

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

2.1.1 Artificial Intelligence (AI)

Kecerdasan Buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) merupakan bidang ilmu komputer yang mempunyai peran penting di era kini dan masa akan datang. Bidang ini telah berkembang sangat pesat di 20 tahun terakhir seiring dengan pertumbuhan kebutuhan akan perangkat cerdas pada industri dan rumah tangga. Pada masa sekarang, perhatian difokuskan pada kemampuan komputer untuk mengerjakan sesuatu yang dapat dilakukan oleh manusia. Dalam hal ini, komputer tersebut dapat meniru kemampuan kecerdasan dan perilaku manusia (Budiharto & Suhartono, 2014:2-3).

Sejarah kecerdasan buatan McCulloch dan Pitts pada tahun 1943 mengusulkan model matematis bernama *perceptron* dari *neuron* di dalam otak. Sumbangan terbesar di bidang AI diawali oleh tulisan dari Alan Turing pada tahun 1950 yang mencoba menjawab pertanyaan, “Dapatkah komputer berpikir?” dengan menciptakan *Turing Machine*. Pada akhir 1955, Newell dan Simon mengembangkan *The Logic Theorist*, program AI pertama. Program ini mempresentasikan masalah sebagai model pohon, lalu penyelesaiannya dengan

Memilih cabang yang akan menghasilkan kesimpulan terbenar. Pada tahun 1956, John McCarthy dari *Massachusetts Institute of Technology* yang dianggap sebagai bapak AI, menyelenggarakan konferensi bertajuk *The Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*. McCarthy mendefinisikannya sebagai, “AI merupakan cabang dari ilmu computer yang berfokus pada pengembangan komputer untuk dapat memiliki kemampuan dan berperilaku seperti manusia” (Budiharto & Suhartono, 2014:3-4).

Sebagian kalangan menerjemahkan *Artificial Intelligence* sebagai kecerdasan buatan, kecerdasan artificial, inteligensia artifisial, atau inteligensia buatan. Pada buku ini, istilah *Artificial Intelligence* sengaja tidak diterjemahkan ke bahasa Indonesia karena istilah tersebut sudah sangat akrab bagi orang Indonesia. Begitu juga dengan singkatan istilah tersebut, yaitu AI, sudah sangat melekat di berbagai media ilmiah maupun non-ilmiah (Suyanto, 2014:3).

2.1.1.1 Sistem Pakar

Sistem Pakar adalah program komputer yang menyimulasi penilaian dan perilaku manusia atau organisasi yang memiliki pengetahuan dan pengalaman ahli dalam bidang tertentu. Biasanya, system seperti ini berisi basis pengetahuan yang berisi akumulasi pengalaman dan satu set aturan untuk menerapkan pengetahuan dasar untuk setiap situasi tertentu. Sistem pakar yang canggih dapat ditingkatkan dengan penambahan basis pengetahuan dan *set* aturan. Diantara banyak sistem

pakar yang ada, yang terkenal adalah aplikasi bermain catur dan sistem diagnosis medis (Budiharto & Suhartono, 2014:132).

Berdasarkan penelitian Budiharto & Suhartono (2014:133) diperoleh fakta definisi sistem pakar yang sangat dikenal, adalah:

1. Sebuah model dan prosedur terkait yang memaparkan, dalam satu domain tertentu, derajat keahlian dalam pemecahan masalah yang sebanding dengan seorang pakar manusia (*Ignizio*).
2. Sistem pakar adalah sistem komputer yang mengemulasi kemampuan pengambilan keputusan seorang manusia ahli (*Giarrantano & riley*).

2.1.1.2 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan salah satu upaya manusia untuk memodelkan cara kerja atau fungsi sistem syaraf manusia dalam melaksanakan tugas tertentu. Pemodelan sel-sel penyusunnya yang disebut *neuron*, sehingga mampu melaksanakan tugas-tugas tertentu, khususnya pengenalan pola dengan efektivitas yang sangat tinggi (Suyanto, 2014:169-170).

Suyanto (2014:170) melaporkan sel syaraf (*neuron*) adalah unit pemrosesan informasi yang merupakan dasar dari operasi JST. Terdapat tiga elemen dasar dari model *neuron*, yaitu [HAY94] :

1. Sekumpulan sinapsis atau jalur hubungan, dimana masing-masing sinapsis memiliki bobot atau kekuatan hubungan.

2. Suatu *adder* untuk menjumlahkan sinyal-sinyal *input* yang diberi bobot oleh sinapsis *neuron* yang sesuai. Operasi-operasi yang digambarkan di sini mengikuti aturan *linier combiner*.
3. Suatu fungsi aktivasi untuk membatasi amplitudo *output* dari setiap *neuron*.

2.1.2 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing*. Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy*. Pada teori himpunan *fuzzy*, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau *membership function* menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika *fuzzy* tersebut (Kusumadewi & Purnomo, 2010:1).

Berdasarkan penelitian Naba (2009:3-4) diperoleh fakta dari sekian banyak alternatif yang tersedia, sistem *fuzzy* seringkali menjadi pilihan terbaik. Mengapa? Menurut Lotfi A. Zadeh, dalam hampir setiap kasus, Anda dapat membangun sistem yang bisa menggantikan *black-box* di atas tanpa menggunakan *fuzzy logic*. Namun demikian bila Anda memakai *fuzzy logic*, rancang bangun sistem bisa Anda lakukan lebih cepat dan efisien. Selain alasan itu, berikut ini dirangkum beberapa alasan mengapa kita menggunakan *fuzzy logic*:

1. Konsep *fuzzy logic* adalah sangat sederhana sehingga mudah dipahami. Kelebihannya dibanding konsep yang lain bukan pada kompleksitasnya, tetapi pada *naturalness* pendekatannya dalam memecahkan masalah.
2. *Fuzzy logic* adalah fleksibel, dalam arti dapat dibangun dan dikembangkan dengan mudah tanpa harus memulainya dari “nol”.
3. *Fuzzy logic* memberikan toleransi terhadap ketidakpresisian data. Hal ini sangat cocok dengan fakta sehari-sehari. Segala sesuatu di alam ini relatif tidak presisi, bahkan meskipun kita lihat/amati secara lebih “dekat” dan hati-hati. *Fuzzy logic* dibangun berdasar pada fakta ini.
4. Pemodelan/pemetaan untuk mencari hubungan data *input-output* dari sembarang sistem *black-box* bisa dilakukan dengan memakai sistem *fuzzy*.
5. Pengetahuan atau pengalaman dari para pakar dapat dengan mudah dipakai untuk membangun *fuzzy logic*. Hal ini merupakan kelebihan utama *fuzzy logic* dibanding JST. Pemodelan sistem dengan JST berdasar data *input-output* hanya akan menghasilkan model JST yang masih juga sebagai *black-box*, karena kita sulit mengetahui bagaimana cara kerja model JST yang dihasilkan. Dalam pemodelan sistem dengan JST, tidak ada mekanisme untuk melibatkan pengetahuan manusia (pakar) dalam proses pelatihan JST. Jika kita menggunakan *fuzzy logic*, pengetahuan manusia bisa relatif lebih mudah dilibatkan dalam pemodelan sistem *fuzzy*.
6. *Fuzzy logic* dapat diterapkan dalam desain sistem kontrol tanpa harus menghilangkan teknik desain sistem kontrol konvensional yang sudah terlebih dahulu ada.

7. *Fuzzy logic* berdasar pada bahasa manusia.

2.1.2.1 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.

Kalau himpunan *crisp*, nilai keanggotaan hanya ada 2 kemungkinan, yaitu 0 atau 1, pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila x memiliki nilai keanggotaan *fuzzy* ($\mu_A(X)=0$) berarti x tidak menjadi anggota himpunan A , demikian pula apabila x memiliki nilai keanggotaan *fuzzy* ($\mu_A(X)=1$) berarti x menjadi anggota penuh pada himpunan A . Terkadang kemiripan antara keanggotaan *fuzzy* dengan probabilitas menimbulkan kerancuan. Keduanya memiliki nilai pada interval $[0,1]$, namun interpretasi nilainya sangat berbeda antara kedua kasus tersebut. Keanggotaan *fuzzy* memberikan suatu ukuran terhadap pendapat atau keputusan, sedangkan probabilitas mengindikasikan proporsi terhadap keseringan suatu hasil bernilai benar dalam jangka panjang. Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu:

- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: MUDA, PAROBAYA, dan TUA.
- b. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 40, 25, 50, dan sebagainya.

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

- a. Variabel *fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh: umur, *temperature*, permintaan, dan sebagainya.

- b. Himpunan *fuzzy*

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

- c. Domain

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

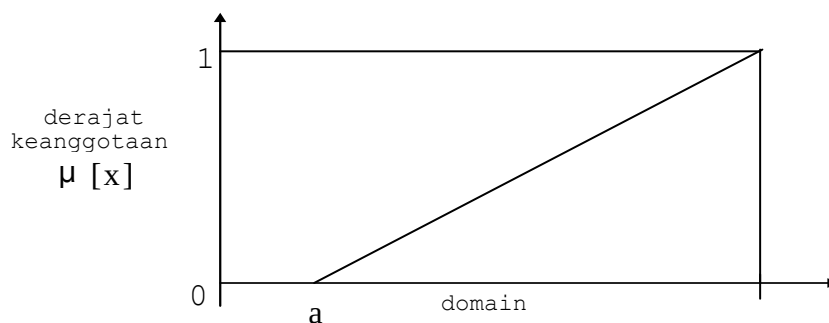
2.1.2.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaanya 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:

a. Representasi *Linear*

Pada representasi *linear*, pemetaan *input* ke derajat keanggotannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada 2 keadaan himpunan *fuzzy* yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.



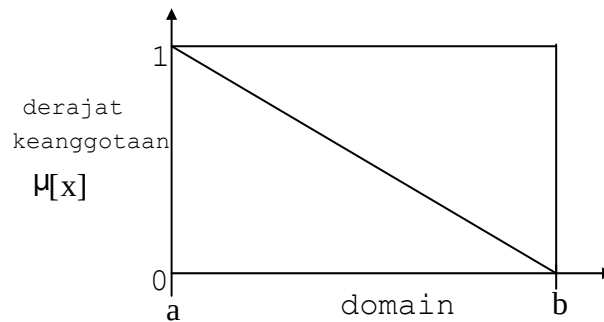
Gambar 2.1 Representasi Linear Naik
Sumber: Kusumadewi dan Purnomo (2010:9)

Fungsi Keanggotaan:

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

Rumus 2.1 Representasi Linear Naik

Kedua, merupakan kebalikan yang pertama. Garis lurus di mulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memilih derajat keanggotaan yang lebih rendah (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Representasi Linear Turun
Sumber: Kusumadewi dan Purnomo (2010:10)

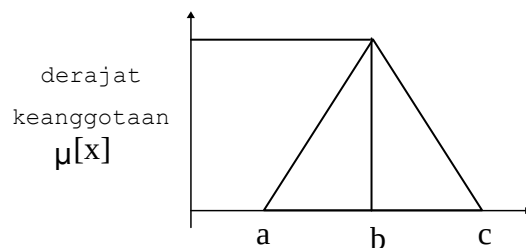
Fungsi keanggotaan:

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

Rumus 2.2 Linear Turun

b. Representasi kurva segitiga

Kurva Segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis (*linear*) seperti terlihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Kurva Segitiga

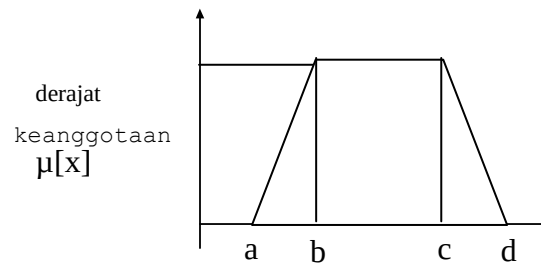
Sumber: Kusumadewi dan Purnomo (2010: 11)

Fungsi keanggotaan:

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

c. Representasi kurva trapesium

Kurva Segitiga pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1 (Gambar 2.4).



Gambar 2.4 Kurva Trapesium

Sumber: Kusumadewi dan Purnomo (2010: 13)

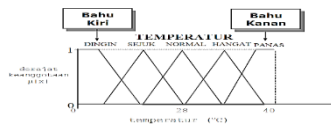
Fungsi keanggotaan:

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

d. Representasi kurva bentuk bahu

Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun (misalkan: DINGIN bergerak ke SEJUK bergerak ke HANGAT dan bergerak ke PANAS). Tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan. Sebagai contoh, apabila telah mencapai kondisi PANAS, kenaikan temperatur

akan tetap berada pada kondisi PANAS. Himpunan *fuzzy* ‘bahu’, bukan segitiga, digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy*. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, demikian juga bahu kanan bergerak dari salah ke benar. Gambar 2.5 menunjukkan variabel TEMPERATUR dengan daerah bahunya.

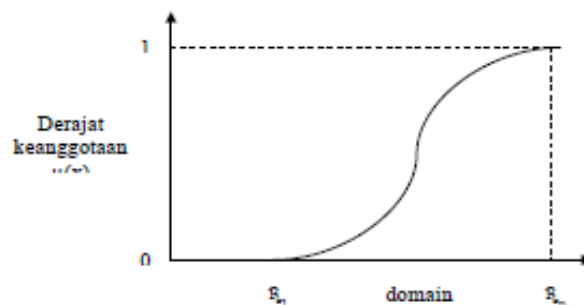


Gambar 2.5 Daerah ‘Bahu’ pada variabel TEMPERATUR

Sumber: Kusumadewi dan Purnomo (2010:14)

e. Representasi kurva-S

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



Gambar 2.6 Himpunan fuzzy dengan kurva-S: PERTUMBUHAN

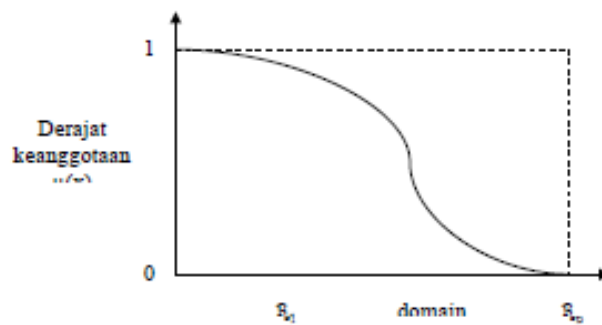
Sumber: Kusumadewi dan Purnomo (2010: 15)

Fungsi keanggotaan:

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

Rumus 2.5 Kurva-S Pertumbuhan

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



Gambar 2.7 Himpunan fuzzy dengan kurva-S: PENYUSUTAN

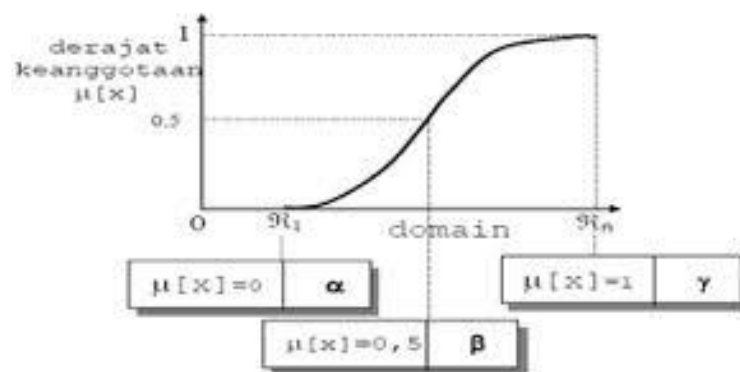
Sumber: Kusumadewi dan Purnomo (2010:15)

Fungsi keanggotaan:

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

Rumus 2.6 Kurva-S Penyusutan

Kurva-S didefinisikan dengan 3 parameter, yaitu: nilai keanggotaan nol (α), nilai keanggotaan lengkap (γ), dan titik infleksi atau *crossover* (β) yaitu titik yang memiliki domain 50% benar.



Gambar 2.8 Karakteristik fungsi kurva-S (Cox, 1994)

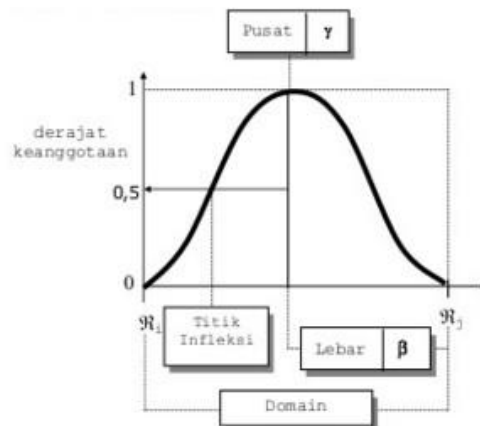
Sumber: Kusumadewi dan Purnomo (2010:16)

f. Representasi kurva bentuk lonceng (*Bell Curve*)

Untuk merepresentasikan bilangan *fuzzy*, biasanya digunakan kurva berbentuk lonceng. Kurva berbentuk lonceng ini terbagi atas 3 kelas, yaitu: himpunan *fuzzy* PI, beta, dan Gauss. Perbedaan ketiga kurva ini terletak pada gradiennya.

1. Kurva *PI*

Kurva *PI* yang berbentuk lonceng dengan derajat keanggotaan 1 terletak pada pusat dengan domain (γ), dan lebar kurva (β) seperti pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Kurva *PI*

Sumber: Kusumadewi dan Purnomo (2010:19)

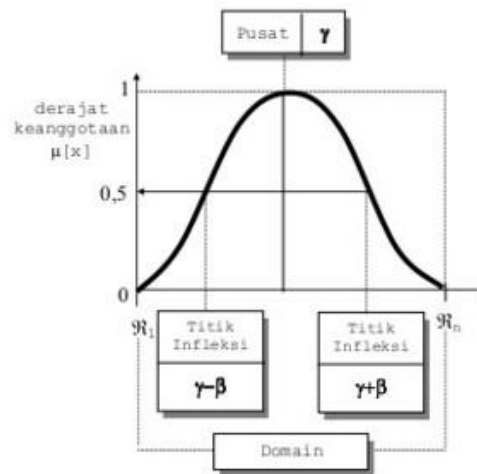
Fungsi keanggotaan:

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

Rumus 2.7 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 pada gambar 2.11.



Gambar 2.10 Karakteristik Fungsional Kurva BETA (Cox, 1994)

Sumber: Kusumadewi dan Purnomo (2010:21)

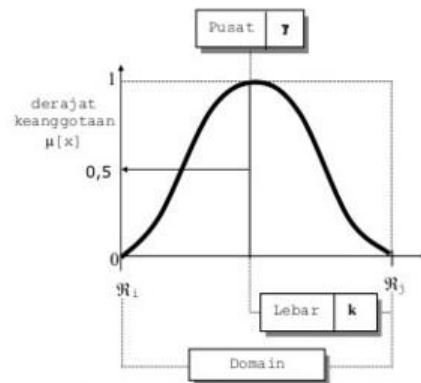
Fungsi keanggotaan:

$$B(x; \gamma, \beta) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x - \gamma}{\beta} \right)^2}$$

Rumus 2.8 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 2.11.



Gambar 2.11 Karakteristik Fungsional Kurva GAUSS

Sumber: Kusumadewi dan Purnomo (2010: 23)

Fungsi keanggotaan:

$$G(x; k, \gamma) = e^{-k(\gamma-x)^2}$$

Rumus 2.9 Kurva GAUSS

2.1.2.3 Operator Dasar Zadeh Untuk Operasi Himpunan Fuzzy

Seperti halnya himpunan konvensional, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan nama *fire strength* atau α -prediket. Ada 3 operator dasar yang diciptakan librari oleh Zadeh, yaitu (Cox, 1994):

1. Operator AND

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan α -prediket sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan

mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

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

Rumus 2.10 Operator AND

2. Operator OR

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan α -prediket sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

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

Rumus 2.11 Operator OR

3. Operator NOT

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α -prediket sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangkan nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A(X)$$

Rumus 2.12 Operator NOT

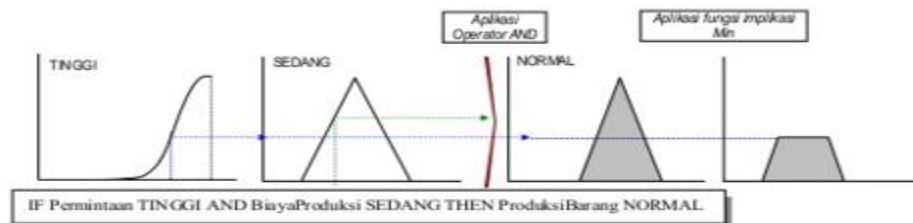
2.1.2.4 Fungsi Implikasi

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 dan Purnomo, 2010:28):

$$IF\ x\ is\ A\ THEN\ y\ is\ B$$

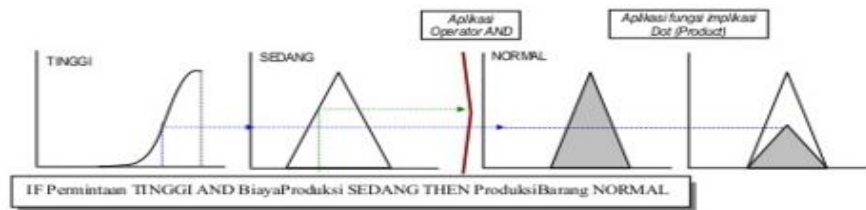
Dengan x dan y adalah skala, dan A dan B adalah himpunan *fuzzy*. Proposisi yang mengikuti IF disebut dengan antaseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut dengan konsekuen. Secara umum, ada 2 implementasi yang dapat digunakan, yaitu :

- Min (*minimum*), fungsi ini akan memotong *output* himpunan *fuzzy*, seperti gambar 2.12.



Gambar 2.12 Fungsi Implikasi MIN
 Sumber: Kusumadewi dan Purnomo (2010:29)

- Dot (*product*). Fungsi ini akan menskala *output* himpunan *fuzzy*, Seperti gambar 2.13.



Gambar 2.13 Fungsi Implikasi: DOT.
 Sumber: Kusumadewi dan Purnomo (2010: 29)

2.1.3 Fuzzy Inference System

Biasanya seorang operator/pakar memiliki pengetahuan tentang cara kerja dari sistem yang bisa dinyatakan dalam sekumpulan *IF-THEN rule*. Dengan melakukan *fuzzy inference*, pengetahuan tersebut bisa ditransfer ke dalam perangkat lunak yang selanjutnya memetakan suatu input menjadi output berdasarkan *IF-THEN rule* yang diberikan. Sistem *fuzzy* yang dihasilkan disebut *Fuzzy Inference System* (FIS). FIS telah berhasil diaplikasikan dalam berbagai bidang, seperti kontrol otomatis, klasifikasi data, analisis keputusan, dan sistem pakar. Karena kemampuannya yang fleksibel untuk bisa diterapkan di berbagai bidang, FIS sering disebut dengan nama lain, seperti *fuzzy-rule-based system*, *fuzzy expert system*, *fuzzy modelling*, *fuzzy logic controller*, dan tidak jarang cukup dengan *fuzzy system* (Naba Agus, 2009: 29).

2.1.3.1 Metode Tsukamoto

Menurut Sri Kusumadewi (2010:31) 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.

2.1.3.2 Metode Mamdani

Menurut Agus Naba (2009:29) Metode Mamdani adalah metode yang paling sering digunakan karena metode ini merupakan metode yang pertama kali dibangun dan berhasil diterapkan dalam rancang bangun sistem kontrol menggunakan teori himpunan *fuzzy*. Ebrahim Mamdani yang pertama kali mengusulkan metode ini di tahun 1975 ketika membangun sistem kontrol mesin uap dan boiler.

Menurut Sri Kusumadewi (2010:37) untuk mendapatkan *output* diperlukan 4 tahapan:

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*
2. Aplikasi fungsi aplikasi
3. Komposisi aturan
4. Penegasan

2.1.3.3 Metode Sugeno

Menurut Sri Kusumadewi (2010:46) penalaran dengan metode Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja *output* (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi Sugeno Kang pada tahun 1985, sehingga metode ini sering juga dinamakan dengan metode TSK. Menurut Cox (1994), metode TSK terdiri dari 2 jenis, yaitu:

a. Model *fuzzy* Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model *fuzzy* Sugeno orde-nol adalah IF (X_1 is A_1) O (X_2 is A_2) O (X_3 is A_3) O ... O (X_N is A_N) THEN $Z=K$. Dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke-I sebagai anteseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

b. Model *fuzzy* Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model *fuzzy* Sugeno orde-satu adalah IF (X_1 is A_1) O ... O (X_N is A_N) THEN $Z= p_1*X_1 + \dots + p_N*X_N + q$. Dengan A_i adalah himpunan *Fuzzy* ke-I sebagai anteseden, dan p_i adalah suatu konstanta (tegas) ke-I dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

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

Menurut Agus (2009:37) proses fuzzifikasi, operasi *fuzzy logic*, dan implikasinya tidak ada bedanya dengan yang dipakai dalam *FIS* tipe Mamdani. Perbedaannya terletak pada jenis fungsi keanggotaan yang dipakai dalam bagian konsekuen. *FIS* tipe Sugeno menggunakan fungsi keanggotaan *output* yang bersifat

linier atau konstan. *IF-THEN rule* dalam *FIS* tipe Sugeno berbentuk seperti berikut IF *input1* = *v* And *input2* = *w* THEN *output* is $z = av + bw + c$. Keluaran *rule* demikian bukan dalam bentuk fungsi keanggotaan, tetapi sebuah bilangan yang mana berubah secara *linier* terhadap variabel-variabel *input*, yaitu mengikuti suatu persamaan bidang $z = av + bw + c$. Jika $b=0$, *FIS* dikatakan berorde satu dimana keluarannya mengikuti persamaan garis, yaitu $z = av + c$. Jika $a=0$, *FIS* dikatakan berorde nol, karena keluarannya berupa sebuah bilangan konstan, yaitu $z=c$.

Menurut Agus (2009:30) Proses defuzzifikasi dalam *FIS* tipe Sugeno jauh lebih efisien daripada *FIS* tipe Mamdani, karena tipe Sugeno menggunakan *single spike* sebagai fungsi keanggotaan keluaran. Fungsi keanggotaan keluaran demikian dikenal dengan fungsi singleton dan bisa dianggap sebagai sebuah *pre-defuzzified fuzzy set*. Secara umum *FIS* tipe Sugeno dapat diaplikasikan pada sembarang model *inference system* dimana fungsi keanggotaan keluaran adalah konstan atau *linier*. Hal ini juga karena *FIS* tipe Sugeno menghitung nilai keluaran dengan cara seperti berikut:

$$output = \frac{\sum_{i=1}^N w_i z_i}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

Rumus 2.13 Output Sugeno

dengan w_i adalah hasil proses operasi *fuzzy logic antecedent* dan z_i adalah keluaran *rule* ke-*i*. Keluaran akhir, *output* tidak lain adalah sebuah *weighted average*. Bandingkan dengan *FIS* tipe Mamdani yang harus terlebih dahulu menghitung luas di bawah kurva fungsi keanggotaan variabel keluaran. Suatu keuntungan dari *FIS* tipe Sugeno adalah bahwa dengan hanya orde nol seringkali sudah mencukupi untuk berbagai keperluan pemodelan. Sebuah cara paling

mudah untuk memahami *FIS* Sugeno dengan orde lebih besar dari 1 adalah dengan membayangkan setiap *IF-THEN rule* mewakili sebuah mode operasi yang bergerak (*moving operating point*), sementara sebuah rule dalam *FIS* Sugeno orde nol hanya mewakili sebuah mode operasi yang diam. *FIS* tipe Sugeno dengan orde 1 atau lebih sudah mencukupi dalam pemodelan sistem-sistem non-linier. *FIS* tipe Sugeno mempunyai kemampuan untuk memodelkan sistem non-linier dengan melakukan interpolasi antar model-model linier. Setiap model linier diwakili sebuah *rule* orde 1 atau lebih.

Menurut Agus Naba (2009:113) kelebihan dari *fuzzy inference system* tipe sugeno adalah:

1. Efisien dalam komputasi
2. Cocok untuk pemodelan-pemodelan sistem linier
3. Cocok untuk digabung dengan teknik optimasi dan adaptif
4. Menjamin kontinuitas keluaran
5. Memungkinkan dilakukan analisis matematis

2.2 Variabel

Variabel menurut Sugiyono (2012:38) 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 diambil dari kantor camat Batu Aji Batam yaitu jenis penilaian seperti:

1. Orientasi Pelayanan

Merupakan sikap dan perilaku kerja pegawai dalam memberikan pelayanan terbaik kepada yang dilayani antara lain meliputi masyarakat, atasan, rekan sekerja, unit kerja terkait, dan atau instansi lain.

2. Integritas

kemampuan untuk bertindak sesuai dengan nilai, norma dan etika dalam organisasi.

3. Kedisiplinan

Kesanggupan pegawai untuk menaati kewajiban dan menghindari larangan yang ditentukan dalam peraturan perundang-undangan kedinasan yang apabila tidak ditaati atau dilanggar dijatuhi hukuman disiplin.

4. Kerjasama

Kemauan dan kemampuan pegawai untuk bekerja sama dengan rekan sekerja, atasan, bawahan dalam unit kerjanya serta instansi lain dalam menyelesaikan suatu tugas dan tanggung jawab yang ditentukan, sehingga mencapai daya guna dan hasil guna yang baik

2.2.1 Penilaian Kinerja

Menurut Yani (2012:117) penilaian kinerja merupakan suatu fungsi dari motivasi dan kemampuan. Untuk menyelesaikan tugas atau pekerjaan seseorang

sepatutnya memiliki derajat kesediaan dan tingkat kemampuan tertentu. Kesediaan dan keterampilan seseorang tidaklah cukup efektif untuk mengerjakan sesuatu tanpa pemahaman yang jelas tentang apa yang dikerjakan dan bagaimana mengerjakannya. Kinerja merupakan perilaku nyata yang ditampilkan setiap orang sebagai prestasi kerja yang dihasilkan oleh karyawan sesuai dengan perannya dalam perusahaan.

2.2.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kinerja

Adapun faktor-faktor yang memengaruhi kinerja baik hasil maupun perilaku kerja adalah sebagai berikut (Kasmir, 2015:189):

1. Kemampuan dan keahlian

Karyawan yang memiliki kemampuan dan keahlian yang lebih baik, maka akan memberikan kinerja baik pula, demikian pula sebaliknya bagi karyawan yang tidak memiliki kemampuan untuk menyelesaikan pekerjaannya secara benar, maka akan memberikan hasil yang kurang baik pula, yang pada akhirnya akan menunjukkan kinerja yang kurang baik.

2. Pengetahuan

Dengan mengetahui pengetahuan tentang pekerjaan akan memudahkan seseorang untuk melakukan pekerjaannya, demikian pula sebaliknya jika karyawan tidak atau kurang memiliki pengetahuan tentang pekerjaannya, maka pasti akan mengurangi hasil atau kualitas pekerjaannya yang pada akhirnya akan memengaruhi kinerjanya.

3. Rancangan Kerja

Pada dasarnya rancangan pekerjaan diciptakan untuk memudahkan karyawan dalam melakukan pekerjaannya. Dengan demikian, rancangan pekerjaan akan mampu meningkatkan kinerja karyawannya. Demikian pula sebaiknya dengan perusahaan yang tidak memiliki rancangan pekerjaan yang kurang baik akan sangat memengaruhi kinerja karyawannya. Dengan demikian, rancangan pekerjaan akan memengaruhi kinerja.

2.2.3 Faktor-faktor yang Dipengaruhi Kinerja

Menurut Kasmir (2015:195) selain faktor-faktor yang memengaruhi kinerja seperti yang telah dijelaskan diatas, kinerja juga dapat memengaruhi variabel lain. Artinya dengan memperoleh kinerja yang baik, maka akan memengaruhi variabel lain, demikian pula sebaliknya kinerja dipengaruhi oleh variabel lain. Berikut ini berapa faktor yang dipengaruhi kinerja baik secara langsung maupun tidak langsung sebagai berikut:

1. Kompensasi

Merupakan balas jasa yang diberikan perusahaan kepada karyawannya. Besar kecilnya kompensasi yang diperoleh tentu disesuaikan dengan peraturan perusahaan.

2. Jenjang Karier

Merupakan penghargaan yang diberikan perusahaan kepada seseorang. Kenaikan karier dapat berupa kenaikan jabatan atau kenaikan kepangkatan.

3. Citra Karyawan

Citra merupakan pandangan terhadap seseorang atau karyawan, karena telah melakukan sesuatu. Artinya dengan memiliki kinerja yang baik, seseorang akan diberikan penghargaan dan tentu saja orang-orang akan memandangnya dengan pujian dan suri teladan. Demikian pula sebaiknya jika kinerjanya buruk, ikut membuat citranya seseorang menjadi tidak baik, bahkan mendapat cemooh dari pihak lain.

2.2.4 Tujuan Penilaian Kinerja

Kasmir (2015:196) menyimpulkan bahwa tanpa penilaian kinerja tentu pihak manajemen sumber daya manusia akan sulit untuk menentukan, misalnya berapa gaji atau bonus, atau kesejahteraan lain yang pantas diberikan kepada karyawannya. Hal ini disebabkan tidak tahu dasar untuk menentukan jumlah atau ukuran yang diberikan.

Bagi perusahaan penilaian kinerja memiliki beberapa tujuan antara lain yaitu (Kasmir, 2015:197) :

1. Untuk memperbaiki kualitas pekerjaan

Dengan melakukan penilaian terhadap kinerja, maka manajemen perusahaan akan mengetahui dimana kelemahan karyawan dan sistem yang digunakan.

2. Keputusan penempatan

Bagi karyawan yang telah dinilai kinerjanya ternyata kurang mampu untuk menempati posisinya sekarang, maka perlu dipindahkan ke unit atau bagian lainnya.

3. Perencanaan dan pengembangan karier

Bagi mereka yang mengalami peningkatan kinerja maka akan dilakukan promosi jabatan atau kepangkatan sesuai dengan peraturan perusahaan. Demikian sebaliknya, hasil kinerja karyawan yang terus memburuk, tentu akan mendapatkan penurunan kerja atau demosi.

2.2.5 Asas-asas Penilaian Kinerja

Menurut penelitian Kasmir (2015:201) agar memperoleh hasil kinerja seperti yang diinginkan, maka penilaian kinerja harus dilakukan sesuai dengan asas-asas penilaian kinerja. Jika melanggar dari asas tersebut, maka dapat dipastikan bahwa hasil penilaiannya tidak akan berjalan baik, termasuk hasil penilaian kinerjanya. Artinya asas-asas penilaian kinerja harus dijalankan secara benar dan konsisten, sehingga hasil yang diharapkan dapat dipertanggungjawabkan.

Dalam praktiknya asas-asas penilaian untuk melakukan penilaian kinerja harus dilakukan:

1. Secara Objektif

Objektif artinya melakukan penilaian harus dilakukan apa adanya sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan.

2. Secara Adil

Adil artinya dalam menilai harus memberikan kesempatan yang sama kepada setiap karyawan. Memberikan peluang yang sama untuk dinilai sehingga tidak menimbulkan kecemburuan di antara karyawan.

3. Secara Transparan

Dalam melakukan penilaian harus dengan adanya keterbukaan, baik dalam proses menilai serta memberikan hasil penilaian.

2.2.6 Komponen Penilaian Kinerja

Masing-masing komponen dalam penilaian haruslah memiliki nilai minimal yang harus dipenuhi. Kemudian semua komponen harus memiliki nilai dalam arti tidak boleh ada yang kosong. Sehingga nilai total sudah terisi dengan nilai masing-masing komponen. Jumlah masing-masing komponen penilaian tergantung dari perusahaan dan jenis pekerjaan dari suatu jabatan (Kasmir, 2015: 203).

Untuk memudahkan pemahaman berikut ini masing-masing komponen penilaian kinerja yang umum diberikan yaitu:

1. Absensi

Absensi merupakan keberadaan atau bukti kehadiran karyawan pada saat masuk kerja sampai dengan pulang kerja. Tingkat kehadiran karyawan biasanya dihitung berdasarkan harian, mingguan atau bulanan tergantung dari kebijakan perusahaan.

2. Kejujuran

Kejujuran merupakan perilaku selama bekerja dalam suatu periode. Nilai kejujuran biasanya dinilai berdasarkan ukuran yang telah ditetapkan sebelumnya. Penilaian terhadap kejujuran karyawan biasanya dilakukan dengan indikator yaitu: perbuatan dan komunikasi.

3. Tanggung Jawab

Tanggung jawab merupakan unsur yang cukup penting terhadap kinerja seseorang. Artinya karyawan yang memenuhi kriteria bertanggung jawab maka nilai kinerjanya akan naik. Demikian pula sebaliknya bagi mereka yang tidak atau kurang bertanggung jawab terhadap pekerjaannya, akan dinilai kurang baik.

2.3 Software Pendukung

2.3.1 MatLab

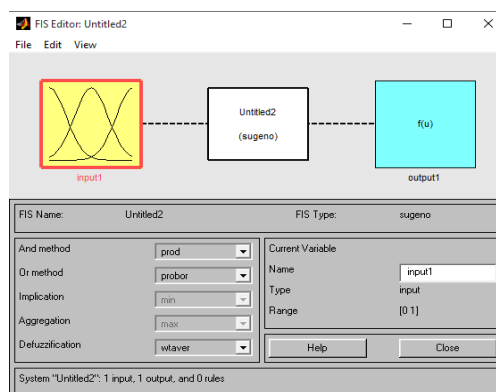
Menurut Naba (2009:39) MatLab adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi dimana arti perintah dan fungsi-fungsinya bisa dimengerti dengan mudah, meskipun bagi seseorang pemula. Hal itu karen didalam MatLab, masalah dan solusi bisa diekspresikan dalam notasi-notasi matematis yang biasa dipakai. MatLab singkatan dari *Matrix Laboratory*.

Menentukan tingkat evaluasi kinerja pelayanan pegawai kantor camat dengan menggunakan metode sugeno dapat menggunakan *toolbox fuzzy* yang terdapat di *software* MatLab. *Fuzzy logic toolbox* memberikan fasilitas *Graphical User Interface* (GUI) untuk mempermudah dalam membangun suatu model *fuzzy*.

Terdapat 5 GUI *tools* yang dapat digunakan untuk mengedit, mengamati, dan membangun model *fuzzy* yaitu (Agus Naba, 2009:82-94)

1. *Fuzzy Inference System* (FIS) Editor

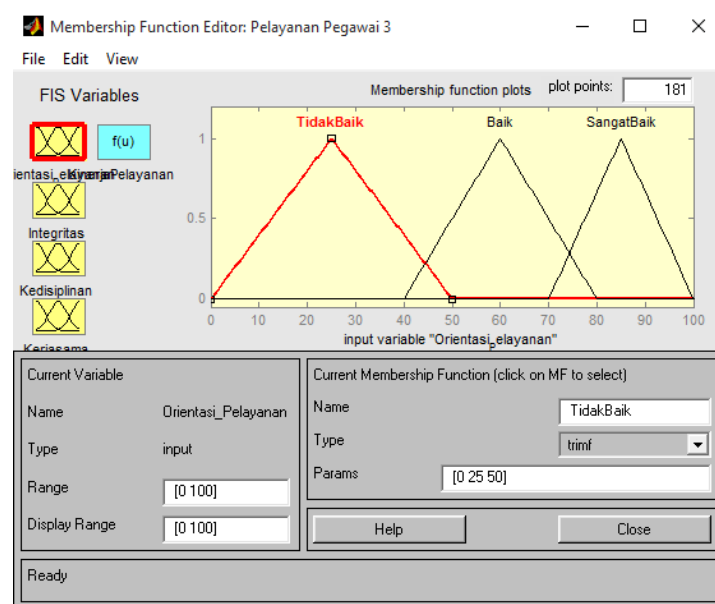
GUI ini yang berfungsi untuk mengedit model *fuzzy* yang dibuat. *FIS Editor* dapat dipanggil dengan mengetikkan tulisan “*fuzzy*” pada *Command window*.



Gambar 2.14 FIS Editor
Sumber: Data Penelitian (2016)

2. Membership Function Editor (MFE)

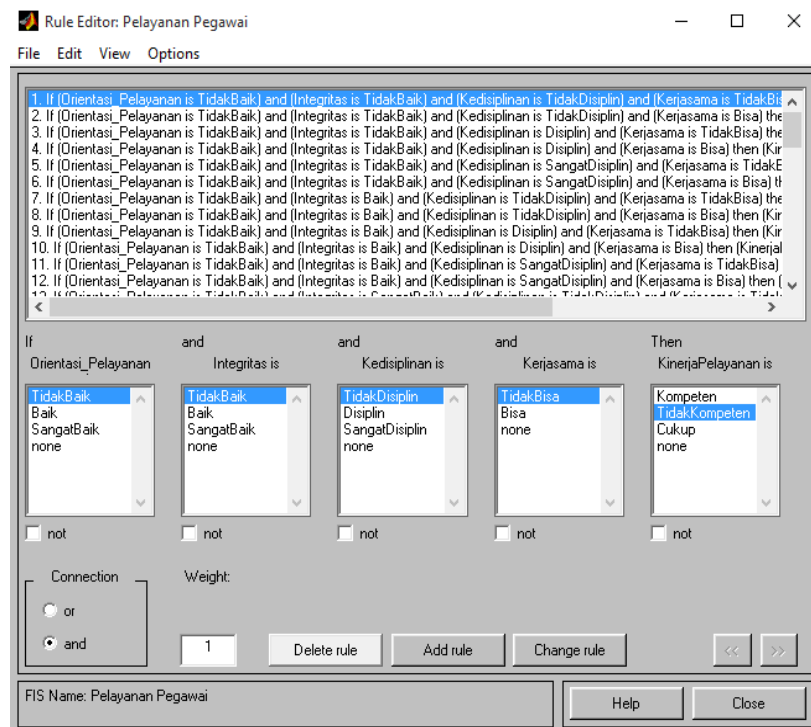
GUI ini yang berfungsi untuk merancang atau membuat fungsi keanggotaan yang akan digunakan dalam model *fuzzy*. Terdapat beberapa fungsi keanggotaan yang dapat digunakan, antara lain fungsi keanggotaan segitiga dan Gauss. *Editor* ini dapat dipanggil dari *FIS*.



Gambar 2.15 Membership Function Editor
Sumber: Data Penelitian (2016)

3. Rule Editor

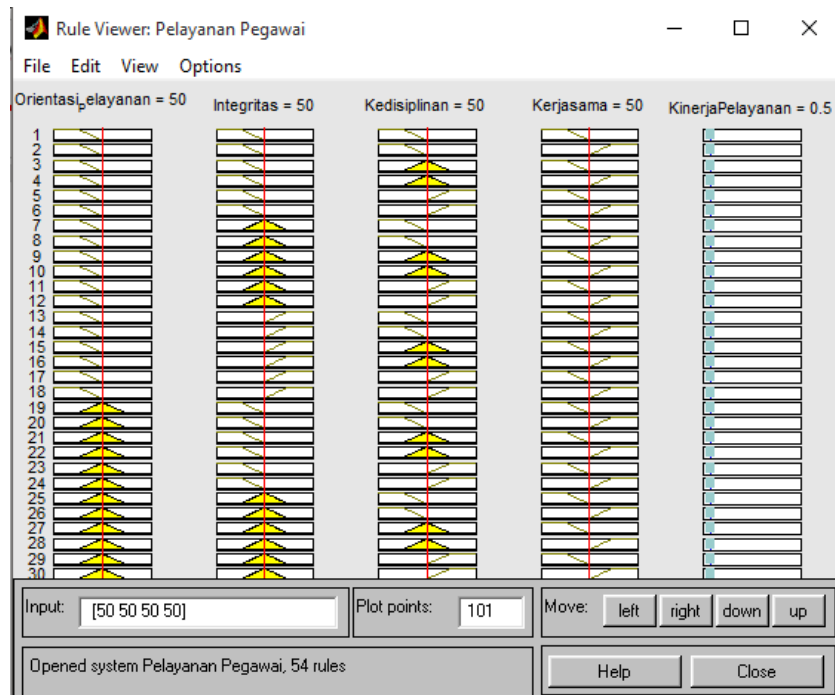
GUI ini yang berfungsi menyusun aturan Jika-Maka berdasarkan pengetahuan maupun aturan-aturan yang kemudian akan digunakan sebagai penalaran *fuzzy* yang merupakan inti dari model *fuzzy*. *Rule Editor* dapat dipanggil dengan cara pilih *view* → **Edit Rules**.



Gambar 2.16 Rule Editor
Sumber: Data Penelitian (2016)

4. Rule Viewer

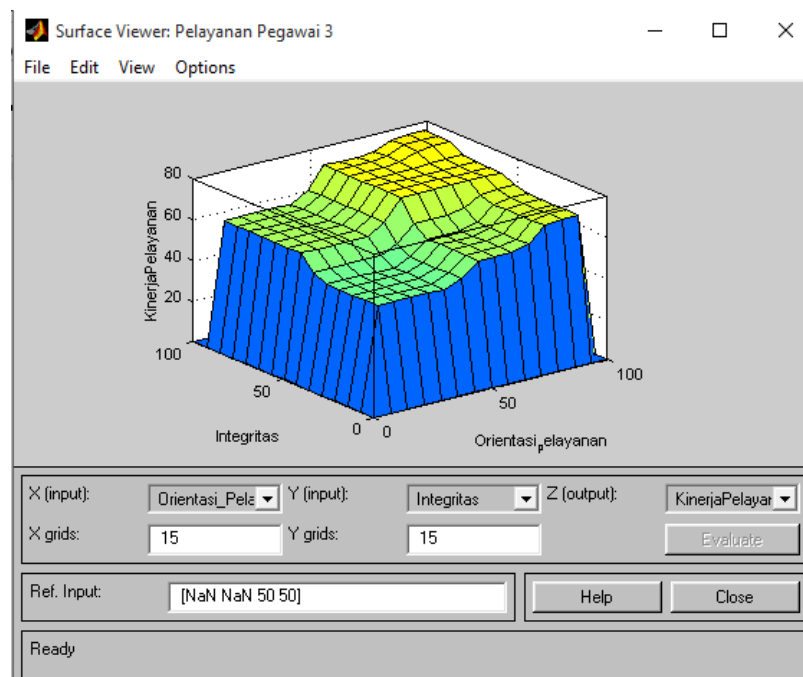
GUI ini yang berfungsi untuk menampilkan penalaran dari model fuzzy secara keseluruhan dalam bentuk model 2 dimensi. *Rule Viewer* dapat dipanggil dengan memilih menu **view**→**view rule**.



Gambar 2.17 Rule Viewer
Sumber: Data Penelitian (2016)

5. *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 2.18 Surface Viewer
Sumber: Data Penelitian (2016)

2.4 Penelitian Terdahulu

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

1. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Alamsyah dan Muna (2016, 88) dengan judul “Metode *Fuzzy Inference System* untuk Penilaian Kinerja Pegawai Perpustakaan dan Pustakawan”, Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa, Penilaian kinerja pegawai merupakan aspek penting dalam manajemen sumber daya manusia yang efektif. Hal ini dikarenakan melalui penilaian kinerja pegawai, sebuah lembaga dapat mengetahui kondisi kerja dari pegawainya. Dalam melakukan penilaian kinerja, tiap

lembaga mempunyai cara dan sistem tersendiri. Salah satu metode yang digunakan untuk mengukur kinerja pegawai perpustakaan dan pustakawan adalah metode *fuzzy inference systems* (FIS). FIS adalah suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* dan penalaran *fuzzy*. Adapun metode FIS yang dipakai adalah metode Sugeno orde 0 dengan variabel yang dipakai sebagai tolok ukur kinerja adalah produktivitas, profesionalitas, kedisiplinan, dan masa kerja. Keempat variabel ini digunakan untuk mengukur penilaian kinerja pegawai perpustakaan dan pustakawan. Hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan terhadap 50 pegawai, diperoleh skor kinerja pegawai tertinggi yaitu 90,89 dan skor kinerja terendah adalah sebesar 80,77. Dengan demikian dapat disimpulkan secara keseluruhan, kinerja pegawai perpustakaan dan pustakawan mendapat predikat sangat bagus.

2. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Purwanti dan Widodo (2014, 271) dengan judul “Model Penduga Kinerja Pegawai Berdasarkan Pendekatan *FIS Mamdani* Studi Kasus Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional”, Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa, PNS adalah merupakan unsur aparatur Negara yang bertugas sebagai abdi masyarakat. Untuk mengetahui keberhasilan seseorang Pegawai Negeri Sipil dapat dilihat melalui penilaian kinerja pegawai negeri. Hasil penilaian kinerja digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pembinaan Pegawai Negeri Sipil, antara lain pengangkatan, kenaikan pangkat, pengangkatan dalam jabatan, pendidikan dan pelatihan, serta memberikan penghargaan. Ada beberapa

metode untuk merepresentasikan hasil logika *fuzzy* yaitu metode Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno. Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuensi direpresentasikan dengan himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan monoton. *Output* hasil inferensi masing-masing aturan adalah α , berupa himpunan biasa (*crisp*) yang ditetapkan berdasarkan α -predikatnya. Hasil akhir diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobotnya. Pada metode Mamdani, aplikasi fungsi implikasi menggunakan *MIN*, sedang komposisi aturan menggunakan metode *MAX*. Metode Mamdani dikenal juga dengan metode *MAX-MIN*. Inferensi *output* yang dihasilkan berupa bilangan *fuzzy* maka harus ditentukan suatu nilai *crisp* tertentu sebagai *output*.

3. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Muthohar dan Rahayu (2015, 8) dengan judul “Metode *Fuzzy* Mamdani untuk Evaluasi Kinerja Pelayanan Perawat”, Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa, Dalam melakukan peningkatan kualitas kinerja pelayanan keperawatan pihak rumah sakit maupun puskesmas rawat inap banyak yang belum melibatkan pasien sehingga masih terdapat kekurangan-kekurangan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran yang melibatkan pasien agar upaya peningkatan pelayanan keperawatan yang akan dilakukan dapat memenuhi harapan pasien. Penilaian tentang kinerja pelayanan keperawatan dapat berbeda-beda bagi setiap orang. Misalnya ada orang yang merasa cukup puas terhadap kinerja pelayanan keperawatan tertentu tetapi ada pula orang

yang menilai kurang puas terhadap kinerja pelayanan yang sama. Pendekatan yang dipakai penulis untuk mengukur kinerja pelayanan.

4. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Mustika dan Sutrisno (2016, 89) dengan judul “Metode Evaluasi Kinerja Karyawan dengan Metode *Fuzzy Sugeno* pada Resto ABTL”, Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa, Kualitas sumber daya manusia merupakan salah satu faktor dalam meningkatkan produktivitas kinerja suatu instansi. Oleh karena itu, diperlukan sumber daya manusia yang mempunyai kompetensi tinggi karena keahlian atau kompetensi akan dapat mendukung peningkatan prestasi kerja karyawan. Penilaian kinerja harus dilakukan untuk mengetahui prestasi yang dicapai setiap karyawan dengan baik, cukup baik atau kurang bisa diketahui. Permasalahan yang terjadi pada Resto ABTL adalah belum adanya format yang baku mengenai evaluasi penilaian karyawan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan sistem pendukung keputusan yang dapat membantu manajer dalam menentukan karyawan dengan kinerja terbaik (*Employee of The Month*), serta memberikan saran membangun karyawan berdasarkan nilai yang diperoleh. Model evaluasi kinerja karyawan adalah sistem evaluasi yang dirancang untuk mengidentifikasi kinerja karyawan dalam melaksanakan tugasnya. Model tersebut menggunakan logika *fuzzy sugeno* dengan beberapa kriteria, yaitu: kehadiran, pelayanan, penampilan, kerjasama dan tanggung jawab. Kriteria dibagi dalam himpunan *fuzzy* Buruk, Cukup, dan Baik. Dari kriteria tersebut dibuat model penilaian kinerja dalam evaluasi kinerja

karyawan. Hasil dari penelitian ini adalah model evaluasi kinerja karyawan dapat dibuat model sistem pendukung keputusan dengan pendekatan *fuzzy*.

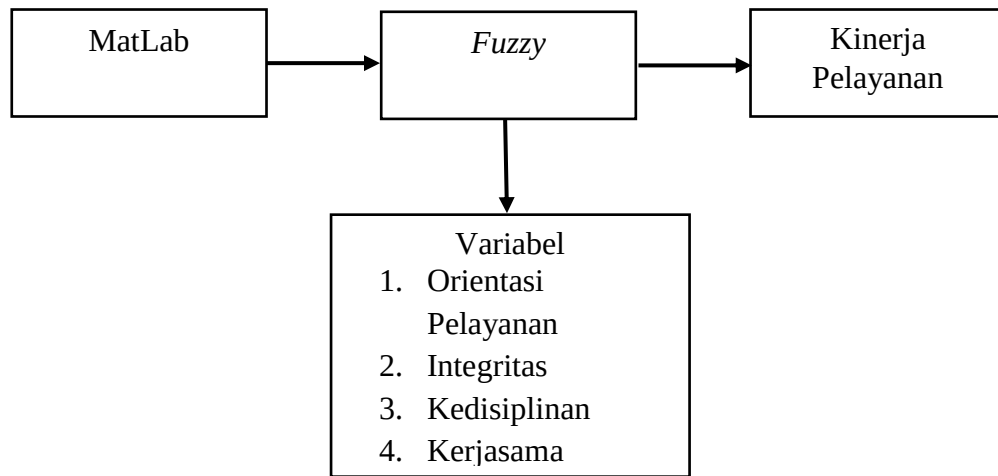
5. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rofiq (2016, 1) dengan judul “Perancangan Manajemen *Bandwith* Internet Menggunakan Metode *Fuzzy Sugeno*” Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa, Kebutuhan internet dalam proses perkuliahan memiliki peran yang cukup signifikan sehingga dalam pemakaiannya dibutuhkan pengaturan akses atau *bandwidth* demi kelancaran akses internet tersebut. Pemakaian internet dengan pemakai (*user*) yang cukup banyak mengakibatkan *load* akses internet yang cukup tinggi. Dan jika akses internet tidak dilakukan pengaturan maka akan mengakibatkan pemakaian antar *use* yang tidak seimbang, ada yang cukup cepat dan ada yang lambat bahkan tidak dapat akses sama sekali. Dalam perancangan manajemen *bandwidth* ini dikembangkan dengan menggunakan metode *fuzzy sugeno*. Tujuan yang dicapai adalah untuk mengoptimal pemakaian akses internet. *Input* sistem berupa akses internet saat itu (*real time*). Dalam proses *fuzzy input* dibagi menjadi 3 variabel yaitu kecepatan *browsing*, kecepatan *download*, dan kecepatan *streaming*. Akses ini tidak melihat kecepatan per *user* tetapi kecepatan total *user* dari masing-masing variabel. Himpunan *fuzzy* yang digunakan adalah sangat rendah, rendah, normal dan tinggi. Domain yang dirancang disesuaikan dengan kecepatan *bandwidth* yang diperoleh dari *provider* internet yaitu 0 – 2 Mbps. Output sistem adalah maksimal (*max limit*) dari *browsing*, *download*, dan *streaming*. Pengujian data diperoleh dengan memasukkan

nilai data kecepatan akses dari *router* yaitu mikrotik RB1100 setiap lima menit sekali selama 8 jam. Hasil penelitian berupa pembatasan trafik *browsing*, *download*, dan *streaming*. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata *max limit browsing* adalah 851 kbps, *download* 592 kbps, dan *streaming* 643 kbps.

2.5 Kerangka Pemikiran

Menurut Sugiyono (2012: 60) Kerangka berfikir adalah model konseptual tentang bagaimana teori hubungan dengan berbagai faktor yang telah didefinisikan sebagai masalah yang penting.

Penelitian ini melalui tahap-tahap kegiatan yang tertuang dalam kerangka berfikir yang meliputi metode pengumpulan data dari *input* yaitu data-data yang akan di seleksi ke dalam logika *fuzzy* kemudian *outputnya* hasil dari data-data yang telah di *input* yaitu menentukan tingkat evaluasi kinerja pelayanan pegawai pada kantor camat tersebut. Kerangka pemikiran pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2.19 Kerangka Pemikiran

Sumber: Data Penelitian (2016)