



# OPERASI MANUFAKTUR

Sumber: Mikell P Groover, Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing, Second Edition, New Jersey, Prentice Hall Inc., 2001, Chapter 2

[www.esaunggul.ac.id](http://www.esaunggul.ac.id)

## PERTEMUAN #7

**TKT312**  
|  
**OTOMASI SISTEM  
PRODUKSI**

**6623 - TAUFIQUR RACHMAN**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

# KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN

- ❖ Mampu mengidentifikasi kebutuhan otomasi dalam suatu sistem manufaktur/jasa, mampu menganalisa aspek teknis dan non teknis perancangan sistem otomasi dalam suatu sistem manufaktur/jasa, dan mampu membuat formulasi model simulasi dari masalah otomasi terkait operasi manufaktur.

## INDIKATOR PENILAIAN

- Ketepatan dalam mengidentifikasi kebutuhan otomasi dalam suatu sistem manufaktur/jasa, mampu menganalisa aspek teknis dan non teknis perancangan sistem otomasi dalam suatu sistem manufaktur/jasa, dan mampu membuat formulasi model simulasi dari masalah otomasi terkait operasi manufaktur.

# DEFINISI MANUFAKTUR

Manufaktur dapat didefinisikan sebagai aplikasi proses fisik dan proses kimia untuk merubah geometri, sifat-sifat, dan/atau penampilan material dasar menjadi part-part atau produk;



Manufaktur juga termasuk penyambungan berbagai part untuk membuat produk rakitan;



Ada dua alternatif definisi manufaktur yaitu:



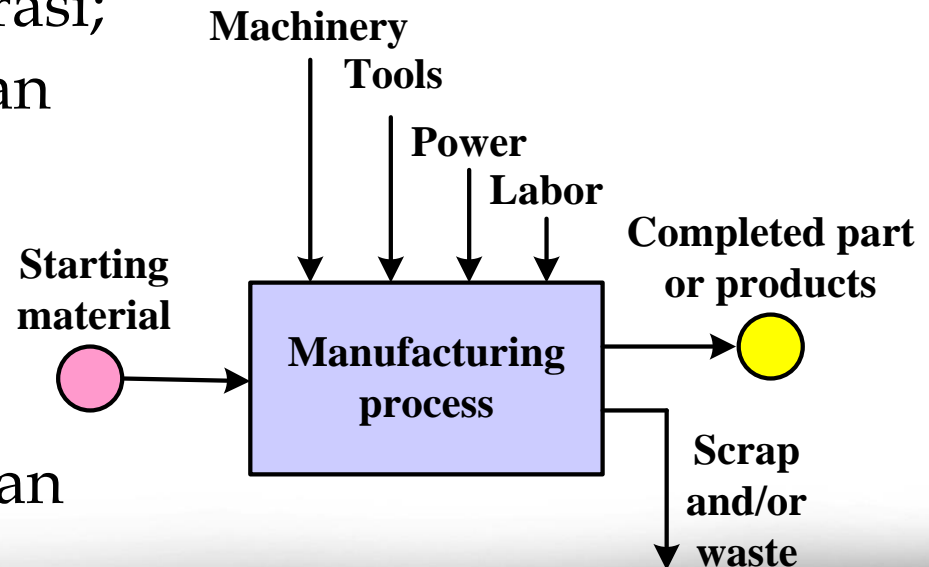
1. Sebagai suatu proses teknologi, dan



2. Sebagai suatu proses ekonomik.

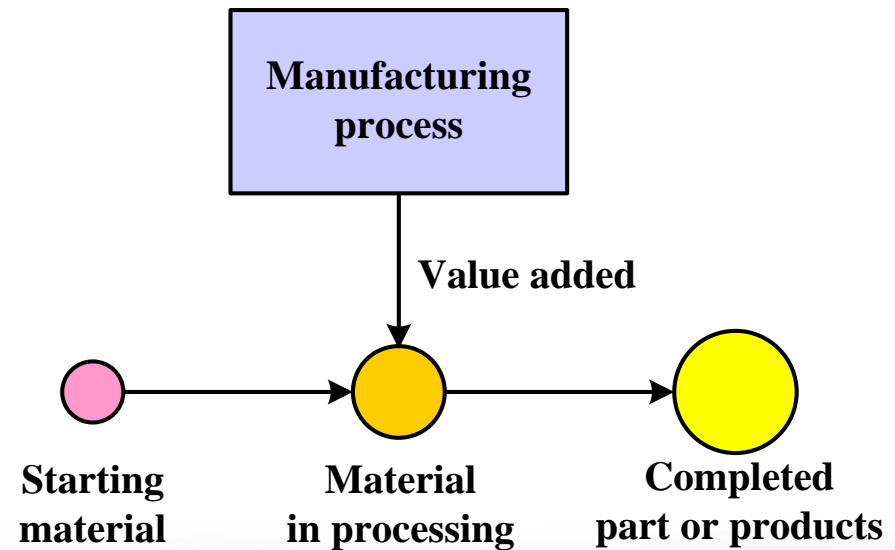
# MANUFAKTUR SEBAGAI SUATU PROSES TEKNOLOGI

- ❖ Untuk menyelesaikan suatu proses manufaktur dibutuhkan mesin (*machinery*), perkakas (*tools*), daya (*power*), dan tenaga kerja (*labor*);
- ❖ Proses manufaktur hampir selalu dilaksanakan dalam suatu urutan tahapan operasi;
- ❖ Setiap tahapan operasi akan membuat material mendekati bentuk akhir yang diinginkan;
- ❖ Dalam setiap tahapan operasi juga akan dihasilkan *scrap* dan/atau limbah.



# MANUFAKTUR SEBAGAI SUATU PROSES EKONOMIK

- ❖ Manufaktur adalah proses pengolahan material dasar menjadi material akhir yang memiliki nilai tambah (*value added*) dengan satu atau lebih operasi proses dan/atau perakitan.
- ❖ Contoh :
  - ❖ Pasir dirubah menjadi gelas,
  - ❖ Bijih besi dirubah menjadi baja,
  - ❖ Plastik dibentuk menjadi suatu produk,
  - ❖ Dsb.





# INDUSTRI MANUFAKTUR

Industri terdiri dari perusahaan dan organisasi yang menghasilkan atau mensuplai barang-barang dan jasa.

Industri dapat di klasifikasikan sebagai berikut :



Industri primer,



Industri sekunder, dan



Industri tersier.

# KLASIFIKASI INDUSTRI

## Industri primer

- Industri yang mengolah dan memanfaatkan sumber daya alam seperti pertanian, perikanan, pertambangan, dll.

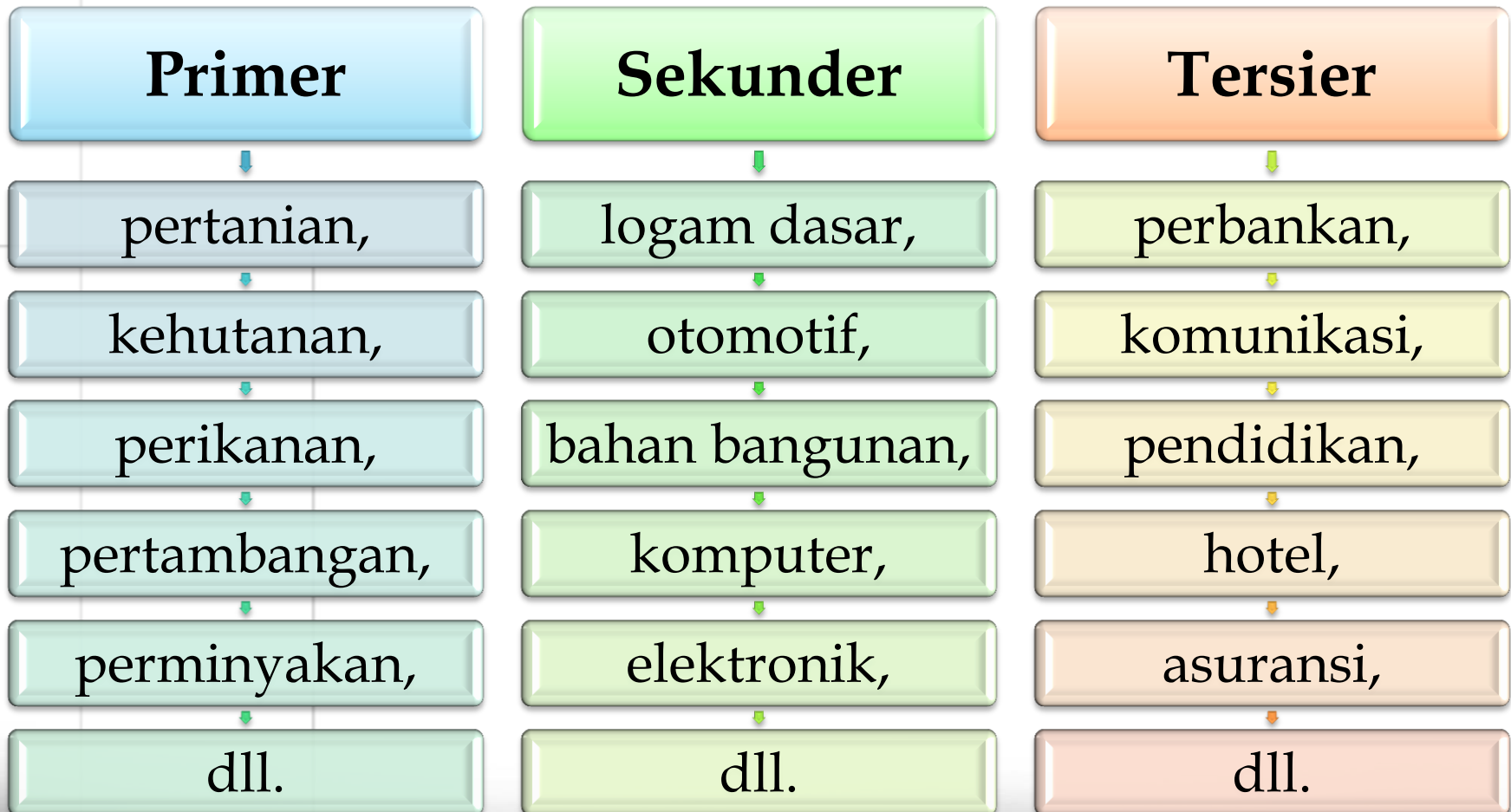
## Industri sekunder

- Industri yang mengolah hasil dari industri primer menjadi barang-barang konsumsi (*consumer goods*) dan barang-barang dasar (*capital goods*). Kegiatan utama pada industri sekunder ini adalah manufaktur, termasuk keperluan konstruksi dan daya.

## Industri tersier

- Industri yang bergerak dalam sektor pelayanan perekonomian, seperti perbankan, asuransi, hotel, dll.

# BIDANG KLASIFIKASI INDUSTRI





# KLASIFIKASI INDUSTRI MANUFAKTUR

## Industri proses

- Meliputi industri kimia, farmasi, petroleum, logam dasar, makanan, sayur-sayuran, pembangkit tenaga listrik;

## Industri produk diskrit (*discrete product industries*)

- Meliputi otomotif, pesawat terbang, peralatan, komputer, permesinan, dan komponen-komponen (*part*) yang akan dirakit.

# OPERASI PRODUKSI DALAM INDUSTRI

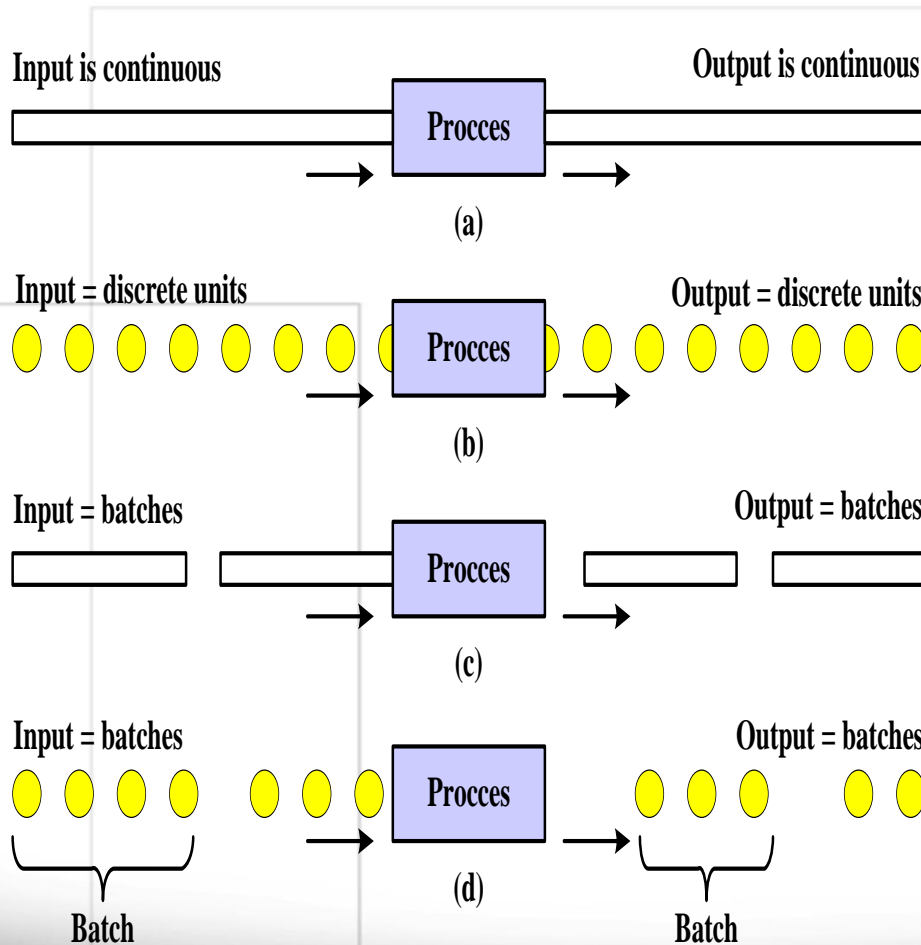
## Produksi kontinu (*continuous production*)

- Dilakukan bila peralatan industri yang digunakan khusus hanya untuk produk yang dibuat, dan keluaran produknya dihasilkan tanpa interupsi (*continue*).

## Produksi kelompok (*batch production*)

- Dilakukan bila material diproses dalam takaran atau jumlah tertentu, dimana diperlukan interupsi diantara *batch* dengan *batch* berikutnya.

# GAMBAR OPERASI PRODUKSI



- a) produksi *continue* dalam industri proses,
- b) produksi *continue* dalam industri produk *discrete*,
- c) produksi kelompok (*batch*) dalam industri proses,
- d) produksi kelompok (*batch*) dalam industri produk *discrete*.

# PRODUK AKHIR INDUSTRI

## *Consumer goods*

- Adalah produk-produk yang dibeli langsung oleh konsumen dan digunakan untuk keperluan pribadi, seperti mobil, komputer personal, televisi, radio, raket tenis, dsb.

## *Capital goods*

- Adalah produk-produk yang dibeli langsung oleh perusahaan untuk menghasilkan barang-barang atau pelayanan, seperti mesin perkakas, *main frame computer*, peralatan konstruksi, pesawat terbang, dsb.

# KEGIATAN UTAMA MANUFAKTUR

Terdapat beberapa kegiatan utama yang harus dilakukan untuk merubah material dasar menjadi suatu produk diskrit, yaitu :

Operasi pemrosesan dan perakitan,

Penanganan material (*material handling*),

Inspeksi dan pengujian,

Koordinasi dan pengendalian.

# OPERASI PEMROSESAN

- Merubah benda kerja dari suatu bentuk ke bentuk yang lain mendekati bentuk akhir produk yang diinginkan, sehingga memiliki nilai tambah dengan merubah geometri, sifat-sifat, maupun penampilan benda kerja.
- Terbagi atas 3 kelompok:
  - Proses pembentukkan (*shaping processes*),
  - Proses untuk memperbaiki sifat-sifat (*property enchancing processes*), dan
  - Operasi pemrosesan permukaan (*surface processing operations*).



# PROSES PEMBENTUKAN

Terbagi atas 4 kelompok:

Penuangan dan pencetakan,

Pemrosesan partikel/metalurgi serbuk,

Proses deformasi,

Proses pelepasan material.

# PROSES MEMPERBAIKI SIFAT

- Yaitu suatu proses untuk memperbaiki sifat mekanik atau fisik suatu benda kerja, dikenal sebagai proses perlakuan panas (*heat treatment*).
- Operasi pemrosesan permukaan meliputi :
  - **Pembersihan** (*cleaning*), dengan proses kimia atau proses mekanik untuk membersihkan kotoran, minyak, atau kotoran lain dari permukaan;
  - **Perlakuan permukaan** (*surface treatment*), yaitu untuk memperbaiki sifat mekanik dengan mengeraskan bagian permukaan benda kerja;
  - **Proses pelapisan dan deposisi film** (*coating and film depotition*), proses dengan menambahkan lapisan atau mendeposisikan unsur pelapis pada permukaan benda kerja untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi dan memperbaiki penampilan.

# OPERASI PERAKITAN

Terbagi atas 2 kelompok, yaitu:

Proses penyambungan  
permanen

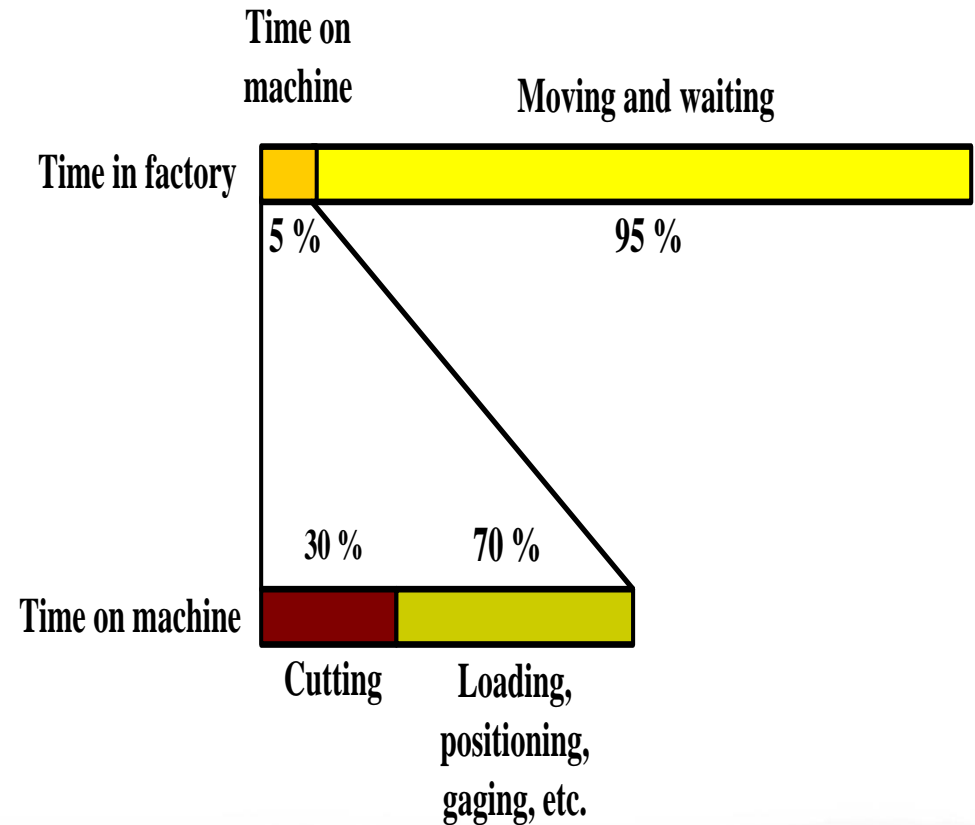
Seperti:  
pengelasan, *brasing* dan  
penyolderan, serta  
*adhesive bonding*;

Proses penyambungan  
mekanik

Seperti:  
pengencangan dengan  
ulir (sekrup, mur, baut),  
pengencangan permanen  
(*rivet, press fitting*).

# MATERIAL HANDLING & STORAGE

- Membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan waktu pemrosesan;
- Merupakan sumber sebagian besar biaya tenaga kerja;
- Perlu dikendalikan agar dapat dilaksanakan seefisien mungkin.



# INSPEKSI, PENGUJIAN, KOORDINASI & PENGENDALIAN

- **Inspeksi** merupakan kegiatan pengendalian mutu.
  - Tujuan inspeksi adalah untuk mengetahui apakah produk manufaktur tersebut sudah sesuai dengan standar desain dan spesifikasi.
- **Pengujian** pada umumnya dilakukan untuk mengetahui fungsi dari produk akhir.
- **Kegiatan koordinasi dan pengendalian meliputi level proses dan level manajemen pabrik.**
  - **Pengendalian pada level proses** meliputi pencapaian tujuan-tujuan kinerja proses.
  - **Pengendalian pada level manajemen pabrik** meliputi keefektifan pemakaian tenaga kerja, pemeliharaan peralatan, penanganan material, pengendalian inventaris, skedul pengapalan produk, dan biaya pengoperasian pabrik.

# PERFORMANSI SISTEM MANUFAKTUR

*Manufacturing Lead Time (MLT)*

*Work in process*

*Machine utilization*

*Throughput*

*Capacity*

*Flexibility*

*Performability*

*Quality*



# MANUFACTURING LEAD TIME (MLT)

- Waktu Total Manufaktur/*Manufacturing Lead Time* (MLT) adalah waktu total yang dibutuhkan untuk memproses suatu *part* atau produk dalam pabrik;
- Produksi pada umumnya terdiri dari satu seri pekerjaan pemrosesan secara individu dan operasi perakitan;
- Diantara operasi-operasi tersebut terdapat kegiatan non-produktif seperti penanganan material, penyimpanan, inspeksi, dll;
- Terbagi dalam 2 jenis kegiatan utama yaitu:
  - Elemen-elemen operasi meliputi semua kegiatan pada saat benda kerja berada pada mesin;
  - Elemen-elemen non-operasi meliputi penanganan material, penyimpanan, inspeksi, dan sumber keterlambatan lain ketika benda kerja tidak berada pada mesin.

# PERSAMAAN MLT

$$MLT = \sum_{i=1}^{n_m} (T_{sui} + QT_{oi} + T_{noi})$$

Dimana:

- $MLT$  = waktu total manufaktur (*min*)
- $T_{sui}$  = waktu setup untuk operasi ke- $i$  (*min*)
- $Q$  = jumlah part atau produk yang akan diproses (*pcs*)
- $T_{oi}$  = waktu operasi untuk operasi ke- $i$  (*min/pcs*)
- $T_{noi}$  = waktu non-operasi yang terkait operasi ke- $i$  (*min*)
- $i$  = urutan operasi dalam pemrosesan ( $i = 1, 2, 3, \dots, n_m$ )

# PENYEDERHANAAN PERSAMAAN MLT

- Untuk menyederhanakan perhitungan, dianggap semua waktu setup, waktu operasi, dan waktu-waktu non-operasi adalah sama untuk mesin-mesin ( $n_m$ ) sehingga persamaan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$MLT = n_m \times (T_{su} + QT_o + T_{no})$$

Dimana:

- $MLT$  = waktu total manufaktur (min)
- $T_{su}$  = waktu setup (min)
- $Q$  = jumlah part atau produk yang akan diproses (pcs)
- $T_o$  = waktu operasi (min/pcs)
- $T_{no}$  = waktu non-operasi (min)

# CONTOH SOAL MLT

- Suatu *part* diproduksi dalam ukuran *batch* 100 unit dan harus dikerjakan melalui 5 operasi untuk menyelesaikan pemrosesan. Waktu setup rata-rata adalah 3 jam/operasi, dan waktu operasi rata-rata per mesin adalah 6 menit (0,1 jam). Waktu non-operasi rata-rata karena penanganan, keterlambatan, inspeksi, dan sebagainya adalah 7 jam. Hitung berapa hari waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan *batch* tersebut bila dianggap pabrik dioperasikan selama 8 jam kerja per hari.

$$MLT = n_m \times (T_{su} + QT_o + T_{no})$$

$$MLT = 5 \times (3 + \{100 \times 0,1\} + 7) = 100 \text{ jam}$$

- Jadi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan *batch* adalah  
$$= \frac{100}{8} = 12,5 \text{ hari}$$

# LAJU PRODUKSI (*PRODUCTION RATE*)

- Laju produksi pada proses manufaktur secara individu atau operasi perakitan pada umumnya dinyatakan dalam part atau produk per jam dengan simbol  $R_p$
- Laju produksi ditentukan untuk tiga jenis produksi, yaitu :
  - produksi kecil (*job shop production*),
  - produksi kelompok (*batch production*), dan
  - produksi masal (*mass production*).

# PERSAMAAN *BATCH PRODUCTION*

$$\frac{\text{Waktu Batch}}{\text{Mesin}} = T_{su} + QT_o$$

- Harga  $Q$  menyatakan jumlah produk yang harus diproduksi, dan bila terdapat laju skrap yang cukup berarti (dinyatakan dengan  $q$ ), maka persamaan menjadi:

$$\frac{\text{Waktu Batch}}{\text{Mesin}} = T_{su} + \frac{QT_o}{(1 - q)}$$

- Dengan membagi waktu *batch* dengan jumlah *batch*, maka akan diperoleh waktu produksi rata-rata ( $T_p$ ):

$$T_p = \frac{\text{Waktu Batch/Mesin}}{Q} = \frac{T_{su} + QT_o}{Q}$$

- Laju produksi rata-rata untuk mesin tersebut adalah kebalikan dari waktu produksi rata-rata, yaitu :

$$R_p = \frac{1}{T_p}$$



# PERSAMAAN *JOB SHOP* & *MASS PRODUCTION*

- Pada Job Shop, bila  $Q = 1$ , maka waktu produksi per unit adalah:

$$T_p = \frac{T_{su} + QT_o}{Q} = \frac{T_{su} + 1 \times T_o}{1} = T_{su} + T_o$$

- Pada *mass production*, ukuran  $Q$  sangat besar sehingga persamaan dapat dituliskan:

$$T_p = \frac{T_{su} + QT_o}{Q} = \frac{T_{su}}{Q} + T_o = T_o$$

- Dimana  $\frac{T_{su}}{Q}$  dapat diabaikan
- Dengan demikian laju produksi sama dengan laju siklus mesin  $R_c$  (kebalikan dari waktu operasi) setelah produksi dimulai, sehingga diperoleh persamaan:

$$R_p \rightarrow R_c = \frac{1}{T_o}$$

# KOMPONEN WAKTU OPERASI

- **Waktu operasi ( $T_o$ )** adalah waktu selama benda kerja berada pada mesin, tetapi tidak semua waktu tersebut produktif.
- Waktu operasi untuk suatu operasi pemesinan terdiri dari tiga elemen, yaitu:
  - waktu pemesinan sesungguhnya ( $T_m$ );
  - waktu penanganan material ( $T_h$ );
  - waktu penanganan perkakas ( $T_{th}$ ).
- Dengan demikian persamaan waktu operasi dapat dituliskan sebagai berikut :

$$T_o = T_m + T_h + T_{th}$$

# CONTOH SOAL LAJU PRODUKSI

Dalam suatu proses pembuatan part dibutuhkan waktu setup 3 jam. Untuk setiap part membutuhkan waktu pemesinan 2,5 menit, waktu penanganan material 3 menit, dan waktu penanganan perkakas 30 detik. Berapakah kenaikan laju produksi bila ukuran batch dinaikkan dari 50 menjadi 100 part.

- Diketahui:

$$T_{su} = 3 \text{ jam} \quad ; \quad T_m = 2,5 \text{ min/part}$$

$$T_h = 3 \text{ min/part} \quad ; \quad T_{th} = 30 \text{ sec/part} = 0,5 \text{ min/part}$$

- Sehingga waktu operasi per part:

$$T_o = T_m + T_h + T_{th}$$

$$T_o = 2,5 + 3 + 0,5 = 6 \text{ min/part} = 0,1 \text{ jam/part}$$

# JAWABAN CONTOH SOAL LAJU PRODUKSI

## Batch 50 part

- Waktu produksi:

$$T_p = \frac{T_{su}}{Q} + T_o = \frac{3}{50} + 0,1$$

$$T_p = 0,16 \text{ jam/part}$$

- Maka laju produksi:

$$R_p = \frac{1}{T_p} = \frac{1}{0,16}$$

$$R_p = 6,25 \text{ part/jam}$$

## Batch 100 part

- Waktu produksi:

$$T_p = \frac{T_{su}}{Q} + T_o = \frac{3}{100} + 0,1$$

$$T_p = 0,13 \text{ jam/part}$$

- Maka laju produksi:

$$R_p = \frac{1}{T_p} = \frac{1}{0,13}$$

$$R_p = 7,69 \text{ part/jam}$$

$$\text{Kenaikan Laju Produksi} = \frac{(7,69 - 6,25)}{6,25} \times 100\% = 23\%$$

# STRATEGI & DAMPAK OTOMASI

Strategi otomasi	Dampak *)
1. Spesialisasi operasi	Mengurangi $T_o$
2. Operasi kombinasi	Mengurangi $n_m, T_h, T_{no}$
3. Operasi serentak	Mengurangi $n_m, T_o, T_h, T_{no}$
4. Integrasi operasi	Mengurangi $n_m, T_h, T_{no}$
5. Fleksibilitas ditingkatkan	Mengurangi $T_{sw}$ MLT, WIP, meningkatkan $U$
6. Penanganan material disempurnakan	Mengurangi $T_{sw}$ MLT, WIP
7. Pengawasan pada lini	Mengurangi $T_{no}, q$
8. Pengendalian proses dan optimisasi	Mengurangi $T_o, q$
9. Pengendalian operasi pabrik	Mengurangi $T_{no}$ MLT, meningkatkan $U$
10. Manufaktur terintegrasi komputer	Mengurangi MLT, waktu desain, waktu perencanaan produksi; meningkatkan $U$

\*)  $T_o$  = waktu operasi ( proses atau rakitan),  
 $T_{no}$  = waktu nonoperasi,  
 $T_h$  = waktu penanganan bendakerja,  
 $n_m$  = jumlah mesin yang dilewati part,

MLT = waktu total manufaktur,  
WIP = benda kerja dalam proses (*wor-in-process*),  
 $q$  = laju sekrup atau laju kerusakan,  
 $U$  = utilisasi (pemanfaatan).

T H A N K  
Y O U

Have a  
Good Day!