

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1. Teori Dasar

2.1.1. Kecerdasan Buatan

2.1.1.1. Definisi Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) didefinisikan sebagai kecerdasan entitas ilmiah, yang dimana kecerdasan diciptakan dan dimasukkan ke dalam suatu mesin yang dapat bekerja layaknya melakukan pekerjaan seperti yang dapat dilakukan manusia pada umumnya.

Kecerdasan buatan atau kecerdasan yang ditambahkan pada suatu sistem yang bisa diatur dalam konteks ilmiah atau *Intelegensi Artificial* (Bahasa Inggris : *Artificial Intellegence* atau yang sering di singkat dengan istilah AI) didefinisikan sebagai kecerdasan entitas ilmiah. Kecerdasan buatan adalah salah satu ilmu yang terdapat dalam ilmu komputer agar bertindak dan sebaik layaknya seperti manusia, menirukan kerja otak manusia. (Yossi & Abdul, 2014)

Kecerdasan buatan juga merupakan salah satu bagian ilmu komputer yang membuat agar mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh layaknya manusia. Awal diciptakan komputer ialah hanya sebagai alat hitung saja. Namun dengan seiring berjalannya waktu maka peran komputer ini semakin mendominasi kehidupan manusia. Komputer agar dapat bekerja dengan selayaknya manusia, maka perlu dibekali ilmu, dan pengetahuan

dan mempunyai kemampuan untuk menalar. Maka dari itu pada kecerdasan buatan mencoba memberikan beberapa metode untuk membekali komputer dengan komponen pengetahuan dan nalar agar menjadi mesin yang pintar dan dapat bekerja. (D. Kusuma, 2003)

Kecerdasan buatan dapat di pandang dari beberapa sudut, antara lain :

1. Sudut pandang kecerdasan.

Kecerdasan buatan akan membuat mesin menjadi pintar (mampu berbuat seperti apa yang dilakukan oleh manusia).

2. Sudut pandang penelitian.

Kecerdasan buatan adalah suatu studi bagaimana membuat agar komputer dapat melakukan sesuatu sebaik yang dikerjakan oleh manusia.

3. Sudut pandnag bisnis.

Kecerdasan buatan adalah kumpulan peralatan yang snagat *powerfull* dan metodologis dalam menyelesaikan maslaah – masalah bisnis, dan dapat mempermudah masalah – masalah tersebut.

4. Sudut pandang pemrograman.

Kecerdasan bauatan meliputi studi tentang pemrograman simbolik, penyelesaian masalah (*problem solving*) dan pencarian (*searching*).

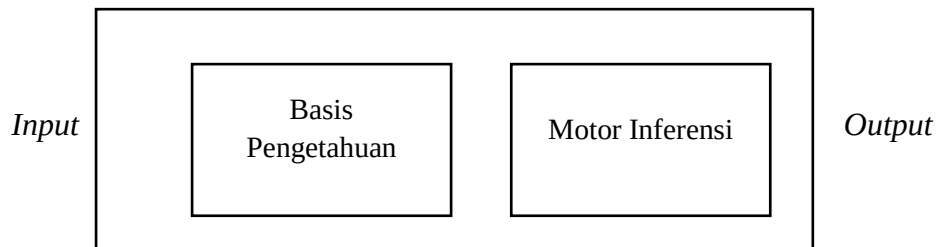
Untuk melakukan aplikais kecerdasan buatan ada dua bagian utama yang sangat dibutuhkan.

- a. Basis pengetahuan

Berisi fakta – fakta, teori, pemikiran dan hubungan antara satu dengan lainnya.

b. Motor inferensi

Yaitu kemampuan menarik kesimpulan berdasarkan pengalaman



Gambar 2.1 Penerapan Konsep Kecerdasan Buatan di Komputer
Sumber : Olahan Data

2.1.1.2. Kecerdasan Buatan Dan Kecerdasan Alami

Kecerdasan alami ialah kecerdasan yang dimiliki oleh manusia atau disebut dengan akal manusia, kecerdasan buatan memiliki beberapa keuntungan komersial antara lain :

1. Kecerdasan buatan lebih bersifat permanen, Kecerdasan alami sifat manusia yang mudah lupa. Kecerdasan buatan tidak akan berubah sepanjang sistem komputer dan program tidak mengubah nya maupun tidak ada yang berubah.
2. Kecerdasna buatan lebih mudah diduplikasi dan disebarakan. Mentransfer pengetahuan manusia dari satu orang ke orang lain membutuhkan proses yang sangat lama dan juga suatu keahlian itu tidak akan pernah dapat diduplikasi dengan lengkap. Oleh karena itu jika pengetahuan terletak pada suatu sistem komputer, pengetahuan tersebut dapat disalin dari komputer tersebut dan dapat dipindahkan dengan mudah ke komputer yang lainnya.

3. Kecerdasan buatan lebih murah disbanding dengan kecerdasan alami. Bagimanapun kecerdasan alami tidaklah dapat disamakan dengan buatan manusia. Menyediakan layanan komputer akan lebih mudah dan lebih murah dibandingkan dengan harus mendatangkan seseorang untuk mengerjakan sejumlah pekerjaan dalam jangka waktu yang snagatlah lama.
4. Kecerdasna buatan bersifat konsisten. Hal ini disebabkan karena kecerdasan buatan adalah bagian dari teknologi komputer. Sedangkan kecerdasna alami akan senantiasa berubah – ubah dengan beriring pergantian waktu atau masa.
5. Kecerdasna buatan dapat didokumentasi. Keputusan yang di buat oleh komputer dapat didokumentasi dengan mudah dengan cara melacak setiap aktifitas dari sistem tersebut. Kecerdasan alami sangat sulit untuk direproduksi dikarenakan sifat alamiah yang dimiliki manusia.
6. Kecerdasan buatan dapat mengerjkana pekerjaan lebih cepat dibanding dengan kecerdasan alami.
7. Kecerdasna buatan dapat mengerjakna pekerjaan lebih baik dibanding dengan kecerdasan alami (D. Kusuma, 2003).

2.1.2. Sistem Pakar

2.1.2.1. Definisi Sistem Pakar

Sistem pakar adalah suatu sistem informasi yang di rancang sedemikian rupa yang berisi dengan pengetahuan dari seorang pakar / ahli sehingga dapat di gunakan untuk konsultasi oleh seseorang. Pengetahuan dari pakar / ahli di dalam sistem ini, akan digunakan sebagai dasar oleh Sistem Pakar untuk menjawab pertanyaan / konsultasi.

Secara umum, sistem pakar (*expert system*) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli. Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli.

Sistem pakar juga merupakan aplikasi berbasis komputer yang digunakan untuk menyelesaikan masalah sebagaimana yang dipikirkan oleh pakar / ahli. Pakar yang dimaksud disini adalah orang yang mempunyai keahlian khusus yang dapat menyelesaikan masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh orang awam / orang biasa. Sistem pakar yang mencoba memecahkan masalah yang biasanya hanya bisa dipecahkan oleh seorang pakar, dipandang berhasil ketika mampu mengambil keputusan seperti yang dilakukan oleh pakar aslinya baik dari sisi penyimpanan pengetahuan dalam memori komputer, dimana pengetahuan ini diambil dari pengetahuan pakar. (Kusrini, 2008)

2.1.2.2. Perbandingan Sistem Konvensional dengan Sistem Pakar

Sistem konvensional berbeda dengan Sistem Pakar, berikut ini adalah perbandingan diantara keduanya.

1. Sistem Konvensional

Informasi dan pemrosesannya biasanya jadi satu dengan program. Biasanya tidak bisa menjelaskan mengapa suatu *input* data itu dibutuhkan atau bagaimana *output* itu diperoleh. Pengubahan program cukup sulit dan membosankan. Sistem hanya akan beroperasi jika sistem tersebut sudah lengkap. Eksekusi dilakukan langkah demi langkah menggunakan data. Hal ini memiliki tujuan yaitu untuk lebih efisien.

2. Sistem Pakar

Basis pengetahuan merupakan bagian dari mekanisme inferensi. Penjelasan adalah bagian terpenting dari Sistem Pakar. Pengubahan aturan dapat dilaksanakan dengan mudah. Eksekusi dilakukan pada keseluruhan basis pengetahuan. Menggunakan pengetahuan tujuannya yaitu efektifitas.

2.1.2.3. Keterbatasan Sistem Pakar

Dalam segala hal memiliki keterbatasan maupun kekurangan namun juga memiliki kelebihan, dalam Sistem Pakar juga memiliki keterbatasan, yaitu diantaranya :

1. Pengetahuan tidak selalu siap tersedia.
2. Akan sulit mengekstrak keahlian dari manusia.

3. Pendekatan tiap pakar pada suatu penilaian situasi mungkin berbeda – beda, tetapi benar.
4. Sulit, bahkan bagi pakar berkemampuan tinggi untuk mengikhtisarkan penilaian situasi yang baik pada saat berada dalam tekanan waktu.
5. Penggunaan Sistem Pakar memiliki batasan kognitif alami.
6. Sistem Pakar bekerja dengan baik hanya *domain* pengetahuan sempit.
7. Kebanyakan pakar tidak memiliki sarana mandiri untuk memeriksa aplikasi kesimpulannya masuk akal.
8. Kosa kata yang digunakan pakar untuk menyatakan fakta dan berhubungan.

2.1.2.4. Manfaat dan Kemampuan Sistem Pakar

Sistem Pakar selain memiliki keterbatasan namun juga memiliki manfaat yang begitu banyak, diantaranya yaitu :

1. Meningkatkan *output* dan produktivitas.
2. Menurunkan waktu pengambilan keputusan.
3. Meningkatkan kualitas proses dan produk.
4. Mengurangi *downtime*.
5. Menyerap keahlian langka.
6. Fleksibilitas.
7. Operasi peralatan yang lebih mudah.
8. Eliminasi kebutuhan peralatan yang mahal.
9. Operasi di lingkungan yang berbahaya.

10. Aksesibilitas ke pengetahuan dan *help desk*.
11. Kemampuan untuk bekerja dengan informasi yang tidak lengkap atau tidak pasti.
12. Kelengkapan pelatihan.
13. Peningkatan pemecahan masalah dan pengambilan keputusan.
14. Meningkatkan kualitas keputusan.
15. Kemampuan memecahkan masalah kompleks.
16. Transfer pengetahuan ke lokasi terpencil.

2.1.3. Jaringan Saraf Tiruan

2.1.3.1. Definisi Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan atau yang sering dikenal dengan *Artificial Neural Network* merupakan jaringan dari sebuah unit pemrosesan kecil yang dimodelkan berdasarkan saraf manusia. Merupakan sistem adaptif yang dapat mengubah strukturnya untuk memecahkan masalah berdasarkan informasi eksternal maupun internal yang mengalir melalui jaringan tersebut.

Jaringan Saraf Tiruan merupakan pemodelan data yang kuat yang mampu menangkap dan mewakili hubungan *Input - Output* yang kompleks, karena kemampuannya untuk memecahkan beberapa masalah relatif mudah digunakan, ketahanan untuk menginput data kecepatan untuk *eksekusi*, dan menginisialisasikan sistem yang rumit. (Aji, 2016)

Jaringan saraf tiruan didefinisikan sebagai suatu sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik menyerupai jaringan saraf manusia.

Jaringan saraf tiruan tercipta sebagai suatu generalisasi model matematis dari pemahaman manusia (*human cognition*) yang didasarkan atas asumsi sebagai berikut ini :

1. Pemrosesan informasi terjadi pada elemen sederhana yang disebut *neuron*.
2. Isyarat mengalir diantara sel saraf atau *neuron* melalui suatu sambungan penghubung.
3. Setiap sambungan penghubung memiliki bobot yang bersesuaian. Bobot ini akan digunakan untuk menggandakan atau mengalikan isyarat yang dikirim melaluinya.
4. Setiap sel saraf akan menerapkan fungsi aktivitas terhadap isyarat hasil penjumlahan berbobot yang masuk kepadanya untuk menentukan isyarat keluarannya.

Jaringan saraf tiruan disebut juga *brain metaphor*, *computational neuroscience* atau *parallel distributed processing* serta *connection*. Jaringan saraf tiruan tersusun dari jumlah besar elemen yang melakukan kegiatan yang analog dengan fungsi – fungsi biologis neurin yang paling elementer.

2.1.4. Logika Fuzzy (*Fuzzy Logic*)

Fuzzy logic merupakan logika dasar yang berhadapan dengan nilai kebenaran biner (0 atau 1) . Logika fuzzy dianggap mampu untuk memetakan suatu input kedalam suatu output tanpa mengabaikan faktor – faktor yang ada .
(Kamal, 2017)

Logika *fuzzy* telah menjadi alat penting untuk sejumlah aplikasi yang berbeda mulai dari kontrol sistem teknik hingga kecerdasan buatan. Aplikasi praktis dari logika *fuzzy* menimbulkan serangkaian masalah yang unik. Desain sistem, yang menerapkan logika *fuzzy* untuk memanfaatkan pengetahuan dan pengalaman manusia, adalah tugas yang menakutkan tanpa menghadapi masalah rekayasa sistem dunia nyata. Logika *fuzzy* adalah seperangkat prinsip matematika untuk representasi pengetahuan berdasarkan derajat keanggotaan. (Omar, Waweru, & Rimiru, 2015)

Logika *fuzzy* merupakan metodologi sistem kontrol pemecahan pada masalah, dan yang cocok untuk diterapkan atau diimplementasikan pada sistem. Mulai dari sistem yang sangat sederhana, sistem kecil, embedded sistem, jaringan pada PC, *multi channel* atau *workstation* yang dimana berbasis akuisisi data, dan sistem kontrol. Metodologi ini dapat diterapkan pada perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*) maupun pada keduanya. Dalam logika klasik dinyatakan bahwa segala sesuatu bersifat biner, yang dimana hanya memiliki dua kemungkinan, “Ya” atau “Tidak”, “Benar” atau “Salah”, “Baik atau Buruk” dan masih banyak lainnya. Oleh sebab itu, semua ini hanya memiliki 1 nilai keanggotaan, yaitu 0 atau 1. Namun dalam logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaanya berada pada antara 0 dan 1. (Minarni & Firman, 2016)

Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang sangat tepat dalam memetakan suatu ruang *input* kedalam suatu ruang *output*. Titik awal dari konsep modern mengenai ketidakpastian adalah paper yang dibuat oleh Lofti A Zadeh (1965), dimana Ia memperkenalkan teori yang memiliki obyek – obyek dari himpunan *fuzzy* yang

memiliki batasan yang tidak presisi dan keanggotaan dalam himpunan *fuzzy*, dan bukan dalam bentuk logika benar atau salah, namun dinyatakan dalam bentuk derajat. (Charolina, 2016)

Fuzzy logic adalah suatu cara tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output, *Fuzzy logic* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah dalam waktu yang sama. (Kamal, 2017). *Fuzzy logic* juga merupakan konsep logika yang menekankan pada algoritma yang diformulasikan oleh aturan – aturan linguistik. (Sadeghi & Gholami, 2011)

Fuzzy logic adalah elemen umum dari Sistem Pakar dengan tingkat bunga yang meningkat dan banyak digunakan beberapa tahun terakhir karena aplikasi yang sukses di banyak kontrol dan memprediksi sistem ion. Itu banyak digunakan karena kemampuannya dalam merepresentasikan ketidakjelasan dan informasi yang tidak tepat. Ini sangat cocok dalam mendefinisikan hubungan antara *input* dan *output* yang diinginkan dari suatu sistem, di mana ext biasa mengendalikan dan kemampuan penalaran membuat jalan ke penerapan banyak sistem industri yang rumit karena bisa tepat dimodelkan di bawah berbagai asumsi dan perkiraan. (Sivarao, Brevern, El-Tayeb, & Vengkatesh, 2012)

2.1.4.1 Himpunan Fuzzy

Himpunan adalah suatu kumpulan suatu obyek – obyek yang mempunyai kesamaan sifat tertentu. Himpunan *fuzzy* merupakan suatu pengembang lebih lanjut tentang konsep himpunan dalam matematika. Himpunan *fuzzy* adalah

rentang nilai masing – masing ynag dimana setiap nilai memiliki derajat keanggotaan antara 0 sampai dengan 1. (Charolina, 2016)

Ada beberapa yang perlu diketahui dalam memahami himpunan *fuzzy*, yaitu:

1. Variabel *fuzzy*

Merupakan suatu lambing atau kata yang menunjuk kepada suatu yang tidak tertentu dalam sistem.

2. Himpunan *fuzzy*.

Merupakan suatu kumpulan yang mewakili suatu kondidi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu :

- a. Linguistik*, yaitu penamaan pada suatu grup yang memiliki suatu keadaan atau kondidi tertentu dengan menggunakan bahasa, seperti : Muda, Tua dan Parobaya.

- b. Numeris*, yaitu suatu nilai (angka) yang dimana menunjukkan ukuran atau nominal dari suatu variabel, seperti : 5, 10, 15, 20, dan lain – lain.

3. Semesta Pembicaraan

Adalah suatu keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan atau dijalankan dalam suatu variabel *fuzzy*.

4. Domain

Adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan atau dijalankan dalam suatu himpunan *fuzzy*.

2.1.4.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan *fuzzy* (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi.

Ada dua cara mendefinisikan keanggotaan himpunan *fuzzy*, yaitu secara numeris dan fungsional. Numeris menyatakan fungsi derajat keanggotaan sebagai vektor jumlah yang tergantung pada tingkat diskretisasi. Misalnya, jumlah elemen diskret dalam semesta pembicaraan, fungsional menyatakan derajat keanggotaan sebagai batasan ekspresi analitis yang dapat dihitung. Standar atau ukuran tertentu pada fungsi keanggotaan secara umum berdasar atas semesta X bilangan real. (Kamal, 2017)

Fungsi keanggotaan *fuzzy* yang sering digunakan antara lain :

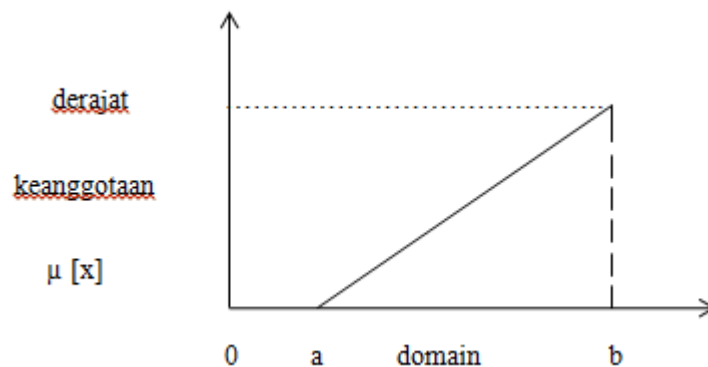
a. Fungsi Representasi Linier

Pada representasi linier, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Keadaan linier himpunan fuzzy terdiri dari dua keadaan linier naik dan turun. Pada linier naik, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol $[0]$ bergerak ke kanan menuju nilai

domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi dengan 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 Rumus Linear Naik
Sumber : Olahan Data

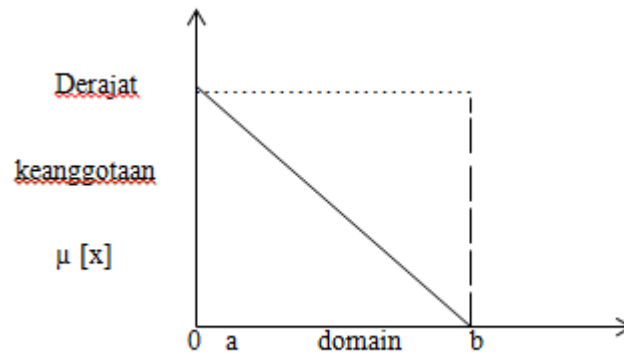


Gambar 2.2 Kurva Linear Naik
Sumber : Olahan Data

Sedangkan pada linier turun, garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah dengan 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
Sumber : Olahan Data



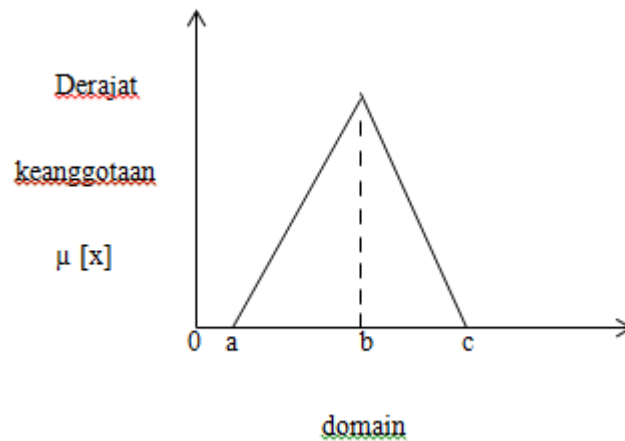
Gambar 2.3
Kurva Linear Turun
Sumber :Olahan Data (2019)

b. Fungsi Keanggotaan Segitiga

Fungsi keanggotaan segitiga ditandai oleh adanya 3 (tiga) parameter $\{a,b,c\}$ yang akan menentukan koordinat x dari tiga sudut. Kurva ini pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis (linier). Adapun persamaan untuk bentuk segitiga ini adalah :

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

Rumus 2.3 Linear Segitiga
Sumber : Olahan Data



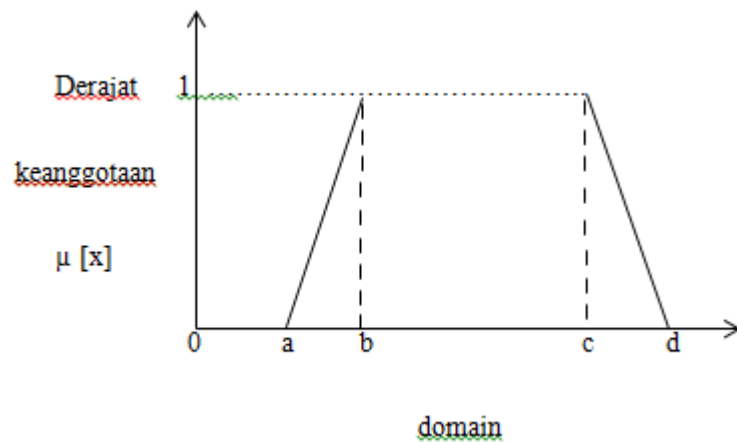
Gambar 2.4
Kurva Linear Segitiga
Sumber : Olahan Data (2019)

c. Fungsi Keanggotaan Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. Adapun persamaan untuk kurva trapesium ini adalah :

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

Rumus 2.4 Trapesium
Sumber : Olahan Data



Gambar 2.5 Kurva Linear Trapesium

Sumber : Olahan Data

d. Representasi Kurva Bahu

Representasi fungsi keanggotaan *fuzzy* dengan menggunakan kurva bahu pada dasarnya adalah gabungan dari kurva segitiga dan kurva trapesium. Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun. Tetapi terkadang pada salah sisi dari variabel *fuzzy* yang ditinjau ini terdapat nilai yang konstan, yaitu pada himpunan ekstrim kiri dan ekstrim kanan. Hal ini dapat dilihat pada gambar berikut ini:

$$0; \quad x \geq d$$

$$0; \quad x \leq a$$

Rumus 2.5 Bahu Kanan dan Bahu Kiri

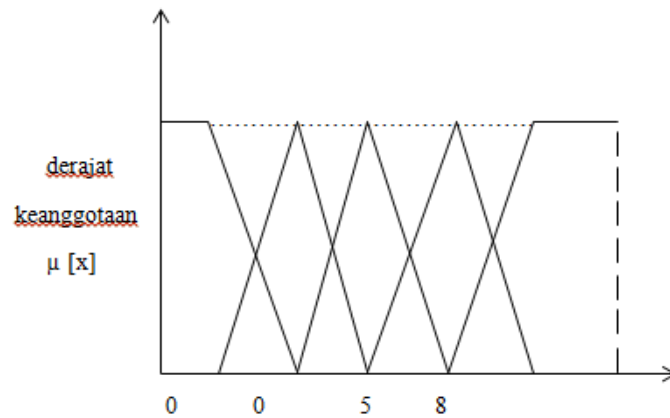
$$1; \quad b \leq x \leq c$$

$$1; \quad x \leq x \leq c$$

Sumber : Olahan Data

$$\frac{(d-x)}{(d-c)}; \quad c \leq x \leq d$$

$$\frac{(x-a)}{(b-a)}; \quad a \leq x \leq b$$



Gambar 2.6

Kurva Bahu

Sumber : Olahan Data

2.1.4.3 Operator Dasar Logika Fuzzy

Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi himpunan masukan (*input*) dan keluaran (*output*) sering kali dikenal dengan nama *fire strength* atau α – predikat. Terdapat 3 operator dasar yang dibuat oleh Zadeh, yaitu :

1. Operator *AND*

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi 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 2.6 Operator *And*
Sumber : (Triyanto, 2015)

2. Operator *OR*

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi 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 2.7 Operator *Or*

Sumber : (Triyanto, 2015)

3. Operator *NOT*

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

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

Rumus 2.8 Operator *NOT*

Sumber : (Triyanto, 2015)

2.1.4.4 *Fuzzy Inference System Metode Mamdani*

Metode Mamdani adalah metode yang sering dijumpai ketika membahas metodologi *fuzzy*. Ebrahim Mamdani yang pertama kali mengusulkan metode ini pada tahun 1975 ketika membangun sistem *control* mesin uap dan *boiler*. Metode logika *fuzzy* disebut juga dengan metode *max – min* yang terdiri dari:

1. Basis aturan yang berisi kumpulan aturan *if – then*
2. Basis data yang mendefinisikan fungsi anggota himpunan *fuzzy*
3. Mesin *inferensi* yang melakukan operasi *inferensi*

4. Fuzzifikasi dan defuzzifikasi

Terdapat 3 jenis *fuzzy* yang termasuk didalam *fuzzy inference system*, yaitu:

1. Metode Mamdani

Metode *Mamdani* sering dikenal sebagai Metode *Max – Min*. Untuk mendapatkan *outputnya* diperlukan tahapan - tahapan sebagai berikut :

- a. Pembentukan himpunan *fuzzy*. Pada metode *Fuzzy Mamdani*, baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.
- b. Aplikasi fungsi Implikasi. Pada *Fuzzy Mamdani*, fungsi implikasi yang digunakan adalah *Min*.
- c. Komposisi Aturan. Tidak seperti penalaran - penalaran *monoton*, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan.
- d. Penegasan (*defuzzification*). Defuzzifikasi adalah cara untuk memperoleh nilai tegas (*crisp*) dari himpunan *fuzzy*. Metode *defuzzifikasi* yang digunakan pada metode *Mamdani*, yaitu metode *centroid (composite moments)*. Pada metode ini, penegasan diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan:

$$Z^* = \frac{\int_Z 2\mu(z)dz}{\int_Z \mu(z)dz}$$

Rumus 2.9 Defuzzifikasi Mamdani
Sumber : (Minarni & Firman, 2016)

Metode Mamdani di perkenalkan oleh Ebrahin Mamdani tahun 1975. Untuk memperoleh *output* di perkenalkan 4 tahapan yaitu :

a. Pembentukan himpunan keanggotaan *fuzzy*

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

b. Aplikasi fungsi Implikasi

Pada metode mamdani, fungsi implikasi yang digunakan yaitu Min.

c. Komposisi aturan *fuzzy*

Tidak seperti pada penalaran yang monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan – kumpulan dan korelasi antar aturan.

d. Penegasan (*Defuzzification*)

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

2. Metode Sugeno

Disebut juga metode sistem inferensi *fuzzy* TSK yang diperkenalkan oleh Takagi, Sugeno dan Kang. *Output* dari sistem inferensi *fuzzy* diperlukan 4 tahap sama seperti metode *Mamdani*, yang membedakan adalah pada tahap *defuzifikasi* Pada proses ini *output* berupa bilangan *crisp*. *Defuzifikasi* dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya yaitu:

$$Z = \frac{\sum_{r=1}^R \alpha_r z_r}{\sum_{r=1}^R \alpha_r}$$

Rumus 2.10 Defuzzifikasi Sugeno
Sumber : Olahan Data

3. 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 yang dihasilkannya, *output* hasil inferensi dari tiap - tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan predikat. Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.

$$Z = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \dots + \alpha_i z_i}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_i}$$

Rumus 2.11 Defuzzifikasi *Tsukamoto*

Sumber : (Minarni & Firman, 2016)

2.2. Variabel

Variabel merupakan segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya (Prof., 2014). Pada penelitian ini terdapat 3 kriteria yaitu variabel pelayanan, variabel fasilitas dan variabel kebersihan. Tiap variabel memiliki indikator, indikator yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebanyak 13 pertanyaan (5 pertanyaan pada variabel pelayanan, 5 pertanyaan pada variabel fasilitas dan 3 pertanyaan pada variabel kebersihan). Indikator tersebut dianalisa dan dijadikan variabel dalam melakukan proses penilaian pengunjung yang memuat masukan dan menghasilkan keluaran berupa kepuasan.

Tabel 2.1 Variabel *input* dan *output*

<i>Input</i>	<i>Output</i>
Pelayanan	Kepuasan
Fasilitas	
Kebersihan	

Sumber : Olahan Data (2019)

2.3. *Software* Pendukung

Penelitian ini juga dilakukan dengan menggunakan instrumen angket, dokumentasi yang menjadi populasi yaitu pengunjung / wisatawan di Ocarina Batam. Dalam menganalisa tingkat kepuasan pelayanan di Ocarina Batam dengan menggunakan aplikasi *Matlab*. Dari aplikasi yang telah dibangun selanjutnya akan dilakukan pengujian terhadap hasil yang didapatkan tersebut sehingga nantinya akan ditarik kesimpulan.

Software Matlab memiliki pengaplikasian yang berbeda – beda, khususnya yaitu dalam pengaplikasian yang membutuhkan perhitungan yang matematis dan ringkas. *Matlab* bekerja dalam melakukan perhitungan matematis dalam bentuk matriks. *Matlab* dapat memperlihatkan perhitungannya dalam bentuk grafik, dan dapat dirancang sesuai dengan keinginan kita dengan menggunakan GUI yang kita buat sendiri. *Matlab* juga memiliki bagian – bagian, diantaranya yaitu :

1. *Development Environment*

Merupakan sekumpulan perangkat dan fasilitas yang membantu dalam menggunakan fungsi – fungsi dan *file – file Matlab*. Beberapa perangkat ini merupakan sebuah *Graphical User Interfaces (GUI)*. Termasuk didalamnya terdapat *Matlab Desktop*, *Command Window*, *Command History*, sebuah *Editor Debugger*, dan *browser* untuk melihat *help*, *workspace*, *file* dan *search path*.

2. *Matlab Mathematical Function Library*

Merupakan sekumpulan algoritma komputasi mulai dari fungsi – fungsi dasar, seperti : *sum*, *sin*, *cos*, *tan*, dan *complex arithmetic*.

3. *Matlab Language*

Merupakan suatu *high level matrix / array language* dengan *control flow statement*, *function*, *data structure*, *input / output*, dan *fitur – fitur object oriented programming*. Hal ini memungkinkan untuk melakukan kedua hal, baik pemrograman dalam lingkup sederhana untuk mendapatkan hasil yang cepat, dan pemrograman dalam lingkup yang lebih besar untuk mendapatkan hasil yang lebih besar, sehingga memperoleh hasil – hasil dan aplikasi yang sangat kompleks. (Siti, 2018)

2.4. **Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan peneliti dalam melakukan penelitian sehingga peneliti dapat memperkaya teori yang digunakan dalam pengkajian penelitian yang dilakukan. Dari penelitian terdahulu, peneliti tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian peneliti.

Namun peneliti mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian penulis. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan peneliti.

1. Menurut (Kamal, 2017), **Analisa Tingkat Kepuasan Pelanggan PDAM menggunakan *Fuzzy Logic* studi kasus PDAM Kota Padang** menghasilkan penelitian yaitu dalam mengukur tingkat kepuasan pelanggan terhadap harga air tergantung pada *range volume* pemakaian air dan golongan pelanggan dimana semakin besar *range* pada *volume* pemakaian dan harga air normal maka pelanggan merasa puas.
2. Menurut (Shofia, W, & Putri, 2017), **Analisa Kepuasan Masyarakat Terhadap Kualitas Pelayanan Pengadilan Agama Kabupaten Kediri Dengan Pendekatan Logika *Fuzzy*** menghasilkan penelitian bahwa rata - rata penilaian masyarakat terhadap tingkat kepuasan masyarakat dalam mendapatkan informasi terhadap tingkat kepuasan masyarakat dalam mendapatkan informasi terhadap pelayanan yang diberikan Meja Informasi Pengadilan Agama Kabupaten Kediri adalah baik artinya pelayanan yang diberikan telah memenuhi harapan masyarakat.
3. Menurut (Hamdi, 2017), **Analisa Kepuasan Siswa Terhadap Sarana Prasarana Sekolah Menggunakan *Fuzzy Logic*** menghasilkan penelitian Logika *fuzzy* memiliki kemampuan untuk menjelaskan secara linguistik suatu sistem yang kompleks, sehingga sangat fleksibel digunakan didalam memetakan tingkat kepuasan siswa terhadap sarana prasarana yang

dimiliki. Jika dibandingkan dengan penggunaan himpunan konvensional (*crisp*) penggunaan logika *fuzzy* merupakan sistem yang adaptif dikarenakan bersumber dari informasi linguistik sehingga lebih mudah dan efisien didalam mengkomunikasikannya dikarenakan *fuzzy* bertujuan mengurangi kompleksitas dengan mengeleminasi batas tegas yang membedakan anggota himpunan dan bukan anggota himpunan. Sehingga data output tingkat kepuasan siswa terhadap fasilitas sekolah adalah PUAS, dengan sekolah akan memiliki gambaran bahwa kedepannya nilai variabel yang masih kurang perlu untuk ditingkatkan.

4. Menurut (Tangkere & Sondak, 2017) **Tingkat Kepuasan Pengunjung Terhadap Kualitas Pelayanan Daerah Wisata Puncak Temboan Tomohon**, menghasilkan penelitian Secara umum pengunjung objek wisata Puncak Temboan sudah puas dengan kualitas pelayanan yang diberikan oleh pengelola objek wisata Puncak Temboan yaitu pada tingkat 75.59%. Indikator kualitas pelayanan yang memiliki tingkat kepentingan tinggi dengan kinerja yang rendah dan masuk ke dalam kategori prioritas utama untuk ditingkatkan perlu mendapat perhatian yang lebih khusus dari pengelola. Indikator tersebut yaitu fasilitas fisik gedung yang baik dan memiliki daya tarik, kebersihan dalam lingkungan obyek wisata, kebersihan toilet yang ada dalam kawasan obyek wisata dan sikap yang dimiliki petugas.
5. Menurut (Alvendo & Franky, 2018), **Penerapan Logika Fuzzy Untuk Menentukan Minat Wisata Bagi Masyarakat Di Kota Batam**

Penentuan minat wisata masyarakat kota Batam berdasarkan pada jarak, fasilitas, dan biaya menggunakan aplikasi *fuzzy logic*, adalah Dengan menggunakan metode Mamdani dalam logika *fuzzy* bisa menentukan minat wisata bagi masyarakat di kota Batam. Logika *fuzzy* bisa digunakan untuk membantu dalam penentuan minat wisata bagi masyarakat kota Batam. Dengan menerapkan metode Mamdani dalam logika *fuzzy* mampu menghasilkan keputusan dalam menentukan minat wisata bagi masyarakat di kota Batam.

2.5. Kerangka Pemikiran

Dalam menentukan kepuasan pelayanan di Mega Wisata Ocarina Batam, Pelayanan sendiri merupakan ukuran seberapa bagus tingkat pelayanan yang di berikan mampu sesuai dengan yang di harapkan pengunjung / wisatawan di Mega Wisata Ocarina Batam, dengan tingkat kepuasan yang di berikan secara maksimal akan memberikan kepuasan kepada pengunjung / wisatawan di Mega Wisata Ocarina Batam. Tahap – tahap dalam penelitian ini secara umum sebagai berikut :

a. *Problems*

Pada penelitian ini terdapat masalah atau *problem* pada Mega Wisata Ocarina Batam dalam mengukur kepuasan di dalam nya.

b. *Approach*

Metode yang digunakan untuk menganalisa dan mengukur tingkat pelayanan, fasilitas, dan kebersihan terhadap hasil kepuasan di tempat Wisata Mega Ocarina Batam adalah metode Mamdani.

c. *Development*

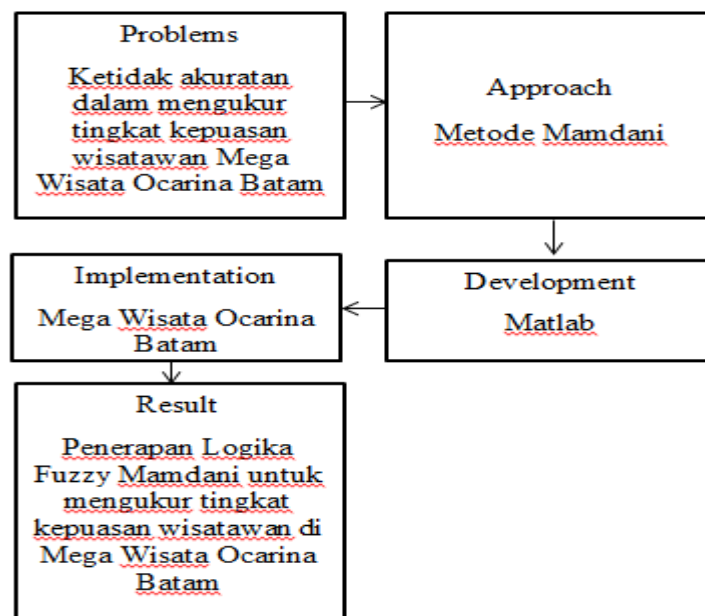
Aplikasi yang digunakan untuk mengukur tingkat pelayanan, fasilitas, dan kebersihan pada Mega Wisata Ocarina Batam yaitu Matlab.

d. *Implementation*

Data yang diambil langsung dari pengunjung Mega Wisata Ocarina Batam melalui kuesioner.

e. *Result*

Menganalisis hasil dari pelayanan, fasilitas, dan kebersihan sehingga mendapat hasil yang akurat.



Gambar 2.7 Kerangka Pemikiran
Sumber : Olahan Data