# BAB II

# TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas dasar-dasar teori yang berkaitan dengan penelitian. Adapun teori-teori yang akan digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

## 2.1. *Fuzzy logic*

Teori himpunan logika samar dikembangkan oleh Prof. Lofti Zadeh pada tahun 1965. Zadeh berpendapat bahwa logika benar dan salah dalam logika konvensional tidak dapat mengatasi masalah gradasi yang berada pada dunia nyata. Untuk mengatasi masalah gradasi yang tidak terhingga tersebut, Zadeh mengembangkan sebuah himpunan *Fuzzy*. Tidak seperti logika boolean, logika *Fuzzy* mempunyai nilai yang kontinue. Samar dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama.[8]

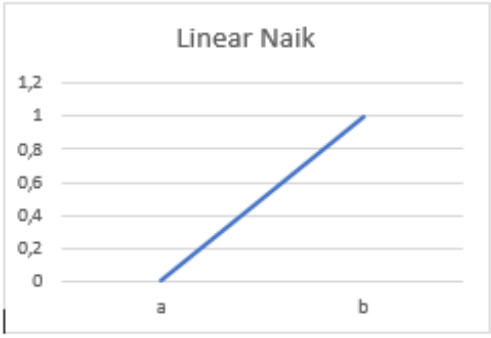
## 2.2. Kontrol Logika *Fuzzy*

Himpunan *Fuzzy* didasarkan pada nilai interval [0,1] yang berarti bahwa alam semesta tidak hanya 0 dan 1, atau *true* dan *false* tetapi juga semua nilai yang ada di antara kedua nilai tersebut. Tahapan pembentukan kendali logika *Fuzzy* meliputi fuzzifikasi, inferensi logika *Fuzzy* dan defuzzifikasi. Berikut adalah proses dari logika *Fuzzy*.

a. Fuzzifikasi

Merupakan proses mengubah nilai input dari variabel digital menjadi *Fuzzy* sesuai dengan kurva fungsi keanggotaan input. Ada beberapa jenis kurva yaitu :

1) Linear naik, yaitu fungsi dari nilai keanggotaan 0 dan meningkat hingga nilai yang lebih tinggi.

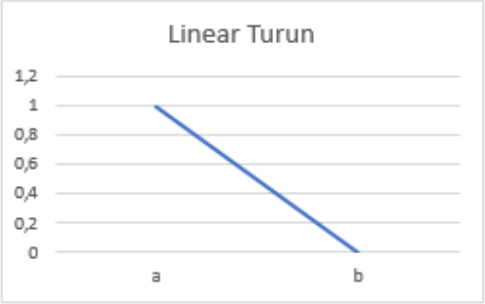



**Gambar 2. 1.** Fungsi keanggotaan linear naik.

Dengan persamaan fungsi keanggotaan :

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

2) Linear menurun, yaitu fungsi dari keanggotaan 1 yang menurun hingga nilai yang lebih tinggi.




**Gambar 2. 2.** Fungsi keanggotaan linear turun

Dengan persamaan fungsi keanggotaan:

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

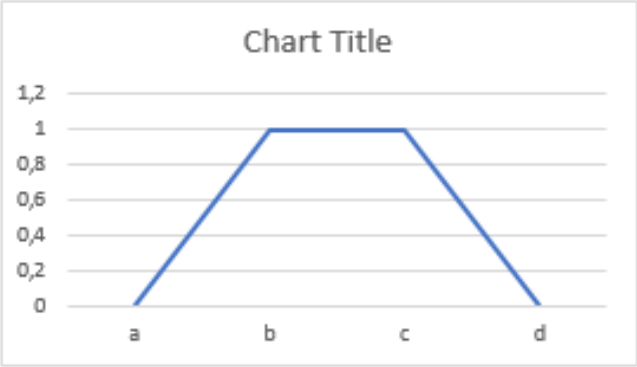
3) Kurva segitiga, yaitu gabungan antara fungsi linier naik dan menurun.

**Gambar 2. 3.** Fungsi kurva segitiga

Dengan persamaan fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ \dfrac{(x-a)}{(b-a)} & a \leq x \leq b \\ \dfrac{(c-x)}{(c-b)} & b \leq x \leq c \\ 0 & x > c \end{cases}$$

4) Kurva trapesium, yaitu merupakan kurva gabungan antara kurva segitiga dengan beberapa titik yan bernilai satu diantara fungsi linear naik dan linear turun.

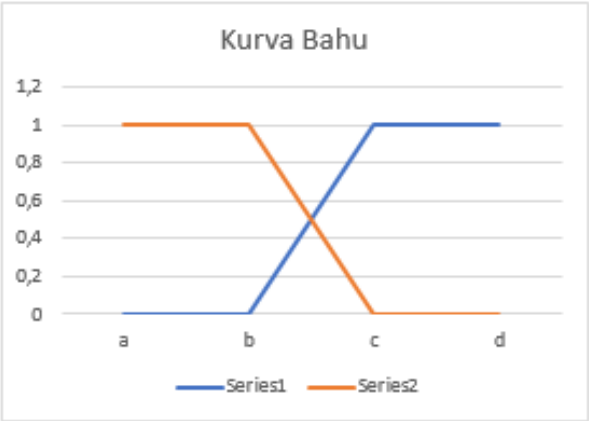



**Gambar 2. 4.** Fungsi kurva trapesium

Dengan persamaan fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ \dfrac{(x-a)}{(b-a)} & a \leq x \leq b \\ 1 & b \leq x \leq c \\ \dfrac{(d-x)}{(d-c)} & c \leq x \leq d \\ 0 & x > d \end{cases}$$

5) Kurva bahu, yaitu merupakan kurva gaungan dari beberapa fungsi keanggotaan dalam satu dungsi yang saling bersinggungan.




**Gambar 2. 5.** Fungsi kurva bahu

Dengan persamaan fungsi keanggotaan:

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

b. *Fuzzy logic Inference*

Pada tahap ini nilai dari hasil fuzifikasi akan diolah dengan mengevaluasi setiap rule menggunakan input *Fuzzy* dari derajat keanggotaan. Pada bagian ini jika terdapat dua himpunan keanggotaan *Fuzzy*, Maka akan dilakukan operasi *Fuzzy* untuk menggabungkan dua atau lebih fungsi keanggotaan *Fuzzy*.

c. Defuzifikasi

Pada tahap ini, himpunan *Fuzzy* akan diubah kembali menjadi bentuk digital untuk digunakan dalam proses kontrol. Proses defuzzifikasi dapat dilakukan dengan cara seperti pada persamaan di bawah ini.

- *Centroid of Area*

$$Z_{COA} = \frac{\int z\mu A(z) z \, dz}{\int z\mu A(z) \, dz}$$

- *Bisector of Area*

$$\int_{\alpha}^{z\,BOA} \mu A(z) dz = \int_{z\,BOA}^{\beta} \mu A(z) dz$$

- *Mean of Maximum*

$$Z_{MOM} = \frac{\int z'z\,dz}{\int z'dz}$$

## 2.3. Mikrokontroler Arduino

Mikrokontroler merupakan chip atau integrated circuit (ICs) yang dapat diprogram menggunakan komputer, Arduino merupakan platform elektronik *open source* yang berisi komponen utama yaitu chip mikrokontroler jenis *Advanced Versatile Risc* (AVR) dari sebuah PC. Mikrokontroler sendiri merupakan chip atau *integrated circuit* (IC) yang dapat diprogram menggunakan komputer. Tujuan penyematan pogram pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca masukan, mengolah masukan dan kemudian menghasilkan keluaran yang diinginkan. Oleh karena itu, mikrokontroler merupakan "otak" dari input, output dan pemorosesan pada rangkaia elektronik.

Mikrokontroler Atmega328P disertakan pada papan pengembangan Arduino Uno atau Arduino Nano. Atmega2560 juga adalah salah satu mikrokontroler dengan spesifikasi di atas Atmega328. Atmega2560 dapat ditemukan pada *development board* Arduino Mega. Dapat dilihat setiap *development board* memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, Arduino Nano dari segi bentuk menjadi jenis terkecil, Arduino Mega jenis memiliki pin paling banyak dan Arduino Uno adalah papan yang paling umum digunakan. Bentuk fisik dari *development board* seperti pada **tabel 2.1.** di bawah ini.

**Tabel 2. 1.** Spesifikasi *development board*

| **Spesifikasi** | **Arduino Uno** | **Arduino Nano** | **Arduino Mega** |
|---|---|---|---|
| **Miktrokontroler** | ATMEGA328P | ATMEGA328P | ATMEGA2560 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Arsitektur** | 8-bit | 8-bit | 8-bit |
| **Dimensi** | 68.6 mm × 53.3 mm | 43.18 mm × 18.54 mm | 101.52 mm × 53.3 mm |
| **Tegangan masukan** | 5V / 7-12V | 5V / 7-12V | 5V / 7-12V |
| **Kecepatan CPU** | 16 MHz | 16 MHz | 16 MHz |
| **I/O Analog** | 6/0 | 8/0 | 16/0 |
| **I/O Digital / PWM** | 14/6 | 14/6 | 54/15 |
| **EEPROM / SRAM [kB]** | ½ | 1/2 | 4/8 |
| **Memori Flash** | 32kB | 32kB | 256kB |
| **USART** | 1 | 1 | 1 |
| **I2C** | 2 | 1 | 2 |

Berikut adalah **gambar 2.6.** Jenis Arduino

**Gambar 2. 6.** Jenis Arduino

Dengan menimbang dan memperhatikan kebutuhan penelitian dari jumlah pin yang akan digunakan, juga kemampuan proses maka Arduino Uno merupakan mikrokontroler yang tepat untuk digunakan dalam penelitian ini karena jumlah pin yang cukup digunakan untuk memproses data sensor dari 3 kolam, serta mampu melakukan pengolahan logika *Fuzzy* dan membaca sensor yang digunakan dalam penelitian ini.

## 2.4. Sensor Suhu DS18B20

Kebanyakan sensor suhu memiliki tingkat rentang terukur yang sempit serta akurasi yang rendah namun memiliki biaya yang tinggi. Sensor suhu DS18B20 dengan kemampuan tahan air (*waterproof*) cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit, atau basah. Karena keluaran data sensor ini merupakan data digital, maka kita tidak perlu khawatir terhadap degradasi data ketika menggunakan untuk jarak yang jauh. DS18B20 menyediakan 9 bit hingga 12 bit yang dapat dikonfigurasi data. Karena setiap sensor DS18B20 memiliki silikon serial number yang unik, maka beberapa sensor DS18B20 dapat dipasang dalam 1 bus. Hal ini memungkinkan pembacaan suhu dari berbagai tempat. Meskipun secara datasheet sensor ini dapat membaca suhu hingga 125°C, namun dengan penutup kabel dari PVC disarankan untuk penggunaan tidak melebihi 100°C. Berikut adalah **tabel 2.2.** spesifikasi DS18B20.

**Tabel 2. 2.** Spesifikasi DS18B20

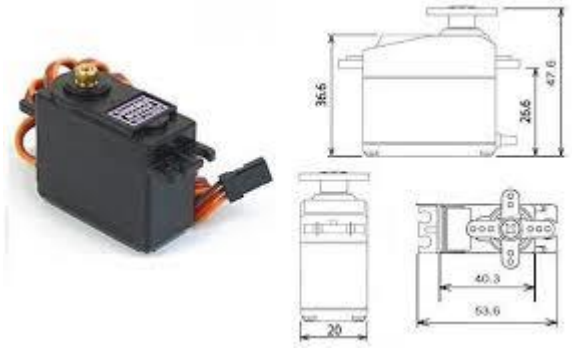
| | |
|---|---|
| Tegangan Masukan | 3 – 5 V power / data |
| Akurasi | ±0.5°C sampai -10°C, dan -10°C sampai +85°C |
| Batas Temperature | -55 sampai 125°C atau -67°F sampai +257°F |
| Menyediakan 9 bit hingga 12 bit yang dapat dikonfigurasi data | |
| Menggunakan 1 kabel Antarmuka (Interface) dan hanya 1 digital pin untuk komunikasi | |
| Data pengenalan Identitas yang disimpan 64 bit | |
| Memiliki batas peringatan jika suhu tinggi | |
| Waktu tunggu data masuk 750ms | |
| Bahan Stainl | |

Berikut adalah **gambar 2.7.** sensor suhu DS18B20

**Gambar 2. 7.** Sensor suhu DS18B20

## 2.5. Motor Servo MG996R

Motor servo MG996R ini adalah versi lebih baru dari servo motor seri MG946 dan MG995, servo motor berkinerja tinggi dengan gear logam (metal gear), ball bearing ganda, 180° rotasi, kabel koneksi sepanjang 30 cm, dan dilengkapi dengan aksesoris untuk digunakan sesuai kebutuhan. Gambar 2.11 Motor Servo MG996R Servo motor ini cocok untuk aplikasi yang membutuhkan motor dengan torsi yang memadai hingga 13 kg.cm (batas stall torque pada 7,2 Volt). Dibanding pendahulunya (MG995), servo ini bekerja dengan lebih akurat, lebih cepat dan responsif, dan berdaya lebih kuat. Pada catu daya 4,8 Volt yang merupakan tegangan minimum untuk mengoperasikan motor ini, kecepatan operasi motor ini mencapai 0,17 detik untuk rotasi 60° (pada catu daya 4,8 Volt tanpa beban), dengan batas stall torque sebesar 9,4 kg.cm. . Berikut merupakan **gambar 2.8.** dari *solenoid valve*.




**Gambar 2. 8.** Motor Servo MG996R

Servo motor ini cocok untuk aplikasi yang membutuhkan motor dengan torsi yang memadai hingga 13 kg.cm (batas stall torque pada 7,2 Volt). Dibanding pendahulunya (MG995), servo ini bekerja dengan lebih akurat, lebih cepat dan responsif, dan berdaya lebih kuat. Pada catu daya 4,8 Volt yang merupakan tegangan minimum untuk mengoperasikan motor ini, kecepatan operasi motor ini mencapai 0,17 detik untuk rotasi 60° (pada catu daya 4,8 Volt tanpa beban), dengan batas stall torque sebesar 9,4 kg.cm.  di bawah ini adalah **tabel 2.3.** spesifikasi servo mg996r

**Tabel 2. 3.** Spesifikasi Servo MG99R

| Spesifikasi | Keterangan |
|---|---|
| Putaran | 9.4kg/cm(4.8v)<br>11kg/cm(6.0v) |
| Kecepatan | 0.19sec/60degree(4.8v) 0.15sec/60degree(6.0v) |
| Dimnensi | Panjang: 40.7mm<br>Lebar: 19.7mm<br>Tinggi: 42.9mm |
| Berat | 55g |
| Jenis Roda | Metal |

## 2.6. Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. Berikut adalah gambar struktur sederhana relay seperti pada **gambar 2.9.**

**Gambar 2. 9.** *Module relay* 2 *channel*

## 2.7. Solenoid Valve

Solenoid valve merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan / selenoida. Solenoid valve ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida. Seperti pada sistem pneumatik, sistem hidrolik ataupun pada sistem kontrol mesin yang membutuhkan elemen kontrol otomatis. Contohnya pada sistem pneumatik, solenoid valve bertugas untuk mengontrol saluran udara yang bertekanan menuju

aktuator pneumatik(cylinder). Atau pada sebuah tandon air yang membutuhkan solenoid valve sebagai pengatur pengisian air, sehingga tandon tersebut tidak sampai kosong. Ukuran solenoid valve pun akan disesuaikan dengan kebutuhan yang akan digunakan pada kolam, karena ukuran solenoid valve akan mempengaruhi keluar masuknya air dalam kolam. Berikut merupakan **gambar 2.10** dari solenoid valve.

**Gambar 2. 10.** *Solenoid valve*

Berikut adalah tabel spesifikasi solenoid valve seperti pada **tabel 2.4**

**Tabel 2. 4.** Spesifikasi *solenoid valve*

| Spesifikasi | Keterangan |
|---|---|
| Model | 2W – 200 – 20 |
| Tegangan | 220V |
| Daya | 2 W |
| Ukuran Pipe | 1/5” |
| Teperature | -5°C - 80°C |
| Operasi Tekanan | Min. 0kg/cm3 - Max. 10kg/cm3 |
| Jenis | Normal Close |