

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Dasar

2.1.1. Kecerdasan Buatan

Menurut (Sutojo, Mulyanto, & Vincent, 2011) Kecerdasan buatan berasal dari bahasa Inggris “ *Artificial Intelligence* ” atau disingkat AI, yaitu *intelligence* adalah kata sifat yang berarti cerdas, sedangkan *artificial* artinya buatan. Kecerdasan buatan yang dimaksud di sini merujuk pada mesin yang mampu berpikir, menimbang tindakan yang akan diambil, dan mampu mengambil keputusan seperti yang dilakukan oleh manusia.

Selama bertahun-tahun para filsuf berusaha mempelajari kecerdasan yang dimiliki manusia. Dari pemikiran tersebut lahirlah AI sebagai cabang ilmu yang berusaha mempelajari dan meniru kecerdasan manusia. Sejak saat itu para peneliti mulai memikirkan perkembangan AI sehingga teori-teori dan prinsip-prinsipnya berkembang terus hingga sekarang.

Menurut (Sutojo et al., 2011) jika dibandingkan dengan kecerdasan alami (kecerdasan yang dimiliki oleh manusia), kecerdasan buatan memiliki keuntungan komersial, antara lain (turban):

1. Kecerdasan buatan lebih bersifat permanen. Kecerdasan alami akan cepat mengalami perubahan. Kemampuan kecerdasan buatan tidak akan pernah berubah selama programnya tidak diubah oleh programmer.

Berbeda dengan kecerdasan alami. Karena sifat manusia yang subjektif, pelupa, dan makin lama makin tua hingga kemampuan berpikirnya berkurang seiring bertambahnya waktu, kemampuan kecerdasan alami cenderung tidak permanen.

2. Kecerdasan buatan lebih mudah diduplikasi dan disebar. Misalnya saja pemerintah membutuhkan 10.000 orang pakar penyakit jantung untuk ditempatkan di seluruh Indonesia. Bayangkan kalau pemerintah harus menyekolahkan anak bangsa sejumlah 10.000 orang, mulai dari SD sampai lulus sarjana kedokteran spesialis penyakit jantung. Waktu yang dibutuhkan Minimal 20 tahun. Jika biaya pendidikan 1 orang Rp100 juta, maka untuk 10.000 orang biaya yang diperlukan adalah Rp1 triliun. Belum lagi kendala jika orangnya meninggal sebelum menjadi sarjana. Kalau sudah jadi sarjana, pemerintah akan kesulitan untuk mendistribusikan mereka ke pelosok-pelosok Indonesia. Hal ini sangat tidak efisien. Sementara itu, untuk kecerdasan buatan, pemerintah cukup membuat 1 sistem pakar penyakit jantung dengan waktu yang relatif lebih cepat dan biaya yang jauh lebih murah. Proses duplikasi dan pendistribusiannya ke seluruh pelosok tanah air pun sangat mudah.
3. Kecerdasan buatan lebih murah dibandingkan kecerdasan alami. Hal ini tergambar seperti dijelaskan dalam nomor 2.
4. Kecerdasan buatan bersifat konsisten. Misalnya saja telah dibuat sistem pakar hakim pengadilan untuk mengadili kasus-kasus pidana di Indonesia. Untuk kasus yang sama, solusi dan keputusan yang dibuat

oleh kecerdasan buatan tidak pernah berubah. Berbeda dengan kecerdasan alami. Arti kata hakim bisa berubah menjadi “ Hubungi Aku Kalau Ingin Menang”. Untuk kasus yang sama, solusi dan keputusan yang dibuat oleh kecerdasan alami bisa berubah-ubah tergantung orang yang terkena kasus telah menghubungi hakim atau tidak.

5. Kecerdasan buatan dapat didokumentasi. Solusi dan keputusan yang dibuat oleh kecerdasan buatan dapat didokumentasi dengan mudah karena disimpan didalam hard disk, dan pencarian datanya relatif lebih mudah dilacak. Sedangkan untuk kecerdasan alami, hal ini sangat sulit dilakukan.
6. Kecerdasan buatan dapat mengerjakan pekerjaan lebih cepat dibanding dengan kecerdasan alami. Tentu saja karena kecepatan berpikir dari sebuah prosesor jauh lebih cepat dibanding kecepatan berpikir dari otak manusia.
7. Kecerdasan buatan dapat mengerjakan pekerjaan lebih baik dibanding dengan kecerdasan alami.

Sementara itu, kecerdasan alami memberikan keuntungan sebagai berikut.

1. Kreatif. Pengetahuan seorang manusia selalu bertambah seiring dengan perkembangan waktu. Sifat bosan manusia pun mengakibatkan ia harus berpikir kreatif untuk mencari solusi-solusi terbaru. Berbeda dengan kecerdasan buatan, penambahan pengetahuan harus dilakukan pada sistem yang telah dibangun.

2. Kecerdasan alami memungkinkan orang menggunakan pengalaman secara langsung. Sedangkan pada kecerdasan buatan harus bekerja dengan *input-input* simbolik.
3. Pemikiran manusia dapat digunakan secara luas, sedangkan kecerdasan buatan sangat terbatas.

2.1.2. Sistem Pakar

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

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

1. Meningkatkan produktivitas, karena sistem pakar dapat bekerja lebih cepat daripada manusia.
2. Membuat seorang yang awam bekerja seperti layaknya seorang pakar.
3. Meningkatkan kualitas, dengan memberi nasehat yang konsisten dan mengurangi kesalahan.
4. Mampu menangkap pengetahuan dan kepakaran seseorang.
5. Dapat beroperasi di lingkungan yang berbahaya.

6. Memudahkan akses pengetahuan seorang pakar.
7. Andal. Sistem pakar tidak pernah menjadi bosan dan kelelahan atau sakit.
8. Meningkatkan kapabilitas sistem komputer. Integrasi sistem pakar dengan sistem komputer lain membuat sistem lebih efektif dan mencakup lebih banyak aplikasi.
9. Mampu bekerja dengan informasi yang tidak lengkap atau tidak pasti. Berbeda dengan sistem komputer konvensional. Sistem pakar dapat bekerja dengan informasi yang tidak lengkap. Pengguna dapat merespons dengan: “ tidak tahu ” atau “ tidak yakin” pada satu atau lebih pertanyaan selama konsultasi dan sistem pakar tetap akan memberikan jawabannya.
10. Bisa digunakan sebagai media pelengkap dalam pelatihan. Pengguna pemula yang bekerja dengan sistem pakar akan menjadi lebih berpengalaman karena adanya fasilitas penjelas yang berfungsi sebagai guru.
11. Meningkatkan kemampuan untuk menyelesaikan masalah karena sistem pakar mengambil sumber pengetahuan dari banyak pakar.

Selain manfaat, ada juga beberapa kekurangan yang ada pada sistem pakar, diantaranya:

1. Biaya yang sangat mahal untuk membuat dan memeliharanya.
2. Sulit dikembangkan karena keterbatasan keahlian dan ketersediaan pakar.

3. Sistem pakar tidak 100% bernilai benar.

Ciri-ciri dari sistem pakar adalah sebagai berikut.

1. Terbatas pada domain keahlian tertentu.
2. Dapat memberikan penalaran untuk data-data yang tidak lengkap atau tidak pasti.
3. Dapat menjelaskan alasan-alasan dengan cara yang dapat dipahami.
4. Bekerja berdasarkan kaidah/rule tertentu.
5. Mudah dimodifikasi.
6. Basis pengetahuan dan mekanisme inferensi terpisah.
7. Keluarannya bersifat anjuran.
8. Sistem dapat mengaktifkan kaidah secara searah yang sesuai, dituntun oleh dialog dengan pengguna.

Kepakaran merupakan suatu pengetahuan yang diperoleh dari pelatihan, membaca dan pengalaman. Kepakaran inilah yang memungkinkan para ahli dapat mengambil keputusan lebih cepat dan lebih baik daripada seseorang yang bukan pakar. Kepakaran ini sendiri meliputi pengetahuan tentang:

1. Fakta-fakta tentang bidang permasalahan tertentu.
2. Teori-teori tentang bidang permasalahan tertentu.
3. Aturan-aturan dan prosedur-prosedur menurut bidang permasalahan umumnya.
4. Aturan heuristic yang harus dikerjakan dalam suatu situasi tertentu.
5. Strategi global untuk memecahkan permasalahan.
6. Pengetahuan tentang pengetahuan (*meta knowledge*).

2.1.3. Jaringan Saraf Tiruan

Menurut (Sutojo et al., 2011) Jaringan saraf tiruan adalah paradigma pengolahan informasi yang terinspirasi oleh sistem saraf secara biologis, seperti proses informasi pada otak manusia. Elemen kunci dari 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 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.

Kelebihan-kelebihan yang diberikan oleh JST antara lain:

1. Belajar *Adaptive*: kemampuan untuk mempelajari bagaimana melakukan pekerjaan berdasarkan data yang diberikan untuk pelatihan atau pengalaman awal.
2. *Self-Organisation*: sebuah JST dapat membuat organisasi sendiri atau representasi dari informasi yang diterimanya selama waktu belajar.
3. *Real time operation* : perhitungan JST dapat dilakukan secara paralel sehingga perangkat keras yang dirancang dan diproduksi secara khusus dapat mengambil keuntungan dari kemampuan ini.

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

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

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

2.1.4. Logika *Fuzzy*

Menurut (Sutojo et al., 2011) 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 kontrol. Metodologi ini dapat di terapkan 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 itu dapat mempunyai nilai keanggotaan 0 atau 1. Akan tetapi dalam logika *Fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan berada di antara 0 dan 1. Artinya, bisa saja suatu keadaan mempunyai dua nilai “Ya atau Tidak”, “Benar atau Salah”, “ Baik atau Buruk” secara bersamaan, namun besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika *Fuzzy* dapat digunakan di berbagai

bidang, seperti pada sistem diagnosis penyakit (dalam bidang kedokteran); pemodelan sistem pemasaran, riset operasi, (dalam bidang ekonomi); kendali kualitas air, prediksi adanya gempa bumi, klasifikasi dan pencocokan pola (dalam bidang teknik). Untuk memahami logika *Fuzzy*, sebelumnya perhatikan dahulu tentang konsep himpunan *Fuzzy*. Himpunan *Fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu:

1. Linguistik, yaitu nama suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dengan menggunakan bahasa alami, misalnya DINGIN, SEJUK, PANAS, mewakili variabel temperatur. Contoh lain misalnya MUDA, PAROBAYA, TUA, mewakili variabel umur.
2. Numeris, yaitu suatu nilai yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, misalnya 10, 35, 40, dan sebagainya.

Di samping itu, ada beberapa hal yang harus dipahami dalam memahami logika *Fuzzy*, yaitu:

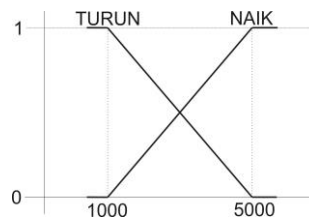
1. Variabel *Fuzzy*, yaitu variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *Fuzzy*.

Contoh: penghasilan, temperatur, permintaan, umur, dan sebagainya.

2. Himpunan *Fuzzy*, yaitu suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dalam suatu variabel *Fuzzy*.

Contoh (Gambar 2.1)

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



Gambar 2.1 Fungsi Keanggotaan NAIK dan TURUN

Sumber : (Sutojo et al., 2011)

3. Semesta pembicaraan, yaitu seluruh nilai yang diizinkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *Fuzzy*.

Contoh :

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

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

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

Domain himpunan TURUN = $[0 \ 5000]$

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

2.1.4.1. Kelebihan *fuzzy logic*

Menurut (Kusumadewi & Purnomo, 2010), Cox (1994), ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika *Fuzzy*, antara lain:

1. Konsep logika *Fuzzy* mudah dimengerti. Karena logika *Fuzzy* menggunakan dasar teori himpunan, maka konsep matematis yang mendasari penalaran *Fuzzy* tersebut cukup mudah untuk dimengerti.

2. Logika *Fuzzy* sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan, dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
3. Logika *Fuzzy* memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat. Jika diberikan sekelompok data yang cukup homogen, dan kemudian ada beberapa data yang “ eksklusif ”, maka logika *Fuzzy* memiliki kemampuan untuk menangani data eksklusif tersebut.
4. Logika *Fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinier yang sangat kompleks.
5. Logika *Fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan. Dalam hal ini, sering dikenal dengan nama *Fuzzy Expert Systems* menjadi bagian terpenting.
6. Logika *Fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional. Hal ini umumnya terjadi pada aplikasi di bidang teknik mesin maupun teknik elektro.
7. Logika *Fuzzy* didasarkan pada bahasa alami. Logika *Fuzzy* menggunakan bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.

2.1.4.2. Metode pada *fuzzy Logic*

Menurut (Kusumadewi & Purnomo, 2010) terdapat beberapa metode sebagai berikut :

1. Metode Tsukamoto merupakan perluasan dari penalaran menonton, pada metode tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk *IF-*

THEN harus dipresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang menonton. 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. Metode Mamdani sering dikenal sebagai metode *max-min*. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output*, diperlukan 4 tahapan:
 - a. Pembentukan himpunan *fuzzy*
 - b. Aplikasi fungsi implikasi
 - c. Komposisi aturan
 - d. Penegasan
3. Metode Sugeno hampir sama dengan penalaran MAMDANI, hanya saja *output* (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear.

2.1.4.3. Operator

Menurut (Cox,1994) di dalam (Kusumadewi & Purnomo, 2010) seperti halnya himpunan konvensional, ada beberapa operasi 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 -predikat. Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu:

1. Operator *AND*

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator *AND* diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_A \cap_B = \min(\mu_A(x), \mu_B(y))$$

2. Operator *OR*

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

$$\mu_A \cup_B = \max(\mu_A(x), \mu_B(y))$$

3. Operator *NOT*

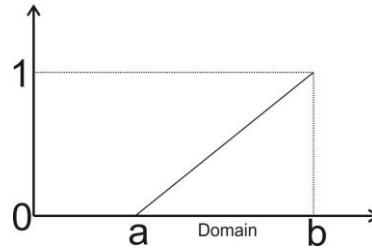
Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator *NOT* diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\mu_A = 1 - \mu_A(x)$$

2.1.4.4. Grafik Keanggotaan Kurva Linier

Menurut (Sutojo et al., 2011) Pada grafik keanggotaan linear, sebuah variabel *input* dipetakan ke derajat keanggotaannya dengan digambarkan sebagai suatu garis lurus.

Ada 2 grafik keanggotaan linear. Pertama, grafik keanggotaan kurva linear naik, yaitu kenaikan himpunan *Fuzzy* dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Grafik keanggotaan kurva linear naik

Sumber : (Sutojo et al., 2011)

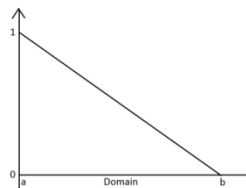
Fungsi Keanggotaan:

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

Rumus 2.1 Kurva Linear Naik

Sumber: (Sutojo et al., 2011)

Kedua, grafik keanggotaan kurva linear turun, yaitu himpunan *Fuzzy* dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurunkan ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah (Gambar 2.3).



Gambar 2.3 Grafik keanggotaan kurva linear turun

Sumber : (Sutojo et al., 2011)

Fungsi Keanggotaan:

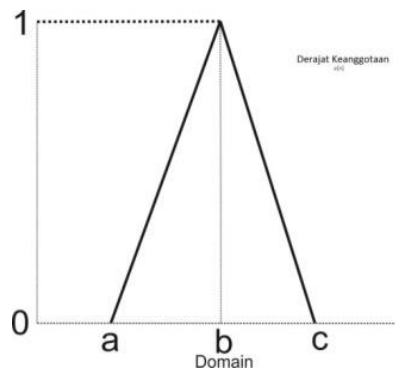
$$\mu[x] = \begin{cases} \frac{(b-x)}{(b-a)} & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

Rumus 2.2 Kuva Linear Turun

Sumber: (Sutojo et al., 2011)

2.1.4.5. Grafik Keanggotaan Kurva Segitiga

Menurut (Sutojo et al., 2011) Grafik keanggotaan kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear) seperti terlibat pada (gambar 2.4).



Gambar 2.4 Grafik keanggotaan kurva segitiga

Sumber : (Sutojo et al., 2011)

Fungsi Keanggotaan:

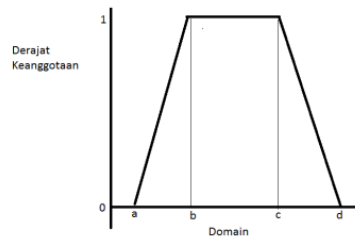
$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{(b-a)} & a \leq x \leq b \\ \frac{b-x}{(c-b)} & b \leq x \leq c \end{cases}$$

Rumus 2.3 Fungsi Keanggotaan kurva Segitiga

Sumber: (Sutojo et al., 2011)

2.1.4.6. Grafik Keanggotaan Kurva Trapesium

Menurut (Sutojo et al., 2011) Grafik keanggotaan kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1 (Gambar 2.5).



Gambar 2.5 Grafik keanggotaan kurva trapesium

Sumber : (Sutojo et al., 2011)

Fungsi keanggotaan:

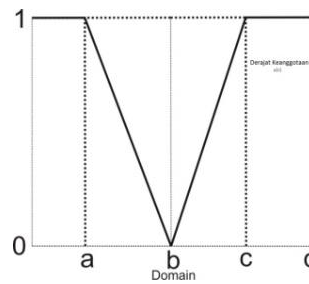
$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & c \leq x \leq d \end{cases}$$

Rumus 2.4 Fungsi keanggotaan kurva trapesium

Sumber: (Sutojo et al., 2011)

2.1.4.7. Grafik Keanggotaan Kurva Bentuk Bahu

Menurut (Sutojo et al., 2011) Grafik keanggotaan kurva “bahu” digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah *Fuzzy* yang nilai derajat keanggotaanya adalah konstan (biasanya 1). Gambar 2.6 grafik keanggotaan kurva bentuk bahu.



Gambar 2.6 Grafik keanggotaan kurva bentuk bahu

Sumber : (Sutojo et al., 2011)

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 1; & 0 \leq x \leq a \text{ atau } c \leq x \leq d \\ \frac{b-x}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ \frac{x-b}{(c-b)}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad \text{Rumus 2.5 Fungsi keanggotaan kurva bahu}$$

Sumber : (Sutojo et al., 2011)

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

Menurut (Sutojo et al., 2011) Grafik keanggotaan kurva S memiliki bentuk seperti huruf “S” yang mempunyai ukuran yang diletakkan oleh parameter a, b, dan c. Titik b disebut titik infleksi, yaitu titik yang mempunyai derajat keanggotaan 0,5. Ada dua macam kurva-S, yaitu Kurva-S PERTUMBUHAN dan kurva-S PENYUSUTAN.

Pada kurva-S PERTUMBUHAN, kurva bergerak mulai dari kiri dengan derajat keanggotaan 0, menuju ke kanan dengan derajat keanggotaan 1. Fungsi S akan bernilai 0 jika $x \leq a$ dan akan bernilai 1 jika $x \geq c$. Sedangkan R_1 adalah batas domain variabel paling kiri dan R_2 adalah batas domain variabel paling kanan. Fungsi keanggotaan kurva-S PERTUMBUHAN:

$$\mu(x; a, b, c) = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq a \\ 2 \frac{(x-a)}{(c-a)^2} & \rightarrow a \leq x \leq b \\ 1 - 2 \frac{(c-x)}{(c-a)^2} & \rightarrow b \leq x \leq c \\ 1 & \rightarrow x \geq c \end{cases} \quad \begin{array}{l} \textbf{Rumus 2.6} \text{ Fungsi Keanggotaan} \\ \text{Kurva-S Pertumbuhan} \end{array}$$

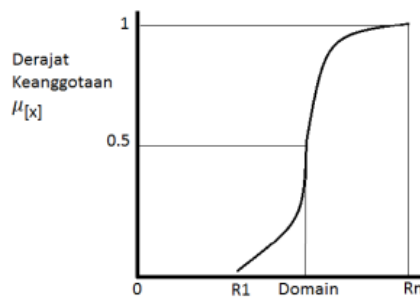
Sumber: (Sutojo et al., 2011)

Pada kurva- PENYUSUTAN, kurva bergerak mulai dari kiri dengan derajat keanggotaan 1, menuju ke kanan dengan derajat keanggotaan 0. Fungsi S akan bernilai 1 jika $x \leq a$ dan akan bernilai 0 jika $x \geq c$. Sedangkan R_1 adalah batas domain variabel paling kiri dan R_2 adalah batas domain variabel paling kanan.

Fungsi keanggotaan kurva-S PENYUSUTAN:

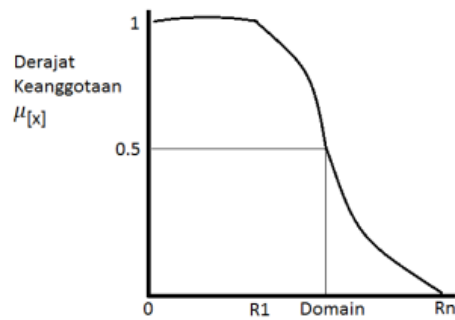
$$\mu(x; a, b, c) = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq a \\ 1 - 2 \frac{(x-a)}{(c-a)^2} & \rightarrow a \leq x \leq b \\ 2 \frac{(c-x)}{(c-a)^2} & \rightarrow b \leq x \leq c \\ 1 & \rightarrow x \geq c \end{cases} \quad \begin{array}{l} \textbf{Rumus 2.7} \text{ Fungsi Keanggotaan} \\ \text{Kurva-S Penyusutan} \end{array}$$

Sumber: (Sutojo et al., 2011)



Gambar 2.7 Grafik keanggotaan kurva-S PERTUMBUHAN

Sumber : (Sutojo et al., 2011)



Gambar 2.8 Grafik keanggotaan kurva-S PERTUMBUHAN

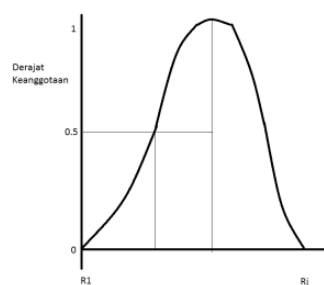
Sumber : (Sutojo et al., 2011)

2.1.4.9. Grafik Keanggotaan Bentuk Lonceng (*Bell Curve*)

Menurut (Sutojo et al., 2011) selain kurva-kurva di atas, kurva berbentuk lonceng juga bisa digunakan untuk mempresentasikan bilangan *fuzzy*. Kurva ini terbagi menjadi 3, yaitu kurva *PI*, kurva *beta*, dan kurva *Gauss*. Ketiganya dibedakan oleh gradien yang dibentuknya.

a. Kurva *PI*

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



Gambar 2.9 Karakteristik fungsional kurva *PI*

Sumber : (Sutojo et al., 2011)

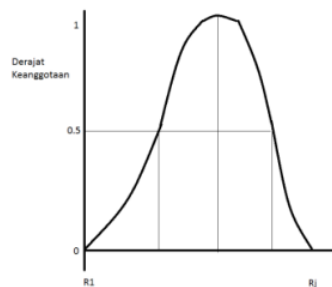
Fungsi keanggotaan:

$$\mu(x, b, c) \begin{cases} S\left(x; c - b, c - \frac{b}{2}, c\right) & \rightarrow x \leq c \\ 1 - S\left(x; c, c + \frac{b}{2}, c + b\right) & \rightarrow x > c \end{cases} \quad \text{Rumus 2.8 Fungsi Keanggotaan kurva PI}$$

Sumber: (Sutojo et al., 2011)

b. Kurva *BETA*

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



Gambar 2.10 Karakteristik fungsional kurva *BETA*

Sumber : (Sutojo et al., 2011)

Fungsi Keanggotaan:

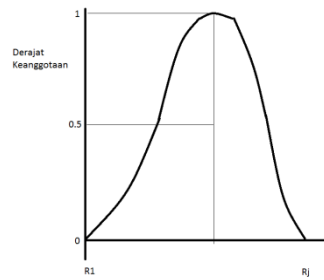
$$B(x; c, b) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-c}{b}\right)^2} \quad \text{Rumus 2.9 Fungsi Keanggotaan kurva BETA}$$

Sumber : (Sutojo et al., 2011)

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

c. Kurva *GAUSS*

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



Gambar 2.11 Karakteristik fungsional kurva *GAUSS*

Sumber : (Sutojo et al., 2011)

Fungsi Keanggotaan:

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

Rumus 2.10 Fungsi Keanggotaan kurva *GAUSS*

Sumber: (Sutojo et al., 2011)

2.1.4.10. Metode Mamdani

Menurut (Kusumadewi & Purnomo, 2010) metode mamdani sering dikenal sebagai metode *Max-Min*. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output*, diperlukan 4 tahapan:

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*

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

2. Aplikasi fungsi implikasi

Pada metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah *Min*.

3. Komposisi aturan

Tidak seperti penalaran mononton, apabila sistem terdiri-dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar-aturan.

4. Penegasan (*defuzzy*)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Defuzzifikasi ini menggunakan metode *Centroid*.

$$z = \frac{\int \mu(z)zdz}{\int \mu(z)dz} \quad \textbf{Rumus 2.11 Metode Centroid}$$

Sumber: (Kusumadewi & Purnomo, 2010)

2.2. Variabel

Menurut (Noor, 2011) pengertian variabel penelitian merupakan kegiatan menguji hipotesis, yaitu menguji kecocokan antara teori dan fakta empiris di dunia nyata. Hubungan nyata ini lazim dibaca dan dipaparkan dengan berstandar kepada variabel. Adapun hubungan nyata lazim dibaca dengan memperhatikan data tentang variabel itu. Variabel adalah suatu sebutan yang dapat diberi nilai angka (kuantitatif) atau nilai mutu (kualitatif). Variabel merupakan pengelompokan secara logis dari dua atau lebih atribut dari objek yang diteliti.

Dalam penelitian ini terdapat variabel *input* seperti kelurusan, tekanan, permukaan luar, dan permukaan dalam dan variabel *output* seperti kualitas bagus atau tidak bagus. Variabel yang akan diambil dalam penelitian ini untuk mendapatkan kualitas yang bagus, memerlukan data-data sebagai berikut:

1. Kelurusan

Dalam mengukur kelurusan pipa, kita dapat menggunakan yang namanya proses *drift*, yang dimaksud dengan *drift* adalah satu pipa kecil masukkan

ke dalam satu pipa besar. Dan jika pipa kecil bisa melewati pipa besar tersebut, maka pipa tersebut dapat dikatakan lurus.

2. Tekanan

Dalam mengukur tekanan pipa, pipa tersebut dapat dikatakan menahan tekanan kuat dengan kualitas bagus apabila pipa tersebut dapat menahan air dan angin dengan kapasitas 64Mpa.

3. Permukaan luar

Untuk mengecek permukaan luar pipa, kita dapat melakukan dengan yang namanya *visual inspection*, yang dimana QC (*Quality Control*) mengecek dengan menggunakan tangan menyentuh pipa tersebut halus apa tidak, melalui inspeksi ini maka akan mendapatkan hasil pada permukaan luar tersebut.

4. Permukaan dalam

Untuk mengecek permukaan dalam pipa, kita dapat melakukan dengan yang mesin yang namanya *ultrasonic inspection testing automatic* yaitu pipa masuk ke dalam mesin *ultrasonic inspection testing*, dan akan terdeteksi oleh mesin dan akan ditampilkan di monitor. Maka dari hasil monitor tersebut, kita dapat mengetahui kondisi permukaan dalam pipa tersebut.

2.3. **Software Pendukung**

Menurut (Naba, 2009) MATLAB adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi di mana arti perintah dan fungsi-fungsinya bisa dimengerti dengan mudah,

meskipun bagi seorang pemula. Hal itu karena di dalam MATLAB, masalah dan solusi bisa diekspresikan 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. Ia juga telah menjadi alat bantu untuk keperluan analisis, pengembangan, riset dalam dunia industri. 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 khusus pada bidang tertentu.

2.4. Penelitian Terdahulu

1. Menurut (Jayanti & Hartati, 2012) **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN SELEKSI ANGGOTA PADUAN SUARA DEWASA MENGGUNAKAN METODE FUZZY MAMDANI** perubahan nilai pada salah satu data linguistik ataupun data inferensi ataupun data kriteria ataupun data sub kriteria ataupun data pembatas ataupun data keputusan ataupun data jenis suara akan mengubah nilai hasil perhitungan dan hasil keputusan. Sehingga tidak menutup kemungkinan akan terjadi seseorang dianggap diterima berdasarkan kriteria sebelumnya dan akan tidak diterima jika menggunakan kriteria yang baru.
2. Menurut (Kaur & Kaur, 2012) **COMPARISON OF FUZZY LOGIC AND NEURO FUZZY ALGORITHMS FOR AIR CONDITIONING**

SYSTEM Kontrol logika *fuzzy* fokus pada perolehan pemahaman intuitif tentang cara terbaik mengendalikan proses atau pabrik Kontrol logika *fuzzy* tampak sangat berguna bila linearitas dan waktu invarian dari proses terkontrol tidak dapat diasumsikan, bila prosesnya tidak memiliki model matematis yang baik, atau ketika manusia Pemahaman prosesnya sangat berbeda dengan modelnya. Kontrol logika *fuzzy* menyediakan metodologi formal untuk merepresentasikan, memanipulasi dan menerapkan pengetahuan berbasis pengalaman manusia tentang bagaimana mengendalikan suatu sistem. Logika *fuzzy* menggunakan pengetahuan dan keahlian manusia untuk mengatasi ketidakpastian dalam proses pengendalian

3. Menurut (Zendrato, Darnius, & Sembiring, 2014) **PERENCANAAN JUMLAH PRODUKSI MIE INSTAN DENGAN PENEGASAN (DEFUZZIFIKASI) CENTROID FUZZY MAMDANI (STUDI KASUS JUMMLAH PRODUKSI INDOMIE DI PT. INDOFOOD CBP SUKSES MAKMUR, TBK TANJUNG MORAWA)** metode *fuzzy* mamdani bermanfaat untuk memperoleh jumlah produksi mie instan PT. Indofood CBP sukses makmur Tbk yang optimal dengan melihat hasil perhitungan MPE (*Mean Percentage Error*) dari jumlah produksi sebenarnya dengan ramalan jumlah produksi dari *fuzzy* mamdani sebesar -18,03183 dan *Forecasting* perusahaan sebesar -24,37808 yang tidak jauh berbeda. Dan dengan melihat hasil perhitungan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) jumlah produksi sebenarnya

dengan ramalan jumlah produksi *fuzzy mamdani* sebesar 29,29024 yang lebih kecil daripada MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) *Forecasting* perusahaan sebesar 36,70858. Perbandingan antara jumlah produksi dari perusahaan, *fuzzy mamdani* dan *forecasting* perusahaan memiliki perbedaan jumlah yang tidak jauh sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu alat dalam penentuan keputusan perencanaan jumlah produksi.

4. Menurut (Ferdinandus & Astutik, 2015) **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK MEMBANTU SISWA SMA KELAS XII DALAM MENENTUKAN JURUSAN DI PERGURUAN TINGGI DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI** sistem ini dengan menggunakan metode *fuzzy inference* model mamdani atau disebut metode *min-max* mampu dipakai untuk membantu siswa SMA dalam memilih jurusan di perguruan tinggi, sebab dalam metode ini dilakukan beberapa tahapan untuk mendapatkan *output*, yaitu (1) pembentukan himpunan *fuzzy*, (2) pembentukan aturan-aturan, (3) penentuan komposisi aturan, (4) penegasan/*Defuzzyfikasi*. Melalui tahapan tersebut maka dilakukan uji coba sistem, dari uji coba diperoleh .tingkat akurasi kecocokan data sebesar 89.54%.
5. Menurut (Dzulhaq & Imani, 2015) **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN KONSENTRASI JURUSAN MENGGUNAKAN FUZZY INFERENCE SISTEM METODE MAMDANI** Dengan adanya masalah-masalah yang terjadi di dalam

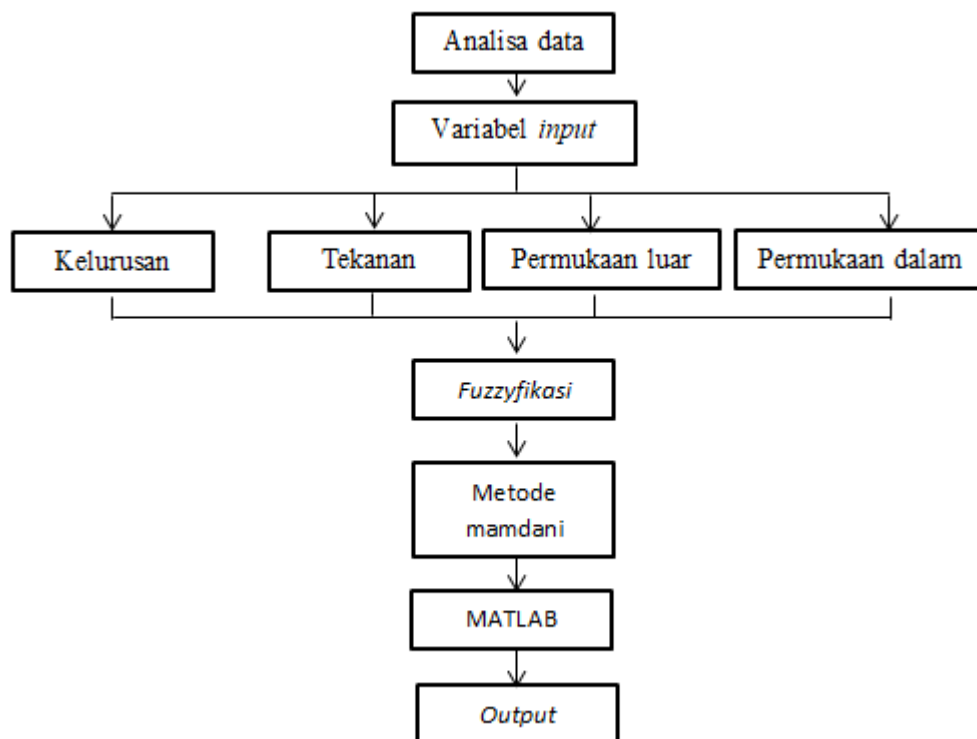
sistem berjalan sebelumnya dan melihat dari beberapa metode di atas, maka penulis mengusulkan alternatif pemecahan masalah dengan membuat sebuah sistem pendukung keputusan yang baru menggunakan *fuzzy inference* sistem metode mamdani karena metode *fuzzy* mudah dipahami. Sistem pendukung keputusan dibuat berdasarkan nilai tes potensi akademik dan minat, untuk membantu calon mahasiswa STMIK Bina Sarana Global dalam

6. Menurut (Saleh, 2015) **IMPLEMENTASI METODE FUZZY MAMDANI DALAM MEMPREDIKSI TINGKAT KEBISINGAN LALU LINTAS** dalam logika klasik dinyatakan bahwa segala sesuatu bersifat biner, itu artinya nilai keanggotaannya adalah 0 sampai 1. Namun besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika *fuzzy* dapat digunakan di berbagai bidang, seperti sistem diagnosa penyakit (dalam bidang kedokteran).
7. Menurut (Sitohang, Girsang, & Suharjito, 2017) **PREDICTION OF THE NUMBER OF AIRPORT PASSENGERS USING FUZZY C-MEANS AND ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM** *Fuzzy C-Means (FCM)* adalah metode hirarkis untuk menciptakan komposisi hirarkis dari data object yang menghasilkan cluster bersarang. Pengelompokan non-hierarkis memberikan n jumlah objek dan k yang merupakan jumlah kelompok yang terbentuk dan memproses objek tersebut ke dalam kelompok berdasarkan kriteria pengoptimalan tertentu,

di mana masing-masing kelompok merupakan representasi dari sebuah cluster.

2.5. Kerangka Pemikiran

Berdasarkan metode *fuzzy logic* dan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, maka penulis memiliki kerangka pemikiran bahwa pengambilan keputusan dapat menentukan kualitas pada perusahaan. Dengan begitu, perusahaan tidak terdapat kerugian yang banyak.



Gambar 2.12 Kerangka Pemikiran

Sumber : Data Olahan (2017)