

## **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

### **2.1. Teori Dasar**

Landasan teori perlu ditegakkan agar penelitian mempunyai dasar yang kokoh, dan bukan sekadar perbuatan coba-coba (*trial and error*). Adanya landasan teori merupakan ciri bahwa penelitian merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data. Kerlinger mengatakan bahwa teori adalah seperangkat konstruk (konsep), definisi, dan proposisi yang berfungsi untuk melihat fenomena secara sistematis melalui spesifikasi hubungan antarvariabel sehingga dapat berguna untuk menjelaskan dan meramalkan fenomena (Sudaryono, 2015).

#### **2.1.1. *Artificial Intelligence***

Menurut (T. Sutojo, S.Si. et al., 2011) Kecerdasan buatan berasal dari bahasa Inggris “*Artificial Intelligence*” atau disingkat AI, yaitu *intelligence* adalah kata sifat yang berarti cerdas, sedangkan *artificial* artinya buatan. Kecerdasan buatan yang dimaksud di sini merujuk pada mesin yang mampu berpikir, menimbang tindakan yang akan diambil, dan mampu mengambil keputusan seperti yang dilakukan oleh manusia. Berikut adalah beberapa definisi kecerdasan buatan yang telah didefinisikan oleh beberapa ahli.

Alan Turing, ahli matematika berkebangsaan Inggris yang dijuluki bapak komputer modern dan pembongkar sandi Nazi dalam era Perang Dunia II 1950, menetapkan definisi *Artificial Intelligent*. “Jika komputer tidak dapat dibedakan dengan manusia saat berbincang melalui terminal komputer, maka bisa dikatakan komputer itu cerdas, mempunyai kecerdasan”.

John McCarthy dari Stanford mendefinisikan kecerdasan sebagai “kemampuan untuk mempunyai sukses dalam menyelesaikan suatu permasalahan”.

Herbert Alexander Simon (*June 15, 1916-February 9, 2001*):

“Kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) merupakan kawasan penelitian, aplikasi, dan instruksi yang terkait dengan pemrograman komputer untuk melakukan sesuatu hal yang dalam pandangan manusia adalah cerdas”.

Rich and Knight (1991):

“Kecerdasan buatan (AI) merupakan sebuah studi tentang bagaimana membuat komputer melakukan hal-hal yang pada saat ini dapat dilakukan lebih baik oleh manusia”.

Encyclopedia Britannica:

“Kecerdasan buatan (AI) merupakan cabang dari ilmu komputer yang dalam merepresentasi pengetahuan lebih banyak menggunakan bentuk simbol-simbol daripada bilangan dan memproses informasi berdasarkan metode heuristik atau dengan berdasarkan sejumlah aturan”.

Menurut Winston dan Prendergast (1984), tujuan dari kecerdasan buatan adalah:

1. Membuat mesin menjadi lebih pintar (tujuan utama).

2. Memahami apa itu kecerdasan (tujuan ilmiah).
3. Membuat mesin lebih bermanfaat (tujuan *entrepreneurial*).

Menurut (T. Sutojo, S.Si. et al., 2011) *Artificial intelligence* memiliki 3 bidang ilmu yaitu Sistem Pakar, Jaringan Syaraf Tiruan (JST), dan *Fuzzy Logic*.

### **1. Sistem Pakar**

Sistem pakar merupakan cabang dari *Artificial Intelligence* (AI) yang cukup tua karena sistem ini mulai dikembangkan pada pertengahan 1960. Sistem pakar yang muncul pertama kali adalah *General-purpose problem solver* (GPS) yang dikembangkan oleh Newel dan Simon. Sampai saat ini sudah banyak sistem pakar yang dibuat, seperti MYCIN untuk diagnosis penyakit, DENDRAL untuk mengidentifikasi struktur molekul campuran yang tak dikenal, XCON & XSEL untuk membantu konfigurasi sistem besar, SHOPIE untuk analisis sirkuit elektronik, Prospector digunakan di bidang geologi untuk membantu mencari dan menemukan deposit, FOLIO digunakan untuk membantu memberikan keputusan bagi seorang manager dalam stok dan investasi, DELTA dipakai untuk pemeliharaan lokomotif listrik diesel, dan sebagainya.

Istilah sistem pakar berasal dari istilah *knowledge-based expert system*. Istilah ini muncul karena untuk memecahkan masalah, sistem pakar menggunakan pengetahuan seorang pakar yang dimasukkan kedalam komputer. Seorang yang bukan pakar menggunakan sistem pakar untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, sedangkan seorang pakar menggunakan sistem pakar untuk *knowledge assistant*. Berikut adalah beberapa pengertian sistem pakar.

- a. Turban (2001, p402)

“Sistem pakar adalah sebuah sistem yang menggunakan pengetahuan manusia di mana pengetahuan tersebut dimasukkan ke dalam sebuah komputer dan kemudian digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang biasanya membutuhkan kepakaran atau keahlian manusia”.

- b. Jackson (1999, p3)

“Sistem pakar adalah program komputer yang merepresentasikan dan melakukan penalaran dengan pengetahuan beberapa pakar untuk memecahkan masalah atau memberikan saran”.

- c. Luger dan Stubblefield (1993, p308)

“Sistem pakar adalah program yang berbasiskan pengetahuan yang menyediakan solusi “kualitas pakar” kepada masalah-masalah dalam bidang (domain) yang spesifik” (T. Sutojo, S.Si. et al., 2011).

## **2. Jaringan Saraf Tiruan (JST)**

Jaringan saraf tiruan adalah paradigma pengolahan informasi yang terinspirasi oleh sistem saraf secara biologis, seperti proses informasi pada otak manusia. Elemen kunci dari paradigma ini adalah struktur dari sistem pengolahan informasi yang terdiri dari sejumlah besar elemen pemrosesan yang saling berhubungan (neuron), bekerja serentak untuk menyelesaikan masalah tertentu (T. Sutojo, S.Si. et al., 2011).

## **3. Logika Fuzzy**

Konsep tentang logika *fuzzy* diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada 1965. Logika *fuzzy* adalah metodologi sistem kontrol pemecahan masalah,

yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil, *embedded system*, jaringan PC, *multi-channel* atau *workstation* berbasis akuisisi data, dan sistem kontrol. Dalam logika klasik dinyatakan bahwa segala sesuatu bersifat biner, yang artinya adalah hanya mempunyai dua kemungkinan, “Ya atau Tidak”, “Benar atau Salah”, “Baik atau Buruk”, dan lain-lain. Oleh karena itu, semua ini dapat mempunyai nilai keanggotaan 0 atau 1. Akan tetapi, dalam logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan berada di antara 0 dan 1. Artinya, bisa saja suatu keadaan mempunyai dua nilai “Ya dan Tidak”, “Benar dan Salah”, “Baik dan Buruk” secara bersamaan, namun besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika *fuzzy* dapat digunakan di berbagai bidang, seperti pada sistem diagnosis penyakit (dalam bidang kedokteran); pemodelan sistem pemasaran, riset operasi (dalam bidang ekonomi); kendali kualitas air, prediksi adanya gempa, klasifikasi dan pencocokan pola (dalam bidang teknik) (T. Sutojo, S.Si. et al., 2011).

### **2.1.2. Fuzzy Logic**

#### **1. Pengertian fuzzy logic**

Menurut (Kusumadewi, Sri. Purnomo, 2013) Logika *fuzzy* merupakan satu komponen pembentukan *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 ke *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. Sebagai 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 seperti terlihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2. 1.** Contoh Pemetaan *Input-Output* (Gelley, 2000)  
Sumber: (Kusumadewi,Sri. Purnomo, 2013)

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

## 2. Alasan Digunakannya logika *fuzzy*

Berdasarkan penelitian (Ula. M, 2014) Berikut ini adalah alasan digunakan 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* sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat.
4. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami, menggunakan bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.

## 3. Himpunan *Fuzzy*

Menurut (Kusumadewi,Sri. Purnomo, 2013) Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item  $x$  dalam suatu himpunan  $A$ , yang sering ditulis dengan  $\mu_A[X]$ , memiliki 2 kemungkinan, yaitu:

1. Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau
2. Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu:

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: MUDA, PAROBAYA, TUA.

2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variable seperti: 40, 25, 50, dsb.

Menurut (Kusumadewi,Sri. Purnomo, 2013) ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu:

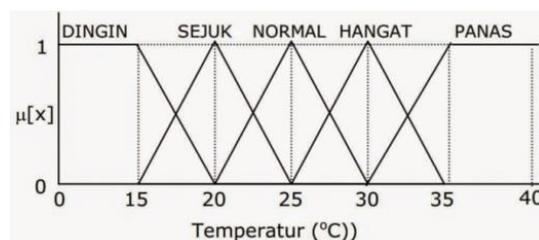
1. Variabel *fuzzy*

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

2. Himpunan *fuzzy*

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

1. Variabel umur, terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu: MUDA, PAROBAYA, dan TUA.
2. Variabel temperatur, terbagi menjadi 5 himpunan *fuzzy*, yaitu: DINGIN, SEJUK, NORMAL, HANGAT, dan PANAS.



**Gambar 2. 2.** Himpunan *fuzzy* pada variabel temperatur  
Sumber: (Kusumadewi,Sri. Purnomo, 2013)

3. 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.

Contoh:

1. Semesta pembicaraan untuk variabel umur  $[0 +\infty)$ .
2. Semesta pembicaraan untuk variabel temperatur  $[0 40]$ .

#### 4. 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. Contoh domain himpunan *fuzzy*:

1. MUDA =  $[0 45]$
2. PAROBAYA =  $[35 55]$
3. TUA =  $[45 +\infty]$
4. DINGIN =  $[0 20]$
5. SEJUK =  $[15 25]$
6. NORMAL =  $[20 30]$
7. HANGAT =  $[25 35]$
8. PANAS =  $[30 40]$

#### 4. Fungsi Keanggotaan

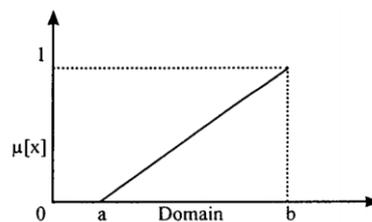
Menurut (Kusumadewi,Sri. Purnomo, 2013) Fungsi keanggotaan *Fuzzy* (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat

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.

### 1. Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya 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 2.3).



**Gambar 2. 3.** Representasi Linear Naik  
Sumber: (Kusumadewi,Sri. Purnomo, 2013)

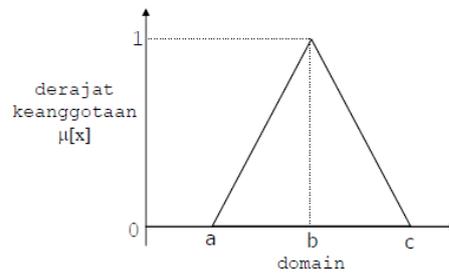
Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

**Rumus 2. 1.** Representasi Linear Naik  
Sumber: (Kusumadewi,Sri. Purnomo, 2013)

### 2. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear) seperti terlihat pada Gambar 2.4.



**Gambar 2. 4.** Kurva Segitiga  
Sumber: (Kusumadewi,Sri. Purnomo, 2013)

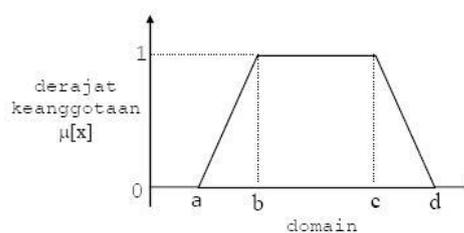
Fungsi Keanggotaan:

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

**Rumus 2. 2.** Representasi Kurva Segitiga  
Sumber: (Kusumadewi,Sri. Purnomo, 2013)

### 3. Representasi Kurva Trapesium

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



**Gambar 2. 5.** Kurva Trapesium  
Sumber: (Kusumadewi,Sri. Purnomo, 2013)

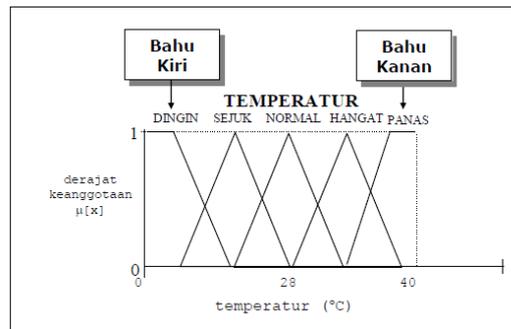
Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & c \leq x \leq d \end{cases}$$

**Rumus 2. 3.** Representasi Kurva Trapesium  
Sumber: (Kusumadewi,Sri. Purnomo, 2013)

#### 4. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun.

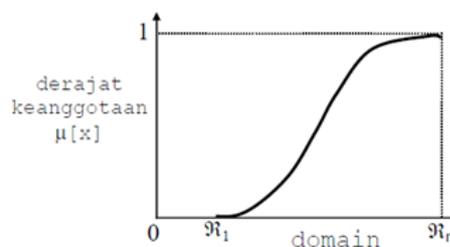


**Gambar 2. 6.** Daerah “Bahu” pada variabel TEMPERATUR  
Sumber: (Kusumadewi,Sri. Purnomo, 2013)

#### 5. Representasi Kurva-S

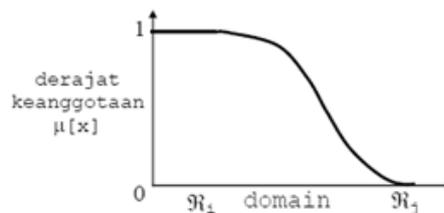
Kurva PERTUMBUHAN dan PENYUSUTAN merupakan kurva-S atau *sigmoid* yang berhubungan dengan kenaikan dan penurunan permukaan secara tak linear.

Kurva-S untuk PERTUMBUHAN akan bergerak dari sisi paling kiri (nilai keanggotaan =0) ke sisi paling kanan (nilai keanggotaan =1). Fungsi keanggotaan akan tertumpu pada 50% nilai keanggotaan yang sering disebut dengan titik infleksi (Cox, 1994) (Gambar 2.7).



**Gambar 2. 7.** Himpunan *Fuzzy* dengan Kurva-S PERTUMBUHAN  
Sumber: (Kusumadewi,Sri. Purnomo, 2013)

Kurva-S untuk PENYUSUTAN akan bergerak dari sisi paling kanan (nilai keanggotaan =1) ke sisi paling kiri (nilai keanggotaan =0) seperti terlihat pada Gambar 2.8.



**Gambar 2. 8.** Himpunan *Fuzzy* dengan Kurva-S PENYUSUTAN  
Sumber: (Kusumadewi,Sri. Purnomo, 2013)

## 6. Operator Dasar Zadeh Untuk Operasi

### Himpunan *Fuzzy*

Seperti halnya himpunan konvensional, ada beberapa 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:

#### 1. Operator *AND*

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

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

**Rumus 2. 4.** Rumus Operator *AND*  
Sumber: (Kusumadewi,Sri. Purnomo, 2013)

## 2. Operator *OR*

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

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

**Rumus 2. 5.** Rumus Operator *OR*  
Sumber: (Kusumadewi,Sri. Purnomo, 2013)

## 3. Operator *NOT*

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

1.

$$\mu_A = 1 - \mu_A(x)$$

**Rumus 2. 6.** Rumus Operator *NOT*  
Sumber: (Kusumadewi,Sri. Purnomo, 2013)

## 7. Penalaran Monoton

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Zarkasi, Widyastuti, & N, 2015) Metode penalaran secara monoton digunakan sebagai dasar untuk teknik implikasi *fuzzy*. Meskipun penalaran ini sudah jarang sekali digunakan, namun masih digunakan untuk penalaran *fuzzy*. Jika 2 daerah *fuzzy* direlasikan dengan implikasi sederhana sebagai berikut:

$$IF \ x \text{ is } A \ THEN \ y \text{ is } B$$

**Rumus 2. 7.** Penalaran Monoton  
Sumber: (Zarkasi et al., 2015)

Transfer fungsi:

$$y = f(x,A),B)$$

**Rumus 2. 8.** Transfer Fungsi Penalaran Monoton  
Sumber: (Zarkasi et al., 2015)

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.

## 8. Fungsi Implikasi

Menurut (Kusumadewi,Sri. Purnomo, 2013) 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

**Rumus 2. 9.** Fungsi Implikasi

Sumber: (Kusumadewi,Sri. Purnomo, 2013)

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 (Cox, 1994):

*IF* (x<sub>1</sub> is A<sub>1</sub>) o (x<sub>2</sub> is A<sub>2</sub>) o (x<sub>3</sub> is A<sub>3</sub>) o.....o (x<sub>N</sub> is A<sub>N</sub>) *THEN* y is B dengan o

adalah operator (misal: *OR* atau *AND*).

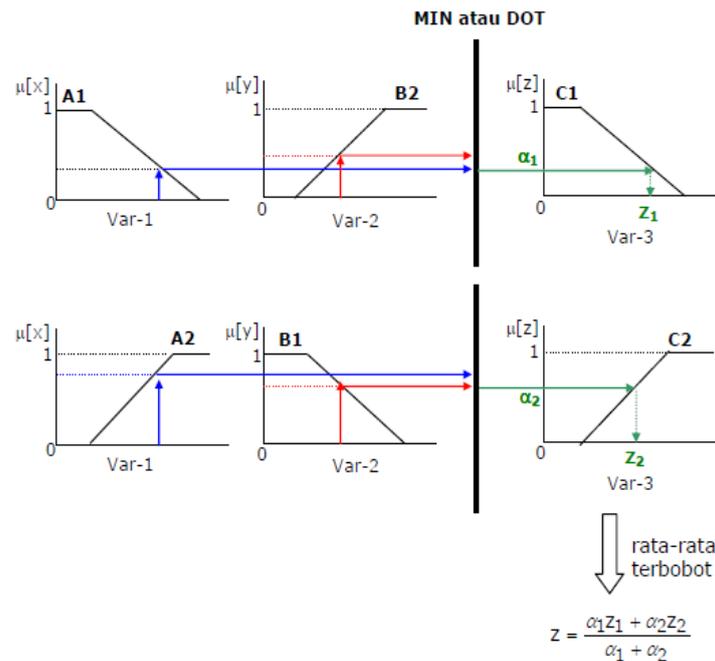
Secara umum, ada 2 fungsi implikasi yang dapat digunakan, yaitu (Yan, 1994):

- a. Min (minimum). Fungsi ini akan memotong *output* himpunan *fuzzy*.
- b. Dot (*product*). Fungsi ini akan menskala *output* himpunan *fuzzy*.

### 2.1.3. Metode Tsukamoto

Berdasarkan penelitian (Kaswidjanti, Aribowo, & Wicaksono, 2014) Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk *IF-Then* harus

dipresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, *output* hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan  $\alpha$ -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.



**Gambar 2. 9.** Inferensi dengan menggunakan Metode Tsukamoto  
Sumber:(Kaswidjanti et al., 2014)

## 2.2. Variabel

Menurut (Sudaryono, 2015) Variabel penelitian pada dasarnya adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi dan kesimpulannya.

Ada beberapa variabel *input* dan *output* yang sudah ditentukan oleh penulis yaitu sebagai berikut:

### **2.2.1. Variabel *input***

Pada penelitian ini terdapat 4 variabel *input* yang akan diproses dengan menggunakan logika *fuzzy* metode Tsukamoto. Variabel *input* dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Jumlah Berlangganan

Berlangganan atau langganan adalah instansi atau perusahaan maupun orang yang membeli produk atau barang secara rutin.

2. Jumlah Kuantitas

Jumlah kuantitas merupakan jumlah unit laptop yang dibeli oleh tiap pelanggan.

3. Jumlah Pembelian

Jumlah pembelian merupakan jumlah dari total pembelian pelanggan dalam membeli produk perusahaan.

4. Waktu Pembayaran

Waktu pembayaran merupakan berapa lama pembeli melakukan pembayaran pada hutang pembelian.

### **2.2.2. Variabel *Output***

Variabel *output* pada penelitian ini adalah untuk menentukan pelanggan terbaik dengan menggunakan logika *fuzzy* metode Tsukamoto dengan mendapatkan hasil layak dan tidak layak dikategorikan sebagai pelanggan terbaik.

### 2.3. *Software* Pendukung

*Software* pendukung adalah aplikasi yang digunakan penulis untuk mendukung proses penelitian ini, terdapat dua *software* pendukung yaitu:

#### 1. ***MATLAB***

Menurut (Naba, 2009) *MATLAB* adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi di mana arti perintah dan fungsi-fungsinya bisa dimengerti dengan mudah, meskipun bagi seorang pemula. Hal itu karena di dalam *MATLAB*, masalah dan solusi bisa diekspresikan dalam notasi-notasi matematis yang biasa dipakai. *MATLAB* singkatan dari *matrix laboratory*. Pada awalnya *MATLAB* dimaksudkan sesuaikan dengan namanya, yaitu untuk menangani berbagai operasi matriks dan vektor menggunakan rutin-rutin dan *library* LINPACK dan EISPACK. Saat ini *MATLAB* telah menggabungkan rutin-rutin dan *library* dari LAPACK dan BLAS, yang lebih efisien dalam menangani operasi matriks dan vektor. *MATLAB* telah berevolusi selama bertahun-tahun berkat masukan dari banyak pemakai. Dalam dunia akademis, ia telah menjadi alat bantu standar instruksional dalam kuliah-kuliah pengenalan dan tingkat alat bantu untuk keperluan analisis, pengembangan, riset dalam dunia industri. Spectrum penggunaan *MATLAB* yang luas ini dimungkinkan karena *MATLAB* telah melengkapi diri dengan berbagai *toolbox*. Sebuah *toolbox* dalam *MATLAB* adalah koleksi berbagai fungsi *MATLAB* (*M-Files*, yaitu *file* berektensi .m), yang merupakan perluas *MATLAB* untuk memecahkan masalah-masalah khusus pada bidang tertentu. Oleh karenanya, dengan memakai *toolbox* dalam *MATLAB*, para pengguna bisa belajar dan

menerapkan berbagai *specialized technology*. Beberapa bidang sudah tersedia *toolbox*-nya dalam *MATLAB*, meliputi *fuzzy logic*, *neural network* (jaringan syaraf tiruan), *control system* (sistem kontrol), *signal processing* (pengolahan sinyal), dan *wavelet*.

## 2. Bahasa Pemrograman *Visual Basic 2010*

Menurut (Jubilee Enterprise, 2017) *Visual basic* merupakan bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh Microsoft. Beberapa alasan dibawah ini menunjukkan mengapa *Visual Basic* ideal untuk *programmer* pemula:

1. *Visual Basic* merupakan *high-level programming*. *High-level programming* adalah pemrograman yang telah menggunakan *syntax* (perintah dan struktur pemrograman) “bahasa manusia” sehingga lebih mudah dimengerti, terutama orang awam.
2. *Visual Basic* sangat mudah digunakan untuk membuat aplikasi berbasis GUI (*Graphical User Interface*), yaitu aplikasi yang dilengkapi jendela, menu-menu, ikon, dan tatap muka lainnya.
3. *Visual Basic* sendiri dapat ditemukan dalam beberapa variasi, seperti *Visual Basic for Application* (VBA) di dunia *MSOffice* (sering disebut dengan istilah *Macro*) dan *VBScript* yang telah bekerja di dunia website.
4. *Visual Basic* dikemas dan dikembangkan dalam sebuah IDE (*Integrated Development Environment*) yang bernama *Visual Studio*. Dengan demikian, mengembangkan aplikasi menjadi jauh lebih praktis karena tidak membutuhkan banyak sumber daya di luar *Visual Studio*.

5. Secara umum, ekosistem *Visual Basic* sudah terbentuk. Anda bisa menemukan referensi yang melimpah, contoh *script* yang banyak ditemukan dan aplikasi-aplikasi pendukung yang bisa diinstal secara terpisah untuk “memperkuat” daya-mampu *Visual Basic* ini.

#### 2.4. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan sumber bacaan sebagai referensi bagi penulis dalam melakukan penelitian dengan syarat, peneliti baru tidak boleh melakukan penelitian yang sama, kecuali berbeda pada permasalahan penelitian, waktu penelitian, tempat penelitian, sampel penelitian dan metode penelitian. Berikut merupakan referensi-referensi bagi penulis dalam melakukan penelitian:

1. Berdasarkan penelitian (Rimawati, 2016) yang berjudul **“Pengaruh Kualitas Layanan Terhadap Kepuasan Pelanggan STMIK Sinar Nusantara Surakarta”**. STMIK Sinar Nusantara Surakarta merupakan kampus yang selalu memberikan kepuasan kepada pelanggannya. Pelanggan dalam kampus ini adalah mahasiswa, metode yang dilakukan untuk mengukur kepuasan pelanggan yakni : (1) sistem keluhan dan saran, (2) survey kepuasan pelanggan (3) *Ghost shopping* (4) *Lost customer analysis*. Pengukuran kualitas pelanggan terhadap kepuasan pelanggan yang dilakukan untuk mengetahui secara spesifik terhadap variabel terikat dengan kualitas pelayanan. Mengukur pengaruh kualitas layanan terhadap kepuasan dilakukan dengan teknik *random sampling* dan analisis regresi berganda.

Hasil perhitungan kuisioner dari sampel dengan menggunakan model regresi linier maka dapat disimpulkan bahwa kualitas layanan yang mempengaruhi kepuasan pelanggan yaitu mahasiswa STMIK Sinar Nusantara adalah layanan yang handal, layanan jaminan dan layanan fasilitas.

2. Berdasarkan penelitian (Zaki & Santoso, 2016) yang berjudul “**Model Fuzzy Tsukamoto Untuk Klasifikasi Dalam Prediksi Krisis Energi Di Indonesia**”. Krisis energi juga terjadi pada Indonesia, yang termasuk bahan bakar fosil terdiri dari 3 jenis yaitu minyak bumi, gas alam dan batubara. Krisis energi terjadi karena meningkatnya kebutuhan/permintaan akan energi, berbanding terbalik dengan jumlah produksi energi dalam negeri yang semakin menurun. Untuk memprediksi krisis energi di Indonesia dilakukan dengan mengembangkan suatu sistem inferensi *fuzzy* metode Tsukamoto yang mampu mengklasifikasikan krisis energi berdasarkan parameter jumlah produksi dan konsumsi suatu energi dan faktor penggerak kebutuhan energi, yakni GDP dan populasi penduduk. Luaran dari sistem ini adalah klasifikasi berdasarkan parameter tersebut, yaitu kondisi aman, kondisi waspada dan kondisi krisis. Berdasarkan hasil penelitian Sistem Inferensi *Fuzzy* dengan model Tsukamoto telah terbukti mampu melakukan klasifikasi untuk masalah krisis energi pada minyak bumi, gas alam, dan batubara terhadap parameter produksi, konsumsi, GDP dan penduduk. Sistem yang dibangun menghasilkan tingkat akurasi pada Minyak Bumi 90%, Batubara 100%, Gas Alam 100%.

3. Berdasarkan penelitian (Sholikhah, Satyareni, & Anugerah, 2016) yang berjudul **“Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pelanggan Terbaik Menggunakan Metode *Simple Additive Weighting* (SAW) Pada Bravo Supermarket Jombang”**. Dalam dunia bisnis persaingan merupakan hal biasa, seperti yang terjadi pada Bravo Supermarket Jombang. Bravo adalah salah satu supermarket yang menjual beraneka ragam barang untuk memenuhi kebutuhan masyarakat terutama untuk masyarakat Kabupaten Jombang dan sekitarnya. Bravo bukanlah satu-satunya supermarket di Kabupaten Jombang melainkan masih banyak supermarket yang bergerak dibidang yang sama, sehingga hal tersebut yang akan menimbulkan persaingan bisnis antar supermarket. Untuk menghadapi persaingan ini, salah satu cara yang dilakukan adalah dengan melakukan analisis terhadap pelanggan-pelanggan dan memilih pelanggan yang terbaik. Untuk mengatasi masalah ini, maka dibuatlah sebuah perancangan SPK (Sistem Pendukung Keputusan) dalam pemilihan pelanggan terbaik pada Bravo berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan, sehingga keputusan yang diberikan bisa tepat sasaran. Dalam perancangan sistem yang dibuat nantinya berbasis web dengan metode *SAW (Simple Additive Weighting)* sebagai proses perhitungan pemilihan pelanggan terbaik. Hasil dari perancangan sistem pemilihan pelanggan terbaik pada Bravo Supermarket Jombang diharapkan dapat membantu pihak manajemen Bravo dalam pemilihan pelanggan terbaik yang akan menerima *reward* dan akhirnya akan mampu meningkatkan loyalitas pelanggan dan profit Bravo.

4. Berdasarkan penelitian (Kaswidjanti et al., 2014) yang berjudul **“Implementasi *Fuzzy Inference System* Metode Tsukamoto Pada Pengambilan Keputusan Pemberian Kredit Pemilikan Rumah”**. Kebutuhan akan tempat tinggal semakin meningkat pesat sehingga kredit kepemilikan rumah (KPR) mengalami perkembangan. Hal ini dapat dilihat dengan banyaknya bank-bank di Indonesia yang menawarkan KPR dengan berbagai penawaran dengan syarat dan ketentuan yang berbeda-beda, sehingga terjadinya persaingan untuk mendapatkan nasabah baik untuk dana simpanan maupun KPR semakin sulit. Untuk memperhitungkan pengambilan keputusan pemberian kredit pemilikan rumah adalah dengan merancang aplikasi sistem pendukung keputusan dengan menerapkan metode-metode seperti *fuzzy inference system (FIS)* metode Tsukamoto. Kegunaan dari aplikasi ini adalah dapat membantu para calon debitur untuk menentukan kelayakan pengambilan KPR dan membantu pengembang perumahan/bank dalam pemasaran produknya.
5. Berdasarkan penelitian (Umoh, U.A and Isong, 2013) yang berjudul **“*Fuzzy Logic Based Decision Making for Customer Loyalty Analysis and Relationship Management*”**. Dalam dunia pemasaran saat ini, masalah yang sering terjadi adalah tidak dapat memuaskan pelanggan dan tidak dapat mencapai keuntungan besar karena tidak ada loyalitas pelanggan. Penelitian ini melakukan analisis loyalitas pelanggan dan manajemen hubungan dengan menggabungkannya pendekatan logika *fuzzy*, penelitian menggunakan studi kasus supermarket Jane dan Juliet yang berlokasi di

Uyo, Akwa Ibom Negara bagian di Nigeria, untuk mengumpulkan data. Komponen model pada penelitian ini meliputi; (1) prototipe sistem bantuan komputer untuk pelanggan analisis loyalitas dan sistem manajemen hubungan yang membantu supermarket untuk mengetahui tingkat loyalitas pelanggan mereka, (2) model database untuk menyimpan informasi penting tentang pelanggan. (3) basis pengetahuan model untuk mendapatkan informasi penting yang akan digunakan dalam pengembangan sistem pendukung keputusan. (4) sistem pendukung keputusan logika untuk analisis loyalitas pelanggan dan manajemen hubungan yang membantu perusahaan di Indonesia membuat keputusan penting untuk meningkatkan layanan mereka kepada pelanggan dan dengan demikian memaksimalkan keuntungan. Sistem dikembangkan menggunakan *NETBEANS IDE*, *JAVA*, *MYSQL*, *MATLAB* dll. Logika *fuzzy* mampu menyelesaikan konflik dengan kolaborasi, propagasi dan agregasi dan bisa menyerupai manusia penalaran. Dengan cara ini, sistem bisa mempelajari parameter kontrol yang harus diambil. Dengan memberikan informasi yang akurat tentang elemen kontrol, memungkinkan perusahaan mendorong ekuitas pelanggan, untuk lebih mempertahankan loyal dan berpotensi bagus. Hasil yang diperoleh dalam pendekatan ini dapat memungkinkan perusahaan untuk meningkatkan ekuitas pelanggan, untuk memulai loyalitas program, untuk mengotomatisasi kustomisasi massal, untuk memaksimalkan nilai pelanggan, sehingga dapat mendapatkan keuntungan perusahaan.

6. Berdasarkan penelitian (Ariani & Endra, 2013) yang berjudul *“Implementation Of Fuzzy Inference System With Tsukamoto Method For Study Programme Selection”*. Dalam jenjang memasuki pendidikan tinggi, hal yang sering terjadi adalah kesalahan membuat keputusan untuk memilih jurusan. Kesalahan dalam memilih jurusan akan mempengaruhi motivasi belajar siswa, jangka waktu pembelajaran, dan juga kegagalan siswa. Hal tersebut sangat mempengaruhi masa depan para siswa. Seharusnya dalam pemilihan program studi setiap siswa diharapkan lebih fokus pada minat dan kemampuannya. *Fuzzy Inference System (FIS)* dengan metode Tsukamoto dapat diterapkan untuk mendukung penyelesaian permasalahan di atas. Dalam metode ini, *output* diperoleh dengan empat tahap, yaitu pembentukan himpunan *fuzzy*, penetapan peraturan, penerapan fungsi implikasi, dan defuzzifikasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan metode *FIS* dengan Tsukamoto terhadap keputusan program studi yang sesuai dengan minat dan kemampuan calon siswa. Selain itu, variabel *input* meliputi Skor *Interview*, Skor Teknik Informatika, Skor Sistem Informasi dan Skor Tes Tertulis. Setelah semua proses Tsukamoto Metode *FIS* sudah selesai. Tahap selanjutnya adalah membandingkan hasil perhitungan skor TI dan skor SI untuk mendapatkan hasilnya. Ketentuan dari Program ini adalah: jika nilai TI lebih besar dari SI, maka mereka masuk ke kursus TI, sebaliknya jika nilai SI lebih besar daripada program TI.

## 2.5. Kerangka Pemikiran

Dalam kerangka pemikiran ini akan dijelaskan mengenai urutan langkah-langkah yang dibuat secara sistematis dan logis sehingga dapat dijadikan pedoman yang jelas dan mudah untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Tiap tahapan merupakan bagian yang menentukan tahapan selanjutnya dan berkaitan erat antara satu dengan yang lainnya. Berikut merupakan model metodologi pemecahan masalah yang akan digunakan dalam skripsi ini.

