

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Pengertian Logika Fuzzy

Logika *Fuzzy* adalah peningkatan dari logika Boolean yang mengenalkan konsep kebenaran sebagian. Di mana logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah binary (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak), logika *Fuzzy* menggantikan kebenaran boolean dengan tingkat kebenaran. Oleh karena itu logika Fuzzy dapat memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, hitam dan putih, dan dalam bentuk *linguistic*, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “setengah” dan “banyak”. Logika fuzzy pertama kali dikembangkan oleh Lotfi A. Zadeh seorang ilmuwan Amerika Serikat berkebangsaan Iran dari Universitas California di Berkeley (Syafitri 2016).

##### 2.1.1 Himpunan dan Logika Fuzzy

###### 1. Dari Himpunan Klasik ke Himpunan Samar (*fuzzy*)

Misalkan  $U$  sebagai semesta pembicaraan (himpunan semesta) yang berisi semua anggota yang mungkin dalam setiap pembicaraan atau aplikasi. Misalkan himpunan tegas  $A$  dalam semesta pembicaraan  $U$ . Dalam matematika ada tiga metode atau bentuk untuk menyatakan himpunan, yaitu metode pencacahan, metode pencirian dan metode keanggotaan. Metode pencacahan digunakan apabila suatu himpunan didefinisikan dengan mencacah atau mendaftar anggota-anggotanya. Sedangkan metode pencirian, digunakan apabila suatu himpunan

didefinisikan dengan menyatakan sifat anggota-anggotanya. Dalam kenyataannya, cara pencirian lebih umum digunakan, kemudian setiap himpunan A ditampilkan dengan cara pencirian sebagai berikut:

$$A = \{x \in U \mid x \text{ memenuhi suatu kondisi}\} \quad \dots(2.1)$$

Metode ketiga adalah metode keanggotaan yang mempergunakan fungsi keanggotaan nol-satu untuk setiap himpunan A yang dinyatakan sebagai  $\mu_A(x)$ .

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{Jika } x \in A \\ 0, & \text{Jika } x \notin A \end{cases} \quad \dots(2.2)$$

Fungsi pada persamaan (2.2) disebut fungsi karakteristik atau fungsi indikator. Suatu himpunan *fuzzy* A di dalam semesta pembicaraan U didefinisikan sebagai himpunan yang bercirikan suatu fungsi keanggotaan  $\mu_A$ , yang mengawankan setiap  $x \in U$  dengan bilangan real di dalam interval  $[0,1]$ , dengan nilai  $\mu_A(x)$  menyatakan derajat keanggotaan x di dalam A.

Dengan kata lain jika A adalah himpunan tegas, maka nilai keanggotaannya hanya terdiri dari dua nilai yaitu 0 dan 1. Sedangkan nilai keanggotaan di himpunan *fuzzy* adalah interval tertutup  $[0,1]$ .

## 2. Atribut

Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut, 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.

### 2.1.2 Istilah-istilah dalam logika *fuzzy*

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

1. Variabel *fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh: Umur, Temperatur, Permintaan, Persediaan, Produksi, dan sebagainya.

2. Himpunan *fuzzy*

Misalkan  $X$  semesta pembicaraan, terdapat  $A$  di dalam  $X$  sedemikian sehingga:

$$A = \{x, \mu_A[x] | x \in X, \mu_A: x \rightarrow [0,1]\} \quad ..(2.3)$$

Suatu himpunan *fuzzy*  $A$  di dalam semesta pembicaraan  $X$  didefinisikan sebagai himpunan yang bercirikan suatu fungsi keanggotaan  $\mu_A$ , yang mengawankan setiap  $x \in X$  dengan bilangan real di dalam interval  $[0,1]$ , dengan nilai  $\mu_A(x)$  menyatakan derajat keanggotaan  $x$  di dalam  $A$ .

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Misalkan  $X = \text{Umur}$  adalah variabel *fuzzy*. Maka dapat didefinisikan himpunan “Muda”, “Parobaya”, dan “Tua”.

3. 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. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya. Contoh: semesta pembicaraan untuk variabel umur:  $[0, +\infty]$ . Sehingga semesta pembicaraan dari variable umur adalah  $0 \leq \text{umur} < +\infty$ . Dalam hal ini, nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam variable umur adalah lebih besar dari atau sama dengan 0, atau kurang dari positif tak hingga.

#### 4. 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 maupun negatif. Contoh domain himpunan *fuzzy*: Muda  $= [0, 45]$  (Kusumadewi dan Purnomo, 2004).

### 2.1.3 Fungsi Keanggotaan

Jika  $X$  adalah himpunan objek-objek yang secara umum dinotasikan dengan  $x$ , maka himpunan *fuzzy*  $A$  di dalam  $X$  didefinisikan sebagai himpunan pasangan berurutan :  $(A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X\})$  (2.4)  $\mu_A(x)$  disebut

derajat keanggotaan dari  $x$  dalam  $A$ , yang mengindikasikan derajat  $x$  berada di dalam  $A$ . Dalam himpunan *fuzzy* terdapat beberapa representasi dari fungsi keanggotaan, salah satunya yaitu representasi linear. Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada 2 keadaan himpunan *fuzzy* yang linear, yaitu representasi linear naik dan representasi linear turun.

### 1. Representasi linear NAIK

Pada representasi linear NAIK, kenaikan nilai derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* ( $\mu[x]$ ) dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol  $[0]$  bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi. Fungsi keanggotaan representasi linear naik dapat dicari dengan cara sebagai berikut: Himpunan *fuzzy* pada representasi linear NAIK memiliki domain  $(-\infty, \infty)$  terbagi menjadi tiga selang, yaitu:  $[0, a]$ ,  $[a, b]$ , dan  $[b, \infty)$ .

#### a. Selang $[0, a]$

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* pada representasi linear NAIK pada selang  $[0, a]$  memiliki nilai keanggotaan=0

#### a. Selang $[a, b]$

Pada selang  $[a, b]$ , fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* pada representasi linear NAIK direpresentasikan dengan garis lurus

yang melalui dua titik, yaitu dengan koordinat  $(a,0)$  dan  $(b,1)$ . Misalkan fungsi keanggotaan *fuzzy* NAIK dari  $x$  disimbolkan dengan  $\mu[x]$ , maka persamaan garis lurus tersebut adalah :

$$\frac{\mu[x] - 0}{1 - 0} = \frac{x - a}{b - a}$$

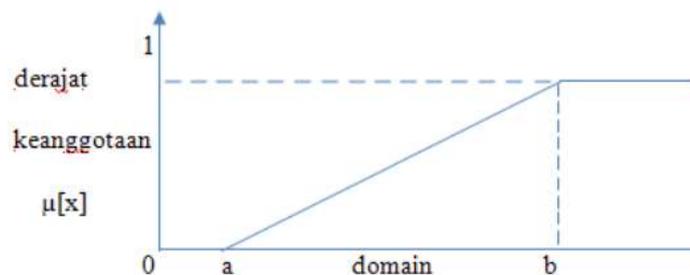
$$\Leftrightarrow \mu[x] = \frac{x - a}{b - a}$$

**b. Selang  $[b, \infty)$**

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & , \quad x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & , \quad a \leq x \leq b \\ 1 & , \quad x \geq b \end{cases} \quad \dots(2.5)$$

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* pada representasi linear NAIK pada selang  $[x_{\max}, \infty)$  memiliki nilai keanggotaan=0. Dari uraian di atas, fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* pada representasi linear NAIK, dengan domain  $(-\infty, \infty)$  adalah :

Himpunan *fuzzy* pada representasi linear NAIK direpresentasikan pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Grafik representasi linear naik (Kusumadewi dan Purnomo, 2004)

## 2. Representasi linear TURUN

Sedangkan pada representasi linear TURUN, garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* ( $\mu[x]$ ) tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* lebih rendah. Fungsi keanggotaan representasi linear TURUN dapat dicari dengan cara sebagai berikut: Himpunan *fuzzy* pada representasi linear TURUN memiliki domain  $(-\infty, \infty)$  terbagi menjadi tiga selang, yaitu:  $[0, a]$ ,  $[a, b]$ , dan  $[b, \infty)$ .

### a. Selang $[0, a]$

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* pada representasi linear TURUN pada selang  $[0, a]$  memiliki nilai keanggotaan=0

### b. Selang $[a, b]$

Pada selang  $[a, b]$ , fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* pada representasi linear TURUN direpresentasikan dengan garis lurus yang melalui dua titik, yaitu dengan koordinat  $(a, 1)$  dan  $(b, 0)$ . Misalkan fungsi keanggotaan *fuzzy* TURUN dari  $x$  disimbolkan dengan  $\mu[x]$ , maka persamaan garis lurus tersebut adalah:

$$\frac{\mu[x] - 0}{1 - 0} = \frac{x - b}{a - b}$$

$$\Leftrightarrow \mu[x] = \frac{x - b}{a - b}$$

Karena pada selang  $[a,b]$ , gradien garis lurus=-1, maka persamaan garis lurus tersebut menjadi:

$$\mu[x] = (-1) \left( \frac{x - b}{a - b} \right)$$

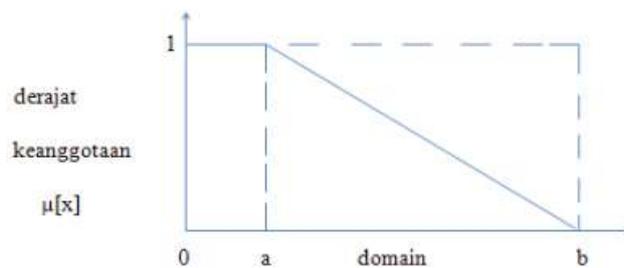
$$\mu[x] = \frac{b - x}{b - a} \quad ..(2.7)$$

c. **Selang  $[b,\infty)$**

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* pada representasi linear TURUN pada selang  $[b, \infty]$  memiliki nilai keanggotaan=0. Dari uraian di atas, fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* pada representasi linear TURUN, dengan domain  $(-\infty, \infty)$  adalah:

$$\mu[x] = \begin{cases} 1, & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & x \geq b \end{cases} \quad ..(2.8)$$

Himpunan *fuzzy* pada representasi linear turun direpresentasikan pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Grafik representasi linear turun (Kusumadewi dan Purnomo, 2004)

#### 2.1.4 Teori Operasi Himpunan

Ada dua operasi pokok dalam himpunan *fuzzy*, yaitu:

### 1. Konjungsi *fuzzy*

Konjungsi *fuzzy* dari A dan B dilambangkan dengan  $A \wedge B$  dan didefinisikan oleh:

$$\mu_{A \wedge B} = \mu_A(x) \cap \mu_B(y) = \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad ..(2.9)$$

### 2. Disjungsi *fuzzy*

Disjungsi *fuzzy* dari A dan B dilambangkan dengan  $A \vee B$  dan didefinisikan oleh:

$$\mu_{A \vee B} = \mu_A(x) \cup \mu_B(y) = \max(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad ..(2.10)$$

## 2.2 Metode *Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani*

Metode Mamdani

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama metode MIN - MAX. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output diperlukan 4 tahapan, diantaranya:

#### 1. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Pada metode Mamdani baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy, dan di setiap variabel input maupun output terdapat variabel linguistik.

#### 2. Aplikasi Fungsi

Implikasi Pada Metode Mamdani, setelah diperoleh variabel input dan output, langkah selanjutnya adalah menentukan aplikasi fungsi implikasi.

#### 3. Komposisi Aturan

Setelah diperoleh hasil dari fungsi implikasi, langkah selanjutnya adalah menentukan komposisi tiap-tiap aturan dan metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu Metode MAX (maximum).

#### 4. Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzy adalah suatu himpunan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Salah satu metode dari defuzzifikasi adalah metode centroid. Metode centroid dapat disebut Center of Area (Center of Gravity) adalah metode yang paling lazim dan paling banyak diusulkan oleh banyak peneliti untuk digunakan.

### 2.3 Arduino

Arduino Uno adalah board mikrokontroler yang di dalamnya terdapat mikrokontroler, penggunaan jenis mikrokontrolernya berbeda-beda tergantung spesifikasinya. Pada Arduino Uno digunakan mikrokontroler berbasis ATmega 328. Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset (Mandarani 2014).



Gambar 2.3 Arduino Uno.

## 2.4 Sensor Suhu

Sensor DHT merupakan sensor suhu dan kelembaban dari Aosong Electronic yang terdiri dari dua bagian yaitu sensor kelembaban kapasitif dan thermistor. Sensor ini tidak memerlukan rangkaian pengendali sinyal dan ADC karena menggunakan cip mikropengendali dengan keluaran sinyal digital . DHT memiliki banyak varian, salah satunya yaitu DHT22 (AM2302) dengan bentuk fisik seperti pada gambar 2.4.

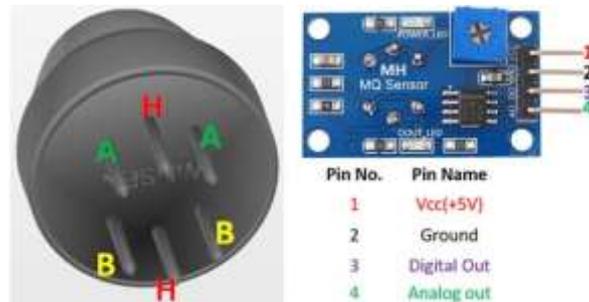


Gambar 2.4. Sensor DHT22

## 2.5 Sensor Gas MQ Series

Sensor gas Series adalah sensor gas yang berfungsi untuk mendeteksi gas-gas yang ada pada rumah atau industri, seperti gas LPG, butane, propane, methane, ethilene, alkohol, hidrogen, dan asap. Ketika sensor mendeteksi keberadaan gas-gas tersebut, maka resistansi elektrik sensor akan turun. Dengan memanfaatkan prinsip kerja dari sensor MQ Series ini, kandungan gas-gas tersebut dapat diukur.

Berikut gambar dari sensor gas MQ Series dapat dilihat pada gambar 2.5:



Gambar 2.5 Sensor Gas MQ Series

## 2.6 Ethernet Shield

arduino board agar terhubung ke jaringan komputer. Ethernet shield berbasiskan cip ethernet Wiznet W5100. Ethernet library digunakan dalam menulis program agar arduino board dapat terhubung ke jaringan dengan menggunakan arduino ethernet shield. Arduino board berkomunikasi dengan W5100 SPI (Serial Peripheral Interface). Komunikasi ini diatur oleh library SPI.h dan Ethernet.h. Bus SPI menggunakan pin digital 11, 12 dan 13 pada Arduino Uno. Pin digital 10 digunakan untuk memilih cip W5100. Pin-pin yang sudah disebutkan sebelumnya tidak dapat digunakan untuk *input/output* umum ketika kita menggunakan ethernet shield (Simanjuntak 2013).

## 2.7 Pengertian Internet of Things

Definisi internet of Things (IoT) Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, remote control, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di

dunia nyata. Pada dasarnya internet of things atau sering disebut IoT adalah sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung (Waluyo dan Satyo 2018).

## 2.8 Suhu Dan Kelembaban

Suhu adalah besaran fisika yang menyatakan derajat panas suatu zat.

Kelembaban adalah konsentrasi uap air di udara. Angka konsentasi ini dapat diekspresikan dalam kelembaban absolut, kelembaban spesifik atau kelembaban relative.

Batas kenyamanan menurut SNI 03-6572-2001 adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Batas Kenyamanan Thermal Menurut SNI 03-6572-2001

	<b>Temperature Efektif</b>	<b>Kelembababn</b>
<b>Sejuk Nyaman</b>	20.5°C TE-22.8°C	50%
<b>Ambang Atas</b>	24°C TE	80%
<b>Nyaman Optimal</b>	22.8°C TE-25.8°C	70%
<b>Ambang Atas</b>	28°C TE	
<b>Hangat Nyaman</b>	25.8°C TE-27.1°C	60%
<b>Ambang Atas</b>	31°C TE	

## 2.9 Penelitian Terkait

Literatur review berisi uraian tentang teori, temuan dan bahan penelitian yang diperoleh dari bahan acuan untuk dijadikan landasan kegiatan penelitian. Adapun penelitian yang berhubungan dengan penelitian ini antara lain yaitu :

Tabel 2.2 Penelitian Terkait

No	Ruang Lingkup Penelitian	Putri Mandarani (2014)	Putri Asriya (2016)	Heri Susanto (2013)	Penelitian Terkini
1	Menampilkan Suhu	✓	✓	✓	✓
2	Menampilkan Kelembaban	✓	✓	✓	✓
3	Menampilkan Intensitas CO	✓			✓
4	Menampilkan Status Kenyamanan				✓
5	Menampilkan Status Polutan				✓