

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

Penelitian ini membutuhkan suatu landasan yang berisi teori-teori yang ada, agar penelitian ini dapat berjalan dengan baik. Dalam penelitian ini akan menjelaskan secara singkat pemahaman tentang kecerdasan buatan dan cabang ilmu yang ada didalamnya seperti, Jaringan Saraf Tiruan, Sistem Pakar dan *Fuzzy Logic*.

2.1.1 Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*)

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. 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, Edy Mulyanto, 2010).

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 (Sudaryono, 2014).

Jika dibandingkan dengan kecerdasan alami (kecerdasan yang dimiliki oleh manusia), kecerdasan buatan memiliki keuntungan komersial, antara lain Turban (1992) (T. Sutojo, Edy Mulyanto, 2010).

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, Edy Mulyanto, 2010).

Cabang dari kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* tiga diantaranya adalah jaringan saraf tiruan, sistem pakar, dan logika *fuzzy*.

1. 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. 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. Belajar dalam sistem biologis melibatkan penyesuaian terhadap koneksi *synaptic* yang ada antara *neuron*. Hal ini berlaku juga untuk JST (T. Sutojo, Edy Mulyanto, 2010)
2. Sistem Pakar merupakan cabang dari *Artificial Intelligence* (AI) yang cukup tua karena sistem ini mulai dikembangkan pada pertengahan 1960. Sistem pakar yang muncul pertama kali adalah *General-purpose problem solver* (GPS) yang dikembangkan oleh Newel dan Simon. Sampai saat ini sudah banyak sistem pakar yang dibuat, seperti MYCIN untuk diagnosis penyakit, DENDRAL untuk mengidentifikasi struktur molekul campuran yang tak dikenal, XCON & XSEL untuk membantu konfigurasi sistem komputer besar, SOPHIE untuk analisis sirkuit elektronik, *Prospector* digunakan di bidang geologi untuk membantu mencari dan menemukan deposit, FOLIO digunakan untuk membantu memberikan keputusan bagi seorang manager

dalam stok dan investasi, DELTA dipakai untuk pemeliharaan lokomotif listrik disel, dan sebagainya (T. Sutojo, Edy Mulyanto, 2010).

3. Logika *fuzzy* diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada 1962. Logika *fuzzy* adalah metodologi sistem kontrol pemecahan masalah, yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil, *embedded system*, jaringan PC, *multi-channel* atau *workstation* berbasis akuisisi data, dan sistem *control*. Metodologi ini dapat diterapkan pada perangkat keras, perangkat lunak, atau kombinasi keduanya. Dalam logika klasik dinyatakan bahwa segala sesuatu bersifat biner, yang artinya adalah hanya mempunyai dua kemungkinan, “Ya atau Tidak”, “Benar atau Salah”, “Baik atau Buruk”, dan lain-lain. Oleh karena itu, semua ini dapat mempunyai nilai keanggotaan 0 atau 1. Akan tetapi, dalam logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan berada diantara 0 dan 1. Artinya, bias saja suatu keadaan mempunyai dua nilai “Ya dan Tidak”, “Baik dan Buruk” secara bersamaan, namun besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya (T. Sutojo, Edy Mulyanto, 2010).

2.1.2 Fuzzy Logic

Secara umum *fuzzy logic* adalah sebuah metodologi berhitung dengan variabel kata-kata (*linguistic variable*), sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Kata-kata yang digunakan dalam *fuzzy logic* memang tidak sepresisi bilangan, namun kata-kata jauh lebih dekat dengan intuisi manusia. Manusia biasa langsung merasakan nilai dari variabel kata-kata yang sudah dipakainya sehari-

hari. Demikianlah, *fuzzy logic* memberi ruang dan bahkan mengeksploitasi toleransi terhadap ketidakpresisian. *Fuzzy logic* membutuhkan ongkos yang lebih murah dalam memecahkan masalah yang bersifat *fuzzy* (Agus Naba, 2009).

Logika *fuzzy* dapat dianggap sebagai kotak hitam yang menghubungkan antar ruang *input* menuju ke ruang *output* (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2013). Kotak hitam tersebut berisi cara atau metode yang saat digunakan untuk mengolah data *input* menjadi *output* dalam bentuk informasi yang baik (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2013). *Fuzzy logic* telah menjadi area riset yang mengagumkan karena kemampuannya yang menjembatani bahasa mesin yang serba presisi dengan bahasa manusia yang cenderung tidak presisi, yaitu hanya dengan menekankan pada makna atau arti (*significance*) (Agus Naba, 2009). 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. Dalam banyak hal, logika *fuzzy* digunakan sebagai suatu cara untuk memetakan permasalahan dari *input* menuju ke *output* yang diharapkan (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2013).

Dengan *fuzzy logic*, sistem kepakaran manusia biasa diimplementasikan ke dalam bahasa mesin secara mudah dan efisien. Bahasa presisi yang diperlukan mesin sulit dirasakan oleh manusia (yaitu kurang bermakna dari sudut pandang

Bahasa manusia). Disamping itu, deskripsinya bisa cukup panjang. Sebaliknya, variabel kata-kata biasa lebih *simple*, singkat, dan langsung dapat dirasakan manusia, namun kurang presisi dari sudut pandang bahasa mesin. Disinilah peran sistem *fuzzy*, yaitu untuk menjembatani komunikasi sehingga menjadi lebih efektif dan efisien antara mesin dan manusia. Atau, bisa juga dibayangkan bahwa sistem *fuzzy* adalah sebuah mesin penerjemah bahasa manusia sehingga bisa dimengerti oleh mesin atau sebaliknya (Agus Naba, 2009).

Ada beberapa alasan mengapa orang-orang menggunakan logika *fuzzy* (T. Sutojo, Edy Mulyanto, 2010): Bila dibandingkan dengan logika konvensional, kelebihan logika *fuzzy* ada kemampuannya dalam proses penalaran secara Bahasa sehingga dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematik yang rumit. Beberapa alasan yang diutarakan mengapa kita menggunakan logika *fuzzy* diantaranya adalah mudah dimengerti, memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat, mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks, dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan, dapat bekerja sama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional, dan didasarkan pada Bahasa alami.

Untuk memahami logika *fuzzy*, sebelumnya perhatikan dahulu tentang konsep himpunan *fuzzy*, himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut yaitu (T. Sutojo, Edy Mulyanto, 2010):

1. *Linguistic*, yaitu nama suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dengan menggunakan Bahasa alami, misalnya DINGIN, SEJUK, PANAS, mewakili variabel *temperature*.

2. *Numeris*, yaitu suatu nilai yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, misalnya 10, 35, 40, dan seterusnya.

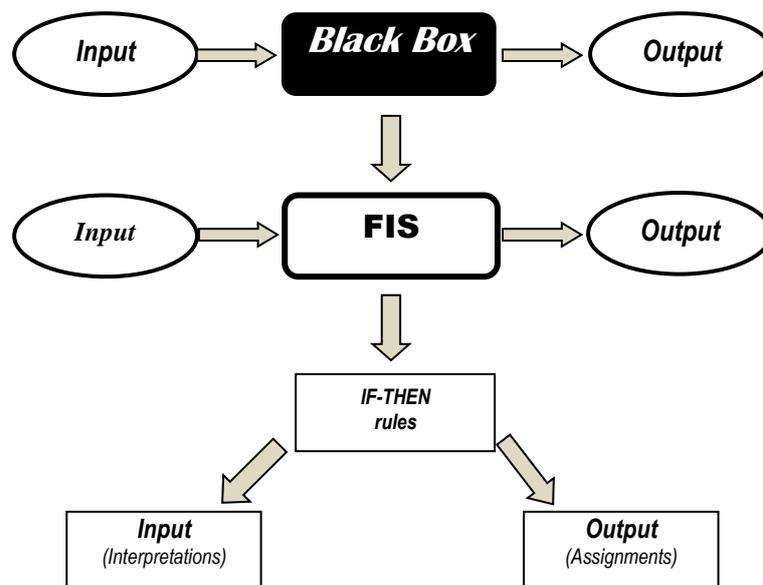
Disamping itu, ada beberapa hal yang harus dipahami dalam memahami logika *fuzzy*, yaitu (T. Sutojo, Edy Mulyanto, 2010):

1. Variabel *fuzzy*, yaitu variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*.
2. Himpunan *fuzzy*, yaitu suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.
3. Semesta pembicaraan, yaitu seluruh nilai yang diizinkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*.
4. Domain himpunan *fuzzy*, yaitu seluruh nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*.

2.1.3 Konsep Fuzzy Logic

Motivasi utama teori *fuzzy logic* adalah memetakan sebuah ruang *input* ke dalam ruang *output* dengan menggunakan *IF-THEN rules*. Pemetaan dilakukan dalam suatu *fuzzy Inference System (FIS)*. Urutan *rule* bisa sembarang. FIS mengevaluasi semua *rule* secara simultan untuk menghasilkan kesimpulan. Oleh karenanya, semua *rule* harus didefinisikan lebih dahulu sebelum kita membangun sebuah FIS yang akan digunakan untuk menginterpretasikan semua *rule* tersebut (Agus Naba, 2009).

Mekanisme dalam FIS bisa dirangkum seperti ini: FIS adalah sebuah metode yang menginterpretasikan harga-harga dalam *vector input*, menarik kesimpulan berdasar sekumpulan *IF-THEN* rules yang diberikan, dan kemudian menghasilkan *vector output* (Agus Naba, 2009). Kronologi proses rancang bangun FIS diilustrasikan dalam gambar berikut



Gambar 2.1 Konsep umum kronologi proses pembangunan FIS

1. **Fuzzy Set** adalah sebuah himpunan dimana keanggotaan dari tiap elemennya tidak mempunyai batas yang jelas. Himpunan demikian sangat kontras dengan himpunan klasik (Agus Naba, 2009). Operasi himpunan *fuzzy* diperlukan untuk proses inferensi atau penalaran. Dalam hal ini yang dioperasikan adalah derajat keanggotaannya. Derajat keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua buah himpunan *fuzzy* disebut sebagai *fire strength* atau α -predikat. Berikut beberapa operasi dasar yang paling sering digunakan untuk menggabungkan dan memodifikasi himpunan *fuzzy* (T. Sutojo, Edy Mulyanto, 2010):

1) Operasi gabungan (*Union*)

Operasi gabungan (sering disebut operator *OR*) dari himpunan *fuzzy* A dan B dinyatakan sebagai $A \cup B$. Dalam sistem logika *fuzzy*, operasi gabungan disebut sebagai *Max*.

2) Operasi irisan (*Intersection*)

Operasi irisan (sering disebut operator *AND*) dari himpunan *fuzzy* A dan B dinyatakan sebagai $A \cap B$. Dalam sistem logika *fuzzy*, operasi irisan disebut sebagai *Min*.

Fuzzy set (himpunan *fuzzy*) adalah sebuah himpunan dimana keanggotaan dari tiap elemennya tidak mempunyai batas yang jelas, himpunan demikian sangat kontras dengan himpunan klasik (Agus Naba, 2009). Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A, yang sering ditulis dengan $\mu_A[x]$, memiliki dua kemungkinan (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2013), 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.

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. Misalnya, jika nilai keanggotaan bernilai suatu himpunan *fuzzy* USIA adalah 0,9 maka tidak perlu dipermasalahkan berapa seringnya nilai itu diulang secara individual untuk mengharapkan suatu hasil yang hampir pasti muda. Di lain pihak, nilai probabilitas 0,9 usia berarti 10% dari himpunan tersebut diharapkan tidak muda. Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut (Kusumadewi dan Purnomo, 2010: 6-7), 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 variabel seperti: 40, 25, 50, dsb.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy* (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2013), 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 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 variabel umur: $[0 \ 80]$
- b. Semesta pembicaraan untuk variabel 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. **Fungsi Keanggotaan** Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data kedalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki *interval* antara 0 sampai dengan 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2013). Mendefinisikan bagaimana tiap titik dalam ruang *input* dipetakan menjadi bobot atau derajat keanggotaan antara 0 dan 1. Dalam teori himpunan, ruang input juga dikenal sebagai *universe of discourse* (Agus Naba, 2009).

Secara umum, beberapa kesimpulan tentang himpunan dan fungsi keanggotaan *fuzzy* diberikan dibawah ini (Agus Naba, 2009):

1. *Fuzzy set* menekankan konsep variabel samar (*vague or fuzzy variable*) seperti variabel hari akhir minggu, suhu panas, pelari cepat, dan lain-lain.
2. *Fuzzy set* mengijinkan keanggotaan parsial dari suatu himpunan seperti hari jumat yang dianggap sebagai hari akhir minggu namun dengan derajat dibawah 1.
3. Derajat keanggotaan *fuzzy* dalam *fuzzy set* berkisar antara 0 sampai 1.
4. Tiap fungsi keanggotaan μ berasosiasi dengan sebuah *fuzzy set* tertentu dan memetakan suatu nilai *input* ke nilai derajat keanggotaan yang sesuai. Misalnya dalam kasus *fuzzy set* orang berbadan “tinggi” mempunyai fungsi keanggotaan sendiri, yaitu μ_{tinggi} , yang berbeda dengan fungsi keanggotaan dari *fuzzy set* orang berbadan “rendah”, yaitu μ_{rendah} .

3. Operasi himpunan *fuzzy* diperlukan untuk proses inferensi atau penalaran.

Dalam hal ini yang dioperasikan adalah derajat keanggotaannya. Derajat keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua buah himpunan *fuzzy* disebut sebagai *fire strenght* atau α -predikat (T. Sutojo, Edy Mulyanto, 2010). Berikut beberapa operasi dasar yang paling sering digunakan untuk menggabungkan dan memodifikasi himpunan *fuzzy* (T. Sutojo, Edy Mulyanto, 2010):

1. Operasi Gabungan (*Union*). Operasi gabungan (sering disebut operator OR) dari himpunan *fuzzy* A dan B dinyatakan sebagai $A \cup B$. Dalam sistem logika *fuzzy*, operasi gabungan disebut sebagai *Max*. Derajat keanggotaan setiap unsur himpunan *fuzzy* $A \cup B$ adalah derajat

keanggotaannya pada himpunan *fuzzy* A atau B yang memiliki nilai terbesar (T. Sutojo, Edy Mulyanto, 2010).

2. Operasi Irisan (*Intersection*). Operasi irisan (sering disebut operator AND) dari himpunan *fuzzy* A dan B dinyatakan sebagai $A \cap B$. Dalam sistem logika *fuzzy*, operasi irisan disebut sebagai *Min*. Derajat keanggotaan setiap unsur himpunan *fuzzy* $A \cap B$ adalah derajat keanggotaannya pada himpunan *fuzzy* A dan B yang memiliki nilai terkecil (Sutojo, 2010: 228).
3. Operasi Komplemen (*Complement*). Bila himpunan *fuzzy* A pada himpunan universal X mempunyai fungsi keanggotaan $\mu_A(x)$ maka komplemen dari himpunan *fuzzy* A (sering disebut NOT) adalah himpunan *fuzzy* A^C dengan fungsi keanggotaan untuk setiap x elemen X (T. Sutojo, Edy Mulyanto, 2010).

2.1.4 *Fuzzy Inference System (FIS)*

Biasanya seorang operator/pakar memiliki pengetahuan tentang cara kerja dari sistem yang dapat dinyatakan dalam sekumpulan *IF-THEN rules*. Dengan melakukan *fuzzy inference*, pengetahuan tersebut dapat ditransfer ke dalam perangkat lunak yang selanjutnya memetakan suatu *input* menjadi *output* berdasarkan *IF-THEN rules* 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* (Agus Naba, 2009).

Fuzzy Inference System (FIS) bisa dibangun dengan dua metode, yaitu metode Mamdani dan metode Sugeno. Kedua metode hanya berbeda dalam cara menentukan harga *output* FIS. Metode Mamdani adalah metode yang paling sering dijumpai ketika membahas metodologi-metodologi *fuzzy*. Hal ini mungkin karena metode ini merupakan metode yang pertama kali dibangun dan berhasil diterapkan dalam rancang bangun *system* kontrol menggunakan teori himpunan *fuzzy*. Adalah Ebrahim Mamdani yang pertama kali mengusulkan metode ini di tahun 1975 ketika membangun sistem kontrol mesin uap dan boiler. Mamdani menggunakan sekumpulan *IF-THEN rule* yang diperoleh dari operator/pakar yang berpengalaman. Karya Mamdani ini sebenarnya didasarkan pada artikel “*The Father of Fuzzy, Lotfi A. Zadeh: fuzzy algorithms for complex systems and decision processes*” (Agus Naba, 2009).

Keluaran tipe Mamdani berupa *fuzzy set* dan bukan sekedar inversi dari fungsi keanggotaan *output*. Dengan kata lain, untuk menghitung harga keluaran dari suatu *IF-THEN rule*, metode Mamdani harus menghitung luas di bawah kurva *fuzzy set* pada bagian keluaran (*THEN part*). Selanjutnya dalam proses defuzzifikasi, metode mamdani harus menghitung rata-rata (*centroid*) luas yang diboboti dari semua *fuzzy set* keluaran dari semua *rule*, kemudian mengisikan rata-rata tersebut ke variabel keluaran FIS. Namun dalam banyak kasus, akan jauh

lebih efisien jika menghindari penghitungan luas di bawah kurva *fuzzy set* keluaran. Sebagai gantinya bisa menggunakan *single spike* sebagai fungsi keanggotaan keluaran. Fungsi keanggotaan keluaran demikian dikenal dengan fungsi keanggotaan *singleton* dan bisa dianggap sebagai sebuah *pre-defuzzied fuzzy set*. Pendekatan demikian jauh menghemat waktu komputasi daripada metode Mamdani standar yang mengharuskan penentuan centroid sebelum proses defuzifikasi. Pendekatan ini didukung dalam FIS tipe Sugeno. Secara umum, FIS tipe Sugeno dapat diaplikasikan pada sembarang model *inference system* di mana fungsi keanggotaan keluaran adalah konstan atau linier (Agus Naba, 2009).

2.1.4.1 Metode Tsukamoto

Metode Tsukamoto merupakan perluasan dari penalaran monoton. Pada metode Tsukamoto, 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 dan Purnomo, 2010: 31). Secara umum bentuk model *fuzzy* Tsukamoto adalah:

IF (X IS A) and (Y IS B) Then (Z IS C) dimana A, B, dan C adalah himpunan *fuzzy*. Dalam inferensinya, metode Tsukamoto menggunakan tahapan berikut: *Fuzzykasi*, Pembentukan basis pengetahuan *fuzzy* (*Rule* dalam bentuk IF...THEN), Mesin inferensi, *Defuzzykasi*.

Dalam inferensinya, metode Tsukamoto menggunakan tahapan berikut (T. Sutojo, Edy Mulyanto, 2010)

1. *Fuzzyfikasi*
2. Pembentukan basis pengetahuan *Fuzzy* (*Rule* dalam bentuk *IF-THEN*)
3. Mesin inferensi. Menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap *rule* ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$). Kemudian masing-masing nilai α -predikat ini digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi tegas (*crisp*) masing masing *rule* ($Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$)
4. *Defuzzyfikasi*. Menggunakan metode rata-rata (*Average*)

$$Z^* = \frac{\sum \alpha_1 z_1}{\sum \alpha_1}$$

Rumus 2.1 Average
Sumber: (Sutojo, 2011: 233-234)

2.1.4.2 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 2010):

1. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

Pada Metode Mamdani, baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

2. Aplikasi 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:

IF x is A THEN y is B

Rumus. 2.2
Fungsi Implikasi

Sumber (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2013)

Dengan x dan y adalah skalar, dan A dan B adalah himpunan *fuzzy*. Proposisi yang mengikuti IF disebut anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator *fuzzy*, seperti (Cox, 1994 dalam Kusumadewi, 2010: 28):

IF (x₁ is A₁) o (x₂ is A₂) o (x₃ is A₃) o o (x_N is A_N) THEN y is B

Dengan o adalah operator (misal: OR atau AND).

Secara umum, ada 2 fungsi implikasi yang dapat digunakan (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2013) yaitu:

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

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 memodifikasi 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.

b. Metode Additive (*Sum*)

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

c. Metode Probabilistik OR (*probor*)

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

4. Penegasan (*defuzzy*)

Input dari proses defuzzyfikasi 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 defuzzyfikasi pada komposisi aturan Mamdani, antara lain:

a. Metode Centroid (*Composite Moment*)

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (Z^*) daerah *fuzzy*.

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 Maximum* (MOM)

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

d. Metode *Largest of Maximum* (LOM)

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

e. Metode *Smallest of Maximum* (SOM)

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

Pada tahap defuzzyfikasi metode Mamdani menggunakan metode *Centroid* (Sudaryono, 2014).

2.1.4.3 Metode Sugeno

Penalaran dengan metode Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja *output* (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linier. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985, sehingga metode ini sering juga dinamakan dengan Metode TSK (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2013).

Bila *output* dari penalaran dari metode Mamdani berupa himpunan *fuzzy*, tidak demikian dengan metode Sugeno. Dalam metode Sugeno, *output* sistem berupa konstanta atau persamaan linier. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada 1958 (T. Sutojo, Edy Mulyanto, 2010).

Dalam inferensinya, metode Sugeno menggunakan tahapan berikut (T. Sutojo, Edy Mulyanto, 2010):

1. *Fuzzyfikasi*
2. Pembentukan basis pengetahuan *Fuzzy* (*Rule* dalam bentuk *IF-THEN*)
3. Mesin inferensi. Menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap *rule* ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$). Kemudian masing-masing nilai α -predikat ini digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi tegas (*crisp*) masing masing *rule* ($Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$)
4. *Defuzzyfikasi*. Menggunakan metode rata-rata (*Average*)

$$Z^* = \frac{\sum \alpha_1 z_1}{\sum \alpha_1}$$

Rumus 2.3 Average.
Sumber: (Sutojo, 2010: 237):

2.2 Kamera Profesional

SLR merupakan kependekan dari *Single Lens Reflex*. Konsep tersebut memungkinkan fotografer untuk melihat ukuran objek yang sebenarnya pada jendela bidik. Pencahayaan yang masuk pada lensa kamera *SLR* menimpa cermin pada badan kamera pada sudut 45 derajat, yang merefleksikan cahaya ke atas prisma jendela bidik. Ketika foto yang sebenarnya diambil pada cermin, terjadi

shutter terbuka dan cahaya masuk ke permukaan dari film dibelakangnya (Kindarto & Community, 2012)

DSLR atau *Digital Single Lens Reflex* merupakan kamera profesional yang menggunakan sensor digital berkualitas dengan ketajaman gambar yang tinggi. Kamera ini bisa berganti lensa sesuai dengan kebutuhan. Kamera ini biasanya digunakan oleh wartawan foto dan fotografer komersial, tetapi dengan perkembangannya saat ini pengguna kamera *DSLR* ini tidak hanya untuk wartawan foto atau fotografer komersial, melainkan banyak yang mulai menyenangi dengan kamera *DSLR*, seperti penghobi fotografi, baik itu pelajar, mahasiswa, pegawai, ataupun orang umum (Henni Noviasari dan Muhammad Aulia Ikram, 2013).

2.3 Software Pendukung

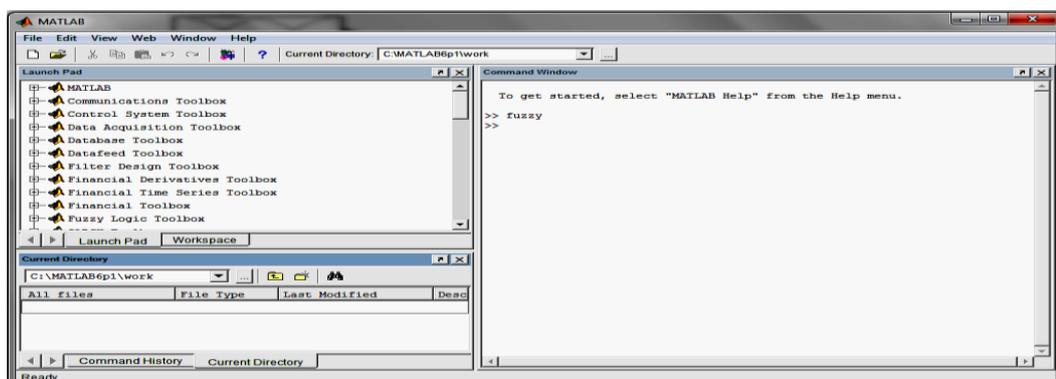
Peneliti menggunakan program *MATLAB R2009a* untuk simulasi grafik dan *rule* dalam penelitian ini, karena *MATLAB* telah menyediakan *Fuzzy Logic Toolbox* dan tersedia *Graphical User Interface (GUI)* yang berguna untuk merancang *FIS*.

2.3.1 Pengertian *MATLAB*

MATLAB adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi di mana arti perintah dan fungsi-fungsinya dapat dimengerti dengan mudah, meskipun bagi seorang pemula. Hal itu karena di dalam *MATLAB*, masalah dan solusi bisa diekpresikan

dalam notasi-notasi matematis yang biasa dipakai. MATLAB singkatan dari *matrix laboratory*. Dalam dunia akademis, ia telah menjadi alat bantu standar instruksional dalam kuliah-kuliah pengenalan dan tingkat lanjut bidang matematik, teknik dan sains. Spektrum penggunaan MATLAB yang luas ini dimungkinkan karena MATLAB telah melengkapi diri dengan berbagai *toolbox*. Sebuah *toolbox* dalam MATLAB adalah koleksi berbagai fungsi MATLAB (M-Files, yaitu *file* berekstensi .m), yang merupakan perluasan MATLAB untuk memecahkan masalah-masalah khusus pada bidang tertentu. Oleh karenanya, dengan memakai *toolbox* dalam MATLAB, para pengguna bisa belajar dan menerapkan berbagai *specialized technology*. Beberapa bidang sudah tersedia *toolbox*-nya dalam MATLAB, meliputi *fuzzy logic*, *neural network* (jaringan syaraf tiruan) *control system* (sistem kontrol), *signal processing* (pengolahan sinyal) dan *wavelet* (Agus Naba, 2009).

2.3.2 Memulai dan Mengakhiri MATLAB



Gambar 2.3 MATLAB Dekstop

Pada sistem operasi *windows*, mulailah MATLAB dengan mengklik dua kali *shortcut* ikon MATLAB pada *Windows Dekstop* atau klik menu MATLAB dari *Start Menu*. Pada sistem operasi Linux atau UNIX, mulai MATLAB dengan mengetikkan *matlab* pada prompt sistem operasi. MATLAB *desktop* akan muncul ketika mulai menjalankan MATLAB. MATLAB menyediakan beberapa *window*, antara lain *Comman Window*, *Current Directory Window*, *Workspace Window*, dan *Comman 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 *checkbox* di sebelah kiri menu jenis *window* yang diinginkan, dan sebaliknya untuk menyembunyikan (Agus Naba, 2009).

Untuk mengakhiri MATLAB, pilih menu *File Exit* MATLAB atau ketikkan *exit* atau *quit* pada MATLAB *prompt*. MATLAB akan selalu mencari dan mengeksekusi *file finish*. Sebelum benar-benar keluar. MATLAB mengijinkan membuat atau memodifikasi sendiri *file finish*. Jika menginginkan MATLAB untuk melakukan sesuatu sebelum keluar (Agus Naba, 2009).

2.3.3 Dasar-dasar Pemrograman MATLAB

Dasar-dasar pemrograman dalam MATLAB meliputi (Agus Naba, 2009):

Flow Control: if, switch, case, for, while, continue, break.

Data Structure: dipakai untuk mengani multidimensional arrays, cell arrays, character, text data dan structures.

Scripts: sekumpulan perintah yang disimpan dalam *M-Files*, tidak memerlukan argumen *input* dan tidak memberikan suatu keluaran (*not returning output argument*). *Funcions*: *M-Files* yang memerlukan argumen *input* dan menghasilkan suatu keluaran.

2.3.4 *Fuzzy Logic Toolbox*

Fuzzy Logic Toolbox adalah sekumpulan *tools* yang akan membantu peneliti merancang sistem *fuzzy* untuk diaplikasikan dalam berbagai bidang, seperti *automatic control*, *signal processing*, *identification system*, *pattern recognition*, *time series prediction*, *data mining*, dan bahkan *financial applications*. Dengan *Fuzzy Logic Toolbox*, peneliti dapat membuat atau mengedit FIS dalam lingkungan kerja MATLAB. *Fuzzy Logic Toolbox* sangat *user friendly*, memungkinkan pengguna berkreasi dengan bebas dalam rancang bangun FIS (Agus Naba, 2009).

Semua *tools* dalam *Fuzzy Logic Toolbox* dikelompokkan menjadi tiga kategori (Agus Naba, 2009):

1. *Command Lines*. Fungsi-fungsi *command lines Fuzzy Logic Toolbox* adalah fungsi-fungsi yang dapat dieksekusi langsung dari MATLAB *Prompt*. Sebagian besar fungsi ini ditulis dalam bentuk *M-Files*.
2. *Graphical User Interface (GUI)*. GUI memungkinkan pengguna mengakses banyak fungsi-fungsi yang tersedia dalam *Fuzzy Logic Toolbox*. Sebenarnya *Fuzzy Logic Toolbox* lebih banyak mengandalkan GUI dalam membantu penyelesaian kerja dalam rancang bangun FIS, meskipun bisa dilakukan dari

command lines. GUI sangat cocok untuk pemula, sementara *command lines* ditujukan untuk pemakai yang sudah berpengalaman.

3. *Simulink Block*. Kategori ketiga adalah *tool* dalam bentuk blok-blok *Simulink*. Sebenarnya *tool* kategori ketiga ini dirancang khusus untuk aplikasi-aplikasi FIS dalam lingkungan *Simulink*.

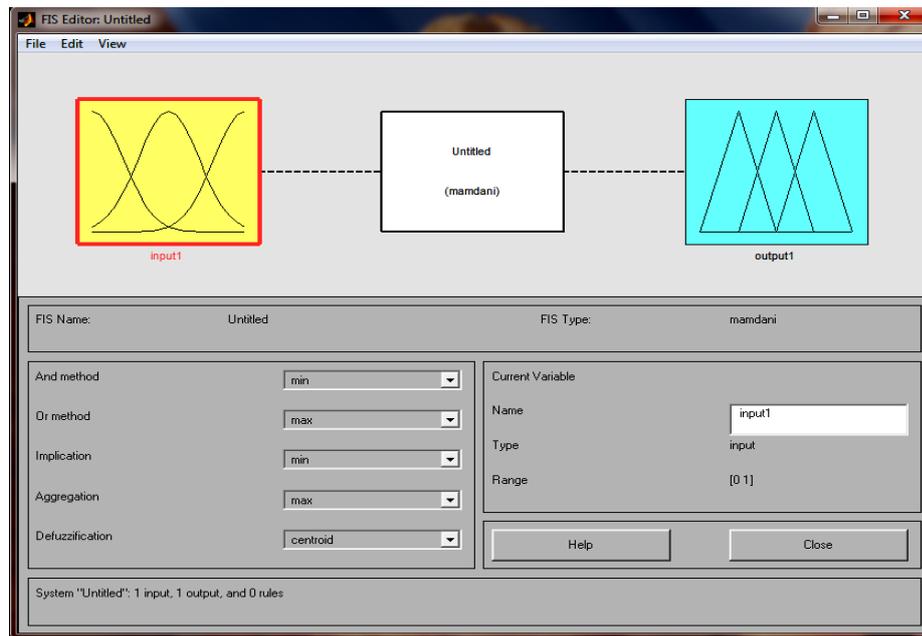
2.3.5 *Graphical User Interface (GUI)*

GUI memungkinkan pengguna mengakses banyak fungsi-fungsi yang tersedia dalam *Fuzzy Logic Toolbox*. Sebenarnya *Fuzzy Logic Toolbox* lebih banyak mengandalkan GUI dalam membantu penyelesaian kerja dalam rancang bangun FIS, meskipun bisa dilakukan dari *command lines*. GUI sangat cocok untuk pemula, sementara *command lines* ditujukan untuk pemakai yang sudah berpengalaman (Agus Naba, 2009).

Fuzzy Logic Toolbox menyediakan 5 jenis GUI untuk rancang bangun FIS, yaitu (Agus Naba, 2009):

1. *FIS Editor*

Pada *MATLAB Prompt*, ketikkan *fuzzy*, maka akan muncul *FIS editor* dengan sebuah variabel masukan dengan label *input1* dan sebuah *output* dengan label *output1*.



Gambar 2.4 Tampilan FIS Editor

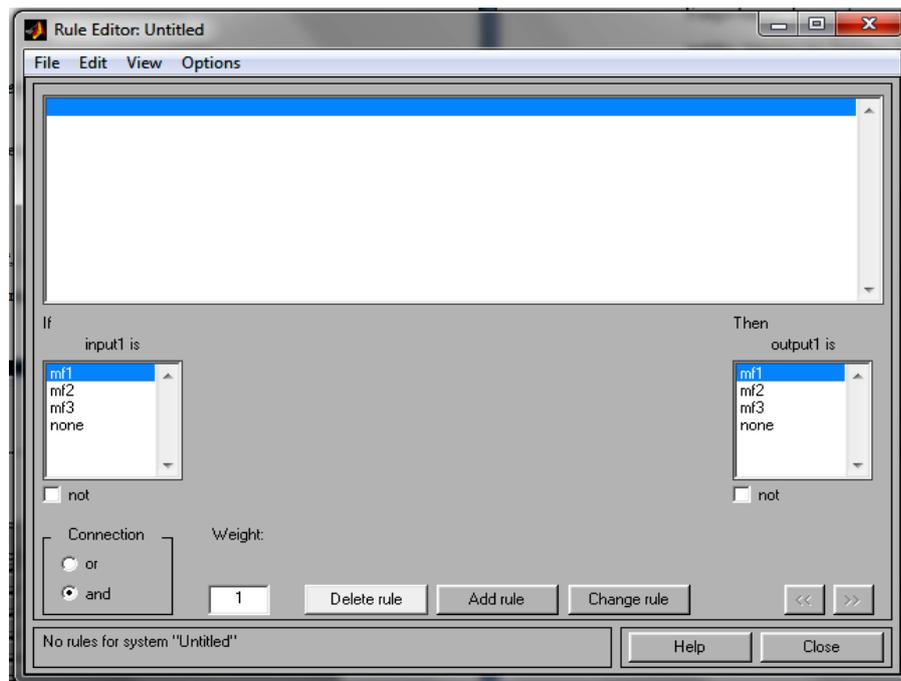
2. *Membership Function Editor*

Fungsi-fungsi keanggotaan variabel masukan dan keluaran didefinisikan melalui *Membership Function Editor*. Fitur-fitur dalam *Membership Function Editor* serupa dengan fitur-fitur dalam *FIS editor*, dan juga semua GUI FIS yang belum disebut sejauh ini. Dengan *Membership Function Editor*, maka bisa menampilkan dan mengedit semua fungsi keanggotaan dari variabel FIS masukan dan keluaran.

3. *Rule Editor*

Dengan GUI *Rule Editor*, maka dapat dengan mudah mendefinisikan IF-THEN *rule*. Berdasar deskripsi variabel-variabel masukan dan keluaran yang didefinisikan dalam *FIS editor*, *Rule Editor* memudahkan pengguna menyusun pernyataan-pernyataan IF-THEN *rule* secara otomatis, dengan mengklik sebuah item opsi nilai linguistik untuk tiap variabel FIS. Memilih opsi *none*

untuk variabel tertentu berarti mengabaikan variabel tersebut dalam *rule* yang sedang dibuat. Memilih opsi *not* untuk variabel tertentu akan menegaskan sembarang harga variabel tersebut.



Gambar 2.5 Tampilan *Rule Editor*

4. *Rule Viewer*

Rule Viewer menampilkan proses keseluruhan yang terjadi dalam FIS. Cara kerja *Rule Viewer* didasarkan pada diagram FIS yang dibahas dalam seksi sebelumnya.

5. *Surface Viewer*

Surface Viewer mempunyai kemampuan khusus yang sangat membantu dalam kasus dengan dua atau lebih masukan FIS dan sebuah keluaran.

2.4 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan penjelasan tentang beberapa penelitian yang bersifat relevan dan telah dilakukan oleh peneliti lain dalam bentuk jurnal, untuk menjadi pendukung dalam penelitian yang akan dilakukan.

Berikut ini penjabaran dari beberapa penelitian yang digunakan untuk sebagai dasar penelitian ini, yaitu:

1. **Agustino**, dkk, 2014, Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Kamera Digital Single Lens Reflex Menggunakan Metode *Elimination Et Choix Traduisant La Realife (ELECTRE)*, diperoleh fakta: Penggunaan metode *fuzzy* model ELECTRE pada sebuah sistem pendukung keputusan merupakan salah satu jalan pemecahan masalah yang dapat menangani hal tersebut, dimana bahasa alami yang sering digunakan sehari-hari bersifat relatif, kualitatif, dan tidak presisi akan menjadi *input* kriteria pada sistem oleh pengguna. Sehingga pada akhir prosesnya, pengguna akan mendapatkan daftar kamera DSLR yang direkomendasikan berdasarkan kriteria masukannya.
2. **Stanislaus Yhanna**, dkk, 2016, Sistem Pendukung Keputusan Pengambilan Keputusan Pemilihan Kamera *DSLR* Menggunakan Metode *Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART)*, diperoleh fakta: Sistem pendukung pengambilan keputusan yang dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP, metode yang digunakan untuk memberikan rekomendasi adalah *Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART)* berdasarkan kriteria-kriteria yang dibutuhkan oleh pengguna. Hasil akhir yang diperoleh adalah kamera

DSLR yang direkomendasikan berdasarkan urutan skor akhir kamera DSLR yang dibandingkan. Uji validitas hasil perhitungan sistem dilakukan dengan cara membandingkan hasil perhitungan sistem dengan perhitungan menggunakan *spreadsheet*.

3. **Wira Buana**, 2014, Penerapan *Fuzzy Mamdani* Untuk Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Telepon Seluler, diperoleh fakta: Fuzzy logic merupakan salah satu pendekatan yang menggunakan beberapa tahapan tertentu. Beberapa model fuzzy logic banyak diterapkan dalam menyelesaikan berbagai permasalahan salah satunya adalah fuzzy Mamdani. Banyaknya jenis telepon seluler yang tersedia dipasaran membuat para konsumen menjadi kesulitan untuk menentukan pilihannya. Permasalahan yang dipilih adalah membangun sistem pendukung pengambilan keputusan untuk membantu memberikan pilihan ponsel bagi para konsumen berdasarkan kriteria-kriteria yang diinginkan oleh konsumen tersebut. Kriteria yang digunakan dalam membantu menentukan pilihan ponsel yang diinginkan konsumen antara lain berdasarkan pada harga, ukuran layar ponsel, dan kapasitas memori. Dikarenakan kriteria-kriteria tersebut sifatnya relatif maka dibuat fuzzy Mamdani yang dapat digunakan model untuk mendapatkan pilihan yang tepat dari suatu yang samar. Hasil penelitian dalam pemilihan telepon seluler, berdasarkan data telepon seluler penulis melakukan beberapa pengujian yaitu pengujian dengan fuzzy dan pengujian menggunakan software Matlab yang dapat membantu

mempercepat proses pengolahan data dan mendapatkan sebuah keputusan dengan cepat.

4. **Sherly Jayanti dan Sri Hartati**, 2012, Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Anggota Paduan Suara Dewasa Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani*, diperoleh fakta: Kebijakan dalam mengambil sebuah keputusan pada permasalahan tertentu bukanlah hal yang mudah, karena perlu dilakukan pertimbangan yang diharapkan dapat membantu memberikan alasan keputusan tertentu harus diambil. Begitu juga penanganan masalah menentukan seseorang untuk menjadi anggota paduan suara dewasa pada Sanggar Bina Vokalia Menteng Palangka Raya. Seseorang yang akan bergabung pada sebuah tim paduan suara yang akan mengikuti kegiatan atau *event* tertentu, maka hal yang perlu diperlukan adalah seperti kualitas usia, pengalaman, kedisiplinan, intonasi, artikulasi dan wilayah nada dari seseorang tersebut. Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Anggota Paduan Suara Kategori Dewasa sangat tepat diterapkan untuk penanganan masalah yang membutuhkan penyelesaian mandiri dari komputer untuk pemrosesan data peserta yang mengikuti seleksi dengan perhitungan efisien dan akurat. Dengan menggunakan penalaran Logika *Fuzzy Mamdani* dalam pemrosesan data *input* dan *output*, serta informasi pendukung berupa *ranking* sangat mendukung dalam pengambilan keputusan untuk menentukan seseorang untuk menjadi anggota paduan suara dewasa.
5. **M. Rosidi Zamroni**, 2014, Pemanfaatan Metode *Logic Mamdani* Untuk Spk Penerimaan Beasiswa Di Sma Muhammadiyah 10 Sugio, diperoleh

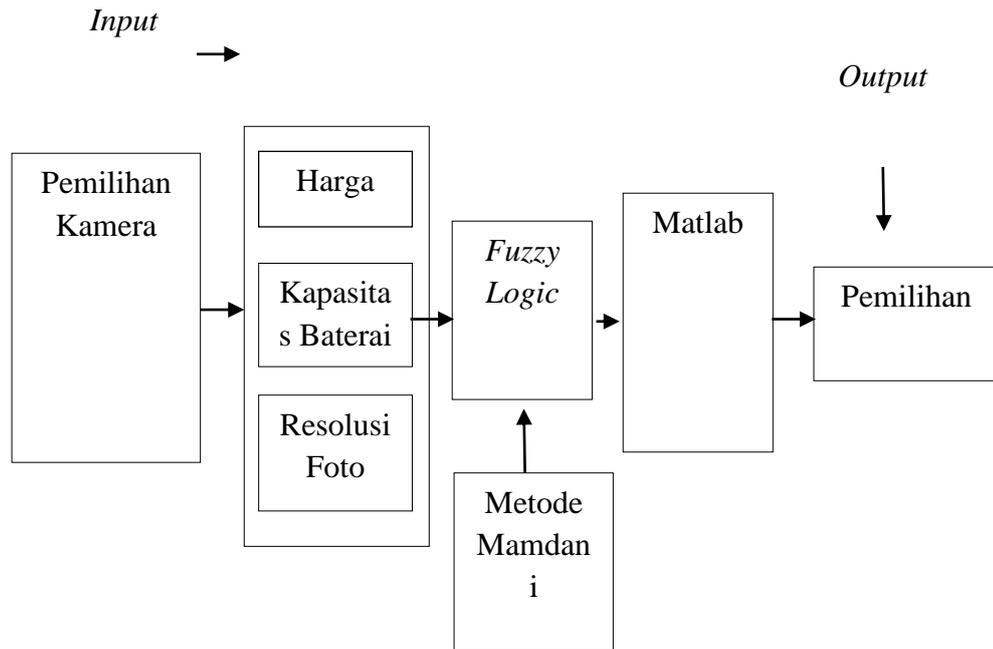
fakta: Dalam penulisan ini berisi tentang permasalahan yang timbul pada proses penerimaan beasiswa pada Sekolah Menengah Atas, dalam hal penerimaan beasiswa menyeleksi siswa yang akan menerima dan tidak beasiswa, Penulis mengusulkan suatu *software* atau perangkat lunak yang dapat digunakan pada proses seleksi tersebut, yaitu dalam bentuk aplikasi penerimaan beasiswa yang terkomputerisasi. Dengan *software* ini, proses penyeleksian dan daftar siswa yang menerima beasiswa dapat dilakukan dengan lebih cepat dan akurat. Bagian akhir dari penulisan dilampirkan program-program sebagai pendukung aplikasi yang diusulkan. Semoga dengan *software* atau perangkat lunak ini sekolah SMA Muhammadiyah 10 sugio diharapkan semakin berkembang di dunia teknologi dan mempunyai anak didik yang dapat menggunakan komputer dalam bekerja dan belajar.

6. **Amrita Sakar**, et al, 2012, *Application of Fuzzy Logic in Transport Planning*, *obtained facts: Fuzzy logic is shown to be a promising mathematical approach for modeling traffic and transportation processes characterized by subjectivity, ambiguity, uncertainty and imprecision. The basic premises of fuzzy logic systems developed to solve various traffic and transportation planning problems. Emphasis is put on the importance of fuzzy logic systems as universal approximators in solving traffic and transportation problems. This paper presents an analysis of the results using fuzzy logic to model complex traffic and transportation processes.*
7. **M Abbas**, et al, 2011, *Fuzzy Logic Based Hydro-electric Power Dam Control System*, *obtained facts: This research paper presents the construction*

design of Hydro-Electric Power Dam Control System using Fuzzy Logic. In this design two input parameters: water level and flow rate and two output parameters: release valve control and drain valve control are used. This proposed system uses a simplified algorithmic design approach with wide range of input and output membership functions. The hardware of control system for fuzzifiers and defuzzifiers is designed according to the need of system. The proposed simplified algorithmic design is verified using MATLAB simulation and results are found in agreement to the calculated values according to the Mamdani Model of the Fuzzy Logic Control System.

2.5 Kerangka Pemikiran

Kerangka berfikir model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting. Kerangka berfikir yang baik akan menjelaskan secara teoritis pertautan antar variabel yang akan diteliti. Jadi secara teoritis perlu dijelaskan hubungan antar variabel independen dan dependen (Sugiyono, 2014).



Gambar 2.6 Kerangka Pemikiran

Pada gambar 2.6 diatas, dalam pemilihan kamera, terdapat beberapa kriteria-kriteria yang telah ditetapkan sebagai variable input yang akan dianalisis. Data yang diperoleh akan dilakukan analisis menggunakan *Fuzzy Logic* Metode Mamdani. *Fuzzy logic* Metode Mamdani yang diaplikasikan ke dalam program MATLAB akan digunakan sebagai pengolah data untuk mendapatkan hasil keputusan yang lebih tepat, cepat, dan efisien.

