

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Pengertian Aplikasi**

Aplikasi merupakan suatu subkelas perangkat lunak komputer yang memanfaatkan kemampuan komputer langsung untuk melakukan suatu tugas yang diinginkan pengguna. Biasanya dibandingkan dengan perangkat lunak sistem yang mengintegrasikan berbagai kemampuan komputer.

Ada beberapa teori yang mendefinisikan Aplikasi yang dikemukakan oleh para ahli, diantaranya adalah :

- a) Menurut Shelly, Cashman, Vermaat (2009) aplikasi adalah seperangkat intruksi khusus dalam komputer yang di rancang agar kita menyelesaikan tugas-tugas tertentu.
- b) Menurut Yuhefizar (2012) Aplikasi merupakan program yang dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan pengguna dalam menjalankan pekerjaan tertentu.
- c) Menurut Dhanta (2009:32), aplikasi (application) adalah *software* yang dibuat oleh suatu perusahaan komputer untuk mengerjakan tugas-tugas tertentu, misalnya Microsoft Word, Microsoft Excel.

Jadi Aplikasi merupakan sebuah program yang di buat dalam sebuah perangkat lunak dengan komputer untuk memudahkan pekerjaan atau tugas-tugas tertentu seperti penerapan, penggunaan dan penambahan data yang dibutuhkan.

#### **2.2 Produksi**

##### **2.2.1 Pengertian Produksi**

Produksi merupakan suatu kegiatan yang dikerjakan untuk menambah nilai guna suatu benda atau menciptakan benda baru sehingga lebih bermanfaat dalam memenuhi kebutuhan. Kegiatan menambah daya guna suatu benda tanpa mengubah bentuknya dinamakan produksi jasa. Sedangkan kegiatan menambah daya guna suatu benda dengan mengubah sifat dan bentuknya dinamakan produksi barang.

Menurut Sofyan Assauri, produksi didefinisikan sebagai berikut “Produksi adalah segala kegiatan dalam menciptakan dan menambah kegunaan (*utility*) sesuatu barang atau jasa, untuk kegiatan mana dibutuhkan faktor-faktor produksi dalam ilmu ekonomi berupa tanah, tenaga kerja, dan skill (*organization, managerial, dan skills*) (Assauri, Sofyan, Manajemen Produksi, Penerbit FE-UI, Jakarta, 1980, Hal 7.).

### **2.2.2 Tujuan Produksi**

Dalam suatu perusahaan proses produksi sangatlah penting, proses ini sangat mempengaruhi naik turunnya perusahaan dalam melayani konsumen. Adapun beberapa tujuan produksi dalam suatu perusahaan sebagai berikut :

1. Menghasilkan barang atau jasa
2. Meningkatkan nilai guna barang atau jasa
3. Meningkatkan kemakmuran masyarakat
4. Meningkatkan keuntungan
5. Meningkatkan lapangan usaha
6. Menjaga kesinambungan usaha perusahaan

### **2.2.3 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Produksi.**

Jalan kegiatan produksi tergantung dari tersedianya faktor produksi. Faktor produksi adalah segala sesuatu yang diperlukan dalam kegiatan produksi terhadap suatu barang dan jasa. Faktor-faktor produksi terdiri dari alam (*natural resources*), tenaga kerja (*labor*), modal (*capital*), dan keahlian (*skill*) atau sumber daya pengusaha (*entrepreneurship*). Faktor-faktor produksi alam dan tenaga kerja adalah faktor produksi utama (asli), sedangkan modal dan tenaga kerja merupakan faktor produksi turunan. Berikut penjelasan faktor-faktor produksi :

- a) Faktor Produksi Alam, adalah semua kekayaan yang ada di alam semesta digunakan dalam proses produksi. Faktor produksi alam disebut faktor produksi utama atau asli. Faktor produksi alam terdiri dari tanah, air, udara, sinar matahari, dan barang tambang.

- b) Faktor Produksi Tenaga Kerja, adalah faktor produksi insani yang secara langsung maupun tidak langsung dapat menjalankan kegiatan produksi. Faktor produksi tenaga kerja sebagai faktor produksi asli. Walaupun kini banyak kegiatan proses produksi diperankan oleh mesin, namun keberadaan manusia wajib diperlukan.
- c) Faktor Produksi Modal, adalah faktor penunjang yang mempercepat dan menambah kemampuan dalam memproduksi. Faktor produksi dapat terdiri dari mesin-mesin, sarana pengangkutan, bangunan, dan alat pengangkutan.
- d) Faktor Produksi Keahlian, adalah keahlian atau keterampilan individu mengkoordinasikan dan mengelola faktor produksi untuk menghasilkan barang dan jasa.

#### **2.2.4 Proses Produksi**

Proses produksi adalah tahap-tahap yang harus dilewati dalam memproduksi barang atau jasa. Ada proses produksi membutuhkan waktu yang lama, misalnya dalam pembuatan gedung pencakar langit, pembuatan pesawat terbang, dan pembuatan kapal serta lain-lainnya. Dalam proses produksi membutuhkan waktu yang berbeda-beda ada yang sebentar, misalnya pembuatan kain, pembuatan televisi, dan lain-lain. Tetapi, ada juga proses produksi yang dapat dinikmati langsung hasilnya oleh konsumen, misalnya pentas hiburan, pijat dan produksi lain-lainnya.

Berdasarkan caranya, proses produksi digolongkan dalam tiga macam antara lain sebagai berikut :

- a) **Proses Produksi Pendek**, adalah proses produksi yang pendek atau cepat dan langsung dalam menghasilkan barang atau jasa yang dapat dinikmati konsumen. Contohnya adalah proses produksi makanan, seperti pisang goreng, bakwan, singkong goreng. dan lain-lain.
- b) **Proses Produksi Panjang**, adalah proses produksi yang memakan waktu lama. Contohnya adalah proses produksi menanam padi dan membuat rumah.

- c) **Proses Terus Menerus/Kontinu**, adalah proses produksi yang mengolah bahan-bahan secara berurutan dengan beberapa tahap dalam pengerjaan sampai menjadi suatu barang jadi. Jadi bahan tersebut melewati tahap-tahap dari proses mesin secara terus-menerus untuk menjadi suatu barang jadi. Contohnya adalah proses memproduksi gula, kertas, karet, dan lain-lain
- d) **Proses Produksi Berselingan/Intermitten**, adalah proses produksi yang mengolah bahan-bahan dengan cara menggabungkan menjadi barang jadi. Seperti, proses produksi mobil dimana bagian-bagian mobil dibuat secara terpisah, mulai dari kerangkanya, setir, ban, mesin, kaca, dan lain-lain. Setelah semua bagian dari mobil tersebut selesai atau lengkap maka selanjutnya bagian-bagian mobil tersebut digabungkan menjadi mobil.

### 2.3 Methyl Ester Sulfonat (MES)

Methyl Ester Sulfonat (MES) merupakan salah satu jenis surfaktan yang berfungsi untuk menurunkan tegangan antarmuka/interfacial tension (IFT) minyak dan air sehingga dapat bercampur dengan homogen. Surfaktan banyak digunakan dalam berbagai industri, seperti industri sabun, detergen, farmasi, kosmetika, cat, dan industri perminyakan. Bahan baku pembuatan surfaktan dapat diperoleh dari minyak bumi (fossil fuel) atau dari minyak nabati dan hewani. Kelemahan surfaktan dari minyak bumi adalah bahan baku bersifat tidak dapat diperbarui, harga mahal, tidak tahan pada kesadahan tinggi, dan sulit didegradasi oleh mikroba sehingga tidak ramah lingkungan. Saat ini surfaktan detergen masih didominasi oleh produk turunan petrokimia, salah satunya adalah Linier Alkyl Benzene Sulfonat (LABS). Harga minyak bumi dunia yang semakin mahal membuat beberapa industri detergen di Amerika dan Jepang mulai menggunakan minyak nabati untuk bahan baku pembuatan surfaktan (Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi, 2007). Bahan baku yang banyak dikembangkan untuk pembuatan surfaktan MES di Indonesia saat ini adalah methyl ester minyak sawit, baik crude palm oil (CPO) ataupun palm kernel oil (PKO). (Sri Hidayati, A Sapta Zuidar, Ferdi Yanto. 2009)

## **2.4 Sistem**

### **2.4.1 Pengertian Sistem**

Sistem berasal dari bahasa Latin (*systēma*) dan bahasa Yunani (*sustēma*) adalah suatu kesatuan yang terdiri komponen atau elemen yang dihubungkan bersama untuk memudahkan aliran informasi, materi atau energi untuk mencapai suatu tujuan. Istilah ini sering dipergunakan untuk menggambarkan suatu set entitas yang berinteraksi, di mana suatu model matematika seringkali bisa dibuat.

Sistem juga merupakan kesatuan bagian-bagian yang saling berhubungan yang berada dalam suatu wilayah serta memiliki item-item penggerak, contoh umum misalnya seperti negara. Negara merupakan suatu kumpulan dari beberapa elemen kesatuan lain seperti provinsi yang saling berhubungan sehingga membentuk suatu negara dimana yang berperan sebagai penggerakya yaitu rakyat yang berada dinegara tersebut.

### **2.4.2 Elemen – Elemen Penting Pada Sistem**

Ada beberapa elemen yang membentuk sebuah sistem, yaitu : tujuan, masukan, proses, keluaran, batas, mekanisme pengendalian dan umpan balik serta lingkungan. Berikut penjelasan mengenai elemen-elemen yang membentuk sebuah sistem :

#### **a) Tujuan**

Setiap sistem memiliki tujuan (Goal), entah hanya satu atau mungkin banyak. Tujuan inilah yang menjadi pemotivasi yang mengarahkan sistem. Tanpa tujuan, sistem menjadi tak terarah dan tak terkendali. Tentu saja, tujuan antara satu sistem dengan sistem yang lain berbeda.

#### **b) Masukan**

Masukan (input) sistem adalah segala sesuatu yang masuk ke dalam sistem dan selanjutnya menjadi bahan yang diproses. Masukan dapat berupa hal-hal yang berwujud (tampak secara fisik) maupun yang tidak tampak. Contoh masukan yang berwujud adalah bahan mentah, sedangkan contoh yang tidak berwujud adalah informasi (misalnya permintaan jasa pelanggan).

#### **c) Proses**

Proses merupakan bagian yang melakukan perubahan atau transformasi dari masukan menjadi keluaran yang berguna dan lebih bernilai, misalnya berupa informasi dan produk, tetapi juga bisa berupa hal-hal yang tidak berguna, misalnya saja sisa pembuangan atau limbah. Pada pabrik kimia, proses dapat berupa bahan mentah. Pada rumah sakit, proses dapat berupa aktivitas pembedahan pasien.

d) **Keluaran**

Keluaran (output) merupakan hasil dari pemrosesan. Pada sistem informasi, keluaran bisa berupa suatu informasi, saran, cetakan laporan, dan sebagainya.

e) **Batas**

Yang disebut batas (boundary) sistem adalah pemisah antara sistem dan daerah di luar sistem (lingkungan). Batas sistem menentukan konfigurasi, ruang lingkup, atau kemampuan sistem. Sebagai contoh, tim sepakbola mempunyai aturan permainan dan keterbatasan kemampuan pemain. Pertumbuhan sebuah toko kelontong dipengaruhi oleh pembelian pelanggan, gerakan pesaing dan keterbatasan dana dari bank. Tentu saja batas sebuah sistem dapat dikurangi atau dimodifikasi sehingga akan mengubah perilaku sistem. Sebagai contoh, dengan menjual saham ke publik, sebuah perusahaan dapat mengurangi keterbatasan dana.

f) **Mekanisme Pengendalian dan Umpan Balik**

Mekanisme pengendalian (control mechanism) diwujudkan dengan menggunakan umpan balik (feedback), yang mencuplik keluaran. Umpan balik ini digunakan untuk mengendalikan baik masukan maupun proses. Tujuannya adalah untuk mengatur agar sistem berjalan sesuai dengan tujuan.

g) **Lingkungan**

Lingkungan adalah segala sesuatu yang berada di luar sistem. Lingkungan bisa berpengaruh terhadap operasi sistem dalam arti bisa merugikan atau menguntungkan sistem itu sendiri. Lingkungan yang merugikan tentu saja harus ditahan dan dikendalikan supaya tidak mengganggu kelangsungan

operasi sistem, sedangkan yang menguntungkan tetap harus terus dijaga, karena akan memacu terhadap kelangsungan hidup sistem.

### 2.4.3 Jenis – Jenis Sistem

Ada berbagai tipe sistem berdasarkan kategori:

- a) Atas dasar keterbukaan:
  - a. sistem terbuka, dimana pihak luar dapat mempengaruhinya.
  - b. sistem tertutup.
- b) Atas dasar komponen:
  - a. Sistem fisik, dengan komponen materi dan energi.
  - b. Sistem non-fisik atau konsep, berisikan ide-ide.

### 2.5 Pengerian Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan (*forecasting*) diperlukan untuk menetapkan patokan dalam membuat rencana. Tanpa adanya patokan (dasar), tidak mungkin rencana bisa dibuat. Ramalan penjualan diperlukan untuk menentukan jumlah produksi baik jasa maupun barang yang harus dipersiapkan. Peramalan dapat dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Pengukuran secara kuantitatif yaitu dengan menggunakan metode statistik sedangkan pengukuran secara kualitatif yaitu dengan berdasarkan pendapat. Berdasarkan uraian tersebut peramalan dikenal dengan istilah prakiraan dan prediksi.

Untuk lebih memahami definisi mengenai peramalan, penulis mengemukakan beberapa pendapat para ahli, yaitu:

Pengertian prediksi menurut Eddy Herjanto (2008 : 78) mendefinisikan : “prediksi adalah proses peramalan di masa datang dengan lebih mendasarkan pada pertimbangan intuisi, dalam prediksi juga sering digunakan data kuantitatif sebagai pelengkap informasi dalam melakukan peramalan”. Sedangkan “prakiraan didefinisikan sebagai proses peramalan (kejadian) di masa datang dengan berdasarkan data variabel di masa sebelumnya.”

Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antara peramalan dan prediksi. Peramalan dilakukan perusahaan bilamana kondisi

perusahaan sudah berjalan sebagaimana mestinya atau proses produksi telah berjalan sehingga terdapat data masa lalu yang dijadikan dasar untuk melakukan prakiraan. Sedangkan prediksi dilakukan bila proses produksi baru akan berjalan, dalam hal ini perusahaan belum mempunyai data masa lalu untuk dijadikan dasar untuk membuat suatu prakiraan.

Sedangkan pengertian peramalan menurut Roger G. Scoeder (2003 : 205) mendefinisikan : *“Forecasting is the art and science of predicting future events* “. Artinya : “Peramalan adalah seni dan ilmu dalam memprediksi kejadian di masa yang akan datang.”

Sejalan dengan itu menurut Jay Heizer dan Barry Rounder yang diterjemahkan oleh Dwianograhwati setyoningsih (2006 : 136) “Peramalan adalah seni dan ilmu dalam memprediksi kejadian masa yang akan datang dengan menggunakan data masa lalu dalam menentukan kejadian yang akan datang dengan pendekatan matematis.”

Dari uraian yang telah dipaparkan penulis maka dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa peramalan adalah ilmu atau seni yang digunakan sebuah manajemen dalam memprediksi kejadian di masa yang akan datang dengan menggunakan data masa lalu yang diolah menggunakan metode-metode tertentu.

### **2.5.1 Jenis Peramalan**

Penentuan target diperlukan dalam segala aspek kehidupan. Dalam perusahaan, khususnya bagi seorang manajer untuk mengambil keputusan yang tepat dalam pencapaian tujuan perusahaan itu sangatlah penting, tetapi pada kenyataannya antara target yang harus dicapai dengan tingkat pendapatan yang diterima tidaklah selalu sama atau sesuai dengan apa yang diharapkan. Menurut Edy Haryanto (2008 : 78) berdasarkan horizon waktu, peramalan dapat dikelompokkan dalam tiga bagian, yaitu peramalan jangka panjang, peramalan jangka menengah, dan peramalan jangka pendek.

1. Peramalan jangka panjang, yaitu peramalan yang mencakup waktu yang lebih dari 18 bulan. Misalnya peramalan yang diperlukan dalam kaitannya

dengan penanaman modal, perencanaan fasilitas, dan perencanaan untuk kegiatan litbang.

2. Peramalan jangka menengah, mencakup waktu antara 3 sampai dengan 18 bulan. Misalnya, peramalan untuk penjualan, perencanaan produksi dan perencanaan tenaga kerja tidak tetap.
3. Peramalan jangka pendek, yaitu untuk jangka waktu kurang dari 3 bulan. Misalnya, peramalan dalam hubungannya dengan perencanaan pembelian material, penjadwalan kerja dan penugasan karyawan.

### **2.5.2 Kegunaan Peramalan**

Kegunaan peramalan (*forecasting*) menurut Jhon E. Biegel (2009 : 21) antara lain sebagai berikut:

1. Menentukan apa yang di butuhkan untuk perluasan pabrik
2. Menentukan perencanaan lanjutan bagi produk-produk yang ada untuk dikerjakan dengan fasilitas-fasilitas yang ada.
3. Menentukan penjadwalan jangka pendek produk-produk yang ada untuk dikerjakan berdasarkan peralatan yang ada.

### **2.5.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Peramalan**

Dalam peramalan menurut Jay Heizer Barry Render (2006;136) terdapat berbagai faktor yang mempengaruhinya, faktor-faktor tersebut adalah :

1. Horizon waktu
 

Ada dua aspek yang berhubungan dengan masing-masing metode peramalan, pertama adalah cakupan waktu dimasa yang akan datang. Sedangkan yang kedua adalah jumlah periode peramalan yang diinginkan.
2. Pola Data
 

Dasar utama dari metode peramalan adalah anggapan bahwa macam pola yang didapat didalam data yang diramalkan akan berkelanjutan.
3. Jenis Model
 

Model-model ini merupakan suatu deret dimana waktu digambarkan sebagai unsur penting untuk menentukan perubahan-perubahan didalam

pola yang mungkin secara sistematis dapat dijelaskan dengan analisa regresi dan korelasi.

#### 4. Biaya

Umumnya ada empat unsur biaya yang tercakup dalam penggunaan prosedur ramalan yaitu biaya-biaya pengembangan, penyimpanan (storage data), operasi pelaksanaan dan kesempatan dalam penggunaan teknik-teknik serta metode lainnya.

#### 5. Ketepatan

Tingkat ketepatan yang dibutuhkan sangat erat hubungannya dengan tingkat perincian yang dibutuhkan dalam suatu peramalan.

#### 6. Penggunaan Metode

Metode-metode yang dapat dimengerti dan dapat diaplikasikan dalam pengambilan keputusan.

### **2.5.4 Langkah-Langkah Peramalan**

Beberapa langkah yang perlu diperhatikan untuk memastikan bahwa permintaan yang dilakukan dapat mencapai taraf ketepatan yang optimal, menurut Jay haizer dan Barry render (2006:139) adalah sebagai berikut :

1. Keadaan perusahaan yang bersangkutan. Masing-masing metode akan memberikan hasil ramalan Menetapkan Tujuan Peramalan.  
Langkah pertama dalam penyusunan peramalan adalah penentuan estimasi yang diinginkan. Sebaliknya, tujuan tergantung pada kebutuhan-kebutuhan informasi para manajer. Misalnya, manajer membuat permalan penjualan untuk mengendalikan produksi.
2. Memilih Unsur Apa Yang Diramal.  
Setelah tujuan ditetapkan, langkah selanjutnya adalah memilih produk apa yang akan diramal. Misalnya, jika ada lima produk yang akan dijual, produk mana dulu yang akan dijual.
3. Menetapkan Horizon Waktu Peramalan.

Apakah ini merupakan peramalan jangka pendek, menengah, atau jangka panjang. Misalnya, seorang manajer pada perusahaan “x” menyusun prediksi penjualan bulanan, kuartalan, tahunan.

#### 4. Memilih Tipe Model Peramalan

Pemilihan model peramalan disesuaikan dengan yang berbeda.

#### 5. Mengumpulkan Data Yang Diperlukan Untuk Melakukan Peramalan.

Apabila kebijakan umum telah ditetapkan, maka data yang dibutuhkan untuk penyusunan peramalan penjualan produk dapat diketahui. Data bila ditinjau dari sumberdaya terbagi menjadi dua, yaitu:

- a. Data internal, data dari dalam perusahaan
- b. Data eksternal, data dari luar perusahaan.
- c. Membuat peramalan
- d. Memvalidasi dan menetapkan hasil peramalan

Peramalan dikaji di departemen penjualan, pemasaran, keuangan, dan produksi untuk memastikan bahwa model, asumsi, dan data yang digunakan sudah valid. Perhitungan kesalahan dilakukan, kemudian peramalan digunakan untuk menjadwalkan bahan, peralatan, dan pekerja pada setiap pabrik.

## 2.6 Logika fuzzy

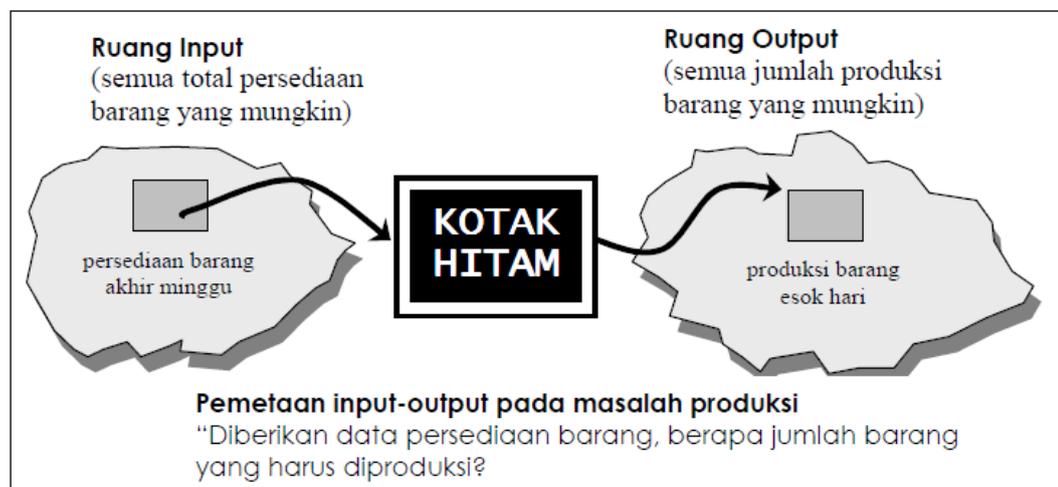
### 2.6.1 Pengertian Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing*. Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy. Pada teori himpunan fuzzy, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau *membership function* menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika fuzzy tersebut.

Dalam banyak hal, logika fuzzy digunakan sebagai suatu cara untuk memetakan permasalahan dari *input* menuju *output* yang diharapkan. Beberapa contoh yang dapat diambil antara lain:

1. Manajer pergudangan mengatakan pada manajer produksi seberapa banyak persediaan barang pada akhir minggu ini, kemudian manajer produksi akan menetapkan jumlah barang yang harus diproduksi esok hari.
2. Seorang pegawai melakukan tugasnya dengan kinerja yang sangat baik, kemudian atasan akan memberikan *reward* yang sesuai dengan kinerja pegawai tersebut.

Salah satu contoh pemetaan suatu *input* – *output* dalam bentuk grafis terlihat pada Gambar 1.1.



**Gambar 2.1** Contoh Pemetaan Input-Output (Galley 2000)

Logika fuzzy dapat dianggap sebagai kotak hitam yang menghubungkan antara ruang *input* menuju ruang *output* (Galley 2000). Kotak hitam tersebut berisi cara atau metode yang dapat digunakan untuk mengolah data *input* menjadi *output* dalam bentuk informasi yang baik.

### 2.6.2 Alasan Digunakan Logika Fuzzy

Menurut Cox (1994) dalam buku karangan Kusuma Dewi , Sri ; Purnomo, Hari. 2004. "Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan Edisi Ke Dua"., ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy, antara lain :

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Karena logika fuzzy menggunakan dasar teori himpunan, maka konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy tersebut cukup mudah untuk dimengerti.

2. Logika fuzzy sangatlah fleksibel. Artinya mampu beradaptasi dengan perubahan – perubahan, dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
3. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat. Jika diberikan sekelompok data yang cukup homogeny, dan kemudian ada beberapa data “eksklusif”, maka logika fuzzy memiliki kemampuan untuk menangani data eksklusif tersebut.
4. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi – fungsi nonlinier yang sangat kompleks.
5. Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman – pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui sebuah proses pelatihan. Dalam hal ini, sering dikenal dengan nama *Fuzzy Expert System* menjadi bagian terpenting.
6. Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik – teknik kendali secara konvensional. Hal ini umumnya terjadi pada aplikasi di bidang teknik mesin maupun teknik elektro.
7. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami. Logika fuzzy menggunakan bahasa sehari – hari sehingga mudah dimengerti.

### 2.6.3 Himpunan Fuzzy

Pada himpunan tegas (crisp), nilai keanggotaan suatu item  $x$  dalam suatu himpunan  $A$ , yang sering ditulis dengan  $\mu_A[x]$ , memiliki 2 kemungkinan, yaitu:

- a. satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau
- b. nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Contoh :

Jika diketahui:

$S = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$  adalah semesta pembicaraan.

$A = \{1, 2, 3\}$

$B = \{3, 4, 5\}$

Bisa dikatakan bahwa:

- a) Nilai keanggotaan 2 pada himpunan A,  $\mu_A[2]=1$ , karena  $2 \in A$ . Nilai keanggotaan 3 pada himpunan A,  $\mu_A[3]=1$ , karena  $3 \in A$ .
- b) Nilai keanggotaan 4 pada himpunan A,  $\mu_A[4]=0$ , karena  $4 \notin A$ . Nilai keanggotaan 2 pada himpunan B,  $\mu_B[2]=0$ , karena  $2 \notin B$ .
- c) Nilai keanggotaan 3 pada himpunan B,  $\mu_B[3]=1$ , karena  $3 \in B$ .

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy, yaitu:

a. Variabel fuzzy

Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy. Contoh: umur, temperatur, permintaan, dsb.

b. Himpunan fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy.

c. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.

d. Domain

Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

#### 2.6.4 Fungsi Keanggotaan

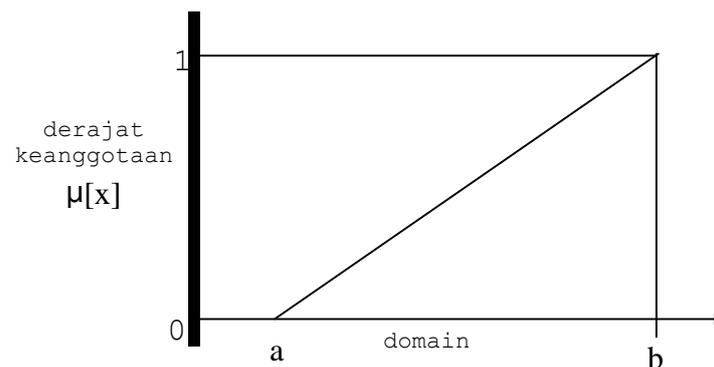
Fungsi Keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering

juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan.

#### 2.6.4.1 Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas.

Ada 2 keadaan himpunan fuzzy yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi (Gambar 2.2).



**Gambar 2.2** Representasi Linear Naik.

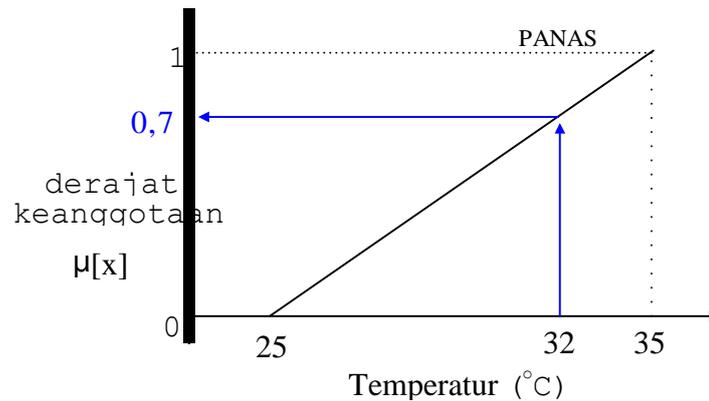
Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad \dots 2.1$$

Contoh :

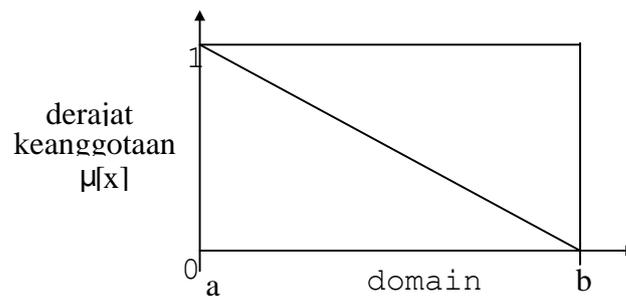
Fungsi keanggotaan untuk himpunan PANAS pada variabel temperatur ruangan seperti terlihat pada **Gambar 2.3**.

$$\begin{aligned} \mu_{\text{PANAS}}[32] &= (32-25)/(35-25) \\ &= 7/10 = 0,7 \end{aligned}$$



**Gambar 2.3** Himpunan fuzzy: PANAS.

Kedua, merupakan kebalikan yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah (Gambar 2.3).



**Gambar 2.4** Representasi Linear Turun.

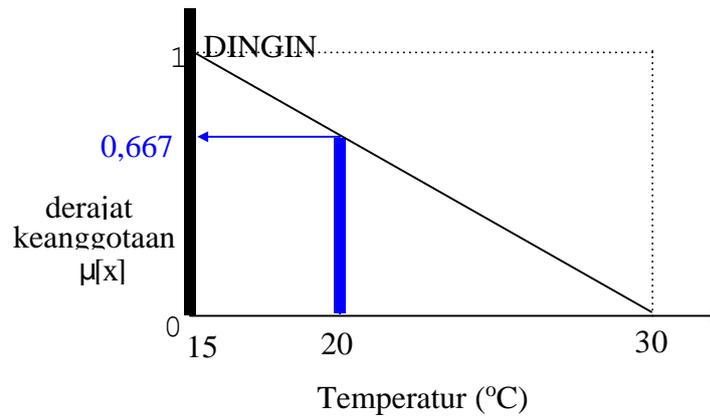
Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} (b-x)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \dots 2.2$$

Contoh :

Fungsi keanggotaan untuk himpunan DINGIN pada variabel temperatur ruangan seperti terlihat pada **Gambar 2.5**.

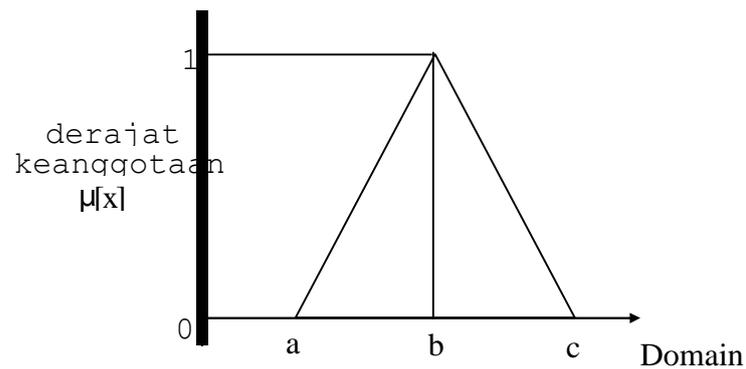
$$\begin{aligned} \mu_{\text{DINGIN}}[20] &= (30-20)/(30-15) \\ &= 10/15 = 0,667 \end{aligned}$$



**Gambar 2.5** Himpunan fuzzy: DINGIN.

#### 2.6.4.2 Representasi Kurva Segitiga

Kurva Segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear) seperti terlihat pada **Gambar 2.6**.



**Gambar 2.6** Kurva Segitiga.

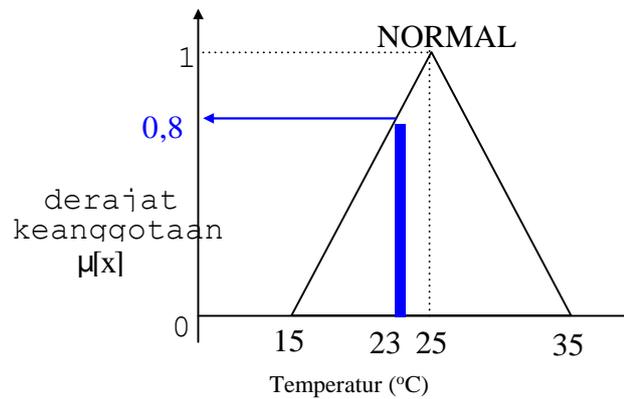
Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{b-x}{c-a}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad \dots 2.3$$

Contoh :

Fungsi keanggotaan untuk himpunan NORMAL pada variabel temperatur ruangan seperti terlihat pada **Gambar 2.7**.

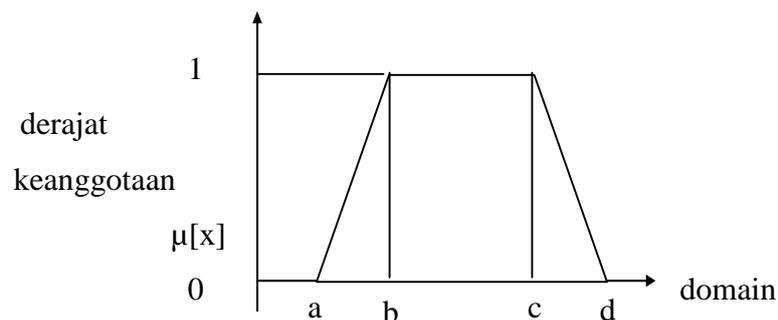
$$\begin{aligned} \mu_{\text{NORMAL}}[23] &= (23-15)/(25-15) \\ &= 8/10 = 0,8 \end{aligned}$$



**Gambar 2.7** Himpunan fuzzy: NORMAL (kurva segitiga).

#### 2.6.4.3 Representasi Kurva Trapesium

Kurva Segitiga pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1 (Gambar 2.5).



**Gambar 2.8** Kurva Trapesium.

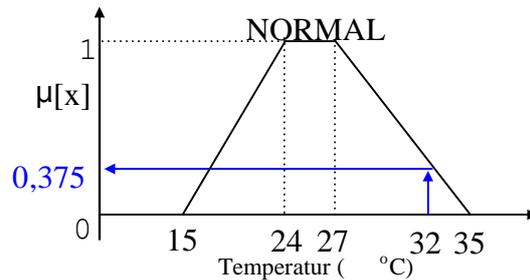
Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d - x)/(d - c); & x \geq d \end{cases} \quad \dots 2.4$$

Contoh :

Fungsi keanggotaan untuk himpunan NORMAL pada variabel temperatur ruangan seperti terlihat pada **Gambar 2.9**.

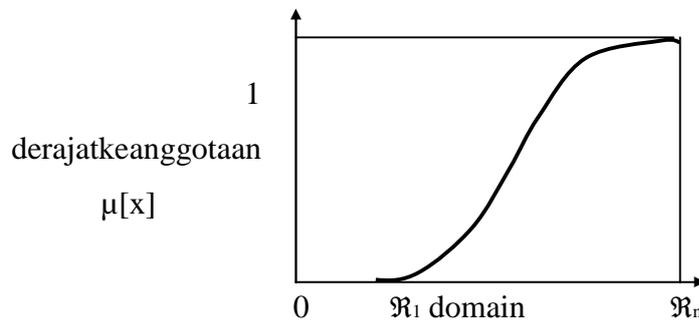
$$\begin{aligned} \mu_{\text{NORMAL}}[23] &= (35-23)/(35-27) \\ &= 3/8 = 0,375 \end{aligned}$$



**Gambar 2.9** Himpunan fuzzy: NORMAL (kurva trapesium).

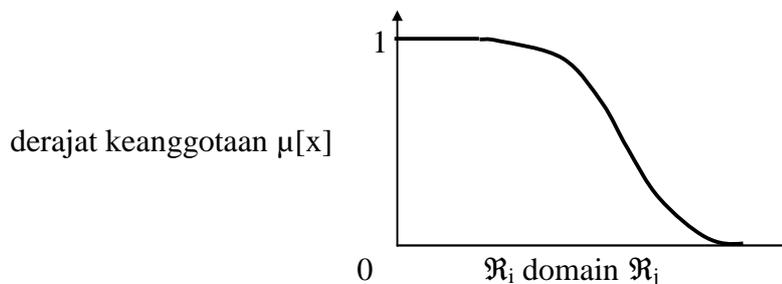
#### 2.6.4.4 Representasi Kurva-S

Kurva Pertumbuhan dan Penyusutan merupakan kurva-S atau sigmoid yang berhubungan dengan kenaikan dan penurunan permukaan secara tak linear. Kurva-S untuk Pertumbuhan akan bergerak dari sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0) ke sisi paling kanan (nilai keanggotaan = 1). Fungsi keanggotaannya akan tertumpu pada 50% nilai keanggotaannya yang sering disebut dengan titik infleksi (Gambar 2.10).



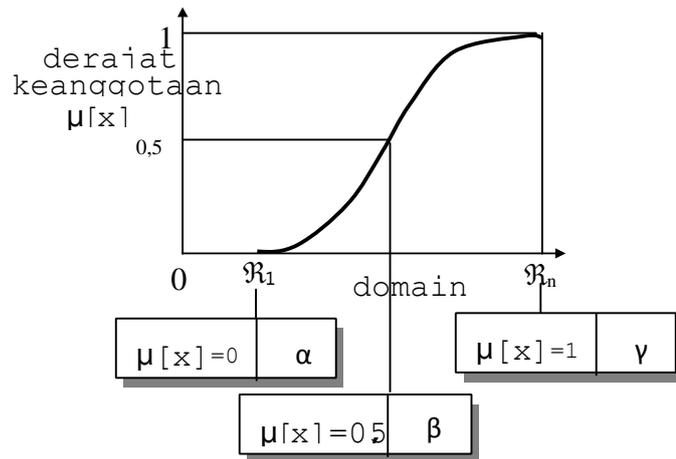
**Gambar 2.10** Himpunan fuzzy dengan kurva-S: Pertumbuhan.

Kurva-S untuk Penyusutan akan bergerak dari sisi paling kanan (nilai keanggotaan = 1) ke sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0) seperti terlihat pada Gambar 2.7.



**Gambar 2.11** Himpunan fuzzy dengan kurva-S: Penyusutan.

Kurva-S didefinisikan dengan menggunakan 3 parameter, yaitu: nilai keanggotaan nol ( $\alpha$ ), nilai keanggotaan lengkap ( $\gamma$ ), dan titik infleksi atau crossover ( $\beta$ ) yaitu titik yang memiliki domain 50% benar. Gambar 2.8 menunjukkan karakteristik kurva-S dalam bentuk skema.



**Gambar 2.12** Karakteristik fungsi kurva-S.

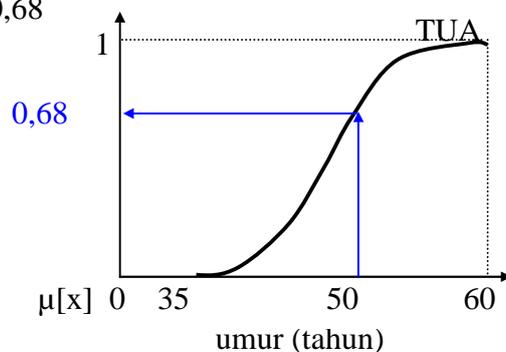
Fungsi keanggotaan pada kurva Pertumbuhan adalah:

$$s(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq \alpha \\ 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \alpha \leq x \leq \beta \\ 1 - 2((\gamma - x)/(\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \beta \leq x \leq \gamma \\ 1 & \rightarrow x \geq \gamma \end{cases} \dots 2.5$$

Contoh :

Fungsi keanggotaan untuk himpunan TUA pada variabel umur seperti terlihat pada **Gambar 2.13**.

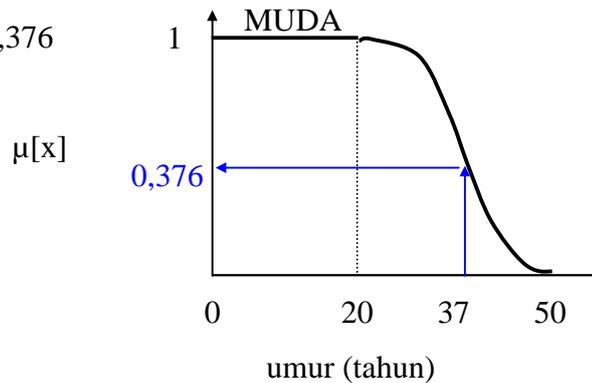
$$\begin{aligned} \mu_{TUA}[50] &= 1 - 2((60-50)/(60-35))^2 \\ &= 1 - 2(10/25)^2 \\ &= 0,68 \end{aligned}$$



**Gambar 2.13** Himpunan Fuzzy: TUA.

Fungsi keanggotaan untuk himpunan MUDA pada variabel umur seperti terlihat pada **Gambar 2.14**.

$$\begin{aligned}\mu_{\text{MUDA}}[50] &= 2((50-37)/(50-20))^2 \\ &= 2(13/30)^2 \\ &= 0,376\end{aligned}$$



**Gambar 2.14** Himpunan Fuzzy: MUDA.

### 2.6.7 Operator Dasar Zadeh Untuk Operasi Himpunan Fuzzy

Seperti halnya himpunan konvensional, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan nama fire strength atau  $\alpha$ -predikat. Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu:

a. Operator AND

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan.  $\alpha$ -predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y]) \dots 2.6$$

b. Operator OR

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan.  $\alpha$ -predikat sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y]) \dots 2.7$$

### c. Operator NOT

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan.  $\alpha$ -predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangkan nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A[x] \quad \dots \quad 2.8$$

### 2.6.8 Penalaran Monoton

Metode penalaran secara monoton digunakan sebagai dasar untuk teknik implikasi fuzzy. Meskipun penalaran ini sudah jarang sekali digunakan, namun terkadang masih digunakan untuk penskalaan fuzzy. Jika 2 daerah fuzzy direlasikan dengan implikasi sederhana sebagai berikut:

IF x is A THEN y is B transfer fungsi:

$$y = f((x,A),B) \quad \dots \quad 2.9$$

maka sistem fuzzy dapat berjalan tanpa harus melalui komposisi dan dekomposisi fuzzy. Nilai output dapat diestimasi secara langsung dari nilai keanggotaan yang berhubungan dengan antesedennya.

### 2.6.9 Fungsi Implikasi

Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi fuzzy. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah:

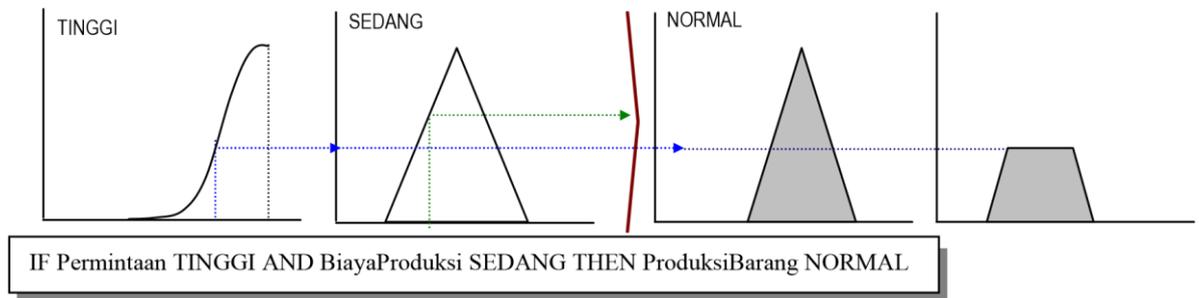
IF x is A THEN y is B

dengan x dan y adalah skalar, dan A dan B adalah himpunan fuzzy. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator fuzzy, seperti:

IF  $(x_1 \text{ is } A_1) \bullet (x_2 \text{ is } A_2) \bullet (x_3 \text{ is } A_3) \bullet \dots \bullet (x_N \text{ is } A_N)$  THEN y is B dengan  $\bullet$  adalah operator (misal: OR atau AND).

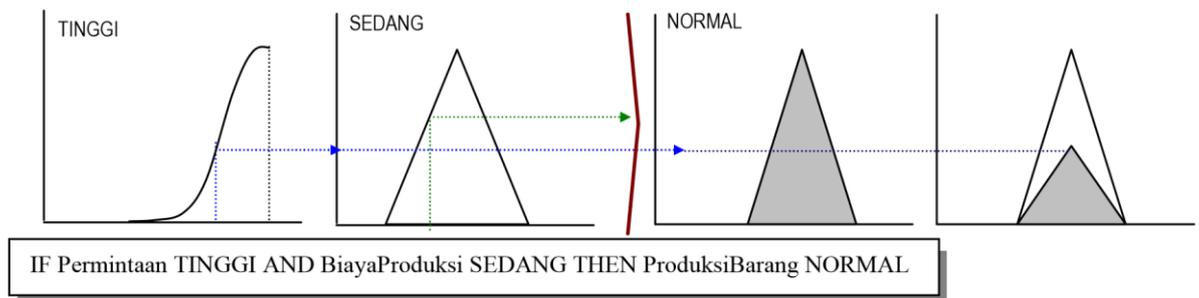
Secara umum, ada 2 fungsi implikasi yang dapat digunakan, yaitu:

- a. Min (minimum). Fungsi ini akan memotong output himpunan fuzzy. Gambar 2.15 menunjukkan salah satu contoh penggunaan fungsi min.



**Gambar 2.15** Fungsi implikasi: Min

- b. Dot (product). Fungsi ini akan menskala output himpunan fuzzy. Gambar 2.16 menunjukkan salah satu contoh penggunaan fungsi dot.



**Gambar 2.16** Fungsi implikasi: Dot

## 2.7 Fuzzy Inference System Metode Sugeno

Penalaran dengan metode SUGENO hampir sama dengan penalaran MAMDANI, hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh TakagiSugeno Kang pada tahun 1985.

- a. Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model fuzzy SUGENO Orde-Nol adalah:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \cdot (x_2 \text{ is } A_2) \cdot (x_3 \text{ is } A_3) \cdot \dots \cdot (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z=k \quad \dots \quad 2.10$$

dengan  $A_i$  adalah himpunan fuzzy ke- $i$  sebagai anteseden, dan  $k$  adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

- b. Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model fuzzy SUGENO Orde-Satu adalah:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \cdot \dots \cdot (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = p_1 \cdot x_1 + \dots + p_N \cdot x_N + q \quad \dots \quad 2.11$$

dengan  $A_i$  adalah himpunan fuzzy ke- $i$  sebagai anteseden, dan  $p_i$  adalah suatu konstanta (tegas) ke- $i$  dan  $q$  juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

Apabila komposisi aturan menggunakan metode Sugeno, maka defuzzifikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya.

## 2.8 Contoh Penghitungan Fuzzy Sugeno

Suatu perusahaan makanan kaleng akan memproduksi makanan jenis ABC. Dari data 1 bulan terakhir, permintaan terbesar hingga mencapai 5000 kemasan/hari, dan permintaan terkecil sampai 1000 kemasan/hari. Persediaan barang digudang terbanyak sampai 600 kemasan/hari, dan terkecil pernah sampai 100 kemasan/hari. Dengan segala keterbatasannya, sampai saat ini, perusahaan baru mampu memproduksi barang maksimum 7000 kemasan/hari, serta demi efisiensi mesin dan SDM tiap hari diharapkan perusahaan memproduksi paling tidak 2000 kemasan. Apabila proses produksi perusahaan tersebut menggunakan 4 aturan fuzzy sbb (dengan asumsi bahwa jumlah permintaan selalu lebih tinggi dibanding dengan jumlah persediaan):

Rule 1 : IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK

THEN Produksi Barang = Permintaan - Persediaan;

Rule 2 : IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT

THEN Produksi Barang = Permintaan;

Rule 3 : IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK

THEN Produksi Barang = Permintaan;

Rule 4 : IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT

THEN Produksi Barang = 1,25\*Permintaan - Persediaan;

Sekarang kita cari  $\alpha$ -predikat dan nilai  $z$  untuk setiap aturan:

Rule 1 : IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK

THEN Produksi Barang = Permintaan - Persediaan;

$\alpha$ -predikat1 =  $\mu_{\text{PmtTURUN}} \cap \mu_{\text{PsdBANYAK}}$

=  $\min(\mu_{\text{PmtTURUN}} [4000], \mu_{\text{PsdBANYAK}} [300])$

=  $\min(0,25; 0,4)$

= 0,25

$$\text{Nilai } z_1: z_1 = 4000 - 300 = 3700$$

Rule 2 : IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT  
THEN Produksi Barang = Permintaan;

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat2} &= \mu_{\text{PmtTURUN}} \cap \mu_{\text{PsdSEDIKIT}} \\ &= \min(\mu_{\text{PmtTURUN}} [4000], \mu_{\text{PsdSEDIKIT}} [300]) \\ &= \min(0,25; 0,6) \\ &= 0,25\end{aligned}$$

$$\text{Nilai } z_2: z_2 = 4000$$

Rule 3 : IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK  
THEN Produksi Barang = Permintaan;

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat3} &= \mu_{\text{PmtNAIK}} \cap \mu_{\text{PsdBANYAK}} \\ &= \min(\mu_{\text{PmtNAIK}} [4000], \mu_{\text{PsdBANYAK}} [300]) \\ &= \min(0,75; 0,4) \\ &= 0,4\end{aligned}$$

$$\text{Nilai } z_3: z_3 = 4000$$

Rule 4 : IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT  
THEN Produksi Barang = 1,25\*Permintaan - Persediaan;

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat4} &= \mu_{\text{PmtNAIK}} \cap \mu_{\text{PsdSEDIKIT}} \\ &= \min(\mu_{\text{PmtNAIK}} [4000], \mu_{\text{PsdSEDIKIT}} [300]) \\ &= \min(0,75; 0,6) \\ &= 0,6\end{aligned}$$

$$\text{Nilai } z_4: z_4 = 1,25*4000 - 300 = 4700$$

Dari sini kita dapat mencari berapakah nilai z, yaitu:

$$z = \frac{\alpha_{\text{pred1}} * z_1 + \alpha_{\text{pred2}} * z_2 + \alpha_{\text{pred3}} * z_3 + \alpha_{\text{pred4}} * z_4}{\alpha_{\text{pred1}} + \alpha_{\text{pred2}} + \alpha_{\text{pred3}} + \alpha_{\text{pred4}}} \dots\dots 2.12$$

$$z = \frac{0.25 \times 3700 + 0.25 \times 4000 + 0.4 \times 4000 + 0.6 \times 4700}{0.25 + 0.25 + 0.4 + 0.6} = \frac{6345}{1.5} = 4230$$

Jadi jumlah makanan kaleng jenis ABC yang harus diproduksi sebanyak 4230 kemasan.

## 2.9 Pengukuran Kesalahan Peramalan

Sebuah notasi matematika dikembangkan untuk menunjukkan periode waktu yang lebih spesifik karena metode kuantitatif peramalan sering kali memperlihatkan data runtun waktu. Huruf  $Y$  akan digunakan untuk menotasikan sebuah variabel runtun waktu meskipun ada lebih dari satu variabel yang ditunjukkan. Periode waktu bergabung dengan observasi yang ditunjukkan sebagai tanda. Oleh karena itu,  $Y_t$  menunjukkan nilai dari runtun waktu pada periode waktu  $t$ .

Notasi matematika juga harus dikembangkan untuk membedakan antara sebuah nilai nyata dari runtun waktu dan nilai ramalan.  $\hat{A}$  akan diletakkan di atas sebuah nilai untuk mengindikasikan bahwa hal tersebut sedang diramal. Nilai ramalan untuk  $Y_t$  adalah  $\hat{Y}_t$ . Ketepatan dari teknik peramalan sering kali dinilai dengan membandingkan deret asli  $Y_1, Y_2, \dots$  dengan deret nilai ramalan  $\hat{Y}_1, \hat{Y}_2, \dots$

Beberapa metode lebih ditentukan untuk meringkas kesalahan (error) yang dihasilkan oleh fakta (keterangan) pada teknik peramalan. Sebagian besar dari pengukuran ini melibatkan rata-rata beberapa fungsi dari perbedaan antara nilai aktual dan nilai peramalannya. Perbedaan antara nilai observasi dan nilai ramalan ini sering dimaksud sebagai residual.

Persamaan dibawah ini digunakan untuk menghitung error atau sisa untuk tiap periode peramalan.

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t \dots \dots \dots 2.13$$

Dimana :

$e_t$  : error ramalan pada periode waktu  $t$

$Y_t$  : nilai aktual pada periode waktu  $t$ .

$\hat{Y}_t$  : nilai ramalan untuk periode waktu  $t$ .

Satu metode untuk mengevaluasi metode peramalan menggunakan jumlah dari kesalahan-kesalahan yang absolut. *Mean Absolute Deviation* (MAD) mengukur ketepatan ramalan dengan merata-rata kesalahan dugaan (nilai absolut masing-masing kesalahan). MAD paling berguna ketika orang yang menganalisa ingin mengukur kesalahan ramalan dalam unit yang sama dengan deret asli.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t| \dots\dots\dots 2.14$$

*Mean Squared Error* (MSE) adalah metode lain untuk mengevaluasi metode peramalan. Masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan. Kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah observasi. Pendekatan ini mengatur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan-kesalahan itu dikuadratkan. Suatu teknik yang menghasilkan kesalahan moderat mungkin lebih baik untuk salah satu yang memiliki kesalahan kecil tapi kadang-kadang menghasilkan sesuatu yang sangat besar. Berikut ini rumus untuk menghitung MSE:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 \dots\dots\dots 2.15$$

Persamaan berikut sangat berguna untuk menghitung kesalahan-kesalahan peramalan dalam bentuk persentase daripada jumlah. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu. Kemudian, merata-rata kesalahan persentase absolut tersebut. Pendekatan ini berguna ketika ukuran atau besar variabel ramalan itu penting dalam mengevaluasi ketepatan ramalan. MAPE dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \dots\dots\dots 2.16$$

Untuk menentukan apakah suatu metode peramalan bisa (peramalan tinggi atau rendah secara konsisten). *Mean Percentage Error* (MPE) digunakan dalam kasus ini. MPE dihitung dengan mencari kesalahan pada tiap periode dibagi dengan nilai nyata untuk periode itu. Kemudian, merata-rata kesalahan persentase ini. Jika pendekatan peramalan tidak bias, MPE akan menghasilkan angka mendekati nol. Jika hasilnya mempunyai persentase negatif yang besar, metode peramalannya

dapat dihitung. Jika hasilnya mempunyai persentase positif yang besar, metode peramalan tidak dapat dihitung. MPE dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)}{Y_t} \dots\dots\dots 2.17$$

## 2.10 Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian produksi dengan metode sugeno sebelumnya memprediksi produksi air mineral dalam kemasan. Suwandi (2011) mahasiswa ITS Surabaya memprediksi jumlah produksi air mineral dalam kemasan untuk bulan januari 2011 berdasarkan permintaan konsumen, jumlah persediaan kemampuan mesin dan biaya produksi yang tersedia pada bulan sebelumnya dengan metode inferensi fuzzy sugeno. Data yang digunakan sebanyak 47 sampel dari. Hasil dari prediksi ini menerangkan bahwa metode sugeno dapat digunakan untuk memprediksi jumlah produksi di periode yang akan datang berdasarkan permintaan konsumen, kapasitas mesin dan jumlah persediaan dari periode – periode sebelumnya serta persediaan biaya yang tersedia dan prediksi ini menghasilkan hasil yang telah meminimumkan kesalahan prediksi hasil produksi air mineral dalam kemasan.

Penelitian lain tentang prediksi yang berdasarkan kebutuhan produksi di periode – periode sebelumnya ini dilakukan oleh Mantauli Simanjuntak seorang mahasiswa Teknik Informatika STMIK Budi Darma Medan. Penelitian ini berjudul “Sistem Informasi Prediksi Jumlah Buah Sawit Kebutuhan Produksi Pada Pt.Tasik Raja (Pom) Menggunakan Metode Least Square”. Penelitian ini melakukan perancangan sistem informasi prediksi jumlah buah sawit kebutuhan produksi pada Pt.Tasik Raja. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa hasil pengamatan dari data jumlah buah sawit pada bulan bulan sebelumnya dari tahun 2011 -2013. Namun penelitian ini tidak menggunakan fuzzy sugeno tetapi menggunakan metode *least square*. Hasil prediksi ini menerangkan bahwa dengan data – data kebutuhan hasil produksi di periode – periode sebelumnya dapat digunakan untuk acuan penghitungan kebutuhan produksi.