linier (bukan perkalian) dari variabel keputusan
3. Menentukan semua kendala masalah tersebut dan mengekspresikan dalam persamaan dan pertidaksamaan yang juga merupakan hubungan linier dari variabel keputusan yang mencerminkan keterbatasan sumberdaya masalah itu.

# Teknik+ Operation Research – Linear Programming



## Ciri Linear Programming

- Penyelesaian masalah mengarah pada pencapaian tujuan maksimisasi atau minimisasi.
- Kendala yang ada membatasi tingkat pencapaian tujuan.
- Ada beberapa alternatif penyelesaian.
- Hubungan matematis bersifat linear.

# Teknik+ Operation Research – Linear Programming



## Asumsi Dasar LP

- Proportionality → Naik turunnya nilai Z dan penggunaan sumber atau fasilitas yang tersedia akan berubah secara sebanding (proportional) dengan perubahan tingkat kegiatan.
- Additivity → Nilai tujuan tiap kegiatan tidak saling mempengaruhi, atau kenaikan dari nilai tujuan (Z) yang diakibatkan oleh kenaikan suatu kegiatan dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian nilai Z yang diperoleh dari kegiatan lain.
- Divisibility → Keluaran (output) yang dihasilkan oleh setiap kegiatan dapat berupa bilangan pecahan, demikian pula nilai Z yang dihasilkan.
- Deterministic (Certainty) → Semua parameter yang terdapat dalam model LP ( $a_{ij}, b_i, C_j$ ) dapat diperkirakan dengan pasti, meskipun jarang dengan tepat.

# Teknik+ Operation Research – Linier Programming



## Model Linear Programming

- Model LP merupakan bentuk dan susunan dalam menyajikan masalah masalah yang akan dipecahkan dengan teknik LP.
- Dalam model LP dikenal 2 (dua) macam “fungsi”, yaitu fungsi tujuan (Objective Function) dan fungsi batasan (constraint function)
- Fungsi Tujuan → fungsi yang menggambarkan tujuan/sasaran di dalam permasalahan LP yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal sumberdaya-sumberdaya, untuk memperoleh keuntungan maksimal atau biaya minimal. Nilai yang akan dioptimalkan dinyatakan sebagai Z.
- Fungsi Batasan → merupakan bentuk penyajian secara matematis batasan-batasan kapasitas yang tersedia yang akan dialokasikan secara optimal ke berbagai kegiatan.



# Teknik+Operation Research – Linear Programming



## Simbol-Symbol dalam LP

- $m$  = macam batasan sumber atau fasilitas yang tersedia
- $n$  = macam kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas tersebut
- $i$  = nomor setiap macam sumber atau fasilitas yang tersedia ( $i=1,2,\dots,m$ )
- $j$  = nomor setiap macam kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas yang tersedia ( $j = 1,2,\dots,n$ )
- $x_j$  = tingkat kegiatan ke,  $j$ . ( $j = 1,2,\dots,n$ )
- $a_{ij}$  = banyaknya sumber  $i$  yang diperlukan untuk menghasilkan setiap unit keluaran (output) kegiatan  $j$  ( $i=1,2,\dots,m$ , dan  $j = 1,2,\dots,n$ )
- $b_i$  = banyaknya sumber (fasilitas) yang tersedia untuk dialokasikan ke setiap unit kegiatan ( $i = 1,2,\dots,n$ )
- $Z$  = nilai yang dioptimalkan (maksimum atau minimum)
- $C_j$  = kenaikan nilai  $Z$  apabila ada penambahan tingkat kegiatan ( $x_j$ ) dengan satu satuan (unit); atau merupakan sumbangan setiap satuan keluaran kegiatan  $j$  terhadap nilai  $Z$

# Teknik+ Operation Research – Linear Programming



## Data Untuk LP

Sumber \ Kegiatan	Pemakaian sumber per unit kegiatan (keluaran)				Kapasitas Sumber
	1	2	3	.....n	
1	a11	a21	a31	....a1n	b1
2	a21	a22	a23	....a2n	b2
3	a31	a32	a33	....a3n	b3
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
m	am1	am2	am3	....amn	bm
$\Delta Z$ penambahan tiap unit	C1	C2	C3	....CN	
Tingkat Kegiatan	X1	X2	X3	....Xn	

# Teknik+ Operation Research – Linear Programming



## Data Untuk LP

- Fungsi Tujuan:  
Maksimumkan  $Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + C_nX_n$
- Batasan-batasan:
  1.  $a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1$
  2.  $a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2$
  - m)  $a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + a_{m3}X_3 + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m$

Dan,

- $X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, \dots, X_n \geq 0$

## Pendekatan LP

Dalam menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan Linear Programming, **ada dua pendekatan yang bisa digunakan, yaitu metode grafik dan metode simpleks.**

- **Metode grafik** hanya bisa digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dimana variabel keputusan sama dengan dua.
- **Metode simpleks** bisa digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dimana variabel keputusan dua atau lebih.

# Teknik+Operation Research – Linier Programming



## Penyelesaian Grafik Model LP

Metode grafik hanya bisa digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dimana hanya terdapat dua variabel keputusan. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, langkah pertama yang harus dilakukan adalah memformulasikan permasalahan yang ada ke dalam bentuk *Linear Programming* (LP). Langkah-langkah dalam formulasi permasalahan adalah :

- Pahamiilah secara menyeluruh permasalahan manajerial yang dihadapi
- Identifikasikan tujuan dan kendalanya
- Definisikan variabel keputusannya
- Gunakan variabel keputusan untuk merumuskan fungsi tujuan dan fungsi kendala secara matematis.

# Teknik+Operation Research – Linier Programming



## Contoh Soal

Perusahaan Krisna Furniture yang akan membuat meja dan kursi. Keuntungan yang diperoleh dari satu unit meja adalah \$7,- sedang keuntungan yang diperoleh dari satu unit kursi adalah \$5,-. Namun untuk meraih keuntungan tersebut Krisna Furniture menghadapi kendala keterbatasan jam kerja. Untuk pembuatan 1 unit meja dia memerlukan 4 jam kerja. Untuk pembuatan 1 unit kursi dia membutuhkan 3 jam kerja. Untuk pengecatan 1 unit meja dibutuhkan 2 jam kerja, dan untuk pengecatan 1 unit kursi dibutuhkan 1 jam kerja. Jumlah jam kerja yang tersedia untuk pembuatan meja dan kursi adalah 240 jam per minggu sedang jumlah jam kerja untuk pengecatan adalah 100 jam per minggu.

Berapa jumlah meja dan kursi yang sebaiknya diproduksi agar keuntungan perusahaan maksimum? Dari kasus di atas dapat diketahui bahwa tujuan perusahaan adalah memaksimalkan profit. Sedangkan kendala perusahaan tersebut adalah terbatasnya waktu yang tersedia untuk pembuatan dan pengecatan.

# Teknik+ Operation Research – Linear Programming



## Contoh Soal – lanjutan

	Jam kerja untuk membuat 1 unit produk		Total waktu tersedia per minggu
	Meja	Kursi	
Pembuatan	4	3	240
Pengecatan	2	1	100
Profit per unit	7	5	

Mengingat produk yang akan dihasilkan adalah meja dan kursi, maka dalam rangka memaksimalkan profit, perusahaan harus memutuskan berapa jumlah meja dan kursi yang sebaiknya diproduksi. Dengan demikian dalam kasus ini, yang merupakan variabel keputusan adalah meja ( $X_1$ ) dan kursi ( $X_2$ ).

1. Fungsi Tujuan: Maksimisasi  $Z = \$7X_1 + \$5X_2$
2. Fungsi Kendala  
 $4X_1 + 3X_2 \leq 240$  (kendala departemen pembuatan)  
 $2X_1 + 1X_2 \leq 100$  (kendala departemen pengecatan)  
 $X_1, X_2 \geq 0$  (kendala non negatif pertama)

# Teknik+ Operation Research – Linear Programming



## Penyelesaian:

- Langkah pertama dalam penyelesaian dengan metode grafik adalah menggambarkan fungsi kendalanya. Untuk menggambarkan kendala pertama secara grafik, kita harus merubah tanda pertidaksamaan menjadi tanda persamaan seperti berikut.

$4X_1 + 3X_2 = 240$  Kendala ini akan memotong salah satu atau kedua sumbu

- Kendala I:  $4X_1 + 3X_2 = 240$

memotong sumbu  $X_1$  pada saat  $X_2 = 0$

$$4X_1 + 0 = 240$$

$$X_1 = 240/4$$

$$X_1 = 60.$$

memotong sumbu  $X_2$  pada saat  $X_1 = 0$

$$0 + 3X_2 = 240$$

$$X_2 = 240/3$$

$$X_2 = 80$$

Kendala I memotong sumbu  $X_1$  pada titik (60, 0) dan memotong sumbu  $X_2$  pada titik (0, 80).

- Kendala II:  $2X_1 + X_2 = 100$

memotong sumbu  $X_1$  pada saat  $X_2 = 0$

$$2X_1 + 0 = 100$$

$$X_1 = 100/2$$

$$X_1 = 50$$

memotong sumbu  $X_2$  pada saat  $X_1 = 0$

$$0 + X_2 = 100$$

$$X_2 = 100$$

Kendala II memotong sumbu  $X_1$  pada titik (50, 0) dan memotong sumbu  $X_2$  pada titik (0, 100)

# Teknik Operation Research – Linear Programming



## Grafik Area Layak

Titik potong kedua kendala bisa dicari dengan cara substitusi atau eliminasi  $2X_1 + X_2 = 100$

$$X_2 = 100 - 2X_1$$

$$4X_1 + 3X_2 = 240$$

$$4X_1 + 3(100 - 2X_1) = 240$$

$$4X_1 + 300 - 6X_1 = 240$$

$$-2X_1 = 240 - 300$$

$$-2X_1 = -60$$

$$X_1 = -60 / -2 = 30$$

$$X_2 = 100 - 2X_1$$

$$X_2 = 100 - 2 * 30$$

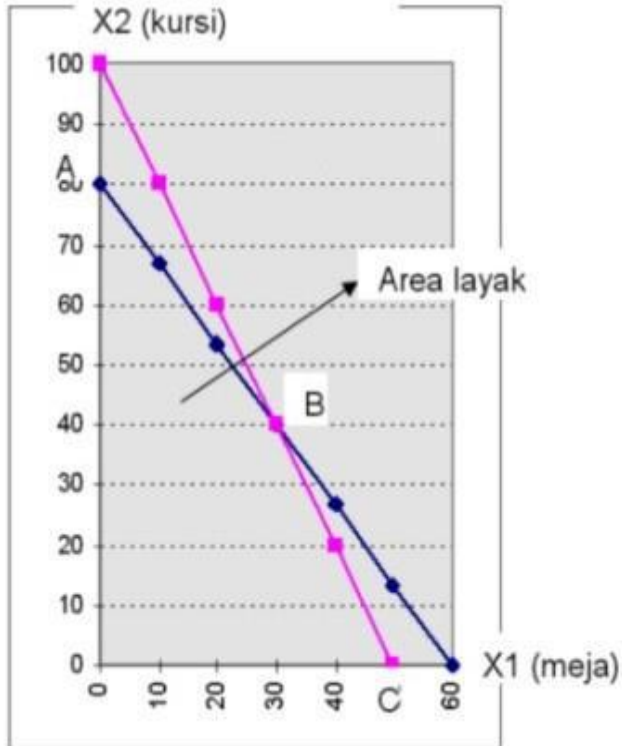
$$X_2 = 100 - 60$$

$$X_2 = 40$$

Sehingga kedua kendala akan saling berpotongan pada titik (30, 40).

Tanda  $\leq$  pada kedua kendala ditunjukkan pada area sebelah kiri dari garis kendala.

Sebagaimana nampak pada *feasible region* (area layak) meliputi daerah sebelah kiri dari titik A (0;80), B (30; 40), dan C (60; 0).





# Teknik+ Operation Research – Linier Programming



Untuk menentukan solusi yang optimal, ada dua cara yang bisa digunakan yaitu

1. dengan menggunakan garis profit (*iso profit line*)
2. dengan titik sudut (*corner point*)

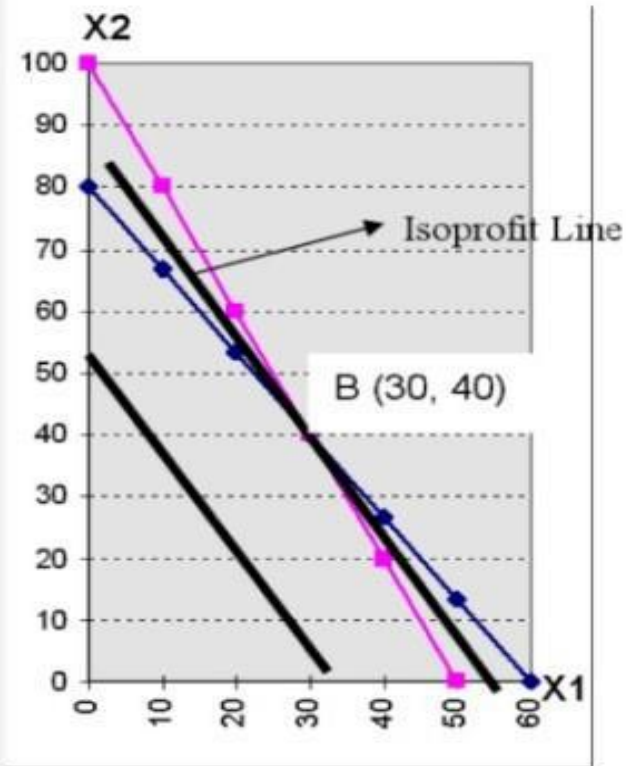
**Penyelesaian dengan menggunakan garis profit adalah penyelesaian dengan menggambarkan fungsi tujuan.** Kemudian fungsi tujuan tersebut digeser ke kanan sampai menyinggung titik terjauh dari titik nol, tetapi masih berada pada area layak (*feasible region*). Untuk menggambarkan garis profit, kita mengganti nilai Z dengan sembarang nilai yang mudah dibagi oleh koefisien pada fungsi profit. Pada kasus ini angka yang mudah dibagi angka 7 (koefisien X1) dan 5 (koefisien X2) adalah 35. Sehingga fungsi tujuan menjadi  $35 = 7X_1 + 5X_2$ . Garis ini akan memotong sumbu X1 pada titik (5, 0) dan memotong sumbu X2 pada titik (0, 7).

Iso profit line menyinggung titik B yang merupakan titik terjauh dari titik nol. Titik B ini merupakan titik optimal. Untuk mengetahui berapa nilai X1 dan X2, serta nilai Z pada titik B tersebut, kita mencari titik potong antara kendala I dan kendala II (karena titik B merupakan perpotongan antara kendala I dan kendala II). Dengan menggunakan eliminasi atau substitusi diperoleh nilai  $X_1 = 30$ ,  $X_2 = 40$ . dan  $Z = 410$ . Dari hasil perhitungan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa keputusan perusahaan yang akan memberikan profit maksimal adalah memproduksi X1 sebanyak 30 unit, X2 sebanyak 40 unit dan perusahaan akan memperoleh profit sebesar 410.

# Teknik+ Operation Research – Linier Programming



## Iso Profit Line



- Penyelesaian dengan menggunakan titik sudut (*corner point*) artinya kita harus mencari nilai tertinggi dari titik-titik yang berada pada area layak (*feasible region*). Dari peraga 1, dapat dilihat bahwa ada 4 titik yang membatasi area layak, yaitu titik O (0, 0), A (0, 80), B (30, 40), dan C (50, 0).
  - Keuntungan pada titik O (0, 0) adalah  $(7 \times 0) + (5 \times 0) = 0$ .
  - Keuntungan pada titik A (0; 80) adalah  $(7 \times 0) + (5 \times 80) = 400$ .
  - Keuntungan pada titik B (30; 40) adalah  $(7 \times 30) + (5 \times 40) = 410$ .
  - Keuntungan pada titik C (50; 0) adalah  $(7 \times 50) + (5 \times 0) = 350$ .

Karena keuntungan tertinggi jatuh pada titik B, maka sebaiknya perusahaan memproduksi meja sebanyak 30 unit dan kursi sebanyak 40 unit, dan perusahaan memperoleh keuntungan optimal sebesar 410.

# Teknik+ Operation Research – Metode Transportasi



- Pada umumnya masalah transportasi berhubungan dengan distribusi suatu produk tunggal dari beberapa sumber, dengan penawaran terbatas, menuju beberapa tujuan, dengan permintaan tertentu, pada biaya transport minimum.
- Karena hanya ada satu macam barang, suatu tempat tujuan dapat memenuhi permintaanya dari satu atau lebih sumber.
- Asumsi dasar model ini adalah bahwa biaya transport pada suatu rute tertentu proporsional dengan banyaknya unit yang dikirimkan. Unit yang dikirimkan sangat tergantung pada jenis produk yang diangkut. Yang penting, satuan penawaran dan permintaan akan barang yang diangkut harus konsisten.

# Teknik+Operation Research – Metode Transportasi



## Contoh Soal

Sebuah perusahaan Negara berkepentingan mengangkut pupuk dari tiga pabrik ke tiga pasar. Kapasitas penawaran ketiga pabrik, permintaan pada ketiga pasar dan biaya transport perunit adalah sebagai berikut:

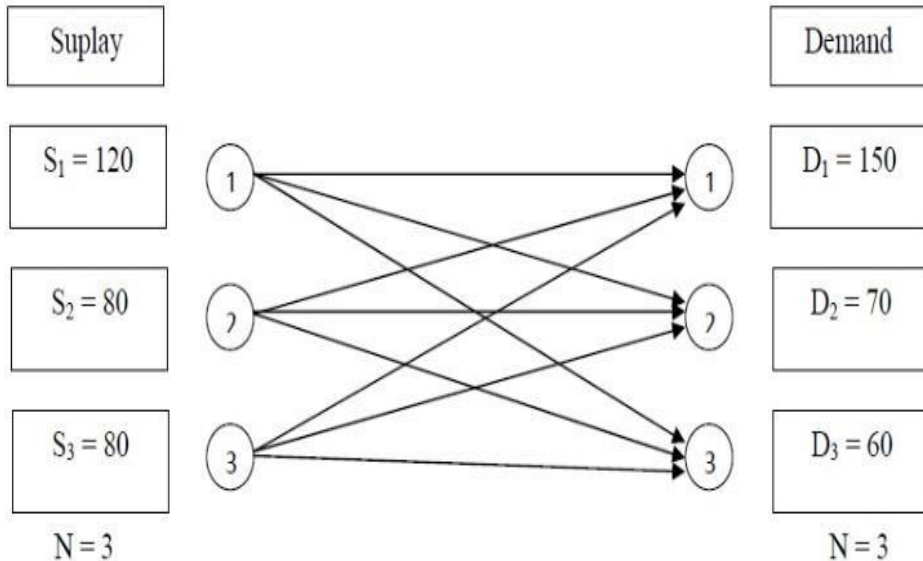
		Pasar			Penawaran
		1	2	3	
Pabrik	1	8	5	6	120
	2	15	10	12	80
	3	3	9	10	80
Permintaan		150	70	60	280

# Teknik+ Operation Research – Metode Transportasi



## Penyelesaian:

Masalah diatas diilustrasikan sebagai suatu model jaringan pada gambar sebagai berikut:



Masalah diatas juga dapat dirumuskan sebagai suatu masalah LP sebagai berikut:

Minimumkan:  $Z = 8X_{11} + 5X_{12} + 6X_{13} + 15X_{21} + 10X_{22} + 12X_{23} + 3X_{31} + 9X_{32} + 10X_{33}$

Batasan:

$X_{11} + X_{12} + X_{13} = 120$  (penawaran pabrik 1)

$X_{21} + X_{22} + X_{23} = 80$  (penawaran pabrik 2)

$X_{31} + X_{32} + X_{33} = 80$  (penawaran pabrik 3)

$X_{11} + X_{21} + X_{31} = 150$  (permintaan pabrik 1)

$X_{12} + X_{22} + X_{32} = 70$  (permintaan pabrik 2)

$X_{13} + X_{23} + X_{33} = 60$  (permintaan pabrik 3)

# Teknik+ Operation Research – Metode Transportasi



## Penyelesaian:

### Tabel Transportasi

Dari \ Ke	1	2	3	Penawaran (S)
1	8	5	6	120
2	15	10	12	80
3	3	9	10	80
Permintaan (D)	150	70	60	280

Solusi awal:

### 1. Metode North-West Corner

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- Mulai pada pojok kiri atas (barat laut table) dan alokasikan sebanyak mungkin tanpa menyimpang dari batasa penawaran dan permintaan.
- Hilangkan baris atau kolom yang tidak dapat dialokasikan lagi, kemudian alokasikan sebanyak mungkin ke kotak didekat baris atau kolom yang tidak dihilangkan, jika kolom atau baris sudah dihabiskan, pindahkan secara diagonal kekotak berikutnya.
- Lanjutkan dengan cara yang sama sampai semua penawaran telah dihabiskan dan keperluan permintaan telah dipenuhi.

# Teknik+ Operation Research – Metode Transportasi



## Penyelesaian:

Solusi awal dengan menggunakan metode north – west corner pada masalah diatas ditunjukkan oleh tabel berikut.

Dari \ Ke	1	2	3	Penawaran (S)
1	(1) 8 120	5 50	6 60	120
2	(2) 15 30	(3) 10 50	12 60	80
3	3 20	(4) 9 20	(5) 10 60	80
Permintaan (D)	150	70	60	280

Dari tabel tsb, dapat diketahui bahwa biaya transport total adalah sebagai berikut:

$$Z = (8 \times 120) + (15 \times 30) + (10 \times 50) + (9 \times 20) + (10 \times 60) = 2690$$

Ingat, ini hanya solusi awal, sehingga tidak perlu optimum.

# Teknik+ Operation Research – Metode Transportasi



## 2. Metode Least-Cost

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- Pilih variable  $X_{ij}$  (kotak) dengan biaya transport ( $c_{ij}$ ) terkecil dan alokasikan sebanyak mungkin. Ini akan menghabiskan baris  $i$  atau kolom  $j$ .
- Dari kotak-kotak sisanya yang layak (yaitu yang tidak terisi atau dihilangkan) pilih  $c_{ij}$  terkecil dan alokasikan sebanyak mungkin.
- Lanjutkan proses ini sampai semua penawaran dan permintaan terpenuhi.

Solusi awal dengan menggunakan metode Least-Cost pada masalah diatas ditunjukkan oleh tabel berikut.

Dari \ Ke	1	2	3	Penawaran (S)
1	8 70	(2) 5 70	(3) 6 50	120
2	(5) 15 70	10	(4) 12 10	80
3	(1) 3 80	9	10	80
Permintaan (D)	150	70	60	280

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa biaya transport total adalah sebagai berikut:

$$Z = (3 \times 80) + (5 \times 70) + (6 \times 50) + (12 \times 10) + (15 \times 70) = 2060$$



# Teknik+ Operation Research – Metode Transportasi



## 3. Metode Aproksimasi Vogel (VAM)

Solusi awal dengan menggunakan metode VAM pada masalah diatas ditunjukkan oleh tabel berikut.

Dari \ Ke	1	2	3	Penawaran (S)	Penalty cost baris
1	(2) 8 70	5	(3) 6 50	120	1 1 1
2	15	(4) 10 70	(5) 12 10	80	2 2 2
3	(1) 3 80	9	10	80	6 - -
Permintaan (D)	150	70	60	280	
Penalty cost kolom	5 7 -	4 5 5	4 6 -		

Biaya transport model VAM adalah sebagai berikut:

$$Z = (3 \times 80) + (8 \times 70) + (6 \times 50) + (10 \times 70) + (12 \times 10) = 1920$$

Biaya total untuk solusi awal dengan metode VAM merupakan biaya awal terkecil yang diperoleh dari ketiga metode solusi awal. Kenyataannya, solusi ini juga optimum, suatu keadaan yang akan ditunjukkan pada pembahasan mencari solusi optimum.

# Teknik+ Operation Research – Metode Transportasi



Proses VAM dapat diringkas sebagai berikut:

- a. Hitung opportunity cost untuk setiap baris dan kolom. Opportunity cost untuk setiap baris ke- $i$  dihitung dengan mengurangi nilai cij terkecil pada baris tersebut dengan nilai cij satu tingkat lebih besar pada baris yang sama. Opportunity cost kolom diperoleh dengan cara yang sama. Biaya-biaya ini adalah pinalti karena tidak memilih kotak dengan biaya minimum.
- b. Pilih baris atau kolom dengan opportunity cost terbesar (jika terdapat nilai kembar, pilih secara sembarang. Alokasikan sebanyak mungkin kotak dengan nilai cij minimum pada baris atau kolom yang dipilih.
- c. Hilangkan semua baris dan kolom dimana penawaran dan permintaan telah dihabiskan.
- d. Jika semua penawaran dan permintaan belum dipenuhi, kembali kelangkah pertama dan hitung kembali opportunity cost yang baru.



## 4. Metode Stepping Stone

Beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam penyusunan jalur stepping stone untuk mencari variable masuk.

- a. Arah yang diambil boleh searah atau berlawanan arah jarum jam.
- b. Hanya ada satu jalur tertutup untuk setiap kotak kosong.
- c. Jalur harus mengikuti kotak terisi, kecuali pada kotak kosong yang sedang dievaluasi.
- d. Baik kotak terisi maupun kotak kosong dapat dilewati dalam penyusunan jalur tertutup.
- e. Suatu jalur dapat melintasi dirinya.
- f. Sebuah penambahan dan pengurangan yang sama besar harus kelihatan pada setiap baris dan kolom pada jalur itu.

# Teknik+ Operation Research – Metode Transportasi



Proses jalur tertutup dalam prosedur stepping stone ditunjukkan pada table berikut (Tabel Solusi Optimum Metode Stepping Stone – Jalur Tertutup X12)

Dari \ Ke	1	2	3	Penawaran (S)
1	8 ↑ -1 120	5 ← +1	6	120
2	15 ↑ +1 30	10 ← -1 50	12	80
3	3	9 ← -1 20	10 ← -1 60	80
Permintaan (D)	150	70	60	280

- Penambahan atau pengurangan biaya dari jalur tertutup X12:  

$$C_{12} = 5 - 10 + 15 - 8 = +2$$
- Penambahan atau pengurangan biaya dari jalur tertutup X13:  

$$C_{13} = 6 - 10 + 9 - 10 + 15 - 8 = +2$$
- Penambahan atau pengurangan biaya dari jalur tertutup X23:  

$$C_{23} = 12 - 10 + 9 - 10 = +1$$
- Penambahan atau pengurangan biaya dari jalur tertutup X31:  

$$C_{31} = 3 - 15 + 10 - 9 = -11$$

Analisis diatas menunjukkan bahwa C31 memiliki perubahan biaya negative, sehingga X31 menjadi variable masuk. Jika terdapat dua atau lebih Xij dengan nilai Cij negative, maka pilih satu yang memiliki perubahan penurunan biaya terbesar (negative terbesar), dan jika terdapat nilai kembar, pilih sembarang.

# Teknik+ Operation Research – Metode Transportasi



Tabel Solusi Optimum Metode Stepping Stone – Jalur Tertutup X1<sub>3</sub>

Dari \ Ke	1	2	3	Penawaran (S)
1	8 ↑ -1 120	5	6 → +1	120
2	15 ← +1 30	10 ↑ -1 50	12	80
3	3	9 ← +1 20	10 ↓ -1 60	80
Permintaan (D)	150	70	60	280

Tabel Solusi Optimum Metode Stepping Stone – Jalur Tertutup X2<sub>3</sub>

Dari \ Ke	1	2	3	Penawaran (S)
1	8 120	5	6	120
2	15 30	10 ↑ -1 50	12 → +1	80
3	3	9 ← +1 20	10 ↓ -1 60	80
Permintaan (D)	150	70	60	280

# Teknik+ Operation Research – Metode Transportasi



Tabel Solusi Optimum Metode Stepping  
Stone – Jalur Tertutup X31

Dari \ Ke	1	2	3	Penawaran (S)
1	8 120	5	6	120
2	-1 15 30	+1 10 50	12	80
3	+1 3	-1 9 20	10 60	80
Permintaan (D)	150	70	60	280

Jumlah yang dialokasikan kedalam variable masuk dibatasi oleh permintaan dan penawaran, serta dibatasi pada jumlah minimum pada suatu kotak yang dikurangi pada jalur tertutup. Dari contoh diatas dapat diketahui bahwa variable X31 merupakan variable masuk, maka:  $X31 \text{ minimum} = (X21, X32) = \min(30, 20) = 20$ , sehingga table transportasi menjadi:

# Teknik+ Operation Research – Metode Transportasi



Tabel Solusi Optimum  
Metode Stepping Stone –  
Alokasi Variable Masuk  $X_{31}$

Dari \ Ke	1	2	3	Penawaran (S)
1	8 120	5	6	120
2	-20 30 - 20 = 10	+20 10 50 + 20 = 70	12	80
3	+20 0 + 20 = 20	-20 9 20 - 20 = 0	10	80
Permintaan (D)	150	70	60	280

# Teknik+ Operation Research – Metode Transportasi



Solusi optimum dicapai disaat tidak ada calon variable masuk bernilai negative, dengan kata lain  $C_{ij}$  bernilai positif. Solusi optimum dicapai melalui tiga iterasi:

Tabel Solusi Optimum Metode Stepping Stone – Iterasi Kedua.

Dari \ Ke	1	2	3	Penawaran (S)
1	8 120	5	6	120
2	-10 10 - 10 = 0	15 70	+10 12 0 + 10 = 10	80
3	+10 20 + 10 = 30	3 9	-10 10 60 - 10 = 50	80
Permintaan (D)	150	70	60	280



# Teknik Operation Research – Metode Transportasi



Tabel Solusi Optimum Metode Stepping Stone – Iterasi Ketiga; Optimum.

Dari \ Ke	1	2	3	Penawaran (S)
1	8 120	5	6 120	120
2	-10 10 - 10 = 0	10 70	+10 12 0 + 10 = 10	80
3	+10 20 + 10 = 30	9	-10 10 60 - 10 = 50	80
Permintaan (D)	150	70	60	280

Table diatas memberikan nilai Cij positif untuk semua kotak kosong, sehingga tidak dapat diperbaiki lagi. Solusi optimum pada tabel tsbt memberikan biaya transport terkecil, yaitu:

$$Z = (8 \times 70) + (6 \times 50) + (10 \times 70) + (12 \times 10) + (3 \times 80) = 1920$$

# Teknik+ Operation Research – Metode Transportasi



Tabel Solusi Optimum Metode Stepping Stone – Iterasi Ketiga; Optimum.

Dari \ Ke	1	2	3	Penawaran (S)
1	8 120	5	6 120	120
2	-10 10 - 10 = 0	10 70	+10 12 0 + 10 = 10	80
3	+10 20 + 10 = 30	9	-10 10 60 - 10 = 50	80
Permintaan (D)	150	70	60	280

Table diatas memberikan nilai Cij positif untuk semua kotak kosong, sehingga tidak dapat diperbaiki lagi. Solusi optimum pada tabel tsbt memberikan biaya transport terkecil, yaitu:

$$Z = (8 \times 70) + (6 \times 50) + (10 \times 70) + (12 \times 10) + (3 \times 80) = 1920$$

# Sejarah Teori Antrian



- Teori antrian pertama kali dikemukakan oleh A. K. Erlang, seorang ahli matematika bangsa Denmark pada tahun 1913 dalam bukunya *Solution of Some Problem in the Theory of Probability of Significance in Automatic Telephone Exchange*.
- Saat ini teori antrian banyak diterapkan dalam bidang bisnis (bank, supermarket), industri (pelayanan mesin otomatis, penyimpanan), transportasi (pelabuhan udara, pelabuhan laut, jasa-jasa pos) dan masih banyak masalah sehari-hari yang lain.
- Analisis antrian memberikan informasi probabilitas yang dinamakan *operation characteristics*, yang dapat membantu pengambil keputusan dalam merancang fasilitas pelayanan antrian untuk mengatasi permintaan pelayanan yang fluktuatif secara random dan menjaga keseimbangan antara biaya pelayanan dan biaya menunggu.

# Teori Antrian



- **Teori antrian** adalah teori-teori yang menyangkut studi matematis dari barisan atau barisan pengguna.
- Antrian ini terjadi apabila kebutuhan akan suatu pelayanan melebihi kapasitas yang tersedia untuk menyelenggarakan pelayanan itu, sehingga pelanggan (customer) yang datang tidak segera mendapatkan pelayanan.
- Dalam kehidupan sehari-hari kejadian ini sering ditemukan. Misalnya seperti terjadi pada loket pembayaran, loket bioskop, loket kereta api, loket teller bank, pada dermaga pelabuhan, telepon jarak jauh, tempat praktek dokter, pompa minyak, pada pelanggan restoran yang menunggu pesanan, kedatangan pesanan barang digudang, dan lain-lain.

# Contoh Teori Antrian



Contoh masalah antrian yang kita temui sehari-hari:

- Pada waktu membayar karcis tol dalam perjalanan ke kantor
- Mengambil uang di bank
- Berbelanja di pasar swalayan
- Membeli karcis kereta api
- Memasuki stadion sewaktu menonton pertandingan olahraga

# Teori Antrian



## Tujuan Antrian

Merancang fasilitas pelayanan untuk mengatasi permintaan pelayanan yang berfluktuasi secara random dan menjaga keseimbangan antara biaya (waktu nganggur) pelayanan dan biaya (waktu) yang diperlukan selama antri.

## Elemen Sistem Antrian

Elemen sistem antrian merupakan komponen yang merupakan bagian atau anggota dari sistem antrian, yaitu :

- Pelanggan; Pelanggan adalah orang atau barang yang menunggu untuk dilayani.
- Pelayan; Pelayan adalah orang atau sesuatu yang memberikan pelayanan.
- Antrian; Antrian merupakan kumpulan pelanggan yang menunggu untuk dilayani.

# Karakteristik Antrian



## Karakteristik Antrian

Karakteristik yang dapat dilihat dari suatu sistem antrian antara lain :

- Distribusi kedatangan (kedatangan tunggal atau kelompok)
  - Distribusi kedatangan dari pelanggan dapat dilihat dari waktu antar kedatangan 2 pelanggan yang berurutan (*interarrival time*)
  - Distribusi waktu pelayanan (pelayanan tunggal atau kelompok)
  - Distribusi pelayanan dapat bersifat deterministik maupun stokastik. Waktu pelayanan yang sifatnya tetap disebut deterministik. Sedangkan yang tidak tetap atau acak disebut stokastik.
  - Rancangan sarana pelayanan (stasiun serial, paralel atau jaringan)
  - Pada rancangan sarana pelayanan ini, didalamnya termasuk juga jumlah server (pelanggan) yang dimiliki oleh sistem pelayanan.
- Peraturan pelayanan dan prioritas pelayanan
  - Peraturan yang dimaksud adalah prosedur yang dapat digunakan oleh para pelayan untuk memutuskan urutan pelanggan yang dilayani dari antrian.
  - Ukuran antrian (terhingga atau tidak terhingga)
  - Ukuran antrian artinya jumlah maksimum pelanggan yang diijinkan berada dalam sistem pelayanan (dalam antrian dan dalam pelayanan).
  - Sumber pemanggilan (terhingga atau tidak terhingga)
  - Ukuran sumber pemanggilan merupakan ukuran populasi yang potensial untuk menjadi pelanggan (*calling population*).
  - Perilaku manusia (perpindahan, penolakan, atau pembatalan).

# Struktur Antrian

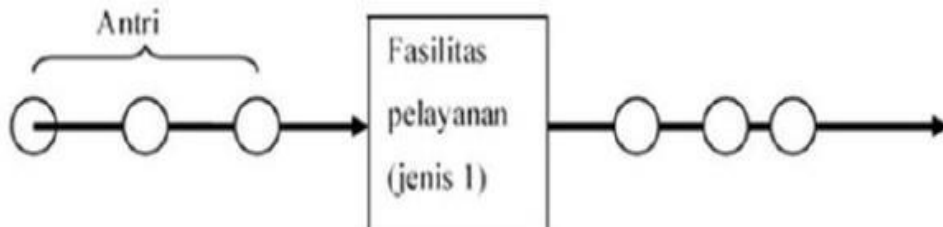


## Struktur Antrian

Ada 4 model struktur antrian dasar yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrian :

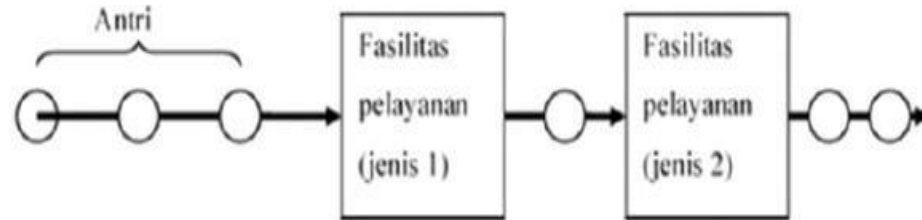
### 1. Single Channel – Single Phase

Single Channel berarti hanya ada satu jalur yang memasuki sistem pelayanan atau ada satu fasilitas pelayanan. Single Phase berarti hanya ada satu pelayanan.



### 2. Single Channel – Multi Phase

Istilah Multi Phase menunjukkan ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan (dalam phasephase). Sebagai contoh : pencucian mobil



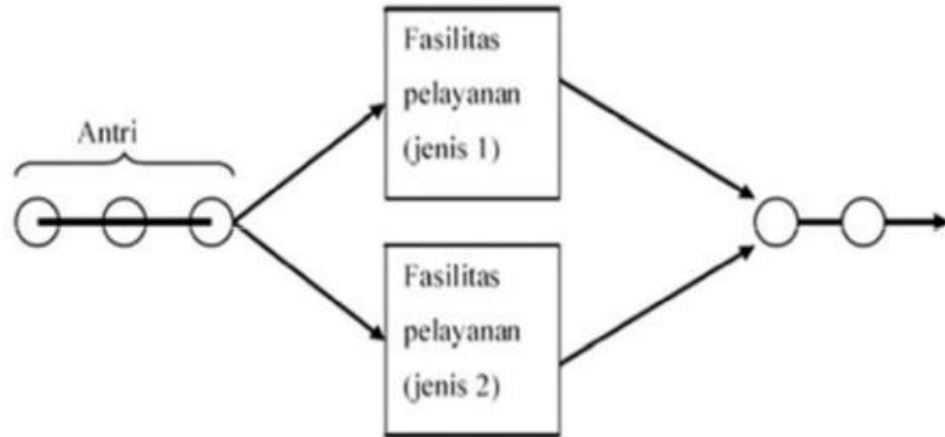


# Struktur Antrian



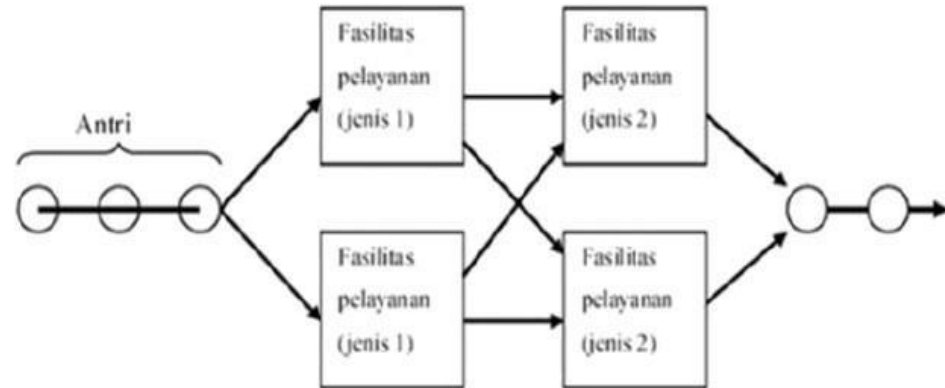
## 3. Multi Channel – Single Phase

Sistem Multi Channel – Single Phase terjadi kapan saja di mana ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh antrian tunggal, sebagai contoh model ini adalah antrian pada teller sebuah bank.



## 4. Multi Channel – Multi Phase

Sistem Multi Channel – Multi Phase ini mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahapnya sehingga lebih dari satu individu dapat dilayani pada suatu waktu. Sebagai contoh, herregistrasi para mahasiswa di universitas, pelayanan kepada pasien di rumah sakit mulai dari pendaftaran, diagnosa, penyembuhan sampai pembayaran.



# Aturan Teori Antrian



Ada 5 macam disiplin antrian:

1. **FIFO (*First In First Out*) / FCFS (*First Come First Served*)**: pelayanan disesuaikan dengan urutan kedatangan, individu yang pertama datang, maka akan dilayani terlebih dahulu.
2. **LIFO (*Last In First Out*) / LCFS (*Last Come First Served*)**: Individu yang terakhir datang, akan dilayani terlebih dahulu (berupa tumpukan)
3. **SIRO (*Service In Random Order*)**: pelayanan dilakukan secara random atau acak.  
contoh : pelayanan di toko yang tidak punya jalur antrian
4. **SOT (*Shortest Operating Time*) / SPT (*Shortest Processing Time*)**: Pelayanan yang membutuhkan waktu paling cepat akan dilayani dahulu
5. **PR (*Priority*)**: Mendahulukan pelayanan pada individu dengan prioritas tertentu.

# Model Teori Antrian



- Dalam mengelompokkan model-model antrian yang berbeda-beda akan digunakan suatu notasi yang disebut kendall's notation. Notasi ini sering dipergunakan karena beberapa alasan.
- Pertama, karena notasi tersebut merupakan alat yang efisien untuk mengidentifikasi tidak hanya model-model antrian, tapi juga asumsi-asumsi yang harus dipenuhi.
- Dibawah ini adalah model-model yang digunakan dalam antrian :

M/M/1/I/I

M/M/S/I/I

M/M/1/I/F

M/M/S/F/I

Penjelasan notasi-notasi pada model-model diatas :

- ✓ Tanda pertama notasi selalu menunjukkan distribusi tingkat kedatangan. Dalam hal ini, M menunjukkan tingkat kedatangan mengikuti suatu distribusi probabilitas poisson.
- ✓ Tanda kedua menunjukkan distribusi tingkat pelayanan. Lagi, M menunjukkan bahwa tingkat pelayanan mengikuti distribusi probabilitas poisson.
- ✓ Tanda ketiga menunjukkan jumlah fasilitas pelayanan (channels) dalam system. Model diatas adalah model yang mempunyai fasilitas pelayanan tunggal.

# Aplikasi Model Antrian



1. Tingkat kegunaan ( Utility / U )

$$U = \frac{\lambda}{\mu}$$

2. Jumlah individu rata-rata dalam system ( L )

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

3. Jumlah individu rata-rata dalam antrian ( Lq )

$$LQ = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

4. Waktu rata-rata dalam sistem ( W )

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

5. Waktu rata-rata dalam antrian ( Wq )

$$WQ = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

# Aplikasi Model Antrian



## 6. Probabilitas jumlah individu dalam sistem

Untuk pelanggan ke- ...

$$P_n = \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right) \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n$$

Untuk adanya .... Pelanggan

$$P_n = \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right) - \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{n+1}$$

$1/\mu$  : Waktu pelayanan rata-rata (jam/unit)

$L_q$  : Jumlah individu rata-rata dalam antrian (unit)

$L$  : Jumlah individu rata-rata dalam sistem (unit)

$W_q$  : Waktu rata-rata dalam antrian (jam)

$W$  : Waktu rata-rata dalam system (jam)

$P_n$  : Probabilitas jumlah n individu dalam system (frekuensi relatif)

$P$  : Tingkat kegunaan fasilitas pelayanan (rasio)

Keterangan :

$\lambda$  : Tingkat kedatangan rata-rata (unit/jam)

$1/\lambda$  : Waktu antar kedatangan rata-rata (jam/unit)

$\mu$  : Tingkat pelayanan rata-rata (unit/jam)

# Daftar Pustaka



Purnomo, Hari. 2003. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta

Nasution, A.H., Perencanaan dan Pengendalian Persediaan, Teknik Industri ITS, Surabaya.

Sutalaksana. 1979. Teknik Tata Cara Kerja. ITB, Bandung.

Sri Mulyono. 2002. Riset Operasi. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI.

Syukron, Amin., dan Muhammad Kholil. 2014. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Sinulingga, Sukaria. 2008. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. Pengantar Teknik dan Manajemen Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.

<https://pakdosen.co.id/riset-operasi/>



Syarif Hadiwijaya

# Manajemen Proyek



## Pokok Bahasan

- Ruang lingkup manajemen proyek
- Metode dan teknik penjadwalan proyek
- Network planning
- Perhitungan waktu dalam jaringan kerja
- Simulasi software POM-QM versi 5





# Mengenal Profil dan Dinamika Proyek



# Pengertian Proyek



- **Proyek** adalah sebuah **rangkaian aktifitas unik** yang saling terkait untuk **mencapai suatu hasil tertentu** dan dilakukan dalam **periode waktu** tertentu pula (Chase et al, 1998).
- **Proyek** adalah “suatu **usaha sementara** yang dilaksanakan untuk menghasilkan suatu **produk atau jasa yang unik**” Menurut PMBOK (*a guide to the project management body of Knowledge*, 2004).
- **Proyek** adalah suatu **kegiatan sementara** yang berlangsung dalam **jangka waktu** terbatas, dengan alokasi **sumber daya** tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang **sasarannya** telah digariskan jelas.

*Kata kunci: waktu, sumber daya, sasaran/tujuan*

# Proyek Vs Program



## Ciri-ciri Pokok Proyek

- Memiliki **tujuan yang khusus**, produk akhir atau hasil kerja akhir.
- Jumlah **biaya**, sasaran **jadwal** serta **kriteria mutu** dalam proses mencapai tujuan yang telah ditentukan.
- **Bersifat sementara**, dalam arti umurnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.
- **Nonrutin**, tidak berulang-ulang. Jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

## Ciri-ciri Pokok Program

- Memiliki **sifat sama dengan Proyek**.
- **Perbedaannya** terletak pada **kurun waktu** pelaksanaan dan **besarnya sumber daya** yang diperlukan.
- **Program** memiliki skala lebih besar dari proyek.
- program merupakan **kumpulan dari bermacam-macam** proyek. Umumnya, program dapat dipecah menjadi lebih dari satu proyek.

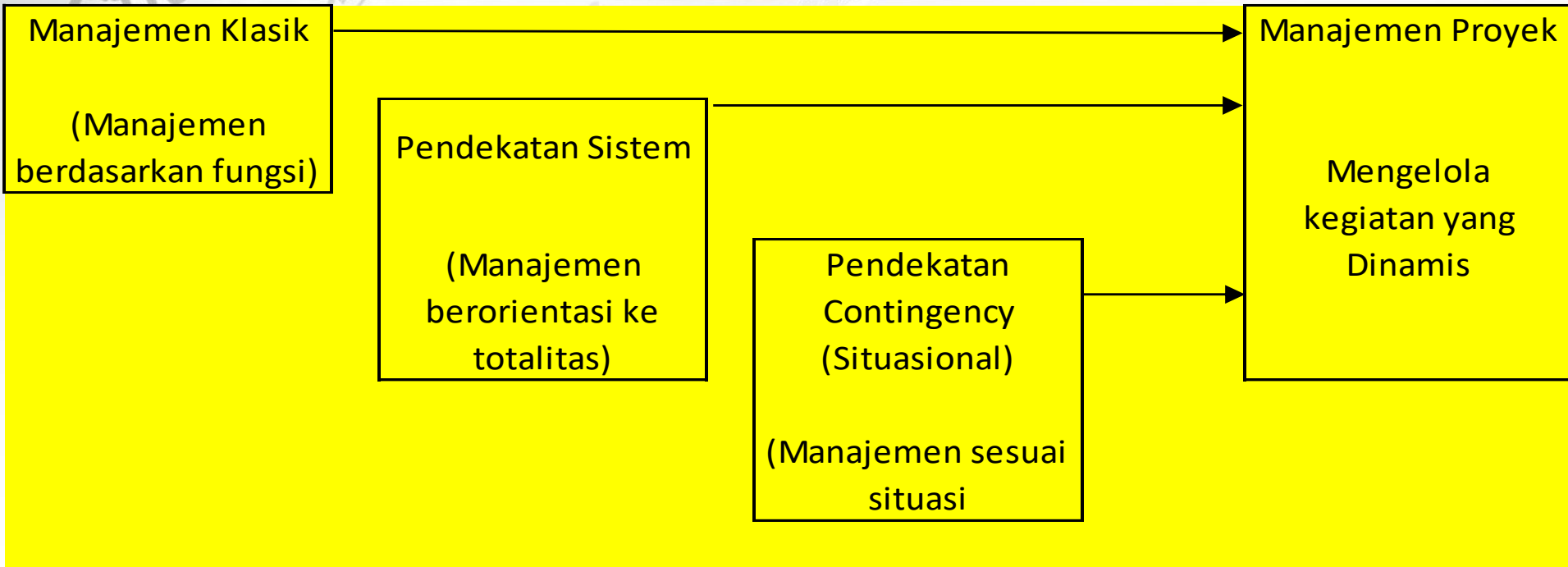
# Konsep dan Pemikiran Manajemen



Pemikiran Manajemen Modern, sedikitnya ada 3 yang berpengaruh besar dan berkaitan erat dengan konsep manajemen proyek. Antara lain:

1. Manajemen Klasik atau Manajemen Fungsional
2. Pemikiran Sistem
3. Pendekatan *Contingency* atau Situasional

# Konsep dan Pemikiran Manajemen



Gambar 1.1. Keterkaitan pemikiran manajemen modern dengan manajemen proyek



# Manajemen Proyek



**Manajemen Proyek:** Menurut Project Management Body of Knowledge (PMBOK, 2004) adalah aplikasi pengetahuan (*knowledges*), keterampilan (*skills*), alat (*tools*) dan teknik (*techniques*) dalam aktifitas-aktifitas proyek untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan proyek.

**Manajemen Proyek:** Menurut DIN 69901 (Deutsches Institut fur Normung – German Organization for Standarization), adalah sekumpulan lengkap penugasan/pekerjaan teknik, serta perangkat yang diaplikasikan selama eksekusi atau pelaksanaan proyek.

**Manajemen Proyek:** Menurut PRINCE2 Project Management Methodology adalah perencanaan, pemantauan dan pengontrolan terhadap semua aspek yang terdapat dalam sebuah proyek, serta memotivasi yang ada didalamnya untuk mencapai tujuan proyek dengan waktu, biaya, kualitas dan performance yang telah ditentukan.

**Manajemen Proyek:** Menurut H. Kerzner (1981), adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Lebih jauh, manajemen proyek menggunakan pendekatan sistem dan hirarki (arus kegiatan) vertikal maupun horizontal.



# Manajemen Proyek



Dari definisi tsb mengandung hal-hal pokok:

- Menggunakan pengertian manajemen berdasarkan fungsinya yaitu merencanakan, mengorganisasi, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan berupa manusia, dana, dan material.
- Kegiatan yang dikelola berjangka pendek, dengan sasaran yang telah digariskan secara spesifik. Ini memerlukan teknik dan metode pengelolaan yang khusus, terutama aspek perencanaan dan pengendalian.
- Memakai pendekatan sistem.
- Mempunyai hirarki (arus kegiatan) vertikal dan horizontal.

# Tujuan dan Manfaat Manajemen Proyek



Pada prinsipnya manajemen Proyek adalah Penerapan pengetahuan, keterampilan, *tools and techniques* (perangkat/ alat bantu dan teknik-teknik) pada aktifitas-aktifitas proyek agar persyaratan dan kebutuhan proyek terpenuhi.

Proses-proses manajemen proyek dikelompokkan dalam **5 kelompok**, yaitu:

- Proses inisiasi (*initiation process*)
- Proses perencanaan (*planning process*)
- Proses pelaksanaan (*executing process*)
- Proses pengontrolan (*controlling process*)
- Proses penutupan (*closing process*).

Tujuan dan Manfaat Manajemen Proyek

- Efisiensi, baik dari sisi biaya, sumber daya maupun waktu.
- kontrol terhadap proyek lebih baik, sehingga proyek bisa sesuai dengan *scope*, biaya, sumber daya dan waktu yang ditentukan
- meningkatkan kualitas
- meningkatkan produktifitas
- menekan resiko yang timbul sekecil mungkin
- koordinasi internal yang lebih baik
- meningkatkan semangat, tanggungjawab serta loyalitas tim terhadap proyek, yaitu dengan penugasan yang jelas kepada masing-masing anggota tim.

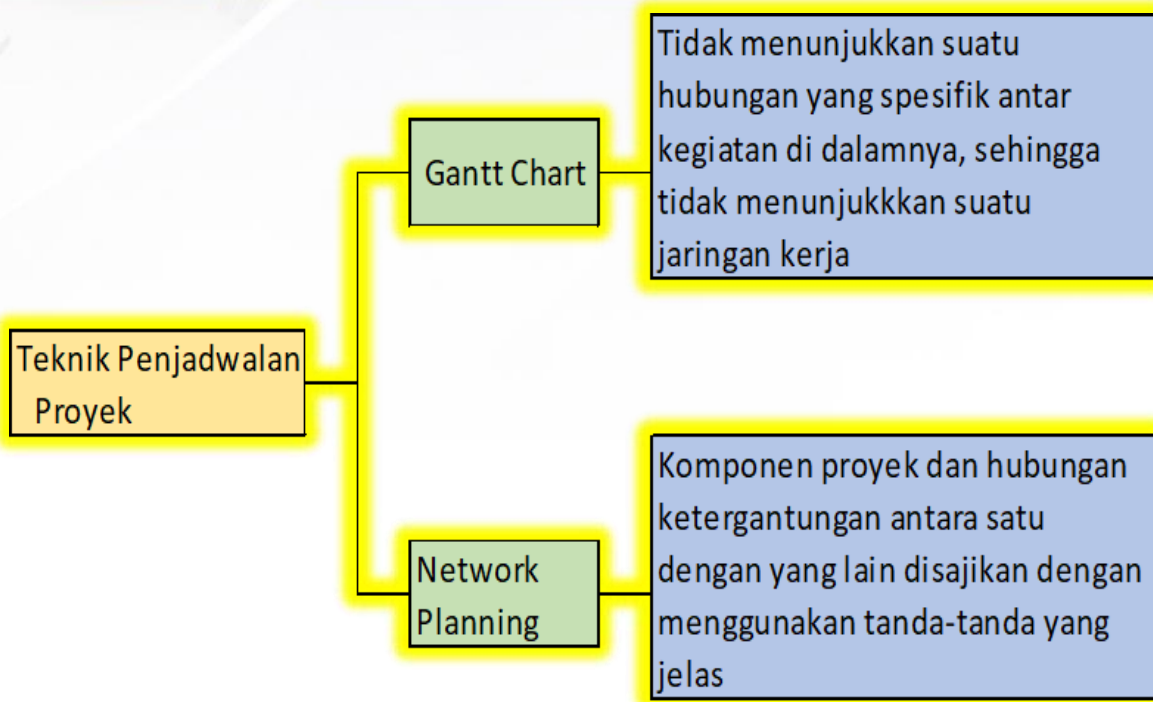


# Metode dan Teknik Penjadwalan Proyek



## Metode Penjadwalan Proyek:

- **Gantt Chart**
- **Critical Path Method (CPM):** Teknik manajemen proyek yang menggunakan hanya satu faktor waktu untuk tiap kegiatan.
- **Program Evaluation and Review Technique (PERT):** Teknik manajemen proyek yang menggunakan tiga perkiraan waktu untuk tiap kegiatan.



Gambar 1.1 Teknik penjadwalan waktu proyek

# Network Planning



## Pengertian:

Suatu jaringan yang terdiri dari serangkaian kegiatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek.

Jaringan ini disusun berdasarkan urutan kegiatan tertentu dan menunjukkan hubungan yang logis antar kegiatan, hubungan timbal balik antara pembiayaan, dan waktu penyelesaian.

Network

Critical Path Method  
(CPM)

Project Evaluation and  
Review Technique (PERT)

Activity on  
Arrow

Precedence Diagram Method  
(PDM)

Activity On  
Node



## Fungsi:

- Menyusun urutan kegiatan proyek
- Membuat perkiraan jadwal proyek yang paling ekonomis
- Mengusahakan fluktuasi minimal penggunaan sumber daya

## Langkah Penyusunan:

- Mengkaji lingkup kerja
- Menguraikan dalam komponen/ kegiatan yang lebih kecil
- Membuat hubungan ketergantungan antar kegiatan



## Diagram Jaringan dan Pendekatan

Langkah pertama dalam PERT dan CPM adalah membagi keseluruhan proyek menjadi kegiatan-kegiatan yang berarti menurut struktur pecahan kerja.

Ada dua pendekatan untuk menggambarkan jaringan proyek:




1. **Activity on arrow (AOA):** kegiatan digambarkan pada garis panah (*arrow*), dalam hal ini *Node* merupakan suatu peristiwa/kejadian (*event*).
2. **Activity on node (AON):** kegiatan digambarkan dengan *simpul (node)*, dalam hal ini garis panah (*arrow*) merupakan hubungan logis antar kegiatan.

→ Garis panah : aktivitas

○ Simpul ; kejadian

# Simbol Pada Network Diagram



No	Simbol	Keterangan
1		<i>Arrow</i> , bentuknya merupakan anak panah yang artinya aktivitas/kegiatan : adalah suatu pekerjaan atau tugas dimana penyelesaiannya membutuhkan “duration” ( jangka Waktu Tertentu) dan “Resources” ( Tenaga, equipment, Material dan Baiaya ) tertentu.
2		<i>Node/event</i> , bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat, peristiwa atau kejadian : adalah permulaan atau akhir dari satua atau lebih kegiatan-kegiatan.
3		<i>Double arrow</i> , Anak panah sejajar, merupakan kegiatan di Lintasan Kritis (Critical Path)
4		<i>Dummy</i> , Bentuknya merupakan anak panah terputus-putus yang artinya kegiatan semu atau aktivitas semu : adalah bukan kegiatan/aktivitas tetapi dianggap kegiatan/aktivitas, hanya saja tidak membutuhkan duration dan resource tertentu.

# CPM dan PERT



- Critical Path Method (CPM): Teknik manajemen proyek yang menggunakan hanya satu faktor waktu untuk tiap kegiatan.
- Program Evaluation and Review Technique (PERT): Teknik manajemen proyek yang menggunakan tiga perkiraan waktu untuk tiap kegiatan.

## Rangka Pikiran CPM dan PERT

1. Mendefinisikan proyek dan menyiapkan struktur pecahan kerja.
2. Membangun hubungan antara kegiatan.
3. Menggambarkan jaringan yang menghubungkan keseluruhan kegiatan.
4. Menetapkan perkiraan waktu dan/atau biaya untuk tiap kegiatan.
5. Menghubungkan jalur waktu terpanjang melalui jaringan.
6. Menggunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan dan pengendalian produksi.

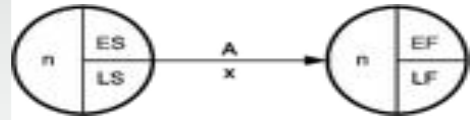


Pada konvensi AON, titik simpul menunjukkan kegiatan. Pada AOA, panah menunjukkan kegiatan/ aktifitas. Kegiatan memerlukan waktu dan sumber daya

Perbedaan mendasar antara AON dan AOA adalah bahwa titik/simpul pada diagram AON mewakili kegiatan. Pada jaringan AOA, titik/simpul mewakili waktu mulai dan selesainya suatu kegiatan dan juga disebut kejadian. Artinya titik/simpul pada AOA tidak memerlukan waktu maupun sumber daya.



# AOA dan AON



(a). Hubungan Peristiwa Kegiatan pada Activity On Arrow



(b). Hubungan Peristiwa Kegiatan pada Activity On Node

- n = Event number
- x = Duration time
- A = Activity name
- ES = Earliest start time
- LS = Latest start time
- EF = Earliest finish time
- LF = Latest finish time





# AOA dan AON

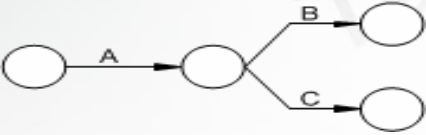


## AOA

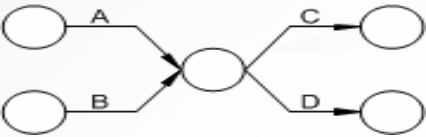
### Deskripsi Kegiatan



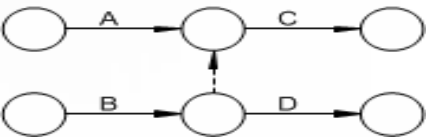
(a) Kegiatan B dimulai setelah kegiatan A selesai.  
A predecessor B, B successor A



(b) Kegiatan B dan C dapat dimulai setelah kegiatan A selesai.  
A predecessor B dan C, B dan C successor A

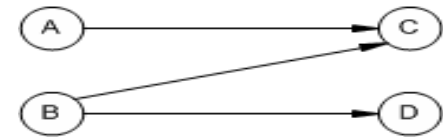
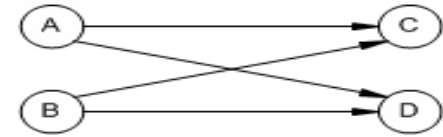
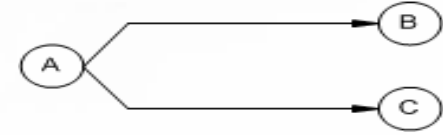
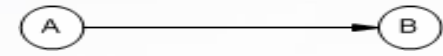


(c) Kegiatan C dan D dapat dimulai setelah kegiatan A dan B selesai.  
A dan B predecessor C dan D, C dan D successor A dan B



(d) Hubungan ketergantungan dengan memakai dummy pada AOA.  
A dan B menjadi predecessor C karena ada kegiatan dummy dari B ke C di AOA

## AON





## Perhitungan Waktu dalam Jaringan Kerja (*Network*)

# Jalur Kritis (Critical Path)



1. Jalur aktivitas kritis dari awal sampai akhir aktivitas di dalam diagram jaringan, artinya jalur kritis menunjukkan aktivitas-aktivitas kritis didalam proyek.
2. Disebut aktivitas kritis bila penundaan waktu aktivitas akan mempengaruhi waktu penyelesaian keseluruhan proyek.
3. Sedang aktivitas *tidak* kritis adalah jika kegiatan memiliki waktu yang dapat ditunda.
4. Waktu yang dapat ditunda didalam aktivitas *tidak* kritis disebut dengan *slack* atau *float*.
5. Jalur kritis ditunjukkan oleh waktu paling lama dalam penyelesaian proyek, artinya jika ada satu saja aktivitas dijalur kritis yang tertunda, maka waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan akan tertunda.

## Jalur Kritis (Critical Path)



6. Jalur kritis mempunyai 2 alasan: (a) Waktu penyelesaian proyek tidak dapat dikurangi kecuali satu atau lebih aktivitas di jalur kritis dapat dipercepat penyelesaiannya. (b) Penundaan aktivitas di jalur kritis akan menyebabkan penundaan waktu penyelesaian dari proyek.
7. Penundaan di jalur *tidak kritis* tidak akan menunda waktu penyelesaian proyek, sejauh penundaan tidak melebihi waktu slack untuk setiap aktivitas tidak kritis.
8. Penentuan jalur kritis, ada dua cara: (a) Waktu terpanjang (terlama) dari setiap jalur. (b) nilai 0 (null) pada perhitungan slack.



- **MULAI TERDAHULU (*EARLIEST START-ES*)** = waktu terdahulu suatu kegiatan dapat dimulai, dengan asumsi semua pendahulu sudah selesai.
- **SELESAI TERDAHULU (*EARLIEST FINISH-EF*)** = waktu terdahulu suatu kegiatan dapat selesai.
- **MULAI TERAKHIR (*LATEST START-LS*)** = waktu terakhir suatu kegiatan dapat dimulai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek.
- **SELESAI TERAKHIR (*LATEST FINISH-LF*)** = waktu terakhir suatu kegiatan dapat selesai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek.

## Teknik Perhitungan Waktu



- Kita menggunakan proses *two-pass*, terdiri atas forward pass dan backward pass, untuk menentukan jadwal waktu untuk tiap kegiatan.
- ES dan EF ditentukan selama *forward pass*.
- LS dan LF ditentukan selama *backward pass*.

# Forward Pass & Backward Pass



ES	A	EF
LS	d	LF

Keterangan:

**A** : Activity/ Nama kegiatan atau simbol

**d** : Duration / Waktu aktifitas

**Es** : Earliest Start / Mulai Terdahulu

**Ef** : Earliest Finish / Selesai Terdahulu

**Ls** : Latest Start / Mulai terakhir

**Lf** : Latest Finish / Selesai terakhir



## Aturan Waktu Mulai Terdahulu (ES)

- ❖ Sebelum suatu kegiatan dapat dimulai, semua pendahulu langsungnya harus diselesaikan.
- ❖ Jika suatu kegiatan hanya mempunyai satu pendahulu langsung, ES-nya sama dengan EF dari pendahulunya.
- ❖ Jika suatu kegiatan mempunyai beberapa pendahulu langsung, ES-nya adalah nilai maksimum dari semua EF pendahulunya, yaitu
$$ES = \text{Max (semua pendahulu langsung)}$$

## Aturan Selesai Terdahulu (EF)

Waktu selesai terdahulu (EF) dari suatu kegiatan adalah jumlah dari waktu mulai terdahulu (ES) dan waktu kegiatannya, yaitu

$$EF = ES + \text{waktu kegiatan}$$





## Aturan Waktu Mulai Terakhir (LS)

Waktu mulai terakhir (LS) dari suatu kegiatan adalah perbedaan antar waktu selesai terakhir (LF) dan waktu kegiatannya :

$$LS = LF - \text{Waktu kegiatan}$$

## Aturan Waktu Selesai Terakhir (LF)

- Jika suatu kegiatan adalah pendahulu bagi hanya satu kegiatan. LF nya sama dengan LS dari kegiatan yang secara langsung mengikutinya.
- Jika suatu kegiatan adalah pendahulu langsung bagi lebih dari satu kegiatan, maka LF adalah minimum dari seluruh nilai LS dari kegiatan-kegiatan yang secara langsung mengikutinya, yaitu :  
 $LF = \text{Min (LS dari seluruh kegiatan yang langsung mengikutinya)}$ .

# Free Float & Total Free Float



Free Float (FF) adalah jumlah waktu yang diperkenankan untuk suatu kegiatan boleh ditunda atau terlambat, tanpa menyebabkan keterlambatan pada kegiatan berikutnya.

$$FF = EF - ES - D$$

Total Float (TF) adalah jumlah waktu yang diperkenankan untuk suatu kegiatan boleh ditunda atau terlambat, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan.

$$TF = LF - ES - D$$



- Purnomo, Hari. 2003. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Nasution, A.H., Perencanaan dan Pengendalian Persediaan, Teknik Industri ITS, Surabaya.
- Sutalaksana. 1979. Teknik Tata Cara Kerja. ITB, Bandung.
- Sri Mulyono.2002. Riset Operasi. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI.
- Syukron, Amin., dan Muhammad Kholil. 2014. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Sinulingga, Sukaria. 2008. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. Pengantar Teknik dan Manajemen Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.



# Total Quality Management

Syarif Hadiwijaya

# Slide Title



- Sejarah dan Pengertian TQM
- Quality Function Deployment (QFD)
- Kepemimpinan

# Introduction



Pengelolaan manajemen hanya didasarkan pada inspeksi

Pemeriksaan kualitas produk di cek (defect, dll) → recycle atau dijual murah.

Dampak produksi massal → Quality Control (QC) → Inspeksi → Sampling (Statistik)  
bersifat reaktif → biaya relatif mahal.

Perusahaan tidak lagi mendeteksi kecacatan produk, tetapi bagaimana mencegah kecacatan produk tsb.

Persoalan mutu menjadi semakin penting dan dianggap lebih strategis dan perlu **melibatkan seluruh karyawan dari top level management hingga low level management.**

# Total Quality Management



Total



Total berarti melibatkan seluruh karyawan dan juga mengintegrasikan seluruh fungsi manajemen.

Mulai dari engineering, produksi dan operasi, SDM, keuangan, marketing, R&D dan aspek lainnya.

# Total Quality Management



Quality

Quality disini berarti berupaya untuk memenuhi kebutuhan dari semua persyaratan yang diminta oleh pelanggan



# Total Quality Management



## Management

Upaya pengelolaan yang meliputi planning, organizing, actuating, leading, controlling.

# Pengertian Total Quality Management



Menurut para ahli:

- Kid Sadgrove (1995) : *“sistem manajemen yang berorientasi pada kepuasan pelanggan (customer satisfaction) dengan kegiatan yang diupayakan benar sekali (right first time), melalui perbaikan berkesinambungan (continous improvement) dan memotivasi karyawan”*.
- Ishikawa (1993) : Perpaduan semua fungsi dari perusahaan ke dalam falsafah holistik yang dibangun berdasarkan konsep kualitas, teamwork, produktivitas, dan pengertian serta kepuasan pelanggan.
- Santosa (1992) : Sistem manajemen yang mengangkat kualitas sebagai strategi usaha dan berorientasi pada kepuasan pelanggan dengan melibatkan seluruh anggota organisasi. Suatu pendekatan dalam menjalankan usaha yang mencoba untuk memaksimumkan daya saing organisasi melalui perbaikan terus menerus atas produk, jasa, manusia, proses, dan lingkungannya.

# Pengertian Total Quality Management



## Dr. Joseph M. Juran

Menemukan konsep trilogi kualitas, yaitu:

1. Perencanaan kualitas (quality planning)
2. Pengendalian kualitas (quality control)
3. Perbaikan atau peningkatan kualitas (quality improvement)

Pandangan Dr. Juran tentang isu-isu utama lain yang berkaitan dengan manajemen kualitas adalah:

- Siklus pengembangan produk seharusnya dipersingkat melalui perencanaan partisipatif, rekayasa berbarengan dan pelatihan kepada perencana dalam metode dan alat-alat manajemen kualitas.
- Hubungan dengan pemasok seharusnya diperbaiki. Banyaknya pemasok seharusnya dikurangi. Suatu hubungan kerja sama seharusnya ditetapkan berdasarkan rasa saling percaya. Lama kontrak seharusnya diperpanjang sehingga bersifat hubungan jangka panjang.

# Pengertian Total Quality Management



**ISO 8402 (Quality Vocabulary) mendefinisikan Manajemen Kualitas sebagai :**

Semua aktivitas dari fungsi manajemen secara keseluruhan yang menentukan kebijaksanaan kualitas, tujuan-tujuan dan tanggung jawab, serta mengimplementasikannya melalui alat-alat seperti :

1. Perencanaan kualitas (quality planning) : adalah penetapan dan pengembangan tujuan dan kebutuhan untuk kualitas serta penerapan sistem kualitas.
2. Pengendalian kualitas (quality control) : adalah teknik-teknik dan aktivitas operasional yang digunakan untuk memenuhi persyaratan kualitas.
3. Jaminan kualitas (quality assurance) : adalah semua tindakan terencana dan sistematis yang diimplementasikan dan didemonstrasikan guna memberikan kepercayaan yang cukup bahwa produk akan memuaskan kebutuhan untuk kualitas tertentu.
4. Peningkatan kualitas (quality improvement) : adalah tindakan-tindakan yang diambil guna meningkatkan nilai produk untuk pelanggan melalui peningkatan efektivitas dan efisiensi dari proses dan aktivitas melalui struktur organisasi.

# 8 Prinsip Total Quality Management



## 1. Customer Focus

Perusahaan harus berorientasi kepada **kebutuhan pelanggan**.

Itulah yang didengar, ditangkap melalui **riset pasar** → **desain produk** → **delivery ke pelanggan**

## 2. Leadership

Dengan kepemimpinan yang kuat, maka visi untuk menghasilkan produk bermutu dapat di delivered dan disosialisasikan kepada seluruh level manajemen hingga ke karyawan yang paling bawah untuk melaksanakan/implementasikan manajemen mutu.

## 3. Involvement and Empowerment

Upaya untuk melibatkan dan juga memberdayakan karyawan menjadi sangat penting. Partisipasi karyawan didalam memberikan ide, usulan bahkan dalam menghentikan proses produksi saat melihat ada proses yang salah untuk menghasilkan produk.

## 4. Process Approach

Pendekatan berbasis proses. Produk yang baik dan reliable hanya mungkin dihasilkan dari proses yang baik dan konsisten

## 5. Strategic and Systematic Approach

Pendekatan mutu yang berorientasi sistem yang bersifat strategis baik dalam jangka pendek, menengah dan panjang.

## 6. Continuous improvement

Penggunaan PDCA sebagai sebuah siklus agar terjadi perbaikan berkelanjutan.

# 8 Prinsip Total Quality Management



## 7. Factual Approach in Decision Making

- Pengambilan keputusan berdasarkan data. Jadi, perbaikan keputusan beradarkan mutu tidak boleh didasarkan pada opini, asumsi, feeling.
- Pengumpulan data, pembelajaran metode-metode statistik untuk bisa menganalisis dan menemukan akar masalah dari sebuah kecacatan produk.

## 8. Supplier Relationship Management

- Atau manajemen hubungan dengan para pemasok.
- Persoalan mutu bukan hanya persoalan internal perusahaan, tetapi juga melibatkan pihak-pihak eksternal.
- Supplier menjadi sumber dari input material maupun bahan-bahan yang digunakan perusahaan.
- Hubungan baik dengan supplier agar persyaratan yang disyaratkan dapat dipenuhi dengan baik.

# Quality Function Management (QFD)



## Quality Function Deployment (QFD)

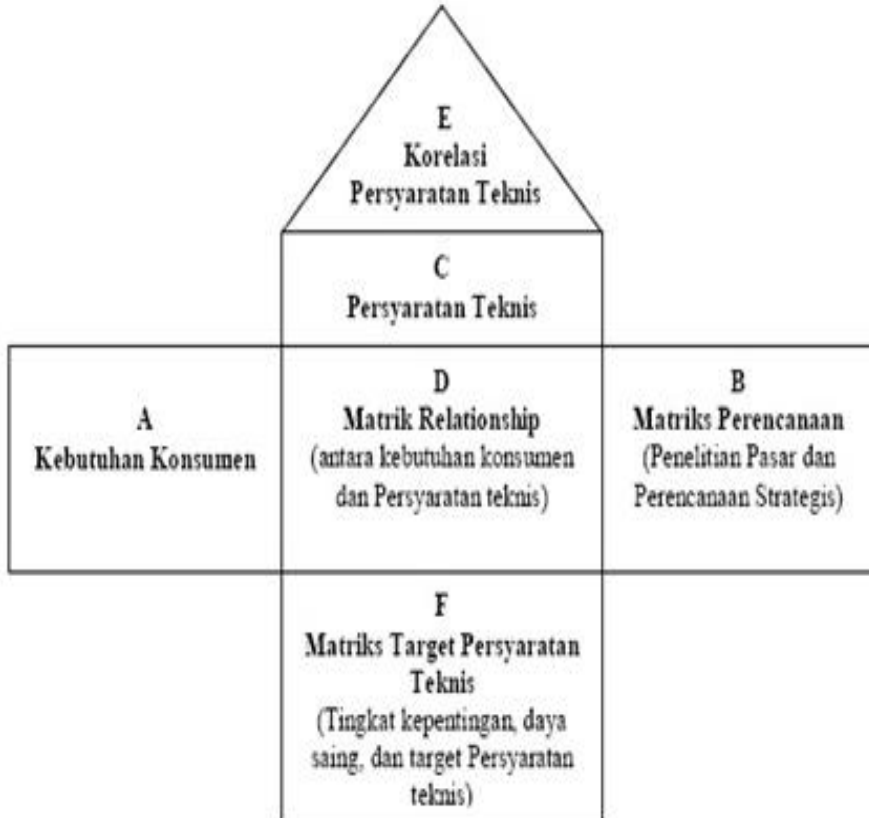
merupakan metode perencanaan dan pengembangan produk terstruktur, yang memungkinkan tim pengembangan produk untuk menentukan secara jelas keinginan dan kebutuhan konsumen dan kemudian melakukan evaluasi secara sistematis tentang kemampuannya dalam menghasilkan produk untuk memuaskan konsumen.

**Tujuan dikembangkannya QFD** adalah untuk menjamin bahwa produk yang dihasilkan perusahaan memberikan kepuasan bagi pelanggan, dengan memperbaiki tingkat kualitas dan kesesuaian maksimal pada setiap tahap pengembangan produk.

## Manfaat QFD

- a. Fokus pada pelanggan  
QFD memerlukan masukan dan umpan balik dari pelanggan.
- b. Efisiensi waktu  
Dengan telah teridentifikasi persyaratan pelanggan QFD dapat mengurangi waktu dalam pengembangan produk.
- c. Berorientasi teamwork  
Karena keputusan dalam proses berdasarkan consensus dan melalui diskusi, maka setiap individu memahami posisinya dalam tim.
- d. Berorientasi pada dokumen  
Dokumen mengenai semua data berhubungan dengan segala proses dan perbandingan persyaratan pelanggan merupakan hasil dari proses QFD. Dokumen dapat berubah setiap ada informasi baru.

# Matriks Quality Function Management (QFD)



Keterangan gambar:

**A** : merupakan data keinginan dan harapan konsumen (*identify customer needs*)

**B** : Matriks perencanaan produk berdasarkan hasil riset pasar dan perencanaan strategi

**C** : Respons teknik, berisi deskripsi teknis dari matriks A

**D** : hubungan (relationship), berisi penilaian tim tentang hubungan antara pengarus respon teknis terhadap identifikasi kebutuhan pelanggan.

**E** : matriks korelasi teknis, berisi penilaian tim tentang hubungan implementasi antar elemen pada respon teknis.

**F** : Matriks teknis, berisi prioritas tespon teknis, perbandingan performance teknis, target teknis.



# Pemberdayaan Karyawan



**Pemberdayaan dapat diartikan** sebagai pelibatan karyawan dalam suatu proses pembuatan keputusan dan pemecahan masalah.

## Metode Pemberdayaan Karyawan

### 1. Brainstorming

Setiap ide dari peserta dianggap sah dan peserta lain tidak diperkenankan memberi komentar, hanya dicatat saja ide dan saran yang diajukan. Ide dan saran dikumpulkan dan dievaluasi untuk kemudian dipilih beberapa saran yang dianggap sesuai.

### 2. Nominal Group Technique

Ada lima tahap:

- a. Membuat perumusan masalah
- b. Mencatat ide masing-masing
- c. Mencatat ide kelompok
- d. Memperjelas ide-ide
- e. Masing-masing kelompok memilih ide yang dianggap sesuai.

# Pemberdayaan Karyawan



## 3. Gugus Kualitas

Adalah kelompok karyawan yang melakukan pertemuan secara teratur, sebelum, selama, dan setelah suatu perubahan untuk berdiskusi tentang pekerjaan, mengantisipasi masalah, menawarkan konsep perbaikan lingkungan kerja, dan menetapkan tujuan serta melakukan perencanaan.

## 4. Kotak Saran

Ide-ide dan saran bisa melalui kotak saran yang diletakan ditempat-tempat strategis dan mudah didatangi karyawan.

## 5. Management By Walking Arround

Mengumpulkan masukan dengan cara mendatangi karyawan langsung ditempat karyawan bekerja dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana para karyawan memahami pekerjaanya dan untuk mengetahui hambatan yang terjadi di lapangan.

# Pemberdayaan Karyawan



- Tujuan pengembangan karyawan adalah untuk memperbaiki efektivitas kerja karyawan dalam mencapai hasil kerja yang telah ditetapkan.
- Perbaikan efektivitas kerja dapat dilakukan dengan cara memperbaiki pengetahuan karyawan, keterampilan, maupun sikap karyawan terhadap tugas-tugasnya.
- Istilah pengembangan karyawan mencakup pengertian pelatihan dan pendidikan, yaitu sarana peningkatan keterampilan dan pengetahuan umum bagi karyawan.

## Metode Latihan Operasional

### 1. On The Job Training

Para karyawan mendapatkan pelatihan dari atasan langsung mereka. Sistem ini menghemat biaya, tetapi keberhasilan tergantung dari kemampuan atasan langsung tsb.

### 2. Vestibule School

Pelatih dalam metode ini adalah pelatih khusus, dengan alasan untuk tidak menambah beban kerja atasan langsung.

### 3. Apprenticeship (magang)

Biasa digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang membutuhkan keterampilan yang relatif tinggi.

### 4. Kursus-kursus Khusus

Kursus-kursus merupakan bentuk pengembangan karyawan yang lebih mirip pendidikan daripada latihan dan diadakan untuk memenuhi minat karyawan, dalam bidang tertentu (diluar bidang pekerjaan, seperti Bahasa asing, computer, dll).

# Kepemimpinan



- Definisi kepemimpinan adalah kemampuan untuk mempengaruhi motivasi atau kompetensi individu-individu lainnya dalam suatu kelompok.
- Kepemimpinan sebagai suatu usaha untuk mempengaruhi orang lewat proses komunikasi untuk mencapai sesuatu atau beberapa tujuan.

# Kepemimpinan



## Gaya Kepemimpinan

**Definisi:** sebagai pola tingkah laku yang dirancang untuk mengintegrasikan tujuan organisasi dengan tujaun untuk mencapai tujuan tertentu.

**Gaya kepemimpinan** dibedakan menjadi:

### **1. Kepemimpinan otokrasi**

Pemimpin yang otokrasi menganggap semua kewajiban untuk mengambil keputusan, menjalankan tindakan, mengarahkan dan memberi motivasi serta mengawasi bawahannya terpusat ditangannya. Kepemimpinan model ini tidak sesuai dengan TQM.



## 2. Kepemimpinan partisipatif

Bersifat terbuka. Pemimpin model ini selalu mencari berbagai pendapat dan pemikiran dari bawahan mengenai keputusan yang akan diambil. Para bawahan selalu didorong untuk senantiasa belajar memecahkan masalah sehingga kemampuan berfikir bawahan meningkat.

## 3. The Free Rein Leader

Pemimpin tidak akan membuat peraturan-peraturan tentang pelaksanaan dengan terinci. Tujuannya agar bawahan merasa dituntut untuk memiliki kemampuan/keahlian yang tinggi.

# Konflik Dalam Perusahaan



Terdapat pandangan yang berbeda dalam menyikapi suatu konflik yang terjadi di suatu perusahaan.

## 1. **Pandangan tradisional**

Pengamat pandangan tradisional memandang timbulnya suatu konflik merupakan adanya sesuatu yang salah dalam organisasi.

## 2. **Pandangan perilaku**

Bagi pengamat ini, konflik merupakan sesuatu peristiwa yang sering terjadi yang disebabkan anggota-anggota organisasi terdiri dari berbagai kalangan/kelompok dan sangat besar kemungkinannya mempunyai kepentingan yang saling bertentangan. Konflik menurut mereka bisa bermanfaat bisa juga merugikan. Akan tetapi menurut mereka konflik umumnya merugikan.

## 3. **Pandangan interaksi**

Konflik didalam organisasi merupakan hal yang tak terhindarkan dan bahkan diperlukan. Konflik bukan hal yang harus ditekan dan dihindarkan, melainkan lebih ditekankan pengelolaan konflik tsb. Aspek-aspek yang merugikan diminimalkan, sedang aspek yang menguntungkan dimaksimalkan.

# Pengambilan Keputusan



## Pengambilan Keputusan

Keputusan merupakan sarana untuk memecahkan masalah. Keputusan bukanlah tujuan yang akan diperoleh, melainkan hanya sarana untuk mencapai tujuan.

## Proses Pengambilan Keputusan

Langkah-langkah pengambilan keputusan:

1. Menetapkan tujuan dan sasaran spesifik
2. Mengidentifikasi persoalan
3. Mengembangkan alternative-alternative
4. Evaluasi terhadap masing-masing alternative
5. Memilih alternative terbaik
6. Melaksanakan keputusan
7. Melakukan pengendalian dan evaluasi

Pada dasarnya keputusan mempunyai dua jenis, yaitu:

1. Keputusan yang diprogram (Programmed Decision); keputusan dapat diprogramkan sejauh keputusan itu menyangkut masalah yang rutin dan khusus yang telah dikembangkan prosedur-prosedur tertentu untuk menanganinya.
2. Keputusan yang tidak diprogram (Nonprogrammed Decision); jika keputusan itu merupakan hal yang baru dan tidak tersusun. Keputusan ini tidak mempunyai prosedur yang pasti untuk menangani persoalan, karena persoalan tidak timbul dengan cara yang sama seperti sebelumnya.



# Pengambilan Keputusan



## Metode Pemecahan Masalah

Masalah adalah sesuatu yang tidak sesuai dengan apa yang diharapkan.

Dalam konteks TQM, terdapat 2 model pemecahan masalah yang sekaligus mengarah kepada perbaikan yang berkesinambungan.

### 1. Siklus Deming

Terdiri dari 4 komponen utama yang dikenal dengan siklus PDCA (Plan, Do, Check, Action)



### 2. Metode Perry Johnson

Mempunyai karakteristik sbb:

- a. Mengutamakan kerjasama tim dalam pemecahan masalah
- b. Berfokus pada perbaikan berkesinambungan
- c. Memperlakukan masalah sebagai sesuatu yang wajar.

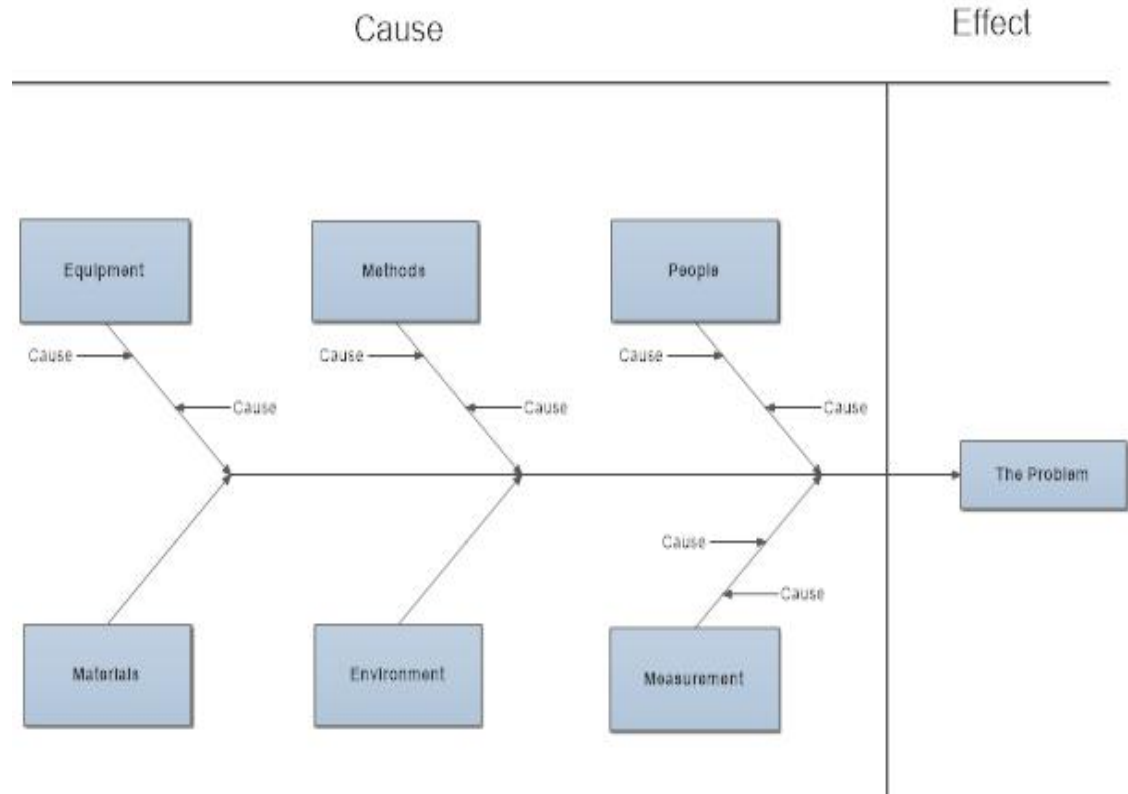
# Alat Pemecahan Masalah Dalam Pengambilan Keputusan



## 1. Diagram sebab akibat

Diagram ini biasa disebut dengan diagram tulang ikan.

Diagram ini dipakai untuk menalisis ciri khas sebuah proses atau situasi dan faktor yang menyebabkannya. Untuk menganalisa faktor penyebab, pada umumnya dikelompokkan dalam 5 faktor utama yaitu manusia, material, metoda, mesin, dan lingkungan.



# Alat Pemecahan Masalah Dalam Pengambilan Keputusan



## 2. Check Sheet

Check sheet atau formulir pemeriksaan merupakan lembar pengumpulan data dalam bentuk tabel yang dibuat untuk mempermudah pengumpulan dan penggunaan data.

### CONTOH CHECK SHEET UNTUK KERUSAKAN

Produk	_____	Pukul	_____
Lokasi	_____	Pekerja	_____
Hari/ Tgl	_____	Pengawas	_____
		Paraf	_____

Petunjuk Pengisian:

- Beri tanda lidi (I) untuk setiap kerusakan pada kolom Frekuensi
- Tulis jumlah lidi pada kolom jumlah

No	Jenis Kerusakan/ Kesalahan	Frekuensi	Jumlah
1	Bentuk	II	2
2	Warna	I	1
3	Ukuran	IIII	4
		Total Kerusakan	6

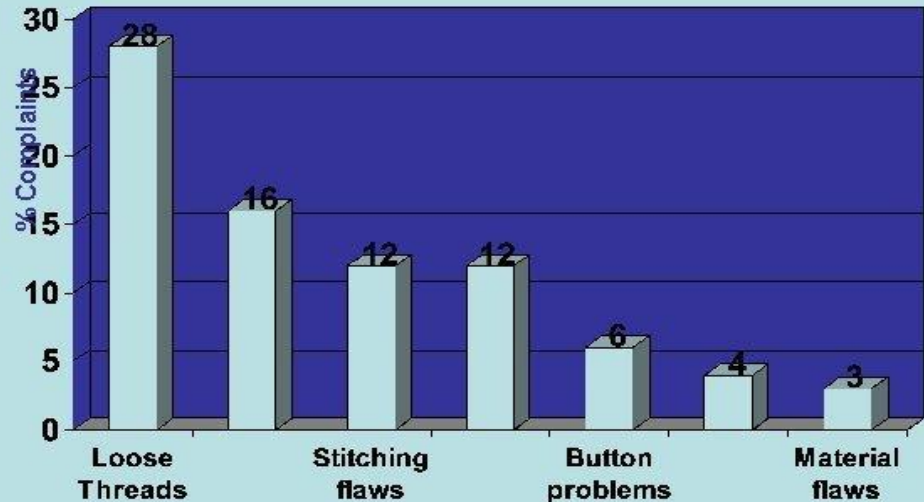
# Alat Pemecahanan Masalah Dalam Pengambilan Keputusan



## 3. Diagram Pareto

Diagram ini mengklasifikasikan masalah menurut sebab dan gejalanya. Permasalahan yang ada dibuat diagram menurut prioritas, dengan menggunakan format grafik batang.

## Contoh Diagram Pareto



# Alat Pemecahan Masalah Dalam Pengambilan Keputusan



## 4. Control Chart

Merupakan grafik garis dengan pencantuman batas maksimum dan minimum yang merupakan batas daerah pengendalian. Contoh chart digunakan untuk mendeteksi adanya penyimpangan, tetapi tidak menunjukkan penyebab timbulnya penyimpangan tsb.



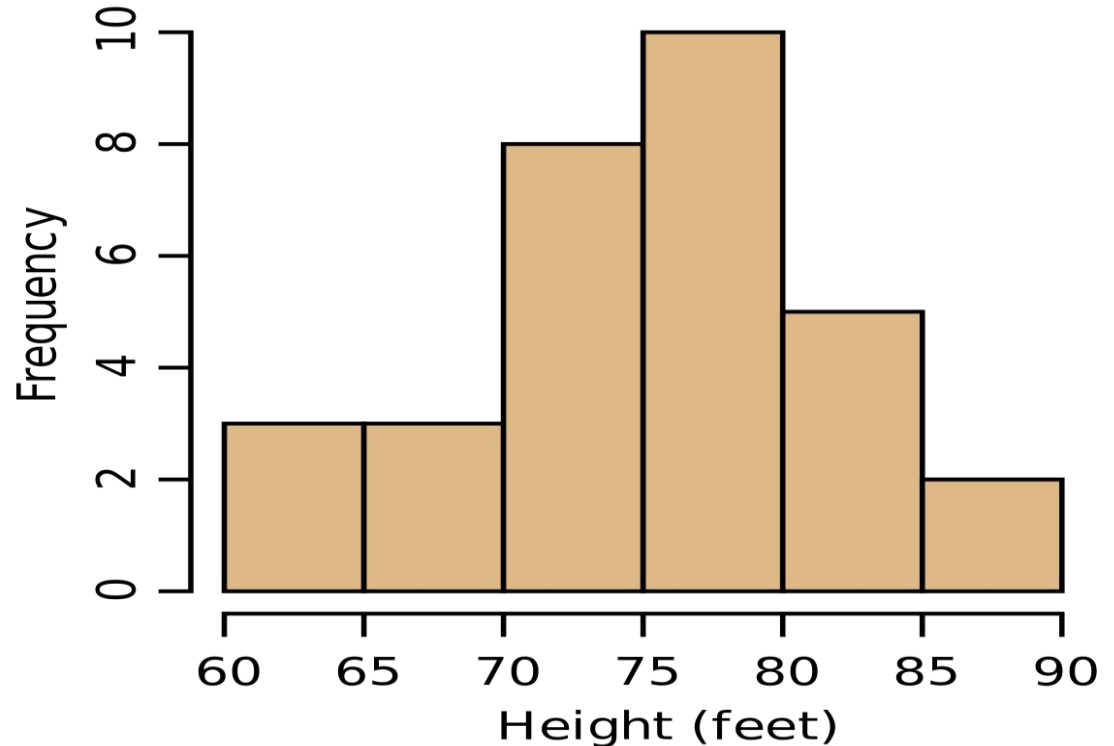
# Alat Pemecahan Masalah Dalam Pengambilan Keputusan



## 5. Histogram

Merupakan peta/diagram yang menunjukkan harga rata-rata dan derajat penyebaran dari suatu data frekuensi.

### Heights of Black Cherry Trees



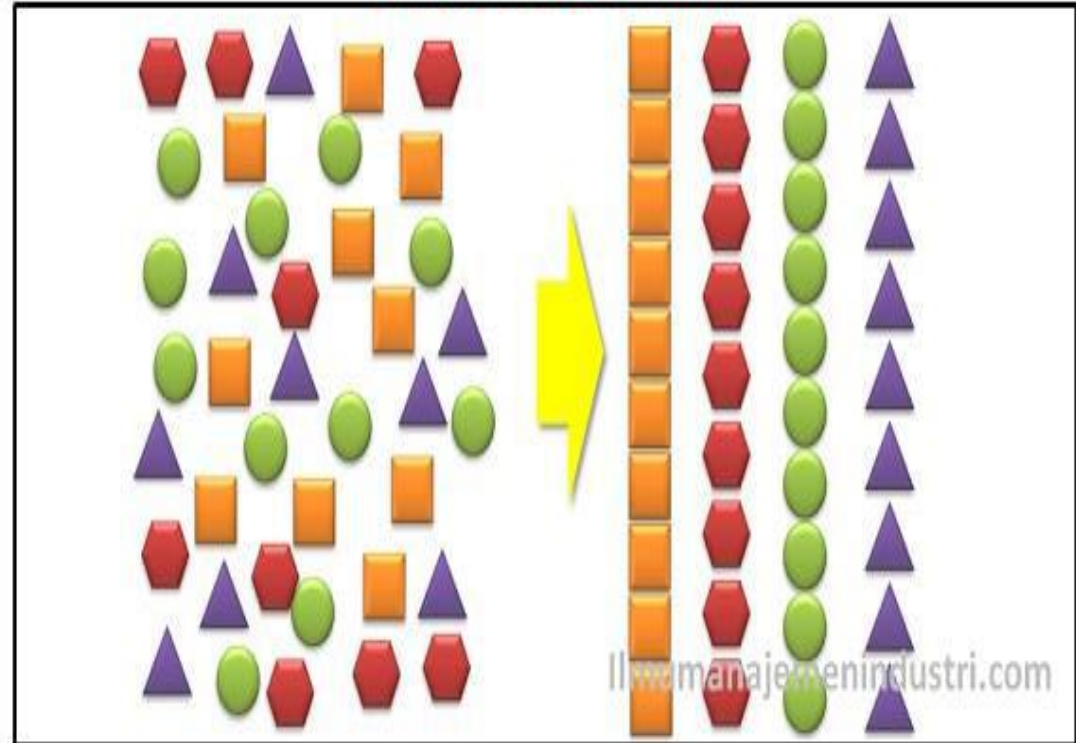
# Alat Pemecahan Masalah Dalam Pengambilan Keputusan



## 6. Stratification

Merupakan suatu upaya untuk mengurai atau mengklasifikasikan persoalan menjadi kelompok atau golongan sejenis yang lebih kecil, atau menjadi unsur-unsur tunggal dari persoalan.

### STRATIFICATION



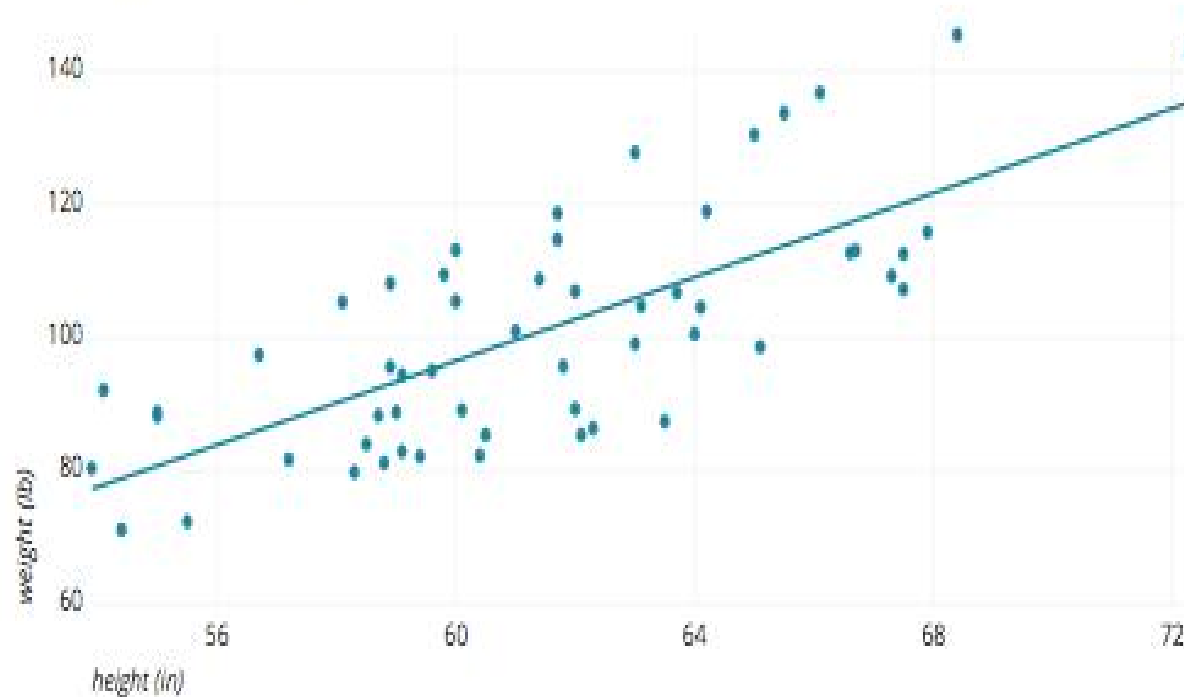
# Alat Pemecahanan Masalah Dalam Pengambilan Keputusan



## 7. Scatter Diagram

Ini disebut juga diagram sebar, yaitu suatu diagram yang menggambarkan hubungan antara suatu faktor terhadap faktor lain.

Weight and Height of Children





# Perbaikan Berkesinambungan



- Suatu unsur paling fundamental dari TQM adalah perbaikan berkesinambungan, atau dalam istilah jepang dikenal dengan nama KAIZEN.
- Pokok strategi KAIZEN adalah menyadari bahwa manajemen harus berusaha memuaskan pelanggan dan memenuhi kebutuhan pelanggan.

# Perbaikan Berkesinambungan



Terdapat 5 aktivitas pokok dalam perbaikan berkesinambungan:

## 1. Komunikasi

Komunikasi berguna untuk memberi informasi sebelum, selama dan sesudah dilakukannya usaha perbaikan. Komunikasi terjadi baik diantara anggota satu tim maupun tim lain.

## 2. Memperbaiki kesalahan yang nyata

Diperlukan penelitian untuk mengidentifikasi permasalahan dan mengatasinya. Siklus PDCA sangat penting untuk ditetapkan

# Perbaikan Berkesinambungan



## 3. Memandang ke hulu

Aktifitas yang dilakukan adalah mencari penyebab suatu masalah dengan menggunakan alat yang dapat memisahkan antara penyebab dan gejala, yaitu diagram sebab akibat.

## 4. Dokumentasi masalah dan kemajuan

Dengan dokumentasi masalah dan kemajuan akan memudahkan dalam memecahkan masalah yang sama pada masa mendatang.

## 5. Memantau perubahan

Kinerja suatu proses perlu dilakukan pemantauan untuk memastikan masalah telah dilakukan perbaikan secara tuntas.

# Perbaikan Berkesinambungan



## Struktur Perbaikan Kualitas

Langkah-langkah sbb:

1. Membentuk dewan kualitas  
Dewan kualitas bertanggung jawab atas perbaikan berkesinambungan dengan tugas mengadakan koordinasi dan melembagakan perbaikan kualitas tahunan.
2. Menyusun pernyataan tanggungjawab dewan kualitas yang meliputi merumuskan kebijakan, proses pembentukan tim, sumber daya, implementasi proyek, dsb.
3. Membangun infrastruktur yang diperlukan guna mendukung usaha perbaikan yang dilakukan

## Proses Perbaikan dan Pengendalian

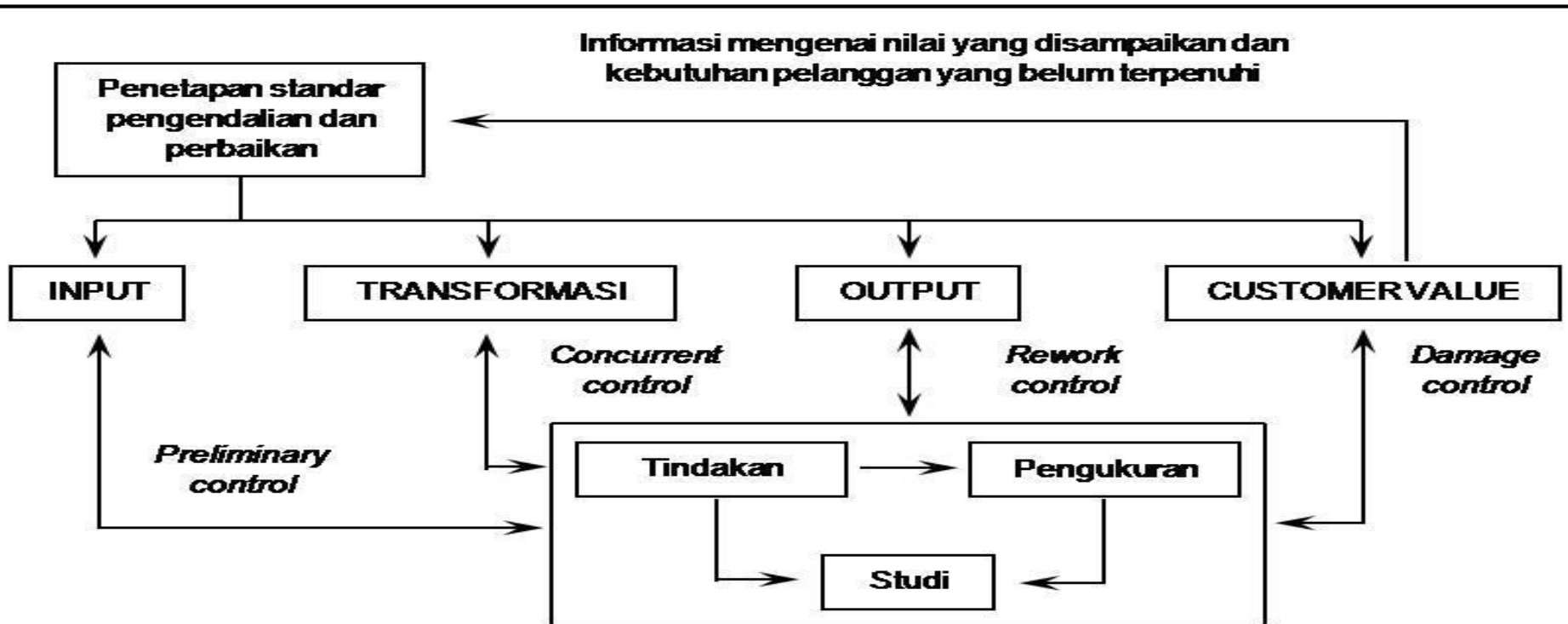
Elemen dasar dari proses perbaikan dan pengendalian terdiri dari tahap-tahap berikut:

1. Penetapan standar untuk pengendalian dan perbaikan.
2. Standar digunakan manager untuk mengkomunikasikan visi dan menetapkan tujuan yang realistis berdasarkan umpan balik.
3. Pengukuran
4. Studi
5. Tindakan.

# Perbaikan Berkesinambungan



Gambar dibawah merupakan pendekatan TQM terhadap pengendalian dan perbaikan.



# Daftar Pustaka



Purnomo, Hari. 2003. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta

Nasution, A.H., Perencanaan dan Pengendalian Persediaan, Teknik Industri ITS, Surabaya.

Sutalaksana. 1979. Teknik Tata Cara Kerja. ITB, Bandung.

Sri Mulyono.2002. Riset Operasi. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI.

Syukron, Amin., dan Muhammad Kholil. 2014. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Sinulingga, Sukaria. 2008. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. Pengantar Teknik dan Manajemen Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.



Syarif Hadiwijaya

# Analisis Keputusan



# Pokok Bahasan

- Pengenalan pada analisis pengambilan keputusan
- Diagram Keputusan
- Menilai Ekspektasi Untuk Mengambil Keputusan
- Expected Opportunity Loss (EOL)
- Expected Value of Perfect Information (EVPI)





# Introduction



- Proses pengambilan keputusan sangat dikenal secara umum dan secara sadar maupun tidak pernah dilakukan oleh setiap orang pada keadaan dan kesempatan yang berbeda satu dengan yang lainnya.
- Pada hakekatnya keputusan yang diambil oleh seseorang akan mempunyai makna, tujuan maupun akibat yang sangat bervariasi tergantung dari banyak faktor, seperti tingkat kepentingan dari masalah yang sedang dihadapi, lingkungan eksternal pada proses pengambilan keputusan dan kondisi internal individu pengambil keputusan itu sendiri.
- Pengambilan keputusan bagi sebagian orang merupakan suatu seni karena banyak mengkombinasikan faktor yang bersifat kualitatif yang dikombinasikan dengan situasi dimana keputusan nantinya akan berperan. Memang sangat tidak mungkin suatu pengambilan keputusan dapat seluruhnya dipelajari sehingga seseorang nantinya akan mampu memunculkan suatu keputusan yang baik, tepat dan bermakna karena banyaknya faktor yang terlibat didalamnya serta adanya keterbatasan tingkat kemampuan dari pengambil keputusan itu sendiri.
- Dengan demikian analisis keputusan dapat diartikan sebagai suatu prosedur logis dan kuantitatif pada proses dan pengambilan keputusan dengan yang terjadi pada situasi yang kompleks, dinamis, dan tidak pasti, serta adanya persaingan yang disebabkan oleh adanya keterbatasan sumber daya.

# Lingkungan Keputusan



Pada dasarnya lingkungan / situasi keputusan dapat dibagi menjadi:

- 1. Certainty** : adalah suatu kondisi lingkungan keputusan dimana parameter yang mempengaruhi terjadinya keputusan bersifat pasti (deterministik). Metoda pengambilan keputusan pada situasi ini banyak dibicarakan dalam riset operasional (*operational research*). Contoh : pengalokasian material dengan linier programming, optimasi persediaan dengan EOQ (*Economic Order Quantity*) dsb.
- 2. Risk** : adalah suatu kondisi lingkungan keputusan dimana parameter yang mempengaruhi terjadinya keputusan bersifat probabilistik. Dengan demikian dalam proses kuantifikasinya akan melibatkan juga estimasi tentang nilai kemungkinan yang terjadi.

# Lingkungan Keputusan



- 3. *Uncertainty*** : adalah suatu kondisi lingkungan keputusan dimana parameter yang mempengaruhinya bersifat tidak pasti. Umumnya kondisi ini juga disertai dengan kurangnya informasi pendukung keputusan serta kejadiannya bersifat tidak berulang.
- 4. *Conflict*** : adalah suatu kondisi lingkungan keputusan dimana parameter yang mempengaruhi sifatnya sama dengan pengambil keputusan lain sehingga memunculkan situasi kesamaan kepentingan. Kondisi ini dapat terjadi akibat adanya persaingan, keterbatasan sumber daya dan sebagainya.

# Ciri-ciri Analisis Keputusan



- Dalam pengambilan keputusan seringkali kita perlu untuk menentukan metode/teknik pengambilan keputusan, apakah dengan program linier atau program dinamis, atau analisis jaringan, atau analisis persediaan, atau analisis keputusan.
- Pada dasarnya semua bisa digunakan, akan tetapi keefektifannya yang menurun.
- Analisis keputusan sangat efektif dalam menghadapi permasalahan yang bersifat unik, tak pasti, jangka panjang dan kompleks. Sehingga apabila permasalahan manajemen usaha dan proyek dapat digambarkan dengan tabel berikut:

# Ciri-ciri Analisis Keputusan



	Jangka	Lingkungan	Sifat	Misal
Strategis	Panjang	Dinamis dan mempengaruhi faktor-faktor dengan ketidakpastian yang sangat rendah	Kurang bisa di program karena preferensi pengambil keputusan dapat masuk secara utuh	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pemilihan teknologi</li><li>• Penentuan jenis investasi</li></ul>
Taktis	Menengah	Dinamis dan mempengaruhi faktor-faktor dengan ketidakpastian yang tinggi	Bisa di program dengan memasukkan preferensi pengambil keputusan	<ul style="list-style-type: none"><li>• penentuan tata letak fasilitas</li><li>• membeli atau membuat produk</li></ul>
Operasional	Pendek	Statis dan tidak mempengaruhi faktor-faktor	Bisa di program karena sifatnya berulang/continous.	<ul style="list-style-type: none"><li>• penentuan beban mesin</li><li>• penentuan tata cara kerja</li></ul>

# Ciri-ciri Analisis Keputusan



## Ciri-ciri Analisis Keputusan adalah:

1. Adanya pengambil keputusan yang belum dapat memutuskan langkah yang sebaiknya diambil dalam menyelesaikan suatu permasalahan
2. Adanya penstrukturan analisis keputusan. Penjabaran dilakukan terhadap semua alternatif yang mungkin dapat diambil, segala informasi yang menyertai alternatif dan studi pendahuluan/eksperimentasi yang mungkin dilakukan. Semua informasi yang ada tersebut digambarkan dalam diagram keputusan yang menjabarkan seluruh perspektif permasalahan.
3. Pengambil keputusan memasukkan besaran kemungkinan dalam diagram keputusan yang mencerminkan ketidakpastian. Penjabaran kemungkinan ini dilakukan dengan menggunakan informasi yang ada, tingkat kepercayaan/pendapat para ahli serta pertimbangan subyektif dari pengambil keputusan
4. Menjabarkan preferensi pengambil keputusan terhadap resiko dalam bentuk *utility* sehingga ekspektasi *utility* tersebut dapat menjadi dasar kriteria penetapan tindakan yang optimal
5. Memilih alternatif terbaik dengan memaksimalkan harapan yang dinyatakan dalam ekspektasi utility. Ini merupakan dasar strategis bagi pengambil keputusan pada saat-saat tertentu dalam seluruh perspektif masalah

# Sistematika Dalam Membuat Keputusan



Untuk meminimasi ketimpangan, perlu adanya langkah sistematis dalam membuat keputusan. Antara lain:

1. Masalah; sebelum dilakukan analisis, terlebih dahulu dipelajari masalah yang ada. Masalah tsb diagendakan berdasarkan pada kepentingan relatifnya.
2. Mengidentifikasi masalah; sebagai panduan operasional suatu masalah harus diidentifikasi sebagai kondisi yang berbeda-beda antara kondisi yang diinginkan dengan kondisi saat ini.
3. Identifikasi tujuan; dititikberatkan pada alasan yang mendasari penetapan masalah yang dibuat.
4. Pemilihan alternatif; pemilihan alternatif sebaiknya didasarkan pada visi, yaitu keinginan ke depan yang harus dicapai.
5. Penaksiran/meramal; dalam pengambilan keputusan, penaksiran/ramalan merupakan bagian integral yang tidak terpisahkan. Beberapa cara dalam peramalan seperti metode matematik, distribusi probabilistic objektif, Delphi. Seringkali pengambilan keputusan mengidentifikasi kondisi ketidakpastian dengan menggunakan intuisi.

# Sistematika Dalam Membuat Keputusan



6. Membandingkan penaksiran/ramalan; membandingkan penaksiran untuk tiap-tiap alternatif didasarkan pada kecukupan informasi dari pengambil keputusan sesuai tujuan yang akan dicapai. Jika ada satu alternatif mempunyai nilai tertinggi untuk semua tujuan, dikatakan pilihannya mendominasi yang lainnya.
7. Memilih; Tingkat keberhasilan suatu alternatif yang terpilih tergantung pada baik atau tidaknya rencana tindakan yang dilakukan.
8. Pengawasan; pengawasan dilakukan untuk memantau alternatif yang terpilih dan untuk menjamin bahwa keputusan yang digunakan mempunyai peluang besar untuk berhasil dan dapat diimplementasikan.
9. Evaluasi; mengevaluasi dengan mengidentifikasi masalah yang telah diselesaikan.



# Membangun Pohon Keputusan



1. Pohon keputusan merupakan gambaran tentang alternatif tindakan yang diikuti dengan peluang kejadian.
2. Diagram keputusan bertujuan untuk mempermudah penggambaran keputusan.
3. Simbol keputusan digambarkan sebagai segi empat dan cabang-cabangnya dinyatakan sebagai alternatif.
4. Suatu kejadian tak pasti adalah situasi diluar kendali pembuat keputusan untuk menentukan suatu yang akan terjadi.
5. Simbol kejadian tak pasti digambarkan sebagai lingkaran/oval dan cabang-cabangnya dinyatakan sebagai kemungkinan hasil.

# Membangun Pohon Keputusan



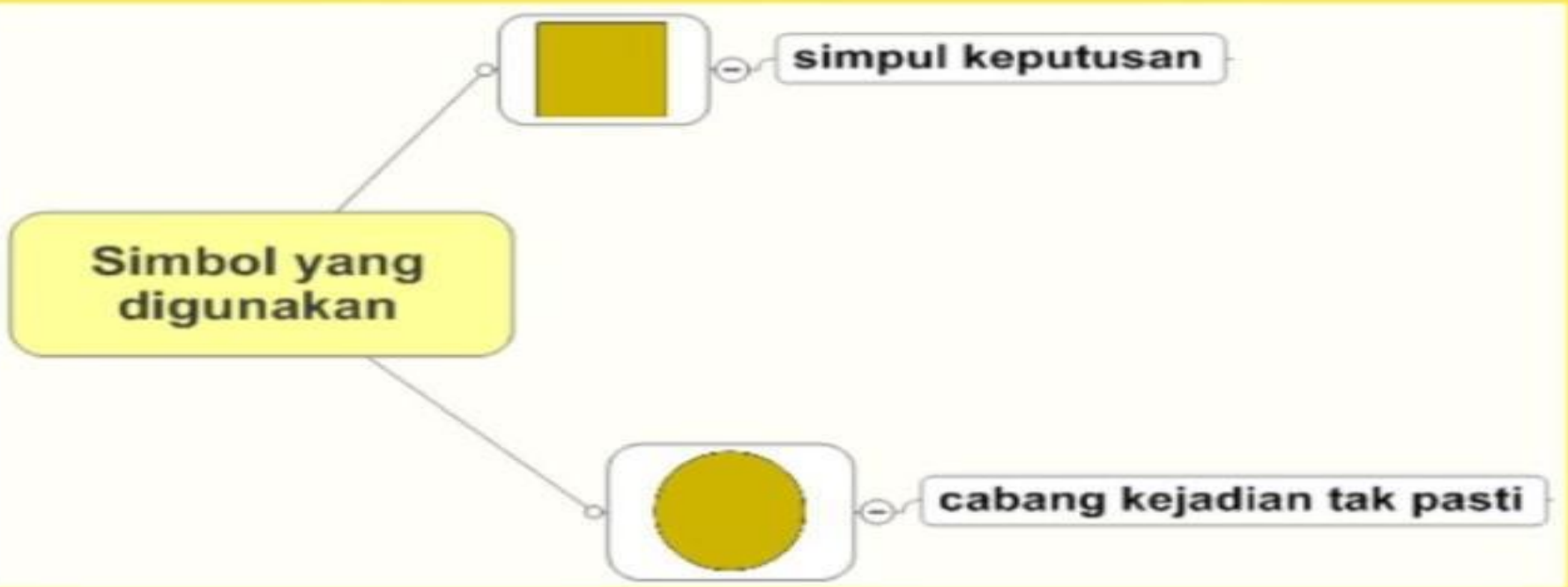
**Harus ada di dalam keputusan..**



# Membangun Pohon Keputusan



## Notasi atau Simbol



# Membangun Pohon Keputusan



## Penentuan Pilihan



# Tahapan Pembuatan Diagram Keputusan



Tahapan pembuatan diagram keputusan:

1. Tentukan alternatif tindakan awal atau permulaan
2. Tentukan kejadian yang melingkupi alternatif tindakan awal
3. Tentukan alternatif tindakan lanjutan
4. Tentukan kejadian tak pasti yang melingkupi alternatif tindakan lanjutan

Hal-hal yang harus diperhatikan:

1. Kumpulan alternatif dan kejadian pada tiap simpul harus bersifat collectively exhaustive
2. Gambarkan kejadian-kejadian dan putusan-putusan secara kronologis
3. Dua atau lebih simpul kejadian yang tidak dipisahkan oleh simpul keputusan dapat ditukar urutannya

# Membangun Pohon Keputusan



## Contoh – Diagram Keputusan



# Model Keputusan dan Kondisi Resiko



Untuk menyelesaikan persoalan dalam pengambilan keputusan maka dapat dilakukan tindakan awal sebagai berikut :

1. Identifikasi tindakan yang tersedia.
2. Pendugaan probabilitas
3. Membuat matriks *pay off*.

# Expected Value (Nilai Ekspektasi)



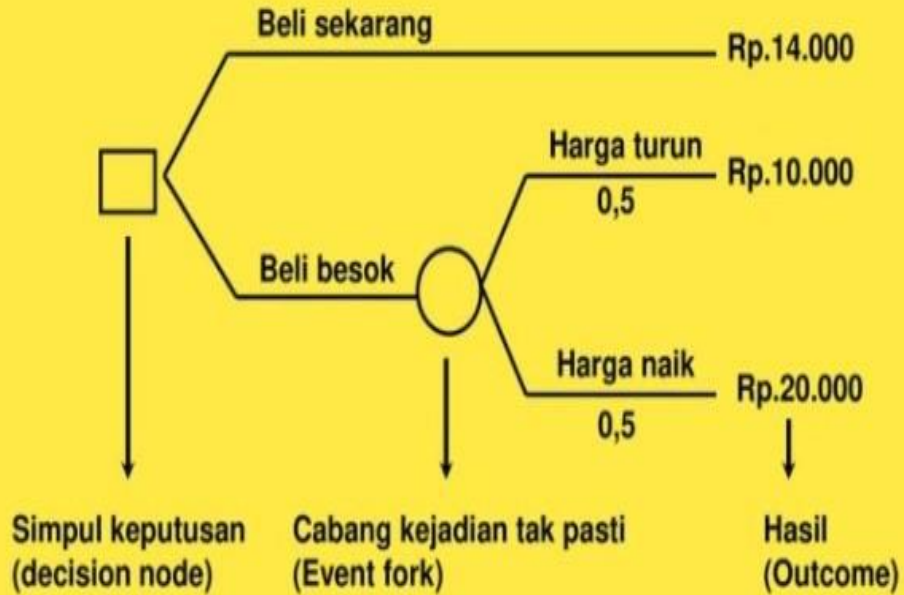
- Nilai ekspektasi didasarkan pada perhitungan atas hasil kali antara nilai probabilitas terhadap nilai pada tiap kondisi untuk setiap alternatif.
- Keputusan dikatakan dalam kondisi resiko apabila probabilitas dan semua peristiwa yang akan terjadi diketahui.
- Keputusan dikatakan dalam kondisi ketidakpastian jika probabilitas kejadian tidak diketahui dengan pasti dengan diketahuinya peristiwa yang mungkin terjadi.
- Kriteria pengambilan keputusan untuk kondisi ketidakpastian yang sering digunakan antara lain kriteria laplace, kriteria maksimin, kriteria maximax, kriteria hurwicz, dan kriteria regret.
- Sedangkan kriteria pengambilan keputusan untuk kondisi resiko sering digunakan kriteria nilai ekspektasi.



# Expected Value (Nilai Ekspektasi)



## Contoh – Diagram Keputusan



$$\begin{aligned} \text{EV}(\text{Beli besok}) &= (0.5 \times 10.000) + (0.5 \times 20.000) \\ &= 15.000 \end{aligned}$$

$$\text{EV}(\text{Beli sekarang}) = 14.000$$

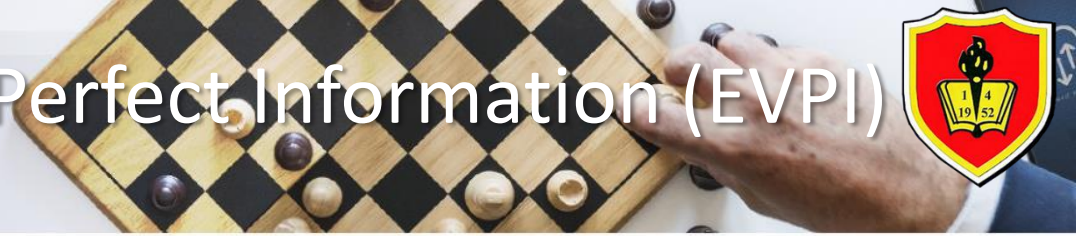
# Expected Opportunity Loss (EOL)



- Prinsip yang digunakan dalam metoda EOL adalah meminimumkan kerugian karena adanya pemilihan alternatif tertentu. Dengan demikian dari matrik pay-off awal yang berisi keuntungan yang dialami harus dilakukan transformasi ke matriks kerugian (*Opportunity Loss Matrix*).
- Hal yang perlu diperhatikan dalam penyusunan matriks kerugian adalah dalam penyusunan pay-off dilakukan dengan mengidentifikasi tindakan terbaik untuk tiap kondisi/peristiwa.



# Expected Value of Perfect Information (EVPI)



- Merupakan selisih antara informasi yang sempurna dengan resiko yang mungkin terjadi pada suatu kondisi.
- Secara cepat sebenarnya nilai EVPI selalu sama dengan nilai EOL paling optimal.

# Contoh Soal



Sebuah investasi akan dilakukan. Berdasarkan beberapa ramalan ekonomi, investor dapat memperkirakan bahwa probabilitas kondisi ekonomi yang baik sebesar 0,60 dan kondisi ekonomi yang buruk sebesar 0,40.

Adapun tabel hasil (Pay off) dengan probabilitas untuk kondisi dasar adalah sbb:

Alternatif investasi terdiri dari Apartemen, bangunan kantor dan gudang seperti pada tabel berikut:

Keputusan Untuk Membeli	Kondisi Dasar (State of Nature)	
	Kondisi Ekonomi Baik	Kondisi Ekonomi Buruk
	$P = 0,06$	$P = 0,04$
Apartemen	\$ 50.000	\$ 30.000
Bangunan Kantor	\$ 100.000	\$ -40.000
Gudang	\$ 30.000	\$ 10.000

Berdasarkan informasi tsb, alternatif manakah yang terbaik untuk melakukan investasi?

# Contoh Soal - Penyelesaian



Langkah-langkah penyelesaiannya:

1. Kita harus **mencari nilai yang diperkirakan (expected value)** untuk setiap keputusan, yang dihitung dengan cara sbb:

## Alternatif Apartemen

$$\$50.000 \times 0,60 = \$30.000 + \$30.000 \times 0,40 = \$12.000$$

## Alternatif Kantor

$$\$100.000 \times 0,60 = \$60.000 + -\$40.000 \times 0,40 = \$44.000$$

Keputusan Untuk Membeli	Kondisi Dasar (State of Nature)	
	Kondisi Ekonomi Baik	Kondisi Ekonomi Buruk
	P = 0,06	P = 0,04
Apartemen	\$ 50.000	\$ 30.000
Bangunan Kantor	\$ 100.000	\$ -40.000
Gudang	\$ 30.000	\$ 10.000

## Alternatif Gudang

$$\$30.000 \times 0,60 = \$18.000 + \$10.000 \times 0,40 = \$22.000$$

Jadi, keputusan yang terbaik adalah yang memiliki NE terbesar \$44.000 (alt kantor)

# Contoh Soal - Penyelesaian



2. Kita harus menghitung Expected Opportunity Loss (EOL) atau peluang rugi yang diperkirakan.

Langkah-langkahnya sebagai berikut:



a. Menyusun tabel opportunity loss.

### Kondisi Ekonomi Baik

Apartemen:  $\$100.000 - \$50.000 = \$50.000$

Bangunan kantor:  $\$100.000 - \$100.000 = \$0$

Gudang:  $\$100.000 - \$30.000 = \$70.000$

Keputusan Untuk Membeli	Kondisi Dasar (State of Nature)	
	Kondisi Ekonomi Baik	Kondisi Ekonomi Buruk
	P = 0,06	P = 0,04
Apartemen	\$ 50.000	\$  30.000
Bangunan Kantor 	\$ 100.000	\$ -40.000
Gudang	\$ 30.000	\$ 10.000

### Kondisi Ekonomi Buruk

Apartemen:  $\$30.000 - \$30.000 = \$0$

Bangunan kantor:  $\$30.000 - (-\$40.000) = \$70.000$

Gudang:  $\$30.000 - \$10.000 = \$20.000$

# Contoh Soal - Penyelesaian



**Tabel Opportunity Loss**

Keputusan Untuk Membeli	Kondisi Dasar (State of Nature)	
	Kondisi Ekonomi Baik	Kondisi Ekonomi Buruk
	$P = 0,06$	$P = 0,04$
Apartemen	\$50.000	\$0
Bangunan Kantor	\$0	\$70.000
Gudang	\$70.000	\$20.000

# Contoh Soal - Penyelesaian



b. Rumus **Expected Opportunity Loss (EOL)** untuk setiap keputusan

Langkah-langkahnya:

1. Mengalikan nominal yang ada di setiap kolom dengan probabilitas masing-masing kondisi
2. Jumlahkan nominal kondisi baik dan kondisi buruk yang sudah dihitung dalam setiap keputusan
3. Pilih nilai rugi yang terendah

Keputusan Untuk Membeli	Kondisi Dasar (State of Nature)	
	Kondisi Ekonomi Baik	Kondisi Ekonomi Buruk
	P = 0,06	P = 0,04
Apartemen	\$50.000	\$0
Bangunan Kantor	\$0	\$70.000
Gudang	\$70.000	\$20.000

Perhitungannya:

$$\text{Apartemen: } \$50.000 (0,6) + \$0 (0,4) = \$30.000$$

$$\text{Bangunan kantor: } \$0 (0,6) + \$70.000 (0,4) = \$28.000$$

$$\text{Gudang: } \$70.000 (0,6) + \$20.000 (0,4) = \$50.000$$

Jadi, **keputusan terbaik adalah membeli bangunan kantor karena memiliki nilai EOL yang terendah.**



# Contoh Soal - Penyelesaian



### 3. Menghitung Expected Value of Perfect Information (EVPI)

**EVPI adalah** nilai yang diperkirakan berdasarkan informasi sempurna dikurangi dengan nilai yang diperkirakan tanpa informasi sempurna.

Langkah-langkahnya:

1. Melihat kembali tabel pay off berdasarkan informasi yang sempurna
2. Nilai pay off yang terbesar
3. Mencari hasil informasi yang didapat dengan menggunakan informasi sempurna dikalikan probabilitasnya
4. Menghitung nilai yang diperkirakan atas ER informasi sempurna dikurangkan dengan ER tanpa informasi sempurna

Keputusan Untuk Membeli	Kondisi Dasar (State of Nature)	
	Kondisi Ekonomi Baik	Kondisi Ekonomi Buruk
	P = 0,06	P = 0,04
Apartemen	\$50.000	\$30.000
Bangunan Kantor	\$100.000	-\$40.000
Gudang	\$30.000	\$10.000

#### **Pay-off**

Kondisi Ekonomi Baik (kantor) = \$100.000

Kondisi Ekonomi Buruk (Apartemen) = \$30.000

#### **ER dengan informasi sempurna**

$$\$100.000 (0,60) + \$30.000 (0,40) = \$72.000$$

\$72.000 merupakan nilai yang diperkirakan dari keputusan yang diambil berdasarkan informasi sempurna

#### **ER dengan informasi tidak sempurna**

**Apartemen:**  $\$50.000 \times 0,60 = \$30.000 + \$30.000 \times 0,40 = \$42.000$

**Kantor:**  $\$100.000 \times 0,60 = \$60.000 + -\$40.000 \times 0,40 = \$44.000$

**Gudang:**  $\$30.000 \times 0,60 = \$18.000 + \$10.000 \times 0,40 = \$22.000$

# Contoh Soal - Penyelesaian



## EVPI Apartemen

$$ER1 = \$72.000$$

$$ER_{\text{Apartemen}} = \underline{\$42.000}$$

$$\$30.000$$

## EVPI Kantor

$$ER1 = \$72.000$$

$$ER_{\text{Kantor}} = \underline{\$44.000}$$

$$\$28.000$$

## EVPI Gudang

$$ER1 = \$72.000$$

$$ER_{\text{Gudang}} = \underline{\$22.000}$$

$$\$50.000$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa **EVPI Kantor** merupakan jumlah maksimum yang akan dibayarkan oleh investor.

# Daftar Pustaka



Purnomo, Hari. 2003. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta

Nasution, A.H., Perencanaan dan Pengendalian Persediaan, Teknik Industri ITS, Surabaya.

Sutalaksana. 1979. Teknik Tata Cara Kerja. ITB, Bandung.

Sri Mulyono.2002. Riset Operasi. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI.

Syukron, Amin., dan Muhammad Kholil. 2014. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Sinulingga, Sukaria. 2008. Pengantar Teknik Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. Pengantar Teknik dan Manajemen Industri. Graha Ilmu. Yogyakarta.



# UNIVERSITAS KRISNADWIPAYANA

## FAKULTAS TEKNIK

Alamat : Kampus UNKRIS Jatiwaringin, P.O.Box 7774/Jat.CM.  
Telp. (021) 8462229 -31 Langsung 84998529 Fax. : (021) 84998529  
JAKARTA 13077

### SURAT TUGAS

NO : 140.C/F.01.05/FT.TU/IX/2022

Sehubungan dengan pelaksanaan Tridharma Perguruan Tinggi yaitu penelitian maka Dekan Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana menugaskan Dosen Tetap Program Studi Teknik Industri untuk melaksanakan penelitian dan publikasi pada Semester Ganjil 2022/2023. Berikut daftar Dosen Tetap Prodi Teknik Industri :

No.	Nama	Jabatan
1	Ir. Florida Butarbutar, MT	Dosen Tetap Prodi Teknik Industri
2	Ir. Vera Nova L. Raja, MT	Dosen Tetap Prodi Teknik Industri
3	Ir. Japinal Sagala, MM	Dosen Tetap Prodi Teknik Industri
4	Tini Juartini, SE., MM	Dosen Tetap Prodi Teknik Industri
5	Alfadli, S.Si., MT	Dosen Tetap Prodi Teknik Industri
6	Ismail Kurnia, ST., MT	Dosen Tetap Prodi Teknik Industri
7	Hendro Susiyanto, ST., MT	Dosen Tetap Prodi Teknik Industri
8	Johny Purnomo, ST., MT	Dosen Tetap Prodi Teknik Industri
9	Mutoharoh, S.Pd., M.Pd	Dosen Tetap Prodi Teknik Industri
10	Syarif Hadiwijaya. ST., MT	Dosen Tetap Prodi Teknik Industri
11	M. Nur Hasan Asidiq. ST., MMT	Dosen Tetap Prodi Teknik Industri

Demikian surat tugas ini agar dilaksanakan dengan sebaiknya dengan rasa penuh tanggung jawab.

Jakarta, 7 September 2022

Dekan,



**Dr. Hariono Padmono Putro, ST, M.Kom**  
NIDN. 0329067102

**Tembusan Yth :**

1. Para Wadek FT
2. P2M FT
3. Ka.Bag. TU - FT
4. Arsip -