

2. TEORI PENUNJANG

2.1. *Forecasting*

Menurut Elwood S. Buffa dan Rakesh K. Sarin dalam bukunya, “Manajemen Operasi dan Produksi Modern, edisi kedelapan”, peramalan adalah penaksiran atas permintaan akan produk atau jasa yang diharapkan akan disediakan organisasi di masa mendatang. Peramalan haruslah diarahkan pada kebutuhan-kebutuhan yang berbeda dan menyediakan data yang sesuai dan berguna untuk pengambilan keputusan dalam konteks yang berlainan.

Menurut Dr. Vincent Gaspersz, D.Sc., CIQA, CFPIM dalam bukunya, ”Production Planning and Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufaktur 21”, aktivitas peramalan atau *forecasting* merupakan suatu fungsi bisnis yang berupaya memperkirakan penjualan dan pemakaian produk sehingga produk-produk tersebut dapat dibuat dalam jumlah tepat. Jadi peramalan merupakan suatu perkiraan terhadap permintaan untuk masa mendatang berdasarkan pada beberapa variabel peramalan, seringkali berdasar data deret waktu historis.

Menurut George W. Plossl dalam bukunya, “Material Requirements Planning, second edition”, MRP menghitung *dependent demand* yaitu permintaan yang jumlahnya pasti misalnya permintaan ban untuk 100 mobil. Ban yang dibutuhkan pasti 500, 1 mobil membutuhkan 4 ban utama dan 1 ban cadangan. Peramalan sebaliknya digunakan untuk menghitung *independent demand* yaitu permintaan yang jumlahnya tidak pasti seperti misalnya produksi mobil. Untuk memproduksi mobil diperlukan analisa terlebih dahulu.

Menurut Elwood S. Buffa dan Rakesh K. Sarin dalam bukunya, “Manajemen Operasi dan Produksi Modern, edisi kedelapan” dan juga Dr. Vincent Gaspersz, D.Sc., CIQA, CFPIM dalam bukunya, ”Production Planning and Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufaktur 21”, peramalan biasanya diklasifikasikan berdasarkan horizon waktu akan datang. Horizon waktu terdiri dari tiga kategori, yaitu :

1. *Short-range forecast* (peramalan jangka pendek)

Peramalan ini berkaitan dengan perencanaan distribusi inventori, perencanaan material dan lain-lain. Karakteristik dari peramalan jangka pendek adalah dilakukan secara teratur dan berulang, menggunakan data internal (harian atau mingguan), menggunakan teknik kuantitatif, dan dilakukan secara terperinci untuk banyak *item*. Kita membutuhkan metode peramalan yang relatif murah untuk digunakan dan yang dapat disesuaikan dengan situasi yang melibatkan banyak hal (*item*) yang akan diramalkan. Ini berarti bahwa masukan dan persyaratan penyimpanan data tidak perlu terlalu ketat dan bahwa metode komputer hendaknya berupa mekanisme untuk memutakhirkan data ramalan sesuai kebutuhan.

2. *Medium-range forecast* (peramalan jangka menengah)

Peramalan ini berkaitan dengan perencanaan anggaran, produksi bulanan, pembelian, atau tingkat armada pekerja. Karakteristik dari peramalan jangka menengah adalah bersifat periodikal (data bulanan atau triwulan), menggunakan teknik kuantitatif dan kualitatif, dilakukan oleh manajemen menengah, dan dilakukan terhadap kelompok produk atau famili dari produk. Metode peramalan yang membutuhkan biaya dan usaha moderat dapat digunakan.

3. *Long-range forecast* (peramalan jangka panjang)

Peramalan ini berkaitan dengan perencanaan bisnis analisis fasilitas, proyek-proyek jangka panjang, produk-produk atau pasar-pasar baru, investasi modal, kapasitas, lokasi, dan teknologi baru untuk pabrik dan peralatan yang membutuhkan ramalan untuk 1 sampai 10 tahun ke depan. Karakteristik dari peramalan jangka panjang adalah dilakukan analisis satu kali, lebih banyak berdasarkan pertimbangan manajemen puncak, lebih banyak menggunakan data eksternal (triwulan atau tahunan), dilakukan oleh manajemen puncak, dan dilakukan terhadap beberapa produk atau famili dari produk. Karena waktu yang tercakup lebih panjang, ramalan ini akan mengandung ketidak-pastian yang lebih tinggi dan derajat akurasi yang lebih rendah.

Menurut Dr. Vincent Gaspersz, D.Sc., CIQA, CFPIM dalam bukunya, "Production Planning and Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufakturing 21", pada dasarnya ada beberapa langkah yang perlu diperhatikan untuk menjamin efektivitas dan efisiensi dari sistem peramalan, yaitu:

1. Menentukan tujuan dari peramalan.
2. Memilih *item* yang akan diramalkan.
3. Menentukan horison waktu dari peramalan jangka pendek, menengah, atau panjang.
4. Memilih model-model peramalan.
5. Mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk melakukan peramalan.
6. Membuat peramalan.
7. Validasi dan Implementasi hasil peramalan.

Menurut Elwood S. Buffa dan Rakesh K. Sarin dalam bukunya, "Manajemen Operasi dan Produksi Modern, edisi kedelapan", metode-metode peramalan dapat dibagi ke dalam 3 kategori utama, yaitu :

- a. Metode ekstrapolasi atau deret berkala (*time series*)

Metode ini menggunakan riwayat permintaan masa lalu dalam membuat ramalan untuk masa depan. Sasaran metode ini adalah mengidentifikasi pola data historis dan mengekstrapolasi pola ini untuk masa mendatang. Jika cakupan waktu peramalan pendek, metode ini memberikan hasil cukup baik.

- b. Metode kausal atau penjelasan (*explanatory*)

Metode ini mengasumsikan bahwa permintaan akan suatu produk bergantung pada satu atau beberapa faktor independent (misalnya, harga, iklan, harga pesaing, dan sebagainya). Metode ini berusaha menetapkan hubungan antara variabel yang akan diramalkan dengan variabel-variabel independent. Setelah hubungan ini ditemukan, nilai-nilai masa mendatang dapat diramalkan cukup dengan memasukkan nilai-nilai yang sesuai untuk variabel-variabel independent.

c. Metode kualitatif atau *judgement*

Metode ini mengandalkan opini pakar (atau manajer) dalam membuat prediksi tentang masa depan. Metode ini berguna untuk tugas peramalan jangka panjang.

Ada beberapa metode peramalan, yaitu:

a. *Moving Average Methods*

Metode rata-rata bergerak menggunakan sejumlah data aktual permintaan yang baru untuk membangkitkan nilai ramalan untuk permintaan di masa yang akan datang. Metode ini akan efektif bila kita dapat mengasumsikan bahwa permintaan pasar terhadap produk akan tetap stabil sepanjang waktu.

b. *Exponential Smoothing*

Metode ini mirip dengan metode *weighted moving average*. Tetapi bobot yang diberikan pada periode sebelumnya berkurang secara ekponensial jika umur data semakin tua.

c. *Trend Line*

Metode ini digunakan sebagai model peramalan apabila pola historis dari data aktual permintaan menunjukkan adanya suatu kecenderungan menaik dari waktu ke waktu.

Dalam Tugas Akhir ini, metode peramalan yang digunakan adalah *Moving Average Methods*, *Exponential Smoothing* dan *Trend Line*.

2.1.1. *Moving Average Methods* (Metode Rata-rata Bergerak)

Metode rata-rata bergerak ini mengasumsikan bahwa suatu hubungan ada diantara variabel independen dan variabel dependen dan karena itu hubungan ini stabil setiap waktu. Agar dapat menggunakan metode ini, nilai variabel independen dalam peramalan harus diketahui.

Metode rata-rata bergerak n-periode menggunakan rumusan sebagai berikut:

Rata-rata bergerak n-periode = $\Sigma(\text{permintaan dalam n-periode terdahulu})/n$
dimana n merupakan banyaknya periode dalam rata-rata bergerak. (2.1)

2.1.2. *Exponential Smoothing Methods* (Metode Pemulusan Eksponensial)

Exponential smoothing merupakan suatu teknik matematika yang menggunakan prinsip yang sama dengan rata-rata bergerak berbobot, tetapi metode ini memerlukan lebih banyak perhitungan. Metode ini tidak membutuhkan penyimpanan data historis dalam waktu yang lama, melainkan hanya membutuhkan data baru.

Metode pemulusan eksponensial menggunakan rumusan sebagai berikut:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (2.2)$$

Dimana

F_t = Peramalan pemulusan ekponensial periode ke- t

F_{t-1} = Peramalan pemulusan ekponensial periode ke t-1

α = Konstanta pemulusan.

A_{t-1} = Permintaan periode t-1

2.1.3. *Linear Trend Methods* (Metode Garis Kecenderungan).

Garis kecenderungan merupakan metode peramalan dimana hubungan antara jumlah permintaan dengan periode digambarkan sebagai fungsi. Fungsi tersebut adalah :

$$F_t = a + b \cdot t \quad (2.3)$$

Dimana :

a = *Intercept*.

b = *Slope*

F = peramalan dengan Linear trend pada periode t

t = periode.

Fungsi untuk *intercept*

$$b = [\Sigma(t \cdot A) - n(\text{tbar})(\text{Abar})] / [\Sigma t^2 - n(\text{tbar})^2] \quad (2.4)$$

Fungsi untuk *slope*

$$a = \text{Abar} - b (\text{tbar}) \quad (2.5)$$

Dimana :

A = permintaan pada periode t

t = periode

n = jumlah data

\bar{t} = nilai rata-rata dari t
 \bar{A} = nilai rata-rata dari A
 b = *slope*
 a = intersep

2.1.4. Efektivitas Peramalan

Forecast error merupakan ukuran ketepatan dan menjadi dasar untuk membandingkan kinerja tiap metode peramalan. *Forecast error* mempengaruhi keputusan dalam dua cara, yang pertama adalah membuat keputusan bermacam-macam teknik peramalan, dan yang kedua adalah dalam mengevaluasi keberhasilan atau kegagalan suatu teknik dalam penggunaannya. Keputusan untuk menggunakan suatu model baru atau melanjutkan yang sudah ada biasanya bergantung pada beberapa ukuran dari *forecast error*. Tiap teknik telah dicoba pada data histori, dan yang memiliki *forecast error* paling kecil yang dipilih untuk peramalan.

Efektivitas dari peramalan yang digunakan, dapat diukur dengan menggunakan *forecast bias*, *mean squared error (MSE)*, *mean absolute deviation (MAD)* dan *mean absolute percentage error (MAPE)*. Biasanya kesalahan peramalan dapat diukur dari standar deviasinya, dan alternatif untuk menghitung standar deviasi didefinisikan sebagai berikut:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^m |Y_t - \hat{Y}_t|}{m} \quad (2.7)$$

$$MAPE = \frac{100 \sum_{t=1}^m |Y_t - \hat{Y}_t| / Y_t}{m} \quad (2.8)$$

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^m (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{m} \quad (2.9)$$

dimana:

MAD = *mean absolute deviation* dari *forecast error* melampaui suatu horizon peramalan dari 1 periode,

MAPE = *mean absolute percentage error*,

MSE = *mean squared error*,

\hat{Y}_t = jumlah permintaan hasil peramalan untuk periode t,

Y_t = data permintaan aktual untuk periode t,

m = jumlah observasi,

$Y_t - \hat{Y}_t$ = deviasi atau *forecast error*,

$|Y_t - \hat{Y}_t|$ = deviasi absolut.

Mean Absolute Deviation memberikan informasi tambahan yang digunakan untuk memilih model peramalan dan parameternya. *Mean Absolute Percentage Error* adalah ukuran relatif yang dihitung dengan membagi kesalahan peramalan untuk periode t, dan dengan permintaan aktual untuk periode t, dan hitung kesalahan persentase pada periode t. *Mean Square Error* sama dengan *Mean Absolute Deviation*, *Mean Square Error* dihitung dengan menjumlahkan kesalahan-kesalahan kuadrat individu dan membaginya dengan jumlah observasi.

Untuk memilih metode peramalan yang tepat, dapat dilihat dari nilai MAD tiap-tiap metode. Metode yang memiliki nilai MAD terkecil yang dianggap sebagai metode paling tepat.

2.2. *Material Requirement Planning (MRP)*

Ada 2 macam MRP yang pertama adalah *Manufacturing Requirements Planning* atau biasa disebut MRP II dan *Material Requirements Planning* atau biasa disebut MRP I. MRP II mencakup perencanaan terhadap input atau output dari operasi manufakturing yang dikelompokkan dalam dua jenis perencanaan yaitu perencanaan prioritas (*priority planning*) yang berkaitan dengan perencanaan output dan perencanaan kapasitas (*capacity planning*) yang berkaitan dengan perencanaan input. Dalam MRP II terdapat *Master Production Scheduling (MPS)*, *Capacity Requirements Planning (CRP)*, *Material Requirements Planning (MRP)*, dan *Production Activity Control (PAC)*, oleh karena itu *Material Requirements Planning* merupakan MRP I.

Permintaan akan bahan baku bergantung pada rencana produksi untuk produk akhir. Karena itu perlu untuk menentukan berapa banyak komponen atau

bagian yang akan dibutuhkan dalam setiap periode mendatang dalam cakupan waktu perencanaan jika kita mengetahui kebutuhan produksi untuk produk akhir. Kebutuhan produksi untuk produk akhir, ditentukan oleh ramalan penjualan.

Metode perencanaan kebutuhan bahan atau *Material Requirement Planning* (MRP) merupakan metode perencanaan dan pengendalian pesanan dan persediaan untuk *item* yang termasuk *dependent demand*. MRP memanfaatkan informasi tentang ketergantungan pada permintaan untuk memanjajemi sediaan dan pengendalian ukuran *lot* produksi dari berbagai komponen yang diperlukan untuk membuat suatu produk akhir.

Sasaran manajerial MRP adalah menghindari kehabisan sediaan sehingga produksi berjalan mulus, sesuai rencana, dan menekan investasi sediaan bahan baku dan barang setengah jadi. Sedangkan motonya adalah memperoleh bahan baku yang tepat, dari sumber yang tepat, untuk penempatan yang tepat, pada waktu yang tepat. Sistem MRP mengidentifikasi item yang harus dipesan, banyaknya kuantitas item yang harus dipesan, dan waktu pemesanan item tersebut.

Menurut Dr. Vincent Gaspersz, D.Sc., CIQA, CFPIM dalam bukunya, "Production Planning and Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufakturung 21", *MRP* memiliki beberapa komponen penting, yaitu:

1. *Gross Requirement*

Gross requirement atau kebutuhan kotor merupakan total dari seluruh kebutuhan untuk tiap periode waktu.

2. *Schedule Receipts*

Merupakan pesanan-pesanan yang secara resmi telah dikeluarkan baik ke pabrik maupun ke pemasok eksternal.

3. *On-Hand Inventory*

Merupakan persediaan ditangan yang menunjukkan kuantitas dari item yang secara fisik ada dalam stok.

4. *Available*

Merupakan persediaan akhir ditangan yang menunjukkan kuantitas dari item yang masih tersisa dalam stok.

5. *Net Requirement*

Merupakan kekurangan material yang diproyeksikan untuk periode ini, sehingga perlu mengambil tindakan dalam perhitungan *planned order receipts* agar menutup kekurangan material pada periode tersebut.

6. *Planned Order Receipts*

Planned order atau *planned order receipts* merupakan pesanan yang masih dalam komputer yang belum dikeluarkan secara resmi.

7. *Planned Order Release*

Released orders merupakan pesanan yang resmi dikeluarkan ke pabrik atau pemasok eksternal (*purchase order*).

Ada juga beberapa hal penting yang sering digunakan dalam suatu *MRP*, seperti:

- *Lead Time*, merupakan jangka waktu sejak *MRP* menyarankan suatu pesanan sampai *item* yang dipesan tersebut siap untuk digunakan.
- *Lot Size*, merupakan kuantitas pesanan *item* yang memberitahu *MRP* banyaknya kuantitas yang harus dipesan dan teknik *lot-sizing* yang digunakan.
- *Safety Stock*, merupakan stok tambahan dari *item* yang direncanakan untuk berada dalam persediaan sebagai stok pengaman guna mengatasi fluktuasi yang terjadi pada ramalan penjualan, pesanan pelanggan dalam waktu singkat, penyerahan *item* untuk pengisian kembali persediaan, dan lainnya.

2.2.1. *Bill of Material*

Bill of material (BOM) merupakan daftar jumlah komponen dan material yang dibutuhkan untuk membuat suatu produk. Komponen dan material yang disusun sedemikian rupa untuk menggambarkan proses manufaktur. Informasi ini sangat berguna untuk sistem kebutuhan bahan, selain daftar komponen atau bagian, juga terdapat informasi penting lain yaitu struktur kebergantungan (*dependency structure*).

Oleh karena itu salah satu masukan penting untuk sistem perencanaan kebutuhan *MRP* adalah catatan bahan (*bill of materials*) yang disusun sedemikian rupa hingga menunjukkan kebergantungan dan komponen-komponen tertentu pada subrakitan yang kemudian bergantung pada produk akhir.

Dapat dikatakan bahwa *BOM* merupakan cara komponen-komponen bergabung ke dalam suatu produk selama proses manufaktur. *BOM typical* akan menunjukkan bahan baku yang dikonversikan ke dalam komponen-komponen fabrikasi. Kemudian komponen-komponen tersebut bergabung untuk membentuk *subassemblies*, yang kemudian membentuk *assemblies*, dan seterusnya hingga akhir produk.

2.2.2. Lot Sizing

Teknik *lot sizing* merupakan teknik yang digunakan untuk menentukan jumlah *item* yang harus dipesan dengan meminimalkan biaya yang dikeluarkan. Biaya yang berkaitan dengan *lot sizing* adalah biaya awal dan biaya simpan. Biaya awal merupakan biaya yang dikeluarkan untuk memesan bahan baku ke *supplier*. Sedangkan biaya simpan merupakan biaya yang dikeluarkan untuk penyimpanan bahan baku.

Metode *lot sizing* yang digunakan dalam pembuatan program untuk Tugas Akhir ini adalah *Lot for Lot*, *Economic Order Quantity*, *Period Order Quantity* dan *Part Period Total Cost Balancing*. Berikut ini merupakan penjelasan dari masing-masing metode *lot sizing* yang digunakan, yaitu:

a. *Lot for Lot*

Metode ini merupakan metode *lot sizing* yang paling sederhana. Suatu pesanan dijadwalkan untuk tiap periode dimana terjadi suatu permintaan. *Item* dibeli dengan jumlah yang tepat sesuai kebutuhan untuk tiap periode, jadi tidak ada *item* yang ditinggalkan dari periode satu ke periode berikutnya. Metode ini sesuai untuk *item* yang biaya penyimpanannya besar dan biaya pesan yang kecil, seperti *item* yang sangat mahal atau *item* yang hanya kadang-kadang saja dibutuhkan.

b. *Economic Order Quantity*

Merupakan metode tertua. Metode ini dapat meminimalkan biaya inkremental yang terkait dengan pengisian kembali sediaan. *EOQ* digunakan jika permintaan produk bersifat kontinu dan konstan serta waktu tenggang pasokan konstan.

$$EOQ = Q^* = \sqrt{\frac{2R_k C}{h}} \quad (2.10)$$

dimana:

Q = jumlah pesanan optimum (unit)

R_k = rata-rata permintaan pada periode k

C = biaya pemesanan per pesanan

h = biaya simpan tiap unit

c. *Period Order Quantity*

Metode ini memperhitungkan jumlah permintaan sebanyak kebutuhan bersih pada periode yang akan datang. Periode pemesanan ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$POQ = EOQ / R_k \quad (2.11)$$

dimana:

POQ = total periode pemesanan

EOQ = nilai pesanan optimum

R_k = rata-rata permintaan

d. *Part Period Balancing*

Metode ini berusaha menyeimbangkan biaya awal dan biaya penyimpanan untuk setiap keputusan ukuran *lot*. Ukuran suatu pesanan bertambah selama akumulasi biaya simpan lebih kecil atau sama dengan biaya awal karena perbedaan kebutuhan. Tujuannya adalah untuk menentukan ukuran *lot* yang terdapat jumlah integer dari periode kebutuhan, oleh karena itu

$$Ph \sum_{k=1}^t (k-1)R_k = C, \quad (2.12)$$

$$\sum_{k=1}^t (k-1)R_k = \frac{C}{Ph},$$

dimana:

C = biaya awal per pesanan,

h = pecahan biaya simpan per sebagian periode,

Ph = biaya simpan per sebagian periode,

$C/Ph = EPP = \text{Economic Part-Period}$,

$$\sum_{k=1}^t (k-1)R_k = APP = \text{Accumulated Part-Periods}.$$

Pada saat *Accumulated Part-Periods (APP)* pertama kali melebihi *Economic Part-Period (EPP)*, hal ini mengindikasikan suatu rencana pesanan pelengkap untuk periode tersebut. *EPP* merupakan konstanta yang mengubah biaya awal dan biaya simpan ke suatu ukuran sebagian periode yang menyediakan aturan penghentian untuk semua ukuran *trial order*. Rencana penambahan periode diinisialisasi kembali dan prosedurnya diulangi sampai mendapatkan penambahan periode untuk seluruh horison waktu. Penambahan periode direncanakan khususnya untuk periode awal dengan suatu kebutuhan bersih (*net requirement*) dan seluruh periode berturut-turut dimana *APP* awal melebihi *EPP*. Ketika suatu pesanan datang pada awal periode pertama dan dapat memenuhi kebutuhan hingga akhir periode t , maka *lot sizenya*

$$Q = \sum_{k=1}^t R_k \quad (2.13)$$

dimana :

Q = Jumlah pesanan optimum

R_k = Rata-rata permintaan

Prosesnya kemudian diulang dimulai dengan $t+1$ sebagai periode pertama dari pesanan pelengkap dan dilanjutkan hingga akhir horison waktu.

2.3. Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram (ERD) merupakan gambaran data yang dimodelkan dalam suatu diagram yang dipergunakan untuk mendokumentasikan data sebuah perusahaan dengan cara menentukan data apa saja yang terdapat dalam tiap *entity* dan bagaimana hubungan antara *entity* satu dengan lainnya.

Simbol-simbol yang dipergunakan dalam ERD antara lain:

- o *Entity*, yang termasuk di dalamnya adalah *environmental element*, *resource*, dan transaksi.



Gambar 2.1 Entity

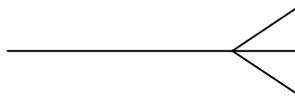
Selain istilah dan simbol di atas, terdapat juga istilah yang menggolongkan jenis relasi yang dilakukan antar *entity*, yaitu:

- *Cardinality*, merupakan jumlah *entity* yang muncul dalam relasi dengan *entity* lainnya. Nilai *cardinality* ada dua yaitu “1” atau “M” yang berarti *many*. Bentuk relasi yang dapat dihasilkan ada tiga yaitu:
 - *One to one relationship*, yaitu relasi dimana satu baris pada satu tabel berelasi dengan satu baris pada tabel relasinya.



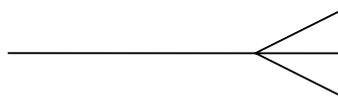
Gambar 2.2 Relasi 1 to 1

- *One to many relationship*, yaitu relasi dimana satu baris pada satu tabel berelasi dengan banyak baris pada tabel relasinya, tetapi satu baris pada tabel relasinya hanya berelasi dengan satu baris pada tabel itu.



Gambar 2.3 Relasi 1 to many

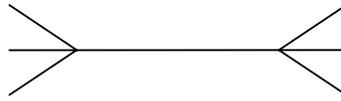
- *Many to one relationship*, yaitu relasi dimana satu baris pada satu tabel berelasi dengan banyak baris pada tabel relasinya, tetapi satu baris pada tabel relasinya hanya pada satu baris pada tabel itu.



Gambar 2.4 Relasi many to 1

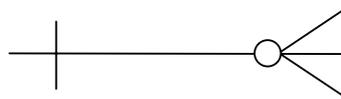
- *Many to many relationship*, yaitu relasi dimana satu baris pada satu tabel berelasi dengan banyak baris pada tabel relasinya dan satu

baris pada tabel relasinya juga berelasi dengan banyak baris pada tabel itu.



Gambar 2.5 Relasi *many to many*

- *Mandatory*, merupakan penanda apakah semua anggota *entity* harus berelasi dengan anggota *entity* lain atau tidak. Bila semua anggota harus berelasi maka diberi simbol “|” atau disebut juga *mandatory* atau *obligatory* dan bila semua anggota tidak harus berelasi maka diberi simbol “o” atau disebut *non mandatory/ non obligatory*.



Gambar 2.6 Relasi *Mandatory*

2.4. Data Flow Diagram (DFD)

DFD sering digunakan untuk menggambarkan suatu sistem yang telah ada atau sistem baru yang akan dikembangkan secara logika tanpa mempertimbangkan lingkungan fisik dimana data tersebut mengalir (misalnya lewat telepon, surat dan sebagainya) atau lingkungan fisik dimana data tersebut akan disimpan (misalnya file kartu, *hard disk*, *tape*, dan lain sebagainya). DFD merupakan alat yang digunakan pada metodologi pengembangan sistem yang terstruktur. DFD merupakan alat yang cukup populer sekarang ini, karena dapat menggambarkan arus data di dalam sistem dengan terstruktur dan jelas. Lebih lanjut DFD juga merupakan dokumentasi dari sistem yang baik.

Beberapa simbol yang digunakan dalam DFD adalah :

Tabel 2.1 Tabel Simbol DFD

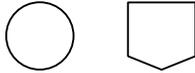
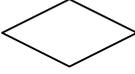
Nama Simbol	Gambar	Keterangan Gambar
-------------	--------	-------------------

<i>External Entity</i>		
<i>Data Flow</i>		
Process		
Data storage		

2.5. Flowchart

Flowchart merupakan bagan yang mengalir seperti bagan sistem, yaitu untuk menggambarkan prosedur di dalam sistem. Maksud penggunaan gambar-gambar ini adalah untuk memudahkan komunikasi kepada orang yang kurang paham dengan simbol-simbol. Bagan *flowchart* merupakan bagan yang menjelaskan secara rinci langkah-langkah dari proses program. Simbol-simbol yang ada antara lain :

Tabel 2.2 Tabel Simbol *Flowchart*

Nama Simbol	Gambar
<i>input / output</i>	
Proses	
Garis	
Penghubung	
Keputusan	
Proses terdefinisi	
Persiapan	

