

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Teori Dasar**

Logika *fuzzy*, salah satu cara pengambilan keputusan berbasis aturan yang bertujuan untuk memecahkan masalah, dimana sistem tersebut sulit untuk dimodelkan atau terdapat ambiguitas dan ketidakjelasan. Logika *fuzzy* sangat membantu dalam pengambilan keputusan untuk menentukan kinerja guru yang memuaskan jadi guru dan guru yang kurang memuaskan jadi guru. Logika *fuzzy* juga merupakan bagian dari kecerdasan buatan atau Artificial Intelligence dimana akan dijelaskan lebih lanjut.

#### **2.1.1 Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence)**

Kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence (AI)* itu sendiri dimunculkan oleh seorang professor dari *Massachusetts Institute of Technology* yang bernama John McCarthy pada tahun 1956 pada *Dartmouth Conference* yang dihadiri oleh para peneliti AI. Pada konferensi tersebut juga didefinisikan tujuan utama dari kecerdasan buatan, yaitu mengetahui dan memodelkan proses-proses berpikir manusia dan mendesain mesin agar dapat menirukan kelakuan manusia tersebut. (Wijaya, 2013: 19)

Menurut (Gunawan, 2013: 128-129) Kecerdasan buatan adalah salah satu bidang ilmu komputer yang mendayagunakan komputer sehingga dapat berperilaku

seperti manusia. Kecerdasan buatan mengembangkan perangkat lunak dan perangkat keras untuk menirukan tindakan manusia. Aktifitas manusia yang ditirukan seperti: penalaran, penglihatan, pembelajaran, pemecahan masalah, pemahaman bahasa alami dan sebagainya.

Teknologi kecerdasan buatan dipelajari dalam bidang-bidang seperti:

1. Sistem pakar (*expert system*)
2. Pengolahan bahasa alami (*natural language processing*)
3. Pengenalan pola (*pattern recognition*)
4. Pengenalan ucapan (*speech recognition*)
5. Penglihatan Komputer (*computer vision*)
6. Robotik (*robotics*)
7. Sistem syaraf tiruan (*Artificial Neural System*).

Kecerdasan buatan menyelesaikan permasalahan dengan mendayagunakan komputer dengan cara mengikuti proses penalaran manusia. Salah satu teknik kecerdasan buatan yang menirukan proses penalaran manusia adalah sistem pakar.

Implementasi dari *artificial intelegence* saat ini dapat dalam bidang-bidang diantaranya :

1. *Fuzzy logic*

Suatu metode *artificial intelegence* yang banyak terdapat pada alat-alat elektronik dan robot. Dimana alat-alat elektronik tersebut mampu berfikir dan bertingkah laku sebagaimana layaknya manusia.

## 2. *Computer vision*

Suatu metode *artificial intelligence* yang memungkinkan sebuah sistem komputer mengenali gambar sebagai *input*-nya. Contohnya adalah mengenali dan membaca tulisan yang ada dalam gambar.

## 3. *Game*

Suatu metode *artificial intelligence* yang berguna untuk meniru cara berfikir manusia dalam *game*. Contohnya adalah program *Deep Blue* yang mampu berfikir setara dengan seorang *gandmaster* catur.

## 4. *Speech recognition*

Suatu metode *artificial intelligence* yang berguna untuk mengenali suara manusia dengan cara dicocokkan dengan acuan atau *pattern* yang telah diprogramkan sebelumnya. Contohnya adalah suara dari *user* dapat diterjemahkan menjadi sebuah perintah bagi komputer.

## 5. *Expert system* (sistem pakar)

Suatu metode *artificial intelligence* yang berguna untuk meniru cara berfikir seorang ahli dalam mengambil keputusan berdasarkan situasi yang ada.

### **2.1.2 Jaringan Syaraf Tiruan**

Menurut (Cynthia & Ismanto, 2017: 197-198) Jaringan Syaraf Tiruan adalah merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Istilah buatan disini digunakan karena jaringan syaraf ini diimplemintasikan dengan

menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran.

Pada penelitian ini akan dirancang jaringan syaraf tiruan model lapisan banyak yang mana arsitektur tipe ini memiliki satu atau lebih lapisan yang terletak di antara lapisan masukan dan lapisan keluaran, memiliki juga satu atau lebih lapisan tersembunyi. Umumnya, ada lapisan bobot-bobot yang terletak antara dua lapisan yang bersebelahan. Jaringan dengan banyak lapisan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih sulit daripada lapisan dengan lapisan tunggal, tentu saja dengan pembelajaran yang lebih rumit juga. Gambar 1 merupakan salah satu contoh model *neuron* dengan banyak lapisan dan hanya memiliki satu lapisan tersembunyi.  $V_{ij}$  adalah bobot-bobot yang menghubungkan antara *neuron-neuron* pada lapisan masukan dengan lapisan tersembunyi. Sedangkan  $W_{jk}$  adalah bobot-bobot yang menghubungkan antara *neuron-neuron* pada lapisan tersembunyi dengan lapisan keluaran.  $Z_{in_j}$  adalah hasil pengolahan data pada lapisan tersembunyi dengan fungsi aktivasi  $F1$  untuk menghasilkan  $z_j(j = 1, \dots, k)$ ;

$$z_{in_j} = \sum_{i=1}^n x_i \cdot w_{ij}$$

$$z_j = F1(z_{in_j})$$

**Rumus 2.1** Pengolahan Data Lapisan Tersembunyi Dengan Fungsi Aktivasi

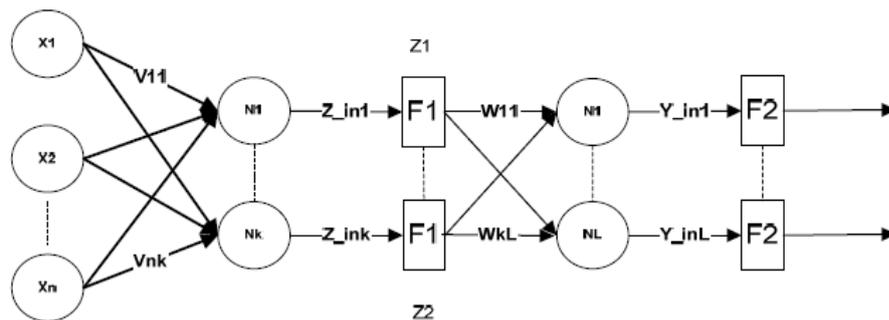
Sedangkan  $y_{ink}$  adalah hasil pengolahan data pada lapisan keluaran dengan fungsi aktivasi  $F2$  untuk menghasilkan keluaran jaringan.

$$y_k; (k, \dots, L)$$

$$y_{in_k} = \sum_{j=1}^n Z_j, w_{jk}$$

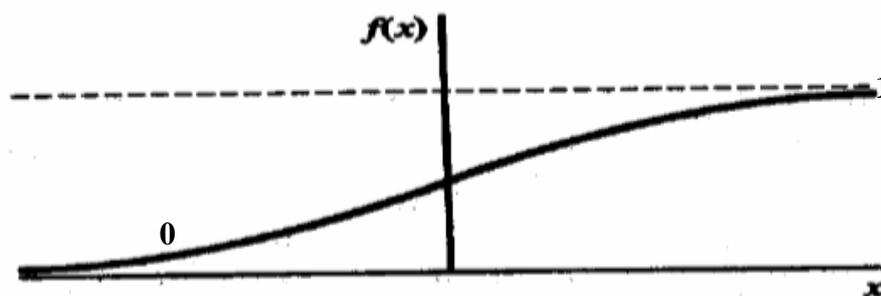
$$z_j = F2(y_{in_k})$$

**Rumus 2.2** Pengolahan Data Pada Lapisan Keluaran Dengan Fungsi Aktivasi



**Gambar 2.1** Model *Neuron* Dengan Banyak Lapisan

Fungsi aktivasi yang digunakan untuk jaringan syaraf tiruan pada penelitian ini adalah fungsi *sigmoid biner*. Fungsi ini dilatih menggunakan metode *Backpropagation*. Fungsi *sigmoid biner* yang tampak pada Gambar 2 memiliki nilai antara 0 sampai 1. Karena itu, fungsi ini sering digunakan untuk jaringan syaraf yang membutuhkan nilai keluaran yang terletak pada interval 0 sampai 1. Fungsi *sigmoid biner* dirumuskan sebagai berikut :



**Gambar 2.2** Fungsi Aktivasi *Sigmoid Biner*

$$y = f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\sigma x}}$$

$$y = f(x) = \sigma f(x)[1 - f(x)]$$

**Rumus 2.3 Fungsi Sigmoid Biner**

Untuk menormalisasikan/transformasi data dan nilai agar dapat bernilai 0 hingga 1, dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$= \frac{\text{Nilai } X_{\text{baru}} - \text{Nilai } X_{\text{Minimum}}}{\text{Nilai } X_{\text{Maximum}} - \text{Nilai } X_{\text{Minimum}}}$$

**Rumus 2.4**

Menormalisasikan/Transformasi Data

### 2.1.3 Sistem Pakar

Menurut (Rikhiana, Fadlil, & Soepomo, 2013: 3) Secara umum sistem pakar adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh ahli. Sistem pakar dibuat hanya pada domain pengetahuan tertentu untuk suatu kepakaran tertentu yang mendekati kemampuan manusia disalah satu bidang saja. Pengalihan keahlian oleh para ahli untuk kemudian dialihkan lagi kepada seorang lain yang belum ahli merupakan tujuan utama sistem pakar. Proses ini membutuhkan 4 aktifitas tertentu yaitu : tambahan pengetahuan, representasi pengetahuan, inferensi, pengalihan pengetahuan kepada pengguna. Sistem pakar terdiri dari 3 komponen utama, yaitu :

1. *User Interface* berfungsi sebagai media masukan pengetahuan ke dalam basis pengetahuan dan melakukan komunikasi dengan *user*.

2. *Knowledge Base* berisi semua fakta, ide, hubungan dan interaksi suatu domain tertentu.
3. Mesin inferensi bertugas menganalisis pengetahuan dan kesimpulan berdasarkan basis pengetahuan.

Sedangkan menurut (Dewi, Lestari, & Lestari, 2015: 26) Sistem pakar adalah sistem komputer yang mengemulasi kemampuan kepakaran manusia. Kata mengemulasi diartikan lebih kuat dari simulasi yang berarti bahwa sistem pakar diharapkan mampu bertindak sebagai yang dilakukan pakar manusia dalam melakukan penalaran untuk memberikan suatu justifikasi atau kesimpulan.

Ciri-ciri dari Sistem Pakar adalah sebagai berikut:

- a. Terbatas pada domain keahlian tertentu.
- b. Dapat memberikan penalaran untuk data-data yang tidak pasti.
- c. Dapat mengemukakan rangkaian alasan-alasan yang diberikannya dengan cara yang dapat dipahami.
- d. Berdasarkan pada kaidah/*rule* tertentu.
- e. Dirancang untuk dapat dikembangkan secara terpisah.
- f. Pengetahuan dan mekanisme inferensi jelas terpisah.
- g. Keluarannya bersifat anjuran.

Keuntungan pemakaian sistem pakar, yaitu:

- a. Membuat seseorang yang awam dapat bekerja seperti layaknya seorang pakar.
- b. Dapat bekerja dengan informasi yang tidak lengkap atau tidak pasti.

- c. Meningkatkan *output* dan produktivitas. Sistem pakar dapat bekerja lebih cepat dari manusia. Keuntungan ini berarti mengurangi jumlah pekerja yang dibutuhkan, dan akhirnya akan mereduksi biaya.
- d. Meningkatkan kualitas.
- e. Sistem pakar menyediakan nasihat yang konsisten dan dapat mengurangi tingkat kesalahan.
- f. Membuat peralatan yang kompleks lebih mudah dioperasikan karena sistem pakar dapat melatih pekerja yang tidak berpengalaman.
- g. Handal (*reliability*).
- h. Sistem pakar tidak dapat lelah atau bosan. Juga konsisten dalam memberi jawaban dan selalu memberikan perhatian penuh.
- i. Memiliki kemampuan memecahkan masalah yang kompleks.

Di samping memiliki beberapa keuntungan, sistem pakar juga memiliki beberapa kelemahan, antara lain :

1. Biaya yang diperlukan untuk membuat dan memeliharanya sangat mahal.
2. Sulit dikembangkan. Hal ini tentu saja erat kaitannya dengan ketersediaan pakar di bidangnya.
3. Sistem Pakar tidak 100% bernilai benar.

#### **2.1.4 Fuzzy Logic**

Menurut (Mujilawati, 2014: 588) Pengertian *Fuzzy* secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar-samar. Suatu nilai dapat bernilai besar atau salah secara bersamaan. Dalam *fuzzy* dikenal derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai

0 (nol) hingga 1 (satu). Berbeda dengan himpunan tegas yang memiliki nilai 1 atau 0 (ya atau tidak).

Logika *Fuzzy* merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzziness*) antara benar atau salah. Dalam teori logika *fuzzy* suatu nilai bisa bernilai benar atau salah secara bersama. Namun berapa besar keberadaan dan kesalahan tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1, berbeda dengan logika *digital* yang hanya memiliki dua nilai 1 atau 0. Logika *fuzzy* digunakan untuk menterjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (*linguistic*), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, sedang, cepat, dan sangat cepat. Logika *fuzzy* menunjukkan sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana nilai itu salah. Tidak seperti logika klasik (*scrisp*)/tegas, suatu nilai hanya mempunyai 2 kemungkinan yaitu anggota himpunan atau tidak. Derajat keanggotaan 0 (nol), artinya nilai bukan merupakan anggota himpunan dan (satu) berarti nilai tersebut adalah anggota himpunan.

#### **2.1.4.1 Logika Fuzzy**

*Fuzzy logic* jika di atau dalam bahasa Indonesia logika *Fuzzy* adalah teknik/ metode yang dipakai untuk mengatasi hal yang tidak pasti pada masalah-masalah yang mempunyai banyak jawaban. Pada dasarnya *Fuzzy logic* merupakan logika bernilai banyak/*multivalued logic* yang mampu mendefinisikan nilai diantara keadaan yang konvensional seperti benar atau salah, ya atau tidak, putih atau hitam dan lainlain. Penalaran Logika *Fuzzy* menyediakan cara untuk

memahami kinerja *system* dengan cara menilai *input* dan *output system* dari hasil pengamatan. Logika *Fuzzy* menyediakan cara untuk menggambarkan kesimpulan pasti dari informasi yang samar-samar, ambigu dan tidak tepat. (Arini, 2015: 54-55)

Menurut (Meimaharani et al., 2014: 90-91) Logika *fuzzy* adalah peningkatan dari logika *Boolean* yang berhadapan dengan konsep kebenaran sebagian. Saat logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat di ekspresikan dalam istilah biner (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak) logika *fuzzy* menggantikan kebenaran *Boolean* dengan tingkat kebenaran. Himpunan logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 sebagai cara matematis untuk merepresentasikan ketidakpastian *linguistik*. Berdasarkan konsep logika *fuzzy*, faktor-faktor dan kriteria-kriteria dapat diklasifikasikan tanpa batasan yang mengikat. Logika *fuzzy* sangat berguna untuk menyelesaikan banyak permasalahan dalam berbagai bidang yang biasanya memuat derajat ketidakpastian.

#### **2.1.4.2 Himpunan *Fuzzy***

Menurut (Agustin, Gandhiadi, & Oka, 2016: 177) Himpunan adalah kumpulan atau koleksi objek-objek yang mempunyai kesamaan sifat tertentu. Himpunan *fuzzy* merupakan suatu pengembangan lebih lanjut tentang konsep himpunan dalam matematika. Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan dalam suatu himpunan  $A(\mu_A(x))$  memiliki dua 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.

Jika  $X$  adalah koleksi dari objek-objek yang secara umum dilambangkan oleh  $x$ , maka suatu himpunan *fuzzy* dalam  $X$  didefinisikan himpunan pasangan berurutan:  $A = \{(x, \mu A(x)) | x \in X\}$ , dengan  $\mu A(x)$  adalah fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy*. Fungsi keanggotaan memetakan setiap elemen dari  $X$  ke derajat keanggotaan  $C$  yang terletak pada rentang  $[0,1]$ . Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu: *linguistic* dan numeris.

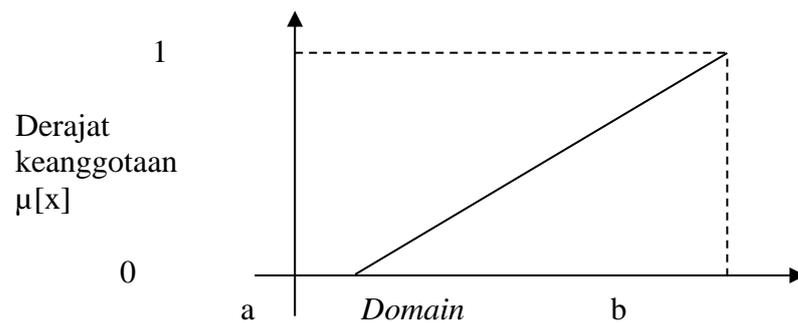
#### 2.1.4.3 Fungsi Keanggotaan

Menurut (Pasaribu, 2016: 83-84) Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut 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, yaitu :

##### 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 liner. 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. Fungsi keanggotaan representasi Linear dapat didefinisikan (Kusumadewi dan Purnomo, 2004:56).

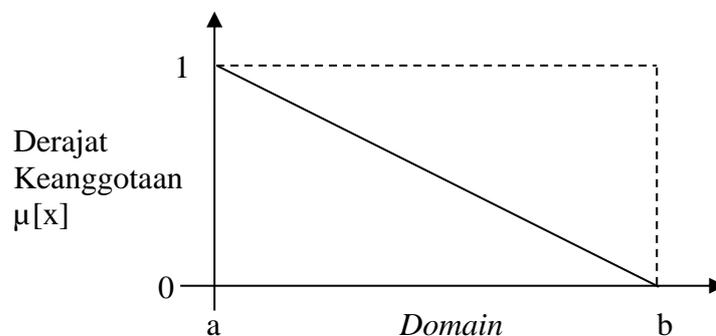


**Gambar 2.3** Grafik Keanggotaan *Linear Naik*

FungsiKeanggotaan:

$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$	<p><b>Rumus 2.5</b> Representasi Linear Naik</p>
---	--

Kedua, merupakan kebalikan dari 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 2.4** Grafik Keanggotaan *Linear Turun*

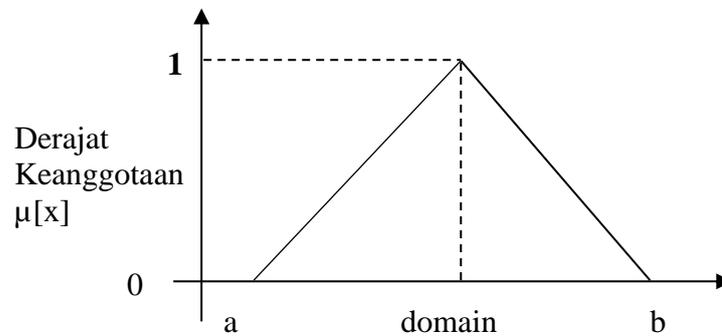
Fungsi Keanggotaan:

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

**Rumus 2.6** Representasi Linear Turun

## 2. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear). Fungsi keanggotaan: Representasi kurva segitiga dapat didefinisikan sebagai berikut (Kusumadewi dan Purnomo, 2004: 57).



**Gambar 2.5** Grafik Keanggotaan Kurva Segitiga

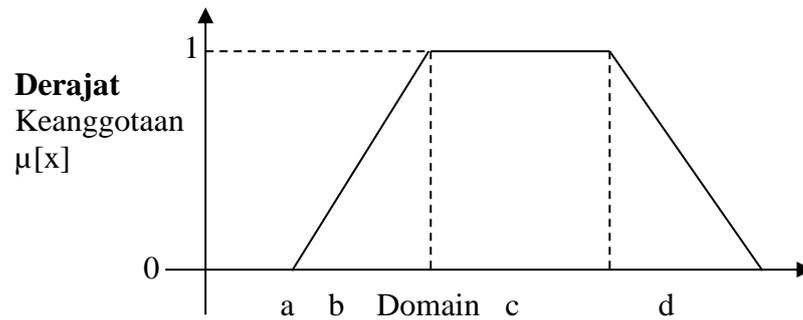
Fungsi Keanggotaan:

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

**Rumus 2.7** Kurva Segitiga

## 3. Representasi Kurva Trapesium

Kurva segitiga pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. Fungsi keanggotaan: Representasi kurva trapesium dapat didefinisikan sebagai berikut:



**Gambar 2.6** Grafik Keanggotaan Trapesium

Fungsi Keanggotaan:

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

**Rumus 2.8** Kurva Trapesium

#### 2.1.4.4 Logika Fuzzy Mamdani

Menurut (Haryanto & Nasari, 2015) Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode *Max-Min*. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output*, diperlukan 4 tahapan:

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*

Pada proses fuzzifikasi langkah yang pertama adalah menentukan *variable fuzzy* dan himpunan fuzzinya. Kemudian tentukan derajat kesepadanan (*degree of match*) antara data masukan *fuzzy* dengan himpunan *fuzzy* yang telah didefinisikan untuk setiap variabel masukan sistem dari setiap aturan *fuzzy*. Pada metode mamdani, baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

## 2. Aplikasi fungsi implikasi

Pada metode mamdani. Fungsi implikasi yang digunakan adalah min. Lakukan implikasi *fuzzy* berdasar pada kuat penyulutan dan himpunan *fuzzy* terdefinisi untuk setiap variabel keluaran di dalam bagian konsekuensi dari setiap aturan. Hasil implikasi *fuzzy* dari setiap aturan ini kemudian digabungkan untuk menghasilkan keluaran infrensi *fuzzy*.

## 3. Komposisi Aturan

Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka infrensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan.

Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu: max, additive dan probabilistik OR.

Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu:

### a. Metode Max (maximum)

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator OR. Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka *output* yang berisi suatu himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi.

Secara umum dapat dituliskan:

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow \max (\mu_{sf}[x_i], \mu_{kf}[x_i])$$

**Rumus 2.9 Metode Max**

Dengan:

$\mu_{sf}(X_i)$  = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i

$\mu_{kf}(X_i)$  = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i

Misalkan ada 3 aturan (proposisi) sebagai berikut:

[R1] *If* Biaya Produksi RENDAH *And* Permintaan NAIK

*Then* Produksi Barang BERTAMBAH

[R2] *If* Biaya Produksi STANDAR

*Then* Produksi Barang NORMAL

[R3] *If* Biaya Produksi TINGGI *And* Permintaan TURUN

*Then* Produksi Barang BERKURANG

Apabila digunakan fungsi implikasi MIN, maka metode komposisi ini sering disebut dengan nama MAX-MIN atau MIN-MAX atau MAMDANI.

b. Metode *Additive* (Sum)

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan *bounded-sum* terhadap semua *output* daerah *fuzzy*.

Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}(X_i) = \min(1, \mu_{sf}(X_i) + \mu_{kf}(X_i))$$

**Rumus 2.10** Metode *Additive* (Sum)

Dengan:

$\mu_{sf}(X_i)$  = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i

$\mu_{kf}(X_i)$  = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i

c. Metode Probabilistik OR (probor)

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan *product* terhadap semua *output* daerah *fuzzy*.

Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}(X_i) = (\mu_{sf}(X_i) + \mu_{kf}(X_i)) - (\mu_{sf}(X_i) \cdot \mu_{kf}(X_i))$$

**Rumus 2.11**  
Metode Probabilitas

Dengan:

$\mu_{sf}(X_i)$  = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i

$\mu_{kf}(X_i)$  = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i

4. Penegasan (*defuzzyfikasi*)

*Input* dari proses *defuzzyfikasi* adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut.

Ada beberapa metode *defuzzyfikasi* pada komposisi aturan mamdani, antara lain:

a. Metode Centroid (*Composite Moment*)

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat ( $z^*$ ) daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan:

$$z^* = \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz}$$

**Rumus 2.12** Variabel Kontinu

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)}$$

**Rumus 2.13** Variabel Diskri

b. Metode Bisektor

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai pada *domain fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*.

Secara umum dituliskan:

$$z_p \text{ sedemikian hingga } \int_{\mathbb{R}^1}^p \mu(z) dz = \int_p^{\mathbb{R}^n} \mu(z) dz$$

**Rumus 2.14**  
Metode Bisektor

c. Metode Mean of Maximum (MOM)

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata *domain* yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

d. Metode Largest of maximum (LOM)

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari *domain* yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

e. Metode Smallest of Maximum (SOM)

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari *domain* yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

## 2.2 Variabel

Menurut (Imran, 2012: 64) Variabel sebenarnya adalah konsep itu sendiri dalam arti bahwa variabel itu sebenarnya bersumber dari suatu konsep. Berhubung konsep itu tidak bisa diukur, sementara dalam penelitian dengan pendekatan kuantitatif konsep teoritik itu dituntut harus diukur untuk kepentingan pembuktian ilmiah, maka konsep tersebut harus diubah dengan cara memberikannya predikat

tertentu. Jika tidak, maka dia tidak akan pernah bisa berfungsi menjembatani dunia teoritik dengan dunia empirik.

### **2.2.1 Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Kegiatan estimasi adalah salah satu proses utama dalam proyek konstruksi untuk menjawab pertanyaan “berapa besar dana yang harus disediakan untuk sebuah bangunan? Ketidakpastian yang terjadi dalam penyediaannya akan berakibat kurang baik pada pihak-pihak yang terlibat didalamnya. Estimasi dalam proyek dilakukan dengan tujuan tertentu tergantung dari siapa/pihak yang membuatnya. Pihak pemilik atau *owner* membuat estimasi dengan tujuan untuk mendapatkan informasi sejelas-jelasnya tentang biaya yang harus disediakan untuk merealisasikan proyeknya, hasil estimasi ini disebut *Owner Estimate (OE)*.

Pihak kontraktor membuat estimasi dengan tujuan untuk kegiatan penawaran terhadap proyek konstruksi. Untuk menghitung RAB dibutuhkan denah rumah yang akan dibuat supaya dapat dihitung volume untuk setiap bagian dari rumah tersebut mulai dari pondasi, dinding, atap, plafon, dan lain-lain. Volume yang didapat akan diserahkan pada kontraktor untuk menghitung jenis pekerjaan apa saja yang akan dilakukan dalam proyek tersebut. Untuk setiap jenis pekerjaan membutuhkan beberapa komponen bahan bangunan dan pekerja dimana harga satuan setiap bahan bangunan dan pekerjaan tersebut dikalkulasi berdasarkan koefisien yang ada. Selanjutnya kontraktor akan melakukan kalkulasi terhadap bahan bangunan dan jumlah pekerja berdasarkan koefisien yang ada untuk mendapatkan hasil RAB yang efisien dalam pembangunan.

Bahan atau bahan yang disimpan yang akan digunakan untuk memenuhi tujuan tertentu, misalnya untuk digunakan dalam proses produksi atau perakitan, untuk dijual kembali, atau untuk suku cadang dari peralatan mesin.

**Tabel 2.1** Variabel Penelitian

Variabel	Himpunan	Indikator
Input	Harga Material	Rendah
		Sedang
		Tinggi
	Upah Tenaga Kerja	Sedikit
		Sedang
		Banyak
	Jasa Konsultan	Tidak Menggunakan
		Menggunakan
	Waktu Pengerjaan	Sebentar
		Sedang
		Lama
	Tipe Perumahan	Sempit
		Sedang
		Lebar
	Lokasi Perumahan	Tidak Strategis
Strategis		
Output	Besaran Biaya Pembangunan	Rendah
		Sedang
		Tinggi

## 2.3 *Software* Pendukung

### 2.3.1 MATLAB

Menurut (Lumbanbatu et al., 2013) MATLAB adalah singkatan dari *matrix laboratory*. Oleh karena itu pemahaman terhadap konsep matrik harus memadai agar dapat memanfaatkan MATLAB sebagai bahasa komputasi dengan maksimal. Menurut Gunadi Abadi Away (2010, h.1) MATLAB adalah bahasa pemrograman level tinggi (dalam dunia pemrograman semakin tinggi level bahasa semakin

mudah cara menggunakannya) yang di khususkan untuk komputasi teknis. Secara garis besar lingkungan kerja MATLAB terdiri atas beberapa unsur, yaitu :

1. *Command window* (Jendela Perintah), semua perintah matlab dituliskan dan dieksekusi. Kita dapat menuliskan perintah perhitungan sederhana, memanggil fungsi, mencari informasi tentang sebuah fungsi dengan aturan penulisannya (*help*), *demo program*, dan sebagainya. Setiap penulisan perintah selalu diawali dengan prompt '>>'. Misal, mencari nilai *sin* 750, maka pada *command window* kita dapat mengetikkan:

```
>> sin(75)
ans =
-0.38778
```

2. *Workspace* (Jendela Ruang Kerja), Jendela ini berisi informasi pemakaian variabel di dalam memori matlab. Misalkan kita akan menjumlahkan dua buah bilangan, maka pada *command window* kita dapat mengetikkan: >>bilangan1 = 10 bilangan1 = 10 >>bilangan2 = 5 bilangan = 10 >>hasil = bilangan1 + bilangan2 Hasil = 15Untuk melihat variabel yang aktif saat ini, kita dapat menggunakan perintah *who*. >>who Your variables are: bilangan1 bilangan2 hasil

3. *Workspace* (Jendela Ruang Kerja), Jendela ini berisi informasi pemakaian variabel di dalam memori matlab. Misalkan kita akan menjumlahkan dua buah bilangan, jendela *histori*, kemudian melakukan *copy-paste* ke *command window*.

4. *M-file* (editor ) akan dibahas pada bagian khusus.

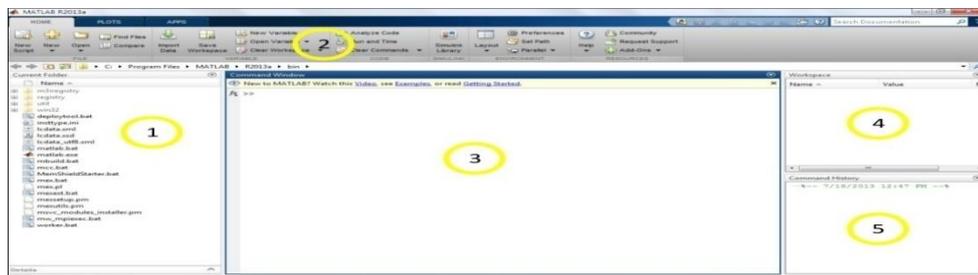
### 2.3.2 Cara Kerja Matlab

Pastikan MATLAB sudah terinstal pada PC anda. Selanjutnya pada layar monitor PC, anda mulai MATLAB dengan melakukan *double-click* pada *shortcut icon* MATLAB akan muncul tampilan seperti berikut ini:



**Gambar 2.7** Tampilan Utama MATLAB

Ketika memulai menjalankan MATLAB, window utama akan terlihat seperti gambar berikut ini:

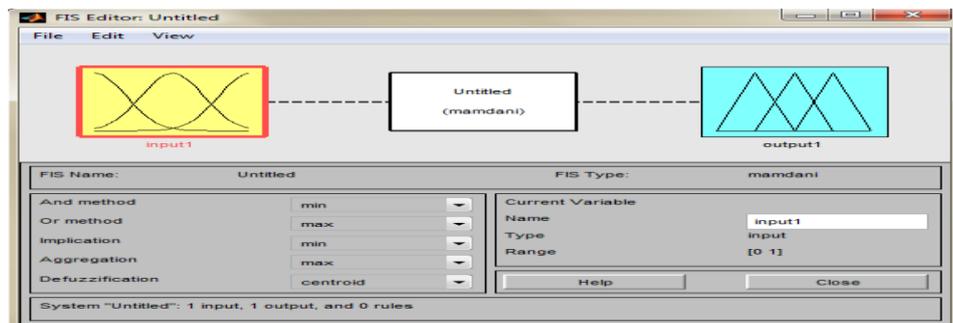


**Gambar 2.8** Tampilan Desktop MATLAB

Keterangan :

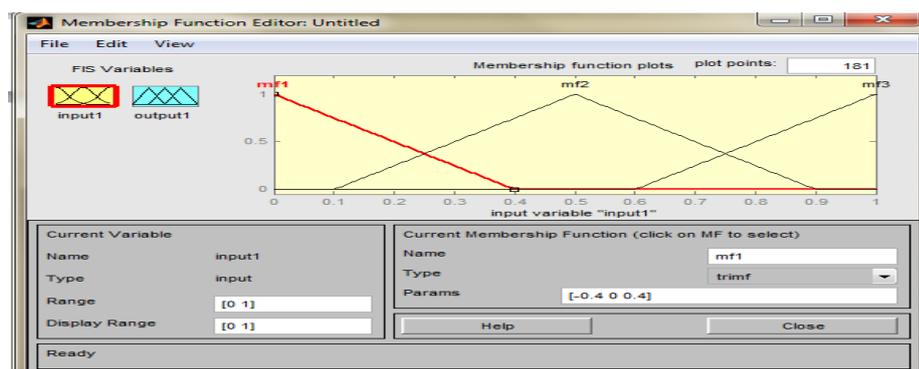
1. *Current Folder* = Lokasi folder yang digunakan
2. *Toolstrip* = Tombol 2 fungsi perintah
3. *Command Window* = Jendela perintah utama
4. *Workspace* = Lokasi variabel 2 yang digunakan
5. *Command History* = Rekaman perintah yang telah dilakukan pada *Command Window*, ketikkan: “Fuzzy”

Maka akan muncul *FIS Editor*, GUI ini yang berfungsi untuk mengedit model *fuzzy* yang dibuat seperti gambar 2.7 dengan sebuah variabel masukan dengan label *input 1* dan sebuah *output* dengan label *output 1*.



**Gambar 2.9** Tampilan *FIS Editor*

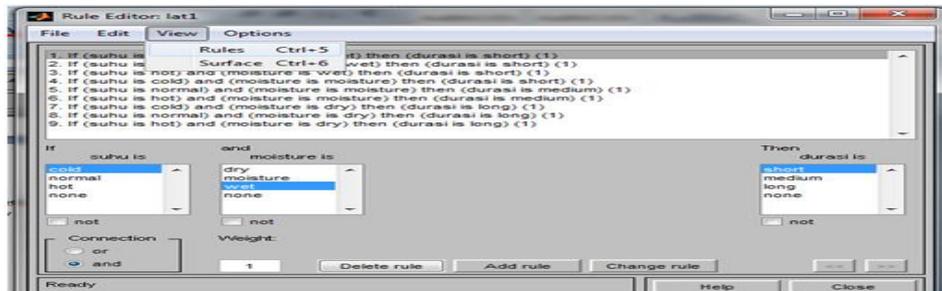
*Membership Function Editor* (MFE), GUI ini yang berfungsi untuk merancang atau membuat fungsi keanggotaan yang akan digunakan dalam model *fuzzy*. Terdapat beberapa fungsi keanggotaan yang dapat digunakan, antara lain fungsi keanggotaan segitiga dan Gauss. *Editor* ini dapat dipanggil dari *FIS Editor* dengan cara pilih view → Edit *Membership Function Editor* atau *double klik icon* variabel *input / output*.



**Gambar 2.10** Tampilan *Membership Function Editor*

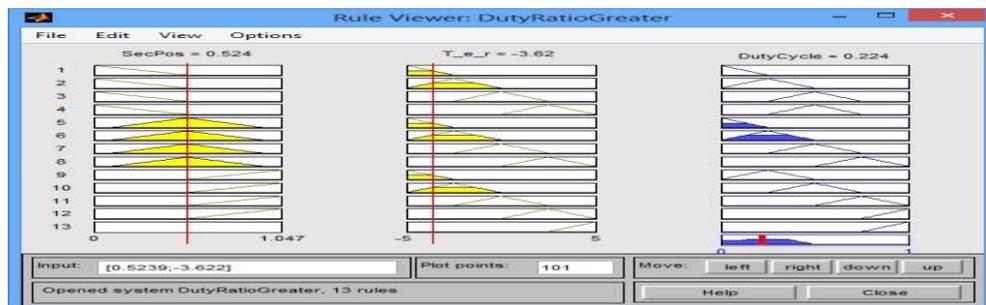
*Rule Editor*, GUI ini yang berfungsi menyusun aturan Jika-Maka berdasarkan pengetahuan maupun aturan-aturan yang kemudian akan digunakan

sebagai penalaran *fuzzy* yang merupakan inti dari model *fuzzy*. *Rule Editor* dapat dipanggil dengan cara pilih *view*→*Edit Rules*.



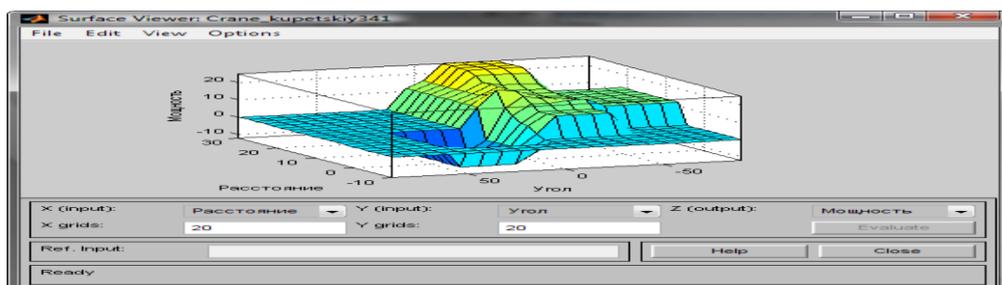
**Gambar 2.11** Tampilan *Rule Editor*

*Rule Viewer*, GUI ini yang berfungsi untuk menampilkan penalaran dari model *fuzzy* secara keseluruhan dalam bentuk model 2 dimensi. *Rule Viewer* dapat dipanggil dengan memilih menu *view*→*view rule*.



**Gambar 2.12** Tampilan *Rule Viewer*

*Surface Viewer*, GUI ini yang berfungsi untuk menampilkan penalaran dari model *fuzzy* dalam bentuk 3 dimensi. *Surface Viewer* dapat dipanggil dengan memilih menu *view*→*view Surface*.



**Gambar 2.13** Tampilan *Surface Viewer*

Menurut Kasiman (2006: 1-2) MATLAB mengintegrasikan perhitungan, visualisasi, dan pemrograman dalam suatu lingkungan yang mudah digunakan dimana permasalahan dan solusi dinyatakan dalam notasi secara matematis yang dikenal umum. Pertama, MATLAB dapat digunakan sebagai kalkulator ilmiah. Berikutnya MATLAB memungkinkan anda untuk memvisualisasikan data dalam berbagai cara, melakukan aljabar matriks, bekerja dengan polynomial dan fungsi integrasi. Seperti dalam sebuah kalkulator yang dapat diprogram, anda dapat menciptakan, mengeksekusi, dan menyimpan urutan perintah sehingga memungkinkan komputasi dilakukan secara otomatis. MATLAB dapat diperlakukan sebagai sebuah bahasa pemrograman yang akrab pengguna, yang memungkinkan untuk menangani kalkulasi matematis dalam suatu cara yang mudah. Penggunaan MATLAB:

1. Matematika dan komputasi
2. Pengembangan algoritma
3. Pengumpulan data
4. Pemodelan, simulasi, dan *prototype*
5. Analisis data, eksplorasi, dan visualisasi
6. Rancang bangun grafis

Pengembangan aplikasi, termasuk membangun *Graphical User Interface* (GUI)

## 2.4 Penelitian Terdahulu

Pada sub judul ini akan dijabarkan jurnal dari beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti lain sebelumnya, yang mendukung sebagai dasar pembahasan interpretasi penelitian. Pembahasan dan uraian penelitian sebelumnya dapat dibagi dalam beberapa bagian yang terdiri dari 36actor36e berikut, yaitu: logika *fuzzy*, produksi, data persediaan, jumlah permintaan dan metode mamdani. Penelitian tersebut adalah sebagai berikut.

Jurnal Teknik ITS, **Analisis Penetapan Harga Pokok Produksi Unit Rumah Pada Perumahan Tambora Di Lamongan**, Syaifuddin Zuhri dan Christiono Utomo Vol.6, No.1, (2017) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print).

Dalam penelitian ini, penulis menerangkan bahwa semua biaya yang dibutuhkan dalam menentukan harga pokok produksi unit rumah dengan menggunakan metode analisis titik impas (*Break Even Point Methode*).

Perumahan Tambora (Tambak Boyo Raya) merupakan salah satu perumahan di desa Tambak Boyo yang sedang dalam tahap konstruksi yang dikembangkan oleh PT. Planet Asa Sentosa. Perumahan dengan konsep hijau, modern, dan minimalis ini menawarkan tiga tipe rumah tinggal yaitu tipe 27, tipe 50, dan tipe 60. Besarnya harga pokok produksi dari produk yang dihasilkan oleh suatu perusahaan, sangatlah penting artinya bagi pihak manajemen perusahaan yang bersangkutan, karena harga pokok produksi tersebut merupakan salah satu dasar bagi penetapan harga jual dan kualitas produk yang dihasilkan nantinya. Dalam pembangunan perumahan tentunya dibutuhkan biaya yang berbeda antara satu tempat dan tempat lain. Di sini saya menganalisis biaya yang dibutuhkan

perumahan Tambora untuk menetapkan harga pokok produksi perumahan tersebut. Sehingga menjadi acuan harga jual perumahan tersebut.

Dalam menetapkan harga, digunakan metode analisis titik impas dan analisis marginalitas, yang menggunakan persamaan  $TC = TR$ . Sedangkan TR merupakan perkalian  $P \times Q$ . MC (*marginal cost*) adalah perubahan biaya yang disebabkan perubahan satu unit rumah yang terjual.

Jurnal **SCRIPT, Penerapan Sistem Pendukung Keputusan Metode Fuzzy Tsukamoto Dalam Pengoptimalan Produksi Barang Berdasarkan Data Persediaan Dan Jumlah Permintaan Di Loverandliars Cloth**, Ahmad Zarkasi, Naniek Widyastuti, Erna Kumalasari N, Vol.3, No.1, Desember 2015 ISSN: 2338-6304.

Dalam penelitian ini, penulis menerangkan bahwa penerapan logika *Fuzzy* pada penyelesaian masalah pengoptimalan jumlah produksi, dalam hal ini menggunakan metode Tsukamoto serta metode Mamdani dan metode Sugeno sebagai pembandingnya. Dari metode tersebut diharapkan mampu memperkirakan jumlah produksi berdasarkan jumlah permintaan dan penjualan yang diterapkan dalam suatu *37actor* pendukung keputusan. Sehingga dalam pembuatan keputusan cukup dengan menginputkan data-data yang diperlukan oleh SPK (Sistem Pendukung Keputusan), untuk diolah dengan metode Tsukamoto untuk menjadi keluaran (*output*) berupa penentuan jumlah barang yang akan diproduksi. Langkah pertama penyelesaian masalah optimalisasi produk dengan menggunakan metode Tsukamoto yaitu menentukan *37actor37e* yang merupakan himpunan tegas, langkah kedua yaitu mengubah *37actor37e input* menjadi himpunan *Fuzzy*

dengan proses fuzzifikasi, langkah yang ketiga adalah pengolahan data himpunan *Fuzzy* dengan metode minimum dan maksimum. Dalam proses data inputan 38actor38e menggunakan aplikasi pendukung dengan editor Netbeans 8.0. Dari analisis perbandingan langsung dengan data yang asli pada perhitungan produksi di perusahaan Loverandliars dapat disimpulkan bahwa metode yang paling mendekati nilai kebenaran adalah produksi yang diperoleh dengan pengolahan data menggunakan metode Tsukamoto.

**Jurnal ECOTIPE, Implementasi Logika *Fuzzy* Dalam Optimasi Jumlah Pengadaan Barang Menggunakan Metode Tsukamoto (Studi Kasus : Toko Kain *My Text*), Mutammimul Ula, Vol.1, No2, Oktober 2014, ISSN 2355-5068.**

Dalam penelitian ini, penulis menerangkan bahwa Optimasi jumlah pengadaan barang dilakukan dengan menggunakan tiga 38actor38e, yaitu penjualan, persediaan dan pengadaan. Variabel penjualan terdiri dari dua himpunan *fuzzy*, yaitu : turun dan naik, 38actor38e persediaan terdiri dari dua himpunan *fuzzy*, yaitu : sedikit dan banyak, sedangkan 38actor38e pengadaan terdiri dari dua himpunan *fuzzy*, yaitu: berkurang dan bertambah. Dengan mengkombinasikan semua himpunan *fuzzy* tersebut, diperoleh empat aturan *fuzzy*, yang selanjutnya digunakan dalam setiap inferensi. Pada tahap inferensi, dicari nilai keanggotaan anteseden ( $\alpha$ ) dan nilai optimasi perkiraan pengadaan ( $z$ ) dari setiap aturan. Optimasi pengadaan barang ( $z$ ) dicari dengan metode defuzzifikasi rata-rata terpusat. Analisa dengan menggunakan metode Tsukamoto menghasilkan kondisi optimum pengadaan barang mencapai 38 kain/bal, ini mendekati perhitungan yang dihasilkan oleh Toko *My Text* tanpa menggunakan metode

Tsukamoto, yaitu 35 kain/bal. Analisa dengan menggunakan metode Tsukamoto ini memperlihatkan kondisi rill yang harus dijalankan pihak penjual barang di Toko *My Text* dalam melakukan proses pengadaan barang supaya lebih tepat sasaran.

Jurnal Edik Informatika, **Penerapan *Fuzzy Mamdani* Untuk Sistem Pendukung Keputusanj Pemilihan Telepon Seluler**, Wira Buana, Vol.2, No.1, ISSN 2407-0491.

Dalam penelitian ini, penulis menerangkan bahwa *Fuzzy logic* merupakan salah satu pendekatan yang menggunakan beberapa tahapan tertentu. Beberapa model *fuzzy logic* banyak diterapkan dalam menyelesaikan berbagai permasalahan salah satunya adalah *fuzzy Mamdani*. Banyaknya jenis telepon seluler yang tersedia dipasaran membuat para konsumen menjadi kesulitan untuk menentukan pilihannya. Permasalahan yang dipilih adalah membangun 39actor pendukung pengambilan keputusan untuk membantu memberikan pilihan ponsel bagi para konsumen berdasarkan kriteria-kriteria yang diinginkan oleh konsumen tersebut. Kriteria yang digunakan dalam membantu menentukan pilihan ponsel yang diinginkan konsumen antara lain berdasarkan pada harga, ukuran layar ponsel, dan kapasitas memori. Dikarenakan kriteria-kriteria tersebut sifatnya 39actor39e maka dibuat *fuzzy Mamdani* yang dapat digunakan model untuk mendapatkan pilihan yang tepat dari suatu yang samar. Hasil penelitian dalam pemilihan telepon seluler, berdasarkan data telepon seluler penulis melakukan beberapa pengujian yaitu pengujian dengan *fuzzy* dan pengujian menggunakan *software*

Matlab yang dapat membantu mempercepat proses pengolahan data dan mendapatkan sebuah keputusan dengan cepat.

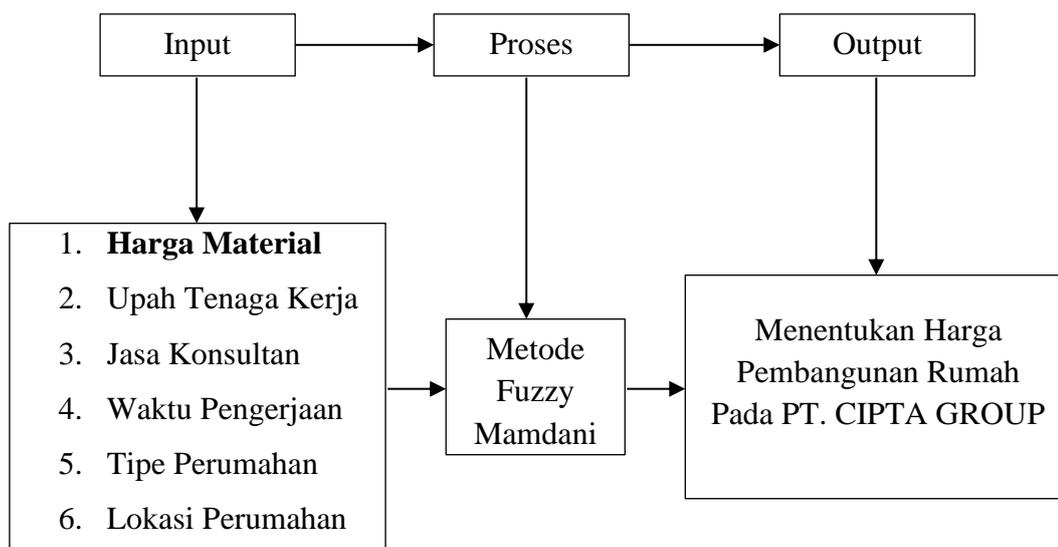
Jurnal Akuntansi, **Analisis Perhitungan Biaya Pesanan Dalam Menetapkan Harga Jual Pada Usaha Las Palandan Di Desa Palandan Kecamatan Baebunta Kabupaten Luwu Utara**, Rahmawati, Fitriani Surya, Vol.01, No.02, Juli 2014, ISSN 2339-1502.

Dalam penelitian ini, penulis menerangkan bahwa untuk menganalisis perhitungan biaya pesanan dalam menetapkan harga jual pada Usaha Las Palandan. Analisis penentuan harga pokok penjualan dengan pendekatan metode *Full Costing*. Harga pokok pesanan melalui metode *Full Costing* pada Usaha Las Palandan pada tahun 2012 adalah sebesar Rp. 89.035.000,- sedangkan harga pokok penjualannya adalah sebesar Rp. 108.000.000,-. Pada Tahun 2013 harga pokok produksi melalui metode *Full Costing* Usaha Las Palandan mengalami peningkatan menjadi sebesar Rp. 139.695.000,- sedangkan harga pokok penjualannya adalah sebesar Rp. 168.000.000,-. Peningkatan harga pokok produksi dan harga pokok penjualan ini disebabkan karena jumlah produksi rosban pada Usaha Las Palandan mengalami peningkatan sehingga semua biaya yang ada juga mengalami peningkatan. Harga jual rosban yang harus ditetapkan oleh Usaha Las Palandan untuk mendapatkan laba sesuai dengan targetnya pada tahun 2012 adalah sebesar Rp. 1.800.000 perunitnya sedangkan pada tahun 2013 harga jual rosban yang harus ditetapkan oleh Usaha Las Palandan untuk mendapatkan laba sesuai dengan targetnya pada adalah sebesar Rp. 2.000.000 perunitnya.

## 2.5 Kerangka Pemikiran

Menurut Menurut Noor (2011: 76), kerangka berpikir merupakan konseptual mengenai bagaimana suatu teori berhubungan diantara berbagai factor yang telah diidentifikasi penting terhadap masalah penelitian.

Berdasarkan permasalahan yang ada bahwasanya cara menentukan jumlah biaya pembangunan rumah di PT Cipta Group belum maksimal hal ini akan mengakibatkan terjadinya produksi tidak efisien. Menentukan jumlah produksi dapat ditentukan dari proses logika *fuzzy* dengan metode Mamdani dan MATLAB sebagai berikut:



**Gambar 2.14** Kerangka Pemikiran  
Sumber: Olah Data Kerangka Pemikiran