

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Penelitian-Penelitian Sebelumnya

Tabel 2.1 menunjukkan *State of The Art* dari beberapa penelitian sebelumnya sebagai perbandingan dengan penelitian yang akan dilakukan.

Tabel 2.1 Tabel *State of The Art*

No.	Nama Peneliti	Metode yang digunakan	Kekuatan	Kelemahan
1	Nur Azis, dkk 2020 [5]	Pemrograman terstruktur <i>if-else</i> .	Mendapatkan data hasil pengukuran sensor secara <i>real-time</i> ke dalam aplikasi android.	Tidak mengukur pH tanah.
2	A. Anisa Chika Parawansa, dkk 2021 [6]	Pemrograman terstruktur <i>if-else</i> .	Mendapatkan data hasil pengukuran sensor secara <i>real-time</i> .	Tidak mengukur suhu.
3	Shania Devinta Ramadany Putri, dkk 2022 [7]	Pemrograman terstruktur <i>if-else</i> .	Menghasilkan data pengujian dengan tingkat akurasi yang baik.	Tidak mengukur pH tanah.

Dilihat pada Tabel 2.1, dapat disimpulkan dari ketiga penelitian sebelumnya. Penelitian pertama mengembangkan sistem otomatisasi penyiraman dan monitoring tanaman kangkung berbasis Android. Dari penelitian tersebut dapat

menghasilkan data sensor secara *real-time* ke dalam aplikasi Android. Namun, penelitian ini tidak mengukur pH tanah.

Selanjutnya, penelitian kedua merancang dan mengimplementasikan database budidaya tanaman kangkung darat dengan menggunakan sistem *Internet of Things*. Sistem ini dapat menghasilkan data sensor secara *real-time*. Akan tetapi, penelitian ini tidak mengukur suhu.

Penelitian ketiga membuat prototipe monitoring dan kontrol alat penyiraman tanaman kangkung menggunakan Arduino berbasis *website*. Prototipe ini menghasilkan data pengujian dengan tingkat akurasi yang sesuai. Akan tetapi, penelitian ini tidak mengukur pH tanah.

## 2.2 Kangkung

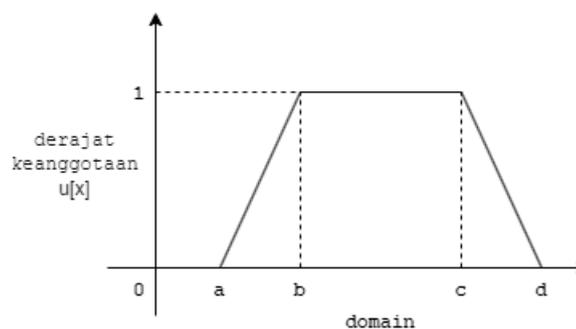
Kangkung darat (*Ipomoea Reptans*) merupakan tanaman sayuran daun yang dapat tumbuh dan mampu beradaptasi secara luas dengan berbagai kondisi lingkungan yang berbeda. Kangkung darat dapat tumbuh pada dataran rendah maupun dataran tinggi dengan suhu 25-30°C [2]. Kangkung darat dapat tumbuh pada saat musim kemarau dengan rentang nilai kelembaban tanah yaitu berkisar 60% [3]. Tingkat keasaman pH tanah untuk kangkung berkisar antara 6-7 [4]. Tanaman kangkung ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kangkung

### 2.3 Fuzzy Logic Mamdani

Logika fuzzy salah satu cara untuk memahami kinerja sebuah sistem dengan menilai masukan dan keluaran sistem dari hasil pengamatan. Sistem kendali dari logika fuzzy disebut dengan *Fuzzy Inference System/FIS* [8]. Metode Fuzzy Logic Mamdani memiliki struktur sederhana dan inferensi. Pada metode ini dilakukan proses implikasi dengan metode fungsi MIN, untuk proses komposisi aturan menggunakan fungsi MAX. Kemudian, nilai keluaran yang dicari dengan metode Centroid [10]. Pada penelitian ini, fungsi keanggotaan yang digunakan adalah kurva trapesium. Fungsi keanggotaan ini menentukan suatu fungsi (kurva) yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1 [11]. Gambar 2.2 menunjukkan fungsi trapesium.

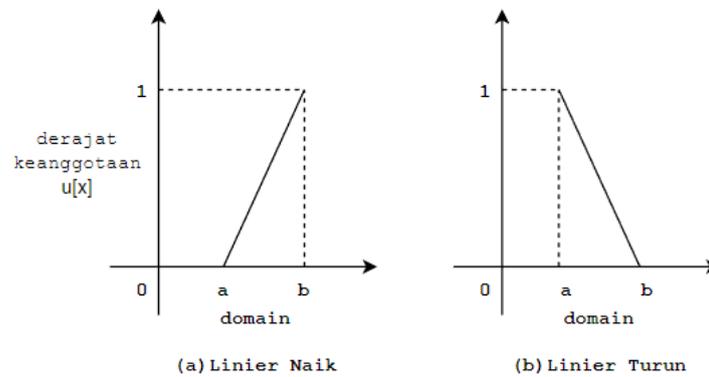


Gambar 2.2 Fungsi Trapesium

Berdasarkan Gambar 2.2, fungsi keanggotaan fungsi trapesium terdapat pada persamaan 2.1.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; & a < x \leq b \\ 1 & ; b < x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & c < x < d \end{cases} \quad (2.1)$$

Selain itu, metode dalam penelitian ini juga menggunakan fungsi linier. Fungsi linier terdiri dari linier naik dan turun. Gambar 2.3 menunjukkan fungsi linier.



Gambar 2.3 Fungsi Linier

Berdasarkan Gambar 2.3, fungsi keanggotaan fungsi linier terdapat pada persamaan 2.2.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & ; a < x \leq b \\ 1 & ; x > b \end{cases} \quad \mu[x] = \begin{cases} 1 & ; x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a} & ; a \leq x < b \\ 0 & ; x \geq b \end{cases} \quad (2.2)$$

(a) Linier Naik                      (b) Linier Turun

Langkah-langkah dalam fuzzy logic yaitu sebagai berikut:

- a) Pembentukan himpunan fuzzy merupakan variabel masukan dan keluaran dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
- b) Fungsi implikasi merupakan fungsi aturan *IF-THEN* atau aturan *JIKA-MAKA*. Dalam istilah logika fuzzy, proposisi yang mengikuti *IF* disebut dengan antesenden, sedangkan proposisi yang mengikuti *THEN* disebut dengan konsekuen.

Persamaan 2.3 untuk menentukan fungsi implikasi menggunakan nilai minimum.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_{A_1}[x], \mu_{A_n}[x_n]) \quad (2.3)$$

- c) Komposisi aturan merupakan proses suatu prosedur dengan tujuan untuk menentukan inferensi dari kumpulan dan korelasi antar aturan, dengan menggunakan metode *MAX*.

Persamaan 2.4 merupakan proses penggabungan fungsi keanggotaan dengan menggunakan metode MAX.

$$\mu_{sf}[x_i] = \max(\mu_{sf}[x_i], \mu_{kf}[x_i]) \quad (2.4)$$

Dengan  $\mu_{sf}[x_i]$  menyatakan nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i, dan  $\mu_{kf}[x_i]$  menyatakan nilai keanggotaan konsekuensi fuzzy aturan ke-i.

- d) Defuzzifikasi atau penegasan merupakan proses menghitung suatu nilai keanggotaan untuk mendapatkan nilai keanggotaan fuzzy menjadi keputusan tertentu atau bilangan real.

Persamaan 2.5 untuk menentukan *output* fuzzy logic mamdani menggunakan rata-rata atau *centroid of area* (daerah titik tengah).

$$z^* = \frac{\int z \mu(z) z dz}{\int z \mu(z) dz} \quad (2.5)$$

Dengan  $z^*$  menyatakan nilai hasil defuzzifikasi.  $\mu(z)$  menyatakan nilai keanggotaan. Kemudian  $\int z \mu(z) z dz$  menyatakan momen untuk semua daerah hasil komposisi aturan. Dan  $\int z \mu(z) dz$  menyatakan luas untuk setiap daerah hasil komposisi aturan yang dapat diperoleh dengan cara mencari luas berdasarkan bentuk dari masing-masing daerah hasil komposisi aturan [12].

## 2.4 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler yang berbasis pada ATmega328P. Arduino dapat dihubungkan dengan komputer menggunakan kabel USB. Pin *input/output* pada Arduino Uno sebanyak 14 pin. Dimana terdapat 6 pin yang dapat digunakan sebagai keluaran PWM dan 6 pin analog *input*. Kemudian disertai koneksi USB, *jack power*, *ICSP header*, dan tombol *reset* [13]. Gambar 2.4 menunjukkan tampilan Arduino Uno.



Gambar 2.4 Tampilan Arduino Uno

Tabel 2.2 dibawah ini menunjukkan spesifikasi dari Arduino Uno.

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Uno

Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroler	ATMega238P
Tegangan Sumber	5V
Tegangan Masukan (rekomendasi)	7-12V
Tegangan Masukan (batas)	6-20V
Pin I/O Digital PWM	14 pin
Pin <i>Input</i> Analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	20mA
Arus DC pin 3.3V	50mA
<i>Flash Memory</i>	32KB dengan 0.5KB digunakan sebagai <i>bootloader</i>
<i>SRAM</i>	2KB
<i>EEPROM</i>	1KB
<i>Clock Speed</i>	16MHz

## 2.5 DHT11

DHT11 merupakan sensor suhu dan kelembaban yang memiliki dua jenis pin yaitu jenis 4 pin dan jenis 3 pin. Pada sensor DHT terdapat sebuah *chip* yang melakukan konversi analog ke digital yang akan mengeluarkan sinyal digital untuk suhu dan kelembaban [13]. Bentuk fisik DHT11 yang ditunjukkan pada Gambar 2.5 dimana pin 1 merupakan pin VCC, pin 2 merupakan pin data atau *output* sensor, pin 3 merupakan pin GND.



Gambar 2.5 Tampilan DHT11

Tabel 2.3 dibawah ini menunjukkan spesifikasi dari sensor DHT11.

Tabel 2.3 Spesifikasi DHT11

Spesifikasi	Keterangan
Daya	3-5V
Penggunaan Arus Maksimal (selama konversi)	2.5 mA
Rentang Pembacaan Suhu	0-50°C dengan akurasi $\pm 2^{\circ}\text{C}$
<i>Sampling Rate</i>	Tidak lebih dari 1 Hz (sekali setiap detik)

## 2.6 Sensor Kelembaban Tanah

Sensor kelembaban tanah atau hygrometer berfungsi sebagai alat untuk mendeteksi kelembaban tanah. Pada modul sensor kelembaban tanah FC-28 terdiri dari dua bagian, yaitu *probe* dan bagian papan elektronik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6. Modul sensor ini juga sudah dilengkapi dengan potensiometer yang berfungsi untuk memberikan pengaturan pada sensitivitas sensor dan *threshold* pada keluaran digital [13].



Gambar 2.6 Tampilan Sensor Kelembaban Tanah

Tabel 2.4 dibawah ini menunjukkan spesifikasi dari sensor kelembaban tanah.

Tabel 2.4 Spesifikasi Sensor Kelembaban Tanah

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Masukan	3.3-5V
Tegangan Keluaran	0-4.2V
Arus Masukan	35mA
Sinyal Keluaran	Analog dan Digital

Cara untuk melakukan pengukuran pada kelembaban tanah, dengan memasukkan *probe* pada sensor ke dalam tanah. *Probe* tersebut bekerja sebagai resistor variabel. Kemudian output dari modul sensor ini tergantung dari kandungan air dalam tanah. Ketika air semakin sedikit maka output kandungan air didalam tanah semakin banyak maka *output* tegangan dari sensor akan menurun [13].

## 2.7 Sensor pH Tanah

Sensor pH tanah merupakan sensor yang berfungsi sebagai pendeteksi tingkat keasaman (acid) atau kebasaan (alkali) pada tanah. Skala pH yang dapat diukur oleh sensor pH tanah ini memiliki range 3.5 sampai dengan 8. Sensor ini dapat dihubungkan ke pin analog pada arduino atau pin analog mikrokontroler lain tanpa harus menambahkan modul penguat tambahan [14]. Komponen sensor pH tanah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7. Tabel 2.5 menunjukkan spesifikasi dari sensor pH tanah.



Gambar 2.7 Tampilan Sensor pH Tanah

Tabel 2.5 Spesifikasi Sensor pH Tanah

Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroler	Arduino, AVR, ARM, PIC dan sebagainya.
Keluaran	Analog ADC
Tegangan	5V
Koefisien Linearitas Data pH	0.9962
Kedalaman Pengukuran	6 cm dari ujung sensor

## 2.8 Relay

Relay merupakan saklar atau *switch* bekerja menggunakan prinsip elektromagnetik yang berfungsi untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus yang kecil dapat menghantarkan listrik yang memiliki tegangan tinggi [7]. Sebagai contoh, relay 4 *channel* memiliki *Songle* maksimal sebesar 10A/250VAC atau 10A/30VDC seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Tampilan Relay 4 Channel

Tabel 2.6 menunjukkan spesifikasi dari relay 4 Channel.

Tabel 2.6 Spesifikasi Relay 4 Channel

Spesifikasi	Keterangan
<i>Maximum Load</i>	AC 250/10A, DC 30V/10A
<i>Working Voltage</i>	5V
<i>Channel Relay</i>	4 Channel

## 2.9 Pompa Peristaltik

Pompa peristaltik bekerja dengan cara menekan dan menggerakkan selang fleksibel menggunakan rotor yang memiliki dua rol atau lebih. Tekanan yang

dihasilkan oleh rol-rol ini menyebabkan aliran zat cair dalam selang. Karakteristik utama dari pompa peristaltik adalah debitnya yang sangat dipengaruhi oleh volume selang yang terisi cairan dan kemampuannya untuk menggerakkan cairan ke dalam selang. Pompa peristaltik berbeda dengan pompa konvensional. Cairan yang dipompa tidak bersentuhan dengan bagian logam pompa, sehingga risiko kontaminasi dapat dihindari [15]. Tampilan pompa ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Tampilan Pompa Peristaltik

Tabel 2.7 di bawah ini menunjukkan spesifikasi dari pompa peristaltik.

Tabel 2.7 Spesifikasi Pompa Peristaltik

Spesifikasi	Keterangan
Model	DP-DIY
Daya Motor	5 Watt
Tegangan	12V DC
<i>Flow Rate</i>	5-100 ml per menit
<i>Working Environment</i>	0-40C Humm 80%
<i>Speed Range</i>	0-100 rpm

## 2.10 Pompa Air DC

Pompa air merupakan alat yang berfungsi untuk mengalirkan air dari tempat yang satu ke tempat lainnya melalui selang atau pipa. Pompa air ini bekerja menggunakan tenaga listrik dengan cara menaikkan tekanan air untuk mengatasi hambatan pengaliran [16]. Tampilan pompa air DC ditunjukkan pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Tampilan Pompa Air DC

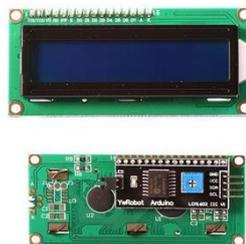
Tabel 2.8 menunjukkan spesifikasi dari pompa air DC.

Tabel 2.8 Spesifikasi Pompa Air DC

Spesifikasi	Keterangan
Model	DP-538
Amps	6A
Tegangan	12V (9-14.4V)
<i>Rated Power</i>	72 Watt
<i>Pressure Setting</i>	9 MPA
<i>Speed Range</i>	0-100 rpm

## 2.11 LCD 16×2

*Liquid Crystal Display* (LCD) merupakan sebuah alat untuk menampilkan hasil keluaran pada sebuah rangkaian elektronika [17]. Gambar 2.11. menunjukkan LCD 16×2 memiliki koneksi sirkuit *driver* untuk menyimpan beberapa pin I/O pada papan mikrokontroler.



Gambar 2.11 Tampilan LCD 16×2

Tabel 2.9 menunjukkan spesifikasi dari LCD 16×2.

Tabel 2.9 Spesifikasi LCD 16×2

Spesifikasi	Keterangan
Alamat 12C	0×38-0×3F
Format Tampilan	16 Karakter × 4 Baris
Sumber Tegangan	5V
Penyesuaian Kontras	Potensiometer

## 2.12 Kipas DC

Kipas biasanya digunakan untuk pendingin udara, pengering, dan ventilasi. Kipas berfungsi untuk mengatur volume panas udara agar ruangan atau sekitar yang tidak mengalami suhu panas dan dapat memiliki sirkulasi udara secara normal [18]. Gambar 2.12 menunjukkan tampilan kipas DC.



Gambar 2.12 Tampilan Kipas DC

Tabel 2.10 menunjukkan spesifikasi dari kipas DC.

Tabel 2.10 Spesifikasi Kipas DC

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan	12V
Socket	Plug dan play
Jumlah baling-baling	9
Ukuran	12×12 cm

### 2.13 Cairan pH Tanah

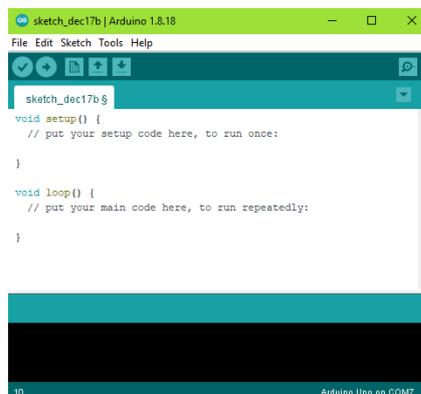
Penelitian ini menggunakan cairan pH tanah untuk mengatur pH tanah tanaman kangkung darat. Cairan pH tanah yang digunakan terdiri dari cairan pH up dan cairan pH down. Cairan pH up merupakan cairan basa (10% Kalium Hydroxide) digunakan saat nilai pH tanah menurun. Sedangkan, cairan pH down merupakan cairan asam (10% Nitric Acid) digunakan saat nilai pH tanah meningkat [19]. Gambar 2.13 menunjukkan tampilan cairan pH up dan pH down.



Gambar 2.13 Cairan pH Up dan pH Down

### 2.14 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan perangkat lunak yang dipakai untuk membuat, mengedit, mengunggah suatu kode program ke arduino. Kode program yang dibuat menggunakan aplikasi arduino IDE ini disebut dengan *sketch* dimana berupa teks yang ditulis dan disimpan dalam bentuk ekstensi .ino [16]. Tampilan *sketch* arduino IDE ditunjukkan pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Tampilan *Sketch* Arduino IDE