

September  
2014

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI



universitas  
MALIKUSSALEH

Ir. AMRI. MT

**BAHAN  
AJAR**

***Pengantar  
Teknik  
Industri***

**FAKULTAS TEKNIK**

Universitas Malikussaleh

Jurusan Teknik Kimia  
Jurusan Teknik Industri  
Jurusan Teknik Mesin  
Jurusan Teknik Elektro  
Jurusan Teknik Slipil  
Prodi Teknik Informatika  
Prodi Teknik Arsitektur

BAHAN AJAR

**PENGANTAR**

**TEKNIK**

**INDUSTRI**

BAHAN AJAR

**Diterbitkan oleh**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MALIKUSSALEH**  
**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI**

**Alamat**  
Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh  
Jl. Cot Tengku Nie, Reuleut, Muara Batu,  
Aceh Utara, Provinsi Aceh

# **BAHAN AJAR**

( JURUSAN TEKNIK INDUSTRI)



universitas  
MALIKUSSALEH

# **PENGANTAR TEKNIK INDUSTRI**

Disusun Oleh:  
**Ir. AMRI, MT**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH  
2014**



universitas  
MALIKUSSALEH

**BAHAN AJAR**  
**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI**  
**TIM PENGELOLA BAHAN AJAR**  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MALIKUSSALEH

**PENASEHAT:**

**Ir. T. Hafli., MT**  
Dekan Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh

**PENANGGUNG JAWAB:**

**Herman Fithra, ST., MT**  
Pembantu Dekan I Bidang Akademik

**Bustami, S.Si., M.Si**  
Pembantu Dekan II Bidang Keuangan

**Edzwarsyah, ST., MT**  
Pembantu Dekan III Bidang Kemahasiswaan

**Salwin, ST., MT**  
Pembantu Dekan IV Bidang Kerjasama dan Informasi

**KETUA PENYUNTING:**

**Bakhtiar, ST., MT**  
Ketua Jurusan Teknik Industri

**Syarifuddin, ST., MT**  
Sekretaris Jurusan Teknik Industri

**TATA USAHA DAN BENDAHARA:**

**Elizar, S. Sos**  
Kepala Tata Usaha

**Ismail, ST**  
Bendahara

**SAMBUTAN**  
**KETUA JURUSAN TEKNIK INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MALIKUSSALEH**

Dalam upaya peningkatan kualitas mutu pembelajaran sesuai dengan Tri Dharma Perguruan Tinggi, salah satunya adalah penyediaan bahan ajar Pengantar Teknik Industri. Bahan ajar Pengantar Teknik Industri ini dibuat sebagai pegangan untuk dosen pengampu dan mahasiswa dalam melaksanakan proses pembelajaran.

Bahan ajar Pengantar Teknik Industri ini sangat penting sebagai salah satu referensi untuk kemudahan dalam proses belajar mengajar untuk mata kuliah ini. Bahan ajar ini semoga dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Kepada sdr Ir. Amri, MT yang telah membuat bahan ajar ini dan juga kepada semua pihak yang telah membantunya, kami ucapkan terimakasih.

Reuleut, 6 Agustus 2014  
Ketua Jurusan Teknik Industri  
Fakultas Teknik Unimal,

Bakhtiar, ST, MT  
Nip. 196612312002121004

## **KATA PENGANTAR**

Dengan Rahmat Allah SWT dan dengan segala keterbatasan, penulis akhirnya dapat menyelesaikan bahan Ajar mata kuliah Pengantar Teknik Industri ini.

Bahan ajar ini, dibuat sebagai pegangan untuk dosen pengampu dan mahasiswa dalam melaksanakan proses pembelajaran.

Bahan ajar ini bukan satu-satunya informasi untuk mata kuliah Pengantar Teknik Industri, oleh karena itu diharapkan pembaca selain memiliki bahan ajar ini juga harus mempunyai buku teks lain terutama yang diwajibkan.

Dalam menyelesaikan bahan ajar ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan masukan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya.

Kami sadari banyak kekurangan dalam penulisan bahan ajar ini untukku, bila ada yang kurang berkenan mohon maaf sebesar-besarnya.

Reuleut, 5 Agustus 2014

Ir. Amri, MT  
Nip. 196603072002121002

# LEMBARAN PENGESAHAN



*This page is intentionally left blank*

# DAFTAR ISI

Sambutan Ketua Jurusan Teknik Industri.....	v
Kata Pengantar .....	vi
Lembaran Pengesahan.....	vii
Daftar Isi .....	ix
Silabus Mata Kuliah.....	xiii
Satuan Acara Pengajaran (SAP) .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
PENDAHULUAN .....	1
PENYAJIAN.....	1
Sejarah, Pengertian Dan Ruang Lingkup Teknik Industri.....	1
1.1 Pendahuluan .....	1
1.2 Sejarah Teknik Industri.....	2
1.3 Pengertian Teknik Industri.....	3
1.4 Organisasi-Organisasi Teknik Industri .....	3
1.4 Hubungan Disiplin Teknik Industri Dengan Disiplin Ilmu Yang Lain .....	4
PENUTUP.....	5
<b>BAB 2. PERANCANGAN SISTEM PRODUKSI.....</b>	<b>7</b>
PENDAHULUAN .....	7
PENYAJIAN.....	7
Perancangan Sistem Produksi .....	7
2.1 Pendahuluan .....	7
3.2 Proses Perancangan.....	8
3.2.1 Proses Perancangan Produk .....	8
3.2.2 Pengembangan Teknologi.....	10
3.3. Perancangan Dan Analisis Kerja.....	11
3.3.1 Pengukuran Kerja.....	15
3.3.2 Pengujian Data .....	17
3.3.3 Waktu Baku.....	19
3.4 Ergonomi.....	22
3.4.1 Perancangan Sistem Manusia Mesin.....	22
3.4.2 Sistem Kontrol / Pengendali .....	22
3.4.3 Ergonomi Untuk Perancangan Tempat Kerja .....	22
3.4.4 Perancangan Perkakas Kerja .....	24
3.4.5 Kondisi Lingkungan Kerja.....	25
PENUTUP.....	26
<b>BAB 3. PENGAWASAN DAN PERENCANAAN OPERASI .....</b>	<b>29</b>
PENDAHULUAN .....	29
PENYAJIAN.....	29
Pengawasan Dan Perencanaan Operasi.....	29
4.1 Pendahuluan .....	29

4.2 Sistem Produksi.....	30
4.3 Peramalan.....	31
4.3.1 Regresi Linear:.....	31
4.3.2 Rata-Rata Bergerak Tunggal.....	32
4.3.3 Pemulusan Eksponensial Tunggal.....	33
4.4 Perencanaan Operasi.....	34
4.5 Pengawasan Dan Perencanaan Persediaan.....	36
4.5.1 Economic Order Quantity (Eoc).....	38
4.5.2 Economic Production Quantity (Epq).....	41
PENUTUP.....	42
<b>BAB 4. PERENCANAAN DAN PERANCANGAN FASILITAS.....</b>	<b>45</b>
PENDAHULUAN.....	45
PENYAJIAN.....	45
Perencanaan Dan Perancangan Fasilitas.....	45
4.1 Pendahuluan.....	45
4.2 Langkah-Langkah Perencanaan Fasilitas.....	46
4.3 Penentuan Lokasi Fasilitas.....	46
4.4 Model-Model Lokasi Fasilitas.....	47
4.4.1 Masalah Lokasi Fasilitas Dengan Jarak Rectilinear.....	47
4.4.2 Masalah Lokasi Fasilitas Dengan Jarak Euclidean.....	48
4.4.3 Penentuan Lokasi Dengan Tujuan Ganda.....	49
4.5 Tata Letak Fasilitas.....	51
4.6 Penentuan Jumlah Mesin/Peralatan.....	55
4.6 Activity Relationship Chart (Arc).....	57
4.7 Material Handling (Pemindahan Material).....	59
PENUTUP.....	63
<b>BAB 5. OPERASIONAL RISET.....</b>	<b>65</b>
PENDAHULUAN.....	65
PENYAJIAN.....	65
Operasional Riset.....	65
6.1 Pendahuluan.....	65
6.2 Program Linear.....	66
6.3 Transportasi.....	69
6.3.1 Metode Pojok Kiri Atas.....	70
6.3.2 Metode Ongkos Terkecil.....	71
6.3.3 Metode Vogel's.....	72
6.4 Penugasan (Assignment).....	77
6.5 Teori Antrian.....	82
6.5.1 Sistem Antrian.....	82
6.5.2 Disiplin Pelayanan.....	82
6.5.3 Bentuk-Bentuk Sistem Antrian.....	83
PENUTUP.....	85

<b>BAB 6. MANAJEMEN FINANCIAL DAN EKONOMI TEKNIK.....</b>	<b>87</b>
PENDAHULUAN .....	87
PENYAJIAN.....	87
Manajemen Financial Dan Ekonomi Teknik .....	87
6.1 Pendahuluan .....	87
6.2 Akuntansi.....	88
6.2.1 Bentuk-Bentuk Laporan Keuangan.....	88
6.2.2 Laporan Rugi-Laba .....	89
6.3 Harga Pokok Produksi Dan Penjualan .....	91
6.4 Analisa Break Even Point .....	93
6.5 Ekonomi Teknik.....	96
PENUTUP.....	104
<b>BAB 7. PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIK.....</b>	<b>107</b>
PENDAHULUAN .....	107
PENYAJIAN.....	107
Pengendalian Kualitas Statistik.....	107
7.1 Pendahuluan .....	107
7.2 Definisi Dan Sejarah Pengendalian Kualitas .....	108
7.3 Konsep Dasar Pengendalian Kualitas Statistik.....	109
7.3.1 Keuntungan Pengendalian Kualitas Statistik.....	109
7.3.2 Probabilitas.....	110
7.4 Distribusi Frekuensi.....	110
7.5 Rata-Rata Dan Deviasi Standar .....	111
7.6 Peta Kontrol.....	114
7.6.1 Peta Kontrol Untuk Variabel.....	115
7.6.2 Peta Kontrol Atribut.....	118
7.7 Sampling Penerimaan .....	122
7.7.1 Terminologi.....	122
7.7.2 Perencanaan Sampling Tunggal Untuk Atribut .....	123
7.7.4 Grafik Karakteristik Operas!.....	124
PENUTUP.....	126
<b>BAB 8. TOTAL QUALITY MANAGEMENT .....</b>	<b>129</b>
PENDAHULUAN .....	129
PENYAJIAN.....	129
Total Quality Management .....	129
8.1 Pendahuluan .....	129
8.1.1 Definisi Total Quality Management .....	130
8.1.2 Sejarah Perkembangan Total Quality Management.....	130
8.1.3 Manfaat Tqm.....	130
8.1.4 Prinsip Dan Unsur Tqm.....	131
8.1.5 Faktor Penghambat Tqm.....	132
8.2 Konsep Mengenai Pelanggan.....	132
8.2.1 Kepuasan Pelanggan .....	133
8.2.2 Identifikasi Kebutuhan Pelanggan .....	133
8.3 Quality Function Deployment (Qfd).....	133

8.4 Pemberdayaan Karyawan.....	135
8.4.1 Metode Pemberdayaan Karyawan .....	135
8.4.2 Faktor Penghambat Pemberdayaan Karyawan .....	135
8.4.3 Penghargaan Prestasi Kerja .....	136
8.4.4 Pengembangan Karyawan.....	136
8.4.5 Berbagai Metode Latihan Operasional .....	136
8.5 Kepemimpinan.....	136
8.5.1 Gaya Kepemimpinan.....	137
8.5.2 Kerjasama Tim .....	137
8.5.3 Aspek-Aspek Penghambat Kesuksesan Kerjasama Tim ....	137
8.6 Konflik Dalam Perusahaan .....	137
8.6.1 Metode-Metode Untuk Menangani Konflik .....	138
8.6.2 Pengambilan Keputusan.....	138
8.6.3 Proses Pengambilan Keputusan.....	138
8.6.4 Metode Pemecahan Masalah.....	139
8.6.5 Alat-Alat Pemecah Masalah Dalam Pengambilan Keputusan.....	140
8.7 Perbaikan Berkesinambungan.....	140
8.7.1 Struktur Perbaikan Kualitas .....	140
8.7.2 Proses Perbaikan Dan Pengendalian .....	140
8.8 Konsep Tepat Waktu (Just In Time).....	141
PENUTUP.....	142
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>143</b>

# SILABUS MATA KULIAH

## 1. Identitas Perguruan Tinggi

- a. Perguruan Tinggi : Universitas Malikussaleh
- b. Fakultas : Teknik
- c. Jurusan : Teknik Industri
- d. Program Studi : Teknik Industri

## 2. Identitas Mata Kuliah

- a. Nama Mata Kuliah : Pengantar Teknik Industri
- b. Kode Mata Kuliah : TIN 713
- c. Status Mata Kuliah : Wajib
- d. Sifat Mata Kuliah : Teori
- e. Dosen Pengampu : Ir. Amri, MT.
- f. Semester : I
- g. Bobot SKS : 3
- h. Jumlah Pertemuan : 14 tatap muka + UTS dan UAS

## 3. Deskripsi Singkat :

Mata kuliah ini merupakan mata kuliah wajib yang menguraikan Pendahuluan mata kuliah tentang Pengertian Teknik Industri, Konsep dan cakupan Teknik Industri, Pendekatan ilmiah, Perilaku dan administrasi manajemen, Manajemen ilmiah dan Pendekatan sistematis dan terintegrasi sehingga dapat membedakan teknik industri dengan disiplin ilmu lainnya.

## 4. Kegunaan Mata Kuliah Bagi Mahasiswa :

Dengan mempelajari Pengantar Teknik Industri mahasiswa dapat menerapkan dalam dunianya untuk menyelesaikan persoalan disiplin teknik industri.

## 5. Tujuan Instruksional Umum

Setelah mengikuti kuliah ini mahasiswa diharapkan mampu menguasai sistem integral dalam industri, dengan kemampuan identifikasi masalah melalui penguasaan pengetahuan dan pembentukan wawasan mengenai sistem integral.

## 6. Petunjuk Penggunaan Bahan Ajar

1. Bahan ajar ini bukan satu-satunya referensi untuk mata kuliah ini.
2. Mahasiswa wajib memiliki salah satu buku yang diwajibkan pada GBPP dan SAP.

3. Sebelum mengikuti mata kuliah ini mahasiswa wajib membaca pokok bahasan yang akan dibahas.
4. Untuk memperdalam materi ini mahasiswa disarankan mengerjakan soal latihan yang ada di buku ajar.

#### **8. Mata Kuliah Prasyarat :**

tidak ada

#### **9. Pokok-pokok materi Pembelajaran**

1. Pendahuluan
2. Perancangan sistem produksi, cara perancangan kerja
3. Kegunaan ergonomi dalam sistem produksi
4. Perencanaan dan pengawasan produksi
5. Perencanaan dan perancangan fasilitas
6. Operasional riset.
7. Akutansi dan bentuk laporan keuangan
8. Dasar-dasar ekonomi teknik.
9. Pengendalian kualitas
10. Konsep mengenai pelanggan TQM dan QFD

#### **10. Evaluasi**

Sistem evaluasi dan alat pengukur pencapaian TPK dalam SAP ini adalah melalui :

1. Tes Kecil/Kuis
2. Ujian Tengah Semester
3. Ujian Akhir Semester
4. Nilai Tugas/Pekerjaan Rumah
5. Keaktifan/Diskusi antar mahasiswa dan dosen

#### **11. Referensi**

1. Alwi, S., 1989, **Alat-alat Analisis dalam Pembelanjaan**, Andi Offset, Yogyakarta.
2. Apple, J. M., 1963, **Plant Layout and Material Handling**, The Ronald Press Company, New York.
3. Barnes, R.M., 1968, **Motion And Time Study, Design and Measurement of Work**, John Wiley & Sons, INC, New York.
4. Blank. L. T., 1989, Tarquin, A. J., **Engineering Economy**, McGraw-Hill Book Company, New York.
5. Dimiyati, T. T., 1994, **Operations Research, Model-model Pengambilan Keputusan**, Sinar Baru Algensindo, Bandung.
6. Gibson, Ivancevich dan Donnely, 1984, **Organisasi dan Manajemen**, Erlangga, Jakarta.

7. Goetsch, D.L., Davis, S, 1994. **Introduction to Total Quality : Quality, Productivity, Competitiveness**, Prentice Hall International, Inc., Englewoods Cliffs, New Jersey.
8. Grandjean, E., 1986, **Fitting The Task to The Man**, Taylor & Francis, London.
9. Herzog, D.,R., 1985, **Industrial Engineering Method and Controls**, A Prentice-Hall Company, Reston, Virginia.
10. Hicks. P.E., 1994, **Industrial Engineering And Management, A New Perspective**, Me. Graw-Hill, INC., New York.
11. Imai, M., 1992, **Kaizen, Kunci Sukses Jepang Dalam Persaingan**, PT. Pustaka Binawan Pressindo, Jakarta.
12. Macdonald, J., 1994, **Total Quality Control Yang Sukses**, Megapoin, Jakarta.
13. Makridakis, S., 1988, **Metode Dan Aplikasi Peramalan**, Erlangga, Jakarta
14. Mas'ud, 1986, **Akuntansi Manajemen**, BPFE, Yogyakarta.
15. Mc. Cormick, E.,J.,1979, **Human Factor in Engineering and Design**, McGraw-Hill, New Delhi.
16. Montgomery, D.,C., 1985, **Introduction to Statistical Quality Control**, John Wiley & Sons, New York.
17. Moore, J.M., 1962, **Plant Lay Out and Design**, Macmillan Publishing Co., Inc., New York
18. Nasution, A. H., **Perencanaan & Pengendalian Persediaan**,
19. Teknik Industri ITS, Surabaya.
20. Niebel, B., and Freivald,A., 1999, **Method Standart and Work Design**, 10 Th Edition, Me Graw-Hill, New York.
21. Nurbahagia .S., 1994, **Strategi Pengembangan Pendidikan Teknik Industri Dalam menghadapi Era Industrialisasi Suatu Pengantar**, Makalah Seminar Nasional, Jur. TMI, FTI, UII, Yogyakarta.
22. Nurmiyanto, E., 1996, **Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya**, P.T. Guna Widya, Jakarta.
23. Purnomo, H., 1999, **Evaluasi Perancangan Tempat Kerja Karyawan Bagian Counter Yang Ergonomis Pada Bank-Bank Di Daerah Istimewa Yogyakarta**, Laporan Penelitian, UII, Yogyakarta.
24. Purnomo, H., 1999, **Perencanaan Tata Letak Pabrik**, DIKTAT Kuliah, TMI, FTI, UII, Yogyakarta.
25. Ranupandoyo, H., dan Husnan, S., 1985, **Manajemen Personalia**, BPFE, Yogyakarta.
26. Sastrowinoto, S., 1985, **Meningkatkan Produktivitas Dengan Ergonomi**, PT Pustaka Binaman Pressindo
27. Siagian P., 1987, **Penelitian Operasional Riset, Teori dan Praktek**, UI-Press, Jakarta.



28. Starr, M, K,. 1986, **Inventory Control, theory and practice**, Prentice - Hall of India, New Delhi.
29. Satalaksana, 1979, **Teknik Tata Cara Kerja**, ITB, Bandung.
30. Taha, H.A,. 1987, **Operations Research An Introduction**, Macmillan Publishing Company, New York.
31. Taroepratjeka. H,. 1994, **Peranan Keahlian Teknik Industri Dalam Menyongsong Era Industrialisasi**, Makalah Seminar Nasional, Jur. TMI, FTI, UII, Yogyakarta.
32. Tayyari, F,. and Smith,J.L,. 1998, **Occupational Ergonomics Principles and Application**, Chapman and Hall.
33. Thuesen, G.J,. 2002, **Ekonomi Teknik**, PT Prenhallindo, Jakarta.
34. Tjiptono, F,. 2000, **Total Quality Management**, Andi, Yogyakarta
35. Tunggal, A.W,. 1993, **Manajemen Mutu Terpadu : Suatu Pengantar**, Penertbit Rineka Cipta, Jakarta.
36. Turner .W. C,. Mize. J.H,. Case. K,. 1993, **Introduction Industrial And System Engineering** , Prentice - Hall, INC,. Englewood Cliffs, New Jersey.
37. Wheatley, M,. 1994, **Memahami Teknik Tepat Waktu Yang Sukses**, Megapoin, Jakarta.
38. Wignjosebroto. S,. **Pengantar Teknik Industri**, P.T. Guna Widya, Jakarta.
39. Wilkinson, Signe, 1992, **Philadelpia Daily News**.
40. Zandin. K.B, 2001, **Maynard's Industrial Engineering Handbook**, Fifth Edition, MC Graw Hill, New York.
41. ———, 1997, **Prinsip Dasar Total Quality Control**,
42. Program Pasca Sarjana, PS. Teknik Industri, ITS, Surabaya.
43. Pujawan, I.N,. 1995, **Ekonomi Teknik**, PT. Candimas Metropole, Jakarta.

## **SATUAN ACARA PENGAJARAN (SAP)**

Mata Kuliah : Pengantar Teknik Industri  
Kode Mata Kuliah : TIN 713  
Modul : Ada  
Waktu Pertemuan : Kuliah/Diskusi (150 menit) ;  
Pertemuan Ke : 1  
Jumlah Peserta/Kelas : Maksimal 40 orang

### **A. Tujuan Instruksional**

#### **1. Umum**

Pada akhir pertemuan ini mahasiswa diharapkan mampu memahami pengertian Pengantar Teknik Industri, mamfaat Pengantar Teknik Industri, dan prinsip-prinsip pengambil keputusan

#### **2. Khusus**

- Mahasiswa mampu menjelaskan definisi Pengantar Teknik Industri
- Mahasiswa mampu menjelaskan ruang lingkup ekonomi tekink
- Makasiswa mampu Menjelaskan konsep dasar Pengantar Teknik Industri

### **B. Pokok Bahasan**

- 1.1 Pendahuluan (SAP Pengantar Teknik Industri, kontrak perkuliahan dan materi kuliah)

### **C. Pengujian yang dilakukan selama praktikum/Tugas studio yang harus dilakukan: TIDAK ADA**

### **D. Rincian Kegiatan Belajar Mengajar**

<b>Tahap</b>	<b>Kegiatan Fasilitator</b>	<b>Kegiatan Mahasiswa</b>	<b>Media dan alat Pengajaran</b>
Pendahuluan	Memberikan penjelasan tentang satuan acara perkuliahan, daftar pustaka, & aturan perkuliahan	Mencatat dan mendengarkan	Papan tulis- kapur & Infokuss
Penyajian	menjelaskan pengertian Pengantar Teknik Industri, mamfaat Pengantar Teknik Industri, dan prinsip-prinsip pengambil keputusan memberikan contoh soal & pembahasannya	Mencatat dan mendengarkan	Papan tulis- kapur & Infokuss
Penutup	Memberikan latihan soal & pembahasannya, serta memberikan pekerjaan rumah/tugas	Mencatat, mendengarkan, dan mengerjakan latihan soal	Papan tulis- kapur & Infokuss

## Satuan Acara Pengajaran (SAP)

Mata Kuliah : Pengantar Teknik Industri  
Kode Mata Kuliah : TIN 713  
Modul : Tidak Ada  
Waktu Pertemuan : Kuliah/Diskusi (2 x 150 menit) ;  
Pertemuan Ke : 2, 3  
Jumlah Peserta/Kelas : Maksimal 40 orang

### A. Tujuan Instruksional

#### 1. Umum

Pada akhir pertemuan ini mahasiswa diharapkan mampu memahami Perancangan sistem produksi.

#### 2. Khusus

- Mahasiswa mampu menjelaskan Perancangan sistem produksi
- Mahasiswa mampu menjelaskan cara perancangan kerja
- Mahasiswa mampu menjelaskan kegunaan ergonomi dalam sistem produksi

### B. Pokok Bahasan

Perancangan sistem produksi, cara perancangan kerja, kegunaan ergonomi dalam sistem produksi.

### C. Pengujian yang dilakukan selama praktikum/Tugas studio yang harus dilakukan : TIDAK ADA

### D. Rincian Kegiatan Belajar Mengajar

<b>Tahap</b>	<b>Kegiatan Fasilitator</b>	<b>Kegiatan Mahasiswa</b>	<b>Media dan alat Pengajaran</b>
Pendahuluan	Membahas tugas minggu lalu, memberikan penjelasan tentang Perancangan sistem produksi	Mencatat dan mendengarkan	Papan tulis-kapur & Infokuss
Penyajian	Memberikan penjelasan tentang materi kuliah, penggunaan Perancangan sistem produksi, cara perancangan kerja, kegunaan ergonomi dalam sistem produksi	Mencatat dan mendengarkan	Papan tulis-kapur & Infokuss
Penutup	Memberikan latihan soal & pembahasannya, serta memberikan pekerjaan rumah/ tugas	Mencatat, mendengarkan, dan mengerjakan latihan soal	Papan tulis-kapur & OHP-transparas

## SATUAN ACARA PENGAJARAN (SAP)

Mata Kuliah : Pengantar Teknik Industri  
 Kode Mata Kuliah : TIN 713  
 Modul : Ada  
 Waktu Pertemuan : Kuliah/Diskusi (2 x 150 menit) ;  
 Pertemuan Ke : 4-5  
 Jumlah Peserta/Kelas : Maksimal 40 orang

### A. Tujuan Instruksional

#### 1. Umum

Pada akhir pertemuan ini mahasiswa diharapkan mampu memahami Perencanaan dan pengawasan produksi yang merupakan dasar dalam perencanaan dan perancangan fasilitas..

#### 2. Khusus

Mahasiswa mampu menjelaskan Perencanaan dan pengawasan produksi

### B. Pokok Bahasan

Perencanaan dan pengawasan produksi.

### C. Pengujian yang dilakukan selama praktikum/Tugas studio yang harus dilakukan: TIDAK ADA

### D. Rincian Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Fasilitator	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat Pengajaran
Pendahuluan	Membahas tugas minggu lalu, memberikan penjelasan tentang konsep Perencanaan dan pengawasan produksi	Mencatat dan mendengarkan	Papan tulis-kapur & Infokuss
Penyajian	Memberikan penjelasan tentang Perencanaan dan pengawasan produksi	Mencatat dan mendengarkan	Papan tulis-kapur & Infokuss
Penutup	Memberikan latihan soal & pembahasannya, serta memberikan pekerjaan rumah/tugas	Mencatat, mendengarkan, dan mengerjakan latihan soal	Papan tulis-kapur & Infokuss

## SATUAN ACARA PENGAJARAN (SAP)

Mata Kuliah : Pengantar Teknik Industri  
 Kode Mata Kuliah : TIN 713  
 Modul : Ada  
 Waktu Pertemuan : Kuliah/Diskusi (1 x 150 menit) ;  
 Pertemuan Ke : 6  
 Jumlah Peserta/Kelas : Maksimal 40 orang

### A. Tujuan Instruksional

#### 1. Umum

Pada akhir pertemuan ini mahasiswa diharapkan mampu memahami perencanaan dan perancangan fasilitas..

#### 2. Khusus

Mahasiswa mampu menjelaskan dan membuat perencanaan dan perancangan fasilitas.

### B. Pokok Bahasan

- Perencanaan dan perancangan fasilitas

### C. Pengujian yang dilakukan selama praktikum/Tugas studio yang harus dilakukan : TIDAK ADA

### D. Rincian Kegiatan Belajar Mengajar

Tahap	Kegiatan Fasilitator	Kegiatan Mahasiswa	Media dan alat Pengajaran
Pendahuluan	Membahas tugas minggu lalu, memberikan penjelasan tentang konsep perencanaan dan perancangan fasilitas	Mencatat dan menden gark an	Papan tulis- kapur & Infokuss
Penyajian	Memberikan penjelasan dan membuat perancangan fasilitas dan memberikan contoh soal serta pembaha-sannya	Mencatat dan menden gark an	Papan tulis- kapur & OHPtransparans
Penutup	Memberikan latihan soal & pembahasannya, serta memberikan pekerjaan rumah/tugas	Mencatat, menden ga- rkan, dan men gerja- kan latihan soal	Papan tulis- kapur & Infokuss

## **SATUAN ACARA PENGAJARAN (SAP)**

Mata Kuliah : Pengantar Teknik Industri  
Kode Mata Kuliah : TIN 713  
Modul : Ada  
Waktu Pertemuan : Kuliah/Diskusi (2 x 150 menit) ;  
Pertemuan Ke : 7-8  
Jumlah Peserta/Kelas : Maksimal 40 orang

### **A. Tujuan Instruksional**

#### **1. Umum**

Pada akhir pertemuan ini mahasiswa diharapkan mampu memahami pengertian operasional riset, program linear, metode transportasi, metode penugasan, teori antrian dan simulasi

#### **2. Khusus**

Mahasiswa mampu menjelaskan pengertian operasional riset, program linear, metode transportasi, metode penugasan, teori antrian dan simulasi.

### **B. Pokok Bahasan**

Pengertian operasional riset, program linear, metode transportasi, metode penugasan, teori antrian dan simulasi

### **C. Pengujian yang dilakukan selama praktikum/Tugas studio yang harus dilakukan: TIDAK ADA**

### **D. Rincian Kegiatan Belajar Mengajar**



<b>Tahap</b>	<b>Kegiatan Fasilitator</b>	<b>Kegiatan Mahasiswa</b>	<b>Media dan alat Pengajaran</b>
Pendahuluan	Membahas tugas minggu lalu, memberikan penjelasan tentang Pengertian operasional riset, program linear, metode transportasi, metode penugasan, teori antrian dan simulasi	Mencatat dan mendengarkan	Papan tulis-kapur & Infokuss
Penyajian	Memberikan penjelasan tentang penerapan/aplikasi Pengertian operasional riset, program linear, metode transportasi, metode penugasan, teori antrian dan simulasi dan memberikan contoh soal serta pembahasannya	Mencatat dan mendengarkan	Papan tulis-kapur & Infokuss
Penutup	Memberikan latihan soal & pembahasannya, serta memberikan pekerjaan rumah/tugas	Mencatat, mendengarkan, dan mengerjakan latihan soal	Papan tulis-kapur & Infokuss

## **SATUAN ACARA PENGAJARAN (SAP)**

Mata Kuliah : Pengantar Teknik Industri  
Kode Mata Kuliah : TIN 713  
Modul : Ada  
Waktu Pertemuan : Kuliah/Diskusi (2 x 150 menit) ;  
Pertemuan Ke : 9-10  
Jumlah Peserta/Kelas : Maksimal 40 orang

### **A. Tujuan Instruksional**

#### **1. Umum**

Pada akhir pertemuan ini mahasiswa diharapkan mampu memahami secara umum tentang konsep manajemen finansial dan ekonomi teknik.

#### **2. Khusus**

- Mahasiswa mampu menjelaskan tentang konsep manajemen finansial.
- Mahasiswa mampu menjelaskan tentang konsep ekonomi teknik.

### **B. Pokok Bahasan**

- Pengertian akuntansi dan bentuk laporan keuangan, harga pokok produksi dan penjualan, analisa break even point.
- Dasar-dasar ekonomi teknik.

### **C. Pengujian yang dilakukan selama praktikum/Tugas studio yang harus dilakukan: TIDAK ADA**

### **D. Rincian Kegiatan Belajar Mengajar**

<b>Tahap</b>	<b>Kegiatan Fasilitator</b>	<b>Kegiatan Mahasiswa</b>	<b>Media dan alat Pengajaran</b>
Pendahuluan	Membahas tugas minggu lalu, memberikan penjelasan tentang konsep manajemen finansial dan ekonomi teknik	Mencatat dan mendengarkan	Papan tulis-kapur & Infokuss
Penyajian	Memberikan penjelasan tentang penerapan/aplikasi konsep manajemen finansial dan ekonomi teknik dan memberikan contoh soal serta pembahasannya	Mencatat dan mendengarkan	Papan tulis-kapur & Infokuss
Penutup	Memberikan latihan soal & pembahasannya, serta memberikan pekerjaan rumah/tugas	Mencatat, mendengarkan, dan mengerjakan latihan soal	Papan tulis-kapur & Infokuss

## **SATUAN ACARA PENGAJARAN (SAP)**

Mata Kuliah : Pengantar Teknik Industri  
Kode Mata Kuliah : TIN 713  
Modul : Ada  
Waktu Pertemuan : Kuliah/Diskusi (2 x 150 menit) ;  
Pertemuan Ke : 11-12  
Jumlah Peserta/Kelas : Maksimal 40 orang

### **A. Tujuan Instruksional**

#### **1. Umum**

Pada akhir pertemuan ini mahasiswa diharapkan mampu memahami menjelaskan konsep Pengendalian kualitas Statistik.

#### **2. Khusus**

Mahasiswa mampu menjelaskan konsep Pengendalian kualitas Statistik.

### **B. Pokok Bahasan**

Definisi, sejarah pengendalian kualitas, konsep dasar, keuntungan, Dristibusi frekuensi, peta kontrol, peta kontrol, sampling penerimaan, grafik karakteristik operasi.

### **C. Pengujian yang dilakukan selama praktikum/Tugas studio yang harus dilakukan: TIDAK ADA**

### **D. Rincian Kegiatan Belajar Mengajar**

<b>Tahap</b>	<b>Kegiatan Fasilitator</b>	<b>Kegiatan Mahasiswa</b>	<b>Media dan alat Pengajaran</b>
Pendahuluan	Membahas tugas minggu lalu, memberikan penjelasan tentang definisi, sejarah pengendalian kualitas, konsep dasar, keuntungan, Dristibusi frekuensi, peta kontrol, peta kontrol, sampling penerimaan, grafik karakteristik operasi	Mencatat dan menden gark an	Papan tulis- kapur & Infokuss
Penyajian	Memberikan penjelasan tentang penerapan/aplikasi definisi, sejarah pengendalian kualitas, konsep dasar, keuntungan, Dristibusi frekuensi, peta kontrol, peta kontrol, sampling penerimaan, grafik karakteristik operasi dan memberikan contoh soal serta pembahasannya	Mencatat dan menden gark an	Papan tulis- kapur & Infokuss
Penutup	Memberikan latihan soal & pembahasannya, serta memberikan pekerjaan rumah/tugas	Mencatat, menden gark an, dan mengerjakan latihan soal	Papan tulis- kapur & Infokuss

## **SATUAN ACARA PENGAJARAN (SAP)**

Mata Kuliah : Pengantar Teknik Industri  
Kode Mata Kuliah : TIN 713  
Modul : Ada  
Waktu Pertemuan : Kuliah/Diskusi (2 x 150 menit) ;  
Pertemuan Ke : 13-14  
Jumlah Peserta/Kelas : Maksimal 40 orang

### **A. Tujuan Instruksional**

#### **1. Umum**

Pada akhir pertemuan ini mahasiswa diharapkan mampu memahami latar belakang pengertian dan fungsi total quality manajemen, konsep mengenai pelanggan TQM dan QFD, pemberdayaan karyawan, kepemimpinan, menyelesaikan konflik dalam perusahaan, perbaikan berkesinambungan dan konsep tepat waktu.

#### **2. Khusus**

Mahasiswa mampu menjelaskan konsep total Quality manajemen.

### **B. Pokok Bahasan**

Latar belakang pengertian dan fungsi total quality manajemen, konsep mengenai pelanggan TQM dan QFD, pemberdayaan karyawan, kepemimpinan, menyelesaikan konflik dalam perusahaan, perbaikan berkesinambungan dan konsep tepat waktu.

### **C. Pengujian yang dilakukan selama praktikum/Tugas studio yang harus dilakukan: TIDAK ADA**

### **D. Rincian Kegiatan Belajar Mengajar**

<b>Tahap</b>	<b>Kegiatan Fasilitator</b>	<b>Kegiatan Mahasiswa</b>	<b>Media dan alat Pengajaran</b>
Pendahuluan	Membahas tugas minggu lalu, memberikan penjelasan tentang konsep total Quality manajemen	Mencatat dan mendengarkan	Papan tulis-kapur & Infokuss
Penyajian	Memberikan penjelasan tentang penerapan/aplikasi konsep total Quality manajemen.	Mencatat dan mendengarkan	Papan tulis-kapur & Infokuss
Penutup	Memberikan latihan soal & pembahasannya, serta memberikan pekerjaan rumah/tugas.	Mencatat, mendengarkan, dan mengerjakan latihan soal	Papan tulis-kapur & Infokuss

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **PENDAHULUAN**

#### **Deskripsi singkat**

Dalam pertemuan ini akan dipelajari bermacam-macam pandangan untuk memperoleh pengetahuan tentang Latar belakang, pengertian dan ruang lingkup teknik industri sehingga dapat membedakan teknik industri dengan disiplin ilmu lainnya. Pengertian dasar ini berguna untuk mengikuti perkuliahan berikutnya tentang konsep perancangan sistem produksi

#### **Mamfaat dan Relevansi**

Dengan mempelajari bab ini mahasiswa akan mendapat gambaran umum mengenai mata kuliah Pengantar Teknik Industri sehingga memahami mamfaat Pengantar Teknik Industri pada dunia nyata.

#### **Tujuan Intruksional Khusus:**

Pada akhir pertemuan ini mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan latar belakang pengertian dan ruang lingkup teknik industri.

#### **Penyajian**

#### **Sejarah, Pengertian Dan Ruang Lingkup Teknik Industri**

##### **1.1 Pendahuluan**

Teknik Industri lahir sejak persoalan produksi. Persoalan produksi muncul pada zaman Pra Yunani kuno, saat manusia menggunakan batu sebagai peralatannya.. Alat-alat yang digunakan mengalami perbaikan secara terus menerus. ini tidak lain hanya untuk meningkatkan produktivitas pada persoalan produksi.

Dalam pendahuluan ini diceritakan tentang Perkembangan ilmu pengetahuan khususnya teknik industri dan pengertiannya serta organisasi-organisasi yang mendukung berdirinya disiplin Teknik Industri. Disini juga dibahas Hubungan



Disiplin Teknik Industri Dengan Disiplin Ilmu Yang Lain. Perkembangan ilmu pengetahuan tidak berlangsung secara mendadak, melainkan terjadi secara bertahap, dimana para ilmuwan memberikan sumbangan menurut kemampuannya. Penemuan-penemuan yang dilakukan oleh manusia tidak terpusat melainkan menyebar dari Babylonia, Mesir, Cina, India, Irak, Yunani hingga ke daratan Eropa Perkembangan ilmu pengetahuan tidak berlangsung secara mendadak, melainkan terjadi secara bertahap, dimana para ilmuwan memberikan sumbangan menurut kemampuannya. Penemuan-penemuan yang dilakukan oleh manusia tidak terpusat melainkan menyebar dari Babylonia, Mesir, Cina, India, Irak, Yunani hingga ke daratan Eropa,

## 1.2. Sejarah Teknik Industri

*Adam Smith (The wealth of nations, 1776)* mengemukakan konsep perancangan proses produksi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan tenaga-tenaga kerja, merupakan pendorong berdirinya disiplin Teknik Industri. Demikian pula *Charles Babbage* sebagai seorang pendahulu dalam pengembangan konsep teknik industri mengemukakan perlunya pembagian kerja untuk meningkatkan produktivitas dalam bukunya *On Economy of Machinery and Manufacturers tahun 1832*.

Pada tahun 1886, *Henry Towne* mengemukakan pentingnya para insinyur memperhatikan unsur profitabilitas dari keputusan yang diambilnya dalam tulisannya *The Engineers as Economist* yang dimuat pada *Transactions of the American Society of Mechanical Engineers*'.

*Frederic W. Taylor* dikenal sebagai bapak Teknik Industri. Pada tahun 1874 *Taylor* bekerja di perusahaan hidraulik menjadi seorang mekanik.. Usaha-usahanya pada perusahaan baja membawa pemikiran apa yang dikenal sebagai '*Scientific Management*' disini bidang engineering harus ikut bertanggung jawab menyangkut perancangan, pengukuran, perencanaan, penjadualan maupun pengendalian kerja. Pada tahun 1881, *Taylor* melakukan studi tentang pemotongan baja selama 25 tahun dan dipublikasikan di *Transaction of The American Society of Mechanical Engineers* pada tahun 1907 yang merupakan paper terpanjang [3].

*Taylor* dalam upaya peningkatan efisiensi kerja difokuskan pada perbaikan metode kerja, mengurangi waktu kerja dan mengembangkan standar kerja. Pada sisi lain, ide *Taylor* mengenai peningkatan efisiensi dan produktivitas

Tokoh Teknik Industri lainnya adalah *Frank B. Gilbreth* yang lahir di Maine Fairfield 7 Juli 1868. Beliau memperkenalkan analisis gerakan yang disebut *Micromotion Studies* pada pertemuan *American Society of Mechanical Engineers (ASME)*. Elemen-elemen gerakan-gerakan dasar yang dikembangkan oleh *Gilbreth* berjumlah 17 gerakan dasar dan dengan elemen-elemen inilah perbaikan-perbaikan dilakukan.

Tokoh lain yang mengembangkan disiplin Teknik Industri adalah *Henry Gantt* yang mengembangkan prosedur penjadualan rencana kerja Tokoh-tokoh yang dianggap berjasa dalam memberi landasan pengembangan Teknik Industri seperti *L.P. Alford, Arthur C. Anderson, W. Edward Deming, Eugene L. Grant, Roberth Hoxie, Joseph Juran, Marvin E. Mundel dan Walter Shewart*.

### 1.3. Pengertian Teknik Industri

Pengertian Teknik Industri menurut *HE (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 principles and method of engineering analysis and design to specify, predict and evaluate the result to be obtained from such system*"

Aktivitas-aktivitas yang bisa digarap oleh disiplin Teknik Industri menurut *American Institute of Industrial Engineering (AIIE)* adalah :

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 rehabilitas.
5. Pengembangan sistem pengendalian ongkos produksi seperti pengendalian budget, analisa biaya dan standard biaya produksi.
6. Penelitian dan pengembangan produk.
7. Desain dan pengembangan sistem pengukuran performans serta standart kerja.
8. Pengembangan dan penerapan sistem pengupahan dan pemberian insentif.
9. Perencanaan dan pengembangan organisasi, prosedur kerja, policy sistem pemrosesan data.
10. Analisis lokasi dengan mempertimbangkan potensi pemasaran, sumber bahan baku, suplai tenaga kerja dll
11. Aktivitas penyelidikan operasional dengan analisa matematika, sistem simulasi, program linear, teori pengambilan keputusan untuk pengambilan keputusan.

### 1.4 Organisasi-Organisasi Teknik Industri

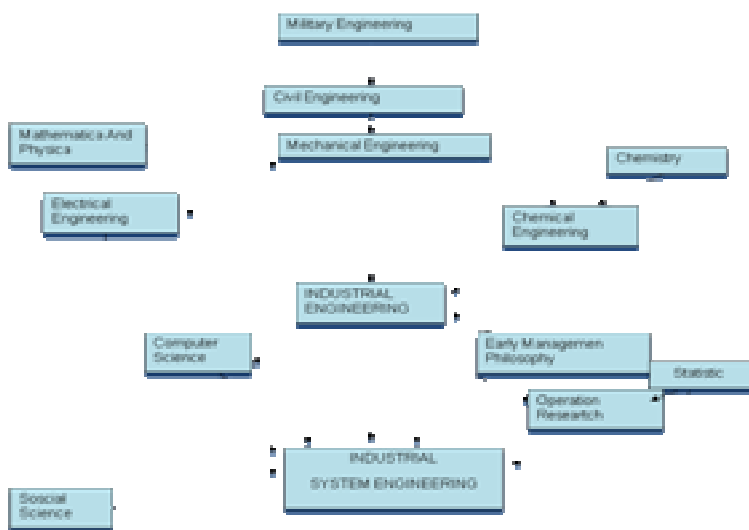
Organisasi-organisasi yang mendukung berdirinya disiplin Teknik Industri antara lain *American Society of Mechanical Engineering (ASME)* di Amerika Serikat..

1. Pada Tahun 1912 berdiri organisasi *The Efficiency Society* maupun *The Society to Promote the Science of Management*
2. Pada tahun 1915 keduanya bergabung menjadi *The Taylor Society*. Organisasi ini pada dasarnya bertujuan untuk mengembangkan konsep-konsep manajemen umum yang diperkenalkan oleh *Frederick Winslow Taylor*.
3. Pada tahun 1917 berdiri *Society Of Industrial Engineers (SIE)* yang mewadahi para spesialis produksi maupun para manajer sebagai bandingan terhadap filosofi manajemen umum yang telah dikembangkan pada *Taylor Society*. *The American Management Association (AMA)* berdiri tahun 1922.

4. Pada tahun 1932 berdiri The Society of Manufacturing Engineer (SME) didirikan di Detroit. *SME* didirikan untuk mengembangkan pengetahuan di bidang teknik manufaktur dan mengaplikasikan sumber daya organisasi untuk riset, menulis, publikasi dan penyebar luasan informasi. Selanjutnya
5. Pada tahun 1936 *The Taylor Society* dan *The Society of Industrial Engineers* bergabung menjadi *The Society for Advancement Management (SAM)*. Setelah beberapa tahun,
6. Pada tahun 1948 berdirilah *The American Society of Industrial Engineers (AIIE)*, jurnal pertama dari AIIE adalah *Journal of Industrial Engineering*.
7. Pada tahun 1981 dengan didukung sekitar 70 negara AIIE berkembang menjadi organisasi internasional dengan nama *Institute of Industrial Engineers (IIE)*. Program studi Teknik Industri yang pertama dibuka.
8. Pada tahun 1908 di Pennsylvania State University. Pendidikan Teknik Industri di Indonesia diperkenalkan oleh Bapak Matthias Aroef .
9. Pada tahun 1958 setelah menyelesaikan studinya di Cornell University. Tahun 1960 ITB membuka sub jurusan Teknik Produksi di Jurusan Teknik Mesin, sebagai embrio berdirinya Teknik Industri.
10. Pada tahun 1971 didirikan Jurusan Teknik Industri yang terpisah dengan Teknik Mesin yang kemudian mengawali pendidikan Teknik Industri di Indonesia. Pada saat ini telah berkembang pendidikan Teknik Industri baik di perguruan tinggi negeri maupun swasta.
11. Tahun 1967 berdiri Persatuan Ahli Teknik Industri (Persati) yang hanya aktif beberapa tahun, kemudian pada tahun 1987 berdirilah Ikatan Sarjana Teknik Industri dan Manajemen Industri Indonesia (ISTMI) sampai saat ini [6].

#### 1.4. Hubungan Disiplin Teknik Industri Dengan Disiplin Ilmu Yang Lain

Disiplin Teknik Industri mempunyai hubungan yang erat dengan disiplin ilmu yang lainnya. Secara skematis hubungan dapat ditunjukkan sebagai berikut:



**Gambar 1.1.** Keterkaitan Disiplin Teknik Industri Dengan Disiplin Lainnya [5, h. 24].

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa ilmu teknik berawal dari Teknik Kemiliteran yang mana dipergunakan untuk kepentingan militer. Aplikasi disiplin non kemiliteran (Teknik Sipil) merupakan disiplin ilmu teknik pertama yang diajarkan di beberapa akademi militer. Tujuan pengajaran adalah untuk meningkatkan efisiensi dalam merancang dan menganalisis jembatan, jalan dan bangunan.

Pada awal abad 19, berdiri Teknik Mesin yang didasari dengan keilmuan fisika dan matematika. Prinsip-prinsip ini diperlukan untuk merancang material dan peralatan seperti pompa dan mesin.

## **Rangkuman**

Dalam bab ini kita telah membahas peranan dan mamfaat Pengantar Teknik Industri dalam dunia nyata dan *keterkaitan disiplin teknik industri dengan disiplin lainnya.*

## **Penutup**

### 1. Test Formatif

Aktivitas-aktivitas apa saja yang bisa digarap oleh disiplin Teknik Industri menurut *American Institute of Industrial Engineering (AIIE)* ?

### 2. Umpan Balik

### 3. Tindak Lanjut

### 4. Kunci Jawaban Test Formatif

## **PENUTUP**

### 1. Tes Formatif

Aktivitas-aktivitas yang bisa digarap oleh disiplin Teknik Industri menurut *American Institute of Industrial Engineering (AIIE)* adalah :

### 2. Umpan Balik

Umpan-balik diberikan oleh dosen atau secara teliti melalui pengajaran terprogram, selalu perlu dibuat diagnosa yang baik tentang kehasilgunaan proses belajar.

### 3. Tindak Lanjut

### 4. Kunci Jawaban

Aktivitas-aktivitas yang bisa digarap oleh disiplin Teknik Industri :

- a. Perencanaan dan pemilihan metode-metode kerja yang efektif dan efisien dalam proses produksi.
- b. Pemilihan dan perancangan dari perkakas kerja serta peralatan yang dibutuhkan dalam proses produksi.
- c. Desain fasilitas pabrik, termasuk perencanaan tata letak fasilitas produksi, peralatan pemindahan bahan dan fasilitas-fasilitas untuk penyimpanan bahan baku atau produk jadi.

- d. Desain dan perbaikan sistem perencanaan dan pengendalian untuk distribusi barang/jasa produksi, pengendalian persediaan, pengendalian kualitas dan reabilitas.
- e. Pengembangan sistem pengendalian ongkos produksi seperti pengendalian budget, analisa biaya dan standard biaya produksi.
- f. Penelitian dan pengembangan produk.
- g. Desain dan pengembangan sistem pengukuran performans serta standart kerja.
- h. Pengembangan dan penerapan sistem pengupahan dan pemberian insentif.
- i. Perencanaan dan pengembangan organisasi, prosedur kerja, policy sistem pemrosesan data.
- j. Analisis lokasi dengan mempertimbangkan potensi pemasaran, sumber bahan baku, suplai tenaga kerja dll
- k. Aktivitas penyelidikan operasional dengan analisa matematika, sistem simulasi, program linear, teori pengambilan keputusan untuk pengambilan keputusan.

#### **DATAR PUSTAKA**

1. Hicks. P.E., 1994, **Industrial Engineering And Management, A New Perspective**, Me. Graw-Hill, INC., New York.
2. Niebel, B., and Freivald, A., 1999, **Method Standart and Work Design**, 4 Th Edition, Me Graw-Hill, New York
3. Tunggal, A.W., 1993, **Manajemen Mutu Terpadu : Suatu Pengantar**, Penertbit Rineka Cipta, Jakarta.
4. Wheatley, M., 1994, **Memahami Teknik Tepat Waktu Yang Sukses**, Megapoin, Jakarta.
5. Wignjosoebroto. S., **Pengantar Teknik Industri**, P.T. Guna Widya, Jakarta.
6. Taroepratjeka. H., 1994, **Peranan Keahlian Teknik Industri Dalam Menyongsong Era Industrialisasi**, Makalah Seminar Nasional, Jur. TMI, FTI, UII, Yogyakarta.
7. Tayyari, F., and Smith, J.L., 1998, **Occupational Ergonomics Principles and Application**, Chapman and Hall.

# **BAB 2**

## **PERANCANGAN SISTEM PRODUKSI**

### **PENDAHULUAN**

#### **Deskripsi Singkat:**

Dalam pertemuan ini akan dipelajari pandangan dalam perancangan sistem produksi, cara perancangan kerja, kegunaan ergonomi dalam sistem produksi. Pengertian ini berguna untuk mengikuti perkuliahan berikutnya tentang perencanaan dan pengawasan produksi.

#### **Mamfaat dan Relevansi**

Dengan mempelajari bab ini mahasiswa akan memahami perancangan sistem produksi yang merupakan dasar dalam perencanaan dan pengawasan produksi.

#### **Tujuan Intruksional Khusus:**

Setelah menyelesaikan mata kuliah ini mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan Perancangan sistem produksi, cara perancangan kerja dan kegunaan ergonomi dalam sistem produksi.

### **PENYAJIAN**

#### **Perancangan Sistem Produksi**

##### **2.1. Pendahuluan**

Pada bagian ini akan dibahas tentang perancangan sistem produksi, proses perancangan produk, pengembangan teknologi serta hubungannya dengan Perancangan analisa kerja, ergonomi dan perancangan sistem kerja. Perancangan sistem produksi diawali dengan merancang produk yang akan diproduksi. Merancang

produk atau desain produk merupakan prasyarat untuk produksi. Hasil keputusan desain produk selanjutnya ditransmisikan ke operasi sebagai spesifikasi produksi, Desain produk merupakan hal yang sangat penting dalam menjaga kelangsungan hidup perusahaan

Pada era globalisasi peran ilmu pengetahuan dan teknologi dalam dunia industri sangat besar. Persaingan yang semakin ketat dalam bidang perdagangan, industri dan pendidikan harus diantisipasi dengan mempersiapkan sumber daya manusia yang unggul dan melakukan inovasi metode rekayasa melalui integrasi dan penggunaan sejumlah elemen teknologi

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

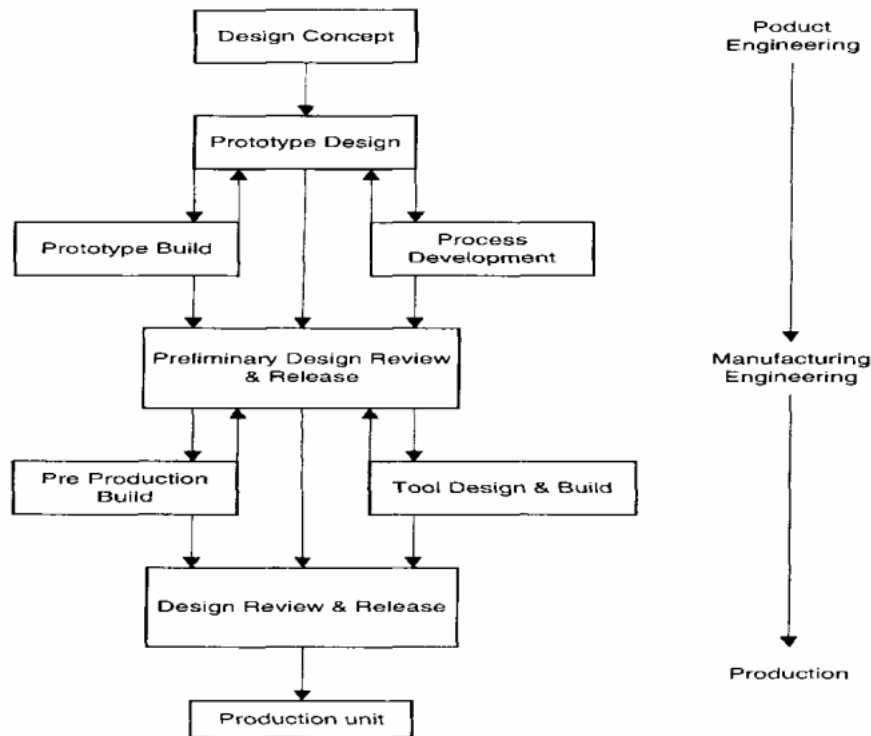
### **3.2. Proses Perancangan**

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

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 penelitian dan pengembangan serta operasi yang agresif, diciptakan produk yang memiliki keunggulan dan keuntungan alami dalam pasar.
3. Antar fungsional. Proses pengembangan produk tidak dapat dilakukan dengan menarik pasar atau mendorong teknologi, melainkan ditentukan oleh usaha antar fungsi yang terkoordinasi, baik itu fungsi pemasaran, operasi, teknik dan fungsi lainnya.

#### **3.2.1. Proses Perancangan Produk**

Kunci pertumbuhan dan kelangsungan hidup perusahaan adalah dengan mengembangkan produk dan perbaikan produk secara terus menerus. Gambar di bawah ini merupakan langkah-langkah di dalam perancangan yang diawali dengan konsep perancangan produk sampai material siap dilakukan produksi.



**Gambar 3.1.** *Interface perancangan manufaktur* [10, h.36]

Pokok-pokok dalam proses perancangan produk dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Konsep perancangan (Rancangan pendahuluan) merupakan tahap awal dari proses produksi yang berkaitan dengan pengembangan ide-ide. Ide-ide untuk mengembangkan suatu produk dapat dikembangkan bila memenuhi beberapa pengujian atau analisis antara lain potensi pasar, kelayakan dari segi keuangan dan kesesuaian operasi. Tujuan melakukan analisis adalah untuk mengidentifikasi ide terbaik.
2. Kemudian dibuat prototipe dan proses pengembangannya. Prototipe merupakan bentuk tiruan yang menyerupai produk akhir.
3. Untuk mengesahkan penampilan (performance) pemasaran dan teknis dilakukan pengujian. Salah satu cara untuk menilai penampilan pasar adalah membuat sejumlah prototipe yang cukup untuk mendukung uji pasar dari produk tersebut, Maksud dari pengujian pasar adalah untuk mengumpulkan data kuantitatif dari tanggapan pelanggan mengenai produk tersebut. Prototipe juga diuji untuk mengetahui penampilan teknis produk yang bersangkutan. Sebagai akibat pengujian prototipe ini sering terjadi perubahan-perubahan rekayasa.
4. Jika pengujian/tinjauan awal terhadap prototipe telah memenuhi syarat, tahap selanjutnya melakukan produksi awal dan perancangan alat termasuk pemasangan peralatan tersebut. Pada tahap ini, sesuai dengan hasil pengujian prototipe, perubahan-perubahan tertentu dapat digabungkan menjadi rancangan akhir. Jika terdapat perubahan produk dapat diuji lebih lanjut untuk memastikan penampilan produk akhir.



5. Setelah semua memenuhi syarat maka perancangan dapat diluncurkan ke bagian produksi. Suatu paket informasi perlu dikembangkan untuk memastikan bahwa produk memungkinkan untuk diproduksi. Isi dari paket informasi ini antara lain mengenai teknologi, data pengendalian kualitas, tata cara pengujian penampilan produk dan sebagainya.

Kendala-kendala perancangan produk tersebut antara lain :

1. Ide-ide yang muncul dalam perancangan produk sangat kurang.
2. Persaingan pasar yang sangat ketat, menuntut produk yang dihasilkan benar-benar berkualitas dan bernilai jual tinggi.
3. Adanya perlindungan terhadap konsumen, baik dari lembaga pemerintah maupun dari masyarakat.
4. Biaya dalam perancangan produk sangat besar, karena produk baru merupakan hasil dari sejumlah besar gagasan yang ada.

### 3.2.2. Pengembangan Teknologi

. Diantara elemen pengembangan teknologi tersebut adalah digital pendukung proses rekayasa dan pengembangan produk seperti Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Manufacturing (CAM), Computer Aided Engineering (CAE), dan sebagainya. Perkembangan aplikasi teknologi CAD/CAM di industri semakin pesat sejalan dengan tuntutan dunia industri pada hardware dan software untuk menghasilkan suatu produk dengan waktu siklus rancangan (design cycle time) yang semakin pendek..

Terdapat tiga dalam perancangan produk sehubungan dengan pengembangan teknologi, yaitu variasi produk, rancangan produk tiruan dan standarisasi.

#### 1. Variasi Produk

Adanya variasi produk memberikan sejumlah keuntungan dan kerugian.

- Keuntungan  
variasi produk adalah kemampuan menawarkan pilihan yang lebih banyak kepada konsumen/pelanggan. variasi produk yang tinggi akan menimbulkan kerugian
- Kerugian antara lain adalah akan menimbulkan biaya yang lebih tinggi, kompleksitas yang lebih besar dan lebih sulit mengkhhususkan peralatan dan tenaga kerja.

#### 2. Rancangan produk tiruan

Cara yang sering dilakukan oleh perusahaan yang membuat desain tiruan adalah

1. Dengan membeli suatu produk yang akan ditiru kemudian membongkarnya untuk melihat cara kerjanya untuk selanjutnya membuat produk tiruan dengan melakukan perbaikan.
2. Yang kedua adalah dengan cara spionase industrial, yaitu disain produk tertentu dicuri atau melalui karyawan yang telah diberhentikan dan kemudian bergabung dengan perusahaan lain atau mendirikan perusahaan sendiri.

Produk-produk tiruan biasanya mempunyai kelebihan dalam kualitas dan aspek pemenuhan pasar.

- Keuntungan dari produk-produk tiruan adalah, bahwa rancangan produk pertama biasanya mempunyai
- Kekurangan dalam hal respon dari konsumen., perusahaan-perusahaan yang mempunyai program pengembangan produk tiruan akan menjadi lebih berhasil dibandingkan dengan perusahaan yang pertama membuat desain produk.

### 3. Standarisasi

Standarisasi merupakan proses penentuan spesifikasi dari suatu produk barang, baik mengenai ukuran, bentuk dan karakteristik-karakteristik lainnya.

Keuntungan-keuntungan Standarisasi antara lain

- Menengurangi macam, tipe dan ukuran-ukuran berbagai bahan baku yang harus dibeli dan berbagai barang yang harus diproduksi. Dengan sedikit macam, tipe dan ukuran akan menghasilkan keuntungan secara ekonomi, yaitu biaya-biaya per unit lebih rendah, berkurangnya peralatan, tenaga kerja dan persiapan produksi yang semuanya akan menurunkan biaya produksi.
- Kelemahan dari standarisasi adalah bahwa standarisasi lebih banyak digunakan oleh perusahaan-perusahaan besar saja.

### 3.3. Perancangan dan Analisis Kerja

Teknik sistematis dalam merancang dan perbaikan metode kerja disebut *Methods Engineering*[28].

- Tujuan dari pada *Methods Engineering* adalah melakukan perbaikan metode kerja disetiap bagian untuk meningkatkan produktivitas kerja.
- Tujuan lain yang cukup realistis pada era sekarang adalah meningkatkan fleksibilitas sistem kerja, mampu beradaptasi dengan pasar dan mempunyai kemampuan berkembang untuk meningkatkan kepuasan pelanggan.
- Faktor teknologi menjadi faktor yang cukup berperan. *Methods Engineering* menyangkut dua hal yaitu *Method Study* (studi metode) dan *Work Measurement* (pengukuran kerja)

Pada tahap awal dari *Methods Engineering* adalah menentukan estimasi waktu yang akan dikerjakan oleh pekerja dalam menjalankan tugas pada sebuah stasiun kerja.

Tujuan pokok yang diharapkan dari studi metode kerja adalah :

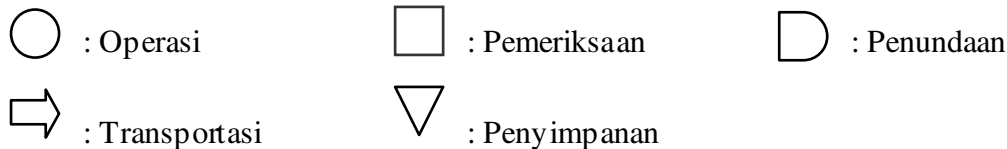
1. Perbaikan proses, prosedur dan tata cara pelaksanaan penyelesaian pekerjaan/kegiatan
2. Perbaikan dan penghematan penggunaan material tenaga mesin/fasilitas kerja serta tenaga kerja manusia.
3. Pendayagunaan usaha manusia dan pengurangan kelelahan yang tidak perlu.
4. Perbaikan tata ruang kerja yang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

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

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

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

- Peta kerja merupakan suatu alat yang menggambarkan kegiatan kerja secara sistematis dan jelas. Dengan peta-peta ini kita bisa melihat semua langkah atau kejadian yang dialami oleh suatu benda kerja dari mulai masuk proses sampai menjadi produk, kemudian menggambarkan semua langkah yang dialaminya.
- Simbol-simbol yang digunakan pada peta-peta kerja antara lain :



Operation process chart/peta proses operasi telah digunakan sejak lama untuk menampilkan operasi, inspeksi dan urutan-urutan kerja untuk memproduksi produk. Kegunaan dari peta proses operasi adalah [28]:

1. Untuk mengetahui kebutuhan mesin dan penganggarnya.
2. Untuk memperkirakan kebutuhan akan 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.

Langkah selanjutnya adalah melakukan analisis tiap-tiap komponen atau assembly dari total produk dengan lebih terperinci.

- Analisis untuk peta proses operasi dibatasi hanya untuk operasi dan inspeksi. Informasi-informasi yang diperlukan dapat diperoleh melalui flow process chart/peta aliran proses.
- Peta aliran proses merupakan suatu diagram yang menunjukkan urutan-urutan dari operasi, pemeriksaan, transportasi, menunggu dan penyimpanan yang terjadi selama proses berlangsung. Kegunaan peta aliran proses dapat diuraikan sebagai berikut [28]:
  1. Untuk mengetahui aliran bahan mulai masuk proses sampai aktivitas berakhir.
  2. Untuk mengetahui jumlah kegiatan yang dialami bahan selama proses berlangsung.
  3. Sebagai alat untuk melakukan perbaikan proses atau metode kerja.
  4. Memberikan informasi masalah waktu penyelesaian suatu proses.

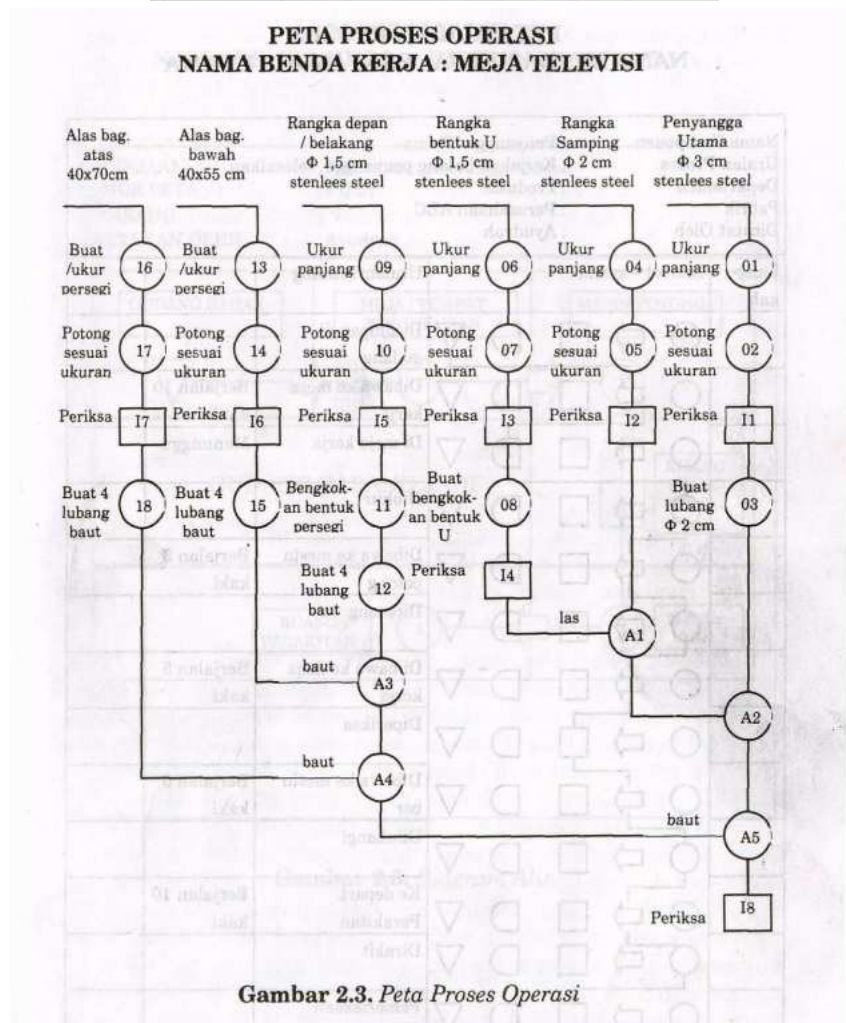
Untuk mengetahui gambar dari arah aliran secara detail dapat ditunjukkan dengan flow diagram/diagram alir.

- 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.

Contoh peta proses operasi, peta aliran proses, serta diagram alir dari suatu operasi kerja yaitu pembuatan meja televisi.



Gambar 2.2. Benda kerja meja televisi

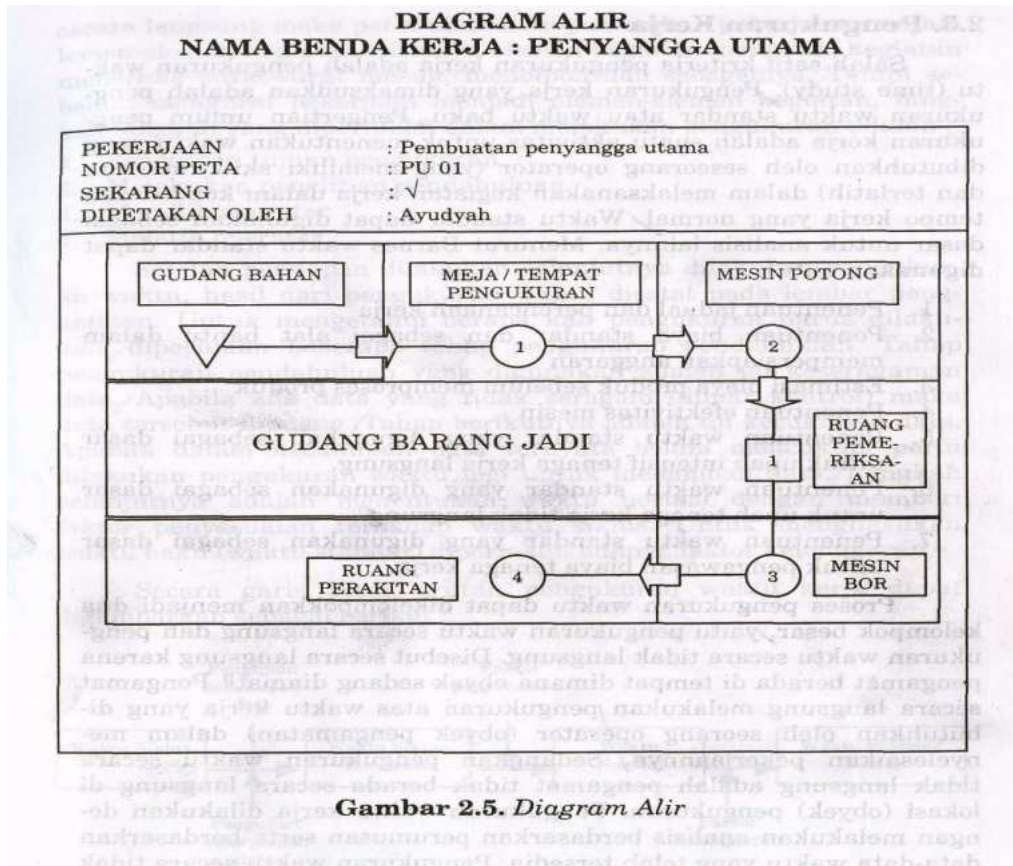


**PETA ALIRAN PROSES**  
**NAMA BENDA KERJA : PENYANGGA UTAMA**

Nama Komponen : Penyangga Utama Uraian Proses : Kerjakan batang penyangga, selesaikan Departemen : Produksi Pabrik : Perusahaan ABC Dicatat Oleh : Ayudyah				
Lang- kah	Simbol – symbol	Uraian Tentang		
	○ → □ D ▽	Di simpan di gudang		
	○ → □ D ▽	Dibawa ke meja kerja	Berjalan 10 kaki	
	○ → □ D ▽	Di meja kerja	Menunggu	
	○ → □ D ▽	Diukur		
	○ → □ D ▽	Dibawa ke mesin potong	Berjalan 5 kaki	
	○ → □ D ▽	Dipotong		
	○ → □ D ▽	Di bawa ke meja kerja	Berjalan 5 kaki	
	○ → □ D ▽	Diperiksa		
	○ → □ D ▽	Dibawa ke mesin bor	Berjalan 5 kaki	
	○ → □ D ▽	Dilubangi		
	○ → □ D ▽	Ke depart. Perakitan	Berjalan 10 kaki	
	○ → □ D ▽	Dirakit		
	○ → □ D ▽	Pemeriksaan		

**Gambar 2.4. Peta Aliran Proses**





### 3.3.1 Pengukuran Kerja

Pengukuran kerja adalah pengukuran waktu (time study). Pengukuran kerja adalah pengukuran waktu standar atau waktu baku. .Pengertian umum pengukuran kerja adalah suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seseorang operator (yang memiliki skill rata-rata dan terlatih) dalam melaksanakan kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja yang normal/Waktu standar dapat digunakan sebagai dasar untuk analisis lainnya. Menurut Barnes waktu standar dapat digunakan untuk :

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

Proses pengukuran waktu dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu

1. pengukuran waktu secara langsung dan
2. pengukuran waktu secara tidak langsung,

Pengukuran waktu secara tidak langsung dapat dilakukan dengan menggunakan data waktu baku dan dengan menggunakan data waktu gerakan seperti

1. The Work Factor System,
2. Method Time Measurement,
3. Basic Motion Time Study,
4. Maynard Operation Sequence Technique dan sebagainya.

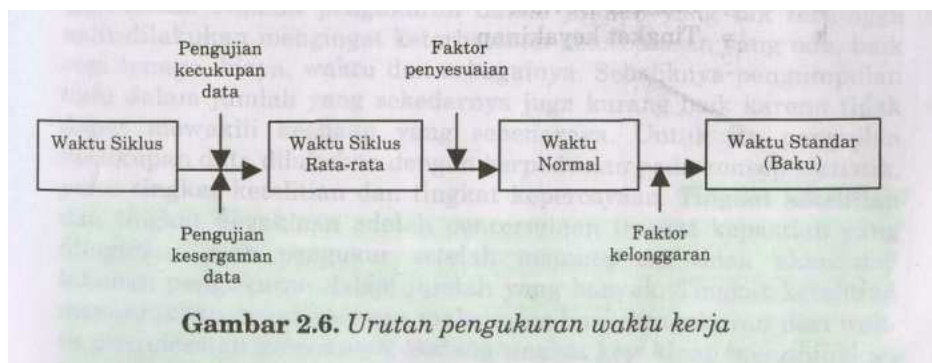
Langkah-langkah yang diperlukan dalam melakukan pengukuran adalah :

1. Penetapan tujuan pengukuran
2. Melakukan penelitian pendahuluan
3. Memilih operator
4. Melatih operator

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

- Tahap pengukuran pendahuluan yang digunakan adalah uji keseragaman data, Apabila ada data yang tidak seragam (di luar kontrol) maka data tersebut dibuang.
- Tahap berikutnya adalah uji kecukupan data. Apabila dalam kecukupan data ternyata belum mencukupi perlu dilakukan pengukuran waktu lagi untuk menambah data.
- Langkah selanjutnya adalah menentukan waktu normal dengan memberi faktor penyesuaian terhadap waktu siklus. Untuk menghasilkan waktu baku (waktu standar) diperlukan adanya faktor kelonggaran.

Secara garis besar urutan pengukuran waktu kerja dapat digambarkan sebagai berikut:



### 3.3.2. Pengujian Data

. Kegiatan pengujian dimulai dari analisis atas konsistensi kerja operator sampai dengan analisis atas jumlah data yang seharusnya dikumpulkan. Untuk memastikan bahwa data yang terkumpul berasal dari sistem yang sama maka dilakukan pengujian terhadap keseragaman data.

Adapun rumus yang di-gunakan dalam pengujian keseragaman data adalah sebagai berikut:

Keseragaman Data

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

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

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

Dimana :

UCL = Upper Control Limit/Batas kontrol atas

LCL = Lower Control Limit/Batas kontrol bawah

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

$\sigma$  = Standar Deviasi

k = Tingkat keyakinan

Contoh : 2.1

Suatu pengukuran elemen kerja dilakukan sebanyak 20 kali dengan menggunakan Stop Watch, jika batas kontrol  $\pm 3$ . Tentukan apakah data seragam atau tidak.

Pengamatan (menit)																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7	6	8	8	5	8	7	7	6	8	6	9	8	9	6	8	5	5	9	6

$$\bar{X} = 7,05$$

$$\sum (X - \bar{X})^2 = 34,95$$

$$\sigma = 1,3563$$

$$UCL = 7,05 + 3.1,3563 = 11,1189$$

$$LCL = 7,05 - 3.1,3563 = 2,9811$$



Semua data masuk dalam range antara UCL dan LCL, maka data dikatakan seragam.

Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Sedang tingkat keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan pengukur akan ketelitian data waktu yang telah diamati dan dikumpulkan. Pengaruh tingkat ketelitian dan keyakinan adalah bahwa semakin tinggi tingkat ketelitian dan semakin besar tingkat keyakinan, semakin banyak pengukuran yang diperlukan.

Test kecukupan data dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Dimana :

- k = Tingkat keyakinan
- s = Derajat ketelitian
- N = Jumlah data pengamatan
- N' = Jumlah data reoritis

Jika  $N' < N$ , maka dianggap cukup, jika  $N' > N$  data tidak cukup perlu dilakukan pengamatan tambahan

### Contoh 2.2

Sama dengan cobtoh 2.1 bala tingkat keyakinan 95 % dan derajat kebebasan 10 %, apakah jumlah pengamatan sudah cukup.

Pengamatan (menit)																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7	6	8	8	5	8	7	7	6	8	6	9	8	9	6	8	5	5	9	6

$$\sum X = 141$$

$$(\sum X)^2 = 19881$$

$$\sum X^2 = 1021$$

$$k = 95 \% = 2$$

$$s = 10\%$$

$$N' = \left( \frac{2/0.1 \sqrt{20 \times 1021 - 19881}}{141} \right)^2 = 14.06$$

Karena  $N' < N$  Maka jumlah pengamatan telah cukup

## Penyesuaian dan Kelonggaran

Pemberian penyesuaian dapat dilakukan dengan mengalikan waktu siklus rata-rata dengan faktor penyesuaian ( $p$ ). Tiga kondisi faktor penyesuaian yaitu operator dalam kondisi normal ( $p=1$ ), operator diatas normal ( $p>1$ ), kondisi ini jika operator dalam bekerja dinilai terlalu cepat, dan operator dalam kondisi dibawah normal ( $p<1$ ), kondisi ini operator dinilai terlalu lambat. Metode-metode untuk menentukan penyesuaian antara lain [19]:

1. The Westing House System : Sistem ini merupakan sistem yang cukup lama dan sering digunakan dalam sistem rating. Sistem ini dikembangkan oleh Westing House Electric Corporation dengan mempertimbangkan empat faktor antara lain ketrampilan, usaha, kondisi dan konsistensi.
2. Synthetic Rating : Rating ini dikembangkan oleh Morrow. Synthetic Rating mengevaluasi kecepatan operator dari nilai waktu gerakan yang sudah ditetapkan terlebih dahulu.
3. Speed Rating/Performance Rating : Sistem ini mengevaluasi performansi dengan mempertimbangkan tingkat ketrampilan per satuan waktu saja.
4. Objective Rating : Metode ini dikembangkan oleh Munder dan Danner. Metode ini tidak hanya menentukan kecepatan akti-vitas, tetapi juga meiup timbangkan tingkat kesulitan pekerjaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kerumitan kerja adalah : jumlah anggota badan yang digunakan, pedal kaki, penggunaan kedua tangan, koordinasi mata dengan tangan, penanganan dan bobot.

Kelonggaran pada dasarnya adalah suatu faktor koreksi yang harus diberikan kepada waktu kerja operator, karena dalam pekerjaannya operator seringkali terganggu oleh hal-hal yang tidak diinginkan namun bersifat alamiah.. Secara umum kelonggaran dapat dibagi menjadi tiga,

1. Kelonggaran kebutuhan pribadi biasanya bersifat alamiah dan manusiawi. Seperti misalnya minum untuk menghilangkan rasa haus, pergi ke kamar kecil, bercakap-cakap dengan sesama rekan kerja dan kebutuhan pribadi lainnya..
2. Kelonggaran untuk menghilangkan kelelahan. Kelelahan yang berlangsung terus menerus tanpa diimbangi dengan istirahat yang cukup akan berakibat menurunnya hasil produksi baik jumlah maupun kualitas.
3. Kelonggaran yang ketiga diberikan jika terjadi hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan, seperti misalnya menerima perintah kerja dari atasan, listrik padam, peralatan rusak, menerima telepon dan sebagainya.

### 3.3.3. Waktu Baku

Adanya penyesuaian dan kelonggaran ini, maka untuk menghitung waktu baku dapat menggunakan formula sebagai berikut:

$$WB = [ W \text{ siklus} \times RF ] \times \frac{100}{100 - All}$$

Dengan :

- WB = Waktu baku
- RF = Performance Rating/rating Factor
- All = Kelonggaran (Allowance)

**Contoh : 2.3**

Suatu pekerjaan yang terdiri dari empat elemen kegiatan dengan setiap elemen kegiatan dilakukan 10 kali pengamatan seperti pada tabel berikut. Apabila kelonggaran adalah 15% tentukan waktu standar.

Diskripsi elemen kegiatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ΣX	X̄	RF	WN
	1 Mengambil kotak	0,06	0,08	0,07	0,05	0,07	0,06	0,08	0,08	0,07				
	0,06	0,58	1,15	1,65	2,19	2,77	3,32	3,88	4,47	5,01				
2 Memasukkan barang	0,15	0,17	0,14	0,14	0,16	0,15	0,17	0,15	0,14	0,16	1,53	0,15	0,9	0,13
	0,21	0,75	1,29	1,79	2,35	2,92	3,49	4,03	4,61	5,17				
3 Menutup kotak	0,21	0,23	0,22	0,21	0,25	0,24	0,23	0,26	0,22	0,22	2,29	0,23	1,05	0,24
	0,42	0,98	1,51	2,00	2,60	3,16	3,72	4,29	4,83	5,39				
4 Meletakkan hasil	0,08	0,10	0,09	0,12	0,11	0,08	0,08	0,11	0,12	0,08	0,97	0,09	0,95	0,08
	0,50	1,08	1,60	2,12	2,71	3,24	3,80	4,40	4,95	5,47				
Waktu Normal :											0,52 menit/unit			
Waktu baku (WB) = $0,52 \times \frac{100}{100 - 15} = 0,61 \text{ menit/unit}$														

Penentuan waktu baku dengan cara sampling adalah melakukan pengamatan dengan mengamati apakah tenaga kerja dalam kondisi bekerja atau dalam kondisi menganggur. Pengamatan tidak dilakukan secara terus-menerus melainkan hanya sesaat-sesaat pada waktu-waktu yang ditentukan secara random.. misal, kunjungan dilakukan sebanyak 100 kali dengan waktu pengamatan secara acak dan 90 kali pengamatan tenaga kerja dalam kondisi sibuk/bekerja maka prosentase tenaga kerja dalam kondisi sibuk adalah  $90/100 = 0,9$ . Tenaga kerja dalam kondisi idle/menganggur adalah  $10/100 = 0,1$ . Rumus yang digunakan untuk sampling kerja adalah sebagai berikut:

1. Kecukupan Data

$$SP = k \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}}$$

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

Dengan :

- S = Derajat ketelitian
- p = Prosentase sibuk/produktif
- k = Tingkat keyakinan
- N = Ukuran sampel

2. Keceragaman Data

Batas kontrol untuk p

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

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

Dengan :

- UCL = Upper Control Limit / Batas kontrol atas
- LCL = Lower Control Limit / Batas kontrol bawah

p = Prosentase sibuk/idle  
k = Tingkat keyakinan

### 3. Waktu Baku

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

$$\text{Waktu Baku} = \text{Waktu Normal} \times \frac{100}{100 - \text{Kelonggaran (All)}}$$

#### Contoh : 2.4

Suatu pengamatan sampling kerja dilakukan selama 10 hari kerja dengan waktu pengamatan setiap hari kerja adalah 6 jam. Ukuran sampel adalah 50 setiap kali pengamatan, seperti pada tabel berikut. Tentukan kecukupan dan keseragaman data.

Tgl pengamatan	1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1	7/1	8/1	9/1	10/1
Kondisi Idle	5	6	8	10	7	3	4	5	6	4
Prosentase kerja	0,9	0,88	0,84	0,8	0,86	0,94	0,92	0,9	0,88	0,92

Jika tingkat keyakinan 99 % dan derajat ketelitian 5%, Prosentase idle = 0,116, prosentase kerja (p) = 1- 0,116 = 0,884

$$k = 99\% = 3 \quad N = 500$$

$$S = 0,05 \quad n = 50$$

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

$$UCL = 0,884 + 3 \sqrt{\frac{0,884(1 - 0,884)}{50}} = 1,019$$

$$LCL = 0,884 - 3 \sqrt{\frac{0,884(1 - 0,884)}{50}} = 0,748$$

Nilai prosentase kerja semuanya masuk dalam range UCL dan LCL, maka data seragam.

#### Contoh : 2.5

Seorang pekerja kantor post bekerja delapan 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 se-banyak 2345 surat, maka tentukan waktu standar dengan asumsi rating factor adalah 115% dan kelonggaran 20%.

$$\text{Waktu Normal (Wn)} = \frac{480 \text{ menit} \times 0,85 \times 1,15}{2345} = 0,2 \text{ menit/unit}$$

$$\text{Waktu baku (Wb)} = 0,2 (100/80) = 0,25 \text{ menit/unit}$$

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

Jadi pekerja mampu menyeleksi surat sebanyak 4 surat setiap menit

### 3.4. Ergonomi

Ergonomi mempelajari interaksi antara manusia dengan obyek yang digunakannya dan terhadap lingkungan tempat manusia bekerja. Me. *Cormik dan Sanders* mengemukakan salah satu bagian dari aplikasi human factor (ergonomi) adalah human error, kecelakaan dan keselamatan kerja [15]. Pendekatan ini menganut

Prinsip "Human Centered Design atau Fit The Job to The Man" dimana manusia sebagai pusat sistem. Karena manusia sebagai pusat sistem maka semua perancangan sistem kerja diarahkan pada perancangan yang sesuai dengan manusia itu sendiri.

Dalam suatu penelitian, kesalahan kerja ternyata bukan hanya diakibatkan oleh mempunyai peran yang cukup besar dalam menentukan keberhasilan sistem kerja.

#### 3.4.1. Perancangan Sistem Manusia Mesin

Perancangan sistem yang melibatkan manusia dan mesin -mesin secara tradisional masih memfokuskan perancangannya pada hardwarenya saja atau mesin-mesinnya, tanpa mempertimbangkan unsur manusia sebagai operator mesin tersebut.

#### 3.4.2. Sistem Kontrol / Pengendali

Sistem kontrol bisa dihubungkan dengan permesinan, peneu-matik, hidraulik atau sistem elektrik.

Berikut adalah contoh dari beberapa control / pengendali:

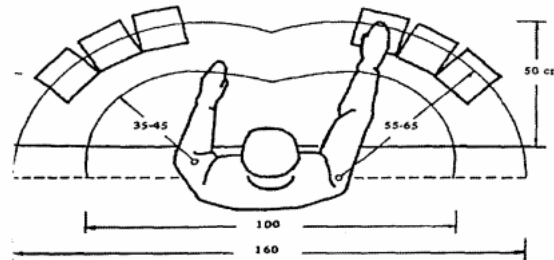
1. Sistem tombol tekan (touch finger). Tombol ini tidak memerlukan ruangan yang besar, dapat dibedakan dengan menggunakan tan-da-tanda berwarna dan permukaan harus sedikit cembung yang berdiameter cukup besar bagi ujung jari untuk memijat tombol.
2. Sistem saklar towel, (gripping finger). Tombol ini mempunyai kecermatan tinggi. Secara ideal hanya mempunyai 2 posisi (of dan on).
3. Sistem tombol putar (knob). Ada banyak bentuknya : bulat, balok, runcing, kombinasi antara tombol dan engkol atau beberapa tombol satu di atas yang lain dan sebagainya.
4. Sistem engkol. Sistem engkol cocok untuk gerakan pentahapan atau kontinyu yang meliputi jangkauan yang lebar.
5. Sistem roda tangan (wheel hand). Sistem ini diperuntukkan untuk peralatan yang membutuhkan kekuatan besar.
6. Sistem pedal. Digunakan untuk peralatan yang memerlukan tekanan kuat pada posisi bawah.

#### 3.4.3. Ergonomi Untuk Perancangan Tempat Kerja

Aspek-aspek ergonomi dalam suatu proses rancang bangun fasilitas kerja adalah merupakan suatu faktor penting dalam me-nunjang peningkatan pekerjaan.. Kepuasan tersebut dapat berupa kenyamanan maupun kesehatan yang ditinjau dari sudut pandang ilmu anatomi, fisiologi, psikologi, kesehatan dan keselamatan kerja serta dari sudut perancangan. Dalam usaha untuk mendapatkan suatu perancangan yang optimum dari suatu ruang dan fasilitas akomodasi maka hal-hal yang harus

diperhatikan adalah faktor seperti panjang dari suatu dimensi tubuh manusia baik dalam posisi statis dan dinamis (anthropometri statis dan anthropometri dinamis).

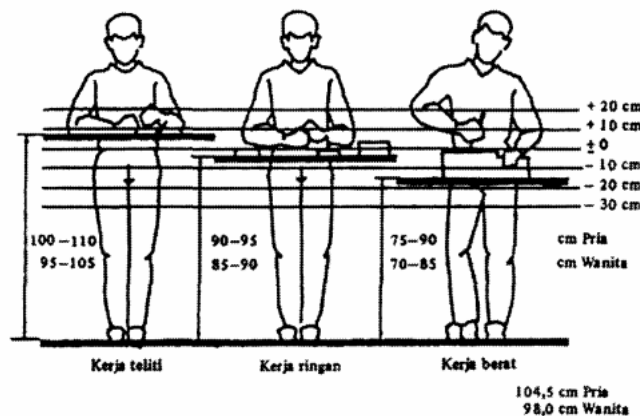
Terdapat dua aspek yang perlu diperhatikan dalam perancangan tempat kerja yaitu, yang pertama adalah daerah kerja horizontal pada sebuah meja kerja dan yang kedua adalah ketinggiannya di atas lantai.. Batasan-batasan daerah kerja ini dapat ditunjukkan oleh gambar-gambar di bawah ini:



Gambar 2.10. Batasan - batasan Daerah Kerja [25, h.69]

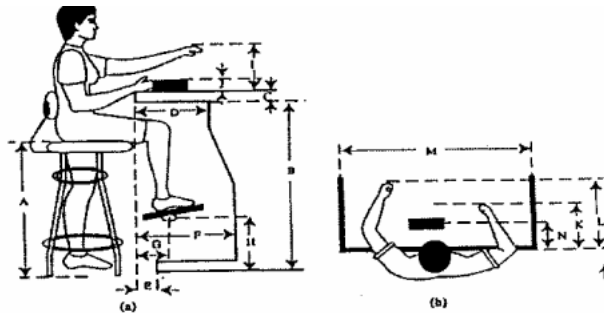
Aspek yang kedua, yaitu tinggi tempat kerja. Ketinggian tempat kerja sangat penting untuk disesuaikan dikarenakan apabila perancangan meja kerja yang dirancang terlalu tinggi maka bagi yang menggunakan akan sering mengangkat bahunya dalam melakukan pekerjaan.

Masalah perancangan ketinggian tempat kerja dapat timbul jika terdapat populasi campuran yang terdiri dari pria dan wanita. Penelitian yang pernah dilakukan memberikan petunjuk bahwa ketinggian tempat kerja yang diijinkan untuk pekerjaan yang dilakukan dengan berdiri adalah sekitar 5-10 cm dibawah siku atau apabila diukur dari lantai sampai permukaan siku bagian bawah sekitar 105 cm untuk bekerja laki-laki dan 98 cm untuk pekerja perempuan dan ini tergantung dari jenis pekerjaannya. Untuk tempat kerja yang dekat dengan operator, tinggi bangku dapat dibuat dengan ekstra tinggi yang sesuai. Bangku yang lebih rendah adalah untuk pekerjaan yang berat. Bangku yang standart didasarkan pada panjang siku pada umumnya. Secara lengkap dan jelas perancangan ketinggian permukaan tempat kerja dapat dilihat pada gambar berikut:



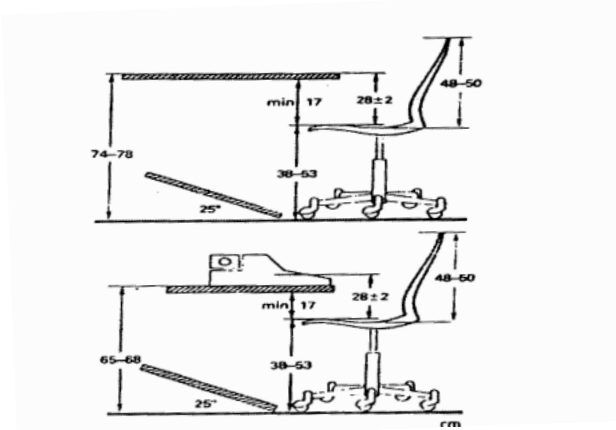
Gambar 2.11. Tinggi Meja Yang Diiijinkan Untuk Kerja Berdiri[8, h.42]

Ukuran yang biasanya ada dalam data anthropometri yang digunakan sebagai dasar perancangan adalah jarak vertikal dari titik terendah dari tekukan siku sampai permukaan untuk duduk yang horisontal. Pada kursi tinggi ini diperlukan pula sandaran kaki yang dapat disetel. Gambar di bawah ini memperlihatkan sebuah rancangan kursi untuk kerja sambil berdiri.



Gambar 2.12 Perancangan kursi untuk kerja sambil berdiri. [31, h.148]

Perancangan tempat kerja untuk pekerjaan duduk lebih sulit, karena dalam perancangan ini selain harus memperhitungkan tinggi jangkauan (meja) kerja juga interaksinya dengan tinggi tempat duduk. Untuk menjamin cukup ruang bagi lutut orang dewasa (besar) maka direkomendasikan mengambil persentil 95 dari ukuran-ukuran telapak kaki sampai puncak lutut dan menambahkan dengan kelonggaran-kelonggaran. Berikut di bawah ini contoh perancangan tempat kerja untuk pekerjaan duduk :



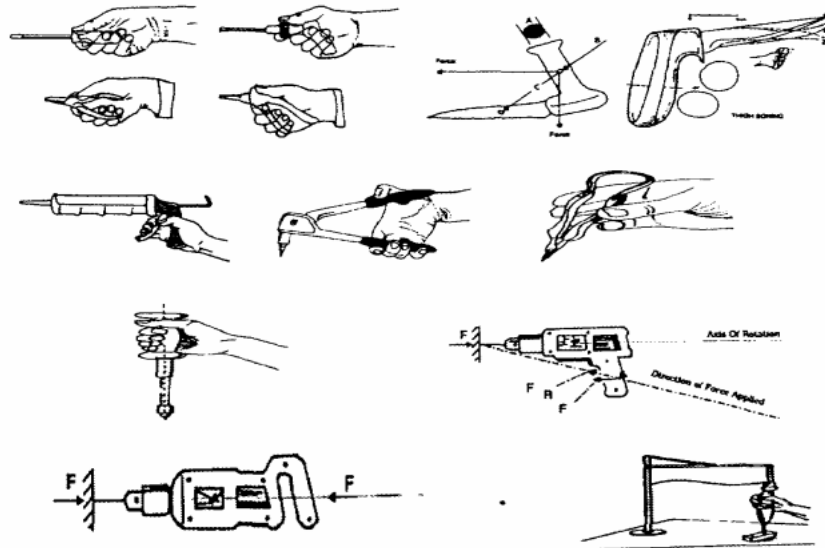
Gambar 2.13. Rekomendasi perancangan tempat kerja untuk pekerjaan duduk [8, h.62].

### 3.4.4. Perancangan Perkakas Kerja

Kekuatan genggam ditentukan oleh ukuran handel dengan lebar genggaman. Pada kemampuan putar handel seperti merancang obeng (screwdriver) perlu adanya kekasaran permukaan handel jika permukaan berbentuk silinder. Akan tetapi permukaan yang terlalu kasar akan dapat merusak permukaan kulit tangan. sudut 70° relatif terhadap sumbu tangan. Bila sumbu handel adalah paralel (sejajar) terhadap sumbu perkakas kerja misalnya pada obeng, pisau dan sebagainya maka sering ditemukan melakukan pekerjaan tersebut dengan membengkokan pergelangan tangan

dan akan berakibat terjadinya rasa nyeri terhadap otot, tendon dan jaringan otot lainnya yang disebabkan oleh pekerjaan yang berulang-ulang.

Berikut ini ditunjukkan berbagai macam alternatif perancangan produk untuk perkakas kerja.



**Gambar 2.14.** Beberapa contoh perancangan produk untuk perkakas kerja [21, h.203-205]

### 3.4.5. Kondisi Lingkungan Kerja

Faktor lain yang perlu diperhatikan dalam usaha untuk mendapatkan perancangan tempat kerja yang optimum adalah lingkungan kerja. Lingkungan kerja yang terlalu dingin dan terlalu panas juga berakibat jelek terhadap kesehatan tubuh dan juga tingkat produktivitas makin rendah. Manusia akan mampu melaksanakan kegiatannya dengan baik, sehingga dicapai suatu hasil yang optimal apabila ditunjang oleh suatu kondisi lingkungan yang baik.

#### 1. Temperatur

Temperatur tubuh manusia selalu tetap, dan pada bagian-bagian vital seperti pada mulut, di dalam perut, jantung dan otak, temperatur berkisar antara 37 derajat Celcius. Temperatur pada bagian - bagian tersebut dinamakan core temperature atau temperatur inti. Sedang pada bagian-bagian seperti otot, tangan, kaki dan bagian kulit dinamakan shell temperature, yang besarnya bervariasi. Bervariasi dalam arti dapat menyesuaikan diri dari perubahan temperatur sekelilingnya.

#### 2. Kelembaban

Kelembaban mempunyai arti banyaknya air yang terkandung dalam udara. Temperatur, kelembaban, kecepatan bergerak udara dan radiasi panas dari udara secara bersama-sama akan mempengaruhi keadaan tubuh manusia pada saat menerima atau melepaskan kalor dari tubuhnya. Sutasalaksana menyatakan



bahwa suatu keadaan dimana temperatur udara sangat panas dan kelembabannya tinggi, akan menimbulkan pengurangan panas dari tubuh secara besar-besaran, karena sistem penguapan, dan pengaruh lain ialah makin cepatnya denyut jantung karena makin aktifnya peredaran darah untuk memenuhi kebutuhan oksigen.. [28]

### 3. Sirkulasi udara

Faktor sirkulasi udara sangat penting dalam pembentukan lingkungan kerja yang baik. Sirkulasi udara yang baik menjamin udara di sekitar tempat kerja tetap sehat dalam arti cukup mengandung oksigen dan bebas dari zat-zat yang dapat mengganggu kesehatan.

### 4. Pencahayaan

Untuk mengerjakan suatu pekerjaan yang memerlukan ke-telitian, maka dibutuhkan sistem pencahayaan yang baik. Be-berapa hal yang dapat mempengaruhi kemampuan mata manusia untuk dapat melihat obyek dengan jelas adalah besar kecilnya obyek, derajat kontras antara obyek dengan sekelilingnya, lumi-nensi (brightness) dan lamanya melihat.

### 5. Kebisingan.

Kebisingan dapat diartikan sebagai bunyi-bunyian yang tidak di-kehendaki oleh telinga kita, karena dapat mengganggu ketenang-an bekerja, merusak pendengaran dan dapat menimbulkan salah komunikasi. Tingkat gangguan tersebut ditentukan oleh tiga as-pek yaitu lama kebisingan, intensitas kebisingan dan frekuensi-nya.. Frekwensi dinyatakan dalam jumlah getaran per detik atau Hertz (hz).

## PENUTUP

### 1. Tes Formatif

- Ada berapa sibol atau lambang dalam pembuatan peta-peta kerja
- Ada Berapa faktor yang mempengaruhi terbentuknya lingkungan kerja
- Proses pengukuran waktu dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu

### 2. Umpan Balik

Umpan-balik diberikan oleh dosen atau secara teliti melalui pengajaran terprogram, selalu perlu dibuat diagnosa yang baik tentang kehasilgunaan proses belajar.

### 3. Tindak Lanjut

### 4. Kunci Jawaban

- Ada lima simbol



Operasi



Inspeksi



Delay



Transportasi



Penyimpanan

e. Lima faktor

- . Temperatur
- . Kelembaban
- . Sirkulasi udara
- . Pencahayaan
- . Kebisingan

f. Ada 2

- pengukuran waktu secara langsung dan
- pengukuran waktu secara tidak langsung

**Datar Pustaka**

1. Alwi, S., 1989, **Alat-alat Analisis dalam Pembelian**, Andi Offset, Yogyakarta.
2. Apple, J. M., 1963, **Plant Layout and Material Handling**, The Ronald Press Company, New York.
3. Barnes, R.M., 1968, **Motion And Time Study, Design and Measurement of Work**, John Wiley & Sons, INC, New York. Blank. L. T., 1989, Tarquin, A. J., **Engineering Economy**, McGraw-Hill Book Company, New York.
4. Dimiyati, T. T., 1994, **Operations Research, Model-model Pengambilan Keputusan**, Sinar Baru Algensindo, Bandung. Gibson, Ivancevich dan Donnely, 1984, **Organisasi dan Manajemen**, Erlangga, Jakarta.
5. Nurbahagia .S., 1994, **Strategi Pengembangan Pendidikan Teknik Industri Dalam menghadapi Era Industrialisasi Suatu Pengantar**, Makalah Seminar Nasional, Jur. TMI, FTI, UII, Yogyakarta. [21]
6. Nurmianto, E., 1996, **Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya**, P.T. Guna Widya, Jakarta. [22]
7. Purnomo, H., 1999, **Evaluasi Perancangan Tempat Kerja Karyawan Bagian Counter Yang Ergonomis Pada Bank-Bank Di Daerah Istimewa Yogyakarta**, Laporan Penelitian,
8. UII, Yogyakarta. [23]
9. Purnomo, H., 1999, **Perencanaan Tata Letak Pabrik**,b DIKTAT Kuliah, TMI, FTI, UII, Yogyakarta
10. Sastrowinoto, S., 1985, **Meningkatkan Produktivitas Dengan Ergonomi**, PT Pustaka Binaman Pressindo [26]

*This page is intentionally left blank*

# **BAB 3**

## **PENGAWASAN DAN PERENCANAAN OPERASI**

### **PENDAHULUAN**

#### **Deskripsi Singkat:**

Dalam pertemuan ini akan dipelajari pengertian perencanaan pengawasan produksi, cara membuat peramalan dan gunanya dalam perencanaan dan menjelaskan cara melaksanakan perencanaan dan pengawasan operasi. Pengertian ini berguna untuk mengikuti perkuliahan berikutnya tentang perencanaan dan perancangan fasilitas.

#### **Mamfaat dan Relevansi**

Dengan mempelajari bab ini mahasiswa akan memahami Perencanaan dan pengawasan produksi yang merupakan dasar dalam perencanaan dan perancangan fasilitas.

#### **Tujuan Intruksional Khusus:**

Setelah menyelesaikan mata kuliah ini mahasiswa diharapkan mapu menjelaskan Perencanaan dan pengawasan produksi.

### **PENYAJIAN**

#### **Pengawasan dan Perencanaan Operasi**

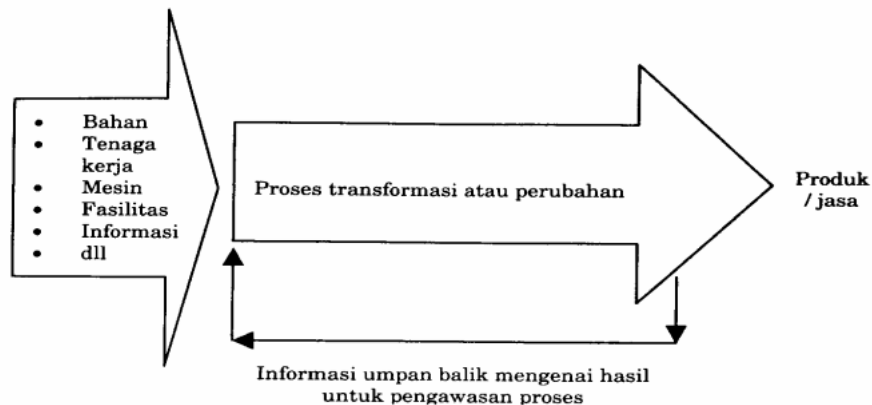
##### **4.1 Pendahuluan**

Dalam pembahansan ini akan dibahas mengenai pengertian sistem produksi dalam informasi unpan balik proses transformasi pengawasan, peramalan yang merupakan fungsi bisnis suatu perusahaan, perancangan operasi dan pengawasan persediaan produksi untuk dapat memaksimumkan keuntungan perusahaan.

## 4.2 Sistem Produksi

Definisi sistem produksi adalah suatu aktivitas untuk mengolah atau mengatur penggunaan sumber daya (resources) yang ada dalam proses penciptaan barang-barang atau jasa-jasa yang bermanfaat dengan melakukan optimasi terhadap tujuan perusahaan. Dapat pula dikatakan bahwa sistem produksi merupakan interaksi antara masukan-masukan yang berupa sumber daya yang ada seperti bahan dasar, bahan-bahan pembantu, tenaga kerja dan mesin-mesin serta alat-alat perlengkapan yang dipergunakan.

Gambar di bawah ini menunjukkan operasi sebagai suatu sistem produksi:



**Gambar 4.1.** *Sistem Produksi Sebagai Proses Transformasi I Perubahan*

Pada gambar tersebut di atas adanya informasi umpan balik yang digunakan dalam pengendalian teknologi proses atau masukan-masukan. Sistem transformasi tersebut selalu berinteraksi dengan lingkungannya.

Terdapat dua macam lingkungan yang perlu diperhatikan, yaitu

- lingkungan internal dan lingkungan eksternal. Lingkungan internal adalah lingkungan di dalam perusahaan tetapi di luar fungsi operasi. Ada kemungkinan manajemen perusahaan yang lebih tinggi, atau fungsi di luar fungsi operasi mengubah kebijakan, sumber daya, tujuan dan sebagainya, sehingga mau tidak mau sistem transformasi pada fungsi operasi harus menyesuaikan dengan keadaan lingkungan yang baru.
- Lingkungan yang kedua adalah di luar perusahaan. Lingkungan di luar perusahaan dapat mengalami perubahan baik itu menyangkut masalah politik, sosial, ekonomi maupun kebijakan pemerintah, ataupun juga keinginan dan tuntutan dari konsumen, sehingga akan mengakibatkan perubahan pada masukan, keluaran ataupun sistem transformasi operasi. Sebagai contoh adalah adanya perubahan keadaan ekonomi menyebabkan manajemen operasi melakukan perbaikan pada prakiraan permintaan,
- Peran dan fungsi manajemen operasi disini adalah pengawasan dan perencanaan serta perbaikan sistem operasi. Hal terpenting dalam sistem produksi adalah kegiatan yang berupa pengawasan dan perencanaan operasi.

### 4.3. Peramalan

Kegiatan peramalan merupakan suatu fungsi bisnis untuk memperkirakan penjualan dan penggunaan produk sehingga produk-produk tersebut dapat dibuat dalam jumlah yang tepat. Dengan demikian peramalan adalah perkiraan atau estimasi tingkat permintaan suatu produk untuk periode yang akan datang. Data peramalan pada masa lampau dapat memberikan pola pergerakan atau pertumbuhan permintaan pasar.

Secara garis besar terdapat tiga macam pengaruh yang dapat mengakibatkan fluktuasi penjualan, yaitu :

1. Pengaruh Trend Jangka Panjang  
Pengaruh trend jangka panjang menunjukkan perkembangan perusahaan dalam penjualannya. Perkembangan tersebut bisa positif (Growth) maupun perkembangan negatif (decline).
2. Pengaruh Musiman.  
Perubahan volume penjualan atau permintaan juga dapat di-pengaruhi oleh musim. Musiman merupakan permintaan tertentu yang terjadi setiap periode tertentu. Pengaruh musim akan menyebabkan adanya fluktuasi penjualan yang tertentu dalam satu tahun dan membentuk pola penjualan musiman.
3. Pengaruh Cycles Disebut juga pengaruh konjungtur. Pengaruh ini merupakan gejala fluktuasi perekonomian jangka panjang. Pengaruh ini mungkin yang paling sulit ditentukan bila rentangan waktu tidak diketahui atau akibat siklus tidak dapat ditentukan.

Peran peramalan di beberapa bagian dalam organisasi antara lain :

1. Penjadualan sumber daya yang ada. Penggunaan sumber daya yang efisien memerlukan penjadualan produksi, transportasi, kas, personalia dan sebagainya. Input yang penting untuk penjadualan seperti 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. Peramalan diperlukan untuk me-ntukan kebutuhan sumber daya di masa yang akan datang.
3. Penentuan sumber daya yang diinginkan. Setiap organisasi ha-rus menentukan sumber daya yang ingin dimiliki dalam jangka panjang. Keputusan semacam itu bergantung pada kesempatan pasar, faktor-faktor lingkungan dan pengembangan internal dari sumber daya finansial, manusia, produk dan teknologi. Semua penentuan ini memerlukan ramalan yang baik dan manajer yang dapat menafsirkan pendugaan serta keputusan yang tepat

Metode-metode yang dapat digunakan untuk melakukan peramalan antara lain :

#### 4.3.1. Regresi Linear:

Regresi linear merupakan prosedur-prosedur statistikal yang paling banyak digunakan sebagai metoda peramalan, karena relatif lebih mudah dipahami dan hasil peramalan dengan metode ini lebih akurat dalam berbagai situasi. Dalam metode regresi linear, pola hubungan antara suatu variabel yang mempengaruhinya dapat

dinyatakan dengan suatu garis lurus. Persamaan regresi linear dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Y = a + bx$$

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

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

Dimana :

Y = Besarnya nilai y yang diramal/bariabel tidak bebas

a = Nilai trend pada priode dasar

b = Tingkat perkembangan priode yang diramal

x = Unit tahun yang digitung dari periode dasar/v ariable bebas

Contoh 3.1

pejualan (Y)	Periode (x)	X <sup>2</sup>	XY	
45	1	1	45	$Y = 33.675 + 2.15 \times X$ $Y = 33.675 + 2.15 \times 11 = 57.325$ $Y = 33.675 + 2.15 \times 12 = 59.325$ $Y = 33.675 + 2.15 \times 13 = 61.325$ $Y = 33.675 + 2.15 \times 14 = 63.475$
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	
455	55	385	2680	
$b = \frac{10(2680) - (455)(55)}{10(385) - (55)^2} = 2.15$				
$a = \frac{455}{10} - 2.15 \frac{55}{10} = 33.675$				

### 4.3.2. Rata-rata Bergerak Tunggal

Metode rata-rata bergerak tunggal merupakan metode yang mudah perhitungannya. Tujuan utama dari penggunaan metode rata-rata bergerak adalah untuk menghilangkan atau mengurangi acakan (randomness) dalam deret waktu. Metode rasio rata-rata bergerak mula-mula memisahkan unsur trend siklus dari data dengan menghitung rata-rata bergerak yang jumlah unsurnya sama dengan panjang musiman. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

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

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

$$F_{t+3} = \sum_{i=3}^{t+2} X_i / t$$

⋮  
dan seterusnya.

Dengan:

- $F_{t+1}$  = Peramalan pada periode t+1
- $X_i$  = Nilai aktual
- t = Jumlah observasi rata-rata bergerak

Contoh: 3.2

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

### 4.3.3. Pemulusan Eksponensial Tunggal

Metode pemulusan pertama kali dikembangkan oleh para ahli penelitian operasional pada akhir tahun 1950. Sejak tahun 1960-an konsep pemulusan eksponensial telah tumbuh menjadi metode praktis dengan penggunaannya yang luas, terutama dalam peramalan persediaan.

Metode eksponensial ada dua tujuan :

- Pertama untuk memperkenalkan metode ini secara luas kepada para akademisi dan para praktisi secara meluas dan,
- Kedua untuk menunjukkan kebaikan dari metode ini secara teoritis.

Di dalam exponential smoothing (pemulusan eksponensial) kita berusaha menunjukkan adanya karakteristik dari smoothing dengan menambahkan suatu faktor yang sering disebut dengan smoothing constant (konstanta pemulusan) dengan simbol alpha (α).

Pemulusan eksponensial dalam bentuk sederhana tidak memperhitungkan pengaruh trend, sehingga nilai α sangat kecil dan dapat dihilangkan. Nilai-nilai α yang rendah lebih cocok bila permintaan produk relatif stabil (yang berarti, tanpa trend atau variasi siklikal).



. Kasus sederhana dari pemulusan eksponensial adalah pemulusan eksponensial tunggal dengan rumus sebagai berikut:

$$F_{t+1} = a(x_t) + (1-a)F_t$$

Dimana :

- $X_t$  = Nilai aktual terbaru
- $F_t$  = Peramalan terakhir
- $F_{t+1}$  = Peramalan untuk periode yang mendatang
- $A$  = Konstanta pemulusan

Contoh 3.3

Bulan	Periode waktu	Nilai Pengamatan	Nilai pemulus eksponensial ( $\alpha = 0.2$ )
Januari	1	286	-
Pebruari	2	340	386.000
Maret	3	390	376.800
April	4	365	379.440
Mei	5	425	377.152
Juni	6	440	386.722
Juli	7	410	397.377
Agustus	8	466	399.901
September	9	330	413.121
Oktober	10	350	396.497
November	11	375	387.197
Desember	12	380	384.785

**4.4. 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.

Fungsi lain perencanaan operasi adalah :

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

Untuk melakukan perencanaan produksi dapat dilakukan dengan beberapa strategi sebagai berikut:

1. Dengan mengendalikan persediaan. Pengadaan persediaan dapat dilakukan pada saat kapasitas produksi di bawah permintaan (demand) dan digunakan pada saat berada di atas kapasitas produksi.
2. Dengan mengendalikan jumlah tenaga kerja. Perubahan jumlah tenaga kerja 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 sub kontrak yang bersifat jangka pendek.
4. Mempengaruhi permintaan. Pada saat tertentu dapat diadakan potongan harga atau pemberian hadiah atau layanan-layanan khusus

Dalam perencanaan operasi dapat diklasifikasikan menjadi dua metode, yaitu:

- Metode kualitatif seperti rasio persediaan, konsensus manajemen, grafik dan sebagainya.
- Metode kuantitatif seperti heuristik, model matematik, simulasi dan sebagainya. Berikut di bawah ini pembahasan perencanaan operasi yang berawal dari hasil peramalan 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	1174

Berdasarkan hasil peramalan kita akan melakukan rencana produksi untuk 12 periode. Pada rencana 1 tingkat produksi adalah 70 unit tiap bulan dengan menganggap persediaan awal adalah 340 unit. Pada rencana 2 tingkat produksi 120 unit per bulan untuk 6 bulan pertama dan 60 unit per bulan untuk 6 bulan terakhir, dengan persediaan awal 100 unit sehingga hasil akhir persediaan seperti pada tabel berikut:

Tabel 3.2 rencana produksi

Bulan	Peramalan	Kumulatif	Persediaan Awal	Produksi	Rencana Produksi I		Rencana Produksi 2	
					Persediaan Akhir	Persediaan Awal	Produksi	Persediaan Akhir
1	103	103	340	70	307	109	120	117
2	117	220	307	70	290	117	120	120
3	115	235	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	992	49	70	46	89	60	78
10	73	995	46	70	45	78	60	64
11	81	1076	45	70	34	64	60	44
12	98	1174	34	70	6	44	60	6

Dari dua rencana tersebut tentunya kita akan memilih salah satu dari rencana yang ada, biaya yang terkecil yang akan digunakan sebagai rencana produksi.

#### 4.5. Pengawasan dan Perencanaan Persediaan

Persediaan mempunyai arti sangat penting bagi perusahaan, yaitu untuk mempermudah atau memperlancar jalannya operasi perusahaan yang dilakukan berturut-turut untuk memproduksi barang dan menyampaikannya kepada konsumen..

Persediaan adalah sumber daya tertahan yang digunakan untuk proses lebih lanjut. Sumber daya tertahan ini dimaksudkan untuk mengatur kegiatan produksi pada sistem manufaktur atau sistem non manufaktur.

Fungsi utama persediaan yaitu sebagai penyangga, penghubung antar proses produksi dan distribusi untuk memperoleh efisiensi.

Fungsi lain persediaan adalah sebagai stabilisator harga terhadap fluktuasi permintaan. Ada beberapa alasan diadakannya persediaan dalam suatu sistem (fungsi persediaan), antara lain sebagai berikut:

1. Persediaan cadangan. Dalam sistem persediaan terdapat ketidak-pastian dalam pemasokan, permintaan dan tenggang waktu. Persediaan yang diadakan untuk menghilangkan resiko ketidak-pastian di atas disebut dengan stok pengamanan (safety stock).
2. Persediaan dalam lot-size atau dalam jumlah besar. Persediaan dalam lot-size memungkinkan produksi dan pembelian lebih ekonomis. Dengan memproduksi barang dalam jumlah besar akan memberikan kemungkinan biaya produksi akan lebih ekonomis.

3. Persediaan antisipasi. Perusahaan perlu melakukan antisipasi terhadap ketersediaan bahan dan perubahan harga yang di-akibatkan oleh penurunan persediaan dan kenaikan permintaan.

Masalah umum persediaan di dalam suatu sistem dapat dibedakan menjadi dua, yaitu.

- Masalah kuantitatif adalah semua hal yang berhubungan dengan penentuan kebijaksanaan persediaan,
- Masalah kualitatif adalah semua hal yang berhubungan dengan sistem pengoperasian persediaan.

Masalah umum persediaan yang berhubungan dengan penentuan persediaan antara lain :

- a Berapa banyak jumlah barang yang akan dipesan
- b Kapan pemesanan barang harus dilakukan
- c Berapa jumlah persediaan pengaman
- d Metode pengendalian persediaan mana yang paling tepat.

Sedang masalah yang berhubungan dengan sistem pengoperasian persediaan antara lain :

- a. Jenis bahan atau barang apa yang masih ada
- b. Dimana barang tersebut ditempatkan
- c. Berapa banyak barang dalam proses pemesanan
- d. Siapa saja yang ditunjuk sebagai pemasok, dan sebagainya

Masalah persediaan tidak bisa berdiri sendiri, tetapi ada hubungan langsung antara tingkat persediaan, jadual produksi dan permintaan konsumen. Oleh karena itu pengawasan dan perencanaan produksi harus terintegrasi dengan peramalan permintaan, jadual induk produksi dan pengendalian produksi.

### **Komponen biaya dalam rangka menentukan persediaan**

Unsur-unsur biaya yang terdapat dalam rangka persediaan dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Biaya pembelian. Biaya pembelian adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang persediaan secara individu..
2. Biaya pengadaan. Biaya pengadaan dibedakan atas dua jenis yaitu biaya pemesanan (ordering cost) dan biaya persiapan (setup cost). Disebut biaya pemesanan (ordering cost) jika barang yang diperlukan diperoleh dari pihak luar (supplier). Biaya pemesanan tidak tergantung pada jumlah satuan yang dipesan, melainkan dibebankan secara keseluruhan barang yang dipesan. Yang termasuk biaya ini antara lain biaya administrasi pemesanan, pengiriman pesan, biaya pengangkutan, biaya penerimaan dan sebagainya. Sedangkan biaya persiapan (set up costs) adalah biaya yang dipergunakan untuk mempersiapkan produksi suatu barang.
3. Biaya penyimpanan. Biaya simpan adalah biaya yang berkaitan dengan penyimpanan satuan barang dalam persediaan untuk satu periode waktu tertentu. Biaya penyimpanan antara lain meliputi :

- Biaya modal. Biaya yang ditimbulkan karena memiliki persediaan harus diperhitungkan sebagai biaya sistem persediaan, karena persediaan barang di gudang merupakan modal perusahaan yang tidak dapat digunakan untuk maksud lain..
  - Biaya pergudangan. Biaya pergudangan terdiri dari biaya sewa gudang, upah atau gaji tenaga pengawas dan pelaksana pergudangan, biaya peralatan pemindahan bahan di gudang, biaya administrasi gudang dan sebagainya. Pajak dan asuransi dimasukkan dalam biaya ini hanya bila bervariasi sesuai dengan tingkat persediaan.
  - Biaya asuransi dan pajak. Asuransi barang yang disimpan memerlukan biaya, dan dimasukkan sebagai carrying cost. Begitu pula pajak kekayaan atas investasi dalam persediaan untuk jangka waktu satu tahun.
  - Biaya keusangan, kemerosotan dan kehilangan. Barang yang disimpan mengandung resiko dapat mengalami penurunan nilai karena perubahan teknologi dan model, karena barang-barang tersebut mudah rusak, seperti misalnya bahan makanan dan resiko kehilangan. biaya penghapusan terhadap resiko-resiko tersebut.
4. Biaya kehabisan stok. Biaya ini dapat timbul sebagai akibat terjadinya persediaan yang lebih kecil dari jumlah yang diperlukan. Keadaan demikian mengakibatkan proses produksi terganggu, akibat lebih jauh adalah perusahaan akan kehilangan kesempatan mendapat keuntungan atau kehilangan konsumen karena dapat beralih ke perusahaan lain.

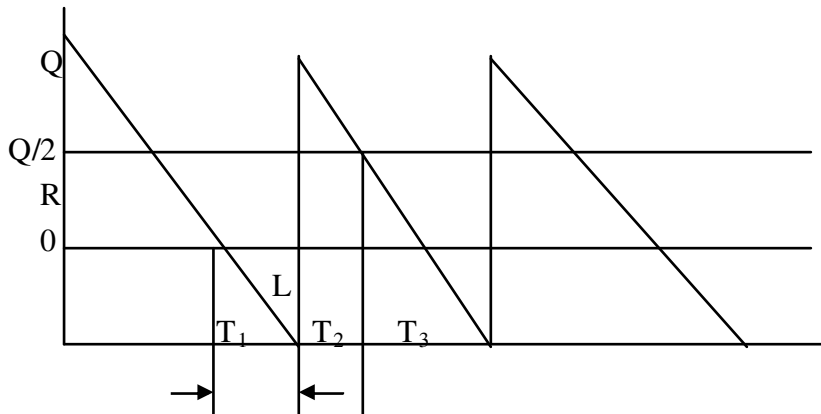
#### 4.5.1. Economic Order Quantity (EOC)

Persediaan bahan baku adalah menentukan berapa jumlah pemesanan yang ekonomis (Economic Order Quantity). Untuk menentukan jumlah pemesanan yang ekonomis, perusahaan hendaknya dapat meminimasi biaya pemesanan (ordering cost) dan biaya penyimpanan (holding cost). F. Harris (sekitar tahun 1915) mengembangkan sebuah formula yang dikenal sebagai formula Wilson. Formula ini kemudian dikembangkan menjadi formula untuk model persediaan.

Awal mula adanya model EOQ didasarkan pada asumsi-asumsi berikut ini :

1. Tingkat permintaan adalah konstan, berulang-ulang dan diketahui. Seperti misalnya adalah suatu permintaan diketahui 200 unit per harinya tanpa adanya variasi. Permintaan tersebut 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 stok.
4. Bahan dipesan atau diproduksi dalam suatu partai dan seluruh partai ditempatkan ke dalam persediaan dalam satu waktu.
5. Biaya satuan unit adalah konstan, dan tidak ada potongan yang diberikan untuk pembelian yang banyak. Biaya pengadaan bergantung secara linier pada tingkat persediaan rata-rata. Biaya pesanan atau persiapan tetap untuk setiap partai dan bebas dari jumlah satuan dalam partai.

6. Satuan barang merupakan produk tunggal, tidak ada interaksi dengan produk lain. Model persediaan (EOQ) digambarkan sebagai berikut:



Pada gambar diatas dapat dijelaskan bahwa pada periode ke 0 jumlah persediaan yang ada di tangan adalah sebesar Q, kemudian berkurang stocknya dan menurun secara linear sesuai dengan penggunaan. Pada saat persediaan mencapai titik R yaitu pada  $T_1$ , dilakukan pemesanan sejumlah Q unit, material dikirim dari agen selama L hari. L adalah lead time (waktu tenggang) yaitu waktu pada saat dilakukan pemesanan sampai barang datang digudang. Barang sejumlah Q akan datang di gudang pada saat  $T_2$ . Total biaya tahunan yang terjadi adalah :

$$\text{Total Biaya} = \text{Biaya pemesanan} + \text{Biaya simpan} + \text{Biaya material}$$

a)  $\text{Biaya Pesan} = P \frac{A}{Q}$

Dengan :

P = Biaya pesan setiap kali pesan

A = Permintaan per periode

Q = Jumlah pemesanan optimal

b)  $\text{Biaya Simpan} = H \frac{Q}{2}$

Dengan :

H = Biaya simpan / unit / periode

Q = Jumlah pemesanan optimal

c)  $\text{Biaya Material} = MA$

Dengan :

M = Harga material/unit

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

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

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

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

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

Rumus Q memiliki banyak kelemahan-kelemahan. Beberapa kelemahan dapat dikemukakan sebagai berikut:

1. Permintaan diasumsikan konstan, sedangkan dalam banyak situasi yang nyata permintaan bervariasi secara substansial.

2. Biaya unit diasumsikan menjadi konstan, padahal dalam kenyataannya sering terdapat potongan kuantitas untuk pembelian dalam partai besar.
3. Bahan dalam partai diasumsikan semuanya sekali diterima. Beberapa kasus menunjukkan bahan akan ditempatkan dalam . persediaan secara kontinyu selama diproduksi.
4. Produk diasumsikan produk tunggal, di dalam prakteknya satuan-satuan barang yang dipesan/dibeli dari satu pemasok tunggal dan dikirim secara bersamaan.
5. Biaya persiapan yang diasumsikan tetap ternyata sering dapat dikurangi.

Contoh : 3.4

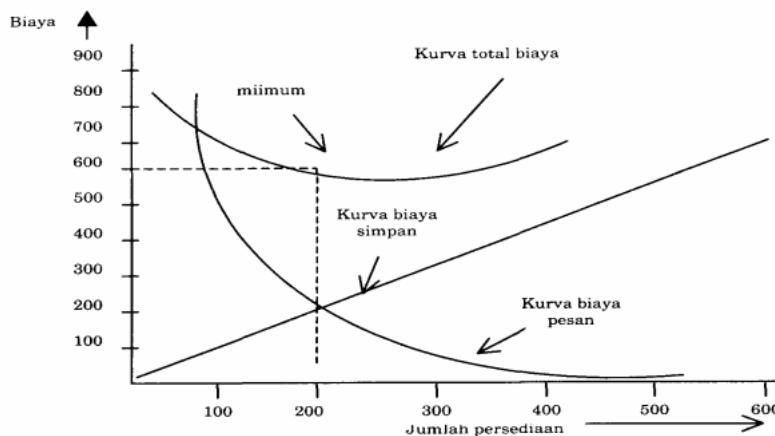
Diketahui permintaan tiap tahun adalah 2.000 unit, biaya simpan = Rp 3.000/unit, biaya pesan Rp 30.000 setiap kali pesan dan harga material Rp 10.0007 unit. Tentukan jumlah pemesanan optimal.

$$Q = \sqrt{\frac{2(30.000)2.000}{3.000}} = 200 \text{ unit}$$

Untuk mencari nilai Q dapat dicari dengan cara coba-coba dengan menghitung total biaya yang terjadi untuk biaya pesan dan biaya simpan seperti pada tabel berikut:

Ukuran lot (Q)	Biaya simpan HQ/2 (Rp)	Biaya pesan PA/Q (Rp)	Total biaya variabel tahunan (Rp)
0	0	∞	∞
100	150.000	600.000	750.000
200	300.000	300.000	600.000
300	450.000	200.000	650.000
400	600.000	150.000	750.000
500	750.000	120.000	870.000
600	900.000	100.000	1.000.000

Tabel diatas mengilustrasikan total biaya variabel tahunan untuk nilai Q yang berbeda-beda. Total biaya variabel tahunan terkecil tercapai pada saat Q = 200 unit. Grafik Economic Order Quantity (EOQ) dapat ditunjukkan pada gambar berikut:

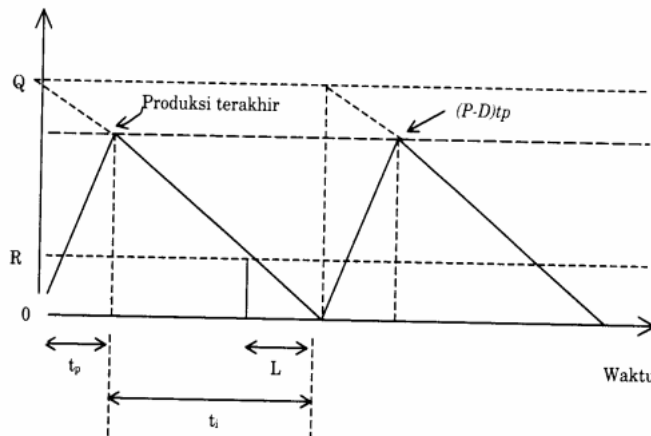


### 4.5.2. Economic Production Quantity (EPQ)

Economic Production Quantity adalah pengembangan model persediaan dimana pengadaan bahan baku berupa komponen tertentu diproduksi secara masal dan dipakai sendiri sebagai sub komponen suatu produk jadi oleh perusahaan.. Sebaliknya 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. Karena tingkat produksi (P) bersifat tetap dan konstan, maka model EPQ juga disebut model dengan jumlah produksi tetap.

Tujuan dari model EPQ adalah menentukan berapa jumlah bahan baku yang harus diproduksi, sehingga meminimasi biaya persediaan yang terdiri dari biaya set up produksi dan biaya penyimpanan. Model matematis persamaan EPQ ini dapat dikembangkan melalui gambar 3.4. berikut. Dalam model ini, jumlah produksi setiap sub siklus tetap harus memenuhi kebutuhan selama  $t_o$ , atau dinotasikan sebagai  $Q = D \cdot t_o$

Pada masa  $t_p$  adalah produksi pada tingkat P bersamaan dengan penggunaan untuk membuat produk jadi. Persediaan mencapai puncaknya pada masa  $t_p$  adalah  $t_p(P-D)$ . Rata-rata persediaan akan sama dengan  $t_p(P-D)/2$ . Kuantitas material yang diproduksi adalah sebesar  $Q = t_p P$ . Dengan demikian  $t_p = Q/P$ . Dengan mensubstitusikan  $t_p$ , rata-rata persediaan adalah :



Gambar 3.4 : Model EPQ

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

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



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

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

Dengan :

- S = Set Up Cost
- A = Kebutuhan / tahun
- H = Biaya simpan / tahun / unit
- V = Total Biaya Variabel / tahun
- Q = Jumlah produksi
- D = Tingkat kebutuhan / hari
- P = Tingkat produksi / hari

Contoh : 3.5.

Suatu perusahaan elektronik memproduksi Rice Cooker. Per-mintaan Rice Cooker bersifat tetap dan diketahui sebesar 6500 unit/tahun. Rice Cooker dapat diproduksi dengan kecepatan produksi 120 unit/hari. Biaya set up setiap siklus produksi Rp 200 dan biaya simpan Rp 30 /unit/tahun. Bila diketahui dalam satu tahun perusahaan beroperasi selama 250 hari, maka tentukan kebijaksanaan perusahaan untuk produkdi Rice Cooker tersebut.

$$A = 6500 \text{ unit/ tahun}$$

$$P = 120 \text{ unit/hari}$$

$$H = \text{Rp } 30 \text{ /unit/tahun}$$

$$D = 6500 \text{ unit}/250 \text{ hari} = 26 \text{ unit/hari}$$

$$S = \text{Rp } 200$$

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

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 200 \cdot 6500}{30(1 - 26/120)}} = 333 \text{ unit}$$

## PENUTUP

### 1. Tes Formatif

1. Peran peramalan di beberapa bagian dalam organisasi antara lain
2. Peramalan dapat didasarkan atas bermacam-macam cara, sebutkan cara tersebut.
3. Apa yang dimaksud dengan persediaan .dan fungsi persediaan

### 2. Umpan Balik

Umpan-balik diberikan oleh dosen atau secara teliti melalui pengajaran terprogram, selalu perlu dibuat diagnosa yang baik tentang kehasilgunaan proses belajar.

### 3. Tindak Lanjut

#### 4. Kunci Jawaban

1. Penjadualan sumber daya yang ada. Penggunaan sumber daya yang efisien memerlukan penjadualan produksi, transportasi, kas, personalia dan sebagainya. Input yang penting untuk penjadualan seperti 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. Peramalan diperlukan untuk me-ntukan kebutuhan sumber daya di masa yang akan datang.
3. Penentuan sumber daya yang diinginkan. Setiap organisasi ha-rus menentukan sumber daya yang ingin dimiliki dalam jangka panjang. Keputusan semacam itu bergantung pada kesempatan pasar, faktor-faktor lingkungan dan pengembangan internal dari sumber daya finansial, manusia, produk dan teknologi. Semua penentuan ini memerlukan ramalan yang baik dan manajer yang dapat menafsirkan pendugaan serta keputusan yang tepat
2. Metode-metode yang dapat digunakan untuk melakukan peramalan antara lain : Regresi Linear, Rata-rata Bergerak Tunggal, Pemulusan Eksponensial Tunggal.
3. Persediaan adalah sumber daya tertahan yang digunakan untuk proses lebih lanjut. Sumber daya tertahan ini dimaksudkan untuk mengatur kegiatan produksi pada sistem manufaktur atau sistem non manufaktur. Fungsi utama persediaan yaitu sebagai penyangga, penghubung antar proses produksi dan distribusi untuk memperoleh efisiensi

#### Datar Pustaka

1. Makridakis, S., 1988, **Metode Dan Aplikasi Peramalan**, Erlangga, Jakarta
2. Nasution, A. H., **Perencanaan & Pengendalian Persediaan**,
3. Starr, M, K., 1986, **Inventory Control, theory and practice**, Prentice - Hall of India, New Delhi
4. Zandin. K.B, 2001, **Maynard's Industrial Engineering Handbook**, Fifth Edition, MC Graw Hill, New York

*This Page is intentionally left blank*

# **BAB 4**

## **PERENCANAAN DAN PERANCANGAN FASILITAS**

### **PENDAHULUAN**

#### **Deskripsi Singkat:**

Dalam pertemuan ini akan dipelajari dapat memperoleh pengetahuan tentang langkah-langkah perencanaan dan perancangan fasilitas, penentuan lokasi dan tata letak fasilitas, dan cara menentukan jumlah mesin/peralatan. perkuliahan berikutnya tentang konsep operasional riset.

#### **Mamfaat dan Relevansi**

Dengan mempelajari bab ini mahasiswa akan memahami perencanaan dan perancangan fasilitas yang merupakan dasar dalam konsep operasional riset.

#### **Tujuan Intruksional Khusus:**

Setelah materi ini diajarkan, mahasiswa dapat menjelaskan dan membuat perencanaan dan perancangan fasilitas.

### **PENYAJIAN**

#### **Perencanaan dan Perancangan Fasilitas**

##### **4.1 Pendahuluan**

Fasilitas adalah suatu yang dibangun atau diinvestasikan ditujukan untuk melayani/melaksanakan suatu aktivitas. Perencanaan fasilitas merupakan rancangan dari fasilitas-fasilitas industri yang akan dibangun atau didirikan. Tujuannya adalah untuk menempatkan fasilitas-fasilitas/pabrik yang cocok/sesuai ditinjau dari segi biaya maupun keuntungan (diupayakan terjadi optimalisasi dari beberapa segi, antara lain : tenaga kerja, bahan baku, pasar dan lain-lain).

Model analitik adalah prosedur penyelesaian dengan meninjau masalah dengan cermat, dan biasanya mengurai permasalahan menjadi komponen-komponen dan mencari solusi terbaik secara matematis

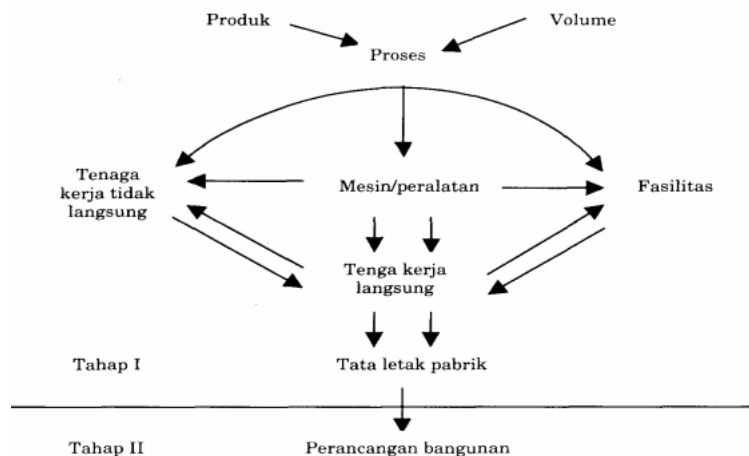
Penentuan lokasi dengan tujuan ganda yaitu pengambilan keputusan secara analitik dengan mempertimbangkan beberapa faktor. Faktor-faktor yang dipertimbangkan adalah faktor-faktor yang mempengaruhi dalam penentuan lokasi secara nyata.

Faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan jumlah mesin untuk tipe tata letak berdasarkan produk

#### 4.2. Langkah-langkah Perencanaan Fasilitas

Terdapat dua hal pokok dalam perancangan fasilitas yaitu :

1. Perencanaan lokasi pabrik (plant location).  
Perencanaan lokasi pabrik harus memperhatikan interaksi dengan sumber bahan baku, pelanggan dan fasilitas-fasilitas pabrik lain yang terkait.
2. Perancangan fasilitas produksi yang meliputi perancangan struktur pabrik, perancangan tata letak fasilitas dan perancangan sistem penanganan material. Dalam industri manufaktur, perancangan struktur pabrik meliputi perancangan dan pendirian bangunan pabrik serta fasilitas penunjangnya seperti ketersediaan air, jaringan listrik, gas, penerangan dan sebagainya.. Tahap dalam perancangan pabrik ditunjukkan seperti pada gambar berikut:



**Gambar 4.1.** Langkah -langkah perancangan pabrik [10, h.84]

#### 4.3. Penentuan Lokasi Fasilitas

Faktor yang harus dipertimbangkan antara lain,

1. Sumber bahan baku. Kedekatan dengan sumber bahan baku sangat berpengaruh dalam pertimbangan untuk menentukan lokasi pabrik, maka lokasi pabrik sebaiknya sedekat mungkin dengan sumber bahan baku
2. Ketersediaan tenaga kerja. Setiap daerah akan mempunyai ciri tenaga kerja yang berlainan karena pengaruh lingkungan, adat dan budayanya.

3. Lokasi pemasaran produk. Bila bahan baku dapat diperoleh dengan mudah dan tidak membutuhkan biaya transportasi yang mahal, maka sebaiknya dipilih lokasi pabrik yang dekat dengan lokasi pemasaran.
4. Keunggulan relatif lainnya. Dalam penentuan lokasi pabrik juga perlu dipertimbangkan akan ketersediaan tenaga listrik (bila tidak menyediakan sendiri), air, sarana transportasi dan sebagainya.

#### 4.4. Model-model Lokasi Fasilitas

. Ukuran jarak dalam masalah lokasi fasilitas merupakan elemen penting dalam memformulasikan sebuah model analitik. Ukuran jarak ada yang dikategorikan sebagai jarak rectilinear dan euclidean. Jika dua lokasi fasilitas diwakili oleh titik  $(X_1, Y_1)$  dan  $(X_2, Y_2)$ , maka jarak euclidean antara dua titik adalah :

$$[(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2]^{1/2}$$

Dan jarak rectilinear antara dua titik adalah :

$$|X_1 - X_2| + |Y_1 - Y_2|$$

##### 4.4.1. Masalah Lokasi Fasilitas Dengan Jarak Rectilinear

Pada model rectilinear, jarak diukur dengan menjumlahkan perbedaan jarak antara fasilitas baru dengan dengan fasilitas yang ada dengan harga mutlak. Fungsi Tujuan adalah :

$$\text{Minimum, } f(X) = \sum_{i=1}^m W_i d(X, P_i)$$

$$d(X, P_i) = |X - a_i| + |Y - b_i|$$

Dimana :

- X :  $(x, y)$ , lokasi fasilitas baru
- P :  $(a_i, b_i)$ , lokasi fasilitas yang ada
- $W_i$  : Bobot
- $d(X, P_i)$  : Jarak antara fasilitas baru dan fasilitas yang ada

Masalah lokasi minimum fasilitas tunggal diformulasikan sebagai berikut:

$$\text{Minimum, } f(X) = \sum_{i=1}^m W_i |x - a_i| + \sum_{i=1}^m W_i |y - b_i|$$

Untuk mendapatkan solusi optimal dari fasilitas baru dengan fasilitas yang ada adalah menyusun koordinat-x dengan urutan naik, hitung total bobot. Koordinat-x terpilih didapat dengan menggunakan aturan bahwa koordinat-x terpilih tidak boleh kurang atau lebih dari setengah total bobot atau koordinat-x terpilih berada disekitar nilai dari separuh total bobot, begitu sebaliknya untuk sumbu y.

Contoh : 4.1.

Diinginkan penempatan fasilitas baru pada departemen perawatan. Lima fasilitas yang telah ada mempunyai hubungan material handling dengan fasilitas baru. Fasilitas-fasilitas yang ada terletak pada titik  $P_1=(2,1)$ ,  $P_2=(6,3)$ ,  $P_3=(4,7)$ ,  $P_4=(3,4)$

dan  $P_5=(7,6)$ . Biaya persatuan jarak pengangkutan antara fasilitas baru dengan masing-masing fasilitas yang sudah ada adalah 4, 6, 5, 3 dan 9.

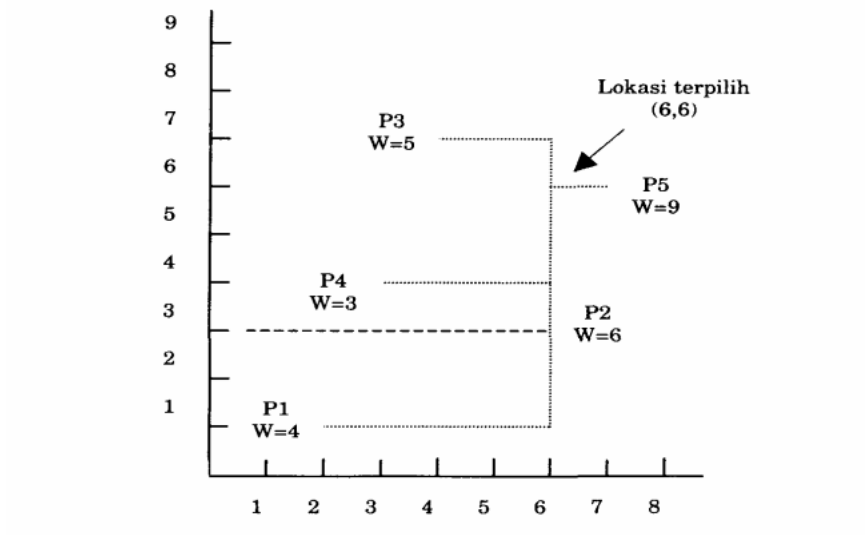
Koordinat x fasilitas baru diperoleh dengan cara mengurutkan koordinat-koordinat fasilitas-fasilitas yang ada dengan urutan naik yaitu 2, 3, 4, 6, 7. Sedangkan urutan bobot yang sesuai adalah 4, 3, 5, 6 dan 9. Harga bobot kumulatif x dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Fasilitas	$P_1$	$P_4$	$P_3$	$P_2$	$P_5$
Koordinat	2	3	4	6	7
Bobot	4	3	5	6	9
Kumulatif	4	7	12	18	27

Total bobot = 27, setengah dari total bobot =  $27/2 = 13,5$  sehingga koordinat-x terpilih antara 4 dan 6. Dengan mengambil nilai terbesar maka : Koordinat x optimum adalah :  $X^* = a_2 = 6$

**Koordinat y optimum adalah :  $Y^* = b_5 = 6$**   
**Sehingga lokasi berada pada koordinat (6,6).**  
**Total bobot jarak untuk lokasi fasilitas (6,6) adalah :**

$$\begin{aligned}
 f(6,6) &= 4(|6-2| + |6-1|) + 6(|6-6| + |6-3|) \\
 &+ 5(|6-4| + |6-7|) + 3(|6-3| + |6-4|) \\
 &+ 9(|6-7| + |6-6|) = \\
 &= 36 + 18 + 15 + 15 + 9 = 93
 \end{aligned}$$



#### 4.4.2. Masalah Lokasi Fasilitas Dengan Jarak Euclidean

Penentuan fasilitas dengan menggunakan jarak euclidean digunakan formulas! sebagai berikut:

$$\text{Minimum } F(X) = \sum_{i=1}^m W_i d(X, P_i)$$

$$d(X, P_i) = \left[ (X - a_i)^2 + (Y - b_i)^2 \right]^{1/2}$$

Dimana :

$X = (x, y)$ , lokasi fasilitas baru

$P_i = (a_i, b_i)$ , lokasi fasilitas yang ada

$W_i$  = Bobot

Contoh 4.2.

Sebuah stasiun kerja mempunyai lima fasilitas lama, yaitu  $M_1, M_2, M_3, M_4$  dan  $M_5$  yang terletak pada koordinat  $P_1 = (8, 25), P_2 = (10, 12), P_3 = (16, 30), P_4 = (30, 10)$  dan  $P_5 = (40, 25)$ . Dua fasilitas baru ( $F_1$  dan  $F_2$ ) akan dipasang pada stasiun kerja tersebut. Fasilitas-fasilitas baru tersebut direncanakan akan diletakkan pada koordinat  $(15, 20)$  untuk  $F_1$  dan  $(25, 10)$  untuk  $F_2$ . Frekuensi perpindahan tiap hari antara fasilitas baru dan fasilitas lama adalah:

	$M_1$	$M_2$	$M_3$	$M_4$	$M_5$
$F_1$	8	6	5	4	3
$F_2$	2	3	4	6	6

$$F(F_1) = 8[(15-8)^2 + (20-25)^2]^{1/2} + 6[(15-10)^2 + (20-12)^2]^{1/2} + 5[(15-16)^2 + (20-30)^2]^{1/2} + 4[(15-30)^2 + (20-10)^2]^{1/2} + 3[(15-40)^2 + (20-25)^2]^{1/2} = 324,26 \text{ (terpilih)}$$

$$F(F_2) = 2[(15-8)^2 + (10-25)^2]^{1/2} + 3[(25-10)^2 + (10-12)^2]^{1/2} + 4[(25-16)^2 + (10-30)^2]^{1/2} + 6[(25-30)^2 + (10-10)^2]^{1/2} + 6[(25-40)^2 + (10-25)^2]^{1/2} = 335,74.$$

#### 4.4.3. Penentuan Lokasi Dengan Tujuan Ganda

Faktor yang dipertimbangkan diberi suatu rating yang didasarkan pada masukan dari para ahli atau dari survei lapangan secara langsung pada alternatif lokasi yang dipertimbangkan. Suatu misal faktor pasar mempunyai rating lebih besar dibandingkan dengan bahan baku, maka pasar bernilai lebih besar dari bahan baku.

Misalkan akan mempertimbangkan lokasi fasilitas pada dua lokasi yaitu lokasi A dan lokasi B. Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam hal ini ada 11 faktor seperti pada tabel berikut:



**Tabel 4.1.** Faktor-faktor yang mempengaruhi lokasi fasilitas

1	Kedekatan dengan pasar
2	<u>Kedekatan dengan potensi bahan baku</u>
3	<u>Ketersediaan tenaga listrik</u>
4	<u>Iklim kerja</u>
5	Ketersediaan sumber air
6	Ketersediaan modal
7	Sarana pendidikan
8	Perumahan
9	Peraturan daerah
10	<u>Sikap masyarakat</u>
11	<u>Fasilitas transportasi</u>

Penentuan rating faktor, dimana penentuan rating faktor ini sangat tergantung pada fasilitas yang akan dibangun, fasilitas yang satu dengan yang lainnya akan mempunyai rating yang berbeda.

**Tabel 4.2.** Tingkat nilai dari masing-masing faktor

Tingkat		Nilai masing-masing factor										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	Sangat tdk mendukung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	Tidak mendukung	50	45	10	7,5	5	40	5	5	10	12,5	15
2	Kurang mendukung	100	90	20	15	10	80	10	10	20	25	30
3	Mendukung	150	135	30	22,5	15	120	15	15	30	37,5	45
Maksi	Sangat mendukung	200	180	40	30	20	160	20	20	40	50	60

Langkah terakhir adalah menentukan nilai faktor berdasarkan tingkat faktor untuk masing-masing faktor pada setiap alternatif lokasi. Misalkan, faktor 1 (kedekatan dengan pasar) untuk lokasi A sangat mendukung maka nilainya maksimum yaitu mempunyai nilai 200. Sedangkan lokasi B ratingnya lebih rendah dibandingkan lokasi A dengan tingkat 2 (kurang mendukung) maka nilainya 100. Dengan cara yang sama, akan didapat nilai seperti pada tabel 4.3. Alternatif lokasi yang terpilih yaitu yang mempunyai nilai terbesar, Untuk kasus ini lokasi pada lokasi A lebih menguntungkan dibandingkan dengan lokasi pada B.

**Tabel 4.3.** Nilai dari setiap faktor

Faktor	Lokasi A		Lokasi B	
	Tingkat	Nilai	Tingkat	Nilai
1	Maksimum	200	2	100
2	2	90	Maksimum	180
3	3	30	1	10
4	2	15	3	22,5
5	3	15		15
6	2	80	3	120
7	1	5	2	10
8	2	10	1	5
9	2	20	3	30
10	3	37,5	1	12,5
11	3	45	2	30
Total		547,5		535

#### 4.5. Tata Letak Fasilitas

Tujuan tata letak secara umum adalah [2].

1. Mempermudah jalannya proses.
2. Meminimumkan pemindahan material.
3. Memelihara fleksibilitas.
4. Memelihara perputaran barang setengah jadi.
5. Menghemat pemakaian ruang bangunan.
6. Memberikan kemudahan, keselamatan dan kenyamanan bagi karyawan dalam melakukan pekerjaannya.

Untuk memenuhi tujuan tata letak yang baik tersebut maka dapat digunakan suatu kriteria untuk menilai apakah tata letak suatu pabrik sudah baik atau masih perlu disempurnakan lagi. Kriteria yang digunakan adalah :

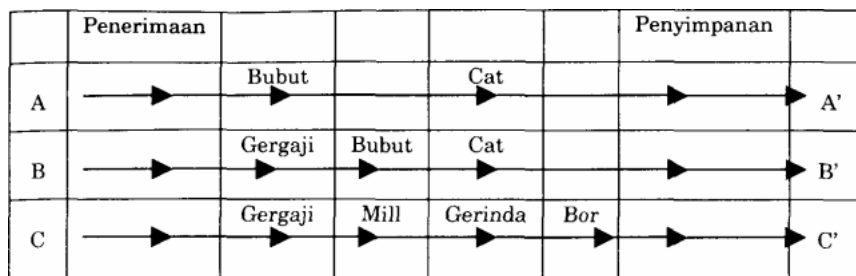
- a. Jarak angkut dalam ruang proses minimal, dengan demikian akan menghemat tenaga serta biaya pemindahan bahan.
- b. Aliran bahan berjalan dengan baik dan tidak mengganggu proses produksi yang sedang berjalan.
- c. Penggunaan ruang yang efektif artinya disediakan suatu jarak antar mesin yang tidak terlalu lebar maupun tidak terlalu sempit.
- d. Fleksibel artinya tata letak dirancang sedemikian rupa sehingga apabila diperlukan dapat dilakukan perubahan mengikuti perkembangan (jenis produk, jumlah, kualitas dan sebagainya) yang ada.

e. Terjaminnya keselamatan barang yang diangkut.

Secara garis besar ada empat tipe tata letak pabrik yaitu : 1) *Product Layout*, 2) *Process Layout*, 3) *Fixed Product Layout* dan 4) *Group Layout*.

### 1. Product Layout

Product layout adalah suatu metode pengaturan fasilitas produksi yang diperlukan kedalam suatu departemen tertentu. Suatu produk dapat dibuat sampai selesai didalam departemen tersebut. Proses pembuatan produk mengikuti aliran yang berbentuk garis dimana bahan baku diproses secara berurutan dari susunan mesin yang telah dipasang.



Gambar 4.2. *Product layout*

Beberapa keuntungan dari product layout adalah :

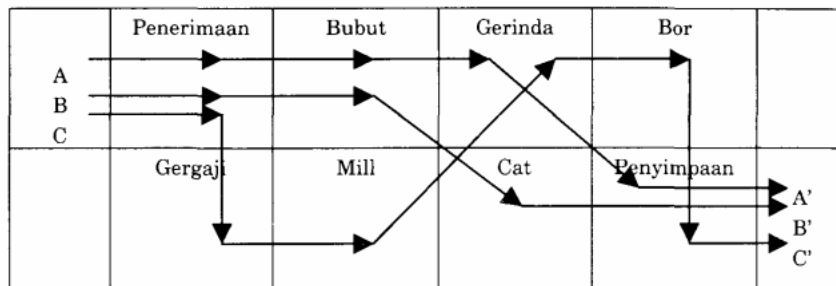
- Layout sesuai dengan urutan operasi!
- Pekerjaan dari satu proses langsung dikerjakan pada proses berikutnya sehingga inventori barang setengah jadi menjadi kecil.
- Total waktu produksi menjadi kecil
- Mesin dapat ditempatkan pada jarak yang minimal sehingga perpindahan material menjadi pendek.
- Menyederhanakan perencanaan produksi serta pengendaliannya.
- Menyederhanakan kebijaksanaan khususnya bagi pekerja yang tidak terlatih sehingga dapat mempelajarinya dengan cepat.

Kerugian dari product layout adalah :

- Ketergantungan antar mesin / fasilitas pada lini produksi sangat besar sehingga bila terjadi kerusakan dari satu mesin akan mengakibatkan terhentinya proses produksi.
- Perubahan desain produk mengakibatkan perubahan susunan mesin atau memerlukan modifikasi fasilitas yang ada.
- Kecepatan produksi ditentukan oleh mesin yang beroperasi paling lambat.
- Membutuhkan investasi yang besar karena digunakannya mesin dengan pemakaian yang khusus (special purpose equipment) dan adanya duplikasi mesin yang ada.
- Pola kerja monoton sehingga mengakibatkan kebosanan bagi para karyawan.

## 2. Process Layout

Process layout dilakukan bila volume produksi kecil, dan terutama untuk jenis produk yang tidak standar, biasanya berdasarkan order. Kondisi ini disebut 'job shop'. Ciri dari process layout adalah mesin yang sejenis dikelompokkan menjadi satu departemen. Misalnya mesin bubut, mesin las, mesin gerinda dan sebagainya disatukan kelompoknya.



**Gambar 4.3.** Process Layout

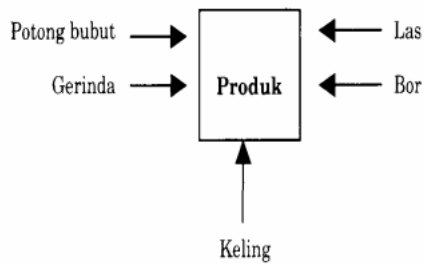
Keuntungan dari process layout adalah :

- Mengurangi investasi yang ditanamkan pada fasilitas produksi
- Fleksibilitas dalam pengaturan peralatan dan karyawan Pengawas pada masing-masing bagian akan lebih menguasai fungsi mesin dan fasilitas yang ada dalam lingkup pengawasannya.
- Tenaga kerja mampu mengoperasikan peralatan yang menghasilkan berbagai macam jenis dan model produk, dan memberi kepuasan bagi karyawan yang menyenangi pekerjaan yang tidak monoton (bervariasi).

Sedang kerugian dari process layout adalah antara lain :

- Aliran proses yang panjang mengakibatkan material handling lebih mahal/tidak efisien
- Total waktu produksi lebih panjang karena untuk setiap pekerjaan harus menunggu perintah (order).
- Inventori barang setengah jadi cukup besar.
- Diperlukan keterampilan tenaga kerja yang tinggi guna menangani berbagai macam produksi dengan variasi besar.
- Produktivitas karyawan rendah karena jenis pekerjaan berbedakarakteristiknya.

### 3. Fixed Product Layout



**Gambar 4.4.** *Fixed Product Layout*

Tata letak yang berposisi tetap sangat berbeda dengan kedua tata letak diatas. Tata letak yang berposisi tetap ditunjukkan bahwa tenaga kerja, peralatan/mesin dan material yang menuju lokasi tetap dan kemudian dikerjakan pada lokasi tersebut sampai menjadi produk akhir.

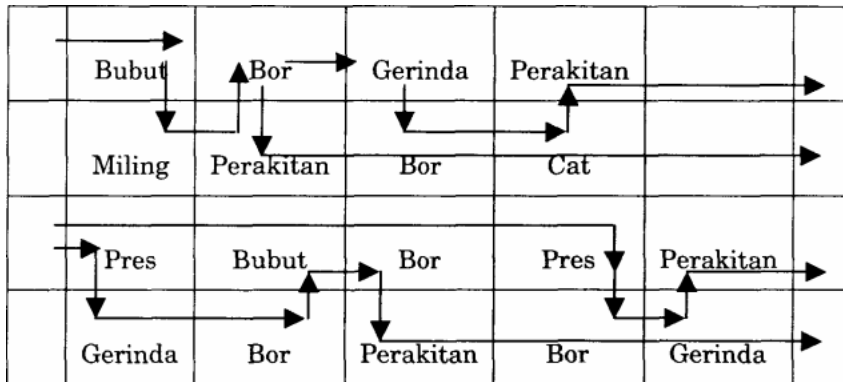
Keuntungan dari fixed product layout adalah :

- Karena yang berpindah fasilitas-fasilitas produksi sehingga perpindahan material dapat dikurangi.
- Dengan lokasi tetap dapat meminimalkan kerusakan material dan tidak memerlukan perencanaan dan instruksi baru seperti halnya untuk tipe layout lainnya.

Sedang kerugian dari fixed product layout adalah :

- Adanya peningkatan frekuensi perpindahan fasilitas produksi dan tenaga kerja pada saat operasi berlangsung sehingga memerlukan biaya mahal akibat perpindahan tersebut.
- Memerlukan pengawasan dan koordinasi kerja yang ketat khususnya dalam penjadualan produksi.
- Dibutuhkan kombinasi tenaga kerja yang ahli dan terlatih untuk bekerja secara tim yang membawa akibat biaya tenaga kerja cukup besar.
- Utilitas peralatan menjadi rendah karena peralatan mungkin ditinggalkan pada suatu lokasi dan akan digunakan lagi selang beberapa waktu kemudian sehingga selang waktu tersebut menjadi tidak produktif.

Pada akhir-akhir ini tipe tata letak lain yang telah umum digunakan dikenal dengan tipe tata letak kelompok atau tata letak teknologi kelompok (Group Technology layout).



**Gambar 4.5.** *Group Layout*

Famili-famili produk terbentuk yang sesuai dengan kemiripan atribut, kemudian diproses dalam kelompok-kelompok mesin. Pen-gelompokan mesin dikenal dengan sel manufaktur.

Keuntungan dari group layout adalah :

- Utilisasi mesin lebih tinggi, karena pengelompokan produk.
- Aliran lebih lancar dan jarak perindahan lebih pendek
- Dapat mengurangi waktu set-up, mengurangi ongkos materialhandling, dan mengurangi area lantai produksi.
- Dapat menghilangkan duplikasi dan tersedianya informasi produk jika sewaktu-waktu dibutuhkan.

Sedang kerugian dari group layout adalah antara lain :

- Memerlukan ketrampilan tenaga kerja yang tinggi untuk anggota tim diperlukan ketrampilan yang dapat menangani semua operasi.
- Mengurangi kesempatan penggunaan peralatan yang lebih khusus.
- Memungkinkan terjadinya duplikasi mesin.

#### 4.6. Penentuan Jumlah Mesin/Peralatan

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan antara lain estimasi scrap, waktu standar setiap produk yang dihasilkan, jumlah produk yang dihasilkan, jumlah waktu yang tersedia untuk memproduksi dan masih banyak lagi faktor lainnya. Scrap adalah material yang rusak dalam produksi karena pertimbangan geometri atau pertimbangan kualitas. Jika  $p_n$  adalah prosentase scrap pada operasi ke-n,  $O_n$  adalah output dari produk yang tidak cacat yang diharapkan pada operasi ke-n, dan  $I_n$  adalah input pada operasi ke-n, maka.

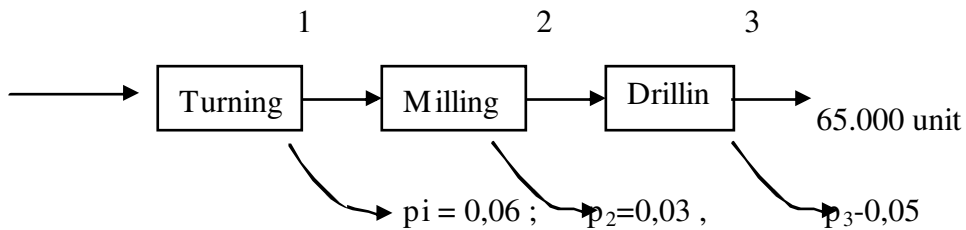
$$O_n = I_n - P_n I_n$$

$$O_n = I_n(1 - P_n)$$

$$I_n = \frac{O_n}{1 - P_n}$$

Contoh 4.3.

Perkiraan pasar suatu produk sebesar 65.000 unit, dengan tahapan-tahapan proses yaitu (turning, milling, dan drilling) perkiraan scrap setiap proses adalah  $p_1 = 0,06$  ;  $p_2=0,03$  ,  $p_3=0,05$ . Tentukan input setiap proses.



$$I_3 = (65.000 / (1 - 0,05)) = 68421$$

$$I_2 = (68.421 / (1 - 0,03)) = 70537,1$$

$$I_1 = (70537,1 / (1 - 0,06)) = 75039,36$$

Formula yang digunakan untuk menentukan jumlah mesin adalah  $Ws \times I$

$$N = \frac{Ws \times I}{E \times D}$$

Dimana:

- N = Jumlah mesin yang diperlukan
- Ws = Waktu standart setiap produk yang dihasilkan
- I = Jumlah produk yang diproses
- D = Waktu yang digunakan mesin / lama waktu kerja
- E = Efisiensi mesin

Contoh : 4.4.

Hitung jumlah mesin, jika permintaan produk adalah 200 unit setiap jam, efisiensi mesin adalah 85% dengan waktu standar dan estimasi scrap ditunjukkan pada tabel berikut ini :

	Step 1	Step 2
Waktu standar	1,5 menit	2,0 menit
Scrap	15%	10%

**Step 2 :**

200

Input =  $\frac{200}{0,9}$  - 222,22

0,9

$$N = \frac{222,22 \times 2}{60 \times 0,85} = 8,7 = 9 \text{ mesin}$$

**Step 1 :**

$$\text{Input} = \frac{222,22}{0,85} = 261,43$$

$$N = \frac{261,43 \times 1,5}{60 \times 0,85} = 7,68 = 8 \text{ mesin}$$

**4.6. Activity Relationship Chart (ARC)**

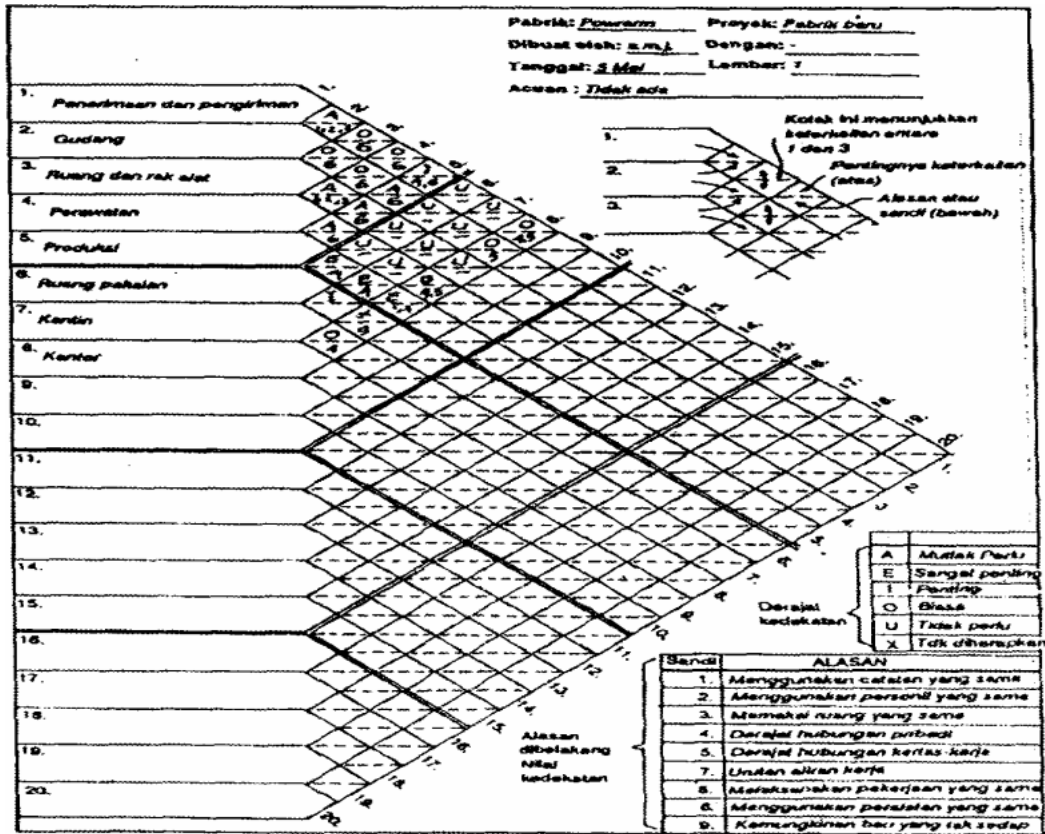
Metode "*activity relationship chart* , (ARC)" yang dikembangkan oleh Muther. ARC merupakan teknik yang sederhana dalam merencanakan tata letak fasilitas. Metode ini menghubungkan aktivitas-aktivitas secara berpasangan sehingga semua aktivitas akan diketahui tingkat hubungannya. Derajat hubungan setiap aktivitas ditunjukkan oleh simbol huruf A,E,I,O,U dan X yang mempunyai makna sebagai berikut:

- A = Mutlak perlu
- E = Sangat penting
- I = Penting
- O = Cukup / biasa
- U = Tidak penting
- X = Tidak dikehendaki

Gambar 4.6 menunjukkan peta hubungan/keterkaitan aktivitas untuk delapan departemen. Peta hubungan/keterkaitan aktivitas kemudian dipindahkan ke blok diagram yang berukuran sama dan seterusnya diatur ulang sesuai dengan derajat hubungan yang sesuai seperti pada gambar 4.7. Langkah berikutnya adalah merubah ukuran yang sesuai dengan luasan departemen masing-masing seperti pada gambar 4.8 dan 4.9.

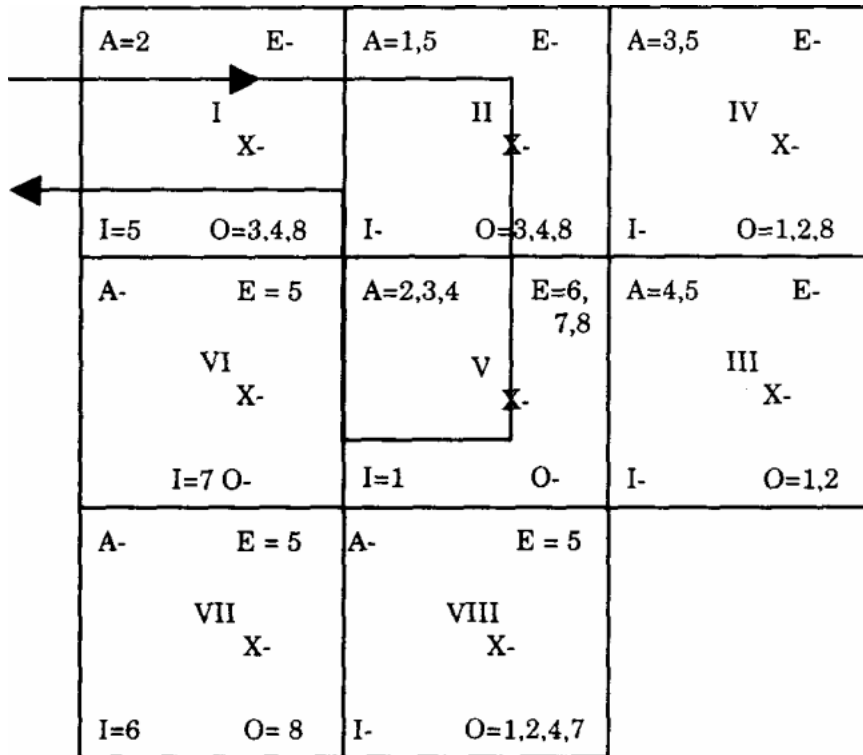
Langkah terakhir adalah untuk mengambil keputusan terhadap usulan desain layout yang akan diaplikasikan. Keputusan di-ambil dengan mempertimbangkan beberapa keuntungan dan kerugian yang mungkin timbul dari desain layout yang telah dibuat. Bila-mana ternyata dijumpai ketidakefisienan tata letak maka perlu dilakukan re-layout.





Gambae 4.6 Activity Relationship Chart

A=2      E -	A=4,5      E -	A=4,5      E -	A=3,5      E -
I X-	II X-	III X-	IV X-
I=5      O=3,4,8	I=5      =3,4,8	I-      O=1,2	I-      O=1,2,8
A=2,3,4      E= 6, 7,8	A-      E = 5	A-      E =5	A-      E =5
V X-	VI X = 8	VII X-	VIII X= 6
I=1      O-	I=7      O-	I=6      O=8	I-      O=1,2,4,7



**Gambar 4.7.** Activity Template Block Diagram [2, h.23]

#### 4.7. Material Handling (Pemindahan Material)

Penanganan bahan (material handling). Analisis material handling merupakan bagian dari tata letak pabrik. Kegiatan pemindahan material merupakan aktivitas untuk memungkinkan proses produksi dapat berjalan lancar..

Menurut *Frazella, E.H., 'Material Handling System and Terminology'*, bahwa pada suatu pabrik, material handling menyerap sekitar 25% dari seluruh tenaga kerja, menggunakan ruangan sekitar 55% dari seluruh ruangan dan diperkirakan menggunakan biaya sekitar 15% sampai dengan 70% dari total biaya. Tujuan dari material handling adalah :

Meningkatkan efisiensi aliran material untuk menjamin ter-sedianya material pada saat dan dimana dibutuhkan.

1. Mengurangi biaya material handling
2. Meningkatkan penggunaan/pemakaian fasilitas
3. Meningkatkan keamanan dan kondisi kerja
4. Memudahkan proses manufaktur
5. Meningkatkan produktivitas.

. Pemilihan peralatan pemindah bahan selain itu juga tergantung pada sejumlah faktor lainnya berupa ukuran, bentuk serta keadaan fisik dan kimiawi dari bahan yang ditangani, pada umumnya diklasifikasikan kedalam tiga tipe utama yaitu :

- Conveyor (ban berjalan)

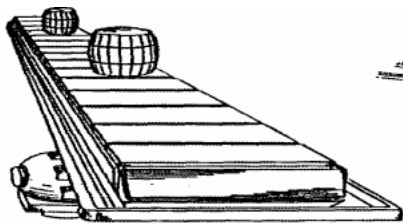
Conveyor adalah suatu peralatan yang memindahkan bahan-bahan atau orang-orang, baik dengan arah horizontal mau-pun arah vertikal antara dua tempat (titik) tetap. Ciri-ciri dari conveyor adalah bahwa peralatan ini memberikan route perpindahan yang tetap (fixed-path equipment). Barang dalam proses pemindahan hanya dapat diangkut sampai suatu tempat sepanjang route tetap yang dilalui conveyor. Cocok digunakan untuk tipe product layout..

- Trucks (Alat angkut/Kereta)

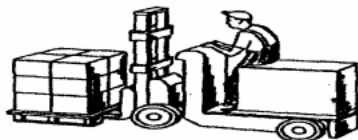
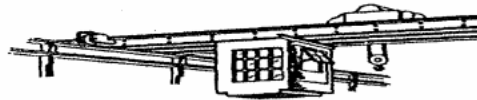
Peralatan ini (truk-truk industri dan peralatan-peralatan sejenis seperti mobil dan bus), digerakkan dengan tenaga tangan, minyak atau listrik dan mempunyai kemampuan mengangkut bahan-bahan dan orang-orang dengan arah horizontal.

- Crane dan Hoist (Derek dan Kerekan)

Peralatan ini mampu memindahkan bahan-bahan secara vertikal dan lateral dalam ruangan dengan kepanjangan, kelebaran dan ketinggian terbatas. Berbagai jenis peralatan ini dapat dipindah-pindahkan dari satu lokasi ke lokasi lain bila dinaikkan di atas traktor truk.



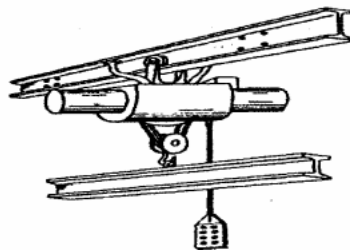
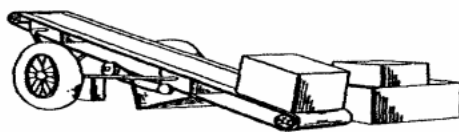
The Stationary Powered Conveyor

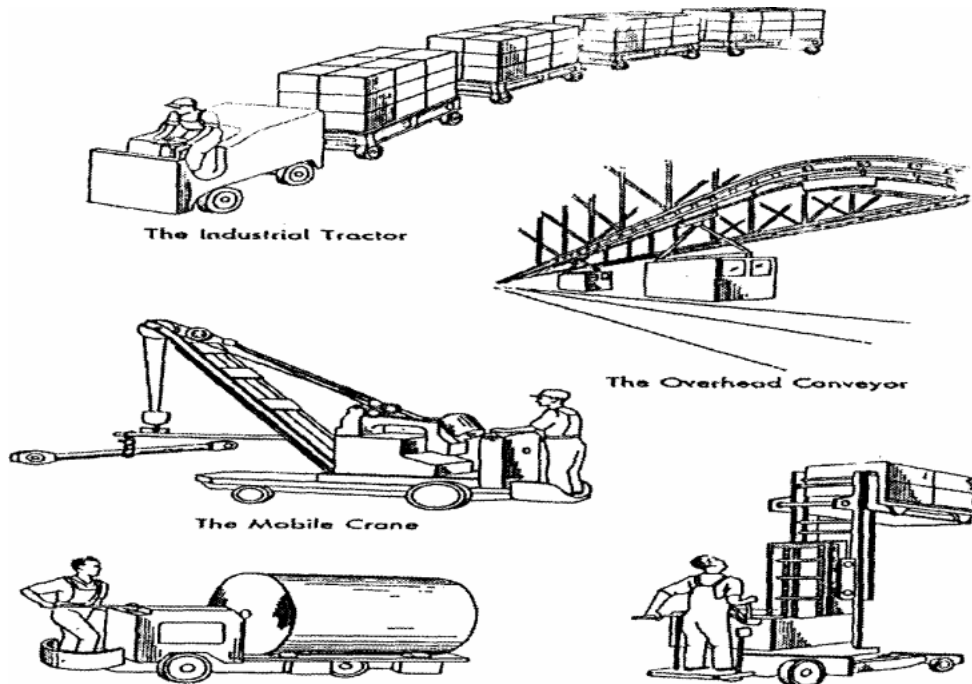


The Fork Truck



The Powered Hand Truck





**Gambar 4.11.** Peralatan pemindah material

Peralatan pemindah bahan otomatis atau semiotomatis dapat digunakan apabila :

1. Gerakan yang terjadi relatif konstan.
2. Lini produksi stabil atau produk melewati urutan yang sama.
3. Bersifat produksi massal untuk menutup besarnya investasi yang telah dikeluarkan.
4. Kecepatan produksi uniform.

Terdapat dua tipe utama pada sistem otomatis yaitu sistem *guide rail* yang merupakan sistem mekanikal dan sistem *guide wire* yang lebih otomatis.

Pada sistem *guide rail* di pergunakan rel-rel yang menempel pada sisi-sisi gang untuk mengendalikan truk tetap pada jalur melalui pemasangan roda-roda yang dicocokkan dengan rel-rel tersebut. Kelebihan dari sistem ini adalah dapat menaikkan kecepatan dan mengurangi biaya penanganan bahan, tidak memerlukan luas lantai yang besar.

Sistem yang kedua adalah sistem *guide wire*, merupakan sistem yang lebih otomatis, karena pada sistem ini dipergunakan peralatan elektronik, yang terdiri atas jaringan kabel-kabel yang ditanam dalam gang-gang fasilitas.

Merancang dan mengoperasikan sistem material handling merupakan pekerjaan yang rumit karena banyak masalah-masalah yang terlibat. Agar lebih efektif dalam mengoperasikan sistem material handling maka perlu mempertimbangkan kemampuan dan keterbatasan peralatan yang digunakan.. Adapun prinsip - prinsip material handling adalah sebagai berikut [2]:

No	Prinsip	Keterangan
1	Orientasi	Mempelajari masalah dasar sampai pada perencanaan agar supaya dapat mengidentifikasi masalah dan metode yang ada, batasan ekonomi dan fisik, dan menentukan tujuan dan kebutuhan yang akan datang
2	Perencanaan	Merencanakan kebutuhan dasar, dan aktivitas penyimpanan untuk mendapatkan efisiensi operasi semaksimal mungkin
3	Sistem	Mengintegrasikan aktivitas pemindahan dan aktivitas penyimpanan secara ekonomis agar dapat mengkoordinasikan sistem operasi termasuk penerimaan, pemeriksaan, penyimpanan, perakitan, pengepakan, pengiriman dan transportasi
4	Muatan satuan	Penanganan material harus sesuai dengan jumlah, ukuran, berat beban
5	Pemakaian ruangan	Memanfaatkan ruangan seefektif mungkin.
6	Standarisasi	Standarkan metode pemindahan dan peralatan yang mungkin
7	Ergonomis	Perancangan pemindahan material dan prosedur harus mengacu pada keterbatasan dan kemampuan manusia agar secara efektif dapat berinteraksi dengan manusia sebagai pengguna system
8	Utilisasi	Rencanakan pemakaian peralatan pemindahan secara optimum
9	Ecologi	Gunakan prosedur dan peralatan material handling untuk meminumkan kerusakan lingkungan
10	Mekanisasi	Mekanisasi proses pemindahan yang layak untuk meningkatkan efisiensi dalam pemindahan material
11	Fleksibilitas	Gunakan metode dan peralatan yang mampu melakukan berbagai macam tugas dengan berbagai macam kondisi operasi
12	Kesederhanaan	Menyederhanakan pemindahan dengan menghilangkan, mengurangi, atau menggabungkan gerakan atau peralatan yang tidak perlu
13	Gravitasi	Gunakan prinsip gravitasi untuk memindahkan material jika mungkin.
14	Keamanan	Tetapkan metode dan peralatan pemindahan material yang aman dengan mengikuti aturan dan kode -kode keamanan
15	Komputerisasi	Pertimbangkan sistem penyimpanan dan pemindahan dengan computer

No	Prinsip	Keterangan
16	Sistem aliran	Integrasikan aliran data dengan aliran material untuk melakukan pemindahan dan penyimpanan
17	Tata letak	Persiapkan tata letak peralatan dan urutan operasi untuk semua solusi sistem yang aktif dan pilih alternatif sistem yang terbaik
18	Biaya	Bandungkan alternatif solusi pada metode dan peralatan yang digunakan berdasarkan efektivitas ekonomi
19	Perawatan	Persiapkan rencana jadwal perbaikan dan perawatan preventif semua peralatan material handling
20	Keusangan	Ganti peralatan yang usang. Jika ada diganti dengan peralatan yang lebih efisien untuk meningkatkan operasi.

## Penutup

### 5. Tes Formatif

- g. Sebutkan Tujuan Tata Letak?
- h. Sebutkan Tujuan dari material handling ?
- i. Sebutkan tipe tata letak pabrik ?

### 6. Umpan Balik

Umpan-balik diberikan oleh dosen atau secara teliti melalui pengajaran terprogram, selalu perlu dibuat diagnosa yang baik tentang kehasilgunaan proses belajar.

### 7. Tindak Lanjut

### 8. Kunci Jawaban

#### a. Tujuan Tata Letak

- 1) Mempermudah jalannya proses.
- 2) Meminimumkan pemindahan material.
- 3) Memelihara fleksibilitas.
- 4) Memelihara perputaran barang setengah jadi.
- 5) Menghemat pemakaian ruang bangunan.
- 6) Memberikan kemudahan, keselamatan dan kenyamanan bagi karyawan dalam melakukan pekerjaannya

#### b. Tujuan dari material handling adalah :

Meningkatkan efisiensi aliran material untuk menjamin tersedianya material pada saat dan dimana dibutuhkan.

1. Mengurangi biaya material handling
2. Meningkatkan penggunaan/pemakaian fasilitas
3. Meningkatkan keamanan dan kondisi kerja
4. Memudahkan proses manufaktur

5. Meningkatkan produktivitas.
- c. ada empat tipe tata letak pabrik yaitu : 1) *Product Layout*, 2) *Process Layout*, 3) *Fixed Product Layout* dan 4) *Group Layout*.

### **Datar Pustaka**

1. Apple, J. M., 1963, **Plant Layout and Material Handling**, The Ronald Press Company, New York
2. Moore, J.M., 1962, **Plant Lay Out and Design**, Macmillan Publishing Co., Inc.,
3. Wignjosoebroto. S., **Pengantar Teknik Industri**, P.T. Guna Widya, Jakarta

# **BAB 5**

## **OPERASIONAL RISET**

### **PENDAHULUAN**

#### **Deskripsi Singkat:**

Dalam pertemuan ini akan dipelajari tentang pengertian operasional riset, program linear, cara menggunakan metode transportasi, metode penugasan. Pengertian ini berguna untuk mengikuti perkuliahan berikutnya tentang manajemen finansial dan ekonomi teknik.

#### **Mamfaat dan Relevansi**

Dengan mempelajari bab ini mahasiswa akan memahami pengertian operasional riset, program linear, metode transportasi, metode penugasan, teori antrian dan simulasi yang merupakan dasar dalam manajemen finansial dan ekonomi teknik.

#### **Tujuan Intruksional Khusus:**

Setelah menyelesaikan mata kuliah ini mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan pengertian operasional riset, program linear, metode transportasi, metode penugasan, teori antrian dan simulasi.

### **PENYAJIAN**

#### **Operasional Riset**

##### **6.1. Pendahuluan**

Penggunaan operasional riset berawal pada perang dunia II. Pada saat itu angkatan perang Inggris membentuk suatu team untuk mempelajari persoalan-persoalan strategik dan taktik sehubungan dengan serangan-serangan pada saat Perang Dunia II. Tujuannya adalah untuk mengefektifkan sumber-sumber terbatas kemiliteran, yang akhirnya penelitian tentang kemiliteran disebut dengan "*Pene-litian*



*Operasional Masalah Kemiliteran (Military Operations Research)*". Keberhasilan yang dicapai Amerika adalah dalam mensuplai barang-barang keperluan perang, menentukan pola-pola dasar penerbangan yang lebih efisien, serta menentukan pola-pola jaringan bagi operasi-operasi alat-alat elektronik. Setelah berakhirnya Perang Dunia II, keberhasilan angkatan perang Inggris dan angkatan perang Amerika ilmu operational riset kemudian berkembang ke orang-orang industri di Amerika, dan sampai sekarang telah digunakan hampir seluruh kegiatan di Dunia.

## 6.2. Program linear

Prinsip utama dalam menggunakan program linear ialah merumuskan masalah dengan menggunakan sejumlah informasi yang tersedia, kemudian menerjemahkan masalah tersebut dalam bentuk model matematika.. Karakteristik-karakteristik yang biasa digunakan dalam persoalan program linear adalah sebagai berikut :

1. Variabel keputusan. Merupakan variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan-keputusan yang akan dibuat.
2. Fungsi tujuan. Fungsi tujuan merupakan fungsi dari variabel keputusan yang akan dimaksimumkan (keuntungan) atau di minimumkan (kerugian).
3. Pembatas. Merupakan kendala yang dihadapi sehingga kita tidak bisa menentukan harga-harga variabel keputusan secara sembarangan.
4. Pembatas tanda. Pembatas yang menjelaskan apakah variabel keputusannya diasumsikan hanya berharga non negatif atau berharga positif.

Secara umum formulasi masalah program linear dapat ditulis sebagai berikut :

### **Fungsi Tujuan**

$$\text{Minimum (atau Maksimum) } f(x) = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n$$

### **Kendala**

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1n} X_n (< = >) b_1$$

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2n} X_n (< = >) b_2$$

.

$$a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + \dots + a_{mn} X_n (< = >) b_m$$

$$\text{Dan } X_1, X_2, \dots, X_n > 0$$

## Contoh 5.1.

Sebuah perusahaan merencanakan untuk memproduksi dua macam produk yaitu produk A dan B. Setiap unit produk membutuhkan 3 unit sumber daya 1, 8 unit sumber daya 2 dan 4 unit sumber daya 3. Sedangkan setiap unit produk B membutuhkan 6 unit sumber daya 2 dan 5 unit sumber daya 3

Banyaknya sumber daya 1, sumber daya 2, dan sumber daya 3 yang tersedia masing-masing adalah 12, 48 dan 30 unit. Setiap unit produk A dan produk B masing-masing memberikan sumbangan keuntungan sebesar Rp 120 dan 100. Tentukan banyaknya masing-masing produk yang harus diproduksi agar diperoleh keuntungan maksimal

Suber Daya \ Produk	A	B	Kapasitaas Maksimum
1	3	0	12
2	8	6	48
3	4	5	30
Sumbangan keuntungan per unit	120	100	

$X_1$  = Banyaknya produk A yang diproduksi

$X_2$  = Banyaknya produk B yang diproduksi

Maksimumkan (Z) =  $120 X_1 + 100 X_2$

Kendala :

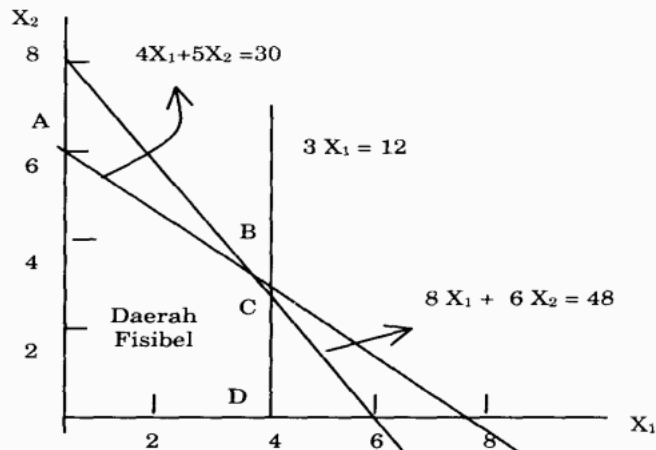
1).  $3 X_1 < 12$

2).  $8 X_1 + 6 X_2 < 48$

3).  $4 X_1 + 5 X_2 < 30$

$X_1, X_2 > 0$

Contoh 5.1 (lanjutan)



Untuk menyelesaikan persoalan diatas kita cari solusi optimal dengan menghitung fungsi tujuan pada tiap-tiap titik daerah fisibel sebagai berikut:

- Titik 0 :  $X_1 = 0 ; X_2 = 0$
- Titik A :  $X_1 = 0 ; X_2 = 6$   
 $Z = 120 (0) + 100 (6) = 600$
- Titik B : perpotongan antara persamaan 2 dan 3,

$$\begin{array}{r|l|l}
 8X_1 + 6X_2 = 48 & 1 & 8X_1 + 6X_2 = 48 \\
 4X_1 + 5X_2 = 30 & 2 & 8X_1 + 10X_2 = 60 \\
 \hline
 & & -4X_2 = -12 \\
 & & X_2 = 3
 \end{array}$$

Substitusikan nilai ini pada persamaan 2 atau 3

$$\begin{aligned}
 8X_1 + 6(3) &= 48 \longrightarrow X_1 = 3 \frac{3}{4} \\
 Z &= 120 (3 \frac{3}{4}) + 100 (3) = 750
 \end{aligned}$$

Contoh 5.1. (lanjutan) .

Titik C : Perpotongan antara persamaan 1 dan 2

$$3X_1 = 12 \rightarrow X_1 = 4$$

Substitusikan nilai pada persamaan 2

$$\begin{aligned}
 8(4) + 6X_2 &= 48 \rightarrow X_2 = 2 \frac{2}{3} \\
 Z &= 120 (4) + 100 (2 \frac{2}{3}) = 746,6
 \end{aligned}$$

$$\text{Titik D : } X_1 = 4 ; X_2 = 0 \quad Z = 120 (4) + 100 (0) = 480$$

Dari perhitungan diatas Z terbesar pada titik B, perusahaan sebaiknya memproduksi 3 % unit produk A dan 3 unit produk B dengan menghasilkan keuntungan Rp 750

### 6.3. Transportasi

Transportasi mempunyai tujuan untuk mencari jalan yang paling murah dalam mendistribusikan sejumlah tertentu suatu barang atau produk dari beberapa daerah yang masing-masing mempunyai sejumlah kebutuhan tertentu pula dengan berpegang pada prinsip biaya distribusi minimal.

Persoalan transportasi mempunyai ciri-ciri khusus antara lain :

1. Terdapat sejumlah sumber dan sejumlah tujuan tertentu.
2. Kuantitas komoditas atau barang yang didistribusikan dari setiap sumber dan yang diminta oleh setiap tujuan, besarnya tertentu.
3. Komoditas yang dikirim atau diangkut dari suatu sumber ke suatu tujuan besarnya sesuai dengan permintaan dan atau kapasitas sumber.
4. Ongkos pengangkutan komoditas dari suatu sumber ke suatu tujuan besarnya tertentu.
5. Kapasitas sumber harus sama dengan kapasitas tujuan, jika tidak sama maka harus disamakan dengan jalan menambah dummy pada kapasitas sumber atau tujuan

#### **Langkah I.** Menentukan solusi fisibel basis awal.

solusi fisibel basis awal adalah solusi perantara yang belum menunjukkan solusi paling optimal.:

- a) Metode pojok kiri atas (Northwest Corner).  
Metode ini didasarkan aturan pengalokasian normatif dan persediaan dan kebutuhan sumber dalam suatu matriks biaya transportasi tanpa memperhitungkan besaran-besaran ekonomis.
- b) Metode Ongkos terkecil (least cost).  
Berbeda dengan metode pojok kiri atas yang tidak mempertimbangkan faktor ongkos, metode ongkos terkecil memberikan prioritas pengalokasian pada sel yang mempunyai ongkos terkecil.
- c) Metode pendekatan Vogel (Vogel's Approximation Method/ VAM). Metode ini merupakan metode terbaik dari kedua metode di atas Metode ongkos terkecil dapat menimbulkan kemungkinan terhapusnya sel yang lebih baik karena kita harus meningga baris atau kolom sesuai dengan batasan. Langkah pengerjaan adalah dengan menentukan penalty yaitu selisih dua ongkos terkecil dari tiap kolom dan baris. Pilih penalty terbesar, alokasikan sebanyak mungkin kapasitas sumber atau kebutuhan pada yang mempunyai ongkos terkecil.

#### **Langkah II.** Melakukan optimalisasi

Untuk mencari solusi optimal terdapat suatu terminologi penting di dalam tahapan ini yaitu loop, apakah dengan merubah kedudukan suatu loop akan kita peroleh suatu kondisi yang lebih optimal. Adapun langkah-langkah dalam optimalisasi adalah sebagai berikut:

- a) Pilih salah satu penyelesaian awal seperti pada langkah I

- b) Tentukan nilai  $U_i$  dan  $V_j$  untuk baris dan kolom dengan mengawali  $U_i = 0$ . Tentukan nilai  $U$  dan  $V$  sisanya dengan menggunakan persamaan :  $U_i + V_j = C_{ij}$ . Perhitungan hanya sel-sel yang teralokasikan kapasitas sumber atau kebutuhan.
- c) Tentukan nilai  $t_{ij}$  untuk sel-sel yang tidak teralokasikan kapasitas sumber atau kebutuhan dengan menggunakan nilai  $U$  dan  $V$  dengan formula :  

$$t_{ij} = U_i + V_j - C_{ij}$$
- d) Jika semua nilai  $t_{ij}$  adalah nol atau negatif, solusi optimal telah dicapai. Jika nilai  $t_{ij}$  positif, pilih nilai  $t_{ij}$  yang mempunyai nilai positif terbesar kemudian solusi dilakukan seperti pada langkah e
- e) Identifikasi suatu putaran tertutup yang diawali dari sel yang mempunyai nilai  $t_{ij}$  terbesar, alternatif gerakan bisa keatas, kebawah, kekiri atau kekanan menuju ke sel terisi kapasitas sumber atau kebutuhan dan kembali pada sel  $t_{ij}$  awal.
- f) Tandai putaran tertutup dari sel  $t_{ij}$  dengan tanda positif kemudian berturut-turut bergantian tanda pada sel-sel yang kena rute perpindahan. Pilih sel yang bertanda negatif dan pilih kapasitas sumber atau kebutuhan yang terkecil. Kemudian kurangkan atau tambahkan sel yang kena rute perpindahan, sel yang bertanda negatif dilakukan pengurangan dan sel yang bertanda positif dilakukan penambahan terhadap kapasitas sumber atau kebutuhan yang terpilih.
- g) Ulangi lagi pada langkah b, sampai nilai  $t_{ij}$  sama dengan nol atau negatif.

Berikut adalah langkah-langkah penyelesaian penugasan Pengalokasian barang dari tiap-tiap sumber ke tiap-tiap lokasi pabrik agar kapasitas sumber tidak kelebihan atau kekurangan pengiriman Pabrik dan ongkos pengiriman menjadi minimal. Ongkos pengirim tiap ton antara sumber dan pabrik, kapasitas sumber dan kebutuhan pabrik adalah sebagai berikut:

Biaya pengiriman ke pabrik, Rp. 1000/on							
Sumber	3	2	1	7	40	1	kapasitas sumber (ton) (Kap)
	1	5	7	3	40	2	
	6	3	4	9	75	3	
	20	65	60	10	155		
	A	B	C	D			
Kebutuhan pabrik (ton) (keb)							

### 6.3.1. Metode Pojok Kiri Atas

Metode ini dimulai dari pojok kiri atas sampai pada pojok kanan bawah, alokasi kapasitas atau kebutuhan dimulai dari pojok kiri atas ( $X_{1A}$ ) sebesar kapasitas atau kebutuhan minimal, dan terakhir kepojok kiri bawah sehingga semua kebutuhan teralokasi.

	A	B	C	D	
1	3 20	2 20	1	7	40
2	1	5 40	7	3	40
3	6	3 5	4 60	9 10	75
	20	65	60	10	155

$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya transportasi} &= 20(3) + 20(2) + 40(5) + 5(3) \\
 &\quad + 60(4) + 10(9) \\
 &= \text{Rp } 645.000.
 \end{aligned}$$

### 6.3.2. Metode Ongkos Terkecil

Prinsip dari metode ini adalah pemberian prioritas pengalokasian kapasitas atau kebutuhan pada tempat yang mempunyai ongkos terkecil ( $C_y$  terkecil). Langkah penyelesaian pada contoh diatas dapat dijelaskan sebagai berikut:

$C_{1C}$  dan  $C_{2A}$  merupakan ongkos terkecil dari keseluruhan tabel, maka  $X_{1C}$  atau  $X_{2A}$  mendapat prioritas pengalokasian pertama kali. Misal dipilih  $C_{1C}$ , alokasikan pada  $X_{1C}$  sebesar  $\min(Kap_1, Keb_C) = \min(40, 60) = 40$ . Prioritas berikutnya adalah  $C_{2A}$ , alokasikan pada  $X_{2A}$  sebesar  $\min(Kap_2, Keb_A) = \min(40, 20) = 20$ .  $C_y$  terkecil berikutnya adalah  $C_{2D}$  atau  $CSB$ , misal dipilih  $C_{2D}$ , alokasikan pada  $X_{2D}$  sebesar  $\min(Kap_2 - X_{2A}, Keb_D) = \min(40 - 20, 10) = 10$ . Prioritas berikutnya adalah  $CSB$ , alokasikan pada  $X_{2B}$  sebesar  $\min(Kap_2 - X_{2A} - X_{2D}, Keb_B) = \min(40 - 20 - 10, 65) = 10$ . Prioritas berikutnya adalah  $C_{3C}$ , alokasikan  $X_{3C} = \min(Kap_3 - X_{3B}, Keb_C - X_{1C}) = \min(75 - 65, 60 - 40) = 10$  dan terakhir alokasikan pada  $X_{2C}$  sebesar  $\min(Kap_2 - X_{2A} - X_{2D}, Keb_C - X_{1C} - X_{3C}) = \min(40 - 20 - 10, 60 - 40 - 10) = 10$ . Hasil akhir dari metode ongkos terkecil adalah  $X_{1C} = 40$ ,  $X_{2A} = 20$ ,  $X_{2D} = 10$ ,  $X_{2B} = 10$ ,  $X_{3C} = 10$  dan  $X_{2C} = 10$ .

	A	B	C	D	
1	3 20	2 20	1 40	7	40
2	1 20	5 40	7 10	3 10	40
3	6	3 65	4 10	9	75
	20	65	60	10	155

$$\begin{aligned} \text{Total biaya transportasi} &= 40(1) + 20(1) + 10(7) + 10(3) \\ &+ 65(3) + 10(4) = \text{Rp.395.000.} \end{aligned}$$

### 6.3.3. Metode Vogel's

Metode ini adalah metode terbaik dari dua metode di atas dan umumnya metode ini mendekati optimal bahkan bisa langsung optimal. Prinsip kerja dari metode ini adalah menentukan *penalty* yaitu nilai pengurangan dari dua ongkos terkecil pada tiap-tiap baris dan kolom. Untuk contoh di atas  $penalty \text{ baris } 1 = C_B - C_{1C} = 2 - 1 = 1$ ,  $baris \ 2 = C_{2D} - C_{2A} = 3 - 1 = 2$ ,  $baris \ 3 = C_{3C} - C_{3B} = 4 - 3 = 1$  dan pada kolom A  $= C_{1A} - C_{2A} = 3 - 1 = 2$ , kolom B  $= C_{3B} - C_{1B} = 3 - 2 = 1$ , kolom C  $= C_{3C} - C_{1C} = 4 - 1 = 3$ , kolom D  $= C_{1D} - C_{2D} = 7 - 3 = 4$ . Langkah selanjutnya adalah mencari *penalty* terbesar, alokasikan sebanyak mungkin kapasitas atau kebutuhan [ $\min = (\text{kapasitas, kebutuhan})$ ] pada variabel dengan ongkos terkecil, kemudian tandai kolom atau baris yang sudah terpenuhi. *Penalty* terbesar pada kolom D dengan ongkos terkecil 3, alokasikan pada  $X_{2D} = \min(\text{Kap}_2, \text{Keb}_D) = \min(10, 40) = 10$ . Karena pada kolom D sudah terpenuhi maka diberi tanda.

Selanjutnya dilakukan perhitungan *penalty* lagi dengan tidak mengikutkan kolom D, untuk  $penalty \text{ baris } 1 = C_B - C_{1C} = 2 - 1 = 1$ ,  $baris \ 2 = C_{2B} - C_{2A} = 5 - 1 = 4$ ,  $baris \ 3 = C_{3C} - C_{3B} = 4 - 3 = 1$ . Pada kolom A  $= C_{1A} - C_{2A} = 3 - 1 = 2$ , kolom B  $= C_{3B} - C_{1B} = 3 - 2 = 1$ , kolom C  $= C_{3C} - C_{1C} = 4 - 1 = 3$ . *Penalty* terbesar adalah 4 pada baris 2 dengan ongkos terkecil di  $X_{2A}$ . Alokasikan pada  $X_{2A} = \min(\text{Kap}_2 - X_{2D}, \text{Keb}_A) = \min(40 - 10, 20) = 20$ . Karena pada kolom A sudah terpenuhi maka diberi tanda.

	A	B	C	D			Finalty
1	3	2	1	7	40	1	
2	1	5	7	3	40	2	
3	6	3	4	9	75	1	
	20	65	60	10	155		
	2	1	3	4			
Pinalty	2	1	3	4			

	A	B	C	D			
1	3	2	1	7	40	1	
2	1	5	7	3	40	4	
3	6	3	4	9	75	1	
	20	65	60	10	155		
	2	1	3				
Pinalty	2	1	3				

	A	B	C	D		
1	3	2	40	7	40	1
2	1	5	7	3	40	2
3	6	3	4	9	75	1
	20	65	60	10	155	
Pinalty		1	3			

Lakukan perhitungan penalty lagi dengan tidak mengikutkan kolom D dan kolom A yang telah terpenuhi. Perhitungan Penalty baris 1 =  $G_{1B} - C_{1C} = 2 - 1 = 1$ , baris 2 =  $C_{2C} - C_{2B} = 7 - 5 = 2$ , baris 3 =  $C_{3C} - C_{3B} = 4 - 3 = 1$ . Kolom B =  $C_{3B} - G_{1B} = 3 - 2 = 1$ , kolom C =  $C_{3C} - C_{1C} = 4 - 1 = 3$ . Penalty terbesar adalah 3 pada kolom C dengan ongkos terkecil di  $X_{1C}$ . Alokasikan pada  $X_{1C} = \min(\text{Kap}_1, \text{Ke}_{BC}) = \min(40, 60) = 40$ . Karena pada baris 1 sudah terpenuhi maka diberi tanda, dengan cara yang sama maka, tabel akhir sebagai berikut :

	A	B	C	D		Penalty
1	3	2	40	7	40	1
2	1	5	7	3	40	2
3	6	3	4	9	75	1
	20	65	60	10	155	
Penalty		1	3			

	A	B	C	D		Penalty
1	3	2	40	7	40	
2	1	5	7	3	40	2
3	6	3	4	9	75	1
	20	65	60	10	155	
Penalty		2	3			

$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya transportasi} &= 20(1) + 40(1) + 10(3) + 55(3) \\
 &\quad + 20(4) + 10(5) \\
 &= \text{Rp.385.000.}
 \end{aligned}$$



Test optimalisasi dilakukan seperti langkah 2 solusi awal yang digunakan metode pojok kiri atas. Pada kasus ini  $U_1$  dianggap bernilai 0 perhitungan  $U_s$  dan  $V_s$  pada setiap variable basis adalah ;

$$U_1 + V_A = C_{1A} \rightarrow V_A = 3 - 0 = 3$$

$$U_1 + V_B = C_{1B} \rightarrow V_B = 2 - 0 = 2$$

$$U_2 + V_B = C_{2B} \rightarrow U_2 = 5 - 2 = 3$$

$$U_3 + V_B = C_{3B} \rightarrow U_3 = 3 - 2 = 1$$

$$U_3 + V_C = C_{3C} \rightarrow V_C = 4 - 1 = 3$$

$$U_3 + V_D = C_{3D} \rightarrow V_D = 9 - 1 = 8$$

$V_s$

	A	B	C	D		
$U_s$	1	3 20	2 20	1 60	7 10	40
	2	1 40	5 5	7 60	3 10	40
	3	6 20	3 65	4 60	9 10	75
		20	65	60	10	155

Selanjutnya menentukan  $t_{ij}$  untuk variable non basis yaitu sel-sel yang tidak berisi kapasitas sumber. Perhitungan Sbb.

$$t_{1C} = U_1 + V_C - C_{1C} \rightarrow t_{1C} = 0 + 3 - 1 = 2$$

$$t_{1D} = U_1 + V_D - C_{1D} \rightarrow t_{1D} = 0 + 8 - 7 = 1$$

$$t_{2A} = U_2 + V_A - C_{2A} \rightarrow t_{2A} = 3 + 3 - 1 = 5$$

$$t_{2C} = U_2 + V_C - C_{2C} \rightarrow t_{2C} = 3 + 3 - 7 = -1$$

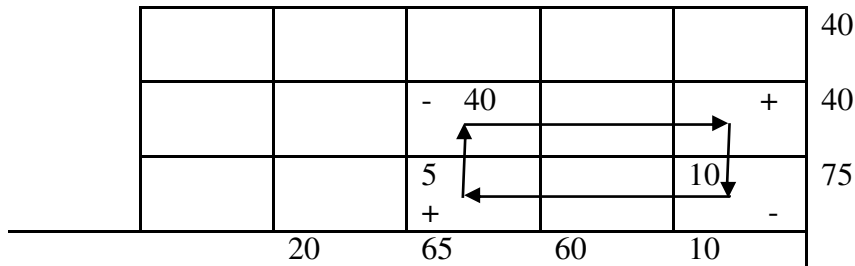
$$t_{2D} = U_2 + V_D - C_{2D} \rightarrow t_{2D} = 3 + 8 - 3 = 8$$

$$t_{3A} = U_3 + V_A - C_{3A} \rightarrow t_{3A} = 1 + 3 - 6 = -2$$

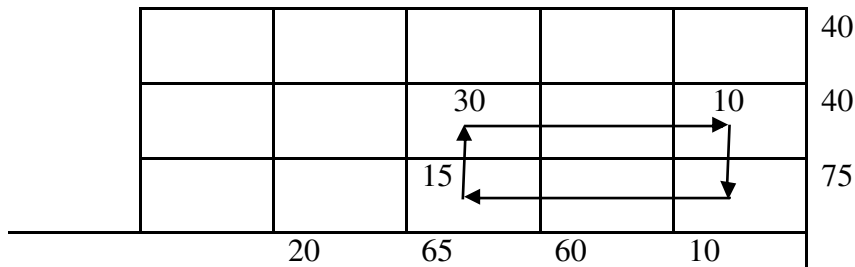
$V_s$

	A	B	C	D		
$U_s$	1	3 20	2 20	1 +2 60	7 +1 10	40
	2	1 +5 40	5 40	7 -1 60	3 +8 10	40
	3	6 -2 20	3 5 65	4 60	9 10	75
		20	65	60	10	155

Dari perhitungan tij ternyata masih ada nilai tij yang positif sehingga optimalisasi belum tercapai, oleh karenanya diperlukan alokasi ulang kapasitas sumber atau kebutuhan. Untuk itu pilih nilai tij terbesar, kemudian dibuat perputaran tertutup. Nilai tij terbesar ada pada  $X_{2D}$ , dengan demikian  $X_{2D}$  dijadikan sebagai titik awal pembuatan perputaran tertutup. Perputaran tertutup berawal dan berakhir dari variabel non basis terpilih, dimana tiap sudut perputaran merupakan titik-titik yang ditempati oleh variabel - variabel basis. Perputaran tertutup yang terbentuk adalah  $X_{2D} \rightarrow X_{2B} \rightarrow X_{SB} \rightarrow X_{BD}$  seperti pada gambar berikut.



Langkah selanjutnya adalah memberi tanda pada setiap titik-titik perputaran. Titik awal variabel non basis ( $X_{2o}$ ) diberi tanda positif (+) kemudian berturut-turut berubah tanda pada setiap rute. Pilih sel yang bertanda negatif dengan nilai terkecil (nilai 10), yang akan di-gunakan sebagai penambah dan pengurang. Sel yang bertanda positif akan ditambah dengan 10 dan yang bertanda negatif dikurangi dengan 10 sehingga alokasi baru adalah sebagai berikut:



Kemudian dilakukan perhitungan lagi untuk menentukan  $U_s$ , dan  $t_{ij}$  seperti pada perhitungan diatas dengan hasil berikut:

		$V_s$				
		-2	2	3	0	
		A	B	C	D	
$U_s$	0	1	2	1	7	40
		-5	40	+2	-7	
	3	2	5	7	3	40
		20	10	-1	10	
1	3	6	3	4	9	75
		-7	15	60	-8	
		20	65	60	10	155

		-		+		40
		40				40
		15		60		75
		-		+		
	20	65	60	10		

						40
						40
		55		20		75
	20	65	60	10		

Ulangi lagi seperti diatas untuk menentukan  $U_s$ ,  $V_s$  dan  $t_{ij}$  sampai nilai  $t_{ij}$  sama dengan nol atau negatif, sehingga hasil akhir (optimal) adalah sebagai berikut

			$V_s$			
			3	2	3	0
		A	B	C	D	
0	1	20	20	+2	-7	40
		3	2	1	7	
$U_s$	3	+5	30	-1	10	40
		1	5	7	3	
1	3	-2	15	60	-8	75
		6	3	4	9	
		20	65	60	10	155

		-				40
		20				40
		+		30		75
	20	65	60	10		

						40
						40
		20		10		75
	20	65	60	10		

		Vs				
		-4	0	1	-2	
		A	B	C	D	
0	1	3	2	1	7	40
		-7	-2	40	-9	
Us	5	20	5	7	3	40
		1	10	-1	10	
3	3	6	3	4	9	75
		-7	55	20	-8	
		20	65	60	10	155

		A	B	C	D	
1		3	2	1	7	40
		20	20	7	3	40
Us	2	1	5	7	10	75
		20	30	4	9	
3	3	6	3	60	15	155
		15	60	10	10	
		20	65	60	10	155

$$\text{Total Biaya} = 20 \times 1 + 20 \times 2 + 30 \times 5 + 15 \times 3 + 60 \times 4 + 10 \times 3 = \text{Rp.385.000}$$

#### 6.4. Penugasan (Assignment)

Penugasan merupakan model transportasi dimana sejumlah  $m$  sumber ditugaskan kepada sejumlah  $n$  tujuan (satu sumber untuk satu tujuan) sedemikian sehingga didapat ongkos total minimum.. Penggambaran secara umum persoalan penugasan ini adalah sebagai berikut:

		Mesin				
		1	2	....	N	
	1	C11	C12	....	C1n	1
	2	C21	C22	....	C2n	1
Pekerja	:	:	:	....	:	:
	:	:	:	....	:	:
	:	:	:	....	:	:
	M	Cm1	Cm2	....	Cmn	1
		1	1	....	1	

**Gambar 5.2.** Masalah Penugasan

Pada masalah penugasan diasumsikan bahwa  $m = n$ , jika tidak terjadi keseimbangan yaitu  $m > n$  atau  $m < n$  perlu menambah pekerjaan atau mesin semu. Langkah - langkah pengerjaan penugasan adalah :

1. Lakukan pengurangan baris dengan elemen terkecil untuk masing - masing baris sehingga akan didapat elemen - elemen nol
2. Lakukan pengurangan kolom dengan elemen terkecil untuk masing - masing kolom sehingga akan didapat elemen-elemen nol

3. Matrik hasil dari langkah 1 dan 2, lakukan penugasan dari sumber ke tujuan dengan mengplot tugas pada matrik yang bernilai nol, jika satu pekerjaan menangani satu mesin dikatakan bahwa penugasan optimal.
4. Jika penyelesaian belum optimal maka perlu dilakukan revisi matrik, dengan cara sebagai berikut:
  - a) Tariklah garis pada semua baris dan kolom yang mengandung elemen nol dengan jumlah garis minimum, sedemikian sehingga tidak terdapat lagi nol pada matrik yang ber-sangkutan.
  - b) Tentukan elemen-elemen yang tidak kena garis, pilih elemen dengan **nilai terkecil**. Kurangkan semua elemen yang tidak kena garis dengan elemen yang bernilai terkecil.
  - c) Tambahkan elemen yang kena perpotongan garis dengan elemen yang bernilai terkecil.
  - d) Elemen-elemen yang kena garis tetapi tidak kena perpotongan garis bernilai tetap.
  - e) Alokasikan pekerjaan pada elemen-elemen nol tersebut.
  - f) Jika penyelesaian optimal belum didapat ulangi lagi langkah a sampai dengan d.

Misalkan kepala departemen ingin menugaskan pekerjaanya ke empat mesin. Estimasi jumlah hari yang digunakan tiap pekerja untuk tiap pekerjaan adalah sebagai berikut:

Mesin pekerja

	1	II	III	IV
A	7	8	12	11
B	3	10	9	10
C	10	11	6	14
D	9	13	14	4

Langkah 1 melakukan pengurangan baris

	1	II	III	IV
A	0	1	5	4
B	0	7	6	7
C	4	5	0	8
D	5	9	10	0

Langkah 2 melakukan pengurangan kolom

	1	II	III	IV	
pekerja	A	0	0	5	4
	B	0	6	6	7
	C	4	4	0	8
	D	5	8	10	0

Langkah 3 plotting tugas

	1	II	III	IV	
pekerja	A	0	0	5	4
	B	0	6	6	7
	C	4	4	0	8
	D	5	8	10	0

Penugasan lengkap, dimana satu pekerja melakukan satu pekerjaan. Berdasarkan penugasan tersebut total jumlah hari adalah :

Pekerja	Mesin	Waktu pekerjaan
A	II	8
B	I	3
C	III	6
D	IV	4

21 Hari

Berikut adalah kasus penugasan yang belum optimal, dan dilakukan revisi matrik.

	I	II	III	IV	V
A	9	5	14	14	15
B	3	8	19	3	5
C	4	9	9	5	10
D	9	6	4	2	2
E	8	10	13	6	14

Langkah 1 : Melakukan pengurangan baris

	I	II	III	IV	V
A	4	0	9	9	10
B	0	5	16	0	2
C	0	5	5	1	6
D	7	4	2	0	0
E	2	4	7	0	8

Langkah 2 : Melakukan pengurangan kolom

	I	II	III	IV	V
A	4	0	7	9	10
B	0	5	14	0	2
C	0	5	3	1	6
D	7	4	0	0	0
E	2	4	5	0	8

Hasil pengurangan baris dan kolom menunjukkan ada pekerja yang belum mendapatkan tugas yaitu pekerja E, dengan demikian perlu dilakukan revisi matrik dengan menarik garis minimal seperti pada langkah 4. Kondisi optimal penugasan bisa di cek dari jumlah garis minimal, jika jumlah garis minimal sama dengan jumlah kolom atau jumlah baris maka penugasan optimal, jika tidak maka penugasan belum optimal.

Langkah 3 : Melakukan penarikan garis minimal

	I	II	III	IV	V
A	4	0	7	9	10
B	0	5	14	0	2
C	0	5	3	1	6
D	7	4	0	0	0
E	2	4	5	0	8

Langkah 4 : Melakukan revisi matrik.

Pada revisi matrik, nilai terkecil dari nilai yang tidak kena garis pada langkah 3 adalah 2, selanjutnya dilakukan pengurangan nilai-nilai yang tidak kena lintasan garis dengan nilai 2 dan nilai-nilai yang kena perpotongan dua garis ditambahkan dengan nilai 2. Sedangkan nilai yang dilintasi garis tetapi tidak kena perpotongan dua garis bernilai tetap. Hasil revisi matrik seperti berikut:

	I	I	III	IV	V
A	6	0	7	11	10
B	0	3	12	0	0
C	0	3	1	1	4
D	9	4	0	2	0
E	2	2	3	0	

Penugasan optimal telah didapat, dengan plotting tugas sebagai berikut:

A-II      D-III   C-I  
E-IV      B-V

Masalah penugasan diatas adalah masalah penugasan minimasi, untuk masalah penugasan maksimasi (pada umumnya masalah ke-untungan). Berikut adalah kasus maksimasi.

#### Penjual

Daerah

	I	II	III	IV
A	20	16	18	10
B	14	18	12	14
C	11	13	12	15
D	12	10	15	16

Nilai terbesar pada matrik tersebut adalah 20 sehingga nilai 20 dikurangi dengan nilai-nilai pada tiap sel. Setelah itu dilakukan pengurangan baris atau kolom seperti pada kasus minimasi.

Langkah 1 : Melakukan pengurangan nilai terbesar.

#### Penjual

Daerah

	I	II	III	IV
A	0	4	2	10
B	6	2	8	
C	9	7	8	5
D	8	10	5	4



Langkah 2 : Melakukan pengurangan baris/kolom  
Penjual

Daerah

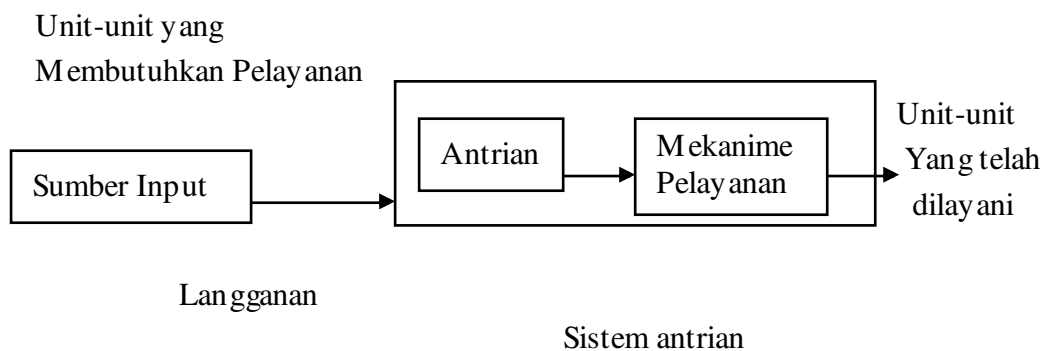
	I	II	III	IV
A	0	4	1	10
B	4	0	5	4
C	4	2	2	0
D	4	6	0	0

Penugasan optimal telah didapat dengan penugasan sebagai berikut  
A-I B-II C-IV D-III

### 6.5. Teori Antrian

#### 6.5.1. Sistem Antrian

Suatu antrian merupakan formasi baris-baris penungguan dari pelanggan (satuan) yang memerlukan pelayanan dari satu atau lebih pelayan (fasilitas layanan). Tujuan utama teori antrian adalah mengusahakan keseimbangan antara biaya pelayanan dengan ongkos yang disebabkan oleh adanya waktu menunggu tersebut. Proses yang terjadi pada model antrian dapat digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 5.3.** Sistem Antrian

Pada gambar tersebut di atas, unit-unit (langganan) dari sumber input memerlukan pelayanan dan terlibat dalam suatu antrian.

#### 6.5.2 Disiplin pelayanan

Disiplin pelayanan berkaitan dengan cara memilih anggota antrian yang akan dilayani. Bentuk-bentuk disiplin pelayanan yang biasa digunakan dalam praktek, yaitu :

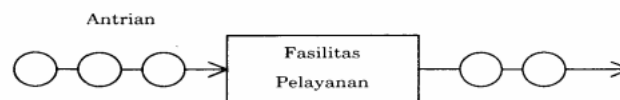
1. First- Come First Served (FCFS) atau First-In First-Out (FIFO), artinya lebih dulu datang, lebih dulu dilayani. Contoh : antri beli tiket bioskop.

2. Last Come First Served (LCFS) atau Last In First Out (LIFO) artinya, yang tiba terakhir yang lebih dulu keluar. Contoh : sistem antrian dalam elevator (lift) untuk lantai yang sama.
3. Service In Random Order (SIRO), artinya panggilan didasarkan pada peluang secara random.
4. Priority Service, artinya prioritas pelayanan diberikan karena mereka yang mempunyai prioritas tertentu yang lebih tinggi. Contoh : Seseorang penderita sakit yang lebih berat dibanding yang lain, akan lebih dulu diberi pelayanan. Mungkin juga karena seseorang yang menggunakan waktu pelayanan yang lebih pendek.

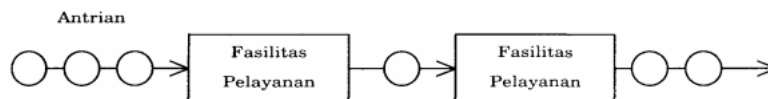
### 6.5.3. Bentuk-bentuk Sistem Antrian

Sumber input adalah jumlah total unit yang akan melakukan pelayanan, dimana sumber ini bersifat terbatas atau tidak terbatas. Proses masukan adalah proses pembentukan suatu antrian sebagai akibat kedatangan jumlah unit.. Mekanisme pelayanan ada tiga aspek yang perlu diperhatikan 1). tersedianya pelayanan, 2). kapasitas pelayanan dan 3). Waktu pelayanan. [5]

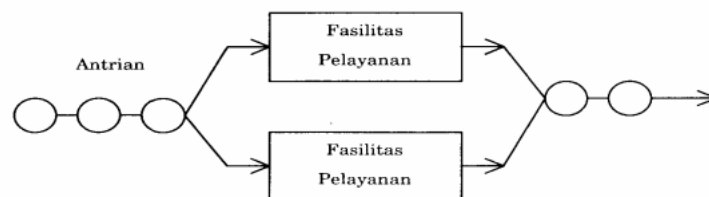
Fasilitas yang memiliki satu saluran disebut dengan pelayanan tunggal dan yang mempunyai lebih dari satu saluran disebut pelayanan ganda. Lamanya pelayanan adalah waktu yang dibutuhkan untuk melayani unit. Struktur antrian seperti pada gambar berikut:



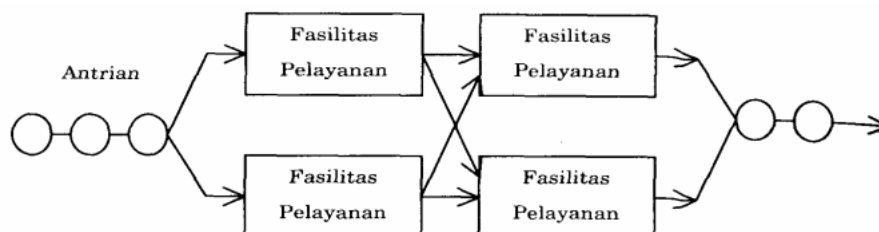
**Gambar 5.4.** *Single Channel – Single Phase.*



**Gambar 5.5.** *Single Channel – Multi Phase*



**Gambar 5.6.** *Multi Channel – Single Phase.*



**Gambar 5.7** *Multi Channel – Multi Phae*

Notasi - notasi yang digunakan dalam teori antrian adalah :

$\lambda$  : Kecepatan kedatangan rata-rata

$\mu$  : Kecepatan pelayanan rata-rata

**P<sub>0</sub>** : Probabilitas tidak ada langgan an (unit) dalam sistem

**P<sub>n</sub>** : Probabilitas ada n langgan an dalam sistem

**M** : Panjang antrian

**n** : Jumlah langgan an dalam sistem

**V** : Total waktu yang dihasilkan dalam sistem

**W** : Waktu rata-rata dalam antrian / waktu tunggu dari sebuah kedatangan

**E** : Nilai harapan

Rumus-rumus teori antrian

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

$$P_n = \left[ \frac{\lambda}{\mu} \right]^n P_0$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} P_n = 1$$

$$E(n) = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

$$E(m) = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} \quad E(m \setminus m) = \frac{\mu}{\mu - \lambda}$$

$$E(W) = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}; \quad E(V) = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

Contoh 5.2.

Mobil-mobil yang datang pada pintu parkir berdistribusi poisson dengan waktu rata-rata antar kedatangan 6 menit. Waktu pelayanan dari pegawai parkir berdistribusi eksponensial dengan waktu rata-rata 3 menit.

a. Berapakah panjang rata-rata antrian ?

$$\lambda = \frac{1}{6} \times 60 = 10 / \text{jam orang}$$

$$\mu = \frac{1}{3} \times 60 = 20 / \text{jam orang}$$

$$E(m) = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{10^2}{20(20 - 10)} = 0.50 \text{ mobil}$$

- b. Berapa panjang rata-rata antrian bila sedikitnya satu mobil menunggu dilayani

$$E(m \mid m \geq 0) = \frac{\mu}{\mu - \lambda} = \frac{20}{20 - 10} = 2 \text{ mobil}$$

- c. Berapakah probabilitas bahwa mobil yang datang harus menunggu sebelum dilayani oleh teller?

$$P(\text{mobil yang menunggu}) = 1 - P_0$$

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

$$P(\text{mobil yang menunggu}) = P_0 = \frac{10}{20} = 0.5$$

Contoh 5.2 (lanjutan)

- d. Berapakah waktu rata-rata dalam antrian

$$E(W) = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{10}{20(20 - 10)} = \frac{1}{20} = \text{menit}$$

- e. Berapakah waktu rata-rata yang dihabiskan dalam sistem

$$E(V) = \frac{1}{(\mu - \lambda)} = \frac{10}{(20 - 10)} = \frac{1}{10} = 6 \text{ menit}$$

## PENUTUP

### 9. Tes Formatif

Karakteristik-karakteristik apa saja yang biasa digunakan dalam persoalan program linear:

Tuliskan Secara umum formulasi masalah program linear

Sebutkan Notasi - notasi yang digunakan dalam teori antrian

### 10. Umpan Balik

Umpan-balik diberikan oleh dosen atau secara teliti melalui pengajaran terprogram, selalu perlu dibuat diagnosa yang baik tentang kehasilgunaan proses belajar.

### 11. Tindak Lanjut

### 12. Kunci Jawaban

- Karakteristik-karakteristik apa saja yang biasa digunakan dalam persoalan program linear adalah sebagai berikut
  - Variabel keputusan. Merupakan variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan-keputusan yang akan dibuat.
  - Fungsi tujuan. Fungsi tujuan merupakan fungsi dari variabel keputusan yang akan dimaksimumkan (keuntungan) atau diminimumkan (kerugian).

- Pembatas. Merupakan kendala yang dihadapi sehingga kita tidak bisa menentukan harga-harga variabel keputusan secara sembarang.
- Pembatas tanda. Pembatas yang menjelaskan apakah variabel keputusannya diasumsikan hanya berharga non negatif atau berharga positif.

2. Formulasi Program Lineras adalah dapat ditulis sebagai berikut :

Fungsi Tujuan

$$\text{Minimum (atau Maksimum) } f(x) = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n$$

Kendala

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1n} X_n (< = >) b_1$$

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2n} X_n (< = >) b_2$$

.

$$a_{mi} X_i + a_{m2} X_2 + \dots + a_{mn} X_n (< = >) b_m$$

$$\text{Dan } X_1, X_2, \dots, X_n > 0$$

Notasi - notasi yang digunakan dalam teori antrian adalah

$\lambda$  : Kecepatan kedatangan rata-rata

$\mu$  : Kecepatan pelayanan rata-rata

$P_0$  : Probabilitas tidak ada langganan (unit) dalam sistem

$P_n$  : Probabilitas ada n langganan dalam sistem

$M$  : Panjang antrian

$n$  : Jumlah langganan dalam sistem

$V$  : Total waktu yang dihasilkan dalam sistem

$W$  : Waktu rata-rata dalam antrian / waktu tunggu dari sebuah kedatangan

$E$  : Nilai harapan

## Datar Pustaka

1. Dimiyati, T. T., 1994, Operations Research, Model-model Pengambilan Keputusan, Sinar Baru Algensindo, Bandung
2. Taha, H.A., 1987, Operations Research An Introduction, Macmillan Publishing Company, New York
3. Siagian P., 1987, Penelitian Operasional Riset, Teori dan Praktek, UI-Press, Jakarta
4. Dimiyati, T. T., 1994, Operations Research, Model-model Pengambilan Keputusan, Sinar Baru Algensindo, Bandung.
5. Turner .W. C., Mize. J.H., Case. K., 1993, Introduction Industrial And System Engineering , Prentice - Hall, INC., Englewood Cliffs, New Jersey.

# **BAB 6**

## **MANAJEMEN FINANCIAL DAN EKONOMI TEKNIK**

### **PENDAHULUAN**

#### **Deskripsi Singkat:**

Dalam pertemuan ini akan dipelajari pengertian akuntansi dan bentuk laporan keuangan, harga pokok produksi dan penjualan, analisa break even poin dan dasar-dasar ekonomi teknik..

#### **Mamfaat dan Relevansi**

Dengan mempelajari bab ini mahasiswa akan memahami pengertian operasional riset, program linear, metode transportasi, metode penugasan, teori antrian dan simulasi yang merupakan dasar dalam manajemen finansial dan ekonomi teknik.

#### **Tujuan Intruksional Khusus:**

Setelah menyelesaikan mata kuliah ini mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan tentang konsep manajemen finansial dan ekonomi teknik.

### **PENYAJIAN**

#### **Manajemen Financial Dan Ekonomi Teknik**

##### **6.1. Pendahuluan**

Akuntansi ditinjau dari sudut kegiatannya adalah proses pencatatan, penggolongan, peringkasan dan penyajian dengan cara-cara tertentu, transaksi keuangan yang terjadi dalam perusahaan atau organisasi lain serta penafsirannya terhadap hasilnya.

## 6.2. Akuntansi

Aspek Akuntansi meliputi sebagai berikut:

- a. Obyek kegiatan akuntansi adalah transaksi keuangan, yaitu peristiwa-peristiwa atau kejadian-kejadian yang menyangkut perubahan aktiva, hutang dan modal yang dinyatakan dalam satuan uang.
- b. Kegiatan akuntansi terdiri dari pencatatan, penggolongan dan peringkasan dan penyajian transaksi keuangan.

Sedang bagi pemakainya, akuntansi merupakan suatu disiplin yang menyediakan informasi yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efisien dan mengevaluasi kegiatan-kegiatan suatu organisasi.

Manajer merupakan kalangan dalam yang menggunakan akuntansi sebagai dasar untuk menyusun rencana perusahaan, mengevaluasi perkembangan perusahaan dan melakukan tindakan koreksi. yang diperlukan.

### 6.2.1. Bentuk-bentuk Laporan Keuangan

Yang dimaksud dengan laporan keuangan pada umumnya adalah neraca dan laporan rugi laba. Akan tetapi sering disajikan pula sejumlah daftar laporan lainnya, seperti laporan perubahan modal kerja, laporan arus kas, perhitungan harga pokok dan sejumlah lampiran yang bersifat memberi kejelasan. Persamaan akuntansi yang dilaporkan secara resmi disebut dengan *balance sheet* yang menyatakan posisi finansial perusahaan saat itu.

Bentuk persamaan akuntansi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Aktiva} = \text{Hutang} + \text{Modal}$$

- Aktiva adalah sumber-sumber atau kekayaan (assets) yang dimiliki perusahaan yang diukur dengan nilai uang. Kekayaan tersebut dapat berupa piutang dagang, persediaan, tagihan-tagihan dan dapat pula berupa barang yang berwujud seperti tanah, gedung, peralatan dan sebagainya.
- Hutang adalah sejumlah nilai yang harus dilunasi pada periode akuntansi berikutnya. Hutang ini merupakan sumber dana atau modal perusahaan yang berasal dari kreditor.
- Modal adalah kekayaan sendiri (pemilik) yang diinvestasikan pada perusahaan. Besarnya hak milik sama dengan aktiva bersih perusahaan, yaitu selisih antara aktiva dan kewajiban.

Pada gambar 6.1. di bawah merupakan contoh sebuah neraca dari perusahaan PT Anindya Pratama.

<b>UD Anindya Pratama</b>			
<b>NERACA PER 31 December 2002</b>			
<b>(Rp 1.000)</b>			
<b>Aktiva</b>		<b>Pasiva</b>	
<b>Aktiva Lancar :</b>		<b>Hutang Lancar :</b>	
- Kas	3.500	- Hutang Dagang	2.750
- Pihutang Dagang	5.500	- Hutang gaji pegawai	2.500
- Invest Jangka pendek	1.750	- Hutang Pajak	1.750
- Persediaan	7.800	- Pendapatan diterima di muka	<u>7.800</u>
- Uang Muka :			
• Asuransi	85		
• Peralatan	<u>1.050</u>		
<b>Jumlah aktiva lancar</b>	<b>19.685</b>	<b>Jumlah hutang lancar</b>	<b>14.800</b>
<b>Invest Jangka panjang</b>		<b>Hutang Jangka Panjang</b>	
- Invest saham PT AB	1.500	- Hutang Obligasi	1.750
- Invest saham PT RS	<u>1.000</u>	- Hutang hipotik	<u>1.250</u>
	2.700		3.000
<b>Aktiva tampak :</b>		<b>Modal</b>	
- Tanah	3.000	Saham	25.000
- Bangunan	14.000	Laba ditahan	<u>1.835</u>
- Peralatan	1.750		
		<b>Jumlah Modal</b>	<b><u>26.835</u></b>
<b>Aktiva tak tampak :</b>			
- Hak patent	<u>3.500</u>		
<b>Jumlah aktiva tetap</b>	<b><u>22.250</u></b>		
<b>Jumlah Aktiva</b>	<b>44.635</b>	<b>Jumlah Pasiva</b>	<b>44.635</b>

**Gambar 6.1 Neraca PT. Anindya Pratama**

Neraca di atas memberikan informasi bahwa sumber-sumber atau kekayaan perusahaan PT Anindya Pratama berjumlah Rp 44.635.000,- yang terdiri dari aktiva lancar, yang berupa kas, piutang dagang, persediaan, dan aktiva tetap yang berupa tanah, bangunan dan peralatan. Kekayaan tersebut diperoleh dari dua sumber. Sumber pertama adalah dari kreditur sebesar Rp. 17.800.000,- yang merupakan kewajiban perusahaan. Sumber kedua adalah dari pemilik perusahaan yang diinvestasikan sebagai modal sebesar Rp.26.835.000,-

### 6.2.2. Laporan Rugi-Laba

laba (atau rugi) adalah selisih antara pendapatan dengan biaya. Bila selisih antara pendapatan dengan biaya berharga positif maka perusahaan tersebut dikatakan memperoleh laba atau bertambahnya kekayaan perusahaan. Sebaliknya jika berharga negatif maka perusahaan mengalami rugi yang berarti berkurangnya kekayaan perusahaan, dalam hal ini tidak ada kompensasi nilai yang diterima.

Penyajian pos-pos dalam laporan rugi-laba, biasanya dilakukan dengan urutan-urutan sebagai berikut:

- Penjualan adalah jumlah yang dibebankan kepada pembeli atas barang yang dijual dalam suatu periode.
- Harga Pokok Penjualan adalah harga pokok dari barang-barang yang telah laku dijual. Harga Pokok penjualan dihitung dengan cara sebagai berikut :



- a. Persediaan barang dagangan yang ada pada awal periode ditambah dengan harga barang-barang dagangan yang dibeli selama periode menunjukkan barang-barang dagangan yang tersedia untuk dijual.
  - b. Barang-barang dagangan yang tersedia untuk dijual dikurangi dengan barang-barang dagangan yang masih ada dalam per-sediaan pada akhir periode merupakan Harga Pokok Penjualan.
- Laba kotor penjualan adalah penjualan dikurangi dengan harga pokok penjualan.
  - Biaya Operasi adalah berbagai barang atau jasa yang dikonsumsi dalam operasi perusahaan. Biaya-biaya operasi digolongkan menjadi dua yaitu biaya penjualan dan biaya administrasi & umum.
  - Laba Bersih Operasi adalah selisih antara laba kotor penjualan dengan jumlah biaya-biaya operasi.
  - Pendapatan lain-lain adalah pendapatan yang diperoleh perusahaan diluar penghasilan-penghasilan yang berasal dari operasi perusahaan yang utama, misalnya pendapatan dari bunga, deviden, sewa dan keuntungan dari penjualan aktiva tetap.
  - Biaya lain-lain adalah biaya yang tidak dapat dihubungkan lang-sung maupun tidak langsung dengan operasi-operasi perusahaan, misalnya biaya bunga dan kerugian sebagai akibat penjualan aktiva tetap.
  - Laba bersih adalah laba bersih operasi setelah ditambah atau dikurangi dengan selisih antara pendapatan lain-lain dengan biaya lain-lain.

Berikut di bawah ini contoh suatu laporan rugi laba dari sebuah perusahaan pabrik:

<b>UD Sari Rasa</b>		
<b>Laporan Rugi Laba</b>		
<b>31 December 2002</b>		
<b>(1.000)</b>		
<b>Penjualan kotor</b>		<b>Rp. 67.000</b>
• Potongan Penjualan :	Rp. 2.100	
• Penjualan dikembalikan	<u>Rp. 2.955</u>	<u>Rp. 5.055</u>
<b>Penjualan bersih</b>		<b>Rp. 61.945</b>
Pendapatan bunga investasi		<u>Rp. 2.500</u>
<b>Jumlah pendapatan</b>		<b>Rp. 64.445</b>
<b>Harga pokok penjualan</b>		<b>Rp. 4.300</b>
• Persediaan barang jadi 1-1-2002		
• Persediaan bahan baku 1-1-2002	Rp. 2.050	
• Pembelian bahan baku	<u>Rp. 24.900</u>	
Bahan baku siap digunakan	<b>Rp. 26.950</b>	
• Persediaan bahan baku 31-12-2002	<u>- Rp. 8.225</u>	
Bahan baku digunakan dalam produksi	<b>Rp. 18.725</b>	
• Upah tenaga kerja langsung	Rp. 14.300	
• Biaya overhead pabrik	<u>Rp. 15.550</u>	
Biaya produksi tahun 2002	<b>Rp. 48.575</b>	
• Persediaan barang dalam proses 1 jan.	Rp. 2.160	
• Persediaan barang dalam proses 31 Des.	<u>- Rp. 9.280</u>	
Harga pokok produksi		<b>Rp. 41.455</b>
• Barang jadi siap jual		<b>Rp. 45.755</b>
• Persediaan barang jadi 31 Des. 2002		<u>- Rp. 12.465</u>
Harga pokok penjualan		<b>Rp. 33.290</b>
<b>Biaya penjualan :</b>		
• Biaya iklan	Rp. 3.400	
• Biaya sample barang	Rp. 2.000	
• Gaji sales	<u>Rp. 1.300</u>	
		<b>Rp. 6.700</b>
<b>Biaya administrasi &amp; umum :</b>		
• Gaji pegawai	Rp. 2.450	
• Gaji staff	Rp. 2.550	
• Peralatan kantor	Rp. 2.360	
• Lain-lain	<u>Rp. 1.455</u>	
		<b>Rp. 8.815</b>
<b>Biaya lain-lain :</b>		
• Biaya bunga bank		<b>Rp. 3.000</b>
Jumlah Biaya		<b>Rp. 51.805</b>
<b>• Laba bersih sebelum pajak</b>		<b>Rp. 12.640</b>
• Pajak 10 %		<u>Rp. 1.264</u>
Laba bersih sesudah pajak		<b>Rp. 11.376</b>

. Gambar 6.2 Laporan rugi laba PT Sari Rasa

### 6.3. Harga Pokok Produksi dan Penjualan

Harga pokok produksi dan penjualan merupakan suatu catatan dari biaya material, biaya tenaga kerja dan biaya overhead. Biaya mempunyai pengertian sebagai semua pengeluaran yang dapat diukur dengan uang baik yang telah, sedang maupun yang direncanakan untuk menghasilkan suatu produk. Untuk dapat memahami tentang biaya maka perlu penjelasan tentang klasifikasi dan struktur biaya produksi.

Klasifikasi biaya terbagi menjadi tiga bagian yaitu, biaya bahan baku (material), biaya tenaga kerja dan biaya overhead pabrik.

#### 1. Biaya Bahan Baku

Bahan baku adalah bahan yang digunakan sebagai dasar pembuatan barang jadi.

Untuk tujuan akuntansi bahan baku dapat dibedakan ke-dalam dua kategori yaitu :

- a. Bahan baku langsung, yaitu bahan yang menjadi bagian menyeluruh dari produk jadi, misalnya perusahaan furniture dari kayu, maka bahan baku langsungnya adalah kayu.
- b. Bahan baku tak langsung, yaitu merupakan bahan yang tidak menjadi bagian atau hanya bagian kecil dari suatu produk, misalnya kertas penghalus kayu, paku, dempul dan sebagainya.

#### 2. Biaya Tenaga Kerja

Adalah biaya yang dikeluarkan untuk mengerjakan bahan baku hingga menjadi barang jadi.

#### 3. Biaya Overhead Pabrik

Biaya overhead adalah seluruh biaya yang digunakan untuk membuat barang jadi selain biaya material langsung dan biaya tenaga kerja langsung. Biaya overhead pabrik dapat dikelompokkan menjadi beberapa golongan sebagai berikut:

- a. Biaya bahan penolong adalah bahan yang tidak menjadi bagian dari produk jadi atau bahan yang meskipun menjadi bagian daripada produk jadi tetapi nilainya relatif kecil.
- b. Biaya reparasi dan pemeliharaan berupa pemakaian suku cadang atau persediaan yang lain serta pembelian jasa pihak luar perusahaan untuk keperluan perbaikan dan pemeliharaan bangunan pabrik, mesin-mesin, peralatan dan aktiva tetap lain yang digunakan untuk keperluan pabrik.
- c. Biaya tenaga kerja tak langsung
- d. Beban biaya yang timbul sebagai akibat penilaian terhadap aktiva tetap adalah biaya-biaya penyusutan, antara lain penyusutan pabrik, mesin dan perlengkapan, kendaraan, alat kerja dan sebagainya.
- e. Beban biaya yang timbul sebagai akibat berlalunya waktu, antara lain biaya-biaya asuransi

Berikut adalah contoh dari penentuan harga pokok produksi dan penjualan.

<b>Material Langsung</b>		
Persediaan 1 Desember 200X	Rp	2.750.000
Pembelian	Rp	41.500.000
Bahan baku yang siap dipakai	Rp	44.250.000
Persediaan 31 Desember, 200X	Rp	3.900.000
Biaya bahan baku yang dipakai		Rp. 40.350.000
<hr/>		
<b>Tenaga Kerja Langsung</b>		
Upah tenaga kerja langsung		Rp. 45.500.000
<b>Biaya Overhead</b>		
Upah tenaga kerja langsung	Rp	3.700.000
Penerangan	Rp	2.000.000
Asuransi	Rp	1.500.000
Penyusutan mesin	Rp	3.500.000
Penyusutan bangunan pabrik	Rp	1.400.000
Biaya peralatan	Rp	2.900.000
Pemakaian bahan penolong satu bulan		Rp. 1.200.000
Jumlah biaya overhead		Rp. 16.200.000
<i>Harga Pokok produksi</i>		<i>Rp 102.050.000</i>
<hr/>		
Barang jadi 1 Desember 200X		Rp. 16.200.000
Total		Rp 118.250.000
<hr/>		
Barang jadi 31 Desember 200X		RP 21.400.000
<b><i>Harga pokok penjualan</i></b>		<b><i>Rp 86.850.000</i></b>
<hr/>		

**Gambar 6.4.** *Harga Pokok Produksi dan Penjualan*

Biaya tenaga kerja langsung (direct labor cost) ditambah dengan biaya material langsung (direct material cost) merupakan biaya dasar (Prime cost). Biaya dasar bila ditambah dengan pengeluaran fabrikasi (factory expences) menjadi biaya fabrikasi (factory cost). Biaya produksi (manufacturing production cost) didapat dari penambahan biaya fabrikasi dan biaya umum (general expences), dan jika ditambahkan dengan biaya distribusi dan penjualan (sales & distribution cost) menjadi biaya total produksi. Dengan menambahkan perkiraan pajak dan keuntungan (profit & taxes) akan menjadi total biaya penjualan.

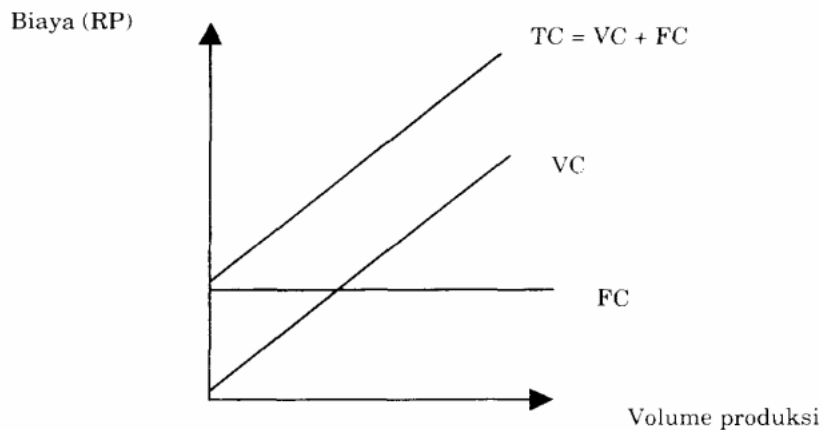
#### 6.4. Analisa Break Even Point

Break Even Point adalah suatu titik atau keadaan dimana perusahaan di dalam operasinya tidak memperoleh keuntungan dan tidak menderita rugi. Dengan kata lain

pada keadaan itu keuntungan dan kerugian sama dengan nol. Hal ini bisa terjadi apabila perusahaan didalam operasinya menggunakan biaya tetap dan volume penjualan hanya cukup untuk menutup biaya tetap dan variabel.

Penerapan analisa break even point pada permasalahan produksi biasanya digunakan untuk menentukan tingkat produksi agar perusahaan berada pada titik impas. Analisa break even point dapat memberikan informasi kepada pimpinan, bagaimana pola

Penggabungan biaya variabel dan biaya tetap dapat di-gambarkan sesuai dengan grafik berikut:



**Gambar 6.7. Total Biaya**

Keterangan :

TC = Total Cost  
 VC = Variable Cost  
 FC = Fixed Cost

### 3. Menentukan BEP

#### a) Pendekatan Matematis

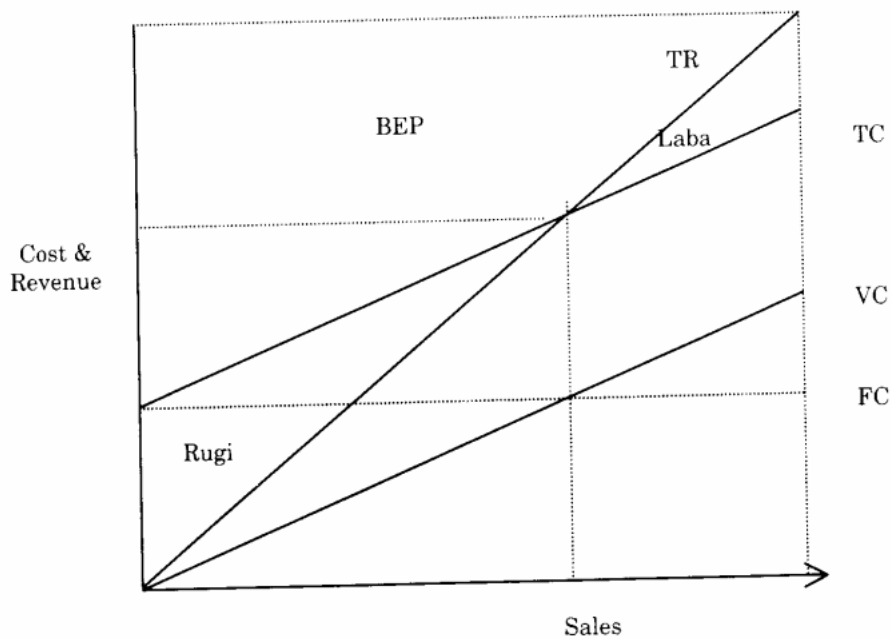
$$\text{BEP} = \frac{\text{Fixed Cost}}{\text{Sales Price/unit} - \text{Variable Cost/unit}} = \dots \text{ unit}$$

Atau

$$\text{BEP} = \frac{\text{Fixed Cost}}{1 - \text{Variable Cost/Net Sales}} = \dots \text{ Rp}$$

#### b. Pendekatan Grafik

Secara grafis titik break even ditentukan oleh per-potongan antara garis total pendapatan dan garis total biaya seperti pada gambar berikut :



**Gambar 6.8.** Grafik Break Even Point

#### 4. Asumsi-asumsi Dalam BEP

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam menghitung BEP adalah :

- Fixed Cost harus konstan selama periode tertentu.
- Variabel Cost dalam hubungannya dengan sales harus
- Konstan
- Sales Price / unit tidak berubah dalam periode tertentu
- Sales Mix adalah konstan

Berdasarkan batasan-batasan tertentu, BEP akan berubah apabila :

- Perubahan dalam fixed cost
- Perubahan dalam sales price / unit
- Perubahan pada variable cost ratio atau variable cost per unit
- Terjadinya perubahan dalam sales mix.

Contoh : 6.1

Diketahui data anggaran untuk perusahaan Anindya adalah sebagai berikut:

- Penjualan 100.000 unit @ Rp 20 = Rp. 2.000.000,-
- Biaya tetap = Rp. 360.000,-
- Biaya variabel (Rp 10/ unit) = Rp. 1.000.000,-
- Keuntungan adalah = Rp 640.000,-

$$BEP = \frac{Rp\ 360.000}{1 - \frac{Rp\ 1.000.000}{Rp\ 2.000.000}} = Rp\ 720.000$$

BEP tercapai pada penjualan Rp. 720.000,- atau pada penjualan sebesar 36.000 unit, ini berarti apabila perusahaan hanya mampu menjual sebesar Rp 720.000 maka perusahaan tidak memperoleh keuntungan dan tidak mengalami kerugian.

Bila biaya tetap naik sebesar Rp. 140.000 sedangkan harga penjualan dan biaya variabel per unit tetap, maka :

$$BEP = \frac{Rp\ 360.000 + Rp\ 140.000}{1 - \frac{Rp\ 1.000.000}{Rp\ 2.000.000}} = Rp\ 1.000.000$$

## 6.5. Ekonomi Teknik

Lingkungan ekonomi menyangkut pertimbangan secara eko-nomi dalam jangka waktu tertentu. Dengan demikian perlu diketahui nilai uang terhadap waktu, karena dengan pengertian bunga maka nilai uang Rp. 1.000,- pada saat sekarang lebih berharga dari pada nilai uang Rp. 1.000,- pada tahun berikutnya.

### 1. Bunga dan Tingkat Bunga.

- Bunga dapat didefinisikan :
  - Sejumlah uang yang diterima sebagai hasil dari menanam modal, yang dapat dilakukan sebagai uang yang dipinjam kan, pembelian bahan baku, tenaga kerja atau fasilitas. Bunga dalam hal ini disebut sebagai keuntungan (Profit).
  - Sejumlah uang yang harus dibayarkan sebagai kewajiban karena meminjam modal. Bunga dalam hal ini disebut sebagai biaya (cost).
- Tingkat bunga, adalah perbandingan antara keuntungan yang diperoleh dari penanaman modal dengan modal yang ditanam tersebut dalam suatu periode waktu tertentu, umum-nya tahunan. Atau dapat juga dinyatakan sebagai perbandingan antara jumlah uang yang harus dibayarkan untuk penggunaan suatu modal dengan modal yang digunakan.

### 2. Rumus - rumus yang digunakan

Sebelum menjelaskan tentang penggunaan rumus-rumus nilai uang, ada beberapa simbol yang digunakan antara lain :

- I = Tingkat bunga perperiode
- N = Jumlah periode bunga
- P = Jumlah uang / modal pada saat sekarang
- F = Jumlah uang / modal di masa datang
- A = Pembayaran yang dilakukan pada setiap akhir periode dengan jumlah yang sama, dalam suatu rangkaian pembayaran selama n periode.

**a. Faktor Pemajemukan Pembayaran Tunggal (Diketahui P dicari F)**

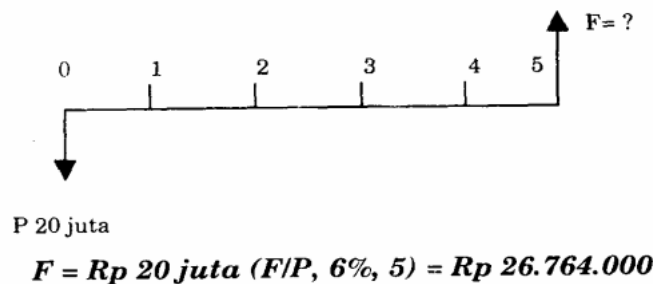
Jika uang sejumlah P diinvestasikan saat ini ( $t = 0$ ) dengan tingkat bunga efektif sebesar  $i\%$  per periode dan dimajemukkan tiap periode maka jumlah uang tersebut pada waktu akhir periode ke  $n$  akan menjadi :

$$F = P(1 + i)^n = P(FIP, i, n)$$

Faktor  $(1 + i)^n$  dinamakan faktor jumlah pemajemukan pembayaran tunggal (single payment compound amount factor) dan akan menghasilkan jumlah F dari nilai awal sejumlah P setelah dibungakan secara majemuk selama N periode dengan tingkat  $i\%$  per periode

Contoh 6.2 :

Tuan Alibaba menanam modal sebesar Rp. 20.000.000,- dengan tingkat bunga 6%. Berapa jumlah pada akhir tahun yang ke 5. Diagram alir kas dari persoalan tersebut di atas dapat dikernukakan di bawah ini :



**b. Faktor Nilai Sekarang dari Pembayaran Tunggal (Diketahui F dicari P)**

Untuk mencari P setelah diketahui F, digunakan rumus sebagai berikut:

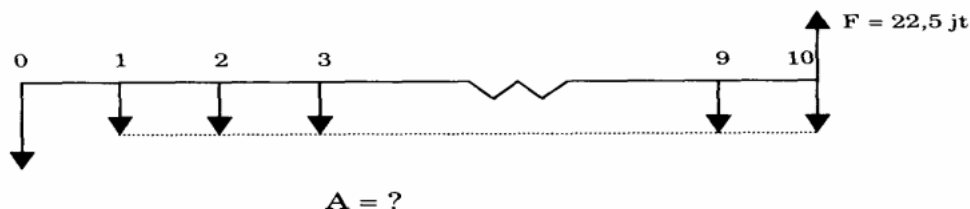
$$P = F \left[ \frac{1}{(1 + i)^n} \right] = F(P/F, i, n)$$

Faktor yang berada dalam kurung dinamakan nilai sekarang pembayaran tunggal (Single Payment Present Worth Factor), atau sering hanya disebut faktor nilai sekarang. Faktor ini memungkinkan kita menghitung nilai sekarang dari suatu nilai F pada  $n$  periode mendatang bila tingkat bunga yang berlaku adalah  $i\%$ .



**Contoh. 6.5:**

Tuan Sastro ingin mengumpulkan uang untuk membeli rumah setelah dia pensiun. Diperkirakan 10 tahun lagi dia akan pensiun. Jumlah uang yang diperlukan Rp.22.500.000,-. Tingkat bunga 12%. Berapa jumlah yang harus ditabung tiap tahunnya ? Jawaban pertanyaan di atas dapat ditunjukkan dengan gambar seperti di bawah ini :



$$A = Rp\ 22.500.000 (A/F, 12\%, 10) = Rp.\ 1.282.500,-$$

**c. Faktor Nilai Sekarang Deret Seragam (Deketahui A di cari P)**

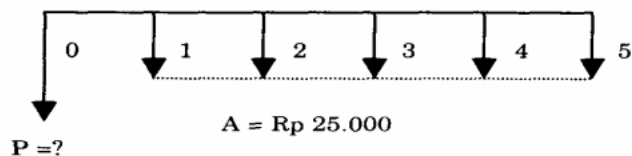
Faktor ini digunakan untuk menghitung nilai ekuivalensi pada saat ini bila aliran kas seragam sebesar A terjadi pada setiap akhir periode selama n periode dengan tingkat bunga I %. Persamaan factor nilai sekarang deret seragam adalah sebagai berikut :

$$P = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] = A(P/A, i, n)$$

**Contoh 6.6 :**

Suatu perusahaan mempunyai kewajiban untuk membayar royalti sebesar Rp.25.000,- setiap akhir tahun selama 5 tahun berturut-turut. Jika perusahaan tersebut menyetujui untuk membayar sekaligus pada awal tahun pertama dengan tingkat bunga 15%, maka berapa jumlah yang harus dibayar oleh perusahaan tersebut.

Diagram aliran kas dari persoalan di atas dapat dikemukakan dengan gambar sebagai berikut :



$$P = Rp.\ 25.000,- (P / A, 15\%, 5) = Rp.83.805,-$$

**d. Faktor Nilai Sekarang Deret Seragam (Diketahui A dicari P)**

Faktor ini digunakan untuk menghitung nilai ekuivalensi pada saat ini bila aliran kas seragam sebesar A terjadi pada setiap akhir periode selama n periode

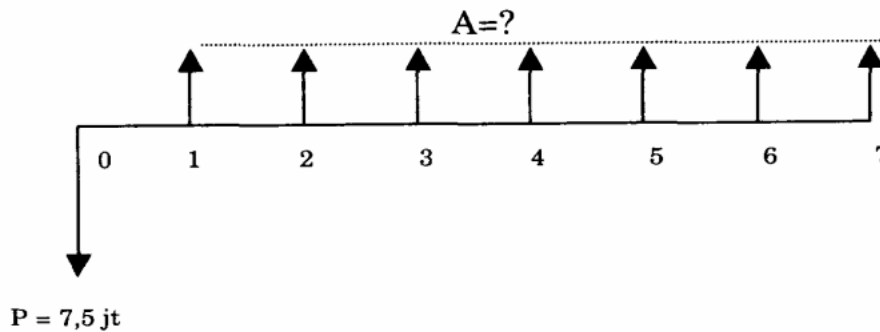
dengan tingkat bunga  $i$  %. Persamaan faktor nilai sekarang deret seragam adalah sebagai berikut:

$$A = P \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] = P(A/P, i, n)$$

Contoh : 6.7.

Tuan Badu menabung uang sebesar Rp. 7.500.000,- di sebuah Bank. Bank tersebut akan membayar sejumlah uang yang sama setiap tahun kepada Udin, anak tuan Badu sebagai biaya pendidikan. Pembayaran dimulai pada akhir tahun pertama selama 7 tahun. Jika tingkat bunga 10% setahun, berapa jumlah yang akan diterima oleh Udin setiap tahun ?

Untuk menyelesaikan persoalan ini terlebih dahulu diagram alir kas seperti berikut :



$$A = Rp \ 7.500.000 (A / P, 10\%, 7) = Rp.1.540.500,-$$

### 3. Perbandingan Alternatif-Alternatif Investasi

Dasar untuk perbandingan adalah indeks yang berisi in-formasi khusus tentang serangkaian pemasukan dan pengeluaran yang menggambarkan sebuah kesempatan investasi [32].

#### a. Harga Sekarang

Perbandingan harga sekarang (Present Worth Comparison) merupakan metode yang digunakan untuk mempertimbangkan nilai waktu dari uang saat membuat keputusan investasi. Pengertian Present Worth adalah jumlah ekuivalen bersih pada saat ini yang menggambarkan perbedaan antara pengeluaran ekuivalen dan pemasukan ekuivalen dari sebuah arus kas investasi berdasarkan tingkat suku bunga yang terpilih. Pada metode ini semua aliran kas di-konversikan menjadi nilai sekarang (Present Worth). Secara matematis nilai sekarang dari suatu aliran kas dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$PW \sum_{t=0}^n F_t (1+i)^{n-t}$$

F<sub>t</sub> = arus kas pada waktu t

i = tingkat suku bunga

**Contoh 6.8**

Diketahui suatu investasi membutuhkan dana awal sebesar Rp. 2 juta dengan nilai sisa nol di akhir tahun ke empat. Pendapatan tahunan diestimasikan sebesar Rp. 800 ribu. Tingkat suku bunga adalah 10%. Carilah Harga sekarang dengan menggunakan rumus di atas atau menggunakan tabel :

i=10%

Akhir tahun ke	Arus kas (Rp. ribu)	F <sub>t</sub> (1+i) <sup>-t</sup> (Rp. ribu)
0	- 2.000	- 2.000
1	800	727
2	800	661
3	800	601
4	800	546
		535

Jika menggunakan tabel (P/A,i,n) diperoleh harga sekarang / PW sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 PW &= -Rp. 2 \text{ juta} + Rp.800 \text{ ribu} (P/A; 10\%; 4) \\
 &= -Rp. 2 \text{ juta} + Rp.800 \text{ ribu} (3.1699) \\
 &= Rp. 535 \text{ ribu}
 \end{aligned}$$

**b. Ekuivalen Tahunan**

Ekuivalen tahunan adalah pemasukan ekuivalen tahunan dikurangi pengeluaran ekuivalen tahunan dari sebuah arus kas. Pada metode ini semua aliran kas yang terjadi dikonversikan kedalam deret seragam dengan tingkat bunga yang ditanyakan. Untuk tingkat suku bunga i dan n tahun, ekuivalen tahunan dapat didefinisikan secara matematis sebagai berikut:

$$AE \left[ \sum F_t (1+i)^{-t} \right] \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

**Contoh 6.9**

Dengan kasus sama seperti contoh 6.8 dapat dicari ekuivalen tahunan sebagai berikut.

Akhir tahun ke	Arus Kas (Rp Ribu)	$[F_t (1+i)^{-1}]$ (Rp Ribu)	$\left[ \sum F_t (1+i)^{-1} \right] \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$
0	-2000	- 2000	- 631
1	800	727	229
2	800	661	209
3	800	601	190
4	800	546	172
		535	169

Jika menggunakan table (A/P.i.n) diperoleh ekuivalen tahunan ?AE sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 AE &= PW (A/P,I,n) \\
 &= PW (5A/P. 10 \%, 4) \\
 &= Rp 535 \times 0,315 \\
 &= Rp 169,79 \text{ Ribu}
 \end{aligned}$$

### c. Harga Yang Akan Datang (Future Worth)

Harga Yang Akan datang melambangkan perbedaan antara pengeluaran ekuivalen pada beberapa waktu yang sama di masa yang akan datang. Future Worth dicara dengan mengubah harga sekarang dari investasi apapun menjadi ekuivalennya pada beberapa tahun yang akan datang. Pada metode ini semua aliran kas dinversikan ke suatu nilai pada satu mendatang (Future Worth). Harga yang akan datang ini dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$FW = \sum_{t=0}^n F_t (1+i)^{n-t}$$

Contoh 6.10

Dengan kasus yang sama seperti contoh 6.8 maka dapat dicari nilai yang akan datang,  $i = 10 \%$ '

Akhir tahun ke	Arus Kas (Rp Ribu)	$[F_t (1+i)^{-1}]$ (Rp Ribu)
0	-2000	- 2928
1	800	1064
2	800	968
3	800	880
4	800	800
		784

Jika menggunakan table (F/P(i,n)) diperoleh nilai yang akan datang /FW sebesar :

$$\begin{aligned} FW &= PW (F/P, i, n) \\ &= PW (F/P, 10, 4) \\ &= Rp. 534 (1,4641) \\ &= rp 784 \text{ ribu} \end{aligned}$$

#### 4. Tingkat Pengembalian Modal Internal (Internal Rate of Return/IRR)

Tingkat peasukan suku bunga yang menyebabkan terjadinya kesimbangan antara pemasukan ekuivalen dari arus kas dengan pengeluaran ekuivalen dari arus kas pada suatu periode tertentu disebut dengan Internal Rate of Return/IRR. Dengan kata lain IRR adalah sebuah tingkat suku bunga yang mengurangi harga sekarang dari serangkaian pemasukan dan pengeluaran menjadi nol. Secara matematis hal ini bias dinyatakan dengan formula sebagai berikut :

$$0 = PW = \sum_{t=0}^n F_t (1 + i^*)^{-t}$$

Contoh 6.11.

Penyelesaian perhitungan IRR biasanya dilakukan dengan mencoba-coba. Untuk persoalan di atas perhitungannya adalah sebagai berikut :

$i^*$	$PW = \sum_{t=0}^n F_t (1 + i^*)^{-t}$
10%	535
20%	71
21%	32
22%	- 5
25%	- 110

Dari perhitungan di atas IRR akan terletak antara 21% dan 22% dengan interpolasi,

$$i^* = 21\% + 1\% \left[ \frac{32 - 0}{32 - (-5)} \right] = 21\% + 1\% \left[ \frac{32}{37} \right] = 21,86$$

## Contoh 6.9

Dengan kasus sama seperti contoh 6.8, dapat dicari ekuivalen tahunan sebagai berikut :

$i=10\%$

Akhir tahun ke	Arus kas (Rp.ribu)	$F_t(1+i)^{-t}$ (Rp.ribu)	$\left[ F_t(1+i)^{-t} \right] \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$ (Rp.ribu)
0	- 2.000	- 2000	- 631
1	800	727	229
2	800	661	209
3	800	601	190
4	800	546	172
		535	169

Jika menggunakan tabel (A/P,i,n) diperoleh ekuivalen tahunan / AE sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 AE &= PW (A/P; i; n) \\
 &= PW (A/P; 10\%; 4) \\
 &= Rp. 535 \times 0.3155 \\
 &= Rp. 168,79 \text{ ribu}
 \end{aligned}$$

**Contoh 6.10.**

Dengan kasus sama seperti contoh soal 6.8., maka dapat dicari nilai yang akan datang.

$$i = 10 \%$$

Akhir tahun ke	Arus kas (Rp. Ribu)	$F_t(1+i)^{n-t}$ (Rp. ribu)
0	- 2.000	-2.928
1	800	1064
2	800	968
3	800	880
4	800	800
		784

Jika menggunakan tabel (F/P;i;n) diperoleh nilai yang akan datang / FW sebesar :

$$\begin{aligned} FW &= PW (F/P; i; n) \\ &= PW (F/P; 10\%; 4) \\ &= \text{Rp. } 535 (1,4641) \\ &= \text{Rp. } 784 \text{ ribu} \end{aligned}$$

**PENUTUP**

1. Tes Formatif
  - a. Sebutkan Aspek Akutansi ?
  - b. Apa yang dimaksud dengan laporan keuangan ?
  - c. Sebutkan pengertian dan ruang lingkup ekonomi teknik, konsep Nilai Waktu dari Uang (Time Value of Money) dan pengertian ekivalensi ?
2. Umpan Balik
 

Umpan-balik diberikan oleh dosen atau secara teliti melalui pengajaran terprogram, selalu perlu dibuat diagnosa yang baik tentang kehasilgunaan proses belajar.
3. Tindak Lanjut
4. Kunci Jawaban
  - a. Aspek Akutansi meliputi sebagai berikut:
    - 1) Obyek kegiatan akuntansi adalah transaksi keuangan, yaitu peristiwa-peristiwa atau kejadian-kejadian yang menyangkut perubahan aktiva, hutang dan modal yang dinyatakan dalam satuan uang.

- 2) Kegiatan akuntansi terdiri dari pencatatan, penggolongan dan peringkasan dan penyajian transaksi keuangan.

Sedang bagi pemakainya, akuntansi merupakan suatu disiplin yang menyediakan informasi yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efisien dan mengevaluasi kegiatan-kegiatan suatu organisasi.

Manajer merupakan kalangan dalam yang menggunakan akuntansi sebagai dasar untuk menyusun rencana perusahaan, mengevaluasi perkembangan perusahaan dan melakukan tindakan koreksi. yang diperlukan.

- b. Yang dimaksud dengan laporan keuangan pada umumnya adalah neraca dan laporan rugi laba. Akan tetapi sering disajikan pula sejumlah daftar laporan lainnya, seperti laporan perubahan modal kerja, laporan arus kas, perhitungan harga pokok dan sejumlah lampiran yang bersifat memberi kejelasan.
- c. Pengertian dan ruang lingkup ekonomi teknik, konsep nilai waktu dari uang (time value of money) dan pengertian ekivalensi yaitu :
  - 1) Apabila hanya ada satu alternatif rancangan teknis atau rencana investasi yang memenuhi persyaratan teknis, maka hendak ditentukan apakah alternatif tersebut layak ekonomis atau tidak.
  - 2) Pada umumnya, alternatif-alternatif rancangan teknis tersebut berjangka waktu beberapa tahun (multiyears) dan menyangkut biaya yang relatif besar, sehingga timbul masalah nilai waktu dari uang (time value of money).
  - 3) Ekonomi Teknik adalah suatu teknik analisa dalam pengambilan keputusan, dimana ada beberapa alternatif rancangan teknis atau rencana investasi yang secara teknis dianggap sama-sama memenuhi persyaratan, dan hendak dipilih salah satunya yang paling ekonomis.
  - 4) konsep nilai waktu dari uang (time value of money) yaitu nilai uang mengalami perubahan dari waktu ke waktu
  - 5) pengertian ekivalensi yaitu sejumlah uang pada waktu tertentu dikatakan ekivalen dengan sejumlah uang yang lain pada waktu yang lain pula, bila nilai nominalnya berbeda, tetapi nilai efektifnya sama.

### Datar Pustaka

1. Pujawan, I.N., 1995, **Ekonomi Teknik**, PT. Candimas Metropole, Jakarta.
2. Thuesen, G.J., 2002, **Ekonomi Teknik**, PT Prenhallindo, Jakarta
3. Blank. L. T., 1989, Tarquin, A. J., **Engineering Economy**, McGraw-Hill Book Company, New York
4. Zandin. K.B, 2001, **Maynard's Industrial Engineering Handbook**, Fifth Edition, MC Graw Hill, New York  
Hicks. P.E., 1994, **Industrial Engineering And Management, A New Perspective**, Me. Graw-Hill, INC., New York



*This page is intentionally left blank*

# **BAB 7**

## **PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIK**

### **PENDAHULUAN**

#### **Deskripsi Singkat:**

Dalam pertemuan ini akan dipelajari tentang definisi, sejarah pengendalian kualitas, konsep dasar, keuntungan, Dristibusi frekuensi, peta kontrol, peta kontrol, sampling penerimaan, grafik karakteristik operasi dan ini merupakan lanjutan mata kuliah total Quality Management

#### **Mamfaat dan Relevansi**

Dengan mempelajari bab ini mahasiswa akan memahami Pengendalian Kualitas Statistik yang merupakan dasar dalam total Quality Management.

#### **Tujuan Intruksional Khusus:**

Setelah materi ini diajarkan, mahasiswa dapat menjelaskan konsep Pengendalian kualitas Statistik.

### **PENYAJIAN**

#### **Pengendalian Kualitas Statistik**

##### **7.1. Pendahuluan**

Dalam dunia industri baik industri jasa maupun barang, kualitas adalah faktor kunci yang membawa keberhasilan bisnis, pertumbuhan dan peningkatan posisi bersaing. Suatu perusahaan bila dengan efektif menggunakan kualitas sebagai strategi bisnisnya akan mendapatkan kenaikan keuntungan dari strategi tersebut. Konsumen akan memutuskan untuk membeli suatu produk dari perusahaan tertentu yang jauh dari pada saingan-saingannya. Dengan demikian kualitas menjadi faktor dasar keputusan konsumen untuk mendapatkan suatu produk.

Sebagian besar perusahaan-perusahaan saat ini telah menggunakan metode pengendalian kualitas statistik secara intensif. Metode-metode statistik yang digunakan terbukti sukses dalam pengendalian kualitas, dapat mengurangi komponen-komponen yang cacat, meningkatkan keseragaman produk dan melakukan pelayanan yang baik. Beberapa perusahaan besar yang mengawali menggunakan pengendalian kualitas antara lain

Dalam memproduksi produk massal, sangat tidak mungkin membuat unit produk sama antara yang satu dengan lainnya. Variasi dimensi dan karakteristik kualitas lainnya berhubungan secara langsung dengan prinsip-prinsip probabilitas. Ketika digunakan sample untuk mengestimasi karakteristik kejadian, kita akan menghadapi resiko kesalahan.

## 7.2. Definisi dan Sejarah Pengendalian Kualitas

Kualitas suatu produk diartikan sebagai derajat / tingkatan dimana produk atau jasa tersebut mampu memuaskan keinginan dari konsumen (fitness for use).

Alasan-alasan mendasar pentingnya kualitas sebagai strategi bisnis adalah

1. Meningkatkan kesadaran konsumen akan kualitas dan orientasi konsumen yang kuat akan penampilan kualitas.
2. Kemampuan produk.
3. Peningkatan tekanan biaya pada tenaga kerja, energi dan bahan baku.
4. Persaingan yang semakin intensif.
5. Kemajuan yang luar biasa dalam produktivitas melalui program keteknikan kualitas yang efektif.

Pengertian Pengendalian Kualitas adalah aktivitas pengendalian proses untuk mengukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkan-nya dengan spesifikasi atau persyaratan, dan mengambil tindakan penyehatan yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dan yang standar. Tujuan dari pengendalian kualitas adalah untuk mengendalikan kualitas produk atau jasa yang dapat memuaskan konsumen. Pengendalian kualitas statistik merupakan suatu alat tangguh yang dapat digunakan untuk mengurangi biaya, menurunkan cacat dan meningkatkan kualitas pada proses manufaktur. Pengendalian kualitas memerlukan pengertian dan perlu dilaksanakan oleh perancang, bagian inspeksi, bagian produksi sampai pendistribusian produk ke konsumen.

Aktivitas pengendalian kualitas pada umumnya meliputi kegiatan-kegiatan seperti berikut ini:

1. Pengamatan terhadap performansi produk atau proses.
2. Membandingkan performansi yang ditampilkan dengan standar yang berlaku.
3. Mengambil tindakan-tindakan bila terdapat penyimpangan-penyimpangan yang cukup signifikan, dan jika perlu dibuat tindakan-tindakan untuk mengoreksinya.

Prinsip-prinsip pengendalian kualitas pertama kali dikembangkan pada tahun 1923 oleh Walter. A. Shewhart di The Bell Telephone Laboratories. Pada tahun 1924 aplikasi pertama kali dimulai pada komponen-komponen pesawat telephone.

Selanjutnya sistem dikenalkan pada perusahaan elektronik, metal dan industri-industri kemiliteran.

Buku pertama pengendalian kualitas adalah *Economic Control of Quality of Manufactured Product*, dipublikasikan pada tahun 1931 oleh Shewhart. Keilmuan pengendalian kualitas kemudian disebar luaskan ke universitas, institut dan ke industri-industri. Pada tahun 1932 Shewhart berkunjung ke institut-institut di Inggris menginformasikan tentang pengendalian kualitas yang sedang dilakukan oleh industri-industri Amerika. Pada tahun 1940 Departemen Pertahanan Amerika Serikat meminta Organisasi Standar Amerika untuk menstandarisasi teknik-teknik pengendalian kualitas dan kalau dimungkinkan membuat standarisasi secara umum untuk semua perusahaan-perusahaan yang memproduksi peralatan persenjataan.

Pada tanggal 16 Februari 1946 dibentuk *American Society for Quality Control* dengan ketua George D. Edwards dari The Bell Telephone System.

### **7.3. Konsep Dasar Pengendalian Kualitas Statistik**

Pengendalian Kualitas Statistik adalah alat bantu manajemen untuk menjamin kualitas, untuk kepentingan itu diperlukan uji statistik. Statistik adalah teknik-teknik untuk mengumpulkan, menyajikan, menganalisis dan menginterpretasikan data serta menarik kesimpulan dengan memperhitungkan variasi di dalam data.

Rancangan percobaan dapat digunakan dalam hubungannya dengan pengendalian proses statistik untuk meminimumkan variabilitas proses, yang menghasilkan produksi yang pada akhirnya bebas cacat.

#### **7.3.1. Keuntungan pengendalian kualitas statistik**

Pengendalian kualitas statistik merupakan alat manajemen secara ilmiah. Beberapa keuntungan jika digunakan pengendalian kualitas statistik adalah :

1. Perbandingan antara kualitas dan biaya.  
Dalam suatu bisnis perusahaan akan selalu berhubungan dengan persaingan.
2. Menjaga kualitas lebih seragam  
Suatu proses produksi tidak akan dapat memproduksi yang persis sama dari barang yang dibuat, penyimpangan kualitas bagaimanapun kecilnya pasti terjadi.
3. Penyediaan bahan baku yang lebih baik  
Pengendalian kualitas statistik akan membantu manajemen untuk menentukan penilaian sumber bahan baku.
4. Penggunaan alat produksi yang lebih efisien.  
Dalam suatu proses produksi sering digunakan beberapa mesin untuk memproduksi barang.
5. Mengurangi kerja ulang atau pembuangan.  
Pengendalian kualitas statistik akan membantu proses supaya dapat berjalan lancar sesuai standar.
6. Memperbaiki hubungan produsen - konsumen.  
Banyak industri pada saat ini menggunakan bahan baku dari hasil proses produksi industri lain.

### 7.3.2. Probabilitas

Teknik-teknik yang cukup kuat dalam statistik untuk menentukan resiko dikenal sebagai teori probabilitas. Dengan teori tersebut kita dapat menentukan kesempatan / peluang suatu kejadian tersebut terjadi atau tidak terjadi. Misalkan, berapakah peluang untuk mendapatkan kartu hati bila sebuah kartu diambil secara acak dari seperangkat kartu bridge?. Jawabnya adalah 13 dalam 52 kartu, karena ada 13 kartu hati dalam 52 kartu. Dari sini didapatkan formula probabilitas sebagai berikut:

$$\text{Probabilitas (P)} = \frac{\text{Jumlah item yang sukses (S)}}{\text{Total jumlah item (T)}}$$

$$P = \frac{S}{T} = \frac{13}{52}$$

#### Contoh 7.1

Jika ada 48 kelereng dalam suatu kotak, terdiri Dari 8 kelereng biru, 16 kelereng merah dan 24 kelereng hijau, berapakah peluang penarikan kelereng biru dari kotak?

P = Probabilitas

S = jumlah kejadian yang sukses = 8

T = Jumlah total kejadian =48

P =  $8/48 = 1/6$

Dengan cara yang sama, probabilitas penarikan kelereng merah adalah  $16/48 = 1/3$  dan probabilitas penarikan kelereng hijau adalah  $24/48 = 1/2$ .

#### Contoh 7.2

Jika suatu lot berisi 15.000 komponen dan 300 didapatkan komponen adalah cacat, berapakah probabilitas komponen pada lot tersebut cacat

S = 300

T = 15 000

P =  $300/15000 = 2/100 = 0,02$

### 7.4. Distribusi frekuensi

Prosedur untuk membangun distribusi frekuensi adalah sebagai berikut:

*(Data yang digunakan dari tabel 7.1)*

1. Tentukan range antara ukuran tertinggi dan ukuran terendah. Ukuran tertinggi dari tabel 7.1 adalah 87,0 dan terendah 83,5, dengan demikian range (R) adalah  $87,0 - 83,5 = 3,5$ .
2. Langkah berikutnya adalah mengklasifikasikan data kedalam kelompok data, menandai data yang masuk dalam kelompok dan menghitung frekuensi dari observasi yang berbeda. Tabel 7.2 menunjukkan tally dari 200 ukuran ketinggian dalam bentuk distribusi frekuensi. Jika di plot frekuensi ukuran, akan terbentuk grafik yang menggambarkan distribusi frekuensi (gambar 7.1). Gambar grafik



$X_1, X_2, \dots, X_n$  adalah ukuran karakteristik kualitas maka rata-rata ( $\bar{X}$ ) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{N} = \frac{\sum X}{N}$$

Contoh 7.3

Berepa rata-rata panjang aluminium dari sepuluh panjang aluminium ? panjang aluminium masing-masing adalah sebagai berikut: 190, 188, 202, 186, 194, 192, 180, 198, 200, 194 (dalam cm)

$$\bar{X} = \frac{190 + 188 + 202 + \dots + 194}{10} = \frac{1924}{10} = 192,4$$

Simpangan baku atau standar deviasi dari sekelompok data adalah ukuran penyimpangan dari tiap observasi terhadap nilai rata-rata.

Dapat didefinisikan pula sebagai akar dari jumlah kuadrat dari penyimpangan tiap-tiap nilai pengamatan dari nilai mean dibagi dengan jumlah pengamatan ( $n$ ). Simbol standar deviasi adalah  $\sigma$  (sigma). Untuk menghitung standar deviasi data yang tidak terkelompok dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + (X_3 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2}{n}}$$

Nilai	$(X_1 - \bar{X})$	$(X_1 - \bar{X})^2$
$X_1 = 190$	$190 - 192,4 = -2,4$	$(-2,4)^2 = 5,76$
$X_2 = 188$	$188 - 192,4 = -4,4$	$(-4,4)^2 = 19,36$
$X_3 = 202$	$202 - 192,4 = +9,6$	$(+9,6)^2 = 92,16$
$X_4 = 185$	$186 - 192,4 = -6,4$	$(-6,4)^2 = 40,96$
$X_5 = 194$	$194 - 192,4 = +1,6$	$(+1,6)^2 = 2,56$
$X_6 = 192$	$192 - 192,4 = -0,4$	$(-0,4)^2 = 0,16$
$X_7 = 180$	$180 - 192,4 = -12,4$	$(-12,4)^2 = 153,76$
$X_8 = 198$	$198 - 192,4 = +5,6$	$(+5,6)^2 = 31,36$
$X_9 = 200$	$200 - 192,4 = +7,6$	$(+7,6)^2 = 57,76$
$X_{10} = 194$	$194 - 192,4 = +1,6$	$(+1,6)^2 = 2,56$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2}{n}}$$

Dimana :  $\sum (X_1 - \bar{X})^2 = 406,4$   
 $N = 10$

$$\sigma = \sqrt{\frac{406,4}{10}} = \sqrt{40,04} = 6.37$$

Nilai rata-rata untuk data yang berkelompok didefinisikan sebagai jumlah hasil kali antara frekuensi dan nilai data dibagi oleh jumlah frekuensi. Formula nilai rata-rata dari data yang berkelompok adalah sebagai berikut:

$$\text{Rata - rata } \bar{X} = \frac{\sum (fX)}{N}$$

**Tabel 7.4** Lebar aluminium (mm)

94.5	96.5	94.0	96.0	96.0	93.5	96.0
96.5	95.0	93.5	94.5	95.5	96.5	95.0
94.5	95.0	94.0	93.5	96.0	97.0	94.5
97.0	93.0	95.0	94.5	93.5	96.5	96.0
94.0	96.5	95.5	96.0	94.5	95.0	95.0
95.5	95.0	94.0	95.5	95.0	95.0	94.0
96.0	94.5	95.5	95.0	95.5	95.5	95.5

Untuk menghitung nilai rata-rata pada tabel 7.4, pertama kali dibuat distribusi frekuensi seperti pada tabel berikut:

**Tabel 7.5** Distribusi frekuensi dari tabel

(X) Ukuran	Tally	(f) Frekuensi	fX
97,0	//	2	194,0
96,5	///	5	482,5
96,0	/// //	7	672,0
95,5	/// //	8	764,0
95,0	/// ///	10	950,0
94,5	/// //	7	661,5
94,0	///	5	470,0
93,5	////	4	374,0
93,0	/	1	93,0
Total		49	4.661,0

Dari distribusi frekuensi di atas, jumlah nilai fX diketahui sebesar  $\sum fX = 4.661$ , dan jumlah frekuensi sebesar  $N=49$ . Sehingga nilai rata-rata adalah



$$\bar{X} = \frac{\sum fX}{N}$$

$$\bar{X} = \frac{4.661}{49} = 95,12$$

Perhitungan standar deviasi untuk data yang berkelompok digunakan rumus sebagai berikut :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum fX^2}{N} - \bar{X}^2}$$

Berikut mi perhitungan standar deviasi dari data ukuran lebar aluminiuun yang ciidapat dari tabel 7.4 dan 7.5.

**Tabel 7.6.** Perhitungan statistik dan distribusi frekwensi untuk ukuran lebar aluminium.

Measurements (X)	Frekuensi (f)	(fX)	j(fX <sup>2</sup> )
97,0	2	194,0	18.818,00
96,5	5	482,5	46.561,25
96,0	7	672,0	64.512,00
95,5 -	8	764,0	72.962,00
95,0	10	950,0	90.250,00
94,5	7	661,5	62.511,75
94,0	5	470,0	44.180,00
93,5	4	374,0	34.969,00
93,0	1	93,0	8.649,00
Total	49	4.661	443.413,00

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum fX^2}{N} - \bar{X}^2} = \sqrt{\frac{443.413}{49} - (95,12)^2}$$

$$\sigma = \sqrt{9.049,2448 - 9.048,047} = \sqrt{1,1978}$$

$$\sigma = 1,09$$

## 7.6. Peta Kontrol

Peta kontrol ditentukan juga untuk membuat batas-batas dimana hasil produksi menyimpang dari mutu yang diinginkan. Selain penyimpangan kualitas, juga banyaknya variasi suatu produk perlu diawasi. Makin besar varias: tentunya produk kurang baik.

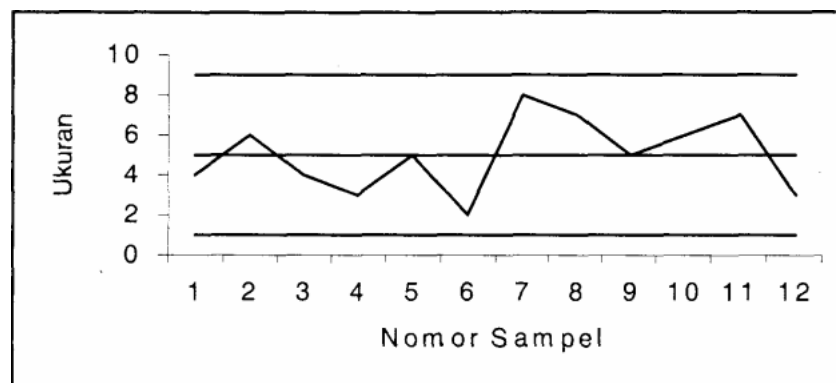
Macam dari variasi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Variasi di dalam objek sendiri.  
Sebagai contoh adalah, sebuah meja yang tingkat kehalusannya tidak sama antara sisi atas dengan sisi samping, lebar meja sebelah kiri tidak sama dengan sebelah kanan, dan sebagainya.
2. Variasi antar objek. Antara satu objek dengan objek lainnya yang diproduksi pada saat yang sama terjadi variasi.
3. Variasi timbul dari perbedaan waktu produksi.

Faktor penyebab variasi ini antara lain :

- a) **Proses.** Yang termasuk faktor proses adalah alat produksi, getaran mesin, posisi alat, fluktuasi aliran listrik dan lain-lain.
- b) **Bahan baku** yang tidak sama kualitasnya. Misalnya kadar air dalam tepung, elastis benang, kekerasan kayu dan sebagainya.
- c) **Karyawan atau operator.** Tingkat ketrampilan dan tingkat pemahaman terhadap petunjuk operasi masing-masing operator tidak sama sehingga mempengaruhi hasil produksi. Selain itu keadaan psikologi karyawan tersebut juga mempengaruhi dalam bekerja.
- d) Faktor lain yang sering menimbulkan sumber variasi adalah **lingkungan kerja.** Antara lain adalah temperatur ruangan, ke-bisingan, pencahayaan, kelembaban, bau-bauan dan sebagainya.

Bentuk dasar peta kontrol dapat dilihat pada gambar 7.3



**Gambar 7.3** Peta Kontrol

Dalam peta kontrol ada dua macam peta kontrol yaitu peta kontrol untuk variabel dan peta kontrol untuk atribut.

### 7.6.1. Peta Kontrol Untuk Variabel

Dalam pengendalian kualitas variabel adalah suatu besaran yang dapat diukur, misalnya panjang, berat, umur komponen dan sebagainya. Grafik ini adalah yang banyak pe-makaiannya dalam pengendalian kualitas statistik. Grafik ini menggunakan

dua karakteristik pengukuran yaitu mengukur variabilitas dari proses (Grafik-R) dan mengukur ketelitian dari proses (grafik-X). Grafik-X menggambarkan variasi harga rata-rata dari sejumlah data yang diambil dari proses kerja. Sedangkan grafik-R menggambarkan variasi dari range sampel. Langkah - langkah pembuatan grafik pengendali X dan R adalah :

1. Menentukan karakteristik proses yang akan diukur.
2. Melakukan dan mencatat hasil pengukuran.
3. Menghitung nilai X dan R
4. Menentukan batas pengendali

- Persamaan untuk grafik - R

$$\text{Garis tengah} = \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{m}$$

$$\text{Batas Kontrol Atas (BKA)} = D_4\bar{R}$$

$$\text{Batas Kontrol Bawah (BKB)} = D_3\bar{R}$$

- Persamaan untuk grafik-X

$$\text{Garis tengah} = \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^m X_i}{m}$$

$$\text{Batas Kontrol Atas (BKA)} = \bar{X} + 3\sigma_x = \bar{X} + A_2R$$

$$\text{Batas Kontrol Bawah (BKB)} = \bar{X} - 3\sigma_x = \bar{X} - A_2R$$

Nilai Da, D4 dan A2 didapat dari tabel 7.7. Untuk ukuran sampel lebih kecil atau sama dengan enam, Ds bernilai nol.

5. Pembuatan grafik
  - Buat garis untuk nilai R dan X
  - Buat garis untuk batas kontrol atas dan dan batas kontrol bawah untuk R dan X
  - Plot nilai R dan X pada peta-R dan peta—X dan hubungkan titik-titik tersebut dengan garis lurus.

Tabel 7.7 Faktor-faktor Peta Control

Ukuran sampel (n)	Faktor D <sub>3</sub>	Faktor D <sub>4</sub>	Faktor A <sub>2</sub>
2	0	3,267	1,88
3	0	2,575	1,023
4	0	2,282	0,729
5	0	2,115	0,577
6	0	2,004	0,483
7	0,076	1,924	0,419
8	0,136	1,864	0,373
9	0,184	1,816	0,337
10	0,223	1,777	0,308
11	0,256	1,744	0,285
12	0,284	1,716	0,266
13	0,308	1,692	0,249
14	0,329	1,671	0,235
15	0,348	1,652	0,223
16	0,364	1,636	0,212

Kasus berikut adalah barang yang diproduksi oleh PT. Anindya yaitu pasta gigi, sahnun cuci, sabui mandi dan minyak wangi. Untuk mengetahui apakah produk j.asta gigi yang diproduksi terkendali dalam proses dilakukan uji tentang berat pasta gigi, dimana standar yang tertera yaitu 200 gram. Data diambil selama 15 jam dan setiap jam diambil empat untuk ditimbang beratnya.

Tabel 7. 8. Data berat pasta gigi

Sampel	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X rata-rata	R
1	205	204	201	198	202	7
2	210	201	199	208	204,5	11
3	196	202	194	200	198	8
4	207	198	200	202	201,75	9
5	200	205	201	201	201,75	5
6	200	201	203	205	202,25	5
7	201	205	201	211	204,5	10
8	204	198	202	203	201,75	6
9	198	205	195	206	201	11
10	190	200	192	198	195	10
11	206	202	201	206	203,75	5
12	201	203	200	201	201,25	3
13	202	201	200	209	203	9
14	200	208	198	210	204	12
15	199	197	203	207	201,5	10

Batas pengendali:

Grafik-X

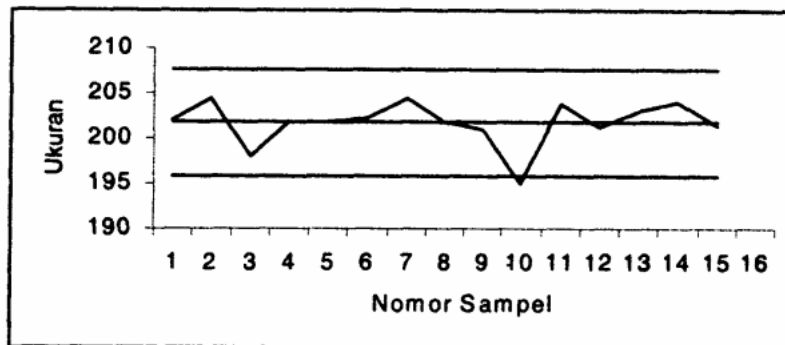
$$BKA = \bar{X} + Aa R = 201,73 + 0,729 (8,06) = 207,58$$

$$BKB = \bar{X} - A2 R = 201,73 - 0,729 (8,06) = 195,87$$

Grafik- R :

$$BKA - D_4 R = 2,282 \times 8,06 = 18,39$$

$$BKB = D_4 R = 0 = 0$$



Gambar 7.4 Grafik - X untuk berat pasta gigi.

### 7.6.2. Peta Kontrol Atribut

Grafik pengendali untuk variabel merupakan grafik yang ba-nyak digunakan, namun demikian grafik ini mempunyai keterbatas-an. Salah satu keterbatasan adalah dalam proses manufaktur sangat banyak sekali variabel-vairabel. Untuk perusahaan yang kecil saja terdapat ratusan karakteristik kualitas. Jika satu variabel diperlu-kan satu grafik, maka akan diperlukan ratusan grafik kualitas. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan grafik kualitas untuk atribut yang dapat memberikan informasi kualitas dari keseluruhan karakteristik[40]. Pengertian atribut dalam pengendalian kualitas adalah yang berkaitan dengan karakteristik kualitas yang dapat digolongkan baik atau cacat. Langkah - langkah pembuatan grafik pengendali atribut (grafik p dan c) adalah :

1. Grafik pengendali p adalah grafik dimana nilai p didapat dari perbandingan antara jumlah produk yang cacat dengan total produksi keseluruhan. Grafik-c digunakan untuk banyak cacat persatuan luas atau banyak cacat dalam satu unit produksi. Contoh, banyak cacat pada sayap kapal terbang. Grafik-p didasarkan pada distribusi binomial sedangkan grafik-c digunakan pendekatan distribusi Poisson.

$$p = \frac{\text{Total produk yang cacat}}{\text{Total produksi keseluruhan}}$$

$$BKA = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$BKB = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

- **Persamaan untuk grafik-c**  
**Untuk jumlah sampel tetap**

$$BKA = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$BKB = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

- Untuk jumlah sampel bervariasi**

$$BKA = \bar{U} + 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n}}$$

$$BKB = \bar{U} - 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n}}$$

Dimana U adalah taksiran banyak cacat tiap unit. Dalam hal ini grafik pengendalian akan bervariasi untuk tiap sampel

PT. Eka Sari ingin mengetahui apakah proses produksi berjalan baik atau tidak. Untuk itu setiap hari selama 10 hari diambil sampel 200 buah dan dicatat jumlah yang cacat selama 10 hari ber-turut-turut, diperoleh data sebagai berikut:

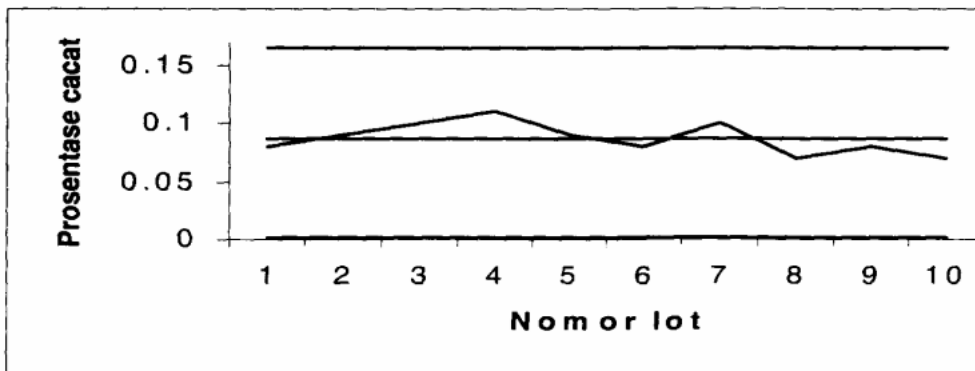
**Tabel 7.9 Banyak cacat tiap lot**

Nomor lot	Besar sampel (n)	Jumlah cacat	Prosentase cacat
1	100	8	0,08
2	100	9	0,09
3	100	10	0,1
4	100	11	0,11
5	100	9	0,09
6	100	8	0,08
7	100	10	0,1
8	100	7	0,07
9	100	8	0,08
10	100	7	0,07
	1000	87	0,087

**Batas pengendali**

$$BKA = 0,087 + 3 \sqrt{\frac{0,087 (1 - 0,087)}{100}} = 0,1715$$

$$BKB = 0,087 - 3 \sqrt{\frac{0,087 (1 - 0,087)}{100}} = 0,0024$$



**Gambar 7.5 Grafik - p**

Berikut menunjukkan banyaknya cacat dari pintu mobil pada perusahaan karoseri.

**Tabel 10.** Banyak cacat pintu mobil

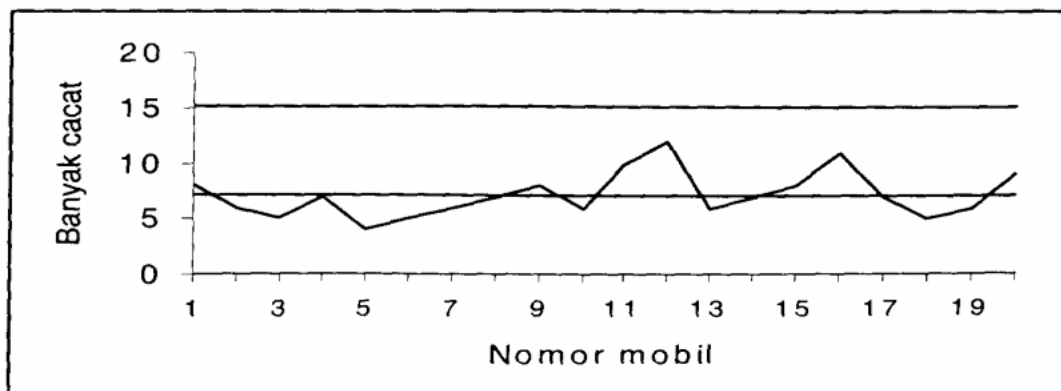
No. Mobil	Banyak cacat	No. Mobil	Banyak cacat
MP01	8	MP11	10
MP02	6	MP12	12
MP03	5	MP13	6
MP04	7	MP14	7
MP05	4	MP15	8
MP06	5	MP16	11
MP07	6	MP17	7
MP08	7	MP18	5
MP09	8	MP19	6
MP10	6	MP20	9

$C = 143/20 = 7,15$

**Batas pengendali :**

$$BKA = 7,15 + 3\sqrt{7,15} = 15,17$$

$$BKB = 7,15 - 3\sqrt{7,15} = -0.87 = 0$$



**Gambar 7.6** Grafik - c



## 7.7. Sampling Penerimaan

Dalam kehidupan sehari-hari istilah sampling banyak di-jumpai, misalnya bagian produksi pabrik susu mengambil produk susu pada proses, seorang ahli gizi mengambil makanan untuk di-ukur kandungannya, bagian pengendalian kualitas pabrik lampu mengambil lampu untuk diuji kekuatannya dan sebagainya. Dari sampel yang diambil tersebut akan diuji dan ditarik kesimpulan mengenai sifat populasinya dengan resiko tertentu. Hampir semua pengawasan menggunakan sampel, sehingga pengawasan ini disebut dengan sampling penerimaan (acceptance sampling). Alasan diguna-kannya sampel pada inspeksi antara lain :

1. Dengan menggunakan sampel waktu untuk inspeksi relatif pendek. Untuk mengontrol seluruhnya tidak mungkin dilakukan, kalau dilakukan inspeksi dengan jumlah yang cukup besar memerlukan waktu yang lama.
2. Dengan menggunakan sampel biaya lebih murah. Jika mengontrol dengan merusak produk, maka tidak mungkin merusak seluruh produk, sehingga diperlukan beberapa sampel agar biaya yang ditanggung tidak terlalu mahal.
3. Lebih sedikit personel yang terlibat, bagi para pemasok dapat meningkatkan kualitas.

Permasalahan yang timbul adalah bagaimana mengambil sampel penerimaan agar sesuai dengan kesimpulan populasi. Kemungkinan yang terjadi dari sampel penerimaan adalah menerima produk yang cacat atau menolak produk yang baik, sehingga memerlukan perencanaan dan dokumentasi tentang prosedur sampling penerimaan. Penerapan sampling dalam industri antara lain :

1. Untuk menentukan kualitas dan diterimanya bahan baku, kom-ponen, produk dan sebagainya.
2. Sebagai pengambilan keputusan tentang kualitas dan produk setengah jadi untuk pemrosesan berikutnya.
3. Menentukan kualitas dari produk jadi
4. Memperbaiki dan meningkatkan kualitas produksi pada tiap tahapan proses produksi.

### 7.7.1. Terminologi

Istilah-istilah yang digunakan pada sampling penerimaan adalah

1. Rancangan Sampling (Sampling Plan) : adalah suatu pernyataan tentang prosedur sampling dan aturan tentang menarik kesimpulan mengenai lot yang diteliti.
2. Lot : adalah kumpulan item (komponen) dimana pengawasan akan dilakukan.
3. Besar lot (lot size, N) : adalah banyaknya item dalam lot.
4. Sampel (sample) : adalah sekelompok item yang diambil secara acak dari lot untuk pemeriksaan.
5. Besar sampel (sampel size, n): adalah banyak item dalam sampel.
6. Cacat (defect) : adalah item yang tidak memenuhi karakteristik kualitas yang diisyaratkan.
7. Angka penerimaan (c) : adalah maksimum banyak cacat yang diijinkan dalam sampel untuk menerima lot.

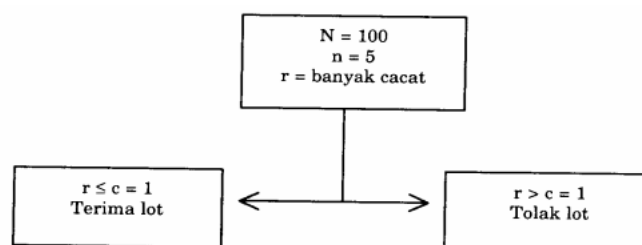
8. Angka penolakan ( $r$ ) : adalah minimum banyak cacat dalam sampel untuk menolak lot.
9. Tingkat kualitas yang diterima (Acceptable Quality Limit, AQL) : adalah prosentase cacat yang dapat diterima oleh konsumenn (sesuai perjanjian antara produsen dan konsumen) sehingga pr-babilitas lot diterima akan tinggi.
10. Prosentase cacat yang ditoleransi (Lot Tolerance Percent Defective, LTPD) : adalah maksimum prosentase cacat yang dapat ditoleransi ( sesuai perjanjian konsumen dan produsen)
11. Resiko produsen ( $\alpha$ ) : adalah probabilitas suatu lot ditolak walaupun kualitas produksi baik.
12. Resiko konsumen ( $\beta$ ) : adalah probabilitas suatu lot diterima walaupun kualitasnya jelek.

### 7.7.2. Perencanaan Sampling Tunggal Untuk Atribut

Inspeksi untuk penerimaan suatu kelompok barang selalu akan membedakan antara cacat dan tidak cacat. Suatu barang dikatakan cacat jika tidak sesuai dengan syarat-syarat tertentu atau tidak memenuhi karakteristik kualitas yang telah ditentukan. Pada inspeksi untuk penerimaan suatu kelompok hasil produksi memandang setiap kelompok hasil produksi secara terpisah dan kesimpulan diterima atau ditolaknya kelompoknya itu berdasarkan pada satu sampel atau lebih yang diambil dari kelompok itu. Apabila keputusan diambil berdasarkan pada satu sampel, maka rancangan penerimaan dikatakan sebagai sampling tunggal. Besaran-besaran yang digunakan dalam rancangan sampling tunggal adalah :

- $N$  = Besar lot/ populasi
- $n$  = Besar sampel
- $c$  = Angka penerimaan
- $r$  = Banyak cacat dalam sampel sebesar  $n$ .

Diketahui besar lot/populasi adalah 100, besar sampel adalah 5 dan maksimum banyak cacat yang diijinkan dalam sampel untuk menerima lot adalah 1. Dari kasus ini artinya, dari suatu lot yang berukuran 100 unit, diperiksa secara acak  $n = 5$  unit maka lot akan ditolak bila cacat 2 atau lebih dan lot akan diterima bila yang cacat hanya 0 atau 1. Secara diagram dapat digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 7.7.** Diagram alir untuk rancangan sampling tunggal

Misalkan prosentase cacat dari lot  $p = 0,01$ ,  $n=5$  dan  $c= 1$  maka probabilitas lot diterima dapat dihitung sebagai berikut:

Berdasarkan distribusi hipergeometrik :

$$P(r) = \frac{\binom{c}{r} \binom{N-c}{n-r}}{\binom{N}{n}}$$

$$P_a = P(r \leq c) = \sum_0^c P(r)$$

$$P_a = P(r \leq 1) = P(r = 0) + P(r = 1)$$

$$P_a = \frac{\binom{1}{0} \binom{99}{5}}{\binom{100}{5}} + \frac{\binom{1}{1} \binom{99}{4}}{\binom{100}{5}}$$

**Berdasarkan distribusi binomial**

$$P(r) = \binom{n}{r} p^r (1-p)^{n-r}$$

$$P_a = P(r \leq c) = \sum_0^c P(r)$$

$$P_a = P(r \leq 1) = P(r = 0) + P(r = 1)$$

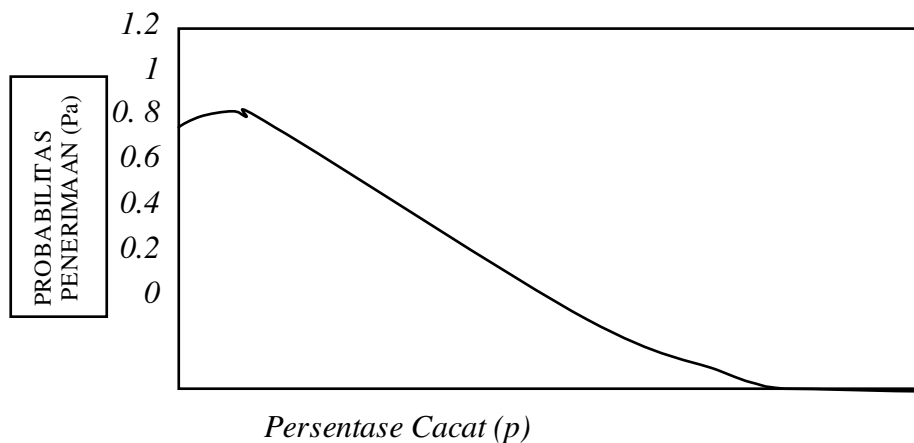
$$P_a = \binom{5}{0} (0,01)^0 (0,99)^5 + \binom{5}{1} (0,01)^1 (0,99)^4 = 0,999$$

#### 7.7.4. Grafik Karakteristik Operas!

Grafik ini bermanfaat untuk mengevaluasi kinerja dari rancangan sampling yang dibuat. Grafik ini merepresentasikan probabilitas penerimaan dan prosentase cacat pada suatu lot atau proses dari sejumlah lot yang diambil. Ada empat parameter yang perlu dipertimbangkan pada grafik ini yaitu *acceptable quality level (AQL)* : rata-rata tingkat kualitas yang dapat diterima (sesuai perjanjian), *lot tolerance percent defective (LTPD)* : prosentase cacat yang dapat ditoleransi (sesuai perjanjian), resiko produsen (a) : probabilitas lot yang baik akan ditolak dan resiko konsumen ((3) : probabilitas lot biasanya diambil 0,1 dan 0,05. Gambar 7.9 memperlihatkan grafik karakteristik operasi untuk ukuran sampel 89 ( $n = 89$ ) dan mak-simum banyaknya cacat yang diijinkan dalam sampel untuk menerima lot adalah 2 ( $c = 2$ ). Untuk  $p = 0,00$  maka  $P_a = 1$  dan jika  $p = 0,01$  maka probabilitas penerimaan adalah  $P_a = P(r < 2) = 0,9397$ . Dengan cara yang sama akan menghasilkan nilai probabilitas seperti pada tabel 11 berikut :

Tabel 7.11. Data Grafik karakteristik operasi  $n=89$  dan  $c=2$ 

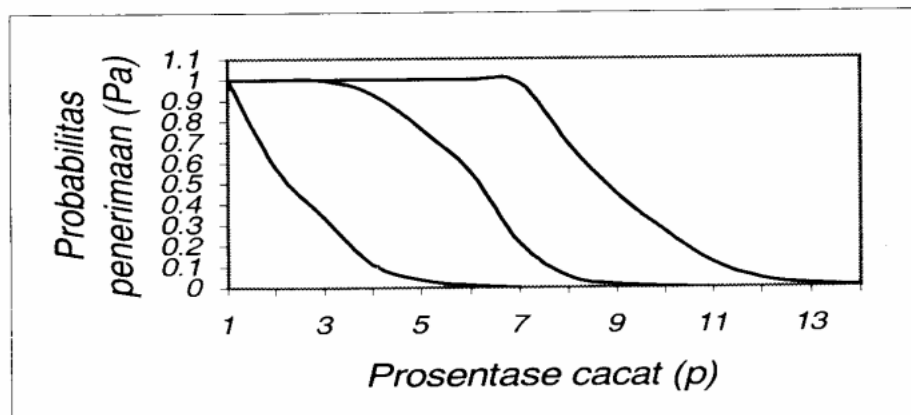
Prosentase cacat (p)	Np	Probabilitas penerimaan (Pa)
0,01	0,89	0,9397
0,02	1,78	0,7366
0,03	2,67	0,4985
0,04	3,56	0,3042
0,05	4,45	0,1721
0,06	5,34	0,0917
0,07	6,23	0,0468
0,08	7,12	0,0230
0,09	8,01	0,0190

**Gambar 7.9.** Grafik karakteristik operasi,  $n=89$  dan  $c=2$ 

Gambar 7. 10 berikut menunjukkan grafik karakteristik operasi untuk  $n= 110$  dan prosentase cacat diantara 0% -20% dengan  $c = 0$ ,  $c=4$  dan  $c=12$ . Probabilitas penerimaan seperti pada tabel 7. 12 berikut :

Tabel 7.12. Data grafik karakteristik operasi,  $n=110$ ,  $c=0,4$  dan

Prosentase cacat ( $p$ )	Probabilitas penerimaan ( $c=0$ )	Probabilitas penerimaan ( $c=4$ )	Probabilitas penerimaan ( $c=12$ )
0	1	1	1
0,5	0,577	0,999	0,999
1	0,333	0,995	0,999
2	0,111	0,928	0,999
3	0,037	0,762	0,999
4	0,012	0,551	0,999
6	0,001	0,213	0,982
8		0,052	0,689
10		0,015	0,445
12		0,004	0,268
14		0,001	0,118
16			0,04
18			0,015
20			0,005



Gambar 7.10 Grafik karakteristik operasi,  $n=110$ ,  $c =0; 4$  dan  $12$

## PENUTUP

### 1. Tes Formatif

- d. Sebutkan pengendalian kualitas statistik ?
- e. Sebutkan keuntungan pengendalian kualitas statistik ?

### 2. Umpan Balik

Umpan-balik diberikan oleh dosen atau secara teliti melalui pengajaran terprogram, selalu perlu dibuat diagnosa yang baik tentang kehasilgunaan proses belajar.

### 3. Tindak Lanjut

#### 4. Kunci Jawaban

- d. Pengendalian Kualitas Statistik adalah alat bantu manajemen untuk menjamin kualitas, untuk kepentingan itu diperlukan uji statistik. Statistik adalah teknik-teknik untuk mengumpulkan, menyajikan, menganalisis dan menginterpretasikan data serta menarik kesimpulan dengan memperhitungkan variasi di dalam data.

Rancangan percobaan dapat digunakan dalam hubungannya dengan pengendalian proses statistik untuk meminimumkan variabilitas proses, yang menghasilkan produksi yang pada akhirnya bebas cacat.

- e. Pengendalian kualitas statistik merupakan alat manajemen secara ilmiah. Beberapa keuntungan jika digunakan pengendalian kualitas statistik adalah:
- 1) Perbandingan antara kualitas dan biaya.
  - 2) Dalam suatu bisnis perusahaan akan selalu berhubungan dengan persaingan.
  - 3) Menjaga kualitas lebih seragam
  - 4) Suatu proses produksi tidak akan dapat memproduksi yang persis sama dari barang yang dibuat, penyimpangan kualitas bagaimanapun kecilnya pasti terjadi.
  - 5) Penyediaan bahan baku yang lebih baik
  - 6) Pengendalian kualitas statistik akan membantu manajemen untuk menentukan penilaian sumber bahan baku.
  - 7) Penggunaan alat produksi yang lebih efisien.
  - 8) Dalam suatu proses produksi sering digunakan beberapa mesin untuk memproduksi barang.
  - 9) Mengurangi kerja ulang atau pembuangan.
  - 10) Pengendalian kualitas statistik akan membantu proses supaya dapat berjalan lancar sesuai standar.
  - 11) Memperbaiki hubungan produsen - konsumen.
  - 12) Banyak industri pada saat ini menggunakan bahan baku dari hasil proses produksi industri lain.

#### Datar Pustaka

1. Herzog, D.,R., 1985, **Industrial Engineering Method and Controls**, A Prentice-Hall Company, Reston, Virginia.(9)
2. Montgomery, D.,C., 1985, **Introduction to Statistical Quality Control**, John Wiley & Sons, New York (16).
3. Zandin. K.B, 2001, **Maynard's Industrial Engineering Handbook**, Fifth Edition, MC Graw Hill, New York (40)
4. Tjiptono, F., 2000, **Total Quality Management**, Andi, Yogyakarta

*This page is intentionally left blank*

# **BAB 8**

## **TOTAL QUALITY MANAGEMENT**

### **PENDAHULUAN**

#### **Deskripsi Singkat:**

Dalam pertemuan ini akan dipelajari tentang latar belakang pengertian dan fungsi total quality manajemen, konsep mengenai pelanggan TQM dan QFD, pemberdayaan karyawan, kepemimpinan, menyelesaikan konflik dalam perusahaan, perbaikan berkesinambungan dan konsep tepat waktu. Perkuliahan terakhir mata kuliah Pengantar teknik industri.

#### **Mamfaat dan Relevansi**

Dengan mempelajari bab ini mahasiswa akan memahami total Quality Management. Statistik yang merupakan dasar dalam pemberdayaan karyawan, kepemimpinan, menyelesaikan konflik dalam perusahaan, perbaikan berkesinambungan dan konsep tepat waktu.

#### **Tujuan Intruksional Khusus:**

Setelah materi ini diajarkan, mahasiswa dapat menjelaskan konsep total Quality manajemen.

### **PENYAJIAN**

#### **Total Quality Management**

##### **8.1. Pendahuluan**

Proses pembuatan produk dengan derajat ketelitian yang tinggi terhadap standar akan dapat mengurangi tingkat kerusakan produk dan akan berdampak pada penurunan biaya. Perhatian kualitas dalam menghasilkan suatu produk akan mengurangi ongkos produksi tiap unit dan harga produk menjadi lebih kompetitif. Kepuasan kon-sumen akan lebih meningkat jika produk yang dihasilkan berkualitas



tinggi diimbangi harga yang kompetitif. Hal ini juga akan meningkatkan penjualan produk tersebut yang berarti pula peningkatan pangsa pasar.

Kekalahan Jepang pada perang dunia II, membangkitkan budaya Jepang dalam membangun sistem kualitas modern. Hadirnya pakar kualitas W. Edward Deming di Jepang pada tahun 1950 membuat para ilmuwan dan insinyur Jepang lebih bersemangat dalam membangun dan memperbaiki sistem kualitas. Keberhasilan yang cukup pesat perusahaan Jepang di bidang kualitas menjadi perhatian perusahaan-perusahaan di negara maju lainnya. Perusahaan kelas dunia kemudian mempelajari apa yang pernah diraih oleh perusahaan Jepang dalam mengembangkan konsep kualitas. Hasil studi perusahaan-perusahaan industri kelas dunia ini menunjukkan bahwa keberhasilan perusahaan Jepang ini salah satunya menerapkan apa yang dikenal dengan Total Quality Management (TQM).

### **8.1.1. Definisi Total Quality Management**

Total Quality Management (TQM). TQM merupakan sistem manajemen yang mengangkat kualitas sebagai strategi usaha dan berorientasi pada kepuasan pelanggan dengan melibatkan seluruh anggota organisasi. <sup>5</sup> pengertian TQM lain menyebutkan bahwa TQM merupakan suatu pendekatan dalam menjalankan usaha yang mencoba untuk memaksimalkan daya saing organisasi melalui perbaikan terus menerus rtas produk, jasa, manusia, proses dan lingkungannya [33].

### **8.1.2. Sejarah Perkembangan Total Quality Management**

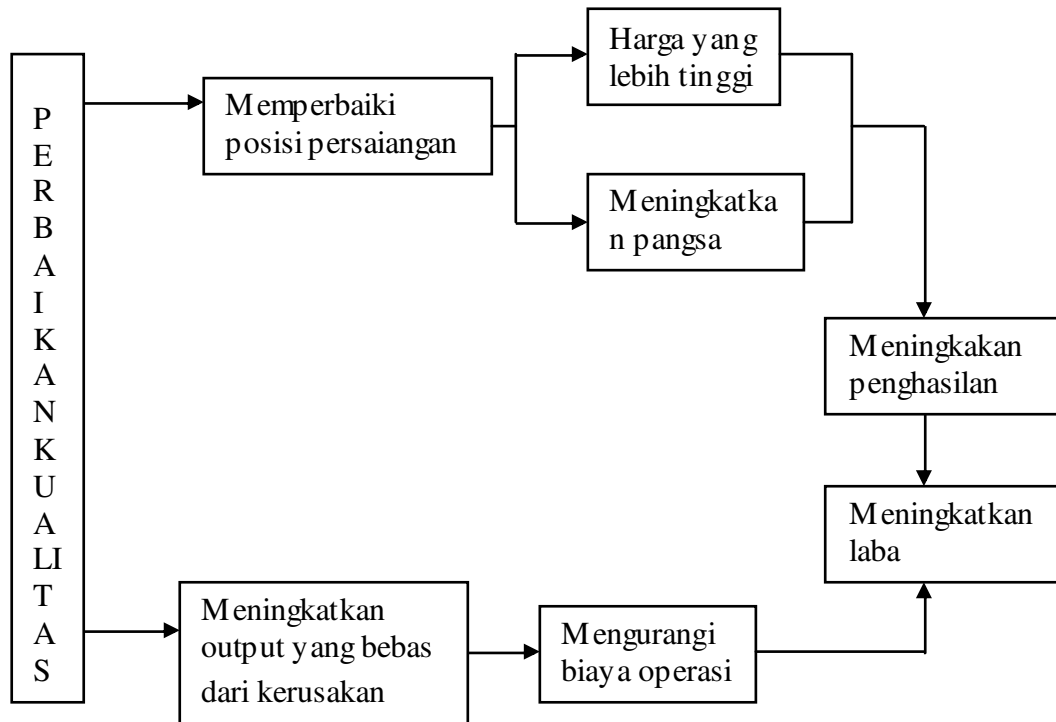
Sejarah pengembangan dari konsep di atas dan tokoh-tokoh TQM dapat disebutkan di bawah ini :

1. Pada tahun 1946 - 1950 adalah periode perintisan atau periode penelitian dan penelaahan (Research and Study). Pada periode ini, yaitu pada bulan Juli 1950, Dr. W. E. Deming menyampaikan seminar delapan hari mengenai kualitas pada para ilmuwan, insinyur dan para eksekutif perusahaan Jepang.
2. Tahun 1951 - 1954 adalah periode pengendalian mutu statistik (Statistical Quality Control). Pada bulan Juli 1954 diadakan seminar tentang manajemen pengendalian mutu (Quality Control Mangement Seminar) dengan pembicara Dr. J. M. Juran.
3. Tahun 1955 - 1960 adalah periode pengendalian mutu secara sistematis. Kelompok belajar pengendalian mutu (Quality Control Study Group.) memperkenalkan pengendalian mutu menyeluruh dalam perusahaan (Company Wide Quality Control atau CWQC).
4. Tahun 1961 sampai sekarang dikatakan sebagai periode peman-tapan dan pengembangan (New Quality Creation). Pada tahun 1962, Prof. DR. Kaoru Ishikawa memperkenalkan Gugus Kendali Mutu (Quality Control Circle).

### **8.1.3. Manfaat TQM**

Penerapan TQM adalah hal yang sangat tepat agar dapat memperbaiki kemampuan unsur-unsur tersebut secara berkesinambungan. Penerapan TQM dapat memberikan beberapa manfaat utama yang pada akhirnya dapat meningkatkan laba

dan meningkatkan daya saing perusahaan. Manfaat TQM oleh Pall digambarkan sebagai berikut



Gambar 8.1. Manfaat TQM

Rute pertama adalah rute pasar. Perusahaan berusaha memperbaiki posisi persaingan, sehingga pangsa pasar semakin besar, harga jual lebih tinggi. Dengan demikian laba yang diperoleh semakin besar. Rute kedua adalah dengan meningkatkan output yang bebas dari kerusakan atau mengurangi produk yang cacat.

#### 8.1.4. Prinsip dan Unsur TQM

Prinsip utama dalam TQM adalah sebagai berikut [33]:

1. Kepuasan pelanggan.
2. Respek terhadap orang
3. Manajemen berdasar fakta
4. Perbaikan Berkesinambungan

Sedangkan unsur utama dalam TQM adalah sebagai berikut

1. Pelanggan
2. Obsesi terhadap kualitas
3. Pendekatan Ilmiah
4. Komitmen Jangka Panjang.
5. Kerja sama Tim (Teamwork)
6. Perbaikan sistem berkelanjutan.
7. Pendidikan dan Pelatihan.

8. Kebebasan yang terkendali
9. Kesatuan tujuan
10. Keterlibatan dan pemberdayaan karyawan.

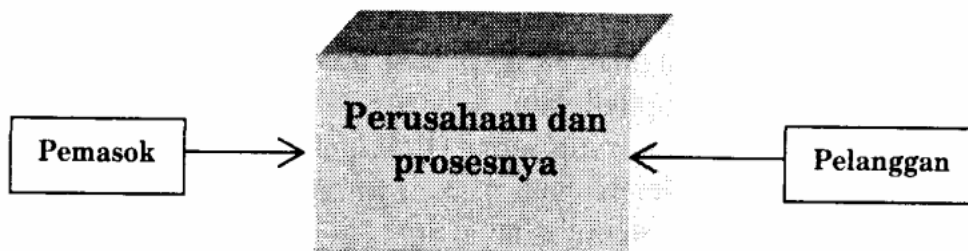
### 8.1.5. Faktor penghambat TQM

Kesalahan yang secara umum dilakukan pada saat dilakukan perbaikan kualitas dan sering menimbulkan kegagalan TQM antara

1. Kepemimpinan dan pendelegasian yang tidak baik.
2. Kerja sama tim yang kurang serasi.
3. Proses penyebarluasan (deployment).
4. Penggunaan pendekatan yang terbatas.
5. Harapan yang terlalu berlebihan dan tidak realistis.

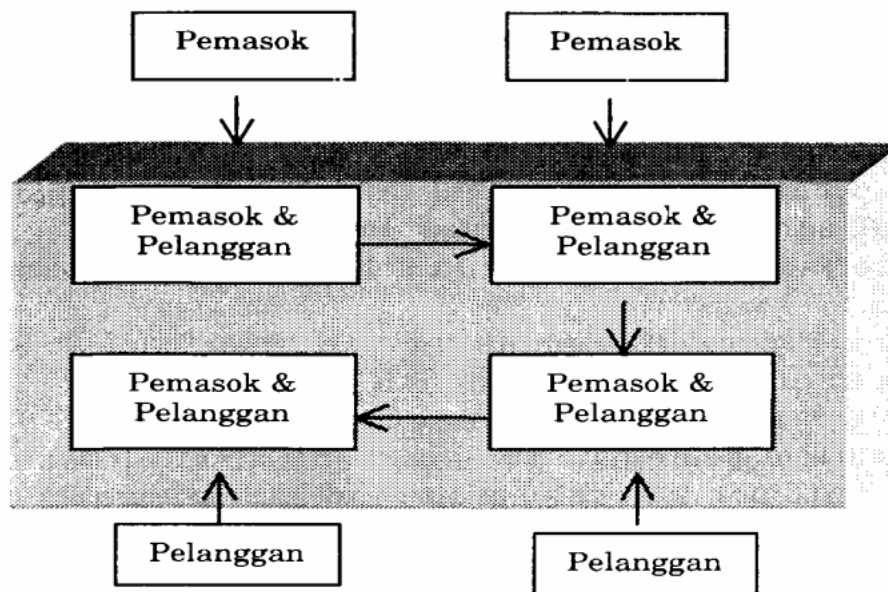
### 8.2. Konsep Mengenai Pelanggan

Dalam konsep tradisional pelanggan adalah orang yang membeli dan memakai produk suatu organisasi atau perusahaan. Gambar di bawah ini menunjukkan pandangan tra-disional terhadap hubungan pemasok dengan pelanggan.



Gambar 8.2. Hubungan pemasok dan pelanggan secara tradisional [33, h.100J

Dalam pendekatan TQM, pelanggan berada di dalam dan di luar organisasi. Pihak-pihak yang membeli dan menggunakan produk perusahaan disebut pelanggan eksternal. Sedang Pihak-pihak di luar perusahaan yang menjual bahan baku / bahan mentah, informasi atau jasa kepada perusahaan tersebut disebut pemasok eksternal. Di dalam organisasi itu sendiri terdapat pelanggan dan pemasok yang dikenal dengan pelanggan dan pemasok internal. Lebih jelas mengenai pelanggan internal dan pemasok internal dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar. 8.3. Hubungan pemasok dan pelanggan pandangan TQM

### 8.2.1. Kepuasan Pelanggan

Terdapat beberapa metode atau cara untuk melakukan pemantauan atau pengukuran terhadap kepuasan pelanggan antara lain :

1. Kotak saran.
2. Mempekerjakan orang berperan sebagai pembeli potensial (Ghost Shopping).
3. Analisa terhadap pelanggan yang berhenti membeli.
4. Survey kepuasan pelanggan

### 8.2.2. Identifikasi Kebutuhan Pelanggan

Untuk mengidentifikasi kebutuhan pelanggan perlu diperhatikan langkah-langkah sebagai berikut [33]:

- a. Memperkirakan hasil
- b. Mengumpulkan informasi
- c. Menganalisis hasil
- d. Memeriksa kesahihan (Validitas)
- e. Mengambil tindakan

### 8.3. Quality Function Deployment (QFD)

. Tujuan dikembangkannya konsep QFD adalah untuk menjamin bahwa produk yang telah dihasilkan perusahaan memberikan kepuasan bagi pelanggan, dengan jalan memperbaiki tingkat kualitas dan kesesuaian maksimal pada setiap tahap pengembangan produk.. Manfaat dari Quality Fuction Deployment antara lain :

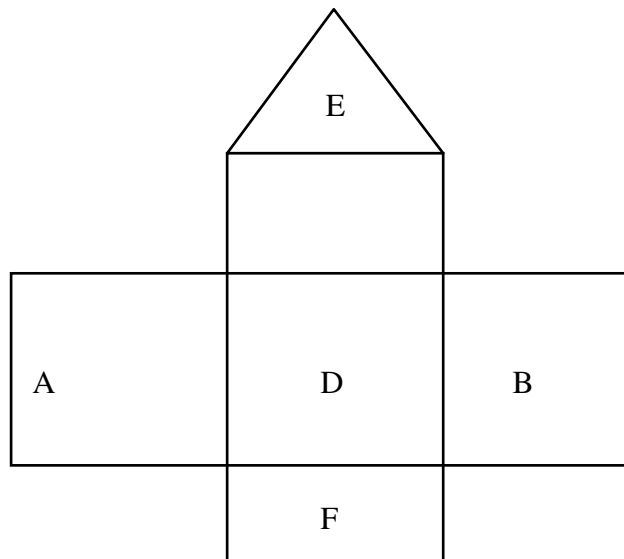
- a. Fokus pada pelanggan.

- b. Efisiensi Waktu
- c. Berorientasi Teamwork (kerja sama tim)
- d. Berorientasi pada dokumentasi

Informasi dari pelanggan merupakan unsur paling penting dalam Quality Function Deployment, dan dikelompokkan menjadi dua kategori yaitu masukan dan umpan balik.

1. Masukan
2. Umpan balik

Dalam proses QFD digunakan suatu matrik yang berbentuk rumah dan dinamakan rumah kualitas atau House of Quality dan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 8.4.** Rumah kualitas

Keterangan :

- A : Voice of the Consumer (VOC), berisi data keinginan dan harapan konsumen (Identify Customer Needs).
- B : Matrik Perencanaan produk berdasarkan hasil riset pasar dan perencanaan strategi
- C : Respon Teknik, berisi deskripsi teknis dari matrik A Hubungan (relationship), berisi penilaian tim tentang hubungan antara pengaruh respon teknis terhadap VOC. Matrik Korelasi Teknis, berisi penilaian tim tentang hubungan implementasi antar elemen pada respon teknis.
- F : Matrik teknis, berisi prioritas respon teknis, perbandingan performance teknis, target teknis.

## 8.4. Pemberdayaan Karyawan

Pemberdayaan dapat diartikan sebagai pelibatan karyawan dalam suatu proses pembuatan keputusan dan pemecahan masalah. Pemberdayaan tidak sekedar memberi masukan-masukan atau umpan balik tetapi juga dilibatkan dalam mempertimbangkan dan menindaklanjuti masukan tersebut. TQM sendiri merupakan konsep pelibatan dan pemberdayaan karyawan. Dengan pemberdayaan karyawan para karyawan merasa dihargai dan diperlukan bukan sebagai robot atau mesin, melainkan sebagai manusia yang mempunyai akal pikiran dan kemampuan untuk bekerja dengan baik.

### 8.4.1. Metode Pemberdayaan Karyawan

Beberapa metode dalam pemberdayaan karyawan akan diuraikan berikut ini [33]:

1. Brainstorming  
Ide dan saran dikumpulkan dan dievaluasi untuk kemudian dipilih beberapa saran yang dianggap sesuai.
2. Nominal Group Technique  
Merupakan salah satu bentuk brainstorming, terdiri dari 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
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 diletakkan di tempat-tempat yang strategis dan mudah didatangi karyawan.
5. Management by Walking Around  
Mengumpulkan masukan-masukan dengan cara mendatangi langsung karyawan di tempat karyawan bekerja.

### 8.4.2. Faktor Penghambat Pemberdayaan Karyawan

Faktor penghambat pemberdayaan karyawan datang dari karyawan itu sendiri, serikat pekerja dan terutama datang dari manajemen.

\

a. Hambatan dari manajemen.

Alasan manajer menghambat pemberdayaan karyawan antara lain, dengan pemberdayaan karyawan, manajer merasa kekuasaannya akan berkurang.

Para manajer yang mendapat pendidikan dan pelatihan manajemen modern juga seringkali menghambat dalam pemberdayaan karyawan.

b. Hambatan dari karyawan dan serikat pekerja

Seringnya berubah strategi manajemen dan tidak sukses-nya strategi tersebut dapat membuat para karyawan skeptis dan acuh terhadap perubahan. Selain dari karyawan, serikat pekerja juga sering menjadi sumber hambatan dalam pemberdayaan karyawan. Bila pemberdayaan karyawan justru akan mengurangi arti pentingnya organisasi serikat pekerja (kepentingan pengurus serikat pekerja), maka mereka akan menolak pemberdayaan karyawan.

### 8.4.3. Penghargaan Prestasi Kerja.

Di dalam TQM, manajemen mendorong suatu sikap saling hormat antara dirinya dengan keseluruhan tenaga kerja baik sebagai individu maupun kelompok.

Antara penghargaan dan pengakuan sebenarnya mempunyai perbedaan. Penghargaan biasanya dalam bentuk uang atau barang yang dapat dinilai dengan uang, misalnya bonus, uang liburan dan sebagainya. Sedangkan pengakuan biasanya dalam bentuk non moneter seperti ucapan terima kasih, piagam, medali dan sebagainya.

### 8.4.4. Pengembangan Karyawan

Tujuan pengembangan karyawan adalah untuk memperbaiki efektivitas kerja karyawan dalam mencapai hasil kerja yang telah ditetapkan.

Istilah pengembangan karyawan mencakup pengertian pelatihan dan pendidikan, yaitu sarana peningkatan ketrampilan dan pengetahuan umum bagi karyawan [24].

### 8.4.5. Berbagai Metode Latihan Operasional

Secara umum bentuk / metode latihan karyawan-karyawan operasional bisa dikelompokkan menjadi 4 macam, yaitu :

1. On The Job Training
2. Vestibule School
3. Apprenticeship (magang)
4. Kursus-kursus khusus.

## 8.5. Kepemimpinan

Definisi kepemimpinan adalah kemampuan untuk mempengaruhi motivasi atau kompetensi individu-individu lainnya dalam suatu kelompok [6].

### 8.5.1. Gaya Kepemimpinan

Gaya kepemimpinan dapat didefinisikan sebagai pola tingkah laku yang dirancang untuk mengintegrasikan tujuan organisasi dengan tujuan untuk mencapai suatu tujuan tertentu [24]. gaya kepemimpinan dapat dibedakan menjadi 3, yaitu:

1. Kepemimpinan otokratis
2. Kepemimpinan partisipatif.
3. The Free Rein Leader. Pemimpin tidak akan membuat peraturan-peraturan tentang pelaksanaan dengan terperinci.

Dalam konteks TQM, gaya kepemimpinan partisipatif adalah yang mendekati kesesuaian. Yang membedakan dengan gaya kepemimpinan partisipatif pandangan tradisional dengan pandangan TQM terletak pada pemberdayaan karyawan.

### 8.5.2. Kerjasama Tim

Keikutsertaan dan keterlibatan serta dukungan positif dari seluruh karyawan dan semua pihak yang berkepentingan sangat diharapkan untuk melakukan peningkatan mutu. Konsep total sistem memperhatikan pentingnya interaksi dan interdependensi dalam setiap unsur yang berkepentingan untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan.

### 8.5.3. Aspek-aspek Penghambat Kesuksesan Kerjasama Tim

1. Sikap manajemen enggan terlibat dan hanya basa-basi, karena menyangkut otoritasnya yang akan terganggu.
2. Keterbukaan yang semu dari anggota tim, karena dilandasi sikap tertutup dan sikap tidak enak hati untuk mengemukakan pendapat, karena dapat menyinggung atau bertentangan dengan orang lain.
3. Latar belakang anggota tim yang datang dari berbagai kelompok dengan perilaku yang beragam, sehingga membutuhkan waktu untuk saling mengenal dan bekerja sama.

## 8.6. Konflik Dalam Perusahaan

Terdapat beberapa pandangan yang berbeda dalam menyikapi suatu konflik yang sering terjadi di suatu perusahaan.

1. Pandangan Tradisional  
Pengamat pandangan tradisional memandang timbulnya suatu konflik merupakan adanya sesuatu yang salah dalam organisasi, dan hal itu perlu dibetulkan sehingga fungsi dalam organisasi bisa terintegrasi dengan baik.
2. Pandangan Perilaku  
Konflik menurut mereka bisa bermanfaat bisa pula merugikan. Akan tetapi pada umumnya mereka berpendapat bahwa konflik umumnya merugikan.
3. Pandangan Interaksi



Konflik dalam organisasi merupakan hal tak terhindarkan dan bahkan diperlukan.

### **8.6.1. Metode-metode untuk menangani konflik**

Metode yang sering digunakan untuk menangani konflik adalah :

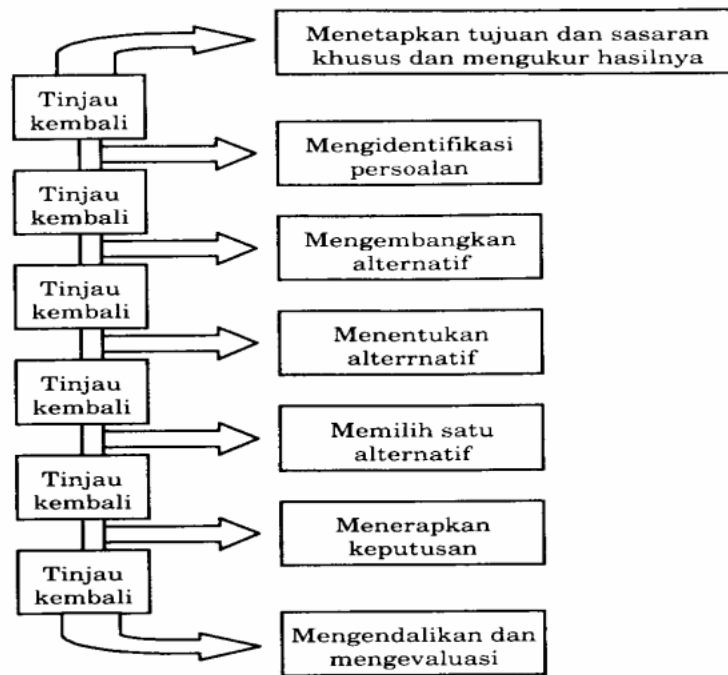
1. Mengurangi atau menyelesaikan konflik.
2. Metode yang kedua menyelesaikan konflik diantaranya dengan mendominasi atau menekan, berkompromi dan penyelesaian masalah secara integratif. Cara kompromi adalah menyelesaikan konflik dengan menemukan dasar di tengah-tengah kedua belah pihak yang berposisi.
3. Menyelesaikan persoalan secara integratif. Konflik antar kelompok diubah menjadi situasi pemecahan persoalan bersama dengan bantuan teknik-teknik pemecahan masalah.

### **8.6.2. Pengambilan Keputusan**

Pengambilan keputusan sendiri mengandung pengertian proses memilih suatu rangkaian tindakan dari dua atau lebih alternatif. Pengambilan keputusan menjadi lebih penting karena kualitas keputusan tersebut dapat mempengaruhi peluang karir, penghargaan dan kepuasan kerja, dan keputusan tersebut memiliki kontribusi keberhasilan atau kegagalan suatu organisasi.

### **8.6.3. Proses Pengambilan Keputusan**

Keputusan merupakan mekanisme keorganisasian, yaitu suatu tanggapan keorganisasian terhadap suatu persoalan. Setiap keputusan adalah hasil dari proses yang dinamis dan dipengaruhi oleh kekuatan yang banyak sekali. Dalam gambar 8.5. di sajikan proses pengambilan keputusan dalam bentuk diagram.



**Gambar 8.5.** Proses pengambilan keputusan

Pada dasarnya keputusan mempunyai dua jenis, yaitu :

1. Keputusan yang diprogram (Programmed Decision)
2. Keputusan yang tidak diprogram (Nonprogrammed Decision)

#### 8.6.4. Metode Pemecahan Masalah

Dalam konteks TQM terdapat dua model pemecah masalah yang sekaligus mengarah pada perbaikan berkesinambungan.

1. Siklus Deming
 

Siklus Deming terdiri dari 4 komponen utama yang dikenal dengan siklus PDCA (Plan, Do, Check, Action).

  - a. Plan
  - b. Do
  - c. Check
  - d. Action
2. Metode Perry Johnson Mempunyai karakteristik:
  - a. Mengutamakan kerjasama tim dalam pemecahan masalah
  - b. Berfokus pada perbaikan berkesinambungan
  - c. Memperlakukan masalah sebagai suatu yang wajar.

### **8.6.5. Alat-alat pemecah masalah dalam pengambilan keputusan**

1. Diagram sebab akibat
2. Check Sheet
3. Diagram Pareto
4. Control Chart
5. Histogram
6. Stratification
7. Scatter Diagram.

### **8.7. Perbaikan Berkesinambungan**

Terdapat 5 aktivitas pokok dalam perbaikan berkesinambungan [33], yaitu:

1. Komunikasi
2. Memperbaiki kesalahan yang nyata
3. Memandang ke hulu
4. Dokumentasi masalah dan kemajuan
5. Memantau perubahan

#### **8.7.1. Struktur Perbaikan Kualitas**

Langkah-langkah strukturisasi perbaikan kualitas terdiri atas tiga langkah :

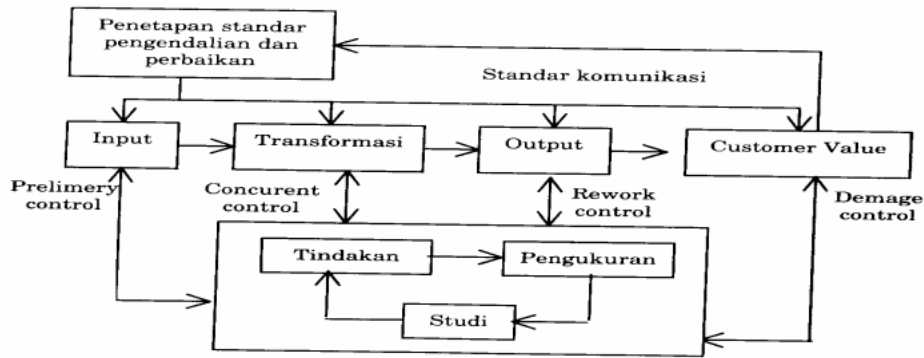
1. Membentuk Dewan Kualitas
2. Menyusun pernyataan tanggung jawab dewan kualitas, yang meliputi merumuskan kebijakan, patok duga, proses pembentukan tim, sumber daya, implementasi proyek dan sebagainya.
3. Membangun infrastruktur yang diperlukan guna mendukung usaha perbaikan yang dilakukan.

#### **8.7.2. Proses Perbaikan dan Pengendalian**

Elemen dasar dari proses perbaikan dan pengendalian terdiri dari tahap-tahap berikut ini:

1. Penetapan standar untuk pengendalian dan perbaikan.
2. Standar digunakan manajer untuk mengkomunikasikan visi dan menetapkan tujuan yang realitis berdasarkan umpan balik.
3. Pengukuran
4. Studi
5. Tindakan

Gambar di bawah ini merupakan gambar pendekatan TQM terhadap pengendalian dan perbaikan.



**Gambar 8.6.** Pendekatan TQM terhadap pengendalian dan perbaikan

### 8.8. Konsep Tepat Waktu (Just in time)

Perusahaan dengan konsep tepat waktu akan selalu meningkatkan kemampuan perusahaan secara terus menerus untuk merespon perubahan dengan meminimalisasi pemborosan. Pemborosan ini meliputi [11] :

- a. Produksi yang berlebihan (over produksi)
- b. Pemborosan waktu pada mesin
- c. Pemborosan transportasi
- d. Pemborosan dalam proses
- e. Pemborosan dalam menangani persediaan
- f. Pemborosan dalam gerakan
- g. Pemborosan produk cacat

Tujuan utama konsep tepat waktu adalah untuk meningkatkan laba dan posisi persaingan perusahaan, yang dicapai melalui pengendalian biaya. Pengendalian biaya dapat dilakukan dengan pengendalian waktu dan gerakan.

Terdapat 5 elemen waktu dari dimulainya proses produksi sampai produk selesai dan dikirim ke pelanggan yang disebut dengan throughput time.

1. Waktu pemrosesan (processing time), yaitu waktu sesungguhnya yang diperlukan untuk mengerjakan produk.
2. Waktu inspeksi adalah waktu untuk melakukan inspeksi produk untuk menjamin bahwa produk telah sesuai dengan standar produksi.
3. Moving Time. Waktu yang diperlukan untuk memindahkan produk dari satu departemen ke departemen berikutnya serta waktu yang diperlukan untuk memindahkan produk dari dan ke gudang.
4. Waktu tunggu. Waktu dimana produk berada dalam suatu departemen sebelum diproses.
5. Waktu simpan adalah waktu untuk menyimpan bahan baku, barang dalam proses dan barang jadi di gudang sebelum digunakan oleh departemen produksi (bahan baku dan barang dalam proses) dan sebelum dikirim ke pelanggan (barang jadi).

Dari ke lima elemen di atas hanya elemen pertama yang memiliki nilai tambah (value added time), sedangkan elemen yang lain sebagai waktu yang tidak memiliki nilai tambah.

## **PENUTUP**

### **1. Tes Formatif**

- a. Apa Pengertian Total Quality Management (TQM) ?.
- b. Apa Manfaat dari Quality Function Deployment ?

### **2. Umpan Balik**

Umpan-balik diberikan oleh dosen atau secara teliti melalui pengajaran terprogram, selalu perlu dibuat diagnosa yang baik tentang kehasilgunaan proses belajar.

### **3. Tindak Lanjut**

### **4. Kunci Jawaban**

- a. TQM merupakan sistem manajemen yang meningkatkan kualitas sebagai strategi usaha dan berorientasi pada kepuasan pelanggan dengan melibatkan seluruh anggota organisasi. Pengertian TQM lain menyebutkan bahwa TQM merupakan suatu pendekatan dalam menjalankan usaha yang mencoba untuk memaksimalkan daya saing organisasi melalui perbaikan terus menerus atas produk, jasa, manusia, proses dan lingkungannya [33].
- b. Manfaat dari Quality Function Deployment antara lain :
  - 1) Fokus pada pelanggan.

QFD memerlukan masukan dan umpan balik dari pelanggan. Informasi berupa masukan dan umpan balik tersebut merupakan persyaratan pelanggan yang spesifik. Dari informasi ini dapat diketahui seberapa jauh perusahaan telah memenuhi kebutuhan pesaingnya, begitu pula informasi mengenai perusahaan pesaingnya.
  - 2) Efisiensi Waktu  
Dengan telah teridentifikasi persyaratan pelanggan QFD dapat mengurangi dalam pengembangan produk.
  - 3) Berorientasi Teamwork (kerja sama tim)  
Karena keputusan dalam proses berdasarkan konsensus dan melalui diskusi, maka setiap individu memahami posisinya di dalam tim. Hal itu dapat memperkuat kerja sama tim
  - 4) Berorientasi pada dokumentasi  
Dokumen mengenai semua data yang berhubungan dengan segala proses dan perbandingan persyaratan pelanggan merupakan hasil dari proses QFD. Dokumen dapat berubah setiap ada informasi baru.

## DAFTAR PUSTAKA

- Thuesen, G.J., 2002, **Ekonomi Teknik**, PT Prenhallindo, Jakarta (33)
- Purnomo, H., 1999, **Perencanaan Tata Letak Pabrik**, DIKTAT Kuliah, TMI, FTI, UII, Yogyakarta (24)
- Gibson, Ivancevich dan Donnely, 1984, **Organisasi dan Manajemen**, Erlangga, Jakarta.(6)
- Imai, M., 1992, **Kaizen, Kunci Sukses Jepang Dalam Persaingan**, PT. Pustaka Binawan Pressindo, Jakarta (11)
- Macdonald, J., 1994, **Total Quality Control Yang Sukses**, Megapoin, Jakarta
- Tjiptono, F., 2000, **Total Quality Management**, Andi, Yogyakarta

*This page is intentionally left blank*



universitas  
MALIKUSSALEH

Teknik Industri lahir sejak persoalan produksi. Persoalan produksi muncul pada zaman Pra Yunani kuno, saat manusia menggunakan batu sebagai peralatannya.. Alat-alat yang digunakan mengalami perbaikan secara terus menerus. ini tidak lain hanya untuk meningkatkan produktivitas pada persoalan produksi.

Dalam pendahuluan ini diceritakan tentang Perkembangan ilmu pengetahuan khususnya teknik industri dan pengertiannya serta organisasi-organisasi yang mendukung berdirinya disiplin Teknik Industri. Disini juga dibahas Hubungan Disiplin Teknik Industri Dengan Disiplin Ilmu Yang Lain. Perkembangan ilmu pengetahuan tidak berlangsung secara mendadak, melainkan terjadi secara bertahap, dimana para ilmuwan memberikan sumbangan menurut kemampuannya. Penemuan-penemuan yang dilakukan oleh manusia tidak terpusat melainkan menyebar dari Babylonia, Mesir, Cina, India, Irak, Yunani hingga ke daratan Eropa Perkembangan ilmu pengetahuan tidak berlangsung secara mendadak, melainkan terjadi secara bertahap, dimana para ilmuwan memberikan sumbangan menurut kemampuannya. Penemuan-penemuan yang dilakukan oleh manusia tidak terpusat melainkan menyebar dari Babylonia, Mesir, Cina, India, Irak, Yunani hingga ke daratan Eropa,

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH**