

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

2.1.1 Definisi Kecerdasan Buatan

Menurut Sutojo, dkk (2011: 1) 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.

Alan Turing, ahli matematika berkebangsaan Inggris yang dijuluki bapak komputer modern dan pembongkar sandi Nazi dalam era perang dunia II tahun 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 (Sutojo, dkk, 2011:1-2).

Menurut Winston dan Prendergast (1984) dalam Sutojo, dkk (2011:3), tujuan dari kecerdasan buatan adalah:

- a. Membuat mesin menjadi lebih pintar (tujuan utama)
- b. Memahami apa itu kecerdasan (tujuan ilmiah)

c. Membuat mesin lebih bermamfaat (tujuan entrepreneurial)

Adapun beberapa macam bidang yang menggunakan kecerdasan buatan antara lain seperti, Sistem pakar, Jaringan syaraf tiruan dan Logika *Fuzzy* sebagai berikut:

1. Sistem Pakar

Menurut Sutojo, dkk (2011:13) sistem pakar (*Expert System*) adalah suatu sistem yang dirancang untuk dapat menirukan keahlian seorang pakar dalam menjawab pertanyaan dan memecahkan suatu masalah. Sistem pakar akan memberikan pemecahan suatu masalah yang didapat dari dialog dengan pengguna. Dengan bantuan system pakar seorang yang bukan pakar/ahli dapat menjawab pertanyaan, menyelesaikan masalah serta mengambil keputusan yang biasanya dilakukan oleh seorang pakar.

Sistem pakar menjadi sangat populer karena sangat banyak kemampuan dan manfaat yang diberikannya, diantaranya:

- a. Meningkatkan produktivitas, karena Sistem Pakar dapat bekerja lebih cepat daripada manusia.
- b. Membuat seorang yang awam bekerja seperti layaknya seorang pakar.
- c. Meningkatkan kualitas, dengan memberi nasehat yang konsisten dan mengurangi kesalahan.
- d. Mampu menagnkap pengetahuan dan kepakaran seseorang.
- e. Dapat beroperasi di lingkungan yang berbahaya.
- f. Memudahkan akses pengetahuan seorang pakar.

- g. Andal. Sistem Pakar tidak pernah menjadi bosan dan kelelahan atau sakit.
- h. Meningkatkan kapabilitas sistem computer. Integrasi sistem pakar dengan sistem computer alin membuat sistem lebih efektif dan mencakup lebih banyak aplikasi.
- i. Mampu bekerja dengan informasi yang tidak lengkap atau tidak pasti. Berbeda dengan sistem kompputer konvensional. Sistem pakar dapat bekerja dengan informasi yang tidak lengkap. Pengguna dapat merespons dengan: “tidak tahu” atau “tidak yakin” pada satu atau lebih pertanyaan selama konsultasi dan Sistem Pakar tetap akan memberikan jawabannya.
- j. Bisa digunakan sebagai media pelengkap dalam pelatihan. Pengguna pemula yang bekerja dengan Sistem Pakar akan menjadi lebih berpengalaman karena adanya fasilitas penjelas yang berfungsi sebagai guru.
- k. Meningkatkan kemampuan untuk menyelesaikan masalah karena Sistem Pakar mengambil sumber pengetahuan dari banyak pakar.

2. Jaringan Syaraf Tiruan

Menurut Sutojo, dkk (2011: 283) jaringan saraf tiruan adalah paradigma pengolahan informasi yang terinspirasi oleh sistem secara biologis, seperti proses informasi pada otak manusia. Cara kerja JST seperti cara kerja manusia, yaitu belajar melalui contoh. Sebuah JST dikonfigurasi untuk aplikasi tertentu, seperti pengenalan pola atau klasifikasi data, melalui proses pembelajaran.

Kelebihan-kelebihan yang diberikan oleh JST antara lain :

- a. *Belajar Adaptive*: Kemampuan untuk mempelajari bagaimana melakukan pekerjaan berdasarkan data yang diberikan untuk pelatihan atau pengalaman awal.
- b. *Self-Organisation*: Sebuah JST dapat membuat organisasi sendiri atau representasi dari informasi yang diterimanya selama waktu belajar.
- c. *Real Time Operation*: Perhitungan JST dapat dilakukan secara parallel sehingga perangkat keras yang dirancang dan diproduksi secara khusus dapat mengambil keuntungan dari kemampuan ini.

Selain mempunyai kelebihan-kelebihan tersebut, JST juga mempunyai kelemahan-kelemahan berikut:

- a. Tidak efektif jika digunakan untuk melakukan operasi-operasi numeric dengan presisi tinggi.
- b. Tidak efisien jika digunakan untuk melakukan operasi algoritma aritmatik, operasi logika dan simbolis.
- c. Untuk beroperasi JST butuh pelatihan sehingga bila jumlah datanya besar, waktu yang digunakan untuk proses pelatihan sangat lama.

Kata kunci dari semua ini adalah “JST tidak melakukan mukjizat, tetapi jika digunakan dengan bijaksana, JST dapat memberikan hasil yang luar biasa”.

3. *Fuzzy logic*

Menurut Kusumadewi & Purnomo (2013:1) 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. Logika *fuzzy* dapat dianggap sebagai kotak hitam yang menghubungkan antar ruang *input* menuju ke ruang *output*. Kotak hitam tersebut berisi cara atau metode yang saat digunakan untuk mengolah data *input* menjadi *output* dalam bentuk informasi yang baik.

2.1.2 Fuzzy Logic

Menurut Sutojo, dkk (2011: 211) konsep tentang logika *fuzzy* diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada 1962, Logika *fuzzy* adalah metodologi sistem control 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 control. 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, sistem 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. Bila dibandingkan dengan logika konvensional,

kelebihan logika *fuzzy* adalah kemampuannya dalam proses penalaran secara bahasa sehingga dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematik yang rumit.

Menurut Cox (1994) dalam Kusumadewi & Purnomo (2013: 2), ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika *fuzzy*, antara lain:

- a. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti. Karena logika *fuzzy* menggunakan dasar teori himpunan, maka konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* tersebut cukup mudah untuk dimengerti.
- b. Logika *fuzzy* sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan, dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
- c. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat. Jika diberikan sekelompok data yang cukup homogeny, dan kemudian ada beberapa data yang “eksklusif”, maka logika *fuzzy* memiliki kemampuan untuk menangani data eksklusif tersebut.
- d. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
- e. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan. Dalam hal ini, sering dikenal dengan nama *Fuzzy Expert Systems* menjadi bagian terpenting.
- f. Logika *Fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional. Hal ini umumnya terjadi pada aplikasi di bidang teknik mesin maupun teknik elektro.

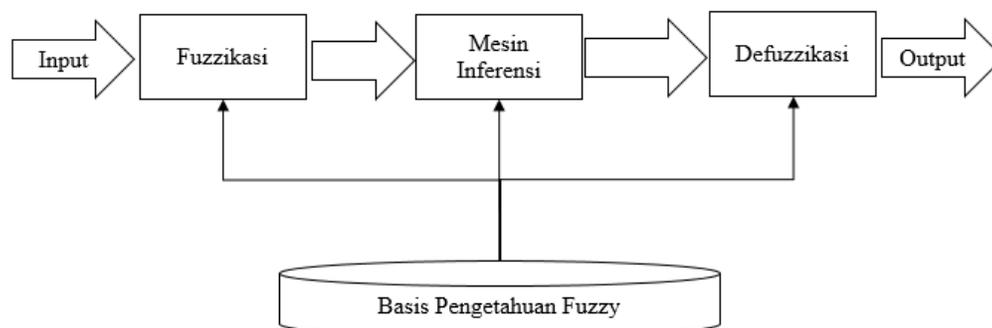
- g. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami. Logika *fuzzy* menggunakan bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2013: 31) terdapat beberapa metode sebagai berikut:

- a. Metode Tsukamoto merupakan perluasan dari penalaran monoton. Setiap konsekuensi 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.
- b. Metode Mamdani sering dikenal sebagai Metode *Max-Min*. metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output*, diperlukan 4 tahapan:
 - a) Pembentukan himpunan *fuzzy*
 - b) Aplikasi fungsi implikasi
 - c) Komposisi Aturan
 - d) Penegasan
- c. Metode Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja *output* (konsekuensi) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi –Sugeno Kang pada tahun 1985.

1. Cara Kerja *Fuzzy Logic*

Menurut Sutojo, dkk (2011: 232) cara kerja logika *fuzzy* diperlihatkan pada struktur elemen dasar sistem informasi berikut.



Gambar 2.1 Struktur sistem inferensi *fuzzy*

Sumber: Sutojo, dkk (2011:232)

Keterangan:

- Basis pengetahuan *fuzzy*: kumpulan *rule-rule fuzzy* dalam bentuk pernyataan *IF...THEN*.
- Fuzzyfikasi: proses untuk mengubah *input* sistem yang mempunyai nilai tegas menjadi variabel linguistic menggunakan fungsi kenggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan *fuzzy*.

- c. Mesin inferensi: proses untuk mengubah *input fuzzy* menjadi *output fuzzy* dengan cara mengikut aturan-aturan (*IF-THEN Rules*) yang telah ditetapkan pada basis pengetahuan *fuzzy*.
- d. DeFuzzyfikasi: mengubah *output fuzzy* yang diperoleh dari mesin inferensi menjadi nilai tegas menggunakan fungsi keanggotaan yang sesuai dengan saat dilakukan fuzzyfikasi.

2.1.3 Himpunan *Fuzzy*

Fuzzy set (himpunan *fuzzy*) adalah sebuah himpunan dimana keanggotaan dari tiap elemennya tidak mempunyai batas yang jelas, himpunan demikian sangat kontras dengan himpunan klasik (Naba, 2009: 14). 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* memiliki dua atribut yaitu:

- a. Linguistik, yaitu nama suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dengan menggunakan bahasa alami, misalnya DINGIN, SEJUK, PANAS mewakili variabel temperature.

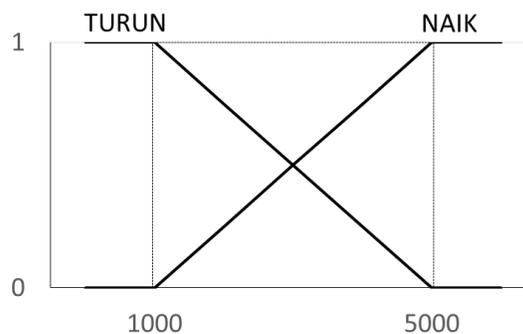
- b. Numeris, yaitu suatu nilai yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, misalnya 10, 35, 40, dan sebagainya.

Disamping itu, ada beberapa hal yang harus dipahami dalam memahami logika *fuzzy* yaitu:

- Variabel *fuzzy*, yaitu variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*.
Contoh: penghasilan, permintaan, dan sebagainya.
- Himpunan *fuzzy*, yaitu suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.

Contoh (Gambar 2.2):

Variabel permintaan, terbagi menjadi 2 himpunan *fuzzy*, yaitu NAIK dan TURUN.



Gambar 2.2 Variabel permintaan terbagi menjadi 2 himpunan *fuzzy*, yaitu himpunan NAIK dan TURUN

Sumber: Kusumadewi dan Purnomo (2011:213)

- Semesta pembicaraan, yaitu seluruh nilai yang diizinkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*.

Contoh:

Semesta pembicaraan untuk variabel permintaan: $[0 \quad +\infty]$

Semesta pembicaraan untuk variabel permintaan: $[-10 \quad 90]$

- d. Domain himpunan *fuzzy*, yaitu seluruh nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Pada Gambar 2.1 di atas *domain* untuk himpunan TURUN dan himpunan NAIK masing-masing adalah:

Domain himpunan TURUN = $[0 \quad 5000]$

Domain himpunan NAIK = $[1000 \quad +\infty]$

2.1.4 Fungsi Keanggotaan

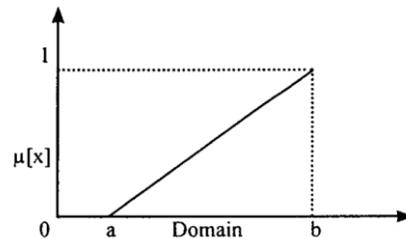
Menurut Sutojo, dkk (2011:213) Fungsi keanggotaan adalah grafik yang mewakili besar dari derajat keanggotaan masing-masing variabel input yang berada dalam interval antara 0 dan 1. Derajat keanggotaan sebuah variabel x dilambangkan dengan simbol $\mu(x)$. Rule-rule menggunakan nilai keanggotaan sebagai factor bobot untuk menentukan pengaruhnya pada saat melakukan inferensi untuk menarik kesimpulan.

Ada beberapa fungsi keanggotaan yang sering digunakan, diantaranya adalah:

1. Grafik Keanggotaan Kurva Linear

Pada grafik keanggotaan linear, sebuah variabel input dipetakan ke derajat keanggotaannya dengan digambarkan sebagai suatu garis lurus.

Ada 2 grafik keanggotaan linear. Pertama, grafik keanggotaan kurva linear naik, yaitu kenaikan himpunan *fuzzy* 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).



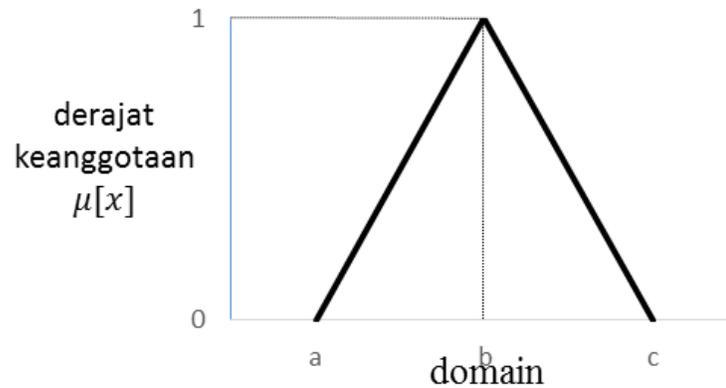
Gambar 2.3 Grafik keanggotaan kurva linear naik keanggotaan:

Sumber: Sutojo, dkk (2011:214)

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

2. Grafik Keanggotaan Kurva Segitiga

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



Sumber: Sutojo, dkk (2011:217)

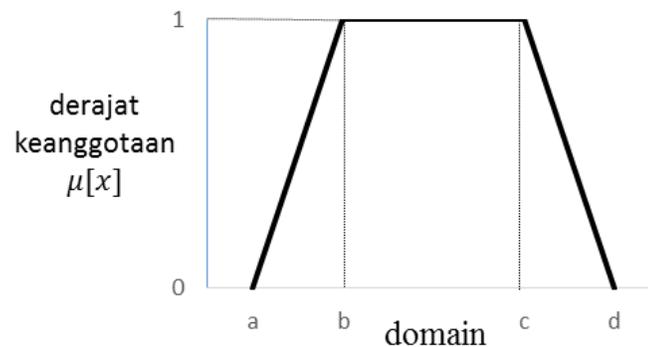
Gambar 2.4 Grafik keanggotaan kurva segitiga

Fungsi Keanggotaan:

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

3. Grafik Keanggotaan Kurva Trapesium

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



Gambar 2.5 Grafik keanggotaan kurva trapesium

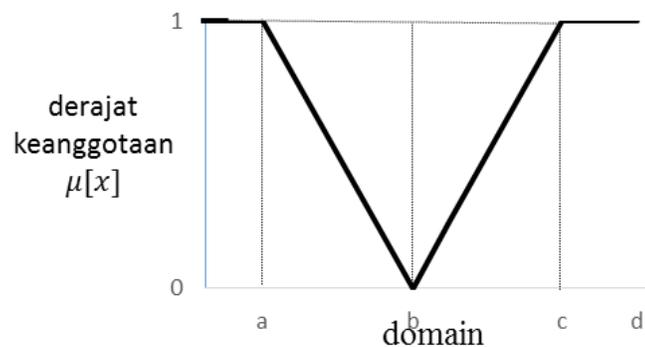
Sumber: Sutojo, dkk (2011:218)

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (b - x)/(c - b); & c \leq x \leq d \end{cases} \dots\dots\dots(2.3)$$

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 2.6 menunjukkan variabel UMUR dengan daerah bahunya.



Gambar 2.6 Grafik keanggotaan kurva “bahu” pada variabel umur

Sumber: Sutojo, dkk (2011:219)

Fungsi Keanggotaan:

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

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

Grafik keanggotaan kurva S memiliki bentuk seperti huruf “S” yang mempunyai ukuran yang diletakkan oleh parameter a, b, dan c (Gambar 2.7). titik disebut titik infleksi, yaitu titik yang mempunyai derajat keanggotaan 0,5. Ada dua macam kurva-S, yaitu Kurva-S PERTUMBUHAN dan Kurva-S PENYUSUTAN.

Pada Kurva-S PERTUMBUHAN, kurva bergerak mulai dari kiri dengan derajat keanggotaan menuju ke kanan dengan derajat keanggoaan 1 fungsi S akan bernilai 0 jika $x \leq a$ dan akan bernilai 1 jika $x \geq c$. Sedangkan \mathfrak{R}_1 adalah batas *domain* variabel paling kiri dan \mathfrak{R}_2 adalah batas *domain* variabel paling kanan.

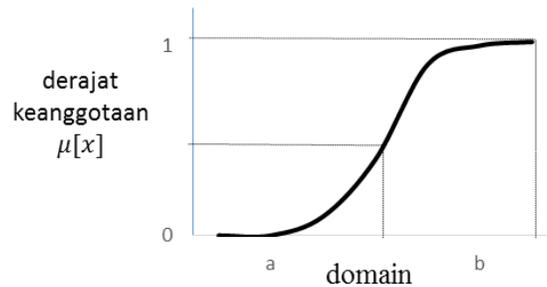
Fungsi Keanggotaan Kurva-S PERTUMBUHAN:

$$\mu[x; a, b, c] = \begin{cases} 0; & \rightarrow x \leq a \\ 2((x - a)/(c - a))^2 & \rightarrow a \leq x \leq b \\ 1 - 2((c - x)/(c - a))^2 & \rightarrow b \leq x \leq c \\ 1 & \rightarrow x \geq c \end{cases} \dots\dots\dots(2.5)$$

Pada kurva-PENYUSUTAN, kurva bergerak mulai dari kiri dengan derajat keanggotaan1, menuju ke kanan dengan derajat keanggotaan 0. Fungsi S akan bernilai 1 jika $x \leq a$ dan akan bernilai 0 jika $x \geq c$ Sedangkan \mathfrak{R}_1 adalah batas *domain* variabel paling kiri dan \mathfrak{R}_2 adalah batas *domain* variabel paling kanan.

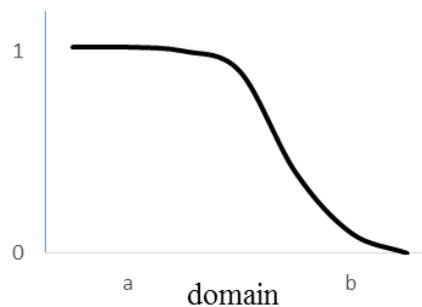
Fungsi Keanggotaan Kurva-S PENYUSUTAN:

$$\mu[x; a, b, c] = \begin{cases} 1; & \rightarrow x \leq a \\ 1 - 2((x - a)/(c - a))^2 & \rightarrow a \leq x \leq b \\ 2((c - x)/(c - a))^2 & \rightarrow b \leq x \leq c \\ 0 & \rightarrow x \geq c \end{cases} \dots\dots\dots(2.6)$$



Gambar 2.7 (a) Grafik keanggotaan kurva-S PERTUMBUHAN

Sumber: Sutojo, dkk (2011:221)



Gambar 2.7 (b) Grafik keanggotaan kurva-S PENYUSUTAN

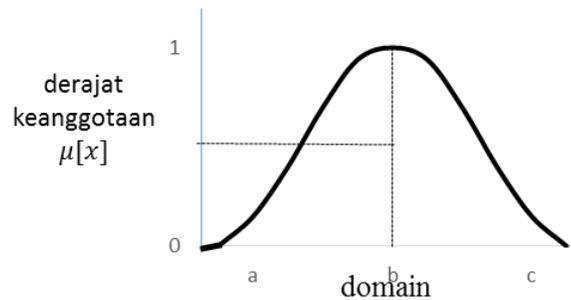
Sumber: Sutojo, dkk (2011:221)

6. Grafik Keanggotaan Berbentuk Lonceng (*Bell Curve*)

Selain kurva-kurva di atas, kurva berbentuk lonceng juga bisa digunakan untuk merepresentasikan bilangan *fuzzy*. Kurva ini terbagi menjadi 3, yaitu kurva *PI*, kurva *beta*, dan kurva *Gauss*. Ketiganya dibedakan oleh gradient yang dibentuknya.

a. Kurva *PI*

Pada kurva PI derajat keanggotaan 1 terletak pada pusat domain (c) dan mempunyai lebar kurva (b) (Gambar 2.8).



Gambar 2.8 Karakteristik fungsional kurva PI

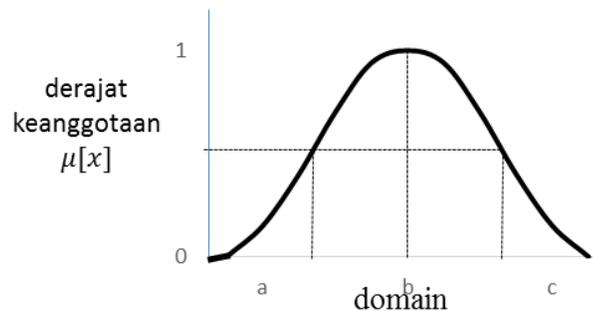
Sumber: Sutojo, dkk (2011:223)

Fungsi Keanggotaan:

$$\Pi(x, b, c) = \begin{cases} S\left(x; c - b, c - \frac{b}{2}, c\right) \rightarrow x \leq c \\ 1 - S\left(x; c, c + \frac{b}{2}, c + b\right) \rightarrow x > c \end{cases} \dots\dots\dots(2.7)$$

b. Kurva *BETA*

Pada kurva *BETA*, derajat keanggotaan 1 terletak pada pusat domain (c), mempunyai setengah lebar kurva (b), dan titik infleksi terletak pada (c-b) dan (c+b) (Gambar 2.9).



Gambar 2.9 Karakteristik fungsional kurva BETA

Sumber: Sutojo, dkk (2011:225)

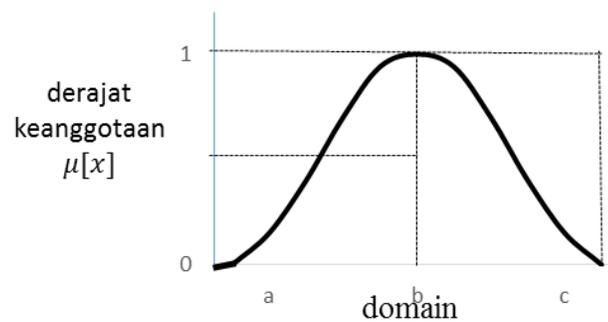
Fungsi Keanggotaan:

$$B(x, b, c) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-c}{b}\right)^2} \dots \dots \dots (2.8)$$

Kurva *BETA* mempunyai karakteristik yang berbeda dari kurva *PI*, yaitu fungsi keanggotaannya akan mendekati nol hanya jika nilai (*b*) sangat besar.

c. Kurva *Gauss*

Kurva *GAUSS* mempunyai derajat keanggotaan 1 di titik pusat kurva (*c*) dan lebar kurva (*L*) yang ditunjukkan oleh Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Karakteristik fungsional kurva *GAUSS*

Sumber: Sutojo, dkk (2011:226)

Fungsi Keanggotaan:

$$G(; L, c) = e^{-L(c-x)^2} \dots \dots \dots (2.9)$$

2.1.5 *Fuzzy Inference System*

Salah satu aplikasi logika *fuzzy* yang telah berkembang amat luas dewasa ini adalah sistem inferensi *fuzzy* (*Fuzzy Inference System*), yaitu sistem komputasi yang bekerja atas dasar prinsip penalaran *fuzzy*, seperti halnya manusia melakukan penalaran dengan nalurinya. Misalnya penentuan produksi barang, sistem pendukung keputusan, sistem klasifikasi data, sistem pakar, sistem pengenalan pola, robotika, dan sebagainya.

Fuzzy Inference System (FIS) atau Sistem Inferensi *Fuzzy* adalah sistem kerja komputer yang didasarkan pada konsep teori *fuzzy*, aturan *fuzzy if-then*, dan logika *fuzzy*. *Fuzzy inference system* dapat dilakukan dengan tiga metode, yaitu dengan metode Mamdani, metode Sugeno dan metode Tsukamoto (Kusumadewi & Purnomo, 2011: 31-59). Implementasi *Fuzzy inference system* sudah banyak seiring dengan berkembang pesatnya ilmu pengetahuan dan teknologi. Salah satunya yaitu sistem pendukung dalam mengambil keputusan.

2.1.6 Metode Mamdani

Metode Mamdani sering dikenal dengan nama Metode Max–Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan (Kusumadewi & Purnomo, 2011: 37-46):

1. Pembentukan himpunan *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.

3. Komposisi Aturan

Apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari gabungan antar aturan. Ada tiga metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu: max, additive dan probabilistik OR (probor).

a. Metode *Max (Maximum)*

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikas daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator OR (*union*). Jika semua proposisi telah dievaluasi, Then *output* akan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan:

$$\mu_{fs}(x_i) = \max(\mu_{fs}(x_i), \mu_{kf}(x_i)) \quad (\text{rumus 2.10})$$

dengan:

$\mu_{fs}(x_i)$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;

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

b. Metode Additive (Sum)

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

$$\mu_{sf}(x_i) = \min(1, \mu_{sf}(x_i) + \mu_{kf}(x_i)) \quad (\text{rumus 2.12})$$

$\mu_{sf}(x_i)$ = 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:

$$\mu_{sf}(x_i) = (\mu_{sf}(x_i) + \mu_{kf}(x_i)) - (\mu_{sf}(x_i) * \mu_{kf}(x_i)) \quad (\text{rumus 2.7})$$

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 (*defuzzy*)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari suatu komposisi aturan – aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan

suatu himpunan *fuzzy* dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai output.

Ada beberapa metode defuzzifikasi 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*.

b. Metode Bisektor

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

c. Metode *Mean of Maksimum* (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

Variabel menurut Sugiyono (2014: 38) adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya. Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian adalah *printer*.

2.2.1 Pengertian *Printer*

Menurut Suriyanti (2013: 36) Printer adalah salah satu hardware (perangkat keras) yang terhubung ke komputer dan mempunyai fungsi untuk mencetak tulisan, gambar dan tampilan lainnya dari komputer ke media kertas atau sejenis. Dan ada juga "Arti Printer lebih spesifik menurut ilmu komputer berarti alat untuk mencetak hasil kerja digital berupa file gambar dan tulisan. Printer pada umumnya terhubung dengan komputer maupun laptop untuk dapat bisa menghasilkan suatu pekerjaan cetak.

Dalam penelitian ini terdapat variabel *input* seperti *budget user*, kualitas, garansi, harga jual toko, dan variabel *output* seperti dibeli atau tidak dibeli, memerlukan data-data sebagai berikut:

1. *Budget user* adalah nilai yang sanggup dikeluarkan dari pelanggan untuk membeli sebuah produk.
2. Kualitas merupakan kondisi luar yang tampak atau kelihatan dari body dan kondisi dalam dari printer.

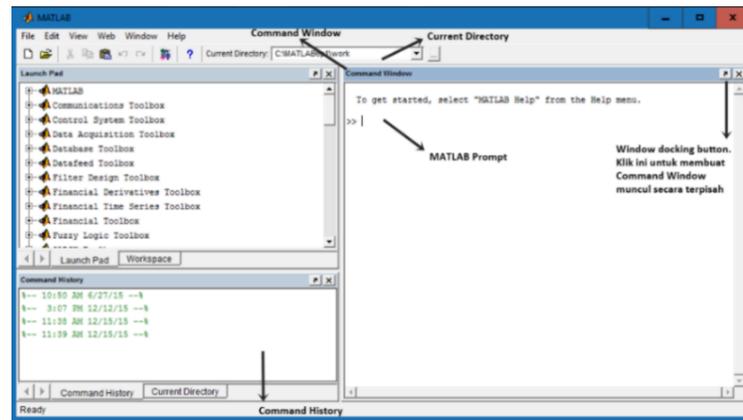
3. Garansi atau lazim pula disebut warranty adalah surat keterangan dari suatu produk bahwa pihak produsen menjamin produk tersebut bebas dari kesalahan pekerja dan kegagalan bahan dalam jangka waktu tertentu.
4. Harga jual toko adalah nilai yang ditetapkan oleh penjual untuk menjual produk tersebut.

2.3 Software Pendukung

2.3.1 Matlab

Menurut Naba (2009: 40) Ada beberapa tahap dalam memulai dan mengakhiri *MATLAB* adalah sebagai berikut :

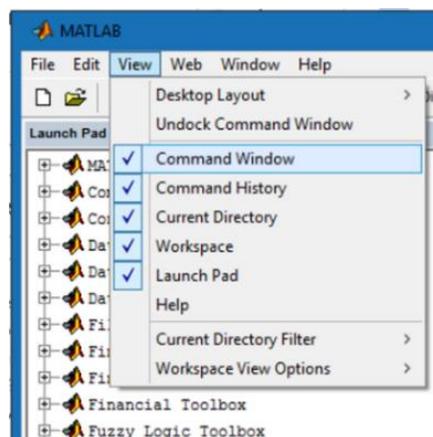
1. Pada sistem operasi *windows*, mulailah *MATLAB* dengan mengklik dua kali *shortcut* ikon *MATLAB* pada *Window Desktop* atau klik menu *Matlab* dari *Start Menu*. Pada sistem operasi *Linux* atau *UNIX*, mulai *MATLAB* dengan mengetikkan *matlab* pada *prompt* sistem operasi. *MATLAB desktop* seperti diperlihatkan dalam Gambar 2.11 akan muncul ketika menjalankan *MATLAB*.



Gambar 2.11 *Matlab Desktop*

Sumber : Agus Naba (2009)

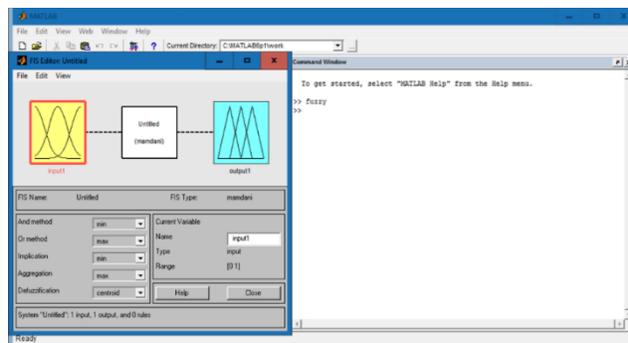
2. *MATLAB* menyediakan beberapa *windows*, antara lain *Command Window*, *Current Directory Window* dan *Command History Window*. Untuk menyembunyikan atau memunculkan masing-masing *window*, klik menu **View** lalu klik jenis *window* yang diinginkan. Untuk memunculkan suatu *window*, pastikan muncul tanda *checkboxlist* disebelah kiri menu jenis *window* yang diinginkan, dan sebaliknya untuk menyembunyikan seperti diperlihatkan dalam Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Menu untuk memilih *windows* dalam *Matlab*

Sumber : Agus Naba (2009)

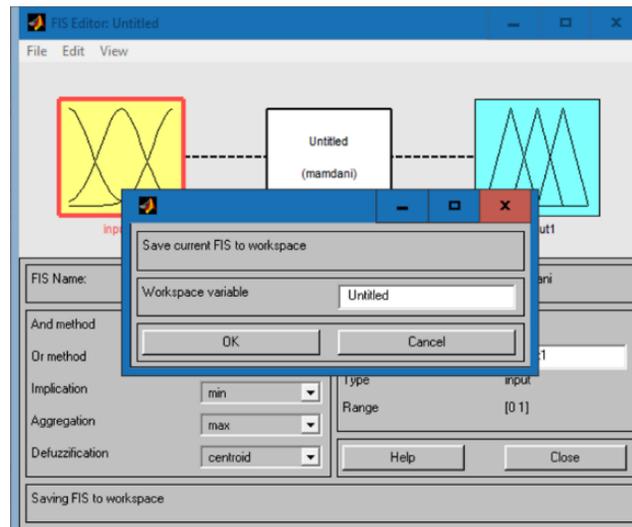
- Untuk memulai *fuzzy logic* dalam program *MATLAB*, pada *MATLAB Prompt*, ketik *fuzzy* dan klik *enter*. Maka akan muncul *FIS Editor* seperti tampak pada Gambar 2.13 dengan sebuah variabel masukan dengan label *input1* dan sebuah *output* dengan label *output1*.



Gambar 2.13 Menu untuk memulai *fuzzy logic* dalam *Matlab*

Sumber : Agus Naba (2009)

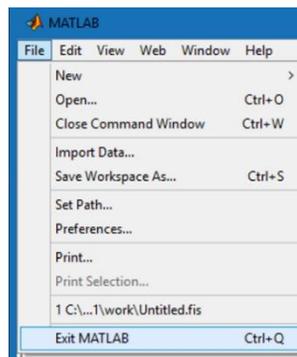
- Untuk menyimpan data ke *workspace*, pilih menu *File* → pilih *Export* → pilih *To Workspace*. Tampilan akan muncul seperti Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Menu untuk menyimpan FIS (*Fuzzy Inference System*)

Sumber : Agus Naba (2009)

5. Untuk mengakhiri *MATLAB*, pilih menu *File* → *Exit MATLAB* seperti yang terlihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Menu untuk mengakhiri *Matlab*

Sumber : Agus Naba (2009)

2.4 Penelitian Terdahulu

Pada bab ini membahas serta menjabarkan jurnal dan artikel yang mendukung sebagai dasar pembahasan interpretasi penelitian pada bahan sebelumnya. Penelitian-penelitian yang lebih dahulu dilakukan dapat dilihat sebagai berikut:

1. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Suriyanti (2013), dengan judul Aplikasi Sistem Pakar Pendeteksi Kerusakan *Printer* Dengan *Case Based Reasoning*. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa, 1. Dengan menggunakan metode case based reasoning dapat diterapkan dalam pembuatan aplikasi system pakar pendeteksian kerusakan printer sehingga membuat masyarakat awam dalam memperbaiki kerusakan printer. 2. Dengan menggunakan Visual Basic .Net 2008 dapat membuat aplikasi sistem pakar pendeteksi kerusakan printer menggunakan metode *Case Based Reasoning*.
2. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Widiyantoro, dkk (2014), dengan judul Menerapkan Logika *Fuzzy* Mamdani Untuk Menentukan Harga Jual Batik. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa, penentuan harga batik dapat menerapkan logika *fuzzy* mamdani. Dengan ini para penjual atau pengrajin yang baru saja berkecimpung dalam dunia bisnis batik dapat menggunakan system ini untuk membantu menentukan harga batiknya, karena harga yang dihasilkan pada sistem ini sudah bisa dikatakan harga standart batik dipasaran. Jadi jika penjual batik

menerapkan harga dari sistem ini harga yang diterapkan sudah sesuai kualitas batik yang akan dijual.

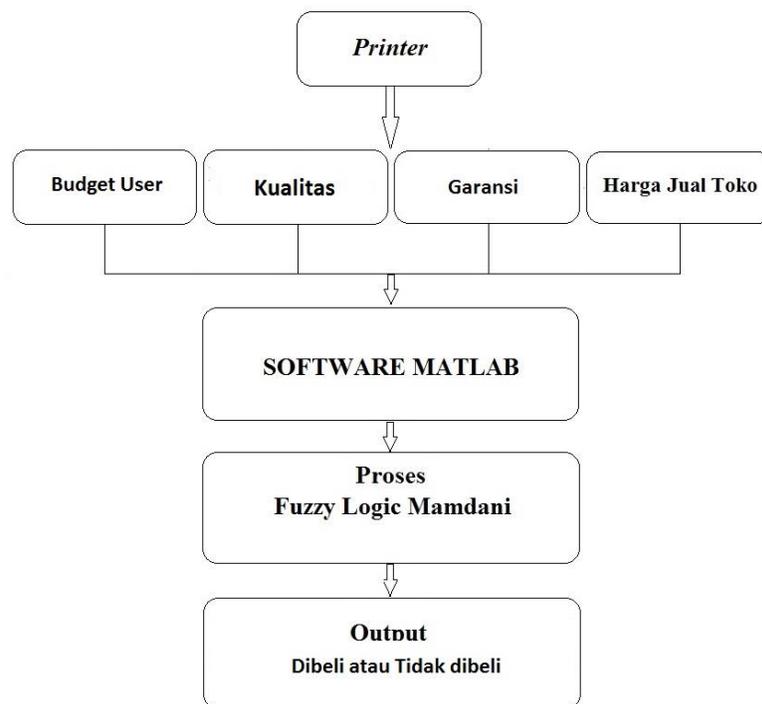
3. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Winarto & Sutojo (2012), dengan judul Menentukan Harga Mobil Bekas Dengan Menggunakan Metode *Fuzzy* Mamdani Dan Metode Jaringan Syaraf Tiruan. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa, perbandingan antara metode *fuzzy* mamdani dengan metode jaringan syaraf tiruan dalam penentuan harga mobil bekas yang telah dibahas pada bab IV, maka dapat diambil kesimpulan metode yang dapat memprediksi harga mobil bekas yang mendekati data harga yang sebenarnya dengan melalui pengujian MAPE adalah metode jaringan syaraf tiruan. Setelah semua pengujian telah dilakukan kemudian hasil MAPE dari kedua metode tersebut dibandingkan dengan metode *fuzzy* tsukamoto (Ganjar Ramadhan), hasil adalah metode *fuzzy* mamdani dan jaringan syaraf tiruan menghasilkan nilai rata-rata kesalahan persentase absolut(MAPE) yang kecil dibandingkan hasil MAPE dari metode *fuzzy* tsukamoto.
4. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sandhopi (2015), dengan judul Optimasi Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* Menggunakan Metode Mamdani Terhadap Prediksi Perilaku Pembeli. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa, kombinasi fungsi keanggotaan yang optimal untuk variable umur, pendapat dan Harga adalah Z Membership Function, Tringular Membership Function, sedangkan untuk variable Status dan Tingkat Pinjaman adalah Tringular Membership Function, Tringular Membership Function dengan MAPE sebesar 4,8%.

5. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sulpan Hery Siregar (2013), dengan judul Sistem Penunjang Keputusan Untuk Menentukan Pelanggan Terbaik Menggunakan Metode *Fuzzy* Mamdani. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa, Kriteria penilaian yang tepat dapat dilakukan dalam proses pengambilan keputusan pelanggan terbaik dengan metode mamdani namun sangat tergantung pada kelengkapan data-data yang *diinputkan*.

2.5 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran adalah suatu diagram yang menjelaskan secara garis besar alur logika pemikiran dibuat berdasarkan pernyataan penelitian (*research question*).

Adapun kerangka berpikir dalam penelitian ini diperlihatkan dalam gambar berikut:



Sumber: Data Penelitian (2016)

Gambar 2.16 Kerangka Pemikiran