

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

Fuzzy logic adalah salah satu cabang dari *Artificial Intelligence* (AI) diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada tahun 1962, merupakan metodologi sistem kontrol pemecahan masalah yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem sederhana, sistem kecil, *embedded system*, jaringan PC, multi-channel atau workstation berbasis akuisisi data dan sistem kontrol. *Fuzzy logic* bersifat biner artinya mempunyai dua kemungkinan “Ya atau Tidak” dengan nilai keanggotaannya 0 atau 1 (T.Sutojo dkk 2011).

Kemiskinan merupakan keadaan yang sering dihubungkan dengan kebutuhan, kesulitan dan kekurangan di berbagai keadaan hidup (Amir 2013). Upaya pengentasan kemiskinan hanya dapat memiliki hasil yang optimal apabila dilakukan dengan cara melakukan perbaikan secara langsung terhadap sumber-sumber terjadinya kemiskinan. (Murdiansyah 2014)

2.1.1 Pengertian Kecerdasan Buatan

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 disini merujuk pada mesin yang mampu berfikir, menimbang tindakan yang akan diambil, dan mampu mengambil keputusan seperti yang dilakukan manusia (T.Sutojo dkk 2011:1).

Alan Turing, ahli matematika berkebangsaan Inggris yang dijuluki bapak komputer modern dan pembongkar sandi Nazi dalam era Perang Dunia II 1950, menetapkan definisi *Artificial Intelligence* “Jika komputer tidak dapat dibedakan dengan manusia saat berbincang melalui terminal komputer, maka bisa dikatakan komputer itu cerdas, mempunyai kecerdasan” (T.Sutojo dkk 2011:2).

John Mc Carthy dari Stanford mendefinisikan kecerdasan sebagai “kemampuan untuk mencapai sukses dalam menyelesaikan suatu permasalahan” (T.Sutojo dkk 2011:2).

Lebih jauh lagi, berikut adalah beberapa definisi mengenai kecerdasan buatan yang dapat diketahui, yaitu (T.Sutojo dkk 2011:2-3)

a. 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.

b. 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.

c. Encyclopedia Britannica:

Kecerdasan buatan (AI) merupakan cabang 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.

- d. Menurut Winston dan Prendergast (1984), tujuan 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*)

Berdasarkan definisi ini, maka kecerdasan buatan menawarkan media maupun uji teori tentang kecerdasan. Teori-teori ini nantinya dapat dinyatakan dalam bahasa pemrograman dan eksekusinya dapat dibuktikan pada komputer nyata. Dari sini dapat dikatakan bahwa: cerdas adalah memiliki pengetahuan, pengalaman, dan penalaran untuk membuat keputusan dan mengambil tindakan. Jadi, agar mesin bisa cerdas (bertindak seperti manusia) maka harus diberi bekal pengetahuan dan diberi kemampuan untuk menalar (T.Sutojo dkk 2011:3).

Jika dibandingkan dengan kecerdasan alami (kecerdasan yang dimiliki oleh manusia), kecerdasan buatan memiliki keuntungan komersial, antara lain Turban (1992) dalam (T.Sutojo dkk 2011:10-11):

1. Kecerdasan buatan lebih bersifat permanen.
2. Kecerdasan buatan lebih mudah diduplikasi dan disebar.
3. Kecerdasan buatan lebih murah dibandingkan kecerdasan alami.
4. Kecerdasan buatan lebih bersifat konsisten.
5. Kecerdasan buatan dapat didokumentasi.
6. Kecerdasan buatan dapat mengerjakan pekerjaan lebih cepat dibanding dengan kecerdasan alami.
7. Kecerdasan buatan dapat mengerjakan pekerjaan lebih baik dibanding dengan kecerdasan alami.

Persoalan-persoalan yang ditangani oleh kecerdasan buatan makin lama makin berkembang sehingga memungkinkan bagi kecerdasan buatan untuk merambah ke bidang ilmu yang lain. Hal ini disebabkan karakteristik cerdas sudah mulai dibutuhkan di berbagai disiplin ilmu dan teknologi (T.Sutojo dkk 2011:12). Berikut beberapa lingkup kecerdasan buatan:

1. 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 dan 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 dkk, 2011: 283).

2. Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan istilah yang berasal dari *knowledge-based expert system* yang dirancang untuk menyelesaikan masalah tertentu dengan meniru keahlian seorang pakar dalam menjawab pertanyaan dan menyelesaikan masalah. , sistem pakar menggunakan pengetahuan seorang pakar yang dimasukkan kedalam komputer. Seseorang yang bukan pakar menggunakan sistem pakar untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, sedangkan seorang pakar(T.Sutojo dkk 2011:160).

1. Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* adalah metodologi sistem pakar penyelesaian 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 (T.Sutojo dkk, 2011: 211). Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965.

Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika *fuzzy* (T.Sutojo dkk, 2011: 212) antara lain:

- a. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti.
- b. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat.
- c. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinier yang sangat kompleks.
- d. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
- e. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
- f. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami, seperti bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.

2.1.2 Himpunan *Fuzzy*

Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A[x]$, memiliki dua 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* adalah suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* adalah sebuah himpunan yang anggotanya memiliki derajat keanggotaan tertentu yang ditentukan oleh fungsi keanggotaannya 0 dan 1. Himpunan *fuzzy* memiliki dua 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.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy* (Kusumadewi dan Purnomo, 2010: 6-8), yaitu:

a. Variable *Fuzzy*

Variable *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh: umur, temperature, 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. Ada kalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.

Contoh:

- a. Semesta pembicaraan untuk variable umur: [0 80]
- b. Semesta pembicaraan untuk variable temperatur: [0 40]
- c. 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 dan bilangan negatif.

2.1.3 Fungsi Keanggotaan

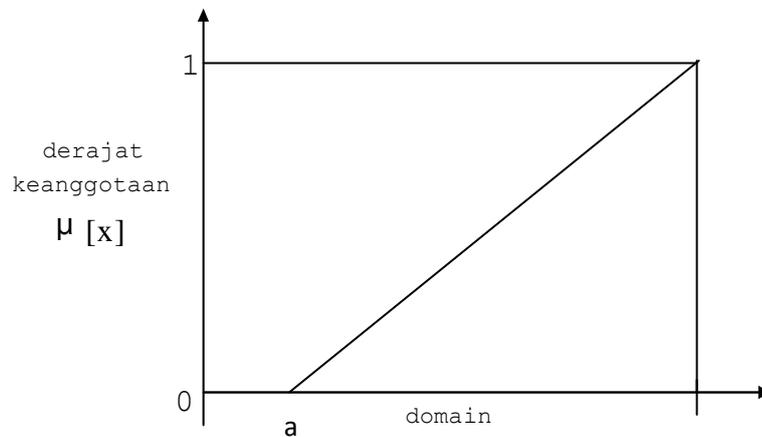
Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu grafik yang mewakili besar dari derajat keanggotaan masing-masing variabel *input* yang berada dalam interval antara 0 dan 1. Derajat keanggotaan sebuah variabel x dilambangkan dengan simbol $\mu(x)$. *Rule-rule* menggunakan nilai keanggotaan sebagai faktor bobot untuk menentukan pengaruhnya pada saat melakukan inferensi untuk menarik kesimpulan. (T.Sutojo dkk 2011).

Ada beberapa fungsi keanggotaan yang bisa digunakan, diantaranya adalah:

1. Grafik Keanggotaan Kurva Linear

Pada keanggotaan kurva 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.

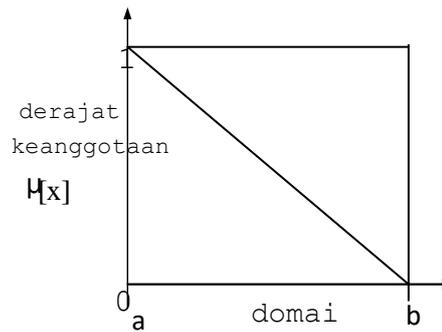


Gambar 2.1 Grafik Keanggotaan Kurva Linear Naik

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & x \geq d \end{cases} \quad \text{Rumus 2.1 Grafik Keanggotaan Kurva Linear Naik}$$

Kedua, grafik keanggotaan kurva linear turun, yaitu himpunan *fuzzy* dimulai dari nilai domain derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



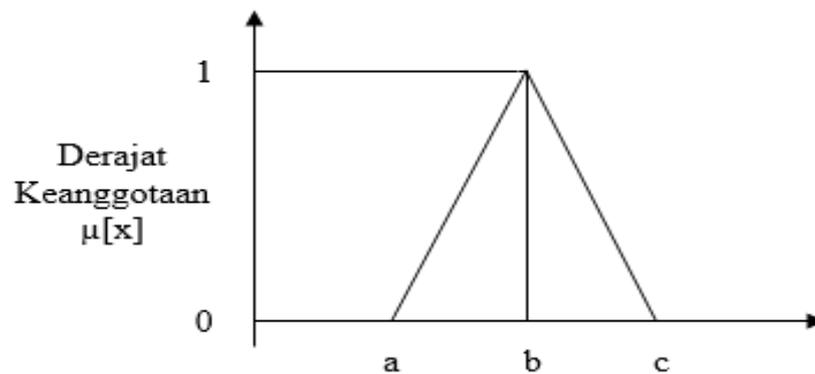
Gambar 2.2 Grafik Keanggotaan Kurva Linear Turun

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad \text{Rumus 2.2 Kurva Linear Turun}$$

2. Keanggotaan Kurva Segitiga

Keanggotaan kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis (linear) terlihat pada gambar 2.3.



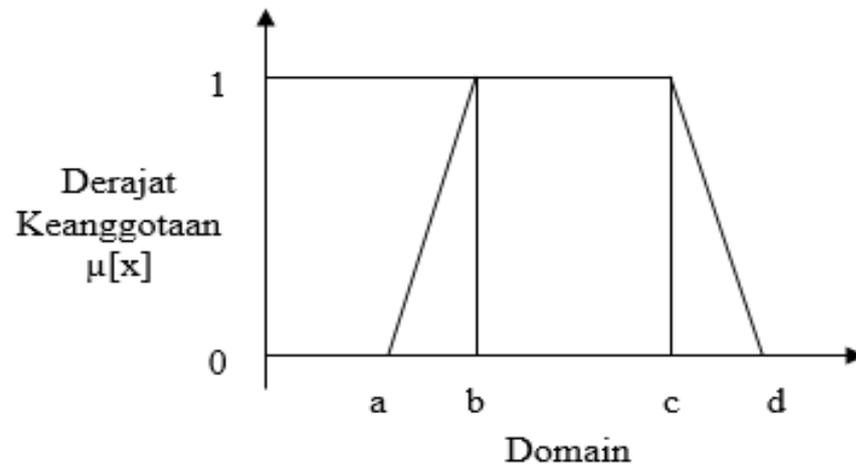
Gambar 2.3 Grafik Keanggotaan Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan:

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

3. Grafik Keanggotaan Kurva Trapesium

Grafik keanggotaan trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1 (Gambar 2.6)



Gambar 2.4 Grafik Keanggotaan Kurva Trapesium

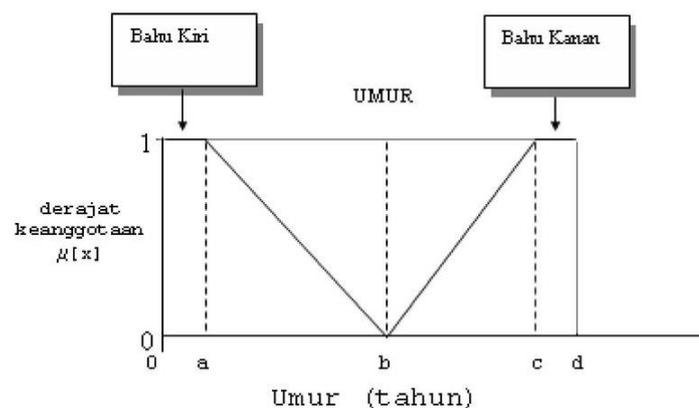
Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & x \geq d \end{cases} \quad \text{Rumus 2.4 Grafik Keanggotaan Kurva Trapesium}$$

4. Grafik Keanggotaan Kurva Bentuk Bahu

Grafik keanggotaan kurva bahu digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy* yang nilai derajat keanggotaannya adalah konstan (biasanya 1).

Gambar 2.7 menunjukkan variabel UMUR dengan daerah bahunya.



Gambar 2.5 Grafik Keanggotaan Kurva Bentuk Bahu UMUR

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & 0 \leq x \leq a \text{ atau } c \leq x \leq d \\ \frac{b-x}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & b \leq x \leq c \\ \frac{x-b}{c-b} & \end{cases} \quad \text{Rumus 2.5 Grafik Keanggotaan Kurva Bentuk}$$

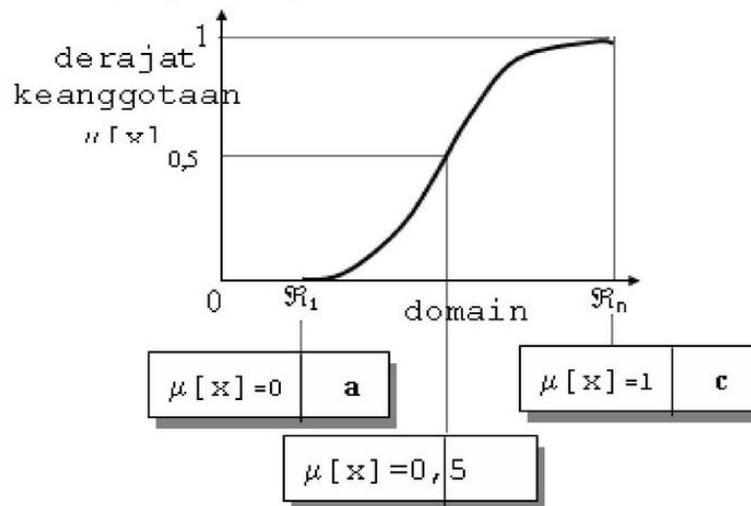
Bahu UMUR

5. Grafik Keanggotaan Kurva-S (*Sigmoid*)

Ada dua macam kurva S, yaitu kurva-S PERTUMBUHAN dan kurva-S PENYUSUTAN yang berhubungan dengan kenaikan dan penurunan permukaan secara tak linear.

Kurva-S PERTUMBUHAN, kerva bergerak mulai dari kiri dengan derajat keanggotaan ke kanan dengan derajat keanggotaan 1. Fungsi S akan bernilai 0 jika

$x \leq a$ dan bernilai 1 jika $x \geq c$. Sedangkan \mathcal{R}_1 adalah batas domain variabel paling kiri dan \mathcal{R}_2 adalah batas domain paling kanan.



Gambar 2.6 Grafik Keanggotaan Kurva-S PERTUMBUHAN

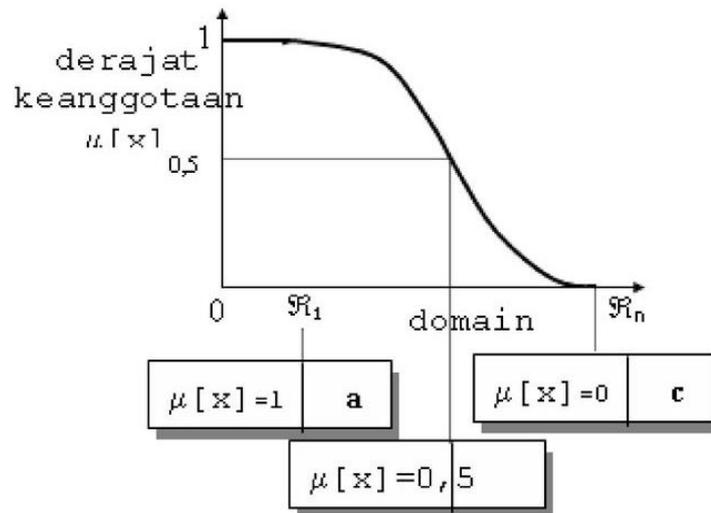
Fungsi Keanggotaan:

$$S(x; a, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq a \\ 2 \left(\frac{x-a}{\gamma-a} \right)^2 & \rightarrow a \leq x \leq \beta \\ 1 - 2 \left(\frac{\gamma-x}{\gamma-a} \right)^2 & \rightarrow \beta \leq x \leq \gamma \\ 1 & \rightarrow x \geq \gamma \end{cases}$$

Rumus 2.6 Grafik Keanggotaan Kurva-S

PERTUMBUHAN

Kurva-S PENYUSUTAN, kurva bergerak mulai dari kiri dengan derajat keanggotaan 1 ke kanan dengan derajat keanggotaan 0. Fungsi S akan bernilai 1 jika $x \leq a$ dan akan bernilai 0 jika $x \geq c$. Sedangkan \mathcal{R}_1 adalah batas domain variabel paling kiri dan \mathcal{R}_2 adalah batas domain paling kanan.



Gambar 2.7 Grafik Keanggotaan Kurva-S PENYUSUTAN

Fungsi Keanggotaan:

$$S(x; a, \beta, \gamma) = \begin{cases} 1 & \rightarrow x \leq a \\ 1 - 2 \left(\frac{x-a}{\gamma-a} \right)^2 & \rightarrow a \leq x \leq \beta \\ 2 \left(\frac{\gamma-x}{\gamma-a} \right)^2 & \rightarrow \beta \leq x \leq \gamma \\ 0 & \rightarrow x \geq \gamma \end{cases} \quad \text{Rumus 2.7 Grafik Keanggotaan Kurva-S}$$

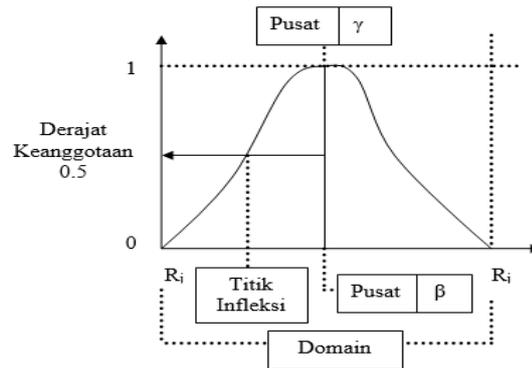
PENYUSUTAN

6. Grafik Kurva Bentuk Lonceng (*Bell Curve*)

Untuk mempresentasikan bilangan *fuzzy*, biasanya digunakan kurva berbentuk lonceng. Kurva bentuk lonceng ini terbagi menjadi 3 kelas, yaitu kurva *PI*, kurva beta, dan kurva Gauss. Ketiganya dibedakan oleh gradien yang dibentuknya.

1) Kurva *PI*

Pada kurva *PI* derajat keanggotaan 1 terletak pada pusat domain (γ) dan mempunyai lebar kurva (β) seperti gambar 2.10. Nilai kurva untuk suatu nilai domain x diberikan sebagai (Cox, 1994):



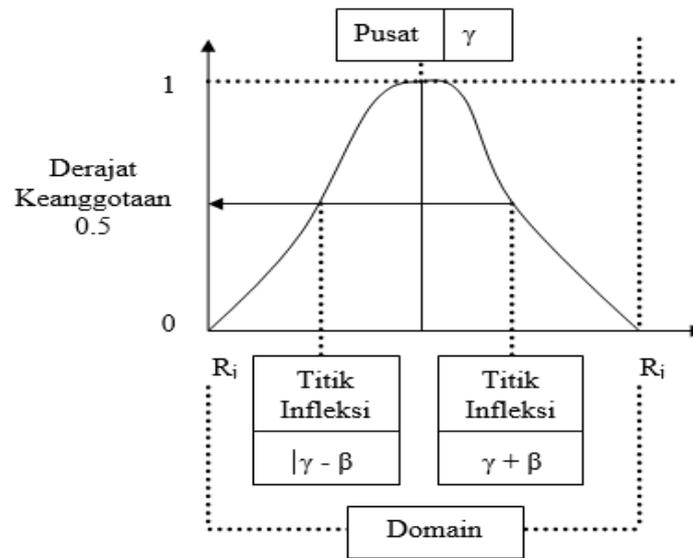
Gambar 2.8 Karakteristik Fungsional Kurva PI

Fungsi Keanggotaan:

$$\Pi(x, \beta, \gamma) = \begin{cases} S\left(x; \gamma - \beta, \gamma - \frac{\beta}{2}, \gamma\right) & \rightarrow x \leq \gamma \\ 1 - S\left(x; \gamma, \gamma + \frac{\beta}{2}, \gamma + \beta\right) & \rightarrow x > \gamma \end{cases} \quad \text{Rumus 2.8 Kurva PI}$$

2) Kurva *BETA*

Seperti halnya dengan kurva *PI* kurva *BETA* juga berbentuk lonceng namun lebih rapat. Kurva ini juga didefinisikan dengan 2 parameter, yaitu: nilai pada domain yang menunjukkan pusat kurva (γ), dan setengah lebar kurva (β) seperti terlihat pada gambar 2.9 dibawah.



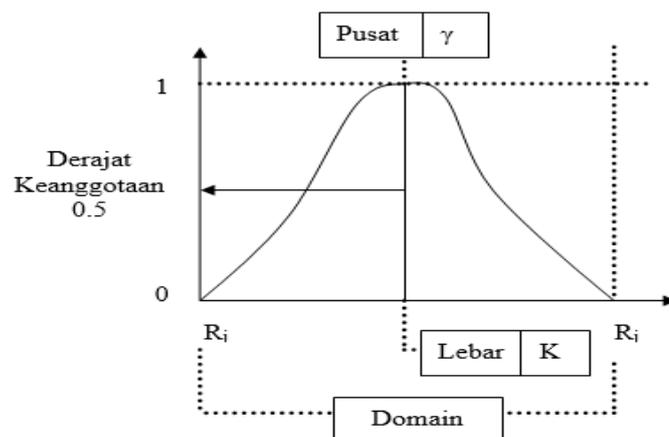
Gambar 2.9 Karakteristik Fungsional Kurva *BETA*

Fungsi Keanggotaan:

$$B(x; \gamma, \beta) = \frac{1}{1} + \left(x - \frac{\gamma}{\beta}\right)^2 \quad \text{Rumus 2.9 Karakteristik Fungsional Kurva } BETA$$

3) Kurva *GAUSS*

Jika kurva *PI* dan kurva *BETA* menggunakan 2 parameter yaitu: (γ) dan (β), kurva *GAUSS* juga menggunakan (γ) untuk menunjukkan nilai domain pada pusat kurva, dan (k) menunjukkan lebar kurva, seperti pada gambar 2.12.



Gambar 2.10 Karakteristik Fungsional Kurva *GAUSS*

Fungsi Keanggotaan:

$$G(x;k,y) = e^{-k(y-x)^2} \quad \text{Rumus 2.10 Karakteristik Fungsional Kurva GAUSS}$$

2.1.4 Operasi Himpunan *Fuzzy*

Operasi himpunan *fuzzy* diperlukan untuk proses inferensi atau penalaran. Dalam hal itu yang diperlukan adalah derajat keanggotaannya. Derajat keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua buah himpunan *fuzzy* disebut sebagai *fire strenght* atau α -predikat. Operasi himpunan *fuzzy* digunakan untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan *fuzzy*. (T.Sutojo dkk 2011:227)

Ada tiga operator dasar himpunan *fuzzy* yaitu:

1. Operasi Gabungan (*Union*)

Operasi Gabungan (operator OR) dari himpunan *fuzzy* A dan B dinyatakan sebagai $A \cup B$. Dalam sistem logika *fuzzy*, operasi gabungan disebut *Max*. Operasi *Max* ditulis dengan persamaan berikut:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \text{ untuk setiap } x \in X$$

Rumus 2.11 Operasi Gabungan
(OR)

Derajat keanggotaan setiap unsur himpunan *fuzzy* $A \cup B$ adalah derajat keanggotaannya pada himpunan *fuzzy* A atau B yang memiliki nilai terbesar.

2. Operasi Irisan (*Intersection*)

Operasi Irisan (operator AND) dari himpunan *fuzzy* A dan B dinyatakan $A \cap B$ dalam sistem logika *fuzzy*, operasi irisan disebut sebagai *Min*. Operasi *Min* ditulis dengan persamaan berikut:

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}, \text{ untuk setiap } x \in X \quad \textbf{Rumus 2.12} \text{ Operasi Irisan (AND)}$$

Derajat keanggotaan setiap unsur himpunan *fuzzy* $A \cap B$ adalah derajat keanggotaannya pada himpunan *fuzzy* A atau B yang memiliki nilai terkecil.

3. Operator Komplemen (*Complement*)

Operator komplemen (*NOT*) berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan universal X yang mempunyai fungsi keanggotaan $\mu_A(x)$. Komplemen dari himpunan *fuzzy* A adalah himpunan *fuzzy* A^c dari keanggotaan untuk setiap x elemen X.

$$\mu_{A^c}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad \textbf{Rumus 2.13} \text{ Komplemen (NOT)}$$

2.1.5 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: (Kusumadewi & Purnomo, 2010:28)

$$IF \ x \ is \ A \ THEN \ y \ is \ B \quad \textbf{Rumus 2.14} \text{ Fungsi Implikasi}$$

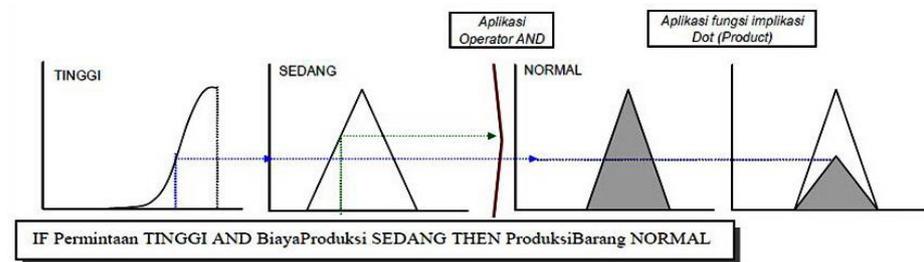
Dengan x dan y adalah skala, dan A dan B adalah himpunan *fuzzy*. *Proposisi* yang mengikuti *IF* disebut dengan antaseden, sedangkan *proposisi* yang mengikuti *THEN* disebut dengan konsekuen. Secara umum, ada 2 implementasi yang dapat digunakan, yaitu (Yan, 1994):

1. *Min (minimum)*, fungsi ini akan memotong *output* himpunan *fuzzy*.



Gambar 2.11 Fungsi Implikasi *MIN*

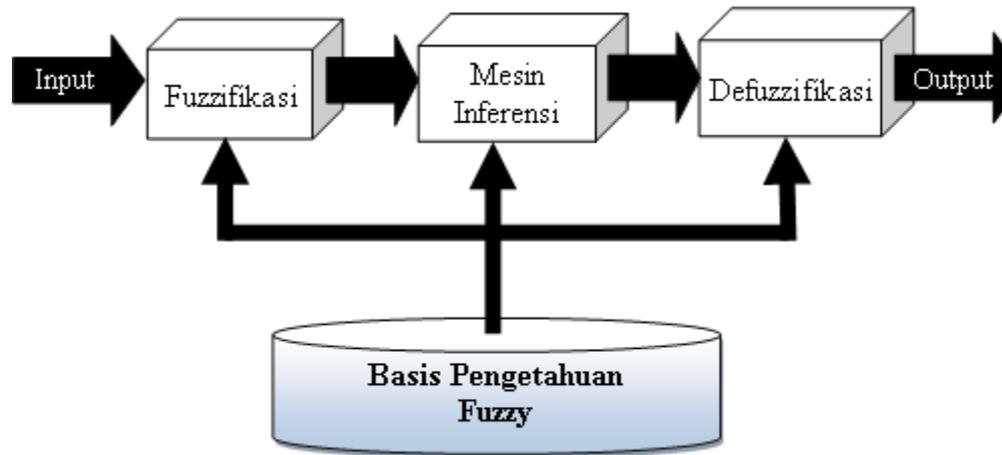
2. *Dot (product)*. Fungsi ini akan menskala *output* himpunan *fuzzy*.



Gambar 2.12 Fungsi Implikasi: *DOT*

2.1.6 Fuzzy Inference System

Untuk memahami cara kerja logika *fuzzy*, perhatikan struktur elemen dasar sistem inferensi *fuzzy* berikut:



Gambar 2.13 Struktur Sistem Inferensi *Fuzzy*

Keterangan:

- 1) Basis Pengetahuan *Fuzzy*: kumpulan *rule-rule fuzzy* dalam bentuk pernyataan *IF-THEN*.
- 2) *Fuzzyfikasi*: proses untuk mengubah input sistem yang mempunyai nilai tegas menjadi variabel linguistik menggunakan fungsi keanggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan *fuzzy*.
- 3) Mesin Inferensi: Proses untuk mengubah *input fuzzy* menjadi *output fuzzy* dengan cara mengikuti aturan-aturan (*IF-THEN rules*) yang telah ditetapkan pada basis pengetahuan *fuzzy*.

- 4) Defuzzifikasi: mengubah output *fuzzy* yang diperoleh dari mesin inferensi menjadi nilai tegas menggunakan fungsi keanggotaan yang sesuai dengan saat dilakukan fuzzifikasi.

Cara kerja logika *fuzzy* meliputi beberapa tahapan berikut (T.Sutojo dkk 2011:233):

1. *Fuzzyfikasi*
2. Pembentukan basis pengetahuan *fuzzy* (*rule* dalam bentuk *IF...THEN*)
3. Mesin inferensi (fungsi implikasi *Max-Min* atau *Dot-Product*)
4. *Defuzzyfikasi*. Banyak cara untuk melakukan defuzzyfikasi, diantaranya metode rata-rata (*Average*) dan metode titik tengah (*Centre of Area*).

2.1.6.1 Metode Tsukamoto

Metode *Tsukamoto* merupakan perluasan dari penalaran monoton, pada setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk *IF-Then* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, *output* hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot. (Kusumadewi & Purnomo, 2010:31)

Menurut (Sutojo et al., 2011:233) dalam Inferensinya, metode *Tsukamoto* menggunakan tahapan berikut:

1. *Fuzzyfikasi*
2. Pembentukan basis pengetahuan *fuzzy* (*Rule* dalam bentuk *IF... Then*)
3. Mesin inferensi
4. *Defuzzyfikasi*

2.1.6.2 Metode Mamdani

Menurut (T.Sutojo dkk 2011:235) metode *mamdani* sering dikenal sebagai metode *MAX-MIN* atau *MAX-PRODUCT*. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output*, diperlukan 4 tahapan berikut:

1. *Fuzzyfikasi*
2. Pembentukan basis pengetahuan *Fuzzy* (rule dalam bentuk *IF... THEN*)
3. Aplikasi fungsi implikasi menggunakan fungsi *MIN* dan komposisi antar-rule menggunakan fungsi *MAX* (menghasilkan himpunan fuzzy baru)
4. *Defuzzyfikasi* menggunakan metode *Centroid*

2.1.6.3 Metode Sugeno

Penalaran metode *sugeno* hampir sama dengan penalaran dengan metode *mamdani*, hanya saja *output* (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy* melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi Sugeno Kang pada tahun 1985, sehingga metode ini sering juga dinamakan dengan metode TSK. (Kusumadewi & Purnomo, 2010:46)

Menurut Cox (1994), metode TSK terdiri dari 2 jenis, yaitu:

1. Model *Fuzzy Sugeno Orde-Nol*

Secara umum bentuk model *fuzzy sugeno* orde nol adalah:

IF (x1 is A1) o (x2 is A2) o (x3 is A3) o... o (xN is AN) THEN z=k dengan Ai

adalah himpunan *fuzzy* ke-I sebagai antesedon, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

2. Model *Fuzzy Sugeno* Orde-Satu

Secara umum bentuk model *fuzzy sugeno* orde satu adalah:

IF (x1 is A1) o... o (xN is AN) THEN $z = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q$ dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke-I sebagai antesedon, 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.

Menurut (T.Sutojo dkk 2011:237) dalam inferensinya, metode *sugeno* menggunakan tahapan berikut:

1. *Fuzzyfikasi*
2. Pembentukan basis pengetahuan *Fuzzy* (rule dalam bentuk *IF... THEN*)
3. Mesin inferensi menggunakan fungsi implikasi *MIN*
4. *Defuzzyfikasi* menggunakan rata-rata (*Average*)

2.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah apa yang menjadi fokus dalam sebuah penelitian. Ada dua variabel dalam penelitian, yaitu variabel *input* dan variabel *output*. Variabel *input* berkaitan dengan masukan atau standar yang menjadi acuan untuk mendapatkan sebuah hasil atau *output* dari sebuah penelitian. Sedangkan variabel *output* merupakan hasil yang ingin dicapai dari sebuah penelitian. Yang menjadi variabel *input* pada penelitian ini adalah:

2.2.1 Penghasilan Keluarga Perbulan

Penghasilan keluarga perbulan merupakan pendapatan yang diterima perbulan oleh keluarga berasal dari pendapatan kepala keluarga maupun pendapatan anggota keluarga. Penghasilan keluarga perbulan harus mencapai kurang dari 2.5 juta baru dikatakan layak untuk mendapatkan bantuan keluarga miskin. Dan dimana penghasilan terkecil akan mendapat kesempatan terbesar untuk memperoleh bantuan.

2.2.2 Jumlah Tanggungan Keluarga

Jumlah tanggungan keluarga merupakan banyaknya anggota keluarga yang terdiri dari istri, anak, serta orang lain yang ikut serta dalam keluarga yang menjadi tanggungan kepala keluarga, penerima bantuan akan diseleksi berdasarkan jumlah tanggungan orang tua, sama halnya dengan penghasilan keluarga, cara ini ditujukan untuk kalangan kurang mampu. Dan biasanya jumlah

tanggung terbanyak didalam keluarga akan lebih berpeluang dalam memperoleh bantuan.

2.2.3 Kelengkapan Data

Kelengkapan data merupakan kelengkapan dokumen yang menjadi salah satu syarat. Jika kelengkapan data sesuai dengan persyaratan keluarga akan lebih berpeluang dalam memperoleh bantuan.

Syarat pengajuan sebagai berikut:

- a. Foto copy KTP (Kartu Keterangan Penduduk).
- b. Foto copy KK (Kartu Keluarga).
- c. Foto copy surat nikah / akta cerai / akta kematian.
- d. Permohonan tertulis.
- e. Tanda bukti tertulis hutang.
- f. Foto.
- g. Surat keterangan tidak mampu.
- h. Biodata diri.

2.3 Software Pendukung Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan aplikasi *software* matlab 7.8 karena lebih cocok diimplementasikan dengan metode *fuzzy inference system metode sugeno* dalam penentuan penentuan bantuan keluarga miskin di DSNI Amanah. Matlab atau *Matrix Laboratory* diciptakan oleh Cleve Moler tahun 1970 an. Kemudian matlab dikembangkan oleh The Mathworks, yaitu sebuah program untuk menganalisis dan mengkomputasi data numerik, implementasi algoritma,

pembuatan antar muka pengguna dan pengantarmukaan dengan program dalam bahasa lainnya.

Matlab merupakan suatu bahasa pemrograman matematika yang dibentuk dengan dasar pemikiran yang menggunakan sifat dan bentuk matriks. Secara umum matlab digunakan antara lain untuk matematika dan komputasi, pengembangan algoritma, akuisisi data, pemodelan dan simulasi, pembuatan prototipe, analisis data, eksplorasi, visualisasi dan pengembangan aplikasi termasuk GUI.

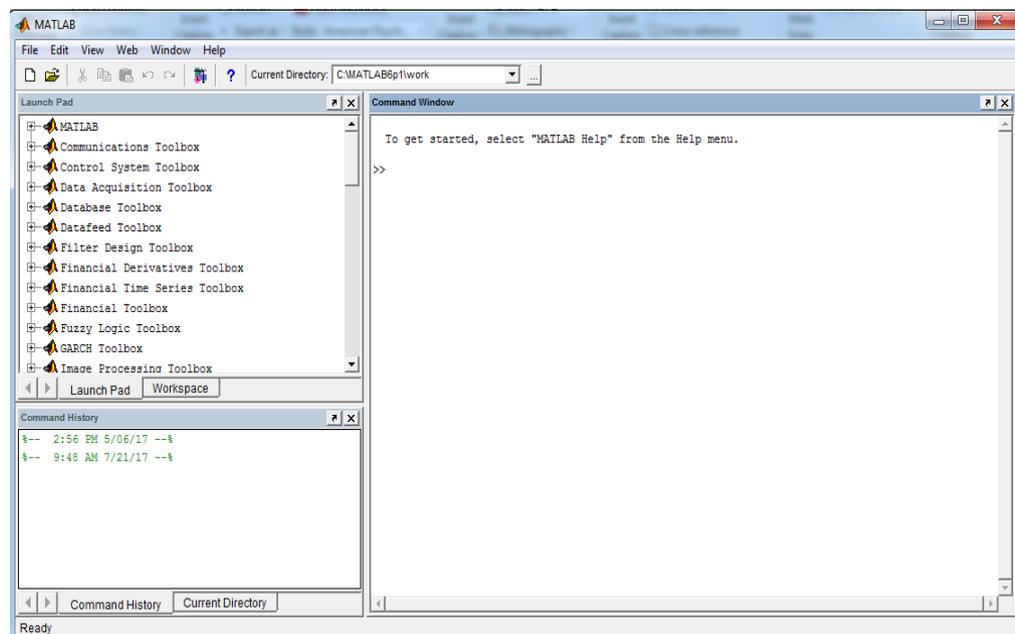


Gambar 2.13 Logo Matlab

Matlab terdiri dari 5 bagian utama yaitu:

1. *Development Environment*, merupakan sekumpulan perangkat dan fasilitas untuk membantu user dalam menggunakan fungsi-fungsi dan *file-file* matlab. Beberapa perangkat berupa GUI (*Graphical User Interface*) termasuk didalamnya matlab *desktop* dan *command window*, *command history*, *editor* dan *debugger*, serta *browser* untuk melihat *help*, *workspace*, *files*, dan *search path*.
2. *Matlab Mathematical Function Library*, merupakan sekumpulan algoritma komputasi mulai dari fungsi-fungsi dasar seperti *sum*, *sin*, *cos* dan *complex arithmetic*, sampai dengan fungsi-fungsi yang lebih kompleks seperti *matrik inverse*, *matrik eigenvalues*, *bessel functions* dan *fast fourier transforms*.

3. *Matlab Language*, merupakan suatu *high level* matrik atau *array language* dengan *control flow statements*, *functions*, *data structures*, *input /output*, dan *fitur-fitur objec oriented programming*.
4. *Graphics*, yaitu untuk menampilkan vector dan matrik menjadi suatu grafik, melibatkan fungsi-fungsi level tinggi untuk *visualisasi* data dua dimensi dan tiga dimensi, *image processing*, *animation*, dan *presentation graphics*.
5. *Matlab Application Program Interface (API)*, adalah suatu library yang memungkinkan program yang ditulis dalam bahasa C dan fortran mampu berinteraksi dengan matlab.



Gambar 2.14 Tampilan Awal *Matlab*

2.4 Penelitian Terdahulu

Sebagai bahan pertimbangan dalam penelitian ini akan dicantumkan beberapa hasil penelitian terdahulu oleh beberapa peneliti yang diambil dari beberapa jurnal ilmiah, diantaranya sebagai berikut:

1. **RANCANG BANGUN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN KELUARGA MISKIN** (Saputra, Kartini, and Soesanto 2015).

permasalahan yang terjadi pada penelitian ini adalah sulitnya menentukan apakah suatu keluarga itu termasuk miskin atau tidak. Desa Karang Rejo Kecamatan Jorong, Kabupaten Tanah Laut belum memiliki kriteria dengan tingkat kepentingan untuk membuat keputusan tersebut. Untuk itu diperlukan suatu sistem pendukung keputusan yang bisa menjadi keputusan alternatif pendukung dalam menentukan tingkat kemiskinan setiap keluarga di desa. Dalam perhitungan untuk menentukan tingkat kemiskinan keluarga digunakan metode Fuzzy MADM Yager. Sedangkan untuk pengembangan sistem digunakan metode waterfall. Hasil dari sistem pendukung keputusan ini adalah data keluarga beserta pengelompokan dan tingkat kemiskinan. Sehingga dari sistem ini didapatkan kesimpulan sebesar 40% perbedaan hasil antara keputusan yang dihasilkan sistem dengan keputusan dari pihak desa.

2. **Sistem Pendukung Keputusan Berpotensi Kemiskinan Absolut Di UPT BP3AKB Kecamatan Cisarua Menggunakan Metode *Analytic Hierarchy Process-Weighted Product*** (Rahmona, Ningrum, and Ransi 2016)

Penelitian yang dilaksanakan adalah jenis penelitian eksperimen, yaitu melakukan pengujian dengan Metode *Analytic Hierarchy Process-Weighted Product* untuk melakukan perangkingan desa sebagai alternatif

pemberian keputusan. Hasil dari penelitian ini berupa Solusi alternatif penentuan daerah berpotensi kemiskinan absolut, dari perhitungan 720 data keluarga yang di uji di peroleh data nilai presisi 85% dan nilai akurasi 65% hasil perhitungan metode.

3. **APLIKASI LOGIKA *FUZZY* UNTUK PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN KELUARGA MISKIN DI KOTA YOGYAKARTA**
(Triyuniarta, Winiarti, and Pujiyanta 2009)

Permasalahan yang terjadi pada penelitian ini adalah sulitnya menentukan upaya penanggulangan kemiskinan tetapi bantuan tidak sesuai dengan yang diharapkan. Pemerintah kota Yogyakarta berkaitan dengan bantuan keluarga miskin yang belum optimal yaitu banyak terjadi komplain dari pihak masyarakat terhadap pemerintah karena belum efektif dan sesuai realita. Pada penelitian ini akan diangkat suatu kasus yaitu mencari alternative Pendukung Keputusan Penentuan Keluarga Miskin. Hasil penelitian ini berupa perangkat lunak aplikasi logika fuzzy untuk pendukung keputusan penentuan keluarga miskin di Kota Yogyakarta yang telah melalui pengujian black box dan alpha test yang hasilnya dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini dinyatakan baik.

4. **PENERAPAN *FUZZY LOGIC* UNTUK MENENTUKAN TINGKAT RUMAH TANGGA MISKIN DI KOTA BATAM** (Putri et al. 2018)

Permasalahan kemiskinan selalu menjadi topik pembahasan di berbagai negara berkembang. Indonesia sebagai salah satu negara berkembang, mengagendakan penurunan angka kemiskinan dalam perencanaan pembangunan. Tercatat bahwa jumlah angka kemiskinan di Kepri sampai september 2017 sebanyak 127.370 orang atau 6,06 persen. Karena banyaknya industri yang tutup membuat angka pengangguran meningkat. Pada periode Maret-September 2017, jumlah rumah tangga miskin di daerah perkotaan seperti Batam naik sebanyak 5.280 orang, atau sekitar 5,39 persen pada september 2017. Pada penelitian ini permasalahan penentuan rumah tangga miskin dilakukan dengan cara melakukan perhitungan setiap data rumah tangga miskin berdasarkan pada kriteriakriteria yang telah ditentukan oleh (BPS). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan tingkat rumah tangga miskin di kota Batam. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan logika fuzzy dengan menggunakan metode Sugeno untuk mendapatkan keputusan yang tepat. Logika fuzzy diyakini sangat fleksibel dan juga memiliki toleransi terhadap data. Dengan penerapan logika fuzzy dalam mendukung keputusan dengan menggunakan metode Sugeno diharapkan akan menghasilkan suatu model sehingga keputusan yang diambil tepat pada sasaran dan sesuai dengan yang diharapkan.

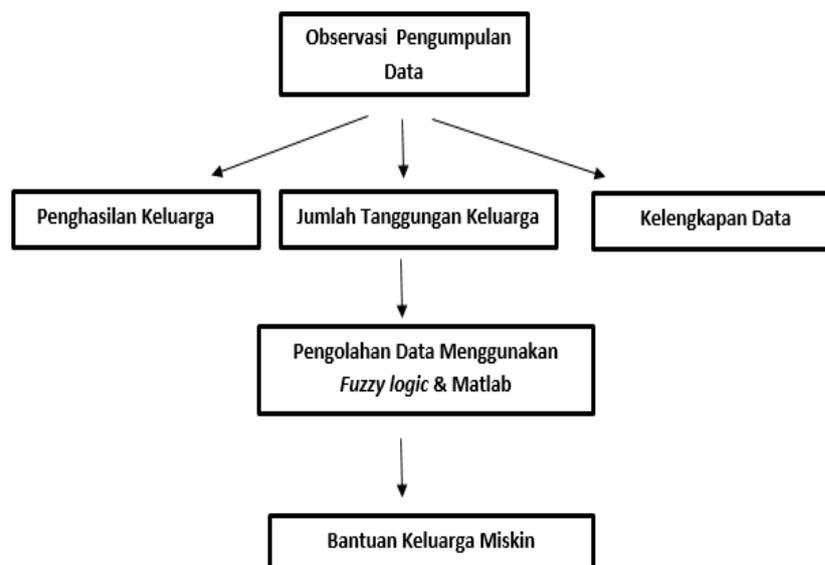
5. **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENERIMA BANTUAN LANGSUNG TUNAI DENGAN MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCY** (Rahmona, Ningrum, and Ransi 2016)

Permasalahan yang terjadi pada penelitian ini adalah penentuan Bantuan Langsung Tunai (BLT) tetapi bantuan tidak sesuai dengan yang diharapkan. Pemerintah dengan bantuan BLT yang belum cepat dan akurat terhadap masyarakat. Pada penelitian ini akan diangkat suatu kasus yaitu mencari alternative Pendukung Keputusan mempercepat proses serta kualitas hasil pengambilan keputusan dengan menggunakan *Analytical Hierarchy Process*.(Rahmona, Ningrum, and Ransi 2016).

2.5 Kerangka Berfikir

Kerangka berfikir adalah model konseptual tentang bagaimana teori hubungan dengan berbagai faktor yang telah didefinisikan sebagai masalah yang penting terhadap masalah penelitian.

Berdasarkan judul penelitian diatas, maka peneliti membuat kerangka pemikiran yang tertera pada gambar sebagai berikut:



Gambar 2.16 Kerangka Berpikir

Dari kerangka berpikir di atas maka dapat dijelaskan :

1. Observasi & pengumpulan data yaitu peneliti mencari dan mengumpulkan sumber-sumber data yang berkaitan dengan masalah dalam penelitian dengan menerapkan beberapa metode penelitian.
2. Penghasilan keluarga, jumlah tanggungan keluarga, kelengkapan data merupakan variabel *input* dalam penelitian yang didapatkan dari hasil pengumpulan data. Ketiga variable inilah yang nantinya akan diolah untuk mendapatkan hasil dari penelitian.
3. Pengolahan data yaitu melakukan pengolahan atau pengujian terhadap data yang telah dikumpulkan, apakah data tersebut sudah benar atau sesuai dengan hasil yang diinginkan dalam penelitian dan diimplementasikan dalam *software* matlab.
4. Bantuan keluarga miskin merupakan *output* yang akan dicapai dalam penelitian setelah dilakukannya pengolahan data.