

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. Kontrol Logika Fuzzy

Kata Fuzzy merupakan kata sifat yang berarti kabur, tidak jelas. *Fuzziness* atau kekaburan atau ketidakjelasan atau ketidakpastian selalu meliputi keseharian manusia. Logika fuzzy adalah cara untuk memetakan ruang input kedalam ruang output. Logika fuzzy bekerja dengan memanfaatkan derajat keanggotaan berdasarkan aturan yang telah ditentukan untuk menghasilkan suatu nilai. Antara input dan output terdapat sebuah kotak hitam yang menghubungkan antara input dan output dengan sesuai. Sebagaimana penemunya harapan, logika fuzzy dibuat untuk mengatasi nilai-nilai pada lingkungan yang tidak laminar dikarenakan kepresisian akan membutuhkan banyak hal. Sebagaimana perancangnya yaitu Lotfi A. Zadeh harapan, logika fuzzy dibuat untuk mengatasi nilai nilai pada lingkungan yang tidak laminar dikarenakan kepresisian akan membutuhkan banyak hal. Maka dari itu dibuatlah sebuah sistem kontrol yang dapat menangani nilai yang fleksibel terhadap lingkungan, dapat menangani perubahan nilai, mudah dan murah [17], [18]. Kontrol logika *fuzzy* dalam beberapa penelitian terbukti dapat bekerja baik untuk menghasilkan sebuah sistem kendali yang relatif mendekati setpoint [19], [20].

Himpunan *fuzzy* didasarkan oleh nilai interval $[0,1]$ yang berarti bahwa semesta pembicaraan ini tidak hanya bernilai 0 dan 1, atau salah dan benar, namun segala nilai yang ada diantara kedua nilai tersebut. Tahapan dalam membangun kontrol logika *fuzzy* antara lain fuzzifikasi, *fuzzy logic inference*, dan defuzzifikasi [19]. Berikut penjabaran dari proses kontrol logika fuzzy.

1. Fuzzifikasi

Proses fuzzifikasi yaitu proses mengubah nilai masukan variabel numerik menjadi bentuk nilai fuzzy berdasarkan kurva fungsi keanggotaan input. Terdapat beberapa jenis kurva, antara lain:

- Linier naik, yaitu fungsi yang berawal pada derajat keanggotaan 0 dan semakin meningkat hingga nilai domain yang lebih tinggi.



Gambar 2. 1. Fungsi keanggotaan linear naik.

Dengan persamaan fungsi keanggotaan :

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

- Linear menurun yaitu berawal dari derajat keanggotaan 1 yang menurun hingga nilai domain yang lebih tinggi.

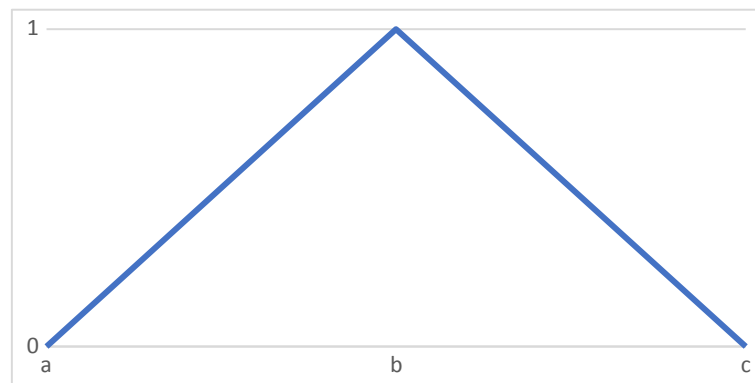


Gambar 2. 2. Fungsi keanggotaan linear menurun.

Dengan persamaan fungsi keanggotaan:

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

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

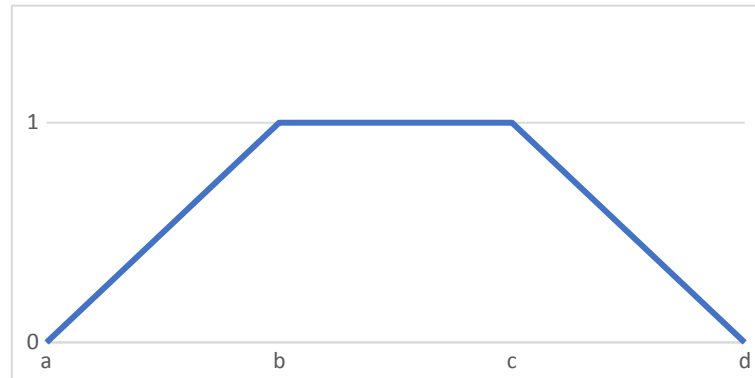


Gambar 2. 3. Fungsi segitiga.

Dengan persamaan fungsi keanggotaan:

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

- Kurva trapesium, yaitu gabungan antara kurva segitiga dengan beberapa titik yang bernilai satu diantara fungsi linear naik dan turun.

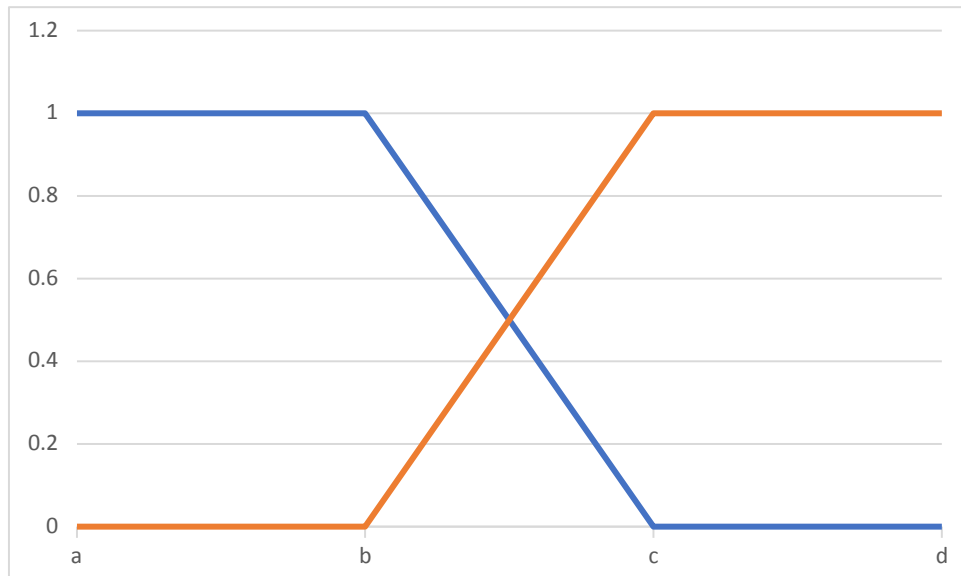


Gambar 2. 4. Fungsi trapesium.

Dengan persamaan fungsi keanggotaan:

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

- Kurva bahu, yaitu gabungan dari beberapa fungsi keanggotaan dalam 1 fungsi yang saling bersinggungan.



Gambar 2. 5. Fungsi bahu.

Dengan persamaan fungsi keanggotaan:

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

1. Fuzzy logic inference

Dalam tahap ini, nilai hasil fuzzifikasi akan di proses dengan di evaluasi tiap aturan nya dengan masukan fuzzy dengan hubungan derajat keanggotaannya. Pada bagian ini, apabila terdapat 2 himpunan keanggotaan fuzzy maka akan dilakukan operasi fuzzy untuk mengkombinasikan 2 atau lebih fungsi keanggotaan fuzzy. Terdapat 3 operasi dasar, yaitu.

- Operator And

Operator ini berhubungan dengan interseksi pada himpunan yang menghasilkan nilai keanggotaan terkecil antara himpunan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[x])$$

- Operator Or

Operator ini berhubungan dengan komplemen pada himpunan yang menghasilkan nilai keanggotaan terbesar antara himpunan.

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

- Operator Not

Operator ini berhubungan dengan komplemen pada himpunan yang menghasilkan nilai keanggotaan elemen dengan 1.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A[x]$$

Kemudian, nilai derajat keanggotaan yang telah didapatkan dari proses operasi tersebut akan di aplikasikan dengan aturan IF-THEN. Untuk menghubungkan Input dan Output, dibutuhkan sebuah aturan IF-THEN sebagai operasi sebab akibat dalam sistem kendali fuzzy.

2. Defuzifikasi

Dalam tahap ini himpunan fuzzy akan diubah kembali menjadi bentuk numerik untuk digunakan dalam proses pengendalian. Proses defuzzifikasi dapat dilakukan dengan cara :

- *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*

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

2.2. Mikrokontroler

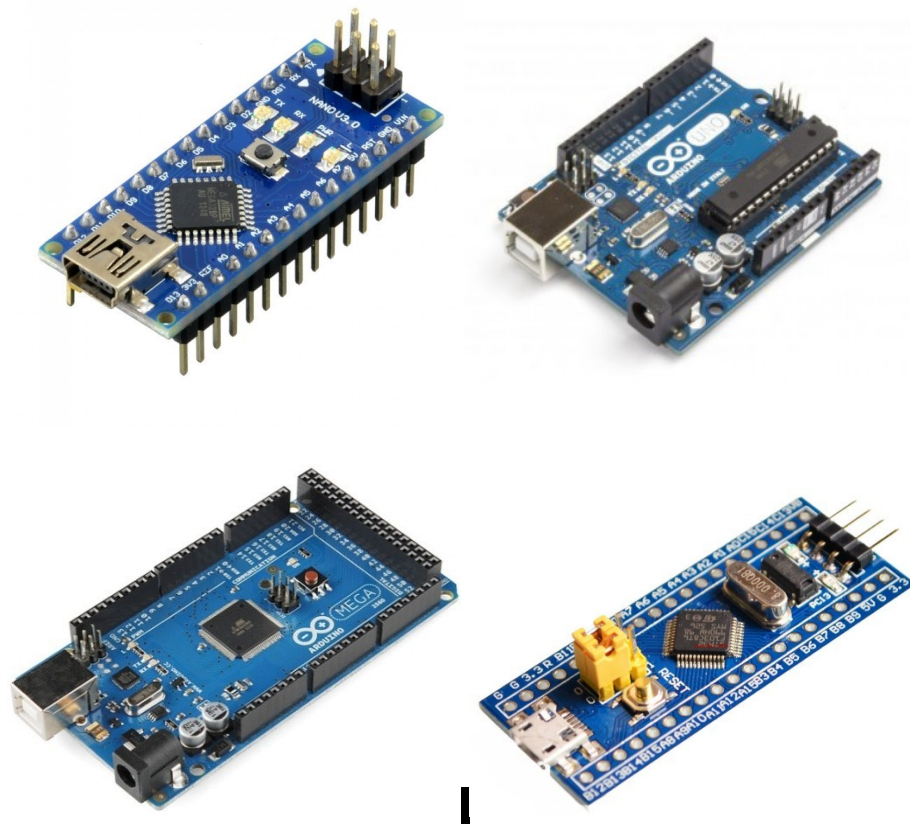
Mikrokontroler adalah sebuah perangkat elektronik yang dapat di program dan dapat terintegrasi dengan sensor ataupun aktuator untuk menjalankan tugas tertentu. Mikrokontroler ATmega328P terdapat dalam *development board* Arduino Uno atau Arduino Nano. ATmega2560 juga dapat menjadi pilihan. ATmega2560 adalah salah satu mikrokontroler dengan spesifikasi diatas ATmega328. ATmega2560 dapat ditemukan di *development board* Arduino Mega. Selain keluarga ATmega, ada juga mikrokontroler STM32 buatan STMicroelectronics dengan spesifikasi yang jauh diatas mikrokontroler yang disebutkan sebelumnya. *Development board* yang menggunakan STM32 diantaranya adalah Bluepill. Berikut spesifikasi dari setiap *development board* pada **tabel 2.1**.

Pada **tabel 2.1** bisa dilihat bahwa setiap *development board* memiliki kelebihan dan kekurangan masing masing. Arduino Nano merupakan yang terkecil dibandingkan dengan yang lain, Arduino Mega memiliki pin terbanyak, Bluepill memiliki spesifikasi paling tinggi, sedangkan Arduino Uno merupakan *development board* yang paling umum digunakan dan memiliki banyak sekali

dokumentasi projek. Dapat dilihat bentuk fisik dari development board diatas pada **gambar 2.6**.

Tabel 2. 1. Spesifikasi *development board*.

Spesifikasi	Arduino Uno	Arduino Nano	Arduino Mega	Bluepill
Mikrokontroler	ATMEGA328P	ATMEGA328P	ATMEGA2560	STM32
Arsitektur	8-bit	8-bit	8-bit	32-bit
Dimensi	68.6 mm × 53.3 mm	43.18 mm × 18.54 mm	101.52 mm × 53.3 mm	53mm x 18mm
Tegangan masukan	5V / 7-12V	5V / 7-12V	5V / 7-12V	5V
Kecepatan CPU	16 MHz	16 MHz	16 MHz	72MHz
I/O Analog	6/0	8/0	16/0	14/0
I/O Digital / PWM	14/6	14/6	54/15	16/12
EEPROM / SRAM [kB]	1/2	1/2	4/8	2/20
Memori Flash	32kB	32kB	256kB	64kB
USART	1	1	1	3
I2C	2	1	2	2



Gambar 2. 6. Bentuk dari Arduino Nano(atas-kiri), Arduino Uno(atas-kanan), Arduino Mega(bawah-kiri), dan Bluepill(bawah-kanan).

Dengan memperhatikan kebutuhan jumlah pin, dimensi dan kemampuan proses, Arduino Nano merupakan yang paling cocok digunakan dalam penelitian ini dikarenakan bentuknya yang paling ringkas, mampu melakukan pengolahan logika fuzzy, membaca beberapa sensor sekaligus dan mengontrol gerakan servo.

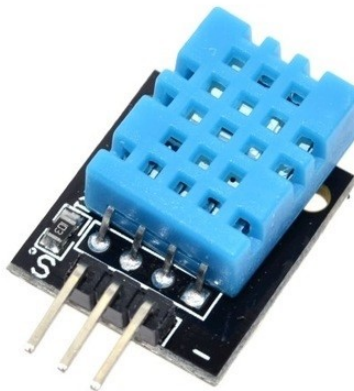
2.3. DHT11

Sebagai timbal balik dari sistem kendali, sebuah sensor dibutuhkan dalam menentukan nilai suhu aktual pada saat alat berjalan. Sensor merupakan perangkat yang berperan dalam mengakuisisi data nilai yang terdapat di alam menjadi kuantitas yang dapat diproses oleh sebuah komputer [16]. Pada penelitian ini dibutuhkan sensor yang dapat mengukur besaran suhu udara relatif. Sensor DHT

DHT11 adalah salah satu sensor suhu dan kelembaban digital dengan kemampuan membaca suhu dari 0-50°C dengan akurasi $\pm 2^\circ\text{C}$. Berikut spesifikasi dari DHT11 pada **tabel 2.2.** dan bentuk sensor DHT11 pada **gambar 2.7.**

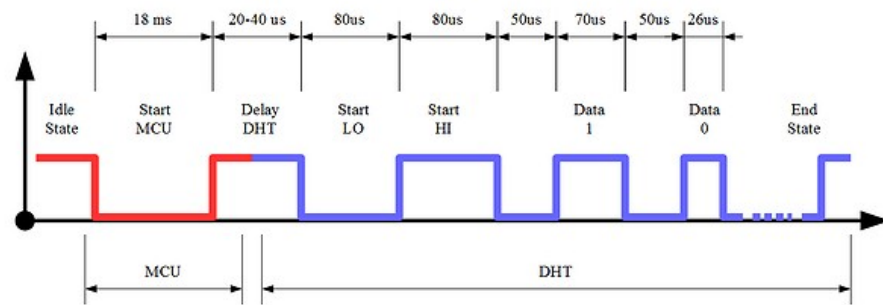
Tabel 2. 2. Spesifikasi DHT11.

Rentang pengukuran temperatur	0 – 50°C
Akurasi pengukuran temperatur	$\pm 1^\circ\text{C}$ hingga 2°C
Rentang pengukuran kelembaban	30% - 90%
Akurasi pengukuran kelembaban	$\pm 4\%$ hingga 5%
Tegangan operasi	3,3V hingga 5V
Resolusi	8bit
Waktu sampling	≥ 1 detik



Gambar 2. 7. Sensor DHT11.

DHT11 merupakan sensor dengan protokol komunikasi 1 bus atau OneWire atau hanya membutuhkan 1 pin dengan transmisi data 8-bit. Berikut adalah protokol pengiriman data oleh DHT11 pada **gambar 2.8.**



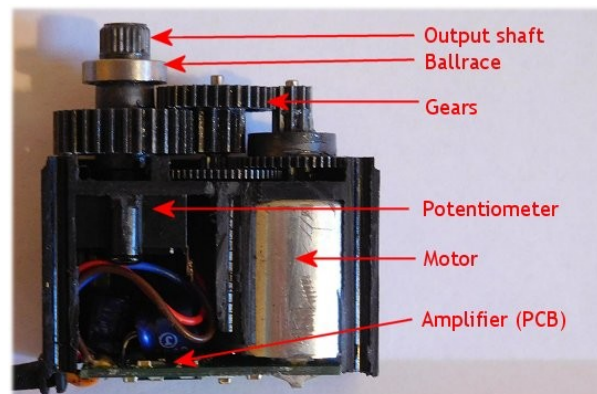
Gambar 2. 8. Protokol pengiriman data DHT11.

Mikrokontroler pada saat *idle* akan pada posisi high. Saat Mikrokontroler memulai, pin akan low selama 18ms, kemudian akan high mengirimkan data high pada sensor, apabila sensor membalas, maka protokol I/O akan dimulai. Kemudian, DHT akan mengirimkan 2 sinyal low selama 80 μ s kemudian high selama 80 μ s. Kemudian DHT pun akan mengirimkan data suhu dengan cara apabila DHT mengirim sinyal high selama 26-28 μ s, maka nilai yang dikirimkan adalah 0, dan apabila DHT mengirim sinyal selama 70 μ s, maka nilai yang dikirimkan adalah 1. Setelah mengirimkan data, sensor akan low selama 50 μ s hingga mengirim data berikutnya.

Sensor DHT11 mengirim data sebanyak 5 byte yang secara berurutan terdiri dari 1 byte kelembaban level tinggi, 1 byte kelembaban level rendah, 1 byte suhu level tinggi, 1 byte suhu level rendah, dan parity bit. 1 byte level tinggi merupakan byte yang mendefinisikan nilai didepan koma. 1 byte level rendah merupakan byte untuk mendefinisikan nilai dibelakang koma. 1 byte parity digunakan untuk memverifikasi setiap byte yang diterima sebelumnya.

2.4. Motor Servo

Motor servo adalah komponen elektronika yang berupa motor yang memiliki sistem umpan balik guna memberikan informasi posisi putaran motor aktual yang diteruskan pada rangkaian kontrol mikrokontroler. Pada dasarnya **motor servo** banyak digunakan sebagai aktuator yang membutuhkan posisi putaran motor yang presisi. Apabila pada motor DC biasa hanya dapat dikendalikan kecepatannya serta arah putaran, lain halnya pada motor servo yaitu penambahan besaran parameter yang dapat dikendalikan berdasarkan sudut/derajat. Komponen utama penyusun motor servo antara lain motor DC, roda gigi, potensiometer serta kontroler servo. Berikut komponen yang terdapat dalam motor servo pada **gambar 2.9**.



Gambar 2. 9. Bagian dalam Servo.

Motor servo yang akan digunakan adalah tipe MG90S. Berikut adalah spesifikasi dari motor servo MG90S pada **tabel 2.3**. Dan motor servo MG90S pada **gambar 2.10**.

Tabel 2. 3. Spesifikasi motor servo MG90S.

Tegangan operasi	: 4.8V hingga 6V (Tipikal 5V)
Torsi	: 1.8 kg/cm (4.8V)
Torsi maksimal	: 2.2 kg/cm (6V)
Kecepatan operasi	: 0.1s/60° (4.8V)
Tipe gear	: Metal
Rotasi	: 0°-180°
Berat motor	: 13.4gm

**Gambar 2. 10.** Motor Servo MG90S.

MG90S dapat berotasi dari 0 - 180° dengan kontrol PWM dengan perioda 20ms. Untuk mengatur posisi servo di 0, maka sinyal PWM yang harus diberikan adalah 1ms, dan untuk mengatur posisi servo di 180° maka sinyal PWM yang harus diberikan adalah 2ms, dan begitu pun apabila mengatur besaran sinyal PWM dari 1ms hingga 2ms.