

ISBN: 978-602-18889-3-3

# Manajemen Operasi



Manajemen operasi merupakan konsep untuk mengatur dan mengkoordinasikan sumber daya seperti bahan mentah, tenaga kerja, mesin, peralatan dan dana secara optimal untuk menghasilkan produk barang atau jasa. Ruang lingkup manajemen operasi terdiri dari perencanaan, perancangan sistem produksi, pengoperasian sistem produksi dan pengambilan keputusan terkait dengan bisnis untuk memproduksi barang atau jasa. Tujuan manajemen operasi untuk mengefektifkan dan mengefisienkan sumber daya dalam menghasilkan dan memberi nilai tambah barang atau jasa agar memenuhi atau melebihi harapan konsumen.

Buku ini terdiri dari sembilan bab yang disusun secara terstruktur dengan bahasa yang sederhana agar mudah untuk dimengeti oleh setiap pembaca. Setiap bab yang ada dalam buku ini memuat kandungan antara lain:

## BAB 1 : MANAJEMEN OPERASIDAN PRODUKTIVITAS

Pendahuluan, Manajemen operasi, Produktivitas, dan Pengukuran produktivitas

## BAB 2 : PERAMALAN

Pendahuluan, Klasifikasi peramalan, Langkah-langkah melakukan peramalan, Metode peramalan, dan Pemilihan metode peramalan

## BAB 3 : PERENCANAAN KAPASITAS

Pendahuluan, Analisis titik impas, Pengambilan keputusan dengan diagram pohon, dan Program linear

## BAB 4 : PERSEDIAAN

Pendahuluan, Penilaian persediaan dengan FIFO dan LIFO, Analisis ABC, dan Model persediaan

## BAB 5 : PERENCANAAN AGREGAT

Pendahuluan, Pembuatan perencanaan agregat, dan Keputusan perencanaan agregat

## BAB 6 : PENGUKURAN WAKTU

Pendahuluan, Waktu standar, Penyesuaian dan kelonggaran, dan Perhitungan waktu standar

## BAB 7 : PENENTUAN LOKASI

Pendahuluan, Faktor-faktor penentuan lokasi, dan Model penentuan lokasi

Manajemen Operasi Hari Purnomo



Penerbit :



Manajemen Operasi

Hari Purnomo

# MANAJEMEN OPERASI

Oleh:  
**HARI PURNOMO**



Penerbit CV. Sigma

# MANAJEMEN OPERASI

**ISBN: 978-602-18889-3-3**

**Penyusun**

Hari Purnomo

**Editor**

Sigma

General Printing

**Desain Sampul**

Sigma

General Printing

Layout

Ida F.

Diterbitkan Oleh:

CV. SIGMA

Jl. Solo Km 11 Gg. Bulog 1 No 133

Kalasan Sleman Yogyakarta 55571

Tlp/Fax: (0274) 2850341

email: [sigma.jogja@gmail.com](mailto:sigma.jogja@gmail.com)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta ada pada penulis, dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin dari penulis.

Sanksi Pelanggaran Pasal 44 : Undang-undang Nomer 7 Tahun 1987

Tentang Perubahan atas Undang-undang Nomer 6 Tahun 1982

Tentang Hak Cipta

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 100.000.000,- (seratus juta rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 50.000.000,- (lima puluh juta rupiah).

# KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT dengan segala rahmat, hidayah, dan *inayah*-Nya, buku manajemen operasi ini dapat diselesaikan. Penyusunan buku manajemen operasi disusun berdasarkan kebutuhan mahasiswa di beberapa program studi seperti ekonomi, teknik industri, dan program studi lain yang terkait dengan matakuliah sistem operasi/produksi. Disamping digunakan untuk kebutuhan pembelajaran di pendidikan tinggi, buku ini juga bermanfaat bagi para praktisi yang menangani masalah produksi.

Buku manajemen operasi merupakan konsep yang digunakan untuk mengelola faktor produksi secara optimal. Faktor-faktor produksi yang terlibat dalam sistem produksi antara lain tenaga kerja, mesin, bahan baku, peralatan dan faktor lainnya yang secara bersama-sama melakukan transformasi material menjadi produk. Ruang lingkup manajemen operasi terdiri dari perancangan sistem produksi, pengoperasian sistem produksi dan pengambilan keputusan. Implementasi manajemen operasi ditujukan untuk mendapat output dalam jumlah yang tepat, kualitas tinggi, harga terjangkau waktu proses cepat yang sesuai dengan harapan pelanggan.

Penyusunan buku ini ditujukan untuk membantu mahasiswa dan praktisi dalam memahami konsep manajemen operasi dan mampu memberikan solusi para praktisi jika ada persoalan di bidang sistem produksi. Terbitnya buku ini, diharapkan dapat memberikan sumbangan pengetahuan kepada mahasiswa, praktisi dan semua pihak yang tertarik pada bidang produksi atau operasi.

Kami menyadari bahwa penulisan buku ini masih banyak kekurangannya dari aspek penyajian, bahasa, penulisan maupun pembahasan. Kekurangan ini disebabkan karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang kami miliki. Untuk itu, kami dengan senang hati

menerima kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun untuk kemajuan dan pengembangan buku yang kami susun. Ucapan terima kasih kami tujukan kepada semua pihak yang telah membantu serta memberikan arahan dalam penyusunan buku ini. Semoga amal kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan buku ini mendapat imbalan yang setimpal dari Allah SWT. Amiin.

Yogyakarta, 10 April 2017

Penulis,

# SINOPSIS

Manajemen operasi merupakan konsep untuk mengatur dan mengkoordinasikan sumber daya seperti bahan mentah, tenaga kerja, mesin, peralatan dan dana secara optimal untuk menghasilkan produk barang atau jasa. Ruang lingkup manajemen operasi terdiri dari perencanaan, perancangan sistem produksi, pengoperasian sistem produksi dan pengambilan keputusan terkait dengan bisnis untuk memproduksi barang atau jasa. Tujuan manajemen operasi untuk mengefektifkan dan mengefisiensikan sumber daya dalam menghasilkan dan memberi nilai tambah barang atau jasa agar memenuhi atau melebihi harapan konsumen.

Buku ini terdiri dari sembilan bab yang disusun secara terstruktur dengan bahasa yang sederhana agar mudah untuk dimengeti oleh setiap pembaca. Setiap bab yang ada dalam buku ini memuat kandungan antara lain:

## **BAB 1 : MANAJEMEN OPERASI DAN PRODUKTIVITAS**

Pendahuluan, Manajemen operasi, Produktivitas, dan Pengukuran produktivitas

## **BAB 2 : PERAMALAN**

Pendahuluan, Klasifikasi peramalan, Langkah-langkah melakukan peramalan, Metode peramalan, dan Pemilihan metode peramalan

## **BAB 3 : PERENCANAAN KAPASITAS**

Pendahuluan, Analisis titik impas, Pengambilan keputusan dengan diagram pohon, dan Program linear

## **BAB 4 : PERSEDIAAN**

Pendahuluan, Penilaian persediaan dengan FIFO dan LIFO, Analisis ABC, dan Model persediaan

- BAB 5: PERENCANAAN AGREGAT**  
Pendahuluan, Pembuatan perencanaan agregat, dan Keputusan perencanaan agregat
- BAB 6: PENGUKURAN WAKTU**  
Pendahuluan, Waktu standar, Penyesuaian dan kelonggaran, dan Perhitungan waktu standar
- BAB 7: PENENTUAN LOKASI**  
Pendahuluan, Faktor-faktor penentuan lokasi, dan Model penentuan lokasi
- BAB 8: TATA LETAK FASILITAS**  
Pendahuluan, Perencanaan tata letak fasilitas dan keunggulan kompetitif, Tipe-tipe tata letak, Penentuan jumlah mesin, dan Pergudangan
- BAB 9: ANALISIS KEPUTUSAN**  
Pendahuluan, Metode pengambilan keputusan pada kondisi risiko dan ketidakpastian, dan Analisis pohon keputusan

Setiap bab dari buku ini memuat tentang tujuan yang dimuat dalam pendahuluan, teori ringkas untuk memberikan pemahaman konsep dan contoh soal dalam aplikasi di industri. Dengan demikian pembaca buku ini dapat dengan mudah memahami konsep dan aplikasi manajemen operasi.

# DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Kata Pengantar	iii
Sinopsis	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	xii
<b>BAB 1 MANAJEMEN OPERASI DAN PRODUKTIVITAS</b>	<b>1</b>
1.1 Pendahuluan .....	1
1.2 Manajemen Operasi .....	2
1.3 Produktivitas .....	6
1.4 Pengukuran produktivitas .....	9
<b>BAB 2 PERAMALAN</b>	<b>12</b>
2.1 Pendahuluan .....	12
2.2 Klasifikasi Peramalan .....	13
2.3 Langkah-langkah Melakukan Peramalan .....	14
2.4 Metode Peramalan .....	15
2.5 Pemilihan Metode Peramalan .....	22
<b>BAB 3 PERENCANAAN KAPASITAS</b>	<b>24</b>
3.1 Pendahuluan .....	24
3.2 Analisis Titik Impas .....	25
3.3 Pengambilan Keputusan dengan Diagram Pohon .....	29
3.4 Program Linear .....	33
<b>BAB 4 PERSEDIAAN</b>	<b>37</b>
4.1 Pendahuluan .....	37
4.2 Penilaian Persediaan dengan FIFO dan LIFO ..	39



4.3	Analisis ABC .....	41
4.4	Model Persediaan .....	45
<b>BAB 5</b>	<b>PERENCANAAN AGREGAT</b>	<b>55</b>
5.1	Pendahuluan .....	55
5.2	Pembuatan Perencanaan Agregat .....	57
5.3	Keputusan Perencanaan Agregat .....	59
<b>BAB 6</b>	<b>PENGUKURAN WAKTU</b>	<b>66</b>
6.1	Pendahuluan .....	66
6.2	Waktu Standar .....	67
6.3	Penyesuaian dan Kelonggaran .....	69
6.4	Perhitungan Waktu Standar .....	72
<b>BAB 7</b>	<b>PENENTUAN LOKASI</b>	<b>76</b>
7.1	Pendahuluan .....	76
7.2	Faktor-faktor Penentuan Lokasi .....	77
7.3	Metode Penentuan Lokasi .....	80
<b>BAB 8</b>	<b>TATA LETAK FASILITAS</b>	<b>92</b>
8.1	Pendahuluan .....	92
8.2	Perencanaan Tata Letak Fasilitas dan Keunggulan Kompetitif .....	93
8.3	Tipe-tipe Tata Letak .....	100
8.4	Penentuan Jumlah Mesin .....	105
8.5	Pergudangan .....	106
<b>BAB 9</b>	<b>ANALISIS KEPUTUSAN</b>	<b>111</b>
9.1	Pendahuluan .....	111
9.2	Metode Pengambilan Keputusan pada Kondisi Risiko dan Ketidakpastian .....	112
9.3	Analisis Pohon Keputusan .....	119
<b>Daftar Pustaka</b>		<b>127</b>

# DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1.1	Perbedaan antara barang dan jasa ..... 4
Tabel 1.2	Tantangan yang dinamis manajer operasi ..... 5
Tabel 1.3	Faktor produktivitas dan biaya ..... 10
Tabel 2.1	Peramalan rata-rata bergerak tiga bulan dan empat bulan ..... 17
Tabel 2.2	Peramalan pemulusan eksponensial dengan $\alpha=0,2$ dan $\alpha =0,4$ ..... 18
Tabel 2.3	Peramalan pemulusan eksponensial ganda ..... 19
Tabel 2.4	Peramalan regresi linear ..... 21
Tabel 2.5	Kesalahan peramalan ..... 23
Tabel 3.1	Biaya produksi, harga dan ramalan penjualan ... 28
Tabel 3.2	Perhitungan titik impas ..... 29
Tabel 3.3	Waktu proses, jumlah jam tersedia dan laba/unit 34
Tabel 4.1	Catatan Persediaan ..... 40
Tabel 4.2	Penyelesaian dengan metode FIFO ..... 40
Tabel 4.3	Penyelesaian dengan metode LIFO ..... 40
Tabel 4.4	Klasifikasi ABC ..... 43
Tabel 4.5	Persentase item dan biaya ..... 43
Tabel 4.6	Kebijakan manajemen persediaan ..... 44
Tabel 4.7	Perhitungan cycle counting ..... 44
Tabel 4.8	Kuantitas dan presentase discount ..... 47
Tabel 4.9	Penyelesaian EOQ quantity discount ..... 48
Tabel 4.10	Biaya pesan, permintaan, biaya simpan dari tiga item ..... 52
Tabel 4.11	Nilai Q optimal setiap item..... 52

Tabel 5.1	Berbagai biaya yang timbul sebagai akibat penyesuaian daya-hasil pengolahan terhadap kenaikan atau penurunan jumlah barang yang diminta .....	56
Tabel 5.2	Penyusunan rencana produksi berdasarkan rencana penjualan .....	61
Tabel 5.3	Data biaya perhitungan agregat .....	62
Tabel 5.4	Perhitungan perencanaan agregat .....	63
Tabel 5.5	Perhitungan jumlah tenaga kerja .....	63
Tabel 5.6	Perhitungan total biaya .....	63
Tabel 5.7	Perhitungan perencanaan agregat dengan chase strategi .....	64
Tabel 5.8	Perhitungan jumlah tenaga kerja dengan chase strategi .....	64
Tabel 5.9	Perhitungan biaya total dengan chase strategi .....	64
Tabel 5.10	Perhitungan perencanaan agregat dengan fleksibel strategi .....	65
Tabel 6.1	Rating factor dengan metode The Westing House System .....	69
Tabel 6.2	Nilai penyesuaian .....	70
Tabel 6.3	Elemen pekerjaan 1 dan 2 .....	72
Tabel 6.4	Pengamatan sampling kerja .....	73
Tabel 6.5	Kondisi kerja dan menganggur pengamatan selama 10 hari .....	74
Tabel 7.1	Bobot dari setiap faktor .....	80
Tabel 7.2	Skor dari setiap faktor dan lokasi .....	81
Tabel 7.3	Perhitungan lokasi terpilih .....	81
Tabel 7.4	Perhitungan titik impas .....	82
Tabel 7.5	Lokasi pasar dan perhitungan bobot .....	83
Tabel 7.6	Urutan koordinat –X dan bobot .....	84

Tabel 7.7	Urutan koordinat –Y dan bobot .....	84
Tabel 7.8	Biaya, kebutuhan dan kapasitas pabrik lama dan alternatif pabrik baru .....	85
Tabel 7.9	Tabel transportasi pendirian pabrik di lokasi C .....	86
Tabel 7.10	Tabel transportasi pendirian pabrik di lokasi D .....	86
Tabel 7.11	Biaya transportasi pabrik pada lokasi C .....	86
Tabel 7.12	Biaya transportasi pabrik pada lokasi D .....	87
Tabel 7.13	Perbandingan berpasangan faktor subyektif .....	89
Tabel 7.14	Perhitungan faktor obyektif .....	89
Tabel 7.15	Indeks faktor subyektif .....	89
Tabel 7.16	Ranking lokasi faktor lingkungan .....	90
Tabel 7.17	Ranking lokasi faktor keamanan .....	90
Tabel 7.18	Ranking lokasi faktor birokrasi .....	90
Tabel 7.19	Indeks kepentingan relatif .....	91
Tabel 7.20	Nilai LPM masing-masing lokasi .....	91
Tabel 8.1	Prinsip-prinsip material handling .....	109
Tabel 9.1	Alternatif investasi dan probabilitas kejadian contoh 7.1 .....	114
Tabel 9.2	Alternatif investasi dan probabilitas kejadian contoh 9.2 .....	115
Tabel 9.3	Nilai OLM kondisi 1 dan 2 .....	115
Tabel 9.4	Nilai perkembangan cepat, normal dan lambat .....	116
Tabel 9.5	Perhitungan kriteria maximin .....	117
Tabel 9.6	Perhitungan kriteria maximax .....	118
Tabel 9.7	Perhitungan kriteria Hurwicz .....	118
Tabel 9.8	Perhitungan kriteria regret .....	119
Tabel 9.9	Probabilitas posterior dengan permintaan tinggi .....	124
Tabel 9.10	Probabilitas posterior dengan permintaan rendah .....	124

# DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1.1 Konsep Produktivitas .....	7
Gambar 3.1 Biaya tetap, variabel dan biaya total .....	26
Gambar 3.2 Grafik titik impas .....	27
Gambar 3.3 Pohon keputusan .....	30
Gambar 3.4 Pohon keputusan contoh 3.3 .....	31
Gambar 3.5 Pohon keputusan contoh 3.4 .....	32
Gambar 3.6 Grafik persamaan dua garis .....	35
Gambar 5.1 Sistem keputusan perencanaan satu tahap ....	58
Gambar 8.1 Langkah-langkah dasar SLP .....	94
Gambar 8.2 <i>Activity Relationship Chart</i> .....	95
Gambar 8.3 <i>Activity Relationship Diagram</i> .....	96
Gambar 8.4 Diagram Hubungan Ruangan .....	96
Gambar 8.5 Peta keterkaitan aktivitas .....	98
Gambar 8.6 Diagram keterkaitan aktivitas .....	98
Gambar 8.7 Diagram hubungan ruangan .....	99
Gambar 8.8 Blok tata letak .....	100
Gambar 8.9 <i>Product layout</i> .....	101
Gambar 8.10 <i>Process layout</i> .....	102
Gambar 8.11 <i>Fixed position layout</i> .....	103
Gambar 8.12 <i>Group technology layout</i> .....	104
Gambar 9.1 Contoh diagram pohon untuk tiga alternatif ...	120
Gambar 9.2 Pohon keputusan persoalan deterministik .....	121
Gambar 9.3 Pohon keputusan dengan resiko .....	122
Gambar 9.4 Pohon keputusan dengan teori bayes .....	123
Gambar 9.5 Pohon keputusan dengan informasi tambahan	125

# BAB 1

## MANAJEMEN OPERASI DAN PRODUKTIVITAS

### 1.1. Pendahuluan

Manajemen operasi merupakan bidang ilmu yang ditujukan untuk mengatur operasi dalam menghasilkan barang dan jasa. Pengaturan operasi ditinjau dari aspek sistem merupakan pemberdayaan dan pengaturan entitas dalam suatu operasi untuk menghasilkan produk. Pardede (2005) menjelaskan entitas yang terlibat dalam operasi dikelompokkan atas tanah (*land*), modal (*capital*), tenaga kerja (*labor*), dan kewirausahaan (*enterpreneurship*). Manajemen operasi dalam menghasilkan barang atau jasa memiliki beberapa fungsi yang harus dijalankan dengan sungguh-sungguh untuk meningkatkan produktivitas. Tolok ukur keberhasilan sebuah operasi adalah terjadi peningkatan produktivitas disetiap lini. Fungsi-fungsi tersebut antara lain (Heizer & Render, 2005): (a) Pemasaran, yang menghasilkan permintaan atau paling tidak menerima pemesanan untuk sebuah barang atau jasa (tidak akan ada aktivitas jika tidak ada penjualan); (b) produksi, yang menghasilkan produk; (3) keuangan/akutansi, yang mengawasi sehat dan tidaknya sebuah organisasi, membayar tagihan dan mengumpulkan uang.

Upaya peningkatan produktivitas menjadi penting, karena sebuah sistem produksi tidak akan berjalan dengan baik jika produktivitasnya menurun. Oleh karena itu pengukuran produktivitas disetiap lini harus dilakukan secara periodik. Perbaikan secara terus menerus ditujukan untuk meningkatkan efektivitas kerja dan system lebih efisien. Pendayagunaan mesin dan tenaga kerja dipacu untuk lebih efektif dan harus mampu untuk menghemat biaya produksi. Fungsi-fungsi dari manajemen operasi dijalankan dengan baik dan harmonisasi kegiatan

antar fungsi dijaga untuk mendukung terjadinya proses produksi yang efektif dan efisien. Perusahaan yang menghasilkan produk atau jasa dinyatakan sehat dan mampu bersaing jika produktivitasnya meningkat.

## 1.2 Manajemen Operasi

Operasi atau produksi adalah proses untuk menghasilkan produk atau jasa sesuai dengan tujuan yang ditetapkan oleh perusahaan. Manajemen operasi adalah pengaturan fungsi-fungsi produksi yang dapat memberikan nilai tambah dari material yang diproses menjadi produk atau jasa. Memproses *input* menjadi *ouput* untuk perusahaan manufaktur dan jasa sangat berbeda. Produk yang dihasilkan untuk industry manufaktur bisa dilihat dengan nyata. Sedangkan untuk industri jasa tidak nampak jelas. Akan tetapi, ukuran kualitas bisa sama antara industri manufaktur dan jasa. Jika produk atau jasa yang dihasilkan dapat melebihi dari harapan pengguna maka dapat dinyatakan bahwa produk dan jasa tersebut berkualitas. Sebagai ilustrasi, konsumen membeli televisi dan dia merasa puas bahkan produk yang dibeli melebihi dari harapannya maka televisi tersebut berkualitas. Begitu juga, konsumen yang menjadi nasabah bank dan dia merasa puas layanan-layanan yang diberikan bahkan layanan tersebut melebihi dari harapannya maka bank tersebut berkualitas. Peningkatan kualitas terus dilakukan seiring dengan peningkatan produktivitas sehingga terjadi keberhasilan secara komprehensif. Fungsi-fungsi yang terlibat dalam manajemen operasi secara bersama-sama untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas. Metode perbaikan terkait dengan manajemen operasi terus dilakukan. Heizer & Render (2005), menjelaskan pentingnya mempelajari manajemen operasi karena empat alasan:

1. Manajemen operasi adalah satu dari tiga fungsi utama sebuah organisasi dan secara utuh berhubungan dengan semua fungsi bisnis lainnya. Semua organisasi memasarkan, membiayai dan memproduksi, maka sangat penting untuk mengetahui bagaimana aktivitas manajemen operasi berjalan.

2. Mempelajari manajemen operasi karena kita ingin mengetahui bagaimana barang dan jasa diproduksi. Fungsi produksi adalah bagian dari masyarakat yang menciptakan produk yang kita gunakan.
3. Mempelajari manajemen operasi untuk memahami apa yang dikerjakan oleh manajer operasi. Dengan memahami apa saja yang dilakukan oleh manajer ini, kita dapat membangun keahlian yang dibutuhkan untuk bisa menjadi manajer seperti itu.
4. Mempelajari manajemen operasi karena bagian ini merupakan bagian yang paling banyak mengeluarkan biaya dalam sebuah organisasi.

Pada awalnya manajemen operasi hanya sebatas pada optimalisasi dengan menggunakan statistik dasar yang selanjutnya berkembang dengan adanya konsep manajemen kualitas terpadu (*Total Quality Management/TQM*) yang dikembangkan oleh Deming. Implementasi TQM di seluruh aspek industri telah membawa perubahan yang sangat nyata dalam perbaikan manajemen di industri. Filosofi *Just In Time* (JIT) juga telah membawa perubahan dalam manajemen operasi. JIT merupakan sistem produksi dengan konsep memproduksi sejumlah barang sesuai dengan kebutuhan konsumen. Kebutuhan bahan baku didatangkan dari pemasok untuk produksi dengan tepat waktu dan digunakan sesuai dengan kebutuhan. Konsep ini meniadakan persediaan sehingga dapat menghemat biaya persediaan. Penerapan JIT harus didukung oleh semua pihak seperti pekerja, pemasok, pimpinan dengan budaya tepat waktu untuk mengurangi pemborosan di segala lini. Pemborosan yang sering terjadi di perusahaan adalah kelebihan dan kekurangan persediaan baik bahan baku maupun produk jadi, waktu proses, waktu tunggu dan cacat produk.

Manajemen operasi telah berkembang dengan pesat sejak berkembangnya sistem informasi. Perkembangan teknologi informasi telah mempercepat proses produksi dengan mudahnya untuk



mendapatkan informasi. Perubahan pasar yang cepat dapat dengan mudah diketahui dengan adanya sistem informasi dan perdagangan juga dapat dilakukan melalui dunia maya. Sistem informasi merupakan sumber informasi yang dapat digunakan untuk mengambil keputusan dengan cepat dan mendukung kegiatan-kegiatan operasional.

Mengatur perusahaan yang menghasilkan produk nyata akan berbeda dengan produk jasa (tidak nyata), dikarenakan memiliki karakteristik yang berbeda. Pertumbuhan industri jasa sangat cepat dan dinamika perubahannya juga cepat. Manajemen industri jasa perlu mengikuti perkembangan, dikarenakan perubahan sangat dinamis. Industri jasa merupakan pendukung dari industri manufaktur dan merupakan perpaduan dari dua jenis industri tersebut. Perbedaan output antara industri manufaktur (barang) dan jasa adalah:

**Tabel 1.1** Perbedaan antara barang dan jasa

<b>Barang</b>	<b>Jasa</b>
Memiliki bangun fisik (physical)	Tidak memiliki bangun fisik (physical)
Tahan lama (durable)	Tidak tahan lama (durable)
Dapat disimpan sebagai persediaan	Tidak dapat disimpan sebagai persediaan
Dapat dipindahkan	Tidak dapat dipindahkan
Dapat diubah setelah selesai dibuat	Tidak dapat diubah setelah selesai dibuat
Peran pemakai cukup kecil	Peran pemakai cukup besar
Pemenuhan permintaan lambat	Pemenuhan permintaan cepat
Pasar antar bangsa	Pasar setempat
Sarana yang besar	Sarana yang kecil
Padat modal	Padat karya
Mutu mudah diukur	Mutu sulit diukur

Sumber: Pardede, 2005.

Berdasarkan Tabel 1.1 nampak bahwa jasa memiliki karakteristik bergerak dengan cepat dan kualitasnya sulit diukur. Kondisi ini menjadikan perusahaan jasa dituntut melakukan perbaikan secara terus menerus untuk memuaskan pelanggan. Ditinjau dari aspek permodalan mendirikan perusahaan jasa lebih mudah dibandingkan dengan perusahaan yang menghasilkan produk nyata, maka tingkat persaingan sangat ketat dengan munculnya perusahaan sejenis. Manajemen operasi merupakan ilmu berkembang dan terjadi perubahan yang sangat dinamis. Heizer & Render (2005) menjelaskan beberapa tantangan manajemen operasi di masa akan datang sebagai berikut:

**Tabel 1.2** Tantangan yang dinamis manajer operasi

Dulu	Penyebab	Masa depan
Fokus local atau nasional	→ Biaya rendah, komunikasi global yang andal dan jaringan transportasi	→ Fokus global
Jumlah pengiriman yang besar	→ Siklus produk yang singkat dan perlunya modal memberikan tekanan untuk mengurangi persediaan	→ Pengiriman JIT
Pembelian dengan penawaran terendah	→ Penekanan kualitas membutuhkan pemasok yang terlibat dalam peningkatan produk	→ Kemitraan rantai pasokan, perencanaan sumber daya perusahaan, <i>e-commerce</i>
Pengembangan produk yang lama	→ Siklus hidup yang lebih pendek, internet, komunikasi internasional yang cepat, desain dengan bantuan computer, dan kerja sama internasional.	→ Pengembangan produk yang cepat, aliansi, desain yang bekerja sama
Produk yang distandarisasi	→ Pasar global yang berlimpah, bertambahnya proses produksi yang fleksibel	→ <i>Customization</i> massal dengan penekanan pada mutu

Spesialisasi pekerjaan	→	Berubahnya social budaya pergaulan; meningkatnya masyarakat yang syarat informasi dan pengetahuan	→	Pemberdayaan pekerja, tim, dan perampingan produksi
Fokus pada biaya rendah	→	Permasalahan lingkungan, ISO 14000, meningkatnya biaya pembuangan limbah	→	Produksi yang peka terhadap lingkungan, ramah lingkungan, bahan yang dapat di daur ulang, manufaktur kembali.

Sumber : Heizer & Render (2005)

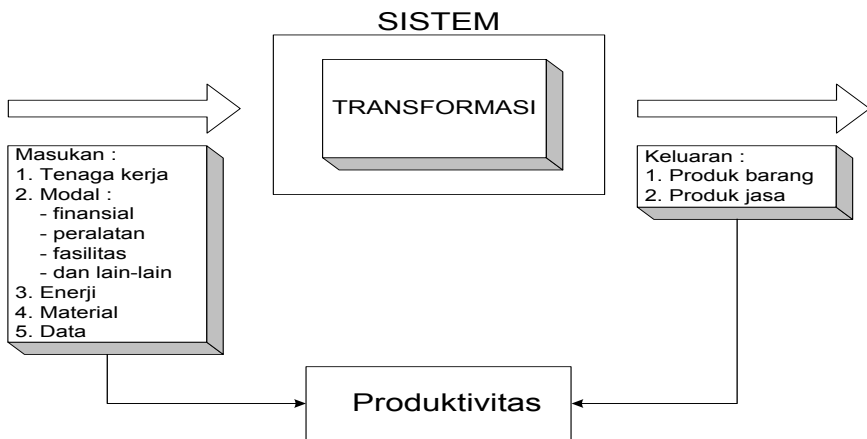
### 1.3 Produktivitas

Pengukuran produktivitas untuk mengatur operasi sangat diperlukan sebagai upaya perbaikan sistem yang dijalankan. Semakin efisien sistem yang dijalankan dan semakin efektif sumber daya yang digunakan maka akan menghasilkan produk atau jasa yang baik dan biaya rendah. Dengan kata lain sistem yang dijalankan semakin produktif. Kondisi ini yang diharapkan oleh manager operasi sebagai orang yang bertanggung jawab terhadap kewenangan yang diemban. Pendekatan dalam studi produktivitas seringkali hanya menekankan pada aspek ekonomi tertentu saja. Pada kenyataannya studi produktivitas juga mencakup aspek-aspek non ekonomi seperti manajemen dan organisasi, kualitas kerja, perlindungan dan keselamatan kerja, motivasi, yang kadang-kadang lebih besar peranannya dalam peningkatan produktivitas (Purnomo, 2004b). Kedua aspek tersebut harus berjalan seiring demi tujuan peningkatan produktivitas.

Secara umum produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara output dengan input. Semakin tinggi nilai rasio semakin tinggi produktivitas yang didapat perusahaan. Dengan demikian input dapat

dikelola dengan baik untuk mendapatkan hasil dengan kualitas tinggi dan kuantitas yang besar. Peranan sistem operasi dalam hal ini memegang peranan penting untuk merubah input menjadi output yang bernilai tambah tinggi. Untuk mendapatkan hasil yang optimal diperlukan upaya untuk menghemat biaya di segala lini dan mengefektifkan sumber daya tanpa mengurangi kualitas produk. Efisien dapat diartikan sebagai usaha pengelolaan sumber daya yang maksimal, sedangkan efektif lebih ditekankan pada pencapaian hasil/keluaran. Jadi pengertian produktivitas dapat dikatakan sebagai perpaduan antara efisiensi dan efektivitas (Purnomo, 2004b).

Sumber daya sebagai masukan dalam sistem produksi terdiri dari tenaga kerja (sumber daya manusia), modal (fisik dan modal financial), energi, bahan baku, data dan sebagainya. Dalam sistem produksi input-input tersebut diubah menjadi keluaran yang berupa produk dan jasa. Konsep produktivitas secara umum dapat digambarkan sebagai berikut (Sink, 1985) :



**Gambar 1.1** Konsep produktivitas

Sumber : Sink, 1985,

Berdasarkan pada Gambar 1.1 produktivitas dipengaruhi oleh banyak faktor seperti tenaga kerja, modal, material dan energi yang bertindak sebagai input. Pada proses transformasi antara lain metode kerja, teknologi dan manajemen dalam menghasilkan produk dalam bentuk barang atau jasa. Peningkatan produktivitas sangat dipengaruhi oleh tenaga kerja. Kontribusi tenaga kerja dalam upaya peningkatan produktivitas harus didukung dengan tingkat kesehatan, ketrampilan dan pendidikan tenaga kerja. Untuk mencapai tingkat kesehatan, diperlukan asupan makanan yang cukup dan olah raga untuk mendukung pekerjaan yang dilakukan. Ketrampilan tinggi diperlukan, oleh karena itu pekerja perlu pelatihan secara periodik atau meningkatkan pendidikan kejenjang yang lebih tinggi untuk meningkatkan kemampuan dan mengejar ketertinggalan konsep lama. Disamping faktor-faktor tersebut diatas, komitmen menjadi kata kunci dalam keberhasilan perusahaan. Komitmen yang tinggi dari tenaga kerja telah mampu membuktikan untuk meningkatkan produktivitas.

Disamping faktor manusia, faktor teknis juga berperan penting dalam peningkatan produktivitas. Faktor teknis adalah segala hal yang berkaitan dengan penggunaan sumber daya (selain sumber daya manusia) dalam suatu proses produksi yang bertujuan untuk mencapai tingkat produksi yang lebih baik. Termasuk disini adalah penggunaan fasilitas produksi yang lebih modern, penerapan metoda kerja yang lebih efektif dan efisien, penjadualan produksi serta pengaturan bahan baku dengan lebih ekonomis (Purnomo, 2004b).

Pengukuran produktivitas industri yang menghasilkan barang lebih mudah diukur dibandingkan dengan industri yang menghasilkan produk dalam bentuk jasa. Beberapa kajian produktivitas banyak dilakukan pada industri yang menghasilkan produk dalam bentuk barang, karena output yang dihasilkan dan input yang digunakan jelas. Disamping sulit dikur, produktivitas disektor jasa terbukti sulit untuk ditingkatkan dikarenakan (Heizer & Render, 2005):

1. Biasanya membutuhkan tenaga kerja secara banyak
2. Biasanya diproses secara individu
3. Sering merupakan tugas intelektual yang dilakukan oleh seorang profesional
4. Sering sulit untuk dimekanisasi dan diotomatisasi
5. Kualitas sulit untuk dievaluasi.

#### 1.4 Pengukuran Produktivitas

Pengukuran produktivitas dihitung dari rasio antara produk yang dihasilkan per unit dari sumber daya yang digunakan. Telsang (2007) menjelaskan bahwa produktivitas merupakan hubungan kuantitatif antara yang dihasilkan dengan yang digunakan sebagai sumber untuk menghasilkan produk. Peningkatan produktivitas secara umum dilakukan dengan meningkatkan *output* dengan penggunaan *input* yang sama atau dengan *output* yang sama dengan penggunaan input lebih kecil. Lebih rinci lagi produktivitas dapat ditingkatkan dengan berbagai cara yaitu Sumanth (1990):

1. Meningkatkan hasil produksi dengan input yang sama
2. Menurunkan input dengan hasil produksi yang sama
3. Meningkatkan hasil produksi dengan menurunkan input
4. Meningkatkan hasil produksi yang diikuti dengan peningkatan input, akan tetapi laju peningkatan hasil lebih cepat dibandingkan input.
5. Menurunkan hasil produksi yang diikuti dengan penurunan input, akan tetapi laju penurunan input lebih cepat dibandingkan penurunan hasil produksi.

Tingkat persaingan yang ketat, menuntut manajer operasi untuk berupaya meningkatkan produktivitas dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang dapat diefisiensikan dan diefektifkan. Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas adalah:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output yang dihasilkan}}{\text{Input yang digunakan}}$$

Contoh 1. 1.

Perusahaan Anindya memproduksi roti dengan produksi 1.500 roti yang dihasilkan selama 5 jam kerja.

$$\text{Produktivitas} = \frac{1.500 \text{ roti}}{5 \times 60 \text{ menit}} = 5 \text{ unit per menit}$$

Produktivitas dapat diukur secara parsial atau disebut sebagai produktivitas parsial, apabila hanya melibatkan satu faktor sebagai input. Perhitungan produktivitas yang melibatkan lebih dari satu factor sebagai input disebut sebagai produktivitas multifaktor. Sedangkan produktivitas yang melibatkan seluruh faktor sebagai input disebut sebagai produktivitas total. Penggunaan jenis produktivitas tergantung pada kebutuhan manajer dalam mengambil keputusan.

Contoh 1.2

Perusahaan Anindya yang memproduksi roti kaleng menggunakan sumber daya utama tenaga kerja, material, energi, modal dan sumber daya lainnya. Biaya yang dikeluarkan untuk setiap sumber daya ditunjukkan pada Tabel 1.3. Sedangkan output yang dihasilkan dalam proses tersebut sebesar Rp 100.000.000.

**Tabel 1.3** Faktor produktivitas dan biaya

<b>Faktor</b>	<b>Biaya</b>
Tenaga kerja	Rp. 20.000.000
Material	Rp. 25.000.000
Energi	Rp. 10.000.000
Modal	Rp. 28.000.000
Pengeluaran lainnya	Rp. 10.000.000
<b>Total</b>	<b>Rp 93.000.000</b>

$$\text{Produktivitas}_{\text{tenaga kerja}} = \frac{\text{Rp. } 100.000.000}{\text{Rp. } 20.000.000} = 5,00$$

$$\text{Produktivitas}_{\text{material}} = \frac{\text{Rp. } 100.000.000}{\text{Rp. } 25.000.000} = 4,00$$

$$\text{Produktivitas}_{\text{energi}} = \frac{\text{Rp. } 100.000.000}{\text{Rp. } 10.000.000} = 10,00$$

$$\text{Produktivitas}_{\text{modal}} = \frac{\text{Rp. } 100.000.000}{\text{Rp. } 28.000.000} = 3,57$$

Produktivitas multi faktor dengan melibatkan faktor tenaga kerja dan material didapat produktivitas sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Rp. } 100.000.000}{\text{Rp. } (20.000.000 + 25.000.000)} = 2,22$$

Produktivitas total adalah:

$$\text{Produktivitas}_{\text{total}} = \frac{\text{Rp. } 100.000.000}{\text{Rp. } 93.000.000} = 1,08$$



# BAB 2

## PERAMALAN

### 2.1. Pendahuluan

Perencanaan kebutuhan bahan atau barang dilakukan dengan melakukan peramalan. Ketepatan dalam melakukan peramalan merupakan sebuah keniscayaan dalam merencanakan suatu kebutuhan. Peramalan adalah seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa depan. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data masa lalu dan menempatkannya ke masa yang akan datang dengan suatu bentuk model matematis (Heizer and Render, 2005). Peramalan dapat juga dilakukan dengan metode intuisi yang bersifat subjektif atau dengan cara mengkombinasikan kedua model tersebut. Ketepatan peramalan dapat dilakukan dengan menghitung tingkat kesalahan yaitu selisih antara data aktual dengan hasil peramalan. Oleh karena itu, pemilihan metode peramalan harus ditentukan terlebih dahulu. Beberapa bagian organisasi dimana peramalan kini memainkan peranan penting adalah (Makridakis et al., 1983):

1. Penjadwalan sumberdaya yang tersedia. Penggunaan sumberdaya yang efisien memerlukan penjadwalan produksi, transportasi, kas, personalia, dan sebagainya. Input yang penting untuk penjadwalan seperti itu adalah ramalan tingkat permintaan untuk produk, bahan, tenaga kerja, finansial, atau jasa pelayanan.
2. Penyediaan sumberdaya 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 menentukan kebutuhan sumberdaya di masa mendatang.
3. Penentuan sumberdaya yang diinginkan. Setiap organisasi harus menentukan sumberdaya yang ingin dimiliki dalam jangka

panjang. Keputusan semacam itu bergantung pada kesempatan pasar, faktor-faktor lingkungan, dan pengembangan internal dari sumberdaya finansial, manusia, produk, dan teknologis. Semua penentuan ini memerlukan ramalan yang baik dan manajer yang dapat menafsirkan pendugaan serta membuat keputusan yang tepat.

Peramalan memiliki fungsi yang cukup penting dalam menentukan penjadwalan, penyediaan sumberdaya serta penentuan sumber daya yang diharapkan. Ketepatan peramalan menjadi kunci sukses dalam merencanakan kebutuhan sumberdaya yang diinginkan. Akan tetapi meramalkan kebutuhan bukan hal yang mudah dan membutuhkan ketepatan metode yang sesuai dengan pola data masa lalu (historis). Ketersediaan data historis yang akurat dan cukup dapat membantu dalam menentukan metode peramalan yang tepat. Disamping akurasi dan kecukupan data historis diperlukan pengalaman para pengambil keputusan dalam menentukan kebutuhan. Dengan demikian intuisi pengambil keputusan yang berpengalaman menjadi bagian penting dalam menentukan metode yang dipilih.

## **2.2 Klasifikasi Peramalan**

Peramalan diklasifikasikan berdasarkan horison waktu masa depan yang dicakupnya. Horison waktu terbagi atas beberapa kategori (Heizer and Render, 2005):

1. Peramalan jangka pendek.  
Peramalan ini mencakup jangka waktu hingga 1 tahun tetapi umumnya kurang dari 3 bulan. Peramalan ini digunakan untuk merencanakan pembelian, penjadwalan kerja, jumlah tenaga kerja, penugasan kerja, dan tingkat produksi.
2. Peramalan jangka menengah.  
Mencakup hitungan bulanan hingga 3 tahun. Peramalan ini berguna untuk merencanakan penjualan, perencanaan dan

anggaran produksi, anggaran kas, dan menganalisis bermacam-macam rencana operasi.

### 3. Peramalan jangka panjang

Perencanaan masa 3 tahun atau lebih. Peramalan ini digunakan untuk merencanakan produk baru, pembelanjaan modal, lokasi atau pengembangan fasilitas, serta penelitian dan pengembangan (litbang)

Dinamika perekonomian yang cepat dewasa ini sangat mempengaruhi perencanaan kebutuhan. Peramalan jangka pendek cenderung lebih baik dibandingkan dengan peramalan jangka menengah dan jangka panjang. Kondisi saat ini perubahan permintaan cenderung lebih cepat dibandingkan dengan hasil peramalan. Untuk itu, perusahaan harus berhati-hati dalam melakukan perencanaan kebutuhan. Bahkan perubahan permintaan bisa dalam satuan hari. Ketepatan metodologi yang digunakan dalam menghitung peramalan sangat diperlukan. Peramalan jangka menengah dan jangka panjang lebih ditekankan pada kebijakan dalam mendukung keputusan yang lebih bersifat makro.

### **2.3 Langkah-langkah Melakukan Peramalan**

Perhitungan peramalan sebaiknya mengikuti langkah-langkah terstruktur dan jelas sesuai dengan kebutuhan dan tujuan manajemen. Secara umum langkah-langkah peramalan terdiri dari tujuh langkah dasar yaitu (Heizer and Render, 2005): (1) Menetapkan tujuan peramalan; (2) Memilih unsur apa yang akan diramal; (3) Menentukan horizon waktu peramalan; (4) Memilih tipe model peramalan; (5) Mengumpulkan data yang diperlukan untuk melakukan peramalan; (6) Membuat peramalan; (7) Memvalidasi dan menerapkan hasil peramalan.

Tujuan peramalan menjadi kata kunci dalam menentukan metode peramalan yang digunakan. Apakah peramalan ditujukan untuk menentukan permintaan produk, bahan, tenaga kerja, finansial, atau ditujukan untuk meramal yang sifatnya kebijakan jangka panjang.

Menentukan horison waktu peramalan digunakan sebagai dasar dalam batas waktu hasil peramalan yang digunakan. Makin panjang horison waktu semakin lemah hasil peramalan yang digunakan. Hal ini disebabkan oleh perubahan permintaan yang semakin cepat. Memilih tipe model peramalan sangat tergantung pada pola data historis. Makridakis et al., (1988) membedakan pola data menjadi empat jenis siklis dan *trend* yaitu:

1. Pola horisontal (H) terjadi bilamana nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan. (Deret seperti itu adalah “stasioner” terhadap nilai rata-ratanya.) Suatu produk yang penjualannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk jenis ini. Demikian pula, suatu keadaan pengendalian kualitas yang menyangkut pengambilan contoh dari suatu proses produksi kontinyu yang secara teoritis tidak mengalami perubahan juga termasuk jenis ini.
2. Pola musiman (S) terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan, atau hari-hari pada minggu tertentu). Penjualan dari produk seperti minuman ringan, es krim, dan bahan bakar pemanas ruang semuanya menunjukkan jenis pola ini.
3. Pola siklis (C) terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis.
4. Pola *trend* (T) terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Penjualan banyak perusahaan, produk bruto nasional (GNP) dan berbagai indikator bisnis atau ekonomi lainnya mengikuti suatu pola *trend* selama perubahannya sepanjang waktu.

## 2.4 Metode Peramalan

Metode peramalan terbagi menjadi dua yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Beberapa metode kualitatif antara lain: (1)

peramalan berdasarkan opini para eksekutif. Metode ini menggunakan para pakar untuk memutuskan peramalan dengan mengkombinasikan hasil perhitungan secara kuantitatif; (2) Informasi dari tenaga ahli penjualan. Metode ini dilakukan dengan cara masukan dari tenaga ahli penjualan dari berbagai wilayah dan dilakukan diskusi secara efektif untuk memastikan peramalan yang akan diusulkan kebagian pengambil keputusan; (3) informasi dari konsumen. Suara konsumen merupakan alat yang handal dalam menentukan kebutuhan. Masukan dari konsumen terhadap kebutuhan dianalisis untuk bisa dijadikan sebagai keputusan dalam menentukan peramalan. Sedangkan metode kauntitatif yang sering digunakan dalam menentukan peramalan antara: (1) Metode rata-rata bergerak; (2) Pemulusan eksponensial; dan (3) regresi linear.

**a. Metode peramalan dengan rata-rata bergerak**

Rata-rata bergerak dengan pembobotan dapat digambarkan secara matematis sebagai berikut (Makridakis et al., 1983):

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

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

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

dan seterusnya.

Dengan :

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

### Contoh 2.1

Perusahaan Anindya yang memproduksi komponen pendukung untuk kendaraan bermotor akan meramal kebutuhan pada bulan ke 12. Penjualan aktual dan hasil peramalan seperti pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Peramalan rata-rata bergerak tiga bulan dan empat bulan

Bulan	Penjualan aktual	Rata rata bergerak tiga bulan	Rata-rata bergerak empat bulan
1	15	-	-
2	12	-	-
3	15	14,0	-
4	19	15,3	15,25
5	22	18,7	17
6	23	21,3	19,75
7	20	21,7	21
8	18	20,3	20,75
9	17	18,3	19,5
10	15	16,7	17,5
11	13	15,0	15,75

#### b. Metode peramalan dengan pemulusan eksponensial

Pemulusan eksponensial (exponential smoothing) merupakan metode peramalan rata-rata bergerak dengan pembobotan yang canggih, namun masih mudah digunakan. Metode ini menggunakan sangat sedikit pencatatan data masa lalu. Rumus peramalan dengan metode pemulusan eksponensial adalah (Makridakis et al., 1983):

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

Di mana :  $F_t$  = peramalan baru

$F_{t-1}$  = peramalan sebelumnya

$\alpha$  = konstanta penghalus (pembobot) ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )

$X_{t-1}$  = permintaan aktual periode lalu

Nilai  $\alpha$  merupakan konstanta pemulusan (*smoothing constant*), yang dipilih oleh peramal. Nilai  $\alpha$  berkisar antara 0 dan 1.

### Contoh 2.2

Perusahaan Anindya merencanakan untuk meramal kebutuhan menggunakan metode eksponensial smoothing dengan konstanta eksponensial 0,2 dan 0,4. Data permintaan dan hasil peramalan seperti pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Peramalan pemulusan eksponensial dengan  $\alpha=0,2$  dan  $\alpha=0,4$

Bulan	Permintaan	$\alpha=0,2$	$\alpha=0,4$
1	155	155,00	155,00
2	157	155,00	155,00
3	166	155,40	155,80
4	170	157,52	159,88
5	178	160,02	163,93
6	184	163,61	169,56
7	189	167,69	175,33
8	190	171,95	180,80
9	192	175,56	184,48
10	200	178,85	187,49
11	205	183,08	192,49
12	208	187,46	197,50
13		191,57	201,07

### c. Metode peramalan dengan pemulusan eksponensial ganda

Metode pemulusan eksponensial ganda terdiri dari model linear satu parameter dari brown dan metode dua parameter dari Holt. Pada perhitungan peramalan ini dihitung dengan

model linear satu parameter dari brown. Dasar pemikiran dari pemulusan eksponensial linear dari brown adalah serupa dengan rata-rata bergerak linear (Makridakis et al., 1983). Rumus yang digunakan untuk menghitung eksponensial ganda sebagai berikut (Makridakis et al., 1983):

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1}$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1}$$

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t$$

$$b_t = (\alpha / (1 - \alpha)) (S'_t - S''_t)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t m$$

Dimana :

$S'_t$  dan  $S''_t$  adalah nilai pemulusan eksponensial tunggal dan ganda.

### Contoh 2.3

Perusahaan Anindya akan meramal kebutuhan televisi untuk periode ke 20 sampai dengan 30 menggunakan metode pemulusan eksponensial ganda. Data aktual dan hasil peramalan seperti pada Tabel 2.3 berikut:

**Tabel 2.3** Peramalan pemulusan eksponensial ganda

Periode	Data aktual (X)	Pemulusan eksponensial tunggal (S')	Pemulusan eksponensial ganda (S'')	Nilai a	Nilai b	Nilai ramalan (F)
1	204	204.00	204.00			
2	215	206.20	204.44	207.96	0.44	
3	220	208.96	205.34	212.58	0.90	208.40
4	210	209.17	206.11	212.23	0.76	213.48
5	108	188.93	202.67	175.19	-3.43	212.99



6	218	194.75	201.09	188.41	-1.59	171.76
7	215	198.80	200.63	196.97	-0.46	186.82
8	222	203.44	201.19	205.68	0.56	196.51
9	230	208.75	202.70	214.80	1.51	206.25
10	240	215.00	205.16	224.84	2.46	216.31
11	250	222.00	208.53	235.47	3.37	227.30
12	245	226.60	212.14	241.06	3.61	238.84
13	260	233.28	216.37	250.19	4.23	244.67
14	265	239.62	221.02	258.23	4.65	254.42
15	260	243.70	225.56	261.84	4.54	262.88
16	255	245.96	229.64	262.28	4.08	266.38
17	270	250.77	233.86	267.67	4.23	266.36
18	275	255.61	238.21	273.01	4.35	271.90
19	280	260.49	242.67	278.31	4.46	277.36
20	285	265.39	247.21	283.57	4.54	282.77
21	280	268.31	251.43	285.19	4.22	288.12
22	290	272.65	255.68	289.63	4.24	289.41
23	300	278.12	260.17	296.08	4.49	293.87
24	310	284.50	265.03	303.96	4.87	300.56
25						308.83
26						313.69
27						318.56
28						323.43
29						328.29
30						333.16

#### d. Metode peramalan dengan regresi linear

Metode regresi linear merupakan metode peramalan yang terdiri dari variabel bebas (X) dan tidak bebas (Y). Setiap pasangan dapat digambarkan sebagai suatu titik dan berdasarkan perjanjian, nilai-nilai Y dinyatakan pada sumbu vertikal (ordinat) sedangkan nilai-nilai X dinyatakan pada sumbu horisontal (absis). Rumus yang digunakan untuk metode regresi linear dirumuskan sebagai berikut :

$$Y = a + b.X$$

$$b = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{N \sum X^2 - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{\sum Y}{N} - b \frac{\sum X}{N}$$

#### Contoh 2.4

Seperti pada contoh 2.2, metode peramalan dengan metode regresi linear untuk meramal kebutuhan pada periode 13 dan 14 adalah:

**Tabel 2.4** Peramalan regresi linear

Bulan (X)	Permintaan (Y)	X <sup>2</sup>	XY	Peramalan
1	155	1	155	155.83
2	157	4	314	160.74
3	166	9	498	165.65
4	170	16	680	170.56
5	178	25	890	175.47
6	184	36	1104	180.38
7	189	49	1323	185.29
8	190	64	1520	190.20
9	192	81	1728	195.11
10	200	100	2000	200.02
11	205	121	2255	204.92
12	208	144	2496	209.83
13				214.74
14				219.65
78	2194	650	14963	

$$b = \frac{12(14963) - (78)(2194)}{12(650) - (78)(78)} = 4,9$$

$$a = \frac{(2194)}{12} - (4,9) \frac{78}{12} = 150,9$$

## 2.5 Pemilihan Metode Peramalan

Hasil peramalan harus diukur tingkat kesesuaiannya untuk dapat menggunakan metode tersebut. Ketepatan penggunaan metode peramalan dipandang perlu agar hasil peramalan sesuai dengan pola data masa lalu dan ketepatan peramalan dapat digunakan untuk kriteria penolakan sebuah metode. Statistik dasar yang dapat digunakan untuk menentukan tingkat kesesuaian metode peramalan adalah (Makridakis et al., 1983):

a. Mean Error

$$ME = \frac{\sum (X_i - F_i)}{n}$$

b. Mean Absolute Error

$$MAE = \frac{\sum |X_i - F_i|}{n}$$

c. Sum of Squared Error

$$SSE = \sum (X_i - F_i)^2$$

d. Mean Squared Error

$$MSE = \frac{\sum (X_i - F_i)^2}{n}$$

e. Standar Deviation of Error

$$SDE = \sqrt{\frac{\sum (X_i - F_i)^2}{n - 1}}$$

Tabel 2.5 berikut ini adalah perhitungan ukuran statistik standar untuk menentukan ketepatan metode peramalan. Hasil peramalan yang digunakan adalah metode pemulusan eksponensial

dengan  $\alpha=0,2$ . Hasil perhitungan kesalahan peramalan untuk ME sebesar 15,08, MAE sebesar 15,08, SSE sebesar 3359, MSE sebesar 279,92 dan SDE sebesar 17,47. Keputusan memilih metode peramalan yang digunakan dengan melihat tingkat kesalahan peramalan yang terkecil dari beberapa metode peramalan yang digunakan.

**Tabel 2.5** Kesalahan peramalan

Bulan	Permintaan ( $X_t$ )	Hasil Peramalan ( $F_t$ )	$X_t - F_t$	$ X_t - F_t $	$(X_t - F_t)^2$
1	155	155	0	0	0
2	157	155	2	2	4
3	166	156	10	10	100
4	170	158	12	12	144
5	178	160	18	18	324
6	184	164	20	20	400
7	189	168	21	21	441
8	190	172	18	18	324
9	192	176	16	16	256
10	200	179	21	21	441
11	205	183	22	22	484
12	208	187	21	21	441
Jumlah			181	181	3359
ME = 15.08					
MAE = 15.08					
SSE = 3359.00					
MSE = 279.92					
SDE = 17.47					

# **BAB 3**

## **PERENCANAAN KAPASITAS**

### **3.1 Pendahuluan**

Kebutuhan kapasitas merupakan konsep yang harus dilakukan oleh perusahaan. Penentuan kebutuhan kapasitas menjadi sulit jika permintaan kebutuhan sangat dinamis yang sulit untuk dilakukan peramalan. Kapasitas adalah suatu tingkat kuantitas keluaran dalam periode tertentu dan merupakan kuantitas keluaran tertinggi yang mungkin dalam periode waktu tersebut (Handoko, 1984). Rangkuti (2005) menjelaskan bahwa kapasitas adalah tingkat kemampuan berproduksi secara optimum dari sebuah fasilitas biasanya dinyatakan sebagai jumlah output pada satu periode waktu tertentu. Pertumbuhan permintaan biasanya terjadi secara bertahap dalam unit yang kecil, di mana penambahan kapasitas biasanya terjadi secara serentak dan dalam unit yang besar sehingga sering menyulitkan perluasan kapasitas (Heizer and Render, 2005). Kuantitas keluaran yang tertinggi sebagai kebutuhan kapasitas bukan sebagai keharusan lagi dikarenakan permintaan dewasa ini dalam jumlah yang kecil dan sangat bervariasi. Oleh karena itu ketepatan dalam peramalan menjadi penting sehingga penentuan kapasitas dapat di tentukan sesuai dengan peramalan. Jika hal ini dapat dilakukan maka penentuan kapasitas akan sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan. Penentuan kapasitas biasanya membutuhkan dua tahap. Pada tahap pertama, permintaan masa depan diramalkan dengan model tradisional. Pada tahap kedua, peramalan ini digunakan untuk menentukan kebutuhan kapasitas serta peningkatan ukuran untuk setiap penambahan kapasitas (Heizer and Render, 2005). Sedangkan Rangkuti (2005) menetapkan tahapan kegiatan perencanaan kapasitas meliputi: (1) Mengevaluasi kapasitas yang ada; (2) Memprediksi kebutuhan

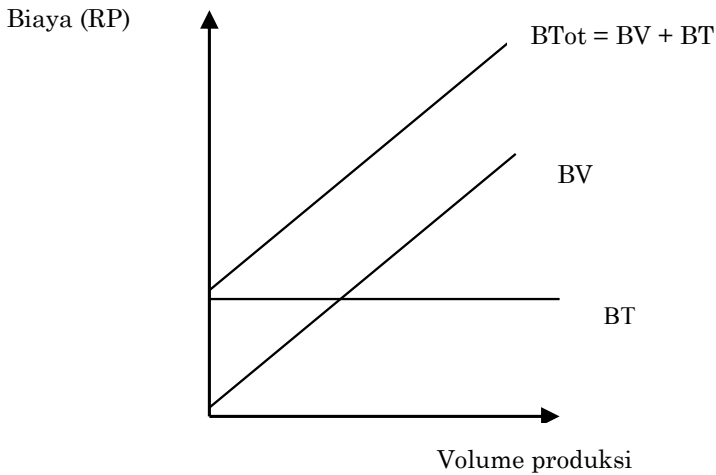
kapasitas yang akan datang; (3) Mengidentifikasi alternatif terbaik untuk mengubah kapasitas; (4) Menilai aspek keuangan, ekonomi, dan teknologi alternatif; (5) Memilih alternatif kapasitas yang paling sesuai untuk mencapai misi strategi.

### 3.2 Analisis Titik Impas

Analisis titik impas merupakan salah satu alat untuk menentukan perencanaan kapasitas agar dapat menentukan keuntungan yang dikehendaki. Titik impas 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 (Purnomo, 2004b). Analisis titik impas akan menentukan sebuah titik sebagai indikator bahwa perusahaan dan mengeluarkan biaya yang sama dengan keuntungan yang diperoleh. Analisis titik impas dapat dijadikan sebagai pengambilan keputusan bagi para manajer untuk menentukan kapasitas yang ditetapkan. Perhitungan titik impas mempertimbangkan tiga komponen biaya yaitu biaya tetap, variabel dan biaya total.

- a. Biaya tetap, adalah biaya yang tidak berubah berapapun jumlah yang diproduksi. Biaya tetap, konstan dalam periode tertentu seperti biaya penyusutan pajak, hutang, dan pembayaran hipotek.
- b. Biaya variabel adalah biaya yang berubah sesuai dengan banyaknya unit yang diproduksi. Makin tinggi jumlah barang yang diproduksi atau dijual, makin tinggi biaya variabelnya. Biaya variabel masuk dalam kategori biaya langsung yaitu biaya tenaga kerja dan bahan baku langsung serta biaya *overhead* yang berubah sesuai dengan jumlah yang produksi.
- c. Biaya total adalah penggabungan antara biaya tetap dan biaya variabel.

Biaya tetap, variable dan biaya total ditunjukkan seperti pada Gambar 3.1 berikut. :



**Gambar 3.1.** Biaya tetap, variabel dan biaya total

Keterangan :

BT = Biaya total

BV = Biaya variabel

BT = Biaya tetap

Perhitungan BEP memiliki kelemahan dikarenakan menggunakan asumsi yang sangat ketat. Beberapa asumsi-asumsi yang digunakan dalam menentukan BEP adalah: (1) biaya tetap selalu konstan selama periode tertentu; (2) biaya variabel dalam hubungannya dengan sales harus konstan; (3) Harga jual/unit tidak berubah dalam periode tertentu.

Perhitungan titik impas dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan matematis dan pendekatan grafik. Kedua pendekatan tersebut dirumuskan sebagai berikut.

**a) Pendekatan Matematis**

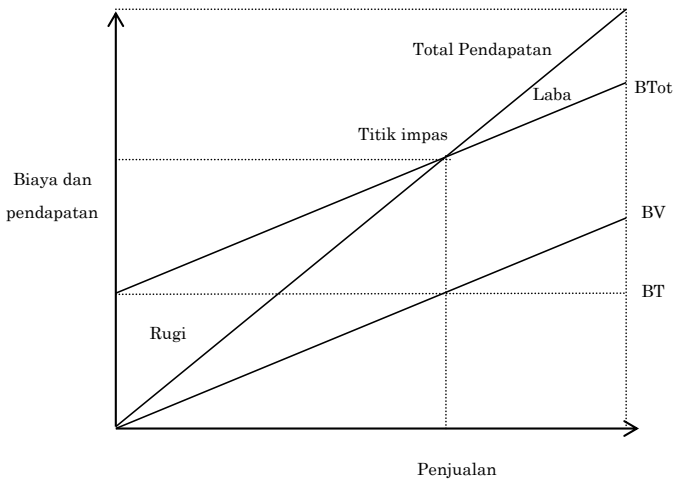
$$\text{Titik Impas} = \frac{\text{Biaya tetap}}{\text{Harga jual/unit} - \text{Biaya variabel/unit}} = \dots \text{ unit}$$

Atau

$$\text{Titik Impas} = \frac{\text{Biaya tetap}}{1 - \text{Biaya variabel/Harga jual}} = \dots \text{ Rp}$$

**b) Pendekatan Grafik**

Pendekatan secara grafis dapat dilakukan dengan menggambarkan perilaku pengeluaran biaya tetap, biaya variabel, biaya total dan untuk kondisi tertentu yang akan diukur titik impasnya. Secara grafis titik impas ditentukan oleh perpotongan antara garis total pendapatan dan garis total biaya seperti pada Gambar 3.2 berikut :



**Gambar 3.2.** Grafik titik impas



### Contoh 3.1 :

Perusahaan makanan PT Anindya memproduksi makanan ringan dengan biaya tetap sebesar RP 10.000.000 dengan biaya variabel yang terdiri dari biaya tenaga kerja dan bahan baku langsung sebesar Rp 1.500 dan Rp 800 per unit. Harga jual produk per unit sebesar Rp 5.000.

Nilai titik impas adalah

$$\text{Titik impas (Rp)} = \frac{\text{Biaya tetap total}}{1 - \frac{\text{Biaya variabel}}{\text{Harga Jual}}} = \frac{10.000.000}{1 - \frac{2.300}{5000}} = \text{Rp } 18.518.518$$

### Contoh 3.2

Pada contoh 3.2 adalah analisis titik impas untuk kasus multiproduk. Pada kasus ini ada lima produk yang diproduksi yaitu seterika lampu belajar, *magic jar*, jam dinding dan kompor gas. Rumus untuk analisis titik impas multiproduk sebagai berikut.

$$\text{Titik Impas} = \frac{F}{\sum \left[ \left( 1 - \frac{V_i}{P_i} \right) \times (W_i) \right]}$$

Dimana,  $W_i$  adalah persentase penjualan

Informasi biaya produksi, harga jual, peramalan penjualan dan perhitungan titik impas ditunjukkan pada Tabel 3.1 dan 3.2 berikut.

**Tabel 3.1** Biaya produksi, harga dan ramalan penjualan

Produk	Biaya (Rp)	Harga (Rp)	Peramalan penjualan
Seterika	190.000	300.000	2.800
Lampu belajar	100.000	150.000	2.000
<i>Magic jar</i>	170.000	250.000	2.500
Jam dinding	60.000	100.000	4.000
Kompor gas	290.000	450.000	2.750

**Tabel 3.2** Perhitungan titik impas

Produk	Biaya Variabel (V)	Harga jual (P)	(V/P)	1-(V/P)	Ramalan penjualan	% Penjualan	Bobot	Biaya Tetap per bulan
Seterika	190.000	300.000	0,63	0,37	2.800	0,20	0,07	
Lampu belajar	100.000	150.000	0,67	0,33	2.000	0,14	0,05	
Magic jar	170.000	250.000	0,68	0,32	2.500	0,18	0,06	
Jam dinding	60.000	100.000	0,60	0,40	4.000	0,28	0,11	
Kompore gas	290.000	450.000	0,64	0,36	2.750	0,20	0,07	
					14.050	1	0,36	1.500.000
Titik Impas	Rp 49.870.727							

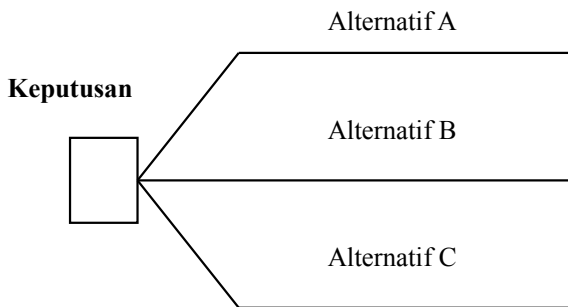
$$BEP = \frac{F}{\sum \left[ \left( 1 - \frac{V_i}{P_i} \right) \times (W_i) \right]} = \frac{Rp 1.500.000 \times 12}{0,36} = Rp 49.870.727$$

### 3.3 Pengambilan Keputusan dengan Diagram Pohon

Dalam melakukan perencanaan kebutuhan dapat dilakukan dengan membuat pohon keputusan. Kompleksnya masalah yang dihadapi akan menjadi sulit dalam mengambil keputusan. Agar pengambil keputusan dapat dengan mudah memahami persoalan diperlukan kejelasan solusi dengan membuat pohon keputusan. Pohon keputusan merupakan teknik untuk mengidentifikasi alternatif dari beragam status keadaan. Untuk situasi perencanaan kapasitas, status keadaan biasanya merupakan permintaan masa depan atau kondisi yang disukai pasar. Dengan menetapkan nilai kemungkinan pada beragam status keadaan, keputusan yang memaksimalkan nilai yang diharapkan dari alternatif dapat dibuat (Heizer and Render, 2005). Pengambilan keputusan untuk menetapkan kapasitas banyak faktor yang mempengaruhi baik secara internal maupun faktor eksternal. Para pengambil keputusan akan

mendapat hasil yang sempurna jika mampu mempelajari kemungkinan-kemungkinan kejadian dan dilakukan pengujian terhadap proses pengambilan keputusan. Ketimpangan dalam pengambilan keputusan kemungkinan akan terjadi yang diakibatkan karena tidak ada kesesuaian antara harapan dan kenyataan. Untuk meminimasi ketimpangan ini perlu adanya langkah sistematis dalam membuat keputusan (Purnomo, 2004b).

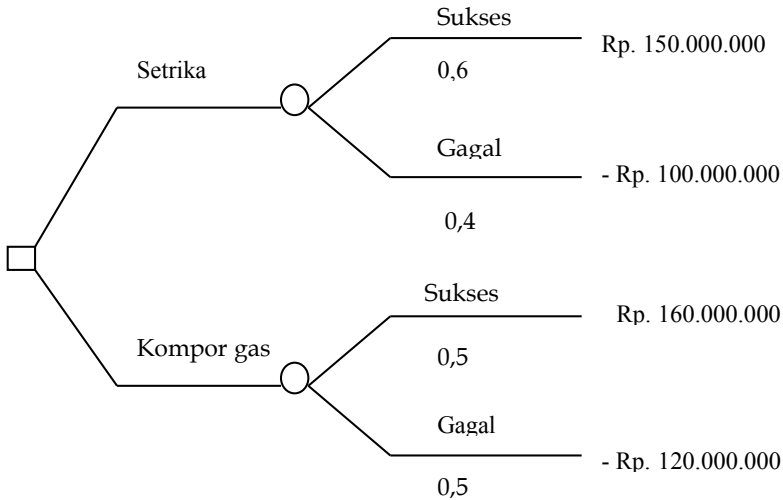
Pohon keputusan ditunjukkan pada Gambar 3.3. Simbol keputusan digambarkan sebagai segi empat dan cabang-cabangnya dinyatakan sebagai alternatif.



**Gambar 3.3** Pohon keputusan

### Contoh 3.3

Perusahaan berencana untuk mengembangkan kapasitas produksi dengan memilih dua alternatif produk yaitu setrika dan kompor gas. Keberhasilan untuk mengembangkan produk setrika memiliki probabilitas untuk sukses 0,6 dan gagal 0,4. Keputusan untuk memproduksi setrika dan berhasil akan mendapat keuntungan Rp 150.000.000, jika gagal akan mendapat kerugian sebesar Rp 100.000.000. Alternatif lain adalah memproduksi kompor gas dengan kemungkinan untuk gagal dan sukses sama yaitu 0,5. Jika berhasil memproduksi kompor gas akan mendapatkan keuntungan Rp 160.000.000 dan jika gagal akan memperoleh kerugian sebesar Rp 120.000.000.



**Gambar 3.4** Pohon keputusan contoh 3.3

$$NE(\text{Setrika}) = 0,6 \times \text{Rp}150.000.000 + 0,4 \times (-\text{Rp} 100.000.000)$$

$$= \text{Rp} 50.000.000$$

$$NE(\text{Kompore gas}) = 0,5 \times \text{Rp} 160.000.000 + 0,5 \times (-\text{Rp} 120.000.000)$$

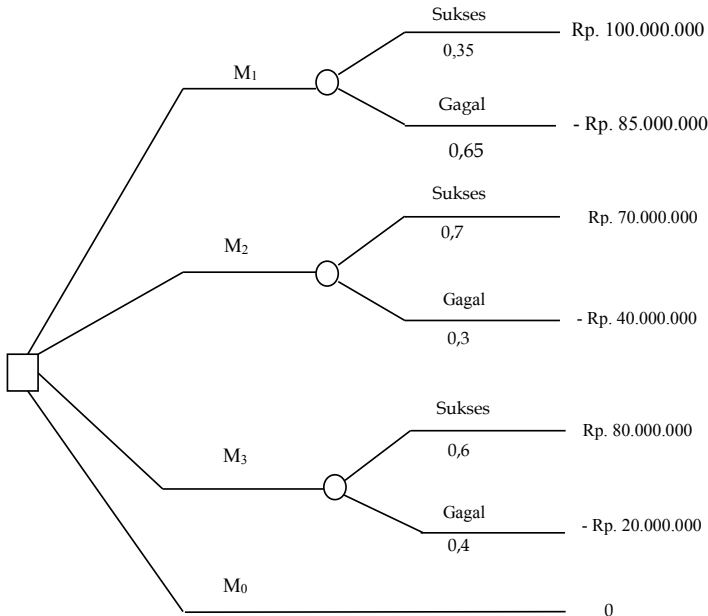
$$= \text{Rp} 20.000.000$$

Nilai ekspektasi terbesar pada NE (Setrika), maka pengembangan kapasitas yang dipilih adalah memproduksi setrika.

#### Contoh 3.4

Perusahaan akan mengembangkan kapasitas produksi dengan membangun pabrik baru. Terdapat tiga alternatif pengembangan pabrik baru yaitu; (1) pabrik dengan mesin yang memiliki kapasitas besar ( $M_1$ ); (2) pabrik dengan mesin yang memiliki kapasitas sedang ( $M_2$ ) dan; (3) mesin dengan kapasitas kecil ( $M_3$ ). Probabilitas keberhasilan mesin dengan kapasitas besar adalah 0,35 dengan keuntungan yang diperoleh Rp 100.000.000 dan gagal 0,65 dengan kerugian sebesar Rp 85.000.000. Mesin dengan kapasitas sedang dengan probabilitas keberhasilan sebesar 0,7 dengan keuntungan sebesar Rp 70.000.000

dan gagal 0,3 dengan kerugian sebesar Rp 40.000.000. Sedangkan probabilitas keberhasilan pengembangan kapasitas dengan mesin kecil sebesar 0,6 dengan memperoleh keuntungan sebesar Rp 80.000.000 dan gagal 0,4 dengan kerugian sebesar Rp 20.000.000.



**Gambar 3.5** Pohon keputusan contoh 3.4

$$\begin{aligned}
 NE(M_1) &= 0,35 \times \text{Rp } 100.000.000 + 0,65 \times (-\text{Rp } 85.000.000) \\
 &= \text{Rp } -20.250.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 NE(M_2) &= 0,7 \times \text{Rp } 70.000.000 + 0,3 \times (-\text{Rp } 40.000.000) \\
 &= \text{Rp } 37.000.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 NE(M_3) &= 0,6 \times \text{Rp } 80.000.000 + 0,4 \times (-\text{Rp } 20.000.000) \\
 &= \text{Rp } 40.000.000
 \end{aligned}$$

$$NE(M_0) = 0$$

Nilai ekspektasi terbesar pada  $NE(M_3)$ , maka pengembangan kapasitas yang dipilih adalah menambah mesin dengan kapasitas kecil ( $M_3$ ).

### 3.4 Program Linear

Program linear adalah metode kuantitatif untuk menyelesaikan persoalan pengalokasian sumber-sumber terbatas. Penyelesaian program linear dengan cara merumuskan permasalahan kedalam model matematis. Perumusan model matematis dalam bentuk penentuan fungsi tujuan baik maksimasi maupun minimasi dengan beberapa kendala sumberdaya. Karakteristik yang biasa digunakan dalam persoalan program linear adalah sebagai berikut (Purnomo, 2004b):

1. Variabel keputusan. Merupakan variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan-keputusan yang akan dibuat.
2. Fungsi tujuan. Merupakan fungsi dari variabel keputusan yang akan dimaksimumkan (keuntungan) atau diminimumkan (kerugian).
3. Pembatas. Merupakan kendala yang dihadapi sehingga kita tidak bisa menentukan harga-harga variabel keputusan secara sembarang.
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

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

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

.

.

.

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

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

### Contoh 3.5

Sebuah perusahaan sepatu memproduksi jenis sepatu laki-laki dan perempuan. Produk sepatu laki-laki membutuhkan waktu 40 menit untuk pemotongan dan 70 menit untuk perakitan. Produk sepatu perempuan membutuhkan 50 menit untuk pemotongan dan 40 menit untuk perakitan. Sedangkan jumlah jam tersedia untuk pemotongan dan perakitan masing-masing 2.000 dan 2.800 menit. Setiap unit produk sepatu laki-laki dan produk sepatu perempuan memberikan sumbangan keuntungan sebesar Rp 50.000 dan Rp 40.000. Tentukan banyaknya produk sepatu laki-laki dan perempuan yang diproduksi agar diperoleh keuntungan maksimal. Berdasarkan pada kasus diatas, informasi waktu produksi dan laba/unit ditunjukkan pada Tabel 3.3

**Tabel 3.3** Waktu proses, jumlah jam tersedia dan laba/unit

	Sepatu laki-laki	Sepatu Perempuan	Jumlah jam tersedia
Pemotongan	40	50	2.000
Perakitan	70	40	2.800
Laba/Unit	Rp 50.000	Rp 40.000	

$X_1$  = Jumlah Produksi sepatu laki-laki

$X_2$  = Jumlah produksi sepatu perempuan

Batasan:

1.  $40(X_1) + 50(X_2) \leq 2000$

2.  $70(X_1) + 40(X_2) \leq 2800$

3.  $X_1, X_2 \geq 0$

Fungsi Tujuan:

Memaksimalkan keuntungan = Rp 50.000( $X_1$ ) + Rp 40.000( $X_2$ )

Persamaan garis untuk batasan 1:

$40X_1 + 50X_2 = 2000$

Jika  $X_1 = 0$ , maka  $X_2 = 2000/50 = 40$

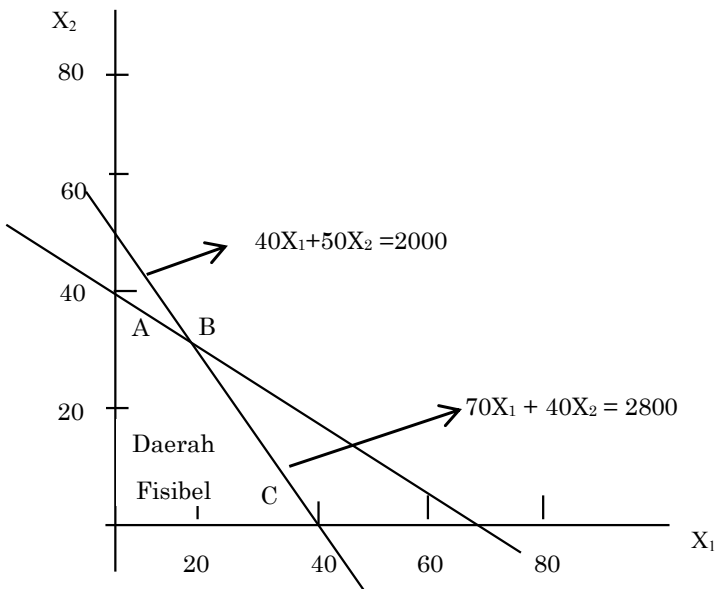
Jika  $X_2 = 0$ , maka  $X_1 = 2000/40 = 50$

Persamaan garis untuk batasan 2:

$$70X_1 + 40X_2 = 2800$$

Jika  $X_1 = 0$ , maka  $X_2 = 2800/40 = 70$

Jika  $X_2 = 0$ , maka  $X_1 = 2800/70 = 40$



**Gambar 3.6.** Grafik persamaan dua garis

Titik A:

Pada titik A diketahui  $X_1 = 0$  dan  $X_2 = 40$

$$\begin{aligned} \text{Keuntungan} &= \text{Rp } 50.000(X_1) + \text{Rp } 40.000(X_2) \\ &= \text{Rp } 50.000(0) + \text{Rp } 40.000(40) \\ &= \text{Rp } 1.600.000 \end{aligned}$$

Titik B:

Pada titik B merupakan perpotongan dua garis, dengan substitusi dua garis maka didapat hasil sebagai berikut:



$$\begin{array}{rcl}
 40X_1 + 50X_2 = 2.000 & \times 2 & \\
 70X_1 + 40X_2 = 2.800 & \times 2,5 & \\
 \hline
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 80X_1 + 100X_2 = 4.000 & & \\
 175X_1 + 100X_2 = 7.000 & & \\
 80X_1 = 4.000 & & \\
 175X_1 = 7.000 & & \\
 -95X_1 = -3.000 & & 
 \end{array}$$

$$X_1 = 31,5$$

$$\begin{array}{rcl}
 40X_1 + 50X_2 = 2.000 & & \\
 40(31,5) + 50X_2 = 2.000 & & \\
 1260 + 50X_2 = 2.000 & & \\
 50X_2 = 2.000 - 1.260 & & \\
 50X_2 = 740 & & \\
 X_2 = 14,8 & & 
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Keuntungan} &= \text{Rp } 50.000(X_1) + \text{Rp } 40.000(X_2) \\
 &= \text{Rp } 50.000(31,5) + \text{Rp } 40.000(14,8) \\
 &= \text{Rp } 1.575.000 + \text{Rp } 592.000 \\
 &= \text{Rp } 2.167.000
 \end{aligned}$$

Titik C:

Pada titik C diketahui  $X_1 = 40$  dan  $X_2 = 0$

$$\begin{aligned}
 \text{Keuntungan} &= \text{Rp } 50.000(X_1) + \text{Rp } 40.000(X_2) \\
 &= \text{Rp } 50.000(40) + \text{Rp } 40.000(0) \\
 &= \text{Rp } 2.000.000
 \end{aligned}$$

Pada kasus diatas, dipilih keuntungan terbesar yaitu dengan memproduksi sepatu laki-laki sebanyak 31,5 dan sepatu perempuan sebanyak 14,8.

# **BAB 4**

## **PERSEDIAAN**

### **4.1 Pendahuluan**

Kegiatan operasi dan produksi meliputi berbagai kegiatan pengolahan dari berbagai jenis sumberdaya untuk memproduksi barang atau jasa. Salah satu sumberdaya adalah modal, dimana modal tersebut terdapat bahan-bahan seperti bahan pokok, bahan pembantu dan juga terdapat bahan setengah jadi. Untuk perusahaan manufakturing, kegiatan operasi dan produksi meliputi kegiatan perubahan bentuk, penggabungan, pemisahan, dan pemindahan bahan. Jumlah setiap jenis bahan yang dibutuhkan, dihitung dengan mengalikan jumlah barang yang harus dibuat selama waktu tertentu dikalikan dengan jumlah jenis bahan yang dibutuhkan untuk memproduksi barang tersebut. Untuk menjamin tersedianya bahan dalam jumlah serta waktu yang tepat sesuai dengan yang telah ditentukan, maka bagian operasi dan produksi harus melakukan suatu proses perencanaan dan pengawasan persediaan.

Persediaan merupakan simpanan material yang berupa bahan mentah, barang dalam proses dan barang jadi (Sumayang, 2003). Persediaan terjadi apabila jumlah bahan yang disediakan atau diadakan lebih besar dari pada jumlah bahan yang digunakan. Persediaan merupakan suatu penanaman modal, karena persediaan yang disimpan ini memiliki nilai yang sama dengan nilai peluang yang hilang pada saat tidak terpenuhinya barang atau permintaan karena habisnya persediaan. Persediaan secara umum terdiri dari persediaan bahan baku, barang setengah jadi dan barang jadi. Alasan utama untuk diadakan persediaan sebagai berikut (Pardede, 2005):

a. Berjaga-jaga

Berjaga-jaga dapat dijadikan sebagai salah satu alasan diadakannya persediaan terhadap kemungkinan tidak tersedianya bahan-bahan saat dibutuhkan. Selain itu, hal ini dapat dijadikan sebagai salah satu strategi antisipasi terhadap waktu tunggu pengiriman bahan yang sering berubah-ubah.

b. Pemisahan operasi

Dalam satu rangkaian kegiatan produksi, setiap kegiatan sangat bergantung pada kegiatan yang lain. Hal ini dapat berakibat fatal jika terjadi pada satu proses operasi dengan berbagai macam kegiatan yang berurutan. Untuk mengatasi terhentinya suatu proses produksi, maka dilakukan pemisahan kegiatan berdasarkan jenis persediaannya. Selain itu, pemisahan operasi dilakukan agar setiap kegiatan dapat merencanakan jadwal secara bebas.

c. Pemantapan produksi

Proses produksi dapat dilakukan agar selalu dapat berada pada tingkat produksi yang tetap dengan bantuan persediaan. Hal ini dilakukan untuk mengatasi jumlah permintaan yang tidak selalu sama dari waktu ke waktu. Persediaan ini nantinya digunakan untuk menutup kekurangan jumlah produksi pada saat mengalami peningkatan permintaan dari konsumen.

d. Penghematan biaya penanganan persediaan

Pergerakan bahan pada proses produksi yang berurutan membutuhkan biaya, terutama bagi proses yang terputus-putus. Dengan adanya biaya penanganan persediaan, dapat dilakukan penghematan dengan mengadakan persediaan diantara dua kegiatan berurutan.

e. Penghematan biaya pengadaan bahan-bahan

Alasan ini digunakan untuk memotong biaya pengadaan bahan. Dimana potongan biaya pemesanan diperoleh apabila melakukan pembelian bahan dalam jumlah yang cukup besar.

Model keputusan persediaan sendiri memiliki dua macam

keputusan, dimana terdapat keputusan yang bersifat kuantitatif dan keputusan yang bersifat kualitatif. Keputusan bersifat kuantitatif memiliki sifat: a) Barang yang akan di-stok, berkenaan dengan analisis buat-beli; b) Berapa banyak barang yang akan diproduksi; c) Waktu pembuatan barang akan dilakukan dan waktu melakukan pemesanan; d) Waktu melakukan pemesanan ulang; e) Metode yang digunakan untuk menentukan persediaan. Sedangkan untuk keputusan yang bersifat kualitatif, memiliki sifat sebagai berikut : a) jenis barang yang masih tersedia di perusahaan; b) pemasok barang; dan c) sistem pengendalian kualitas.

## 4.2 Penilaian Persediaan dengan FIFO dan LIFO

Penilaian persediaan berperan penting untuk membandingkan biaya dengan pendapatan dalam satu periode waktu, dalam proses ini diperlukan pendekatan akuntansi biaya yang bertujuan untuk menetapkan harga pokok produksi barang jadi. Diperlukan juga ketelitian dalam proses penentuannya karena jika terjadi kesalahan maka akan berpengaruh pada kesalahan pelaporan laba perusahaan. Hal ini didorong karena persediaan memiliki karakteristik fisik dan finansial. Karakteristik fisik (arus barang) bersifat faktual, karakteristik financial ( arus biaya ) bersifat subyektif. Beberapa metode yang digunakan dalam penilaian persediaan antara lain FIFO (*First In, First Out*), LIFO (*Last In, First Out*), biaya rata-rata, biaya khusus (Ikatan Akuntan Indonesia, 2007).

### Contoh 4.1.

Perusahaan Anindya mencatat persediaan bahan baku pada tanggal 1 Januari 2015 sampai pada tanggal 31 Maret 2015. Barang yang ada di persediaan nampak pada Tabel 4.1 berikut.

**Tabel 4.1.** Catatan Persediaan

Tanggal	Transaksi	Unit	Harga/unit (Rp)	Total (Rp)
1 Januari	Persediaan Awal	500	15000	7500000
31 Januari	Pembelian	800	12000	9600000
28 Februari	Pembelian	900	13500	12150000
31 Maret	Pembelian	400	14000	5600000
Jumlah		2600		34850000

Berdasarkan pada catatan persediaan, perusahaan mengeluarkan persediaan sebesar 1900 unit. Dengan menggunakan metode FIFO dan LIFO barang yang keluar ditunjukkan pada Tabel 4.2 dan 4.3

**Tabel 4.2.** Penyelesaian dengan metode FIFO

Unit Penjualan	Harga/unit (Rp)	Total (Rp)
500	15.000	7.500.000
800	12.000	9.600.000
600	13.500	8.100.000
1900		25.200.000

Nilai Persediaan = Rp 34.850.000 – Rp 25.200.000 = Rp 9.650.000  
Untuk 700 unit

**Tabel 4.3** Penyelesaian dengan metode LIFO

Unit Penjualan	Harga/unit (Rp)	Total (Rp)
400	14.000	5.600.000
900	13.500	12.150.000
600	12.000	7.200.000
1.900		24.950.000

Nilai Persediaan = Rp 34.850.000 – Rp 24.950.000 = Rp 9.900.000  
Untuk 700 unit

### 4.3 Analisis ABC

Klasifikasi ABC atau analisis ABC merupakan klasifikasi dari suatu kelompok material dalam susunan menurun berdasarkan biaya penggunaan material per periode waktu (harga per unit material dikalikan volume penggunaan dari material itu selama periode tertentu). Analisis ABC dapat juga diterapkan menggunakan kriteria lain bukan berdasarkan kriteria biaya, tergantung pada faktor–faktor penting apa yang menentukan material itu. Klasifikasi ABC umum dipergunakan dalam pengendalian persediaan. Klasifikasi ABC mengikuti prinsip 80–20, atau hukum Pareto dimana sekitar 80% dari nilai total persediaan material di representasikan oleh 20% material inventori. Klasifikasi ABC digunakan untuk menetapkan (Herjanto, 2003):

- a Frekuensi penghitungan persediaan (*cycle counting*), dimana material – material kelas A harus diuji lebih sering dalam hal akurasi catatan persediaan dibandingkan material kelas B atau C.
- b Prioritas rekayasa (*engineering*), dimana material kelas A dan B memberikan petunjuk pada bagian rekayasa dalam peningkatan program reduksi biaya ketika mencari material tertentu yang perlu difokuskan.
- c Prioritas pembelian (perolehan), dimana aktivitas pembelian seharusnya difokuskan pada bahan baku bernilai tinggi dan penggunaan dalam jumlah tinggi (*high usage*). Fokus pada material kelas A untuk pemasokan (*sourcing*) dan negoisasi.
- d Keamanan. Meskipun nilai biaya per unit merupakan indikator yang lebih baik di bandingkan nilai penggunaan (*usage value*), namun analisis ABC boleh digunakan sebagai indikator dari material kelas A dan B yang seharusnya lebih aman disimpan dalam ruangan terkunci untuk mencegah kehilangan, kerusakan, atau pencurian.
- e Sistem pengisian kembali (*replenishment system*), dimana klasifikasi ABC akan membantu mengidentifikasi metode

pengendalian yang digunakan. Akan lebih ekonomis apabila mengendalikan material – material kelas C dengan *visual review system* dan metode yang lebih canggih untuk material kelas A dan B

- f Keputusan investasi karena material kelas A menggambarkan investasi yang lebih besar dalam inventori, maka perlu lebih berhati – hati dalam membuat keputusan tentang kuantitas pesanan dan stok pengaman terhadap material kelas A, dibandingkan terhadap material kelas B dan C. Seyogianya implementasi sistem JIT pada bagian pembelian diterapkan pertama kali dalam pembelian material kelas A, kemudian material kelas B dan pada akhirnya pada material kelas C.

Prosedur Pengelompokkan Material/Bahan menurut Herjanto (2003) :

- a Menentukan volume penggunaan per periode waktu biasanya per tahun dari material persediaan yang ingin diklasifikasikan.
- b Kalikan volume penggunaan per periode waktu (per tahun) dari setiap material persediaan dengan biaya per unitnya guna memperoleh nilai total penggunaan biaya per periode waktu (per tahun) untuk setiap material inventori.
- c Jumlahkan nilai total penggunaan biaya dari semua material persediaan itu untuk memperoleh nilai total penggunaan biaya agregat (keseluruhan).
- d Bagi nilai total penggunaan biaya dari setiap material persediaan itu dengan nilai total penggunaan biaya agregat, untuk menentukan persentase nilai total penggunaan biaya dari setiap material persediaan
- e Daftarkan material–material itu dalam rank persentase nilai total penggunaan biaya dengan urutan menurun dari terbesar sampai terkecil.

- f Klasifikasikan material – material inventori itu ke dalam kelas A, B dan C dengan kriteria 20% dari jenis material diklasifikasikan ke dalam kelas A, 30% dari jenis material diklasifikasikan ke dalam kelas B, dan 50% dari jenis material diklasifikasikan ke dalam kelas C.

Klasifikasi persediaan berdasarkan kelas A, B dan C ditunjukkan pada Tabel 4.4 berikut:

**Tabel 4.4** Klasifikasi ABC

Item	Permintaan	Unit (Rp)	Total (Rp)	Klasifikasi
1	7.500	10.000	75.000.000	A
2	2.500	15.000	37.500.000	A
3	5.000	5.000	25.000.000	B
4	1.500	8.000	12.000.000	B
5	3.000	3.500	10.500.000	B
6	1.500	7.000	10.500.000	B
7	3.100	2.500	7.750.000	C
8	6.000	1.000	6.000.000	C
9	2.000	1.500	3.000.000	C
10	900	1.500	1.350.000	C
11	450	3.000	1.350.000	C
12	650	2.000	1.300.000	C
Total	34.100		191.250.000	

Dari Tabel 4.4 persentase setiap kelas jumlah item dan total biaya adalah:

**Tabel 4.5** Persentase item dan biaya

Item	Persentase Item	Persentase biaya
1 - 2	0,293	0,588
3 - 6	0,323	0,303
7 - 12	0,384	0,109
	1	1



Kebijakan manajemen persediaan berdasarkan klasifikasi ABC seperti pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6** Kebijakan manajemen persediaan

Deskripsi	Material Kelas A	Material Kelas B	Material Kelas C
Fokus perhatian manajemen	Utama	Normal	Cukup
Pengendalian (kontrol)	Ketat	Normal	Longgar
Stok Pengamanan	Sedikit	Normal	Cukup
Akurasi peramalan	Tinggi	Normal	Cukup
Kebutuhan penghitungan persediaan	1 – 3 bulan	3 – 6 bulan	6 – 12 bulan

Dalam persediaan dapat dilakukan program perhitungan secara berkala barang yang tersedia di gudang. Perhitungan secara berkala ini didasarkan pada klasifikasi ABC

Contoh 4.2.

Perusahaan Anindya akan melakukan *cycle counting program*. Perusahaan menyimpan barang digudang sebesar 20.000 unit. Untuk barang kelas A akan dihitung bulanan, Kelas B dihitung kuartalan dan kelas C akan dihitung setengah tahunan. Barang yang masuk 10% masuk dalam kategori A, 20% masuk Class B, dan 70% masuk Class C. Berapa banyak item akan dihitung setiap hari? Perhitungan cycle counting seperti pada Tabel 4.7 berikut.

**Tabel 4.7** Perhitungan *cycle counting*

Klasifikasi item	Jumlah item per klasifikasi	Jumlah per item per tahun	Total per tahun
A	5.000	12	60.000
B	10.000	4	40.000
C	35.000	2	70.000
Total	50.000		170.000

#### 4.4 Model Persediaan

Model persediaan terdiri dari beberapa model dari model yang bersifat deterministik sampai model yang probabilistik. Ketepatan penentuan persediaan sangat tergantung pada model yang digunakan. Setiap model dipengaruhi oleh biaya persediaan. Jenis-jenis biaya dalam model persediaan antara lain (Yamit, 1998):

a. *Purchasing costs*

*Purchasing cost* merupakan biaya yang berkaitan dengan jumlah dan harga barang

b. *Holding costs*

*Holding cost* merupakan biaya yang berhubungan dengan penyimpanan atau membawa barang dari waktu ke waktu yang meliputi: biaya modal, biaya penggudangan, biaya kadaluarsa, biaya kehilangan, biaya asuransi, biaya administrasi dan pemindahan.

c. *Ordering/ setup costs*

*Ordering Costs/setup costs* merupakan biaya pesanan jika berasal dari luar perusahaan atau biaya persiapan jika berasal dari internal perusahaan. Kategori biaya pesan antara lain: biaya menentukan supplier, biaya pengetikan, pengiriman dan penerimaan pesanan. Biaya persiapan antara lain: biaya menyusun peralatan produksi, set-up mesin, menyiapkan gambar kerja dll

d. *Stockout costs*

Merupakan biaya/kerugian akibat adanya permintaan yang tidak terpenuhi. Jumlah barang yang tidak terpenuhi, penaltinya dapat dikonversi ke satuan Rp/unit. Sedangkan waktu pemenuhan penalti dikonversi ke satuan Rp/satuan waktu. Biaya pengadaan darurat, pengukurannya didasarkan pada pemesanan setiap kali kehabisan persediaan

Beberapa model persediaan antara lain:

**1. Model kuantitas pesanan ekonomis (*Economic Order Quantity/EOQ*)**

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam perhitungan EOQ antara lain: jumlah *demand* diketahui dan berjumlah tetap, *lead time* diketahui dengan interval konstan, barang datang seketika dan lengkap, tidak ada *quantity discounts*, hanya order (*setup cost*) dan holding cost, tidak ada *stockouts*.

$$\text{Biaya pesan} = \frac{D \times S}{Q}$$

$$\text{Biaya simpan} = \frac{Q}{2} \times H$$

Total biaya = (Harga x permintaan)+ biaya pesan + biaya simpan

$$\text{Kuantitas pesanan optimal, EOQ} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Contoh 4.3.

Perusahaan membutuhkan material sebesar 12.000 unit per tahun. Biaya simpan sebesar (*annual carrying cost*) Rp 1.500 per unit, biaya pesan (*ordering cost*) sebesar Rp 100.000. Jika dalam satu tahun 300 hari kerja, Berapa EOQ?

$$\text{EOQ} = \sqrt{\frac{2 \times 12.000 \times \text{Rp } 100.000}{\text{Rp } 1.500}}$$

$$\text{EOQ} = 1265 \text{ Unit}$$

Jumlah pemesanan setiap tahun =  $D/\text{EOQ} = 12.000/1265 = 9,4$  kali.

**2. Model EOQ *Quantity Discount***

Model ini mempertimbangkan adanya potongan harga untuk pembelian dalam jumlah tertentu. Pembelian dalam jumlah yang banyak akan mengakibatkan biaya material/ komponen

yang berkurang, tetapi biaya penyimpanan meningkat. Langkah-langkah menghitung EOQ dengan potongan harga adalah:

- a. Tentukan EOQ untuk setiap harga. Jika EOQ pada harga terendah cukup besar (fisibel), maka perhitungan EOQ tersebut merupakan nilai optimal. Rumus untuk menghitung EOQ dengan potongan harga sebagai berikut:

$$EOQ_{Discount} = \sqrt{\frac{2DS}{IP}}$$

Dengan,

I = Presentase biaya simpan

P = Harga satuan

- b. Jika EOQ tidak fisibel (Kuantitas pesanan terlalu rendah untuk memenuhi persyaratan) maka dilakukan penyesuaian wkuantitas pesanan ke kuantitas yang paling rendah. Dimana kuantitas tersebut memenuhi persyaratan discount tersebut,
- c. Hitung biaya total untuk setiap EOQ optimal yang ditentukan pada langkah a dan b
- d. Pilih EOQ optimal yang memiliki biaya total terendah

Contoh 4.4.

Perusahaan Anindya akan menghitung EOQ dengan konsep potongan harga (*discount*). Kuantitas yang mendapatkan potongan harga seperti pada Tabel 7. Sedangkan biaya pesan untuk setiap kali pesan sebesar Rp 150.000, biaya simpan 20% per tahun dan permintaan tahunan 10.000 unit.

**Tabel 4.8** Kuantitas dan persentase *discount*

Kuantitas	Discount (%)	Harga (Rp)
$0 \leq Q_1 < 1500$	0	55.000
$1500 \leq Q_2 < 5.000$	5	52.250
$Q_3 \geq 5.000$	10	49.500

Langkah 1

$$EOQ_1 = \sqrt{\frac{2 \times 10.000 \times \text{Rp } 150.000}{0,2 \times 55.000}} = 522 \text{ unit}$$

$$EOQ_2 = \sqrt{\frac{2 \times 10.000 \times \text{Rp } 150.000.}{0,2 \times \text{Rp}52.250}} = 534 \text{ unit}$$

$$EOQ_3 = \sqrt{\frac{2 \times 10.000 \times \text{Rp } 150.000.}{0,2 \times \text{Rp } 49.500}} = 550 \text{ unit}$$

Karena kuantitas pesanan terlalu rendah, dilanjutkan dengan

Langkah 2

Dimisalkan,

$$EOQ_1 = 522$$

$$EOQ_2 = 1.500$$

$$EOQ_3 = 5.000$$

**Tabel 4.9** Penyelesaian EOQ *quantity discount*

Kuantitas pesanan (unit)	Pemintaan (unit)	Harga per unit (Rp)	Biaya pembelian per tahun (Rp)	Biaya pesanan per tahun (Rp)	Biaya simpan per tahun (Rp)	Total biaya (Rp)
522	10.000	55.000	550.000.000	2.873.563	2.871.000	555.744.563
1.500	10.000	52.250	522.500.000	1.000.000	7.837.500	531.337.500
5.000	10.000	49.500	495.000.000	300.000	24.750.000	520.050.000

Kesimpulan : kuantitas pesanan optimal sebesar 5000 unit/pesan

### 3. Model EOQ *Back Order*

Model EOQ *back order* digunakan jika terjadi kehabisan persediaan. Dalam konsep ini lebih tepat bila dikatakan bahwa kemungkinan kehabisan persediaan itu sudah dapat diduga sebelumnya. Dengan demikian model kehabisan persediaan

sangat dimungkinkan. Tujuan model ini adalah menentukan ukuran Q optimal untuk meminimumkan biaya total persediaan dengan ketentuan (Nasution, t.thn): (1) berapa jumlah persediaan maksimal yang diinginkan pada awal siklus pemesanan produksi; dan (2) berapa jumlah kehabisan persediaan maksimal yang diperlukan. Formula yang digunakan untuk model EOQ dengan *back order* adalah:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \sqrt{\frac{H + C_s}{C_s}}$$

$$EOQ_{\max} = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \sqrt{\frac{C_s}{H + C_s}}$$

$$TIC = \sqrt{2DSH} \sqrt{\frac{C_s}{H + C_s}}$$

Q<sub>max</sub> = tingkat persediaan maksimum (Q – Q<sub>s</sub>)

Q<sub>s</sub> = unit yang tidak terdapat dalam persediaan untuk setiap kali pemesanan (*back order quantity*)

Contoh 4.5:

Perusahaan Anindya memproduksi komponen untuk komponen mobil. Perusahaan tersebut telah mempertimbangkan terjadinya *back order*. Biaya kehabisan komponen yang disebabkan karena laba potensial sebesar Rp 800.000 per unit per tahun, sedangkan harga komponen dari pemasok Rp 400.000. Permintaan setiap tahun sebesar 15.000 unit, biaya simpan Rp 50.000 per unit per tahun, dan biaya setiap kali pesan Rp 1.000.000. Berapa nilai Q optimal, persediaan maksimum dan total biaya.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 15.000 \times \text{Rp } 1.000.000}{\text{Rp } 50.000}} \sqrt{\frac{\text{Rp } 50.000 + \text{Rp } 800.000}{\text{Rp } 800.000}} = 798$$

$$\begin{aligned} \text{EOQ}_{\max} &= \sqrt{\frac{2 \times 15.000 \times \text{Rp } 1.000.000}{\text{Rp } 50.000}} \sqrt{\frac{\text{Rp } 800.000}{\text{Rp } 800.000 + \text{Rp } 50.000}} \\ &= 751 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \sqrt{2 \times 15.000 \times \text{Rp } 50.000 \times \text{Rp } 1.000.000} \sqrt{\frac{\text{Rp } 800.000}{\text{Rp } 800.000 + \text{Rp } 50.000}} \\ &= \text{Rp } 37.573.457 \end{aligned}$$

#### 4. Model EOQ dengan keterbatasan tempat

##### Model *single item*

Model EOQ dengan keterbatasan tempat untuk *single item* adalah penyimpanan barang pada sebuah gudang dengan luas ruangan terbatas. Biaya yang terlibat pada model ini adalah, biaya simpan, biaya pemesanan dan biaya gudang. Total biaya untuk model EOQ dengan keterbatasan tempat adalah:

TIC = Biaya simpan + biaya simpan + biaya gudang.

$$\text{TIC} = \frac{Q}{2} H + \frac{D}{Q} S + W O Q$$

$$\text{EOQ} = \sqrt{\frac{2 D S}{H + (2 W O)}}$$

$$N = \sqrt{\frac{D(H + (2 W O))}{2 S}}$$

dengan,

W = biaya sewa gudang yang dibebankan

O = tingkat pemakaian ruangan per unit

N = frekuensi pemesanan / pembelian

Contoh 4.6:

Perusahaan Anindya memproduksi Televisi, komponen utama berupa layar televisi yang dipesan dari perusahaan lain. Kebutuhan per tahun sebesar 15.000 unit, biaya pesan setiap kali pesan Rp 1.500.000, biaya simpan Rp 25.000 per unit per tahun. Perusahaan memiliki kendala dengan keterbatasan ruang penyimpanan. Biaya sewa gudang sebesar Rp 5.000/m<sup>3</sup>/tahun dan tingkat pemakaian ruangan per unit sebesar 0,1 m<sup>3</sup>/tahun.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 15.000 \times \text{Rp } 1.500.000}{\text{Rp } 25.000 + (2 \times \text{Rp } 5.000 \times 0,1)}} = 1315$$

$$N = \sqrt{\frac{15.000 \times (\text{Rp } 25.000 + (2 \times \text{Rp } 5.000 \times 0,1))}{2 \times \text{Rp } 1.500.000}} = 11$$

### **Model *multiple item***

Model *multiple item* merupakan kajian yang membahas sistem persediaan yang melibatkan banyak item dengan keterbatasan ruangan yang dimiliki. Persamaan pembatas gudang diformulasikan sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^n O_i Q_i \leq L$$

Dengan L, sebagai luas gudang maksimum yang tersedia. Sedangkan formula yang digunakan untuk menentukan nilai optimal adalah:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 D_i S_i}{H_i - 2 I O_i}}$$



#### Contoh 4.7

Perusahaan Anindya akan menyimpan tiga jenis barang di gudang dengan biaya pesan setiap kali pesan ( $S_i$ ), permintaan per tahun ( $D_i$ ), biaya simpan per unit per tahun ( $H_i$ ) dan tingkat pemakaian gudang per unit ( $O_i$ ) ditunjukkan pada Tabel 4.10.

**Tabel 4.10** Biaya pesan, permintaan, biaya simpan dari tiga item

item	$S_i$	$D_i$	$H_i$	$O_i$
1	50000	1500	7500	9
2	30000	1600	8500	6
3	35000	2000	9500	9

Berdasarkan data pada Tabel 9, dengan luasan gudang yang dimiliki sebesar 3000 m<sup>2</sup> maka nilai Q optimal setiap item dan nilai pembatas gudang adalah:

**Tabel 4.11** Nilai Q optimal setiap item

$\lambda$	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$\sum O_i Q_i - L$
0	141,42	106,27	121,40	2,993485
-0,1	141,40	106,27	121,38	2,692282
-0,2	141,39	106,26	121,37	2,391172
-0,3	141,37	106,25	121,36	2,090156
-0,4	141,35	106,24	121,35	1,789234
-0,5	141,34	106,24	121,34	1,488405
-0,6	141,32	106,23	121,33	1,18767
-0,7	141,30	106,22	121,31	0,887029
-0,8	141,29	106,21	121,30	0,586481
-0,9	141,27	106,21	121,29	0,286027
-1	141,25	106,20	121,28	-0,01433

Dengan luasan gudang 3000 m<sup>2</sup>, maka pembatas gudang dipenuhi pada nilai  $\lambda$ , -0,9 sampai dengan 1.

### 5. Model EPQ (*Economic Production Quantity*)

Model EPQ memiliki sifat dimana pemakaiannya terjadi pada perusahaan bahan baku atau komponen dibuat sendiri oleh perusahaan. Dalam hal ini tingkat produksi perusahaan yang membuat bahan baku diasumsikan lebih besar dari pada tingkat pemakaiannya (Nasution, t.thn). Rumus yang digunakan untuk menghitung EPQ adalah:

TIC = Biaya set up + Biaya simpan

$$TIC = S \frac{D}{Q} + H \left(1 - \frac{d}{p}\right) \frac{Q}{2}$$

$$EPQ = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot S}{H \left(1 - \frac{d}{p}\right)}}$$

$$TIC = \sqrt{2 \cdot H \cdot D \cdot S \left(1 - \frac{d}{p}\right)}$$

dengan:

S = Biaya *set up*

p = tingkat produksi harian

d = tingkat permintaan harian

H = *holding cost*.

#### Contoh 4.8.

Perusahaan memproduksi roda mobil dengan kebutuhan atas dasar permintaan sebesar 30.000 unit per tahun. Kecepatan produksi mesin untuk menghasilkan roda mobil 300 unit per hari. Biaya *set up* dan *holding cost* masing adalah Rp 500.000 dan Rp 60.000

per unit per tahun. Perusahaan dalam satu tahun beroperasi 250 hari.

$$EPQ = \sqrt{\frac{2 \times 30.000 \cdot \text{Rp } 500.000}{\text{Rp } 60.000 \left(1 - \frac{120}{300}\right)}} = 912 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \sqrt{2 \times \text{Rp } 60.000 \times 30.000 \times \text{Rp } 500.000 \left(1 - \frac{120}{300}\right)} \\ &= \text{Rp } 32.863.353 \end{aligned}$$

# BAB 5

## PERENCANAAN AGREGAT

### 5.1 Pendahuluan

Perusahaan yang memproduksi produk ditujukan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Oleh karena itu, perusahaan perlu menetapkan produk atau jasa yang dijual sesuai dengan harapan pengguna. Dikarenakan tujuan utama kegiatan pengolahan adalah untuk memenuhi kebutuhan para pemakai, maka jumlah barang yang akan dibuat harus ditetapkan dengan mempertimbangkan jumlah kebutuhan. Jumlah barang yang diminta pasar dapat ditentukan dengan menggunakan penelitian pasar dengan menggunakan berbagai macam teknik peramalan. Berdasarkan ramalan atau taksiran tingkat permintaan, kemudian dapat dibuat suatu rencana pembuatan barang yang merinci jumlah barang yang harus dibuat untuk memenuhi permintaan untuk berbagai masa yang berbeda (Pardede, 2005). Beberapa hal yang harus diperhatikan menurut Pardede (2005) dalam suatu proses agregat adalah penggunaan satu ukuran, sasaran perencanaan, peramalan dan penyesuaian jangka panjang

Perencanaan agregat sebagai alat yang digunakan untuk membuat jadwal induk produksi secara keseluruhan. Tujuan perencanaan agregat untuk mengoptimalkan proses produksi dalam memenuhi tingkat permintaan berdasarkan hasil peramalan dengan meminimalkan persediaan. Pada dasarnya komponen yang paling penting dalam perusahaan manufaktur adalah persediaan. Persediaan adalah sumber daya menganggur yang menunggu lebih lanjut proses produksi (Joko, 2004). Persediaan pada perusahaan harus dilakukan dengan mempertimbangkan sasaran dan kebijakan. Persediaan yang ada pada setiap akhir periode, harus diperhitungkan sebagai bagian dari jumlah barang yang dibuat. Persediaan merupakan proses awal yang diperlukan

dalam proses produksi sebagai dasar kebijakan dalam manajemen operasi. Ketepatan persediaan dan pengaturan penggunaan persediaan dikontrol oleh bagian produksi agar mendapatkan biaya persediaan yang rendah dan proses produksi lancar.

Perencanaan agregat bertujuan untuk menentukan jumlah dan waktu produksi sesuai dengan kebutuhan konsumen. Pengaturan sumber daya disesuaikan dengan hasil peramalan yang telah ditentukan, sehingga penggunaan tenaga kerja dapat dioptimalkan, biaya persediaan dapat diturunkan dan jadwal produksi yang tepat.

Permasalahan yang sering terjadi adalah kesalahan dalam melakukan peramalan yang berdampak pada jumlah barang yang diproduksi tidak sesuai dengan permintaan. Dengan demikian perencanaan agregat perlu dikontrol secara terus menerus untuk mengurangi ketidaksesuaian antara peramalan dan produksi. Tabel 1 menunjukkan berbagai biaya yang timbul akibat ketidaksesuaian permintaan dan produksi.

**Tabel 5.1** Berbagai biaya yang timbul sebagai akibat penyesuaian daya-hasil pengolahan terhadap kenaikan atau penurunan jumlah barang yang diminta

Dasar Penyesuaian	Biaya atau sumber biaya yang timbul sebagai akibat penyesuaian daya kerja terhadap permintaan	
	Permintaan Naik	Permintaan Turun
Mesin dan Peralatan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penggunaan mesin dan peralatan secara berlebihan</li> <li>2. Penurunan mutu barang</li> <li>3. Kenaikan biaya pemeliharaan</li> <li>4. Biaya pengadaan mesin baru</li> <li>5. Pertambahan jumlah mesin yang tidak dapat lagi digunakan karena rusak</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biaya tetap mesin dan peralatan yang menganggur</li> <li>2. Kerusakan mesin karena tidak digunakan</li> </ol>

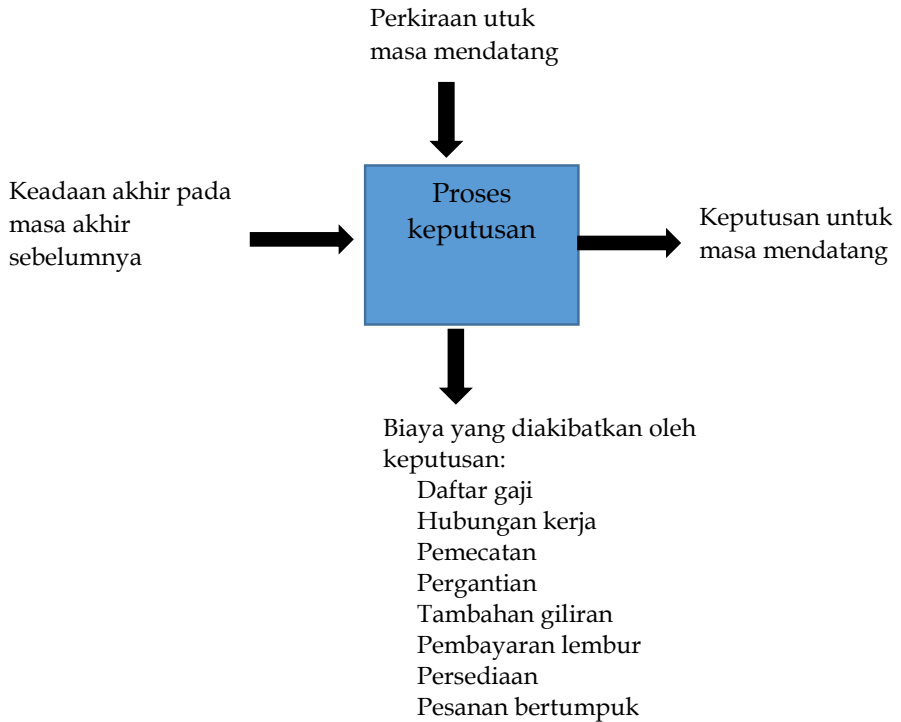
Dasar Penyesuaian	Biaya atau sumber biaya yang timbul sebagai akibat penyesuaian daya kerja terhadap permintaan	
	Permintaan Naik	Permintaan Turun
Tenaga kerja manusia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biaya-biaya pengadaan, pemilihan, pengujian dan pelatihan</li> <li>2. Penggunaan tenaga kerja tidak terampil</li> <li>3. Biaya kerja lembur</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biaya pesangon</li> <li>2. Penurunan semangat kerja</li> <li>3. Hilangnya sebagian tenaga kerja terampil</li> <li>4. Tuntutan dari serikat buruh atau pemerintah</li> <li>5. Terganggunya citra perusahaan</li> <li>6. Kesulitan pengadaan tenaga kerja baru jika membutuhkan</li> <li>7. Biaya karena tenaga kerja tidak dimanfaatkan penuh</li> </ol>
Sediaan barang jadi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biaya pengadaan (pembelian atau pembuatan)</li> <li>2. Biaya pengangkutan, penyimpanan, pajak dan asuransi</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biaya-biaya akibat rusaknya barang jadi</li> <li>2. Biaya modal dengan adanya dana yang mengganggu pada sediaan</li> </ol>
Pemanfaatan Perusahaan Lain	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mutu yang lebih rendah</li> <li>2. Tidak terpenuhinya waktu penyerahan</li> </ol>	

Sumber: Pardede, 2005.

## 5.2 Pembuatan Perencanaan Agregat

Perencanaan agregat diawali dengan melakukan peramalan. Ketepatan dalam meramal kebutuhan akan mempermudah perencanaan, sehingga permintaan sesuai dengan jumlah yang diproduksi. Disamping peramalan, kebutuhan persediaan merupakan faktor yang menentukan dalam perencanaan produksi. Hasil perencanaan agregat digunakan untuk merencanakan kebutuhan produksi untuk jangka pendek, menengah maupun jangka panjang. Selanjutnya dilakukan disagregasi

kedalam kebutuhan masing-masing jenis produk yang dikenal dengan *Master Production Schedule* (MPS) atau jadwal induk produksi. Perencanaan agregat paling sederhana digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 5.1** Sistem keputusan perencanaan satu tahap  
Sumber: Buffa & Sarin, 1999.

Sistem keputusan perencanaan ditentukan oleh jumlah tenaga kerja, laju produksi, tingkat persediaan. Kondisi akhir untuk satu periode menjadi kondisi awal pada untuk periode berikutnya (Buffa & Sarin, 1999). Sedangkan biaya yang akan terjadi adalah daftar gaji, hubungan kerja, pemecatan, pergantian, lembur, persediaan dan pesanan berlebih. Perencanaan agregat memiliki horison waktu sekitar 12 bulan, dengan memperbarui rencana secara berkala. Tingkat agregat

permintaan terdiri dari satu atau beberapa produk dengan asumsi permintaan diasumsikan berfluktuasi, tidak pasti, atau musiman (Ma'arif, dan Hendri. 2006). Untuk mendapatkan perencanaan yang optimal, diperlukan strategi untuk mencapainya. Penentuan jumlah tenaga kerja sangat tergantung pada permintaan barang. Setiap saat permintaan terjadi fluktuasi yang menyebabkan jumlah tenaga kerja tidak menentu. Kondisi ini memerlukan strategi dalam penyesuaian tingkat tenaga kerja. Pemanfaatan tenaga kerja dioptimalkan dengan melakukan mekanisme lembur jika terjadi kenaikan permintaan. Oleh karena itu, penyesuaian tingkat persediaan barang jadi diperlukan untuk mengantisipasi permintaan yang berfluktuasi.

### 5.3 Keputusan Perencanaan Agregat.

Keputusan perencanaan agregat dipengaruhi oleh kondisi permintaan yang bertujuan untuk meminimumkan biaya. Penurunan biaya dapat dilakukan dengan menyesuaikan antara permintaan dengan faktor produksi, tenaga kerja, dan persediaan. Untuk mendapatkan nilai optimal, diperlukan kombinasi dari tiga faktor tersebut. Langkah-langkah untuk mengkombinasikan secara optimal sebagai berikut (Kumalaningrum, et al., 2011):

- a. Pengumpulan (*Aggregation*)
  1. Berfokus pada *general course of action*.
  2. Konsisten dengan tujuan strategi dan tujuan umum perusahaan.
  3. Rencana produksi dan *staffing* dikelompokkan menurut pengelompokan besar, produk-produk yang sejenis, jasa-jasa, unit tenaga kerja maupun unit waktu.
- b. Kelompok produk (*Product families*)

Perusahaan dapat mengelompokkan produk/jasa ke dalam kelompok-kelompok besar, dengan tujuan menghindari detail yang terlalu banyak pada tahap-tahap proses perencanaan.



- c. Tenaga kerja (*Labor*)  
Perusahaan dapat mengelompokkan tenaga kerja melalui beberapa cara (tergantung dari fleksibilitas tenaga kerja).
- d. Waktu (*Time*)  
Waktu perencanaan, jangka menengah, yaitu antara 3 bulan sampai dengan 18 bulan. Biasanya perencanaan ini dilakukan secara bulanan atau triwulanan.

Perencanaan agregat sangat dipengaruhi oleh biaya produksi yang antara lain: (1) biaya persediaan yang harus ditanggung oleh perusahaan; (2) biaya perubahan tingkat produksi; (c) biaya kerja lembur; (d) biaya kerugian karena tidak dapat memenuhi permintaan; dan (e) biaya tetap yang harus ditanggung apabila tingkat produksi berada di bawah daya-kerja terbaik.

Perencanaan produksi sangat tergantung pada strategi yang digunakan dan hasil akan berbeda dari strategi satu dengan lainnya. Terdapat tiga strategi yang dapat digunakan dalam perencanaan agregat (Pardede, 2005).

- a. Strategi tingkat produksi rata-rata tetap (*level production plan*)  
Jumlah barang yang dibuat atau diproduksi setiap bulan adalah sama selama 6 bulan tersebut. Salah satu keuntungan dari strategi ini adalah daya-kerja tidak perlu berubah dari satu bulan ke bulan berikutnya sehingga tidak akan ada perubahan jumlah sumberdaya dan biaya tetap untuk biaya kerja yang menganggur dapat diperkecil.
- b. Strategi tingkat produksi rata-rata yang berubah-ubah mengikuti jumlah yang diminta (*chase plan*)  
Jumlah barang yang dibuat setiap bulan tepat sama dengan jumlah yang diminta. Dengan tingkat pengolahan rata-rata yang berubah-ubah mengikuti jumlah yang diminta, persediaan akhir sama sekali tidak dibutuhkan, sehingga perusahaan dapat menghindari biaya penanganan persediaan. Akan tetapi, tingkat pengolahan

rata-rata yang berubah-ubah ini mensyaratkan perubahan tingkat produksi sesuai dengan perubahan jumlah yang diminta.

- c. Strategi tingkat produksi rata-rata fleksibel (*flexible plan*)  
 Strategi ini merupakan strategi gabungan antara tingkat produksi rata-rata tetap dengan tingkat produksi rata-rata berubah-ubah. Dengan strategi ini tingkat pengolahan direncanakan untuk memperkecil biaya perubahan tingkat pengolahan dan pada saat yang sama memperkecil biaya penanganan persediaan dengan tetap berusaha memenuhi seluruh jumlah yang diminta.

Dalam perencanaan produksi, yang membedakan adalah persediaan awal dan akhir. Rumus yang digunakan untuk menghitung perencanaan produksi adalah:

$$\text{Rencana produksi} = \text{Permintaan} + \text{Persediaan akhir} - \text{Persediaan awal}$$

Contoh 5.1.

Perusahaan akan menghitung alternatif strategi yaitu tingkat produksi rata-rata, produksi berubah-ubah dan produksi fleksibel. Informasi data dari tiga alternative dengan persediaan akhir seperti pada Tabel 5.1 berikut.

**Tabel 5.2** Penyusunan rencana produksi berdasarkan rencana penjualan

Bulan	Permintaan tetap			Permintaan berubah-ubah						
	D	R.Prod	P. Akh	D	Produksi tetap		Produksi berubah-ubah		Produksi fleksibel	
					R. Prod	P. Akh	R. Prod	P. Akh	R. Prod	P. Akh
1	250	250	0	300	500	200	300	0	500	200
2	250	250	0	400	500	300	400	0	450	250
3	250	250	0	500	500	300	500	0	400	150

4	250	250	0	600	500	200	600	0	450	0
5	250	250	0	500	500	200	500	0	600	100
6	250	250	0	700	500	0	700	0	750	150
	1500	1500		3000	3000		3000		1200	

Keterangan

- D : Permintaan  
R.Prod. : Rencana Produksi  
P. Akh : Persediaan akhir

### Contoh 5.2

Perusahaan akan menentukan perencanaan produksi dengan tingkat produksi rata-rata (*level production plan*). Informasi data dengan biaya ditunjukkan pada Tabel 3 dan perhitungan perencanaan agregat ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 5.3** Data biaya perhitungan agregat

Jenis biaya	Biaya (Rp)	Keterangan
Biaya persediaan	5.000	per unit per bulan
Biaya sub kontrak per unit	10.000	per unit
Upah reguler	15.000	per jam
	120.000	per hari
Upah lembur	20.000	per jam
Waktu standar untuk menghasilkan produk	3	jam per unit
Biaya peningkatan tingkat produksi bulanan	500.000	per unit
Biaya penurunan tingkat produksi bulanan	600.000	per unit

**Tabel 5.4** Perhitungan perencanaan agregat

Bulan	Permintaan per hari	Tingkat produksi per hari	Permintaan yang diharapkan	Produksi 125 per hari	Perubahan persediaan	Persediaan akhir
12	0	0	0	1000	1000	-1000
1	120	50	6000	6250	250	250
2	130	50	6500	6250	-250	0
3	110	50	5500	6250	750	750
4	140	50	7000	6250	-750	0
5	125	50	6250	6250	0	0
Total	625	250				0

Berdasarkan data diatas, perhitungan jumlah tenaga kerja dan biaya total ditunjukkan pada Tabel 5.5 dan 5.6.

**Tabel 5.5** Perhitungan jumlah tenaga kerja

Jumlah tenaga kerja untuk memproduksi 125 unit 375 jam/8 jam per pekerja)	(125 unit x 3 jam =	46,875
Jumlah tenaga kerja per hari		46
Jumlah tenaga kerja per jam		0,875

**Tabel 5.6** Perhitungan total biaya

Biaya variabel	Biaya (Rp)	Unit	Biaya (Rp)
Biaya persediaan	5.000	0	0
Biaya tenaga kerja reguler (hari)	120.000	46	5.520.000
Biaya tenaga kerja reguler (jam)	15.000	0,875	13.125
Biaya lainnya	0	0	0
Total cost			5.533.125

### Contoh 5.3

Seperti pada contoh 5.2, penyelesaian menggunakan tingkat produksi rata-rata yang berubah –ubah mengikuti jumlah yang diminta (*chase plan*)

**Tabel 5.7** Perhitungan perencanaan agregat dengan chase strategi

Bulan	Permintaan per hari	Tingkat produksi per hari	Produksi 50 unit per hari	Permintaan yang diharapkan	Perubahan persediaan bulanan	Persediaan akhir	Permintaan per hari (Lembur)	Jam produksi per unit per hari (Lembur)	Total jam produksi per bulan (Lembur)
12	0	0	0	1.000	1.000	-1.000	0	0	0
1	100	50	5.000	6.000	1.000	1.000	20	1.6	80
2	100	50	5.000	6.500	1.500	2.500	30	2.4	120
3	100	50	5.000	5.500	500	3.000	10	0.8	40
4	100	50	5.000	7.000	2.000	5.000	40	3.2	160
5	100	50	5.000	6.250	1.250	6.250	25	2	100
	500	250			7.250	16.750	115	10	500

**Tabel 5.8** Perhitungan jumlah tenaga kerja dengan chase strategi

Jumlah tenaga tenaga kerja untuk memproduksi 50 unit (50 unit x 3 jam = 150 Jam / 8 jam per pekerja)	18,75
Jumlah tenaga kerja per hari	18
Jumlah tenaga kerja per jam	0,75

**Tabel 5.9** Perhitungan total biaya dengan chase strategi

Biaya variabel	Biaya (Rp)	Unit	Biaya (Rp)
Biaya persediaan	5.000	16.750	83.750.000
Biaya tenaga kerja reguler (hari)	120.000	46	5.520.000
Biaya tenaga kerja reguler (jam)	15.000	0,875	13.125
Biaya lainnya (lembur)	20.000	500	10.000.000
<b>Total cost</b>			<b>99.283.125</b>

### Contoh 5.4

Seperti pada contoh 5.2, penyelesaian menggunakan Strategi tingkat produksi rata-rata fleksibel (*flexible plan*)

**Tabel 5.10** Perhitungan perencanaan agregat dengan strategi fleksibel

Bulan	Permintaan per hari	Produksi per hari	Permintaan yang diharapkan	Biaya produksi dasar	Biaya ekstra (Kenaikan produksi)	Biaya ekstra (Penurunan produksi)	Total biaya
12	0	0	0	0	0	0	0
1	120	50	6.000	270.000.000	0	0	270.000.000
2	130	50	6.500	292.500.000	5.000.000	0	297.500.000
3	110	50	5.500	247.500.000	0	12.000.000	259.500.000
4	140	50	7.000	315.000.000	15.000.000		330.000.000
5	125	50	6.250	281.250.000		9.000.000	290.250.000
	625	250		1.406.250.000	20.000.000	9.000.000	1.447.250.000

# BAB 6

## PENGUKURAN WAKTU

### 6.1 Pendahuluan

Pengukuran waktu di perusahaan dapat digunakan sebagai alat untuk mengukur kinerja pegawai. Tolok ukur keberhasilan perusahaan dari aspek waktu kerja sangat diperhatikan oleh para pemangku kepentingan. Konsep pengukuran waktu telah dikembangkan pada awal abad ke 20. Salah satu tokoh yang memperkenalkan pengukuran waktu atau *time study* adalah Fredrick W. Taylor. Pada saat itu Fredrick W. Taylor melakukan penelitian untuk pengaturan jam kerja dengan memerintahkan pekerja memindahkan besi gumbal. Penelitian tersebut digunakan untuk menentukan metode pemindahan, kecepatan, waktu kerja dan waktu istirahat yang optimal (Purnomo, 2004b). Faktor yang mempengaruhi hasil produksi dalam studi tersebut adalah lamanya waktu bekerja, waktu istirahat dan metode yang digunakan. Sebelum dilakukan pengukuran waktu dianjurkan untuk melakukan perbaikan metode kerja. Dengan demikian akan didapat waktu yang optimal sesuai dengan elemen-elemen pekerjaan.

Pengukuran waktu merupakan dasar untuk menentukan waktu standar pekerja dalam menjalankan tugas. Dengan diketahuinya waktu standar pekerja, perusahaan dapat merencanakan kegiatan produksi dengan baik. Kegunaan secara rinci waktu standar antara lain (Barnes, 1968; Heizer dan Render, 2005):

- a. Penentuan jadwal dan perencanaan kerja.
- b. Penentuan biaya standar dan sebagai alat bantu dalam mempersiapkan anggaran.
- c. Estimasi biaya produk sebelum memproses produk.
- d. Penentuan efektivitas mesin.
- e. Dasar penentuan upah intensif tenaga kerja langsung.

- f. Dasar penentuan upah tenaga kerja tidak langsung.
- g. Dasar penentuan pengawasan biaya tenaga kerja.
- h. Penentuan proporsi pekerja dari setiap barang yang diproduksi
- i. Dasar untuk menentukan kebutuhan staf untuk memproduksi barang
- j. Penentuan tingkat produksi yang diharapkan.

Waktu standar pekerja sangat penting pada kondisi perekonomian yang bergerak sangat dinamis saat ini. Penentuan jumlah tenaga kerja sangat tergantung pada waktu standar untuk menghasilkan satu unit produk. Untuk bisa bersaing dengan perusahaan lain perlu ada kajian yang sungguh-sungguh dalam menentukan waktu standar. Pada umumnya pengukuran waktu ini dilakukan secara periodik karena perubahan peralatan dan teknologi yang digunakan.

## **6.2 Waktu Standar**

Penentuan waktu standar terdiri dari beberapa metode pengukuran yaitu pengukuran langsung dan tidak langsung. Pengukuran langsung, adalah pengukuran yang diambil secara langsung dari pekerja yang melakukan aktivitas. Pengukuran langsung yang umum digunakan adalah pengukuran dengan menggunakan jam henti dan sampling kerja (uji petik pekejaan). Sedangkan pengukuran tidak langsung adalah pengambilan data yang didasarkan pada data historis (pengalaman masa lalu) atau data yang sudah dibakukan dalam bentuk tabel. Pengukuran waktu standar dilakukan secara rinci dengan langkah-langkah terstruktur untuk memudahkan dalam proses pengukuran waktu. Pengukuran waktu sebaiknya dilakukan pada setiap elemen kegiatan agar didapat hasil yang akurat. Pembagian elemen-elemen kegiatan dianjurkan tidak terlalu panjang dan tidak terlalu pendek untuk efektivitas pengukuran. Pengukuran waktu diperlukan langkah-langkah terstruktur. Adapun



langkah-langkah yang diperlukan dalam pengukuran waktu adalah (Purnomo, 2014):

- a. Menentukan pekerjaan yang akan diukur
- b. Membuat urutan kerja yang jelas
- c. Membagi pekerjaan menjadi elemen-elemen kegiatan
- d. Menentukan operator serta melatih operator agar memiliki kemampuan normal
- e. Melakukan pengukuran waktu.

Proses pengukuran waktu diawali dengan menentukan waktu siklus, waktu normal dan dilanjutkan dengan menentukan waktu standar. Secara rinci proses pengukuran waktu mengikuti langkah-langkah berikut:

- a. Mengukur waktu setiap pengamatan
- b. Menentukan waktu siklus setiap elemen kegiatan. Waktu siklus merupakan waktu yang dilakukan operator untuk menghasilkan satu produk.
- c. Menentukan waktu normal, menggunakan rumus berikut:

$$W_n = W_{\text{Siklus}} \times p$$

dengan

$W_n$  = Waktu normal

$p$  = Penyesuaian

Penyesuaian atau rating faktor merupakan konstanta yang digunakan untuk menyesuaikan kinerja pekerja agar didapatkan waktu normal. Penyesuaian umumnya menggunakan empat faktor yaitu ketrampilan, usaha, kondisi dan konsistensi.

- d. Menentukan waktu standar, menggunakan rumus berikut:

$$W_s = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \text{Kelonggaran} (\%)}$$

Kelonggaran diberikan kepada operator untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa lelah dan untuk hal-hal yang tidak bisa dihindarkan. Kelonggaran dapat ditentukan dari waktu yang digunakan oleh operator dari ketiga hal diatas atau dapat ditentukan dari tabel yang sudah distandarkan.

### 6.3 Penyesuaian dan Kelonggaran

Penyesuaian merupakan nilai pada setiap operator untuk menyesuaikan waktu kerja menjadi waktu kerja normal. Penyesuaian waktu diberikan kepada operator dikarenakan ada operator yang bekerja lambat dan ada operator yang bekerja cepat. Kondisi ini menyebabkan tidak diperolehnya waktu yang normal yaitu waktu yang selayaknya dilakukan oleh operator normal. Perbedaan waktu antarpekerja disebabkan karena perbedaan kinerja dan pengaruh lingkungan eksternal. Disamping itu, pekerja tidak selamanya bekerja dalam kondisi normal, sehingga perlu dilakukan pengamatan untuk mengetahui tingkat kewajaran kerja. Ketidakwaian tersebut menyebabkan waktu yang digunakan untuk penyelesaian tugas terlalu singkat atau lambat (Purnomo, 2014). Metode yang umum digunakan dalam menentukan penyesuaian adalah *The Westing House System*. Metode ini mempertimbangkan empat faktor yaitu ketrampilan (*Skill*), usaha (*Effort*), kondisi (*Condition*) dan konsistensi (*Consistency*). Ketrampilan merupakan kemampuan untuk melakukan pekerjaan dengan cepat dan benar. Ketrampilan ditunjukkan dengan keahlian pekerja yang berpedoman pada metode, koordinasi gerakan mata dan tangan dan ritme gerakan (Telsang, 2007). Nilai tiap-tiap faktor ditunjukkan pada Tabel 4.6. berikut :

**Tabel 6.1** *Rating factor* dengan metode *The Westinghouse System*

Ketrampilan (Skill)			Usaha (Effort)		
+0,15	A1	Superskill	+0,13	A1	Excessive
+0,13	A2		+0,12	A2	

+0,11	B1	Excellent	+0,10	B1	Excellent
+0,08	B2		+0,08	B2	
+0,06	C1	Good	+0,05	C1	Good
+0,03	C2		+0,02	C2	
0,00	D	Average	0,00	D	Average
-0,05	E1	Fair	-0,04	E1	Fair
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	Poor	-0,12	F1	Poor
-0,22	F2		-0,17	F2	
Kondisi ( <i>Condition</i> )			Konsistensi ( <i>Consistency</i> )		
+0,06	A	Ideal	+0,04	A	Perfect
+0,04	B	Excellent	+0,03	B	Excellent
+0,02	C	Good	+0,01	C	Good
0,00	D	Average	0,00	D	Average
-0,03	E	Fair	-0,02	E	Fair
-0,07	F	Poor	-0,04	F	Poor

Sumber : Barnes, 1968

Perhitungan penyesuaian menurut *The Westinghouse system* dilakukan dengan menjumlahkan setiap faktor dan ditambahkan dengan satu (1).

Contoh 6.1.

Penyesuaian seorang operator dari pengamatan pimpinan didapat ketrampilan dengan kategori B2, usaha dengan kategori E1, Kondisi dengan kategori C dan konsistensi dengan kategori F. Hasil pengamatan tersebut, penyesuaian ditunjukkan pada Tabel 6.2 berikut,

**Tabel 6.2** Nilai penyesuaian

Faktor	Kategori	Nilai
Ketrampilan	B2, Excellent	+0,08
Usaha	E1, Fair	-0,04
Kondisi	C, Good	+0,02

Konsistensi	F, Poor	-0,04
Nilai total		+0,02
Penyesuaian		1+0,02=1,02

Berdasarkan hasil perhitungan penyesuaian sebesar 1,02 ( $p > 1$ ), Jika hasil perhitungan bernilai negatif (-), maka penyesuaian lebih kecil dari satu ( $p < 1$ ). Misalkan nilai total -0,04 maka penyesuaian bernilai 0,96 ( $1 - 0,04 = 0,96$ )

Penyesuaian digunakan untuk menentukan waktu normal, sedangkan kelonggaran digunakan untuk menentukan waktu standar. Kelonggaran merupakan waktu yang diberikan kepada operator untuk kebutuhan yang bersifat alamiah selama bekerja. Menurut Niebel and Freivalds (1999), kelonggaran adalah pemberian waktu kepada pekerja yang terdiri dari kelonggaran konstan, kelelahan variabel dan khusus. Kelonggaran konstan merupakan pemberian waktu untuk kebutuhan pribadi dan menghilangkan kelelahan dasar sebagai dampak energi yang dikeluarkan pada kondisi kerja normal. Kelonggaran untuk kelelahan variabel merupakan tambahan waktu yang diberikan karena pengaruh faktor fisik, kimia dan psikologi diluar batas normal. Nilai kelonggaran sudah ada yang distandarkan sehingga dapat dengan mudah digunakan. Akan tetapi akan lebih akurat jika diukur secara langsung dengan mempertimbangkan tiga faktor yaitu untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa lelah dan hal-hal yang tidak bisa dihindarkan. Sebagai contoh, waktu yang dibutuhkan untuk kebutuhan pribadi seperti kamar kecil, rehat teh dan bercakap cakap dengan teman kerja selama 20 menit/hari kerja. Menghilangkan rasa lelah selama 30 menit. Sedangkan untuk hal-hal yang tidak bisa dihindarkan seperti listrik mati sehingga mesin harus mati, dipanggil pimpinan dan peralatan rusak dengan rata-rata per hari 20 menit. Total waktu yang dibutuhkan untuk kelonggaran selama 100 menit/hari kerja. Jika jam kerja 420 menit sehari, maka kelonggaran adalah  $70/420 = 16\%$ .

## 6.4 Perhitungan waktu standar

Perhitungan waktu standar secara langsung dapat dilakukan dengan metode jam henti dan sampling kerja (uji petik pekerjaan). Perhitungan menggunakan jam henti penentuan waktu siklus dihitung dengan jam henti. Sedangkan perhitungan waktu dengan uji petik pekerjaan penentuan waktu dilakukan dengan melihat apakah operator dalam kondisi bekerja atau menganggur.

### Contoh 6.2

PT Anindya bergerak dalam bidang manufaktur untuk memproduksi alat-alat bangunan yang diproses dengan cara pengecoran. Waktu yang dibutuhkan untuk mengecor produk A yang dihitung dengan jam henti membutuhkan waktu 5 menit. Sedangkan penyesuaian operator dengan metode *The Westing House System* sebesar 1,1 dan kelonggaran sebesar 13%. Berdasarkan waktu proses, penyesuaian dan kelonggaran tersebut maka waktu standar adalah:

$$W_n = [W_{\text{siklus}} \times RF] \Rightarrow 5 \times 1,1 = 5,5 \text{ menit}$$

$$W_s = W_n \times \frac{100}{100 - All} \Rightarrow 5,5 \times \frac{100}{100 - 13} = 6,32 \text{ menit/unit}$$

### Contoh 6.3

PT Anindya melakukan pekerjaan yang dibagi menjadi dua elemen pekerjaan seperti pada tabel dibawah ini.

**Tabel 6.3** Elemen pekerjaan 1 dan 2 (Pengamatan dalam satuan menit)

	Pengamatan										Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Elemen pekerjaan 1	30	29	29	28	32	30	29	31	28	29	29.5
Elemen pekerjaan 2	5	6	7	5	6	5	7	6	4	7	5.8

Berdasarkan pada tabel diatas, tentukan waktu standar untuk pekerjaan diatas apabila *performance rating* 10% diatas normal untuk elemen pekerjaan 1 dan 95% untuk elemen pekerjaan 2 sedangkan kelonggaran 15%

Waktu standar untuk elemen pekerjaan 1:

$$Wn_1 = [W_{siklus} \times RF] \Rightarrow 29,5 \times 1,1 = 32,45 \text{ menit}$$

$$Ws_1 = Wn_1 \times \frac{100}{100 - All} \Rightarrow 32,45 \times \frac{100}{100 - 15} = 38,17 \text{ menit/unit}$$

Waktu standar untuk elemen pekerjaan 2:

$$Wn_2 = [W_{siklus} \times RF] \Rightarrow 5,8 \times 0,95 = 5,51 \text{ menit}$$

$$Ws_2 = Wn_2 \times \frac{100}{100 - All} \Rightarrow 5,51 \times \frac{100}{100 - 15} = 6,48 \text{ menit/unit}$$

Pengukuran waktu standar menggunakan sampling kerja dilakukan dengan teknik sampling dengan cara mengunjungi operator secara random. Pengamatan dalam kunjungan tersebut dengan mencatat dalam lembar pengamatan dengan memberi tanda tally. Sebagai contoh, pengamatan dilakukan sebanyak 60 kali mulai pukul 8.00 wib sampai dengan 16.00 wib. Hasil pengamatan sebanyak 60 kali seperti ditunjukkan pada Tabel 6.4 berikut:

**Tabel 6.4** Pengamatan sampling kerja

	Pengamatan	Jumlah
Kondisi kerja	.....	50
Kondisi mengganggu	.....	10

Hasil pengamatan menunjukkan 50 kali pekerja dalam kondisi bekerja dan 10 kali dalam kondisi menganggur. Dengan demikian persentase kerja adalah  $50/60 = 83\%$  dan persentase menganggur adalah  $17\%$ .

#### Contoh 6.4

Pengukuran menggunakan uji petik pekerjaan dilakukan dengan 80 kali pengamatan dalam sehari (420 menit). Dari 80 sampel tersebut 60 kali operator dalam kondisi bekerja sedangkan 20 sampel dalam kondisi menganggur. Dalam satu hari operator menghasilkan produk sebanyak 100 unit. Apabila penyesuaian 1,1 dan kelonggaran 13%. Maka waktu standar adalah:

$$W_{\text{Siklus}} = \frac{\text{Total waktu} \times \% \text{ kerja}}{\text{Jumlah produk}} \Rightarrow \frac{420 \times (60/80)}{100} = 3,15 \text{ menit}$$

$$W_n = [W_{\text{siklus}} \times \text{RF}] \Rightarrow 3,15 \times 1,1 = 3,465 \text{ menit}$$

$$W_s = W_n \times \frac{100}{100 - \text{All}} \Rightarrow 3,465 \times \frac{100}{100 - 13} = 3,98 \text{ menit/unit}$$

#### Contoh 6.5

Suatu pengamatan sampling kerja dilakukan selama 10 hari kerja dengan waktu pengamatan setiap hari adalah 6 jam. Ukuran sampel adalah 100 setiap kali pengamatan, seperti pada tabel berikut ini :

**Tabel 6.5** Kondisi kerja dan menganggur pengamatan selama 10 hari

	Tanggal pengamatan										Total	%
	1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1	7/1	8/1	9/1	10/1		
Kondisi kerja	93	94	93	95	96	95	93	94	96	93	942	94,2
Kondisi menganggur	7	6	7	5	4	5	7	6	4	7	58	5,8
											1000	100

Tentukan waktu standar untuk pekerjaan diatas apabila *performance rating* 10% dibawah normal, kelonggaran 13% dengan produk yang dihasilkan 1500 unit dalam 10 hari.

$$W_{\text{Siklus}} = \frac{\text{Total waktu} \times \% \text{ kerja}}{\text{Jumlah produk}} \Rightarrow \frac{480 \times 0,942}{150} = 3 \text{ menit}$$

$$W_n = [W_{\text{siklus}} \times \text{RF}] \Rightarrow 3 \times 0,9 = 2,7 \text{ menit}$$

$$W_s = W_n \times \frac{100}{100 - \text{All}} \Rightarrow 2,7 \times \frac{100}{100 - 13} = 3,1 \text{ menit/unit}$$



# BAB 7

## PENENTUAN LOKASI

### 7.1 Pendahuluan

Penentuan lokasi sebuah industri atau bisnis sangat tergantung pada tujuan industri atau bisnis didirikan. Selain itu juga tergantung pada kapasitas maupun jenis industri atau bisnis yang dijalankan. Berbagai faktor perlu dipertimbangkan dalam memilih sebuah lokasi. Faktor yang paling utama adalah biaya akibat dari penempatan industri atau usaha di lokasi yang dipilih. Biaya murah menjadi tujuan dari pengambil keputusan, karena lokasi dengan biaya murah akan dapat mampu bersaing dengan pesaing yang lain. Disamping biaya murah, yang perlu diperhatikan adalah jaminan keamanan dari pemerintah serta penerimaan masyarakat terhadap industri atau bisnis yang didirikan. Heizer & Render (2005) menjelaskan bahwa keputusan lokasi sering bergantung kepada tipe bisnis. Untuk keputusan lokasi industri, strategi yang digunakan biasanya adalah strategi untuk meminimalkan biaya, sedangkan untuk bisnis eceran dan jasa profesional, strategi yang digunakan terfokus pada memaksimalkan pendapatan.

Penentuan lokasi industri atau bisnis dewasa ini telah dimudahkan dengan infrastruktur yang telah dibangun dengan baik serta kemudahan-kemudahan melakukan transaksi dengan dukungan teknologi yang handal. Bahkan untuk melakukan bisnis sudah banyak yang menjalankan lewat *e-commerce* karena kemudahan dan murahannya bertransaksi. *E-Commerce* adalah suatu proses membeli dan menjual produk-produk secara elektronik oleh konsumen dan dari perusahaan ke perusahaan dengan computer sebagai perantara transaksi bisnis (Laudon & Laudon, 1998). Perkembangan teknologi informasi mendorong perkembangan bisnis melalui dunia maya, sehingga perkantoran bisnis tidak memerlukan pertimbangan mendalam dalam menentukan lokasi. Meskipun transaksi

perdagangan sudah menggunakan dunia maya, namun lokasi pendukung seperti gudang masih diperlukan. Dengan tekanan bisnis yang tinggi saat ini, perusahaan harus mempertimbangkan secara seksama dalam penentuan lokasi usaha. Lokasi pendirian industri dan bisnis harus mampu meningkatkan efisiensi biaya dan produktivitas.

## 7.2 Faktor-faktor Penentuan Lokasi

Faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi terbagi menjadi faktor primer dan sekunder. Faktor primer merupakan faktor yang berpengaruh langsung kepada produksi dan distribusi dari industri atau bisnis. Sedangkan faktor sekunder adalah faktor pendukung terhadap industri atau bisnis dijalankan. Faktor primer yang sering dipertimbangkan oleh pengambil keputusan penentuan lokasi adalah (Purnomo, 2004a):

- a. Kedekatan dengan sumber bahan baku  
Ketersediaan bahan baku merupakan hal utama, karena tanpa adanya bahan baku maka proses produksi akan mengalami banyak hambatan bahkan dapat berakibat terhentinya proses produksi
- b. Ketersediaan tenaga kerja  
Faktor tenaga kerja merupakan faktor yang penting bagi suatu perusahaan, karena berhasil dan tidaknya pencapaiannya tujuan perusahaan juga dipengaruhi oleh faktor tenaga kerja. Setiap daerah akan mempunyai ciri tenaga kerja yang berlainan karena pengaruh lingkungan, adat dan budayanya.
- c. Kedekatan dengan pasar  
Perusahaan yang menempatkan lokasi pabriknya dekat dengan konsumen (daerah pemasaran) mempunyai beberapa alasan utama diantaranya adalah, dengan dekat dengan konsumen maka hasil produksinya akan cepat sampai ke tangan konsumen. Hal ini sangat terkait dengan sifat dari barang hasil produksi tersebut. Barang produksi dengan tingkat ketahanan relatif pendek maka

secepatnya harus sampai ke tangan konsumen untuk menurunkan tingkat kerusakan suatu barang

d. Transportasi

Transportasi menyangkut proses pengangkutan bahan baku dari sumber bahan baku ke pabrik dan proses pengangkutan produk jadi atau setengah jadi ke pasar. Persoalan transportasi pada dasarnya bukan hanya menyangkut ketersediaan sarana angkutan saja seperti armada truk, mobil boks, kereta api, dan kapal-kapal, melainkan termasuk juga kondisi fasilitas-fasilitas jalan raya, letak stasiun-stasiun kereta api, pelabuhan-pelabuhan laut dan udara. Penentuan media transportasi yang optimal sebaiknya dilakukan dengan meninjau segi biaya dan jarak angkut yang ditempuh.

e. Sumber energi

Kebutuhan pabrik akan sumber energi cukup besar, untuk itu perusahaan harus mendapatkan suplai tenaga listrik yang cukup. Bila tidak maka akan sangat mengganggu proses operasi perusahaan, bahkan akan menghentikan seluruh kegiatan produksi perusahaan.

Sedangkan faktor sekunder yang sering dipertimbangkan dalam penentuan lokasi adalah (Purnomo, 2004a):

a. Ketersediaan air

Air untuk kebutuhan industri, secara umum tersedia dari tiga macam sumber utama, yakni: (1) *surface water*, yaitu air yang berasal dari sumber-sumber air, seperti sungai, danau; (2) *ground water*, yaitu air yang berasal dari sumber air di dalam tubuh; dan (3) air yang berasal dari penampungan hujan.

b. Peraturan daerah dan sistem perpajakan

Kemudahan perizinan dan rendahnya pajak akan mempengaruhi proses pemilihan lokasi pabrik. Bagi daerah yang ingin menarik investor, maka pemerintah daerah tersebut cenderung untuk memudahkan perizinan dan menurunkan pajak. Tinggi rendahnya

pajak dan sulit mudahnya perizinan tergantung pada kebijaksanaan pemerintah suatu negara/daerah tersebut

- c. Sikap masyarakat setempat  
Untuk beberapa industri sikap masyarakat ini sangat penting untuk diperhatikan karena masyarakat inilah yang akan menjadi *perspective employee*
- d. Iklim  
Iklim yang memenuhi standar akan meningkatkan performansi pekerja yang akan meningkatkan pula *output* produksi. Oleh karena itu banyak perusahaan mendirikan perusahaan di daerah yang iklimnya sesuai dengan aktivitas produksi
- e. Fasilitas perumahan dan fasilitas pendukung lainnya  
Fasilitas-fasilitas seperti perumahan dan fasilitas lainnya merupakan faktor pendukung untuk meningkatkan ketentraman dan kenyamanan karyawan oleh karena itu perlu dipertimbangkan bagi perusahaan
- f. Rencana masa depan perusahaan  
Pada umumnya pendirian perusahaan disertai harapan bahwa perusahaan tersebut akan dapat dipergunakan dalam jangka waktu yang panjang dan akan berkembang menjadi semakin besar

Faktor-faktor yang dijelaskan diatas merupakan penentuan lokasi industri atau bisnis yang hanya mempertimbangkan bisnis internal dalam suatu negara. Jika mempertimbangkan globalisasi tempat kerja menjadi relatif rumit. Globalisasi telah terjadi karena adanya pembangunan (Heizer & Render, 2005): (1) ekonomi pasar; (2) komunikasi internasional yang lebih baik; (3) perjalanan dan pengiriman yang lebih cepat dan dapat diandalkan; (4) kemudahan perpindahan arus modal antar negara; dan (5) diferensiasi biaya tenaga kerja yang tinggi.

## 7.3 Metode Penentuan Lokasi

### a. Metode Skoring

Metode skoring merupakan metode penentuan lokasi secara subyektif dengan memberikan bobot dari setiap factor yang penentu lokasi. Pada metode diperlukan masukan dari pemangku kepentingan dengan mencatat faktor-faktor yang dianggap mempengaruhi dalam penentuan lokasi. Selanjutnya setiap faktor diberi bobot sesuai dengan skala prioritas dan skor. Hasil akhir adalah mengalikan bobot dengan skor dan dipilih jumlah bobot yang tertinggi

#### Contoh 7.1

Perusahaan Anindya berencana akan mendirikan industri di tiga lokasi yaitu A, B dan C. Faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi adalah: kedekatan dengan sumber bahan baku, kemudahan mendapatkan tenaga kerja dengan upah rendah, kedekatan dengan pasar, transportasi dan infrastruktur. Berdasarkan hasil diskusi para pemangku kepentingan dan masukan dari masyarakat bobot dari setiap faktor ditunjukkan pada Tabel 7.1 dan skor dari setiap lokasi untuk setiap bobot ditunjukkan pada Tabel 7.2.

**Tabel 7.1.** Bobot dari setiap faktor

No	Faktor	Bobot
1	Sumber bahan baku	0,35
2	Upah tenaga kerja	0,25
3	Kedekatan dengan pasar	0,2
4	Transportasi	0,1
5	Infrastruktur.	0,05
6	Faktor lainnya	0,05
Total bobot		1

**Tabel 7.2** Skor dari setiap faktor dan lokasi

No	Faktor	Skor		
		A	B	C
1	Sumber bahan baku	85	90	80
2	Upah tenaga kerja	75	80	80
3	Kedekatan dengan pasar	80	70	75
4	Transportasi	60	60	65
5	Infrastruktur.	65	60	60
6	Faktor lainnya	60	60	65

Berdasarkan hasil penentuan skor dan bobot maka perhitungan jumlah bobot yaitu perkalian antara bobot dan skor untuk menentukan lokasi terpilih seperti pada Tabel 7.3 berikut.

**Tabel 7.3** Perhitungan lokasi terpilih

No	Faktor	Bobot	Skor			Skor x Bobot		
			A	B	C	A	B	C
1	Sumber bahan baku	0,35	85	90	80	29,75	31,5	28
2	Upah tenaga kerja	0,25	75	80	80	18,75	20	20
3	Kedekatan dengan pasar	0,2	80	70	75	16	14	15
4	Transportasi	0,1	60	60	65	6	6	6,5
5	Infrastruktur.	0,05	65	60	60	3,25	3	3
6	Faktor lainnya	0,05	60	60	65	3	3	3,25
						76,75	77,5	75,75

Lokasi terpilih adalah lokasi C dengan nilai tertinggi

**b. Analisis titik impas**

Penentuan lokasi menggunakan analisis titik impas dengan mempertimbangkan biaya tetap, variabel dan jumlah produksi yang diharapkan. Perubahan jumlah produksi akan berpengaruh terhadap keputusan pemilihan lokasi.

### Contoh 7.2

Perusahaan akan mendirikan lokasi bisnis dengan mempertimbangan tiga alternatif lokasi yaitu lokasi A, B dan C. Biaya tetap pendirian lokasi untuk lokasi A sebesar Rp 3.500.000, lokasi B sebesar Rp 2.750.000 dan C sebesar Rp 2.500.000. Sedangkan biaya produksi untuk setiap lokasi bervariasi, dimana lokasi A dengan biaya produksi Rp 15.000/unit, biaya produksi lokasi B sebesar Rp 17.500/unit dan lokasi C sebesar Rp 28.000/unit. Jumlah produksi yang diharapkan sebesar 15.000 unit

**Tabel 7.4** Perhitungan titik impas

Lokasi	Biaya tetap (a)	Biaya per unit (b)	Jumlah produksi (c)	Biaya variabel d= (b x C)	Total biaya (a+d)
1	14.000.000	15.000	1500	22.500.000	36.500.000
2	13.000.000	16.000	1500	24.000.000	37.000.000
3	12.500.000	17.000	1500	25.500.000	38.000.000

Berdasarkan perhitungan maka didapat biaya terendah yaitu Rp 36.500.000, sehingga lokasi 1 terpilih.

### c. Metode pusat grafitasi

Metode pusat gravitasi dikenal sebagai metode *centroid* atau metode *gravity* atau metode *center of gravity*. Metode ini merupakan teknik matematis untuk menentukan lokasi yang bertujuan untuk meminimumkan biaya. Perhitungan metode ini menentukan jarak lokasi dan bobot umumnya dinyatakan sebagai biaya pengiriman. Rumus yang digunakan untuk menghitung metode pusat gravitasi adalah.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^m W_i X_i}{\sum_{i=1}^m W_i}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^m W_i Y_i}{\sum_{i=1}^m W_i}$$

### Contoh 7.3

Perusahaan makanan akan mengembangkan bisnisnya dengan mendirikan gudang untuk mendistribusikan produk. Lima lokasi pasar sebagai tujuan distribusi produk terletak pada titik koordinat  $P_1 = (15,2)$ ;  $P_2 = (7,9)$ ;  $P_3 = (3, 14)$ ;  $P_4 = (2,5)$  dan  $P_5 = (6,2)$ . Sedangkan nilai barang yang dikirim perusahaan ke setiap lokasi adalah  $P_1 =$  Rp 20 juta;  $P_2 =$  Rp 15 Juta;  $P_3 =$  Rp 22 juta;  $P_4 =$  Rp 17,5 juta dan  $P_5 =$  Rp 25 juta.

Berdasarkan kasus diatas maka koordinat lokasi adalah:

**Tabel 7.5** Lokasi pasar dan perhitungan bobot

Lokasi pasar	Koordinat (Xi)	Koordinat (Yi)	Bobot (Wi)	WiXi	WiYi
P1	15	2	20	300	40
P2	7	9	15	105	135
P3	3	14	22	66	308
P4	2	5	17,5	35	87,5
P5	6	2	25	150	50
			99,5	656	620.5
Koordinat terpilih	X = 6,6	Y = 6,2			

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^m W_i X_i}{\sum_{i=1}^m W_i} = \frac{656}{99,5} = 6,6 \quad \bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^m W_i Y_i}{\sum_{i=1}^m W_i} = \frac{620,5}{99,5} = 6,2$$

#### d. Metode median

Metode ini digunakan untuk menentukan lokasi fasilitas tunggal, dengan tujuan untuk menempatkan fasilitas baru dengan meminimumkan total biaya antara fasilitas lama dengan fasilitas baru



$$\text{Minimasi } f(x) = \text{Min} \sum_{i=1}^m W_i \left( \left| x_1 - \bar{x} \right| \right) + \text{Min} \sum_{i=1}^m W_i \left( \left| y_1 - \bar{y} \right| \right)$$

Dimana:

$W_i$  = Bobot

$(X, Y)$  = Koordinat fasilitas

Contoh 7.4.

Perusahaan Anindya memiliki lima pabrik yang berlokasi di koordinat  $P_1 = (4,2)$ ;  $P_2 = (5,6)$ ;  $P_3 = (7,1)$ ;  $P_4 = (4,8)$ ;  $P_5 = (3,7)$ . Perusahaan berencana untuk mendirikan gudang untuk mendukung kelancaran produksi dilima pabrik yang telah ada. Kebutuhan untuk setiap pabrik (bobot) dari gudang baru adalah 125, 172, 110, 180, dan 145. Berdasarkan lokasi pabrik yang sudah dan bobot maka lokasi gudang yang akan dibangun ditunjukkan pada Tabel berikut.

**Tabel 7.6** Urutan koordinat –X dan bobot

Pabrik	Koordinat (X)	Bobot (Wi)	Jumlah bobot ( $\sum w_i$ )
P5	3	145	145
P1	4*	125	270
P4	4	180	450
P2	5	172	622
P3	7	110	732

**Tabel 7.7** Urutan koordinat –Y dan bobot

Pabrik	Koordinat (Y)	Bobot (Wi)	Jumlah bobot ( $\sum w_i$ )
P3	1	110	110
P1	2*	125	235
P2	6	172	407
P5	7	145	552
P4	8	180	732

Hasil perhitungan jumlah bobot sebesar 732, maka nilai median adalah  $732/2 = 366$  maka koordinat- X terpilih adalah 4\*. Sedangkan untuk koordinat-Y terpilih adalah 2\*.

**e. Metode transportasi**

Metode transportasi merupakan sebuah model yang digunakan untuk menentukan jumlah pengiriman optimal dari sebuah sumber ke tujuan. Sumber dalam hal ini pemasok dan tujuan adalah permintaan. Tujuan metode transportasi adalah mencari biaya minimal pengiriman sejumlah produk atau bahan baku dari sumber ke tujuan.

**Contoh 7.5**

Perusahaan Anindya yang memproduksi makanan ternak memiliki dua pabrik di kota A dan B yang mendistribusikan produknya ke empat kota yaitu 1,2 3 dan 4. perusahaan tersebut berencana membangun pabrik baru di kota C dan D. Biaya transportasi pengiriman produk ke lokasi pemasaran, permintaan dan kapasitas pabrik ditunjukkan pada Tabel 7.8.

**Tabel 7.8** Biaya, kebutuhan dan kapasitas pabrik lama dan alternatif pabrik baru

Lokasi lama	pabrik	Biaya dan kebutuhan pasar				Kapasitas pabrik
		1	2	3	4	
	A	16	18	12	19	5.000
	B	33	35	40	28	7.000
Alternatif lokasi pabrik baru						
	C	12	20	25	18	6.500
	D	18	17	20	21	6.500
		4.000	3.500	6.500	4.500	

Berdasarkan Tabel 7.8, maka tabel transportasi untuk pendirian pabrik baru seperti pada Tabel 7.9 dan 7.10.

**Tabel 7.9** Tabel transportasi pendirian pabrik di lokasi C

Lokasi pabrik	Biaya dan kebutuhan pasar				Kapasitas pabrik
	1	2	3	4	
A	16	18	12	19	5.000
B	33	35	40	28	7.000
C	12	20	25	18	6.500
	4.000	3.500	6.500	4.500	18.500

**Tabel 7.10** Tabel transportasi pendirian pabrik di lokasi D

Lokasi pabrik	Biaya dan kebutuhan pasar				Kapasitas pabrik
	1	2	3	4	
A	16	18	12	19	5.000
B	33	35	40	28	7.000
D	18	17	20	21	6.500
	4.000	3.500	6.500	4.500	18.500

Hasil perhitungan transportasi untuk membangun pabrik pada lokasi C ditunjukkan pada Tabel 7.11 berikut.

**Tabel 7.11.** Biaya transportasi pabrik pada lokasi C

Lokasi pabrik	Biaya dan kebutuhan pasar								Kapasitas pabrik
	1		2		3		4		
A	-	16	-	18	5.000	12	-	19	5.000
B	-	33	3.500	35	-	40	3.500	28	7.000
C	4.000	12	-	20	1.500	25	1.000	18	6.500
	4.000		3.500		6.500		4.500		18.500

Total biaya transportasi =  $4.000(12) + 3.500(35) + 5.000(12) + 1.500(25) + 3.500(28) + 1.000(18) = \text{Rp. } 384.000$

Sedangkan biaya transportasi untuk membangun pabrik pada lokasi D seperti pada Tabel 7.12.

**Tabel 7.12.** Biaya transportasi pabrik pada lokasi D

Lokasi pabrik	Biaya dan kebutuhan pasar								Kapasitas pabrik
	1		2		3		4		
A	-	16	-	18	5.000	12	-	19	5.000
B	2.500	33	-	35	-	40	4.500	28	7.000
C	1.500	18	3.500	17	1.500	20		21	6.500
	4.000		3.500		6.500		4.500		18.500

Total biaya transportasi= 2.500(33)+1.500(18)+3.500(17)+5000(12)+1.500(20)+4.500(28) = Rp. 384.000.

Berdasarkan hasil perhitungan biaya transportasi mendirikan pabrik di lokasi lebih menguntungkan karena biayanya lebih murah dibandingkan dengan mendirikan pabrik di lokasi D

**f. Metode Brown-Gibson**

Metode ini merupakan metode penggabungan antara metode obyektif dan subyektif. Faktor obyektif ditentukan dari biaya yang dikeluarkan pada saat melakukan pendirian fasilitas pada masing-masing alternatif lokasi. Faktor subyektif ditentukan dari rating masing-masing faktor subyektif dan dilakukan perbandingan berpasangan. Rumus untuk menentukan faktor obyektif sebagai berikut.

$$FO_i = \frac{1}{B_i \sum \frac{1}{B_i}}$$

Dengan:

FO<sub>i</sub> = Faktor obyektif pada lokasi ke - i

B<sub>i</sub> = Biaya yang dikeluarkan pada lokasi ke-i

Sedangkan ukuran performansi faktor subyektif diformulasikan sebagai berikut:

$$FS_i = (IR_1 \times RL_{11}) + (IR_2 \times RL_{12}) + \dots + (IR_n \times RL_{in})$$

Dengan:

$FS_i$  = Faktor subyektif pada lokasi ke -1

IR = Indeks rating faktor subyektif

RL = Ranking lokasi untuk setiap faktor

Penentuan lokasi fasilitas dilakukan dengan mengkombinasikan antara faktor obyektif dan faktor subyektif dengan menentukan *Location Preference Measure* (LPM). Rumus yang digunakan untuk menentukan LPM sebagai berikut:

$$LPM_i = k (FO_i) + 1-k (FS_i)$$

Dengan:

LPM = *Location Preference Measure*

k = Bobot untuk faktor obyektif

1-k = Bobot untuk faktor subyektif

### Contoh 7.6

Perusahaan Anindya berencana untuk mengembangkan bisnisnya dengan menambah bisnis usaha. Hasil studi pendahuluan terpilih tiga alternatif lokasi yaitu di kota Bandung, Semarang dan Yogyakarta. Pemilihan alternatif lokasi dilakukan melalui *focus group discussion* dari para pemangku kepentingan. Biaya yang dipertimbangkan pendirian usaha adalah sewa tanah dan gedung, upah tenaga kerja, pajak, sosial dan lain-lain. Berdasarkan analisis kelayakan keuangan, biaya tahunan pendirian lokasi di Bandung diperkirakan 9 milyar, Semarang sebesar 8,5 milyar dan Yogyakarta sebesar 8 milyar. Pihak manajemen mempertimbangkan faktor subyektif dalam pendirian usaha adalah faktor lingkungan (kenyamanan karyawan, fasilitas pendidikan

anak karyawan dll), keamanan (kerusuhan, mogok kerja dll) dan birokrasi pemerintah. Ketiga faktor subyektif tersebut memiliki bobot yang sama. Perbandingan berpasangan faktor subyektif antar alternatif lokasi seperti pada Tabel 7.13 berikut.

**Tabel 7.13** Perbandingan berpasangan faktor subyektif

Lokasi	Lingkungan			Keamanan			Birokrasi		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Bandung		1			0			0	
Semarang	1		0	1		0	0		0
Yogyakarta	0	1	1	1	1	1	1	1	1

Pihak manajemen menganggap bahwa faktor obyektif sama pentingnya dengan faktor subyektif. Berdasarkan kasus diatas, perhitungan faktor obyektif ditunjukkan pada Tabel 7.14 berikut:

**Tabel 7.14** Perhitungan faktor obyektif

Lokasi	Biaya (Bi)	1/Bi	Bi( $\sum 1/Bi$ )	1/(Bi( $\sum 1/Bi$ ))
Bandung	9	0,11	3,18	0,31
Semarang	8,5	0,12	3,01	0,33
Yogyakarta	8	0,13	2,83	0,35
		0,35		1.00

Perhitungan faktor subyektif dan ranking lokasi ditunjukkan pada Tabel 7.15 - 7.18.

**Tabel 7.15** Indeks faktor subyektif

Faktor subyektif	Perbandingan berpasangan			Jumlah	Indeks
	1	2	3		
Lingkungan	1	1		2	$2/6 = 0,333$
Keamanan	1		1	2	$2/6 = 0,333$
Birokrasi		1	1	2	$2/6 = 0,333$
				6	1

**Tabel 7.16** Ranking lokasi faktor lingkungan

Lokasi	Lingkungan			Jumlah	Ranking lokasi
	Perbandingan berpasangan				
	1	2	3		
Bandung	1	1		2	$2/4 = 0,50$
Semarang	0		0	0	$0/4 = 0,00$
Yogyakarta		1	1	2	$2/4 = 0,50$
				4	1

**Tabel 7.17** Ranking lokasi faktor keamanan

Lokasi	Keamanan			Jumlah	Ranking lokasi
	Perbandingan berpasangan				
	1	2	3		
Bandung	1	0		1	$1/4 = 0,25$
Semarang	1		0	1	$1/4 = 0,25$
Yogyakarta		1	1	2	$1/4 = 0,50$
				4	1

**Tabel 7.18** Ranking lokasi faktor birokrasi

Lokasi	Birokrasi			Jumlah	Ranking lokasi
	Perbandingan berpasangan				
	1	2	3		
Bandung	0	0		0	$0/3 = 0,00$
Semarang	1		0	1	$1/3 = 0,33$
Yogyakarta		1	1	2	$1/3 = 0,67$
				3	1

**Tabel 7.19** Indeks kepentingan relatif

Faktor	Ranking lokasi			Indeks kepentingan relatif
	Bandung	Semarang	Yogyakarta	
Lingkungan	0,5	0	0,5	0,333
Keamanan	0,25	0,25	0,5	0,333
Birokrasi	0	0,33	0,67	0,333
Jumlah				1

Nilai faktor subyektif (FS) untuk setiap lokasi adalah:

$$FS_{\text{Bandung}} = (0,5) (0,333) + (0,25) (0,333) + (0) (0,333) = 0,24975$$

$$FS_{\text{Semarang}} = (0,25) (0,333) + (0,25) (0,333) + (0,5) (0,333) = 0,19314$$

$$FS_{\text{Yogyakarta}} = (0,5) (0,333) + (0,5) (0,333) + (0,67) (0,333) = 0,47286$$

Perhitungan LPM untuk masing-masing lokasi dengan faktor obyektif sama pentingnya dengan faktor subyektif sebagai berikut:

Faktor obyektif :  $k = 0,5$ ; Faktor subyektif :  $1 - k = 0,5$

**Tabel 7.20** Nilai LPM masing-masing lokasi

Lokasi	k	FO	1-k	SF	LPM
Bandung	0,5	0,31	0,5	0,24975	0,27987
Semarang	0,5	0,33	0,5	0,19314	0,26157
Yogyakarta	0,5	0,35	0,5	0,47286	0,41143

Lokasi terpilih (LPM terbesar) adalah Yogyakarta



# **BAB 8**

## **TATA LETAK FASILITAS**

### **8.1 Pendahuluan**

Tata letak fasilitas didefinisikan sebagai pengaturan fasilitas kerja yang bertujuan untuk mencapai tingkat efisiensi dan produktivitas yang tinggi. Tata letak fasilitas bertujuan agar pengaturan fasilitas yang efektif untuk mendukung kelancaran kerja. Perancangan tata letak meliputi pengaturan tata letak fasilitas dengan memanfaatkan area yang tersedia untuk menempatkan mesin, bahan, perlengkapan, personalia dan peralatan yang digunakan untuk proses produksi (Purnomo, 2004a). Tata letak fasilitas yang ditempatkan pada area kerja diharapkan dapat memberikan kemudahan operator/karyawan bekerja, aliran material mengalir dengan lancar dan pengambilan dan penyimpanan barang dapat disimpan dan diambil dengan mudah.

Tata letak fasilitas yang dirancang dengan baik akan memberi kontribusi positif dalam optimalisasi proses operasi perusahaan dan pada akhirnya akan menjaga kelangsungan hidup perusahaan serta keberhasilan perusahaan (Purnomo, 2004a). Tujuan secara umum perancangan tata letak fasilitas menurut Apple (1977) yaitu menggambarkan sebuah susunan yang ekonomis dari tempat-tempat kerja yang berkaitan, dimana barang-barang dapat diproduksi secara ekonomis. Secara khusus Apple (1977) menjelaskan tujuan rancangan tata letak, yaitu:

- 1) Memudahkan proses manufaktur
- 2) Meminimumkan perpindahan barang
- 3) Memelihara keseimbangan dalam operasi
- 4) Memelihara perputaran barang, khususnya perputaran setengah jadi yang tinggi
- 5) Menekan modal peralatan atau mesin

- 6) Menghemat pemakaian ruangan
- 7) Meningkatkan efisiensi tenaga kerja
- 8) Memelihara kemudahan dalam informasi, meningkatkan keselamatan bagi pegawai, dan memberi kenyamanan dalam melaksanakan pekerjaan.

Rancangan tata letak fasilitas harus mengakomodasi operator/karyawan dapat bekerja secara optimal. Untuk itu, rancangan tata letak fasilitas harus mempertimbangkan untuk dapat mencapai (Heizer and Render, 2005) :

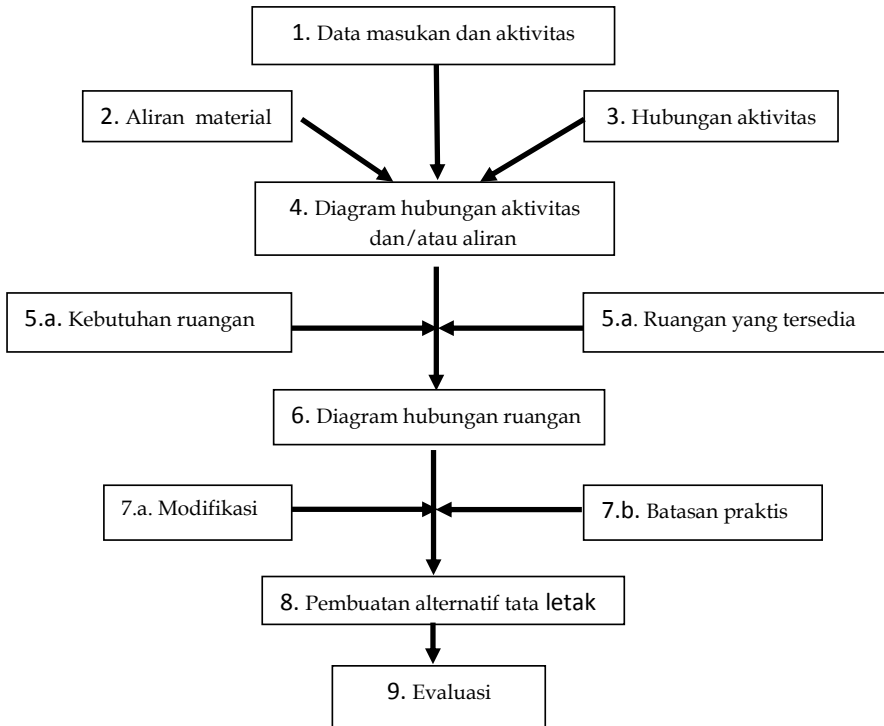
- 1) Utilisasi ruang, peralatan dan orang yang lebih baik
- 2) Aliran informasi, barang, atau orang yang lebih baik
- 3) Moral karyawan yang lebih baik, juga kondisi lingkungan kerja yang lebih aman
- 4) Interaksi dengan pelanggan yang lebih baik
- 5) Fleksibilitas (bagaimana kondisi tata letak yang ada sekarang, tata letak tersebut akan perlu dirubah).

Perencanaan fasilitas diperlukan untuk mengantisipasi persoalan-persoalan tata letak dimasa yang akan datang. Persoalan tersebut sebagai dampak dari perkembangan yang selalu berubah. Perkembangan ekonomi tersebut menyebabkan adanya perubahan desain produk, penambahan produk baru dan peningkatan permintaan. Kondisi ini, berdampak pada tata letak dan fasilitas yang digunakan.

## **8.2 Perencanaan Tata Letak Fasilitas dan Keunggulan Kompetitif**

Perencanaan tata letak fasilitas berkaitan erat dengan keunggulan kompetitif perusahaan. Perencanaan tata letak fasilitas yang disusun secara sistematis berdampak positif terhadap rancangan tata letak fasilitas. Fasilitas yang ditata dengan baik akan menjadi keunggulan perusahaan yang mendorong untuk mampu bersaing dengan perusahaan

lain. Richard Muther dalam Tompkins (1996) menjelaskan perancangan tata letak fasilitas dengan pendekatan *Systematic Layout Planning* (SLP) yang nampak pada Gambar 8.1 berikut.

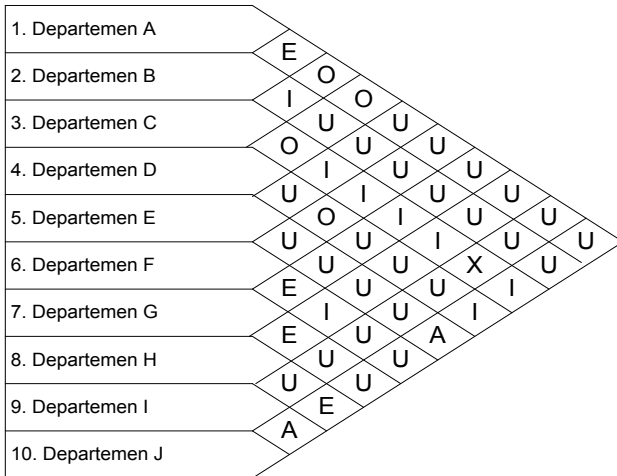


**Gambar 8.1** Langkah-langkah dasar SLP

Sumber : Tompkins, et al (1996)

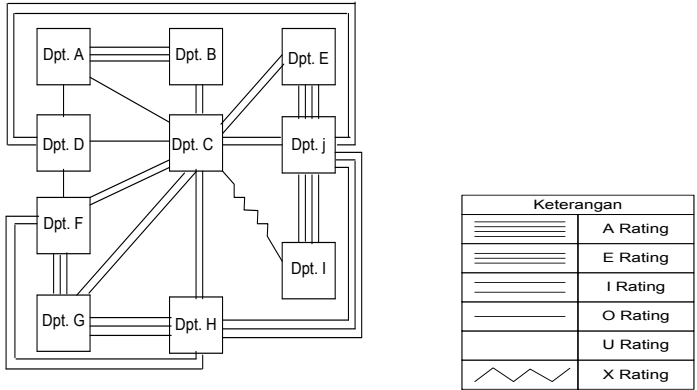
Langkah-langkah perencanaan fasilitas secara sistematis seperti pada Gambar 8.1 menggambarkan langkah sistematis dalam usaha merancang tata letak fasilitas yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Diagram hubungan aktivitas dan/atau aliran perlu dukungan dari data masukan dan aktivitas yang berkaitan dengan rancangan produk, rancangan proses dan rancangan jadwal produksi, aliran material

dan hubungan aktivitas. Data rancangan produk terdiri dari gambar kerja, peta perakitan, daftar komponen, *bill of material* dan prototipe produk. Data rancangan proses merupakan data tahapan-tahapan pembuatan komponen (Purnomo, 2004a). Aliran material merupakan data perpindahan material antar departemen. Data perpindahan material sangat diperlukan dalam merancang tata letak fasilitas. Analisis yang digunakan dalam mengevaluasi aliran material dikenal dengan peta-peta kerja. Diagram hubungan aktivitas dianalisis dengan ARC (*Activity Relationship Chart*). Gambar 8.2 dan 8.3 merupakan contoh ARC dan Activity Relationship Diagram (ARD).



**Gambar 8.2** *Activity Relationship Chart*

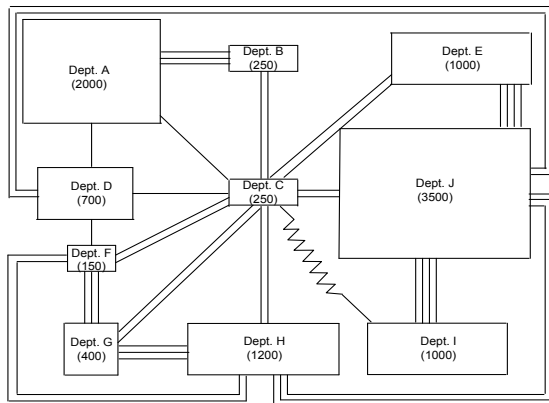
Sumber: Purnomo, 2004a



**Gambar 8.3** Activity Relationship Diagram

Sumber: Purnomo, 2004a

Langkah berikutnya adalah menentukan diagram hubungan ruangan dengan data masukan adalah ARC, kebutuhan ruang dan ruang yang tersedia. Diagram hubungan ruangan sudah mempertimbangkan luasan ruang yang dirancang dan tingkat kedekatan antar ruang. Diagram hubungan ruangan ditunjukkan pada Gambar 8.4.



**Gambar 8.4** Diagram hubungan ruangan

Sumber: Purnomo, 2004a

Rancangan tata letak yang baik akan menjadi keunggulan kompetitif perusahaan. Rancangan tata letak dengan tingkat fleksibilitas yang tinggi sangat diperlukan untuk menghadapi perubahan bisnis yang sangat dinamis. Untuk mengantisipasi perubahan tersebut diperlukan tata letak yang mudah dirubah sesuai dengan kebutuhan. Rancangan tata latak fasilitas tidak dibuat permanen, akan tetapi lebih ditekankan pada kemudahan untuk merubah tata ruang dan kemudahan untuk memindahkan peralatan.

### Contoh 8.1

Suatu perusahaan peralatan rumah tangga melakukan perencanaan tata letak fasilitas yang baru dengan kebutuhan ruang masing-masing sebagai berikut :

$$\text{Departemen A} = 850 \text{ m}^2$$

$$\text{Departemen B} = 1.750 \text{ m}^2$$

$$\text{Departemen C} = 850 \text{ m}^2$$

$$\text{Departemen D} = 850 \text{ m}^2$$

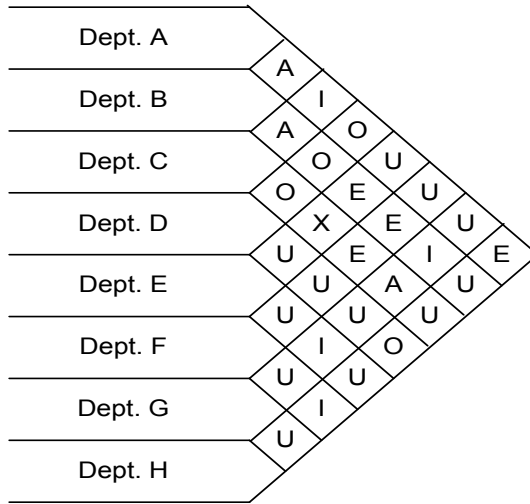
$$\text{Departemen E} = 500 \text{ m}^2$$

$$\text{Departemen F} = 850 \text{ m}^2$$

$$\text{Departemen G} = 650 \text{ m}^2$$

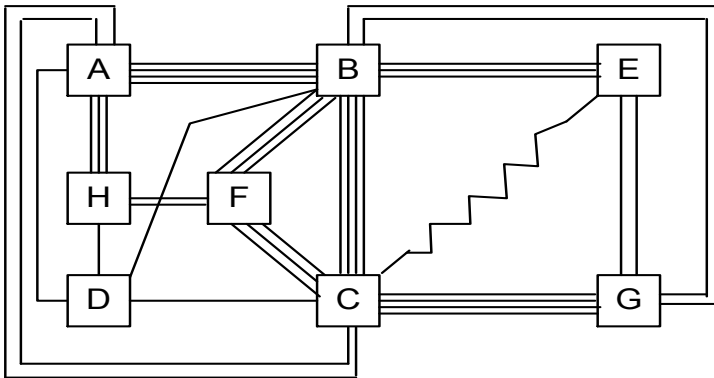
$$\text{Departemen H} = 325 \text{ m}^2$$

Sedang hubungan keterkaitan aktivitas antar departemen ditunjukkan gambar peta keterkaitan aktivitas di bawah ini. Buatlah *block layout* dengan menggunakan konsep SLP.



**Gambar 8.5** Peta keterkaitan aktivitas  
 Sumber: Purnomo, 2004a

Berdasarkan pada peta keterkaitan aktivitas, maka diagram keterkaitan ditunjukkan pada gambar berikut:



**Gambar 8.6** Diagram keterkaitan aktivitas  
 Sumber: Purnomo, 2004a

Dengan luasan ruang untuk:

Departemen A =  $850 \text{ m}^2$

Departemen B =  $1.750 \text{ m}^2$

Departemen C =  $850 \text{ m}^2$

Departemen D =  $850 \text{ m}^2$

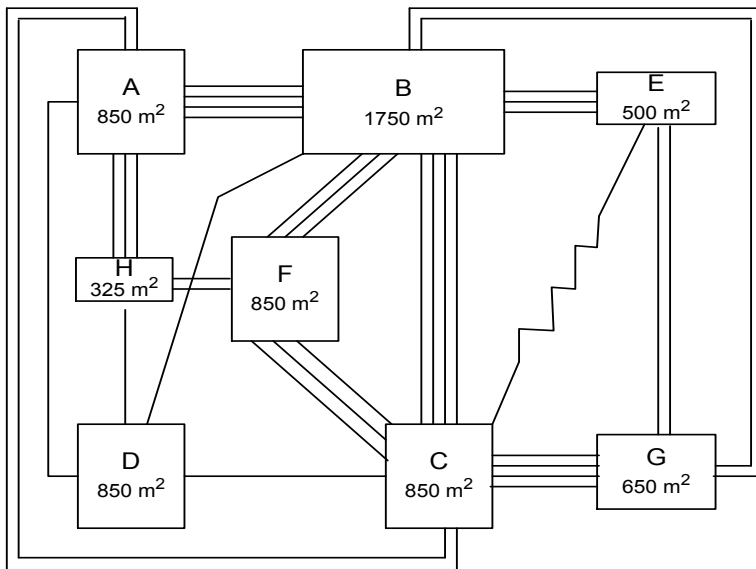
Departemen E =  $500 \text{ m}^2$

Departemen F =  $850 \text{ m}^2$

Departemen G =  $650 \text{ m}^2$

Departemen H =  $325 \text{ m}^2$

Maka diagram hubungan ruangan dan blok tata letak ditunjukkan pada Gambar 8.7 dan 8.8.



**Gambar 8.7** Diagram hubungan ruangan

Sumber: Purnomo, 2004a



Dept H	Dept A	Dept D
Dept E	Dept G	Dept B
Dept F		Dept C

**Gambar 8.8** Blok tata letak  
 Sumber: Purnomo, 2004a

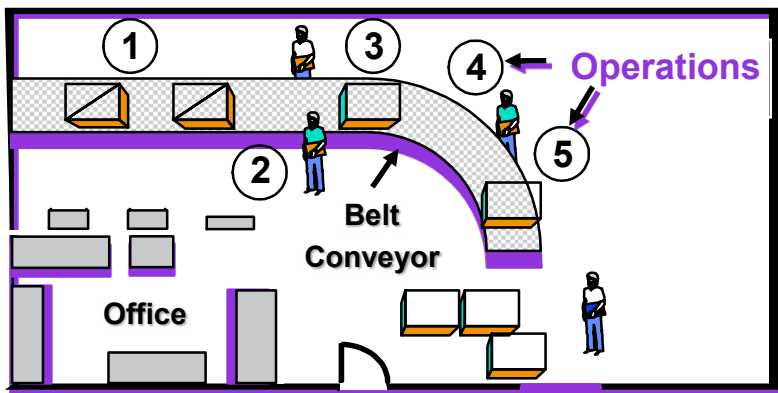
### 8.3 Tipe-tipe Tata Letak.

Tipe tata letak merupakan penempatan fasilitas yang digunakan untuk mendukung proses. Tipe tata letak yang dipilih berorientasi pada tujuan proses produksi yang diinginkan dan dapat menjamin aliran bahan orang dan informasi tidak mengalami hambatan. Keputusan menentukan tipe tata letak harus mempertimbangkan kebutuhan jangka panjang dengan estimasi biaya murah. Secara umum tipe-tipe tata letak terdiri dari tata letak yang berorientasi pada produk (*product layout*), tata letak yang berorientasi pada proses (*process layout*), tata letak dengan posisi tetap (*fixed position layout*) dan tata letak berorientasi pada kelompok teknologi (*group technology*).

**a. Tata letak fasilitas yang berorientasi pada produk (*Product Layout*)**

Tata letak fasilitas yang berorientasi pada produk merupakan jenis tata letak untuk mengakomodasi proses produksi yang bersifat kontinyu. Pengaturan fasilitas untuk produksi disusun sesuai dengan urutan proses untuk menghasilkan produk. Tata letak fasilitas tersebut umumnya digunakan untuk produksi masal dan dengan variasi yang

kecil. Keuntungan tipe tata letak ini adalah dapat menghemat waktu proses. Penghematan ini dikarenakan mesin dari satu proses ke proses lainnya dapat diperpendek, proses dilakukan dari satu mesin ke mesin lainnya secara langsung, memerlukan aktivitas pendek. Proses produksi akan lebih cepat jika perpindahan bahan dilakukan secara mekanik atau dengan teknologi seperti *belt conveyor*. Akan tetapi kelemahan jenis tata letak ini, jika salah satu mesin mati maka seluruh proses akan berhenti dan setiap mesin harus mempunyai kecepatan yang sama. Jika salah satu mesin lambat dalam proses, maka akan terjadi *bottleneck* (penyumbatan). Dikarenakan proses produksi dilakukan secara kontinyu, tidak menutup kemungkinan terjadi proses yang sama dengan mesin sejenis. Kondisi ini menjadikan investasi semakin mahal, karena ada penggandaan mesin sejenis. Gambar tata letak fasilitas yang berorientasi pada produk ditunjukkan pada Gambar 8.9.



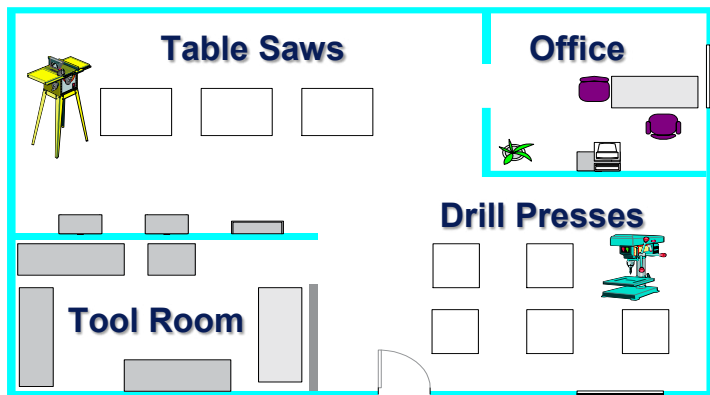
**Gambar 8.9** Product layout

Sumber: Purnomo, 2004a

**b. Tata letak fasilitas yang berorientasi pada proses (*Process Layout*).**

Tata letak fasilitas yang berorientasi pada proses merupakan jenis tata letak untuk mengakomodasi produk

yang bersifat pesanan atau “job shop”. Pada dasarnya tipe tata letak ini menyusun mesin berdasarkan pada fungsinya. Fungsi mesin yang sejenis akan ditempatkan pada satu departemen. Perpindahan material yang diproses dari satu departemen ke departemen yang lain. Tipe tata letak ini menggunakan mesin yang relatif sedikit dibandingkan dengan *product layout* sehingga investasinya rendah. tingkat fleksibilitas tenaga kerja tinggi untuk mengerjakan segala jenis produk. Jika salah satu mesin rusak ma proses produksi tidak berhenti. Kelemahan tipe tata letak ini memerlukan ruang yang besar, karena penempatan mesin yang sejenis dalam satu departemen. Proses produksi memerlukan waktu yang lama dan perpindahan material panjang. Hal ini disebabkan sistem produksinya tidak dilakukan secara berurutan seperti pada *product layout* tetapi tergantung pada produk yang dibuat dan fungsi yang dijalankan.

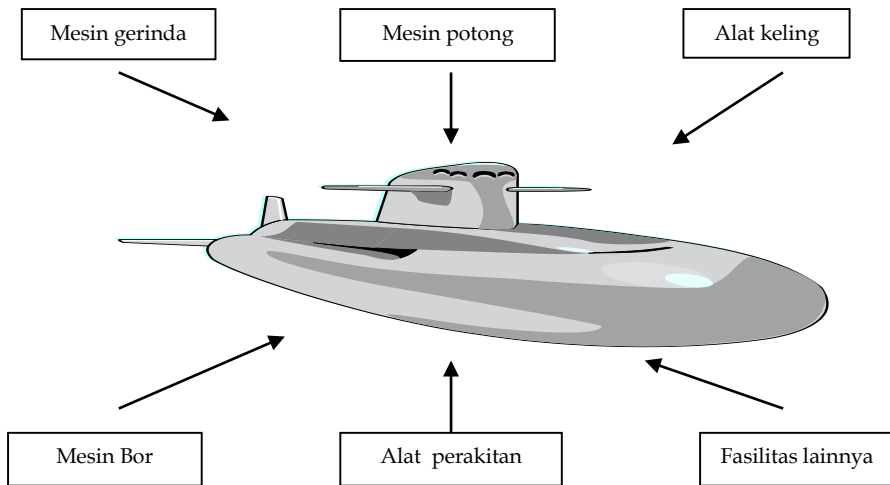


**Gambar 8.10** Process layout  
 Sumber: Purnomo, 2004a

**c. Tata letak dengan posisi tetap (*Fixed Position Layout*)**

Tata letak dengan posisi tetap digunakan untuk memproduksi produk yang besar dan berat yang tidak mungkin

untuk memindahkan produk dari satu tempat ke tempat lain. Pada sistem ini, mesin dan pekerja menuju produk yang dibuat. Industri pesawat terbang dan penggalangan kapal merupakan contoh dari tipe tata letak dengan posisi tetap. Tipe tata letak ini akan memiliki keuntungan tinggi jika kelompok kerja berjalan secara efektif. Sedangkan hambatannya adalah memerlukan ruang yang luas dan diperlukan pengawasan kelompok kerja yang ketat.



**Gambar 8.11** Fixed position layout

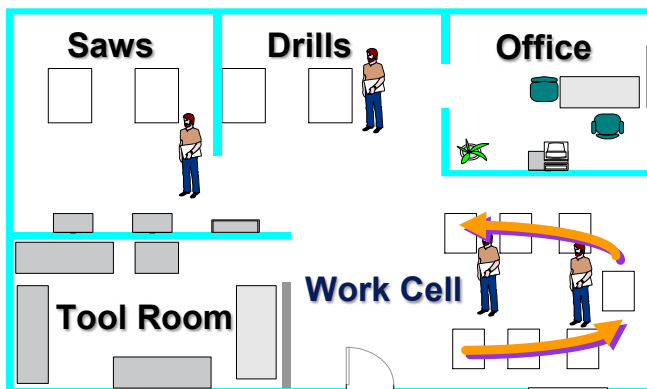
Sumber: Purnomo, 2004a

**d. Tata letak fasilitas berdasarkan kelompok produk (*Group Technology Layout*)**

Tata letak fasilitas berdasarkan kelompok produk digunakan untuk mengantisipasi proses yang tidak dapat menggunakan *product layout* dan *process layout*. Tipe tata letak ini telah banyak digunakan dalam proses produksi karena tuntutan yang semakin kompleks. Perkembangan kebutuhan produk dewasa ini pada suatu kondisi dimana permintaan tidak banyak

dan variasi produk tinggi. Kebutuhan produk tersebut, cocok jika menggunakan tata letak dengan konsep tata letak berdasarkan kelompok produk. Tipe tata letak ini, pada dasarnya pengaturan tata letak dengan yang mengkombinasikan antara *product layout* dan *process layout*. Tata letak fasilitas berdasarkan kelompok produk merupakan tipe tata letak dengan mesin-mesin dalam satu kelompok dan ditempatkan dalam satu sel. Mesin dalam satu sel digunakan untuk memproses komponen yang masuk dalam satu keluarga (*family product*). Setiap keluarga komponen dikelompokkan berdasarkan kesamaan bentuk komponen, proses atau mesin yang digunakan.

Seperti pada tipe tata lainnya, *group technology layout* memiliki keuntungan yaitu dapat mengurangi waktu proses dan biaya perpindahan material, lebih fleksibel jika ada proses yang berhenti dapat dicarikan alternatif lain, utilisasi mesin lebih optimal dan cacat produk dapat dikurangi karena operator lebih terlatih. Sedangkan kerugian adalah biaya investasi besar yang digunakan untuk realokasi dan penggandaan mesin, membutuhkan tenaga kerja dengan kerampilan tinggi yang mampu mengoperasikan mesin yang berbeda dalam satu sel.



**Gambar 8.12** Group technology layout

Sumber: Purnomo, 2004a

## 8.4 Penentuan Jumlah Mesin

Tingkat efisiensi perusahaan salah satunya ditentukan oleh jumlah mesin yang digunakan. Pemilihan jenis dan jumlah mesin sesuai dengan kebutuhan menjadikan proses produksi lancar dan biaya rendah. Penentuan jumlah mesin dipengaruhi oleh beberapa parameter yang antara lain adalah waktu yang digunakan untuk memproses produk, jumlah yang diproduksi pada setiap proses, efisiensi mesin, dan faktor lainnya. Jika mempertimbangkan parameter-parameter yang bersifat tidak pasti, diperlukan distribusi probabilitas sebagai pengganti estimasi parameter-parameter (Purnomo, 2004a).

Waktu proses yang dimaksud adalah waktu standar yang digunakan untuk memproses satu unit produk. Sedangkan faktor efisiensi adalah efisiensi mesin yang digunakan. Rumus penentuan jumlah mesin untuk model deterministik adalah sebagai berikut:

$$JM = \frac{T \cdot I}{E \cdot JT}$$

Dimana :

JM = Jumlah mesin yang dibutuhkan

T = Waktu standar untuk menghasilkan satu produk

I = Input untuk setiap proses

E = Efisiensi kerja mesin

D = Jumlah waktu (menit) yang tersedia.

### Contoh 8.2

Perusahaan Anindya yang bergerak dalam pengelolaan ikan berencana untuk mengembangkan bisnisnya dengan membuat pabrik baru. Terdapat tiga proses dalam memproduksi yaitu proses A, B dan C. Waktu standar yang diperlukan untuk proses A sekitar 6 menit per produk, proses B 4 menit per produk dan 3 menit per produk untuk proses C. Sedangkan *scrap* untuk tiap tahapan proses adalah 5% untuk proses A, 3% untuk proses B dan 7% untuk proses C. Jika estimasi kebutuhan per hari 5000

unit produk dengan tingkat efisiensi mesin 90% tentukan kebutuhan mesin setiap proses.

Berdasarkan pada permasalahan diatas maka kebutuhan jumlah mesin adalah:

$$I_C = \frac{5000}{1 - 0,07} = 5376,34 \approx 5377$$

$$I_B = \frac{5377}{1 - 0,03} = 5543,29 \approx 5544$$

$$I_A = \frac{5544}{1 - 0,05} = 5835,78 \approx 5836$$

$$JM_A = \frac{T_A I_A}{JT_A E_A} = \frac{(6 \text{ menit}) (5836)}{(60)(8 \text{ jam})(0,9)} = 81,05 \approx 81 \text{ mesin}$$

$$JM_B = \frac{T_B I_B}{JT_B E_B} = \frac{(4 \text{ menit}) (5544)}{(60)(8 \text{ jam})(0,9)} = 51,3 \approx 52 \text{ mesin}$$

$$JM_C = \frac{T_C I_C}{JT_C E_C} = \frac{(3 \text{ menit}) (5377)}{(60)(8 \text{ jam})(0,9)} = 37,34 \approx 38 \text{ mesin}$$

## 8.5 Pergudangan

Pergudangan berfungsi untuk menyimpan barang jadi, setengah jadi atau material untuk menunggu proses produksi atau pengiriman ke distributor. Karena sifat gudang adalah menyimpan barang untuk sementara, maka diperlukan manajemen yang akurat agar biaya yang ditanggung perusahaan rendah. Untuk itu diperlukan kontrol yang ketat, menentukan jumlah yang akurat dan menentukan waktu penyimpanan yang tepat. Aktivitas pergudangan dimulai dari penerimaan barang, melakukan penyimpanan, pengaturan dan pengambilan barang untuk dikirim. Aktivitas ini harus dikelola dengan optimal termasuk metode yang digunakan untuk keluar masuk barang.

Proses produksi yang cenderung bergerak cepat saat ini diperlukan pengelolaan gudang yang efektif. Sistem produksi tepat waktu menuntut pergudangan untuk mengatur jumlah barang yang disimpan digudang optimal dan pada saat proses produksi selesai barang yang ada di gudang nol (*zero inventory*). Pergudangan memiliki manfaat antara lain (Purnomo, 2004a):

1. *Manufacturing support*. Operasi pergudangan mempunyai peranan sangat penting dalam proses produksi. Dukungan dari operasi pergudangan sangat mutlak bagi kelancaran proses operasi produksi. Sistem administrasi, proses penyimpanan, transportasi dan material handling, serta aktivitas lain dalam pergudangan diatur sedemikian hingga proses produksi berlangsung sesuai dengan target yang hendak dicapai.
2. *Product mixing*. Menerima pengiriman barang berbagai macam dalam jumlah besar dari berbagai sumber dan dengan sistem material handling baik otomatis atau manual dilakukan penyortiran dan menyiapkan pesanan pelanggan selanjutnya mengirimnya ke pelanggan.
3. Sebagai perlindungan terhadap barang. Gudang merupakan jenis peralatan/tempat dengan sistem pengamanan yang dapat diandalkan. Dengan demikian barang akan mendapatkan jaminan keamanan baik dari bahaya pencurian, kebakaran, banjir, serta problem keamanan lainnya.
4. Dalam sistem pergudangan, material yang berbahaya dan material yang tercemar akan dipisahkan. Beberapa material ada yang berisiko membahayakan dan menimbulkan pencemaran, untuk itu dengan menggunakan kode keamanan tidak diijinkan material yang berisiko tersebut ditempatkan dekat dengan lokasi pabrik.
5. Sebagai persediaan. Untuk melakukan peramalan permintaan produk yang akurat merupakan hal yang sulit. Agar dapat melayani pelanggan setiap waktu operasi pergudangan dapat digunakan sebagai alternatif tempat persediaan barang.



Pergudangan memiliki fungsi yang sangat kompleks untuk mendukung proses produksi. Fungsi ini tidak hanya untuk menyimpan barang melainkan memiliki fungsi lainnya. Menurut aliran kerja dari pergudangan, fungsi pergudangan merupakan rangkaian dari aktivitas-aktivitas berikut ini (Frazelle, 2000):

1. *Receiving*, yaitu melakukan penerimaan bahan dari pemasok
2. *Prepackaging*. Setiap bahan yang diterima setelah dilakukan aktivitas administrasi (pencatatan material masuk) selanjutnya dilakukan pengepakan. Pengepakan bisa dilakukan satu per satu dari satu komponen, bisa juga dikombinasikan dengan komponen lainnya.
3. *Putaway*. Material yang sudah dilakukan pengepakan (kemasan) ditempatkan pada tempat penyimpanan sebelum dilakukan proses selanjutnya.
4. *Storage/gudang*, merupakan proses penahanan barang sambil menunggu permintaan. Bentuk gudang tergantung ukuran dan kuantitas item di dalam persediaan dan karakter dari proses pemindahan/penanganan produk.
5. *Order picking*. Merupakan proses pemindahan /pengambilan komponen dari tempat penyimpanan (misal dari pallet rack), memilih dan mengetahui sejauh mana barang sesuai dengan permintaan.
6. Pengepakan dan atau pemberian harga. Proses ini dilakukan setelah proses pemungutan/pengambilan barang dari tempat penyimpanan. Sama halnya dalam aktivitas prepacking, item-item barang baik secara individu maupun kombinasi dari beberapa item barang dilakukan pengepakan. Kemudian dilakukan penetapan daftar harga barang.
7. *Sortation*, merupakan proses penyortiran barang yang tidak sesuai dengan spesifikasi pesanan.
8. Proses pemuatan dan pengiriman. Sebelum dilakukan pengepakan dan pengiriman ke pelanggan, maka terlebih dahulu dilakukan

pengecekan barang yang akan dilempar ke pasar. Kemudian dipak di dalam kontainer yang sesuai, dengan meneliti dokumen-dokumen pengiriman termasuk packing list, pelabelan alamat dan *bill of loading*. Tugas lain adalah menimbang berat untuk menentukan biaya pengiriman, dan memuatnya ke dalam alat angkut.

Proses pergudangan tidak lepas dari konsep material handling. Proses ini berawal dari pengambilan barang dari gudang sampai kembali ke gudang lagi. Agar proses ini lancar diperlukan konsep penanganan material yang tepat. Konsep ini diawali dengan pemilihan peralatan yang digunakan, sistem aliran, pemanfaatan ruangan, model pengangkutan, ukuran peralatan yang digunakan, ukuran dan berat material yang diangkut. Secara rinci Meyers, 1993 menjelaskan beberapa prinsip material handling seperti pada Tabel 8.1 berikut:

**Tabel 8.1.** Prinsip-prinsip material handling

No.	Prinsip	Keterangan
1	Perencanaan	Melakukan perencanaan material dan aktivitas-aktivitas penyimpanan untuk mendapatkan efisiensi operasi semaksimal mungkin.
2	Sistem aliran	Mengintegrasikan sebanyak mungkin aktivitas penanganan dan mengkoordinasikan sistem operasi meliputi agen, penerimaan, penyimpanan, produksi, inspeksi, pengawasan, transportasi dan konsumen.
3	Aliran Material	Merencanakan urutan operasi dan tata letak peralatan untuk mengoptimalkan aliran barang / material.
4	Penyederhanaan	Menyederhanakan penanganan dengan cara mengurangi, menghilangkan, menggabungkan pemindahan atau peralatan yang tidak perlu.
5	Gravitasi	Menggunakan konsep gravitasi untuk memindahkan barang (jika memungkinkan).
6	Memanfaatkan ruangan	Memanfaatkan volume bangunan seoptimal mungkin

7	Ukuran satuan	Meningkatkan jumlah, ukuran, berat beban, atau tingkat aliran
8	Mekanisasi	Melakukan operasi penanganan material secara mekanik
9	Otomasi	Menggunakan peralatan otomatis untuk produksi, penanganan dan penyimpanan.
10	Pemilihan peralatan	Mempertimbangkan semua aspek penanganan material, pemindahan dan metode yang digunakan.
11	Standarisasi	Menstandarisasi metode penanganan, jenis dan ukuran peralatan penanganan.
12	Kemampuan adaptasi	Menggunakan metode dan peralatan yang dapat menjalankan berbagai macam tugas dan penerapan dengan baik.
13	Bobot mati	Mengurangi perbandingan bobot mati dari peralatan penanganan yang bergerak terhadap beban yang dibawa.
14	Utilisasi	Merencanakan pemakaian peralatan penanganan material dan sumber tenaga manusia secara optimum
15	Perawatan	Merencanakan perawatan pencegahan dan jadwal perbaikan dari semua peralatan penanganan.
16	Keuangan	Mengganti metode dan peralatan penanganan yang usang dan jika ada metode atau peralatan yang lebih efisien akan meningkatkan operasi.
17	Pengawasan	Menggunakan aktivitas-aktivitas penanganan material untuk meningkatkan pengendalian produksi, pengendalian persediaan dan penanganan biaya.
18	Kapasitas	Menggunakan peralatan penanganan untuk membantu dalam mencapai kapasitas produksi yang diinginkan.
19	Efektivitas	Menentukan efektivitas kinerja penanganan dalam bentuk biaya persatuan yang ditangani.
20	Keamanan	Menetapkan metode dan peralatan yang sesuai untuk keamanan penanganan.

(Sumber : Meyers, 1993)

# BAB 9

## ANALISIS KEPUTUSAN

### 9.1. Pendahuluan

Pengambilan keputusan setiap saat dilakukan oleh seseorang baik secara sadar maupun tidak sadar. Pada satu sisi seseorang senang mengambil keputusan dengan risiko tinggi dan disisi lain seseorang takut dalam mengambil keputusan. Pengambilan keputusan bagi sebagian orang merupakan suatu seni karena banyak mengkombinasikan faktor yang bersifat kualitatif yang dikombinasikan dengan situasi dimana keputusan nantinya akan berperan. Memang sangat tidak mungkin suatu pengambilan keputusan dapat seluruhnya dipelajari sehingga seseorang nantinya akan mampu memunculkan suatu keputusan yang baik, tepat dan bermakna karena banyaknya faktor yang terlibat didalamnya serta adanya keterbatasan tingkat kemampuan dan pengambil keputusan itu sendiri (Guritno dan Purnomo, 2000).

Proses pengambilan keputusan di perusahaan harus dilakukan secara hati-hati untuk memilih beberapa pilihan. Pada prinsipnya pengambilan keputusan akan memilih beberapa alternatif berdasarkan kriteria penilaian tertentu. Schroeder (1989), mengemukakan bahwa pengambilan keputusan adalah sebagai pemilihan yang didasarkan kriteria tertentu atas dua atau lebih alternatif yang mungkin. Keputusan merupakan hasil akhir yang harus dipertanggungjawaban karena menyangkut masalah perencanaan kedepan. Pengambilan keputusan mengandung tingkatan yang berbeda beda dari risiko yang rendah sampai pada risiko tinggi bahkan sampai pada ketidakpastian yang tinggi. Beberapa penyebab risiko dan ketidakpastian adalah keterbatasan sumber daya, datanya sulit dicari dan bias serta dinamika perubahan lingkungan ekonomi yang cepat.

Perubahan lingkungan ekonomi menjadi tantangan yang berat dalam pengambilan keputusan saat ini. Oleh karena itu, untuk mendapatkan hasil yang baik perlu dilakukan pengumpulan informasi yang lengkap terkait dengan kompleksnya permasalahan. Langkah-langkah yang perlu dilakukan agar didapat data yang akurat adalah melengkapi informasi sebelum membuat keputusan dan memperbesar skala operasi. Kelengkapan data akan membantu dalam pengambilan keputusan meskipun dengan konsekuensi biaya yang tinggi.

## 9.2 Metoda Pengambilan Keputusan pada Kondisi Risiko dan Ketidakpastian

Beberapa metoda yang dapat digunakan untuk melakukan analisis pada kondisi risiko dan ketidakpastian adalah (Guritno dan Purnomo, 2000):

a. Intuisi

Intuisi sering digunakan bagi pengambil keputusan yang berpengalaman, namun demikian kadang-kadang sulit ditelusuri proses pengambilan keputusan yang ditempuh. Kelemahan metoda ini adalah bersifat sangat subyektif sehingga variasi keputusan yang terjadi antar individu sangat tinggi.

b. Metoda konservatif

Metoda ini mencirikan seorang pengambil keputusan yang bersifat *risk avoider* (penghindar risiko). Keputusan yang dihasilkan seringkali pesimistik sehingga sangat sering keputusannya kearah yang *non-favorable*. Sebagai contoh jika dihadapkan pada penerimaan tahunan (*annual receipt*) maka akan diestimasi rendah, sedangkan pada sisi pengeluaran tahunan (*annual disbursement*) akan diestimasi lebih tinggi dari keadaan normalnya.

c. Metoda Pesimistik–Optimistik

Metoda ini menggambarkan sifat seorang pengambil keputusan yang kadang-kadang bersifat pesimis (konservatif) atau pada sisi

lainnya bersifat optimistik (*risk seeker*). Beberapa pendekatan diantara kedua ekstrim ini adalah metoda Hurwicz, La Place dan sebagainya.

d. Metoda sensitivitas

Metoda ini sering digunakan dalam pengambilan keputusan secara cepat dalam waktu yang singkat. Seorang pengambil keputusan akan menentukan parameter yang sensitif terhadap perubahan, sehingga pada parameter tersebut analisis dipusatkan untuk menentukan besarnya pengaruh yang terjadi.

e. Metoda Breakeven

Kondisi impas (*breakeven*) adalah keadaan total biaya akan sama dengan penerimaan yang diperoleh. Dengan demikian umumnya seorang pengambil keputusan tidak akan mengambil risiko tentang apa yang dilakukan (konservatif) saat belum mencapai kondisi impas tersebut.

f. Metoda pengurangan risiko (*risk discounting method*)

Metoda ini mengkaitkan dengan tingkat risiko yang akan dialami oleh suatu penanaman investasi. Risiko ini dapat dituangkan dalam bentuk pengenaan tingkat suku bunga pinjaman tergantung dari kondisi internal dan eksternal atas aktivitas yang dilakukan.

Untuk menyelesaikan persoalan dalam pengambilan keputusan maka dapat dilakukan tindakan awal sebagai berikut: identifikasi tindakan yang tersedia, pendugaan probabilitas, membuat *pay-off* matriks

### 9.2.1 Pengambilan keputusan dengan risiko

a. **Expected Value (EV)**

Expected value atau nilai harapan merupakan peluang dari setiap alternatif keputusan yang berdasarkan nilai probabilitas.

### Contoh 9.1

Perusahaan akan melakukan pengembangan investasi yaitu alternatif A dan B. Berdasarkan kajian awal ada dua kondisi dengan probabilitas kejadian untuk kondisi 1 sebesar 45% dan kondisi 2 sebesar 55%.

**Tabel 9.1** Alternatif investasi dan probabilitas kejadian contoh 9.1

Alternatif Investasi	Kondisi 1 (p=0,45)	Kondisi 2 (p=0,55)
A	- Rp 15.000.000	Rp 16.000.000
B	Rp 2.500.000	Rp 1.500.000

Pada Tabel 9.1 menunjukkan, jika kondisi 1 terjadi investasi A akan mengalami kerugian Rp 15.000.000 dan investasi B akan untung Rp 2.500.000. Sedangkan, jika kondisi 2 terjadi maka investasi A akan untung Rp. 16.000.000 dan investasi B akan untung 1.500.000. Nilai EV adalah:

$$EV_A = - \text{Rp } 15.000.000 (0,45) + \text{Rp } 16.000.000 (0,55) \\ = \text{Rp } 2.050.000$$

$$EV_B = \text{Rp } 2.500.000 (0,45) + \text{Rp } 1.500,000 (0,55) \\ = \text{Rp } 1.950.000$$

Berdasarkan hasil tersebut, alternatif A terpilih karena memiliki EV terbesar.

*b. Expected Opportunity Loss (EOL)*

*Expected Opportunity Loss (EOL)* adalah metode yang digunakan untuk meminumkan kerugian dari beberapa alternatif yang diusulkan. Langkah awal penyelesaian EOL dilakukan dengan merubah matrik keuntungan ke dalam matrik kerugian (*Opprtunity Loss Matrix/OLM*).

### Contoh 9.2

Perusahaan Anindya berencana mengembangkan usaha dengan mengusulkan tiga alternatif investasi yaitu A, B dan C. Setiap alternative memiliki dua kemungkinan dengan probabilitas untuk kondisi 1 sebesar 0,35 dan kondisi 2 sebesar 0,65.

**Tabel 9.2** Alternatif investasi dan probabilitas kejadian contoh 9.2

Alternatif Investasi	Kondisi 1 (p=0,35)	Kondisi 2 (p=0,65)
A	Rp 15.000.000	- Rp 5.000.000
B	- Rp 3.000.000	Rp 16.000.000
C	Rp 18.000.000	Rp 4.000.000

Nilai matrik OLM didapat dari selisih antara nilai terbesar dan terkecil dari setiap kondisi. Hasil OLM nampak seperti pada Tabel 9.3.

**Tabel 9.3** Nilai OLM kondisi 1 dan 2

Alternatif Investasi	Kondisi 1 (p=0,35)	Kondisi 2 (p=0,65)
A	Rp 3.000.000	Rp 21.000.000
B	Rp 21.000.000	0
C	0	Rp 12.000.000

$$EOL_A = 3.000.000 (0,35) + 21.000.000 (0,65) = 14.700.000$$

$$EOL_B = 21.000.000 (0,35) + 0 (0,65) = 7.350.000$$

$$EOL_C = 0 (0,35) + 12.000.000 (0,65) = 7.800.000$$

Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa alternatif B yang terbaik karena meminimumkan kerugian.



c. *Expected Value of Perfect Information (EVPI)*

Nilai harapan informasi yang sempurna didapat dari informasi yang sempurna dikurangi dengan risiko yang terjadi pada suatu kondisi. Berdasarkan Tabel 9.2 dan 9.3 didapat nilai EVPI adalah:

$$\begin{aligned} \text{EV (sempurna)} &= 0,35 (\text{Rp. } 18.000.000) + 0,65 (\text{Rp } 16.000.000) \\ &= \text{Rp } 16.700.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EV (alternative B)} &= 0,35 (\text{Rp } 18.000.000) + 0,65 (\text{Rp } 4.000.000) \\ &= \text{Rp } 9.350.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EVPI} &= \text{Rp } 16.700.000 - \text{Rp } 9.350.000 \\ &= \text{Rp } 7.350.000 \end{aligned}$$

Nilai EVPI akan selalu sama dengan EOL paling optimal. EVPI merupakan nilai dari informasi tambahan untuk kondisi dimasa depan. Apabila pengambil keputusan ingin mendapatkan informasi tambahan terhadap kondisi masa depan, maka pengambil keputusan harus mengeluarkan biaya tambahan sebesar EOL minimum.

### 9.2.2 Pengambilan keputusan untuk kondisi ketidakpastian

Pengambilan keputusan untuk kondisi ketidakpastian digunakan apabila persoalan tidak memiliki nilai kemungkinan.

#### Contoh 9.3

Perusahaan Anindya memiliki dana yang akan digunakan untuk investasi tiga alternatif usaha yaitu investasi A, B dan C. Prediksi perkembangan nampak seperti pada Tabel berikut.

**Tabel 9.4** Nilai perkembangan cepat, normal dan lambat

Alternatif	Perkembangan		
	Cepat	Normal	Lambat
A	150.000.000	120.000.000	- 80.000.000
B	120.000.000	100.000.000	50.000.000
C	80.000.000	80.000.000	80.000.000

**a. Kriteria La Place**

Kriteria La Place mengasumsikan bahwa semua peristiwa mempunyai peluang kejadian yang sama. Jika ada dua peristiwa, maka peluang kejadian masing-masing sebesar 50%. Dengan demikian peluang kejadian peristiwa masing-masing peristiwa adalah  $1/\text{jumlah}$ . Persoalan pada contoh 9.3, dengan kriteria La Place adalah :

$$EV_A = (1/3) \times 150.000.000 + (1/3) \times 120.000.000 + (1/3) \times -80.000.000 = 63333333.33$$

$$EV_B = (1/3) \times 120.000.000 + (1/3) \times 100.000.000 + (1/3) \times 50.000.000 = 90000000$$

$$EV_C = (1/3) \times 80.000.000 + (1/3) \times 80.000.000 + (1/3) \times 80.000.000 = 80000000$$

Hasil terbaik menurut kriteria La Place adalah alternatif B.

**b. Kriteria maximin**

Kriteria maximin adalah memilih nilai maksimum dari nilai minimum yang dipilih dari setiap alternatif. Kriteria ini berdasarkan pada sebuah asumsi bahwa pengambil keputusan bersifat penghindar risiko.

**Tabel 9.5** Perhitungan kriteria maximin

Alternatif	Perkembangan		
	Cepat	Normal	Lambat
A	150.000.000	120.000.000	- 80.000.000*
B	120.000.000	100.000.000	50.000.000*
C	80.000.000*	80.000.000*	80.000.000*

\* Nilai terkecil dari setiap alternatif

Nilai terkecil untuk alternatif A sebesar –Rp 80.000.000, alternatif B sebesar Rp 50.000.000 dan alternatif C sebesar Rp 80.000.000. Dengan demikian alternatif terpilih adalah alternatif C.

**c. Kriteria maximax**

Kriteria maximax adalah memilih nilai maksimum dari nilai maksimum yang dipilih dari setiap alternatif. Kriteria ini berdasarkan pada sebuah asumsi bahwa pengambil keputusan bersifat pengambil risiko.

**Tabel 9.6** Perhitungan kriteria maximax

Alternatif	Perkembangan		
	Cepat	Normal	Lambat
A	150.000.000*	120.000.000	- 80.000.000
B	120.000.000*	100.000.000	50.000.000
C	80.000.000*	80.000.000*	80.000.000*

\* Nilai terbesar dari setiap alternatif

Nilai terbesar untuk alternatif A sebesar Rp 150.000.000, alternatif B sebesar Rp 120.000.000 dan alternatif C sebesar Rp 80.000.000. Dengan demikian alternatif terpilih adalah alternatif A.

**d. Kriteria Hurwicz**

Kriteria Hurwicz merupakan kombinasi dari kriteria maximin dan maximax dengan mempertimbangkan nilai koefisien optimisme. Kriteria sebagai penengah karena banyak pengambil keputusan yang bersifat moderat dalam arti pengambil keputusan bukan sebagai penghindar risiko dan pengambil risiko.

**Tabel 9.7** Perhitungan kriteria Hurwicz

Alternatif	Maximin	Maximax
A	- 80.000.000	150.000.000
B	50.000.000	120.000.000
C	80.000.000	80.000.000

Misalkan nilai koefisien optimisme ( $\alpha$ ) sebesar 0.75, maka nilai tiap alternatif adalah:

$$A = \text{Rp } 150.000.000 (0,75) + (- \text{Rp } 80.000.000 (0,25)) \\ = \text{Rp } 92.500.000$$

$$B = \text{Rp } 120.000.000 (0,75) + \text{Rp } 50.000.000 (0,25) \\ = \text{Rp } 102.500.000$$

$$C = \text{Rp } 80.000.000 (0,75) + \text{Rp } 80.000.000 (0,25) \\ = \text{Rp } 80.000.000$$

Berdasarkan kriteria Hurwicz alternatif yang dipilih adalah alternatif B.

**e. Kriteria regret (minimax regret)**

Kriteria Regret dilakukan dengan menghitung Opportunity Loss, dan memilih nilai minimal dari setiap nilai maksimal dari setiap alternatif. Kriteria ini dengan mengasumsikan bahwa pengambil keputusan akan mengalami kerugian, sehingga memilih alternatif dengan kerugian terkecil.

**Tabel 9.8** Perhitungan kriteria regret

Alternatif	Perkembangan			Pay off terbesar
	Cepat	Normal	Lambat	
A	0	0	160.000.000	160.000.000
B	30.000.000	20.000.000	30.000.000	30.000.000*
C	70.000.000	40.000.000	0	70.000.000

Berdasarkan kriteria Regret yang dipilih adalah alternatif B, karena mengalami kerugian terkecil.

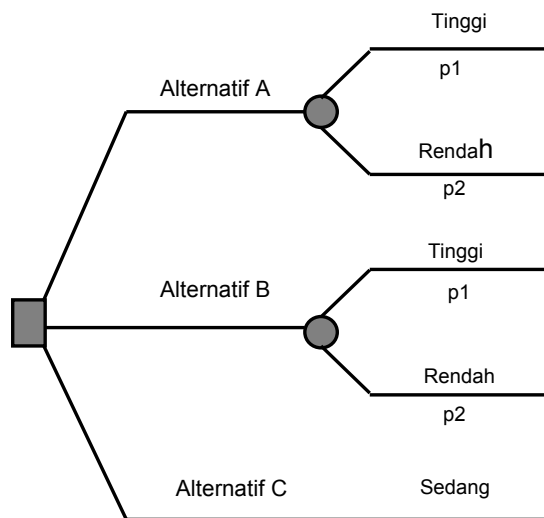
**9.3 Analisis Pohon Keputusan**

Pohon keputusan merupakan alat pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan cabang-cabang keputusan yang menggambarkan

hubungan antara alternatif keputusan dengan peluang kejadian. Pengambilan keputusan dengan diagram pohon akan mempermudah dalam menggambarkan persoalan. Simbol-simbol yang digunakan untuk membuat pohon keputusan adalah:

1. ■ = Keputusan adalah pilihan antara dua atau lebih alternatif, jika hanya ada satu alternatif maka tidak ada keputusan yang bisa dibuat.
2. ● = Kejadian tidak pasti adalah suatu kondisi diluar kontrol pengambil keputusan yang dapat menghasilkan dua atau lebih kemungkinan kejadian.

Pada Gambar 9.1 pohon keputusan memiliki tiga alternatif yaitu A, B dan C. Alternatif A dan B mempunyai dua kemungkinan hasil yaitu tinggi dan rendah dengan probabilitas kemungkinan sebesar  $p_1$  dan  $p_2$ . Sedangkan alternatif C hanya memiliki satu kemungkinan yang akan menghasilkan hasil sedang. Pada gambar tersebut akan dengan mudah dibaca tentang gambaran keputusan serta dapat memahai keseluruhan persoalan secara simultan.



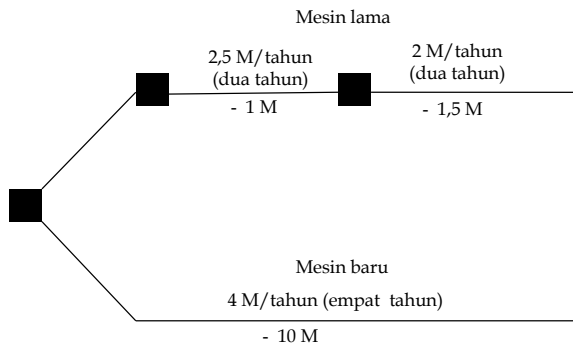
**Gambar 9.1** Contoh diagram pohon untuk tiga alternatif

**a. Pohon keputusan persoalan deterministik**

Persoalan keputusan yang bersifat deterministik merupakan pengambilan keputusan tanpa melibatkan peluang kejadian. Pengambilan keputusan ini lebih sederhana dan mudah diselesaikan.

**Contoh 7.4**

PT Anindya merencanakan akan membeli mesin atau tetap menggunakan mesin lama dengan melakukan berbagai perbaikan. Pohon keputusan untuk penggunaan mesin lama dan membeli mesin baru. Jika dipertahankan mesin lama, pada dua tahun pertama dapat keuntungan 2,5 M per tahun dan biaya perawatan dan operasi mesin yang dikeluarkan 1 M. Tahun kedua berikutnya akan mendapatkan keuntungan 2 M per tahun dan biaya perawatan dan operasi sebesar 1,5 M. Sedangkan, pergantian mesin baru akan mendapatkan keuntungan 4 M per tahun dan biaya investasi dan operasi 10 M.



**Gambar 9.2** Pohon keputusan persoalan deterministik

$$\text{Mesin lama} = ((2 \text{ M} \times 2) - 1,5\text{M}) + ((2,5 \times 2) - 1 \text{ M}) = 6,5 \text{ M}$$

$$\text{Mesin baru} = ((4 \text{ M} \times 4) - 10 \text{ M}) = 6 \text{ M}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa mesin lama masih menguntungkan dibandingkan mesin baru dengan keuntungan sebesar 0,5 M.

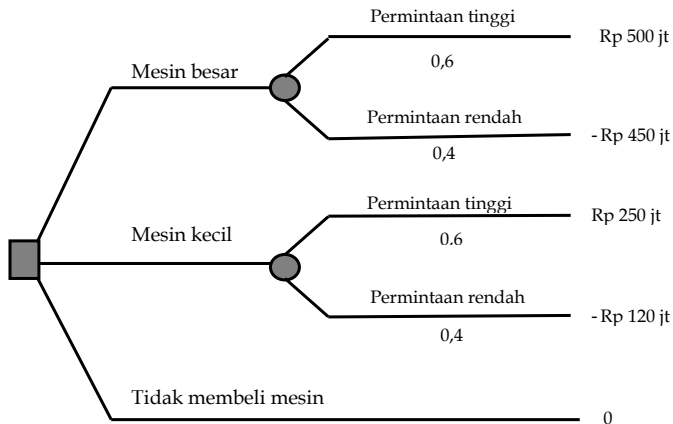
**b. Pohon keputusan dengan risiko**

Pengambilan keputusan menggunakan pohon keputusan dengan risiko sering menggunakan EV (nilai harapan). Analisis pohon keputusan menggunakan lima langkah berikut (Heizer & Render, 2005):

1. Mendefinisikan masalah
2. Menggambar pohon keputusan
3. Menentukan peluang bagi kondisi alamiah
4. Memperkirakan imbalan bagi setiap kombinasi alternatif keputusan dan kondisi alamiah yang mungkin
5. Menyelesaikan masalah dengan menghitung EV bagi setiap titik kondisi alamiah.

**Contoh 7.5**

PT Anindya berencana mengembangkan usahanya dengan membeli mesin baru yang berukuran besar dan kecil atau tidak melakukan pengadaan mesin. Pohon keputusan dari tiga alternatif ditunjukkan pada Gambar berikut.



**Gambar 9.3** Pohon keputusan dengan risiko

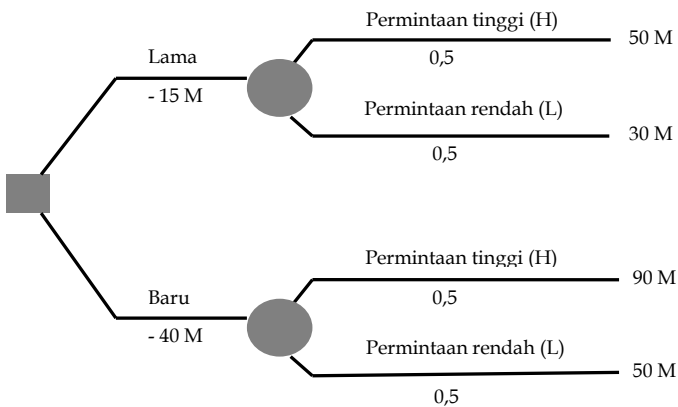
EV (mesin besar) = (Rp 500 jt x 0,6) + (-RP 450 jt x 0,4) = Rp 120 jt

EV (mesin kecil) = (Rp 350 jt x 0,6) + (-RP 120 jt x 0,4) = Rp 162 jt

Berdasara perhitungan EV, mesin dengan kapasitas kecil lebih menguntungkan.

**c. Pohon keputusan menggunakan teori bayes.**

Penggunaan teori bayes pada pengambilan keputusan dengan menambahkan informasi tambahan untuk menyusun probabilitas posterior. Informasi tambahan didapat dari hasil kajian dari para pakar melalui studi tambahan untuk menentukan nilai kemungkinan permintaan.



**Gambar 9.4** Pohon keputusan dengan teori bayes

Berdasarkan pada Gambar 9.4 berikut nilai EV adalah:

$$EV (\text{lama}) = - Rp 15 M + ((Rp 50 M \times 0,5) + (Rp 30 M \times 0,5)) = Rp 25 M$$

$$EV (\text{baru}) = - Rp 40 M + ((Rp 90 M \times 0,5) + (Rp 50 M \times 0,5)) = Rp 30 M$$

Hasil perhitungan EV alternate yang dipilih adalah menggunakan mesin baru.



Pendekatan bayes dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan diatas dengan menetapkan nilai kemungkinan. Informasi tambahan diperlukan masukan dari pakar untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Sebagai contoh, hasil perkiraan dari informasi tambahan adalah:  $P(h/H) = 0,6$ ;  $P(h/L) = 0,3$ ;  $P(l/H) = 0,4$  dan  $P(l/L) = 0,7$ . Biaya yang digunakan untuk mendapatkan informasi tambahan sebesar 1,2 M.

Keterangan :

Prediksi permintaan : h = tinggi dan l = rendah

Permintaan aktual : H = tinggi dan L = rendah

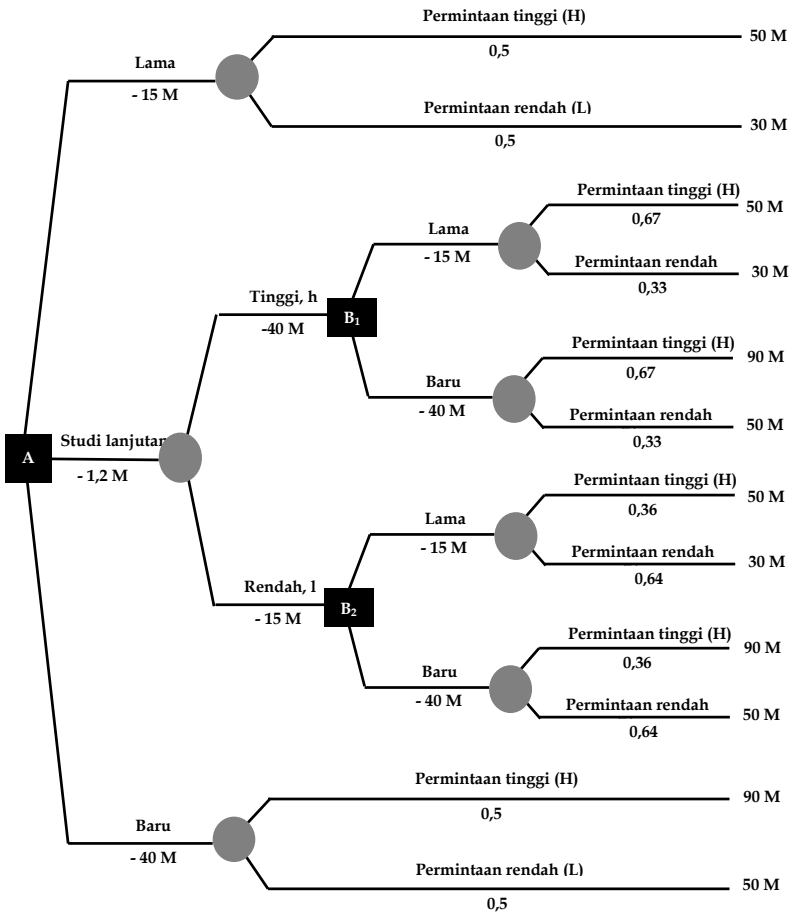
**Tabel 9.9** Probabilitas posterior dengan permintaan tinggi

Probabilitas posterior berdasarkan investigasi, dengan permintaan tinggi.				
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)(3)	(5)=(4)/ $\Sigma(4)$
Awal (Permintaan aktual)	Probabilitas Prior, (awal)	Penilaian kepercayaan (h/awal)	Probabilitas gabungan	Probabilitas posterior, (awal/h)
H	0,5	0,6	0,30	0,67
L	0,5	0,3	0,15	0,33
			$\Sigma=0,45$	

**Tabel 9.10** Probabilitas posterior dengan permintaan rendah

Probabilitas posterior berdasarkan investigasi, dengan permintaan rendah				
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)(3)	(5)=(4)/ $\Sigma(4)$
Awal (Permintaan aktual)	Probabilitas Prior, (awal)	Penilaian kepercayaan (l/awal)	Probabilitas gabungan	Probabilitas posterior, (awal/l)
H	0,5	0,4	0,20	0,36
L	0,5	0,7	0,35	0,64
			$\Sigma=0,55$	

Dari probabilitas posterior tersebut maka bentuk diagram pohon awal dapat ditambahkan satu cabang alternatif (dengan tambahan informasi), dengan demikian pengambil keputusan sekarang mempunyai 3 alternatif yang dipertimbangkan. Diagram selengkapnya ditunjukkan pada Gambar 9.5 berikut.



**Gambar 9.5** Pohon keputusan dengan informasi tambahan.

Berdasarkan pada Gambar 9.5, perhitungan nilai harapan adalah seabagi berikut. Perhitungan di simpul  $B_1$  dan  $B_2$ . Hasil keputusan pada simpul  $B_1$  dan  $B_2$  digunakan untuk menghitung simpul A.

Perhitungan pada simpul  $B_1$ :

$$\text{Alternatif lama} = 50 \text{ M} (0,67) + 30 \text{ M} (0,33) - 15 \text{ M} = 33,9 \text{ M}$$

$$\text{Alternatif baru} = 90 \text{ M} (0,67) + 50 \text{ M} (0,33) - 40 \text{ M} = 36,8 \text{ M}$$

Alternatif baru terpilih.

Perhitungan pada simpul  $B_2$ :

$$\text{Alternatif lama} = 50 \text{ M} (0,36) + 30 \text{ M} (0,64) - 15 \text{ M} = 22,2 \text{ M}$$

$$\text{Alternatif baru} = 90 \text{ M} (0,36) + 50 \text{ M} (0,64) - 40 \text{ M} = 24,4 \text{ M}$$

Alternatif baru terpilih.

Perhitungan pada simpul A:

$$\begin{aligned} \text{Studi lanjutan} &= 36,8 \text{ M} (0,45) + 24,4 \text{ M} (0,55) - 1,2 \text{ M} \\ &= 28,78 \text{ M} \end{aligned}$$

$$\text{Alternatif lama} = 50 \text{ M} (0,5) + 30 \text{ M} (0,5) - 15 \text{ M} = 25 \text{ M}$$

$$\text{Alternatif baru} = 90 \text{ M} (0,5) + 50 \text{ M} (0,5) - 40 \text{ M} = 30 \text{ M}$$

Hasil perhitungan menunjukkan alternatif baru lebih memiliki nilai terbesar dengan demikian alternatif baru memperoleh keuntungan terbesar. Oleh karena itu, alternatif baru layak untuk dipilih.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apple J., M., 1977. Plant layout and material handling. New Yor: John Willey & Sons Inc.
- Barnes, R.M., 1968, Motion and time study, design and measurement of work. New York: John Wiley & Sons, INC.,.
- Buffa E, S., & Sarin, R., K. 1999. Manajemen operasi & produksi modern. Ciputat-Tangerang: BINARUPA AKSARA.
- Frazelle E., 2000. World class warehousing and material handling. Boston: Mc Graw-Hill Companies.
- Guritno, A., D., Purnomo, H. 2000. Analisis keputusan. Diktat Kuliah Teknik Industri UII.
- Heizer, J., Render, B. 2005. Operation management. New Jersey: Prentice Hall.
- Handoko* T., H., 1984. Manajemen personalia dan sumber daya manusia. Yogyakarta: BPFE
- Joko S, 2004, Manajemen produksi dan operasi (Suatu pengantar). Edisi Revisi, Malang: UMM Press Penerbitan Universitas Muhammadiyah,
- Kumalaningrum, M., P., Heni, K., dan Purbandono, H., R. 2011. Manajemen operasi. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
- Laudon, J., dan Laudon, K. C. 1998. Essential of management information system. New jersey: Prentice Hall.
- Ma'arif, , M., S dan Hendri T. 2006. Manajemen operasi. Cetakan kedua. Jakarta: Grasindo.
- Makridakis, S., Wheelwright, S.C., McGee, V., E. 1983. Metode dan aplikasi peramalan, edisi ke 2. Jakarta: Penerbit Erlangga.

- Meyers F.,E., 1993. Plant layout and material handling, New Jersey: Regents/Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Nasution, A., H. t.thn. Perencanaan & pengendalian produksi. Surabaya: Teknik Industri -ITS
- Pardede, P., M. 2005. Manajemen operasi dan produksi : Teori, model, dan kebijakan. Yogyakarta: ANDI OFFSET
- Purnomo, H. 2004a. Perancangan dan perencanaan fasilitas, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Purnomo, H. 2004b. Pengantar teknik industri, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Purnomo, H. 2014. Metode pengukuran kerja. Yogyakarta: Sigma.
- Rangkuti, F (2005). Great sales forecast for marketing. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama,
- Schroeder, R., G, 1989. Manajemen operasi : Pengambilan keputusan dalam suatu fungsi operasi. Jilid 1, Edisi 3. Jakarta: Erlangga.
- Sink, D.S., 1985, Productivity management : Planning, measurement and evaluation, control and improvement, New York: John Wiley & Sons.
- SumantH, D., J. 1990. Productivity engineering and management. New Delhi: McGraw-Hill.
- Telsang, M. 2007. Industrial engineering and production management. New Delhi: S. Chand & Company Ltd.
- Tompkins J.A., White, J.A., Bozer Y.A., Frazelle E.H., Tanchoco J.M.A., Trevino J., 1996. Facilities planning. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Herjanto, Eddy. 2003. Manajemen produksi dan operasi. Edisi Kedua Jakarta: Grasindo.

- Yamit, Z. 1998. Manajemen persediaan. Yogyakarta: Ekonosia FE-VII.
- Ikatan Akuntan Indonesia. 2007. Standar akuntansi keuangan. Edisi 2007. Jakarta: Salemba Empat.
- Sumayang, Lalu. 2003. Dasar-dasar manajemen produksi dan operasi. Edisi pertama. Jakarta: Salemba Empat.