BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian-Penelitian Sebelumnya

Tabel 2.1 memaparkan keterangan serta kelebihan dan kekurangan dari penelitian-penelitian sebelumnya.

Tabel 2.1 Penelitian – penelitian sebelumnya

No	Peneliti	Metode Yang Digunakan	Kekurangan	Kelebihan
1	Nur Aziz dkk, 2020[4]	Logika Binner	Tidak mengukur pH tanah	Mendapatkan data hasil pengukuran sensor secara *Real-time* ke dalam aplikasi android.
2	Annisa, A dkk, 2021[5]	Logika Binner	Tidak mengukur suhu udara	Mendapatkan data hasil pengukuran sensor secara *Real-time*
3	Shania Devinta Ramadany Putri dkk, 2022[6]	Logika Binner	Tidak mengukur pH tanah	Mendapatkan data pengujian dengan akurasi yang baik.
4	Aji Priyangga dkk, 2022[7]	Logika Binner	Tidak mengukur pH tanah	Mendapatkan data hasil pengukuran sensor secara *Real-time.*

2.2 Kangkung

Kangkung adalah salah satu jenis sayuran yang sangat dikenal oleh masyarakat Indonesia. Sayuran ini sangat digemari karena mengandung banyak vitamin seperti vitamin A, B, dan C, serta protein, kalsium fosfor, dan berbagai

mineral lainnya terutama zat besi yang bermanfaat untuk pertumbuhan dan kesehatan[5]. Suhu(*Temperatur*) yang ideal untuk pertumbuhan kangkung berada pada rentang 25 – 30°C[3]. Kelembaban tanah yang optimal bagi tanaman kangkung berkisar 60%[3]. Tingkat keasaman (pH) tanah optimum untuk tanaman kangkung berkisar antara 6-7[2]. Bentuk fisik tanaman kangkung dapat dilihat pada gambar 2.1.

Gambar 2.1 Tanaman kangkung

2.3 Arduino UNO

Arduino Uno merupakan sebuah papan *board* mikrokontroler yang didasarkan pada Atmega328. Atmega328 pada Arduino UNO hadir dengan sebuah *bootloader* yang memungkinkan untuk meng-*upload* kode baru ke Atmega328 tanpa menggunakan pemrograman *hardware eksternal*[10]. Bentuk fisik dari Arduino UNO dapat dilihat pada gambar 2.2.

Gambar 2.2 Arduino UNO

Berikut adalah spesifikasi Arduino UNO yang ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino UNO

Spesifikasi	Keterangan
Chip Mikrokontroler	Atmega328
Catu Daya	5V
Tegangan *Input* (rekomendasi)	7 – 12V
Tegangan *Input* (limit)	6 – 20V
Pin Digital I/O	14 (6 diantaranya PWM)
Pin Analog *Input*	6
Arus DC per Pin I/O	40mA
Arus DC per Pin I/O untuk Pin 3.3V	50mA
Flash Memory	32KB dengan 0.5KB digunakan untuk bootloader
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Clock Speed	16MHz

2.4 DHT11

Sensor DHT11 terbuat dari dua bagian, sensor kelembaban kapasitif dan termistor. Pada DHT11 juga terdapat sebuah *chip* yang melakukan konversi analog ke digital dan mengeluarkan sinyal digital terkait suhu dan kelembaban. Sinyal digital ini cukup mudah dibaca menggunakan mikrokontroler apapun. Bentuk fisik DHT11 ditunjukkan pada gambar 2.3 dimana pin 1 adalah pin VCC, pin 2 adalah pin data (*output* sensor), dan pin 3 adalah pin GND[11].

Gambar 2.3 DHT11

Berikut ini spesifikasi sensor DHT11 :

1. Daya 3 – 5V dan I/O.
2. Penggunaan arus maksimal selama konversi sebesar 2.5mA.
3. Baik untuk pembacaan kelembaban antara 20-80% dengan akurasi 5%.
4. Baik untuk pembacaan suhu antara 0-50°C pembacaan suhu dengan akurasi ±2°C.
5. *Sampling rate* tidak lebih dari 1Hz (sekali setiap detik).
6. Ukuran 15.5mm x 12mm x 5.5mm.
7. Jumlah pin sebanyak 3 pin.

2.5 Sensor Kelembaban Tanah Kapasitif

Sensor kelembaban tanah kapasitif adalah sensor analog yang mengukur tingkat kebasahan tanah berdasarkan tingkat kapasitor. Sensor ini beroprasi dengan tegangan *input* sebesar 3,3 – 5,5V DC. Tegangan *output* yang dihasilkan oleh sensor ini dapat dibaca serta diolah oleh mikrokontroler seperti Arduino, ESP, dan Raspberry Pi[12]. Bentuk fisik sensor kelembaban tanah kapasitif dapat dilihat pada gambar 2.4.

Gambar 2.4 Sensor kelembaban tanah kapasitif

Output dari sensor ini berupa nilai analog, nilai ini bila ingin dikonversikan menjadi bentuk pesen(%) dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai Kelembaban Tanah} = \left(\frac{479 - \text{Nilai Analog}}{479 - 192}\right) \times 100 \qquad (2.1)$$

Dimana:

Nilai analog = Hasil bacaan sensor kelembaban tanah

479 = Ketentuan nilai maksimum (Tanah kering berdasarkan kalibrasi)

192 = Ketentuan nilai minimum (Tanah basah berdasarkan kalibrasi)

Berikut adalah spesifikasi sensor kelembaban tanah kapasitif yang ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 spesifikasi sensor kelembaban tanah kapasitif

Spesifikasi	**Keterangan**
Pin I/O	3 pin
Input Tegangan	3.3 – 5.5V
Output Tegangan	0 – 3V
Sinyal *Output*	Analog
Ukuran	99x16mm

2.6 Sensor pH Tanah

Sensor pH tanah merupakan sensor pendeteksi tingkat keasaman (*acid*) atau kebasaan (*alkaline*) pada tanah.Sensor ini dapat langsung disambungkan pada pin analog Arduino ataupun pin analog mikrokontroler lainnya[13]. Bentuk fisik dari Sensor pH tanah dapat dilihat pada gambar 2.5.

Gambar 2.5 Sensor pH tanah

Output dari sensor ini berupa nilai analog, nilai ini bila ingin dikonversikan menjadi bentuk nilai pH dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

Nilai pH Tanah: y = -0,0693 × nilai analog + 7,2855 (2.2)

Dimana :

Nilai analog : nilai ADC

Berikut adalah spesifikasi sensor pH tanah yang ditunjukkan pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Spesifikasi sensor pH tanah

Sensor pH tanah	Spesifikasi
Output	Analog ADC
Mikrokontroler	Arduino, AVR, ARM, PIC, dsb
Dimensi	Panjang *probe* 16cm
Berat	500gram

2.7 Relay

Relay merupakan saklar (*switch*) yang dioperasikan melalui listrik dan merupakan komponen elektronika yang mempunyai dua bagian utama, yaitu elektromagnet (*koil*) dan mekanikal (kontak saklar). Prinsip yang digunakan relay yaitu elektromagnetik yang digunakan untuk menggerakan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) akan menghantarkan listrik yang

bertegangan lebih tinggi. Pada relay biasanya terdapat kumparan yang berinti besi, bila kumparan tersebut terkena aliran listrik maka kumparan tersebut akan menjadi magnet dan akan menarik kontak sehingga terjadi kontak, pada saat kontak terhubung maka aliran akan mengalir[14]. Pada perancangan ini menggunakan modul relay 4 *channel* yang bertujuan dapat menyambungkan 4 buah *output*. Gambar 2.6 memperlihatkan contoh dari relay 4 *channel*.

Gambar 2.6 Relay 4 *channel*

2.8 Pompa Peristaltik

Pompa peristaltik adalah jenis pompa perpindahan positif yang dirancang untuk memompa berbagai jenis cairan. Pompa ini bekerja dengan prinsip perpindahan, di mana cairan dialirkan melalui sebuah tabung[15]. Salah satu keunggulan utama dari pompa ini adalah kemampuannya untuk memastikan bahwa fluida yang dipompa tidak bersentuhan langsung dengan komponen pompa lainnya[16]. Bentuknya dapat dilihat pada gambar 2.7.

Gambar 2.7 Pompa peristaltik

2.9 Pompa Air DC

Pompa air merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan air atau cairan dari satu lokasi ke lokasi lain melalui selang atau pipa. Pompa ini beroperasi dengan menggunakan tenaga listrik untuk meningkatkan tekanan air, sehingga dapat mengatasi hambatan selama pengaliran. Prinsip kerja pompa air melibatkan konversi energi mekanik dari motor menjadi energi untuk menggerakkan cairan[17]. Bentuknya dapat dilihat pada gambar 2.8.

Gambar 2.8 Pompa air DC

2.10 Kipas DC

Kipas DC menggunakan motor listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Dalam motor listrik terdapat kumparan besi pada bagian yang bergerak dan sepasang magnet berbentuk U pada bagian yang diam (magnet permanen). Ketika arus listrik mengalir melalui lilitan kawat pada kumparan besi, kumparan tersebut menjadi magnet. Sifat magnet yang saling tolak-menolak pada kedua kutubnya yang menyebabkan gaya tolak-menolak antara kumparan besi dan magnet, menghasilkan putaran periodik pada kumparan besi. Oleh karena itu, baling-baling kipas angin dipasang pada poros kumparan tersebut. Meningkatkan tegangan listrik pada kumparan besi meningkatkan gaya kemagnetan, yang memperkuat hembusan angin dari kipas. Kipas DC ini menggunakan tegangan sebesar 12 volt[18]. Bentuk dari kipas DC dapat dilihat pada gambar 2.9.

Gambar 2.9 Kipas DC

2.11 LCD 16x2 (*Liquid Crystal Display*)

LCD adalah suatu jenis media tampilan (*display)* yang menggunakan kristal cair (*lquid crystal*) untuk menghasilkan gambar. *Interface* LCD merupakan sebuah pararel bus, dimana hal ini sangat cepat dalam pembacaan dan penulisan data ke LCD[17]. Bentuknya dapat dilihat pada gamber 2.10.

Gambar 2.10 LCD 16x2

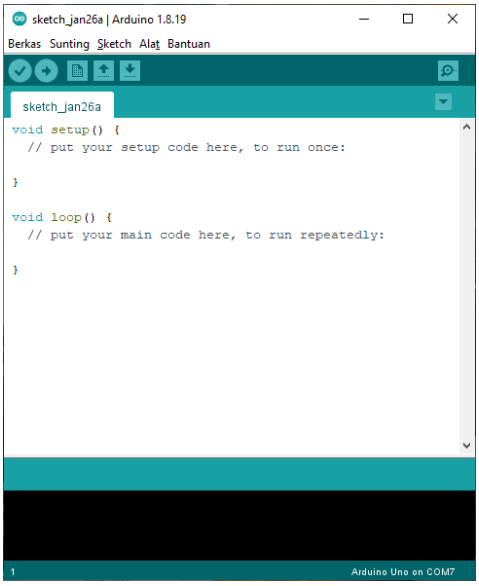
2.12 Cairan pH Tanah

Pada penelitian ini cairan pH yang digunakan untuk menaikan atau menurunkan pH tanah yaitu menggunakan cairan pH *up* (untuk menaikan nilai pH) yang berisi larutan Basa (10% *Kalium Hydroxide*) dan cairan pH *down* (untuk menurunkan nilai pH) yang berisi larutan asam (10% *Nitric Acid*)[19]. Gambar 2.11 merupakan cairan pH *up* dan pH *down*.

Gambar 2.11 Cairan pH tanah

2.13 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan sebuah *software* yang berguna untuk memprogram pada *board* arduino UNO. Arduino ini berfungsi sebagai teks *editor* untuk membuat dan memvalidasi kode program. Arduino IDE memakai bahasa pemograman bahasa C. Arduino IDE dilengkapi dengan *library* C aatau C++ yang biasa disebut sebagai *wiring* yang membuat operasi *input* atau *output* menjadi lebih mudah[17]. Tampilannya dari arduino IDE dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Tampilan Arduino IDE

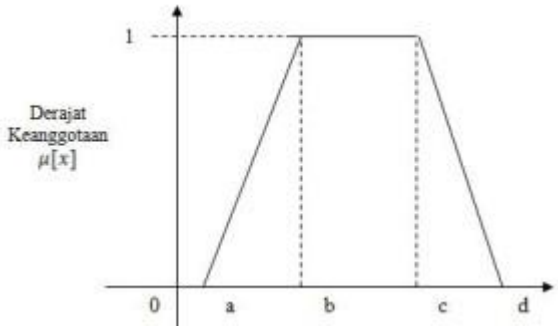
2.14 Fuzzy Logic Sugeno

Metode fuzzy sugeno adalah metode inferensi fuzzy untuk aturan yang dinyatakan dalam bentuk *IF-THEN*. Metode ini dikembangkan oleh Sugeno yang memiliki kesamaan dengan metode mamdani, hanya saja *output*(konsekuen) bukan merupakan himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linier. Singleton digunakan sebagai fungsi keanggotaan dari konsekuen, di mana singleton merupakan himpunan fuzzy yang memiliki fungsi keanggotaan tertentu yang mempunyai sebuah nilai dalam rentang 0 sampai 1. Fungsi keanggotaan pada fuzzy logic adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik – titik input data ke dalam nilai keanggotaannya(derajan keanggotaan) yang memiliki interval nilai antara 0 sampai 1[20].

Pada fuzzy sugeno memiliki beberapa tahapan yang harus dilakukan dalam mengimplementasikannya yaitu sebagai berikut:

1) Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan tahapan awal yang dilakukan dalam metode logika fuzzy. Tahapan ini dilakukan dengan proses mengubah nilai *crisp* (numerik) menjadi himpunan fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan (*membership function*)[21]. Terdapat beberapa jenis fungsi keanggotaan diantaranya yaitu kurva trapesium. Pada dasarnya fungsi keanggotaan kurva trapesium menyerupai bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai kanggotaan 1[20]. Representasi fungsi keanggotaan kurva trapesium dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Derajat keanggotaan trapesium

Berdasarkan gambar 2.13 mendapatkan beberapa persamaan yaitu persamaan kurva trapesium(2.3), persamaan kurva linear naik(2.4) dan persamaan kurva linear turun(2.5).

$$\mu(x)\begin{cases} 0 & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & c \leq x \leq d \end{cases} \quad (2.3)$$

$$\mu(x)\begin{cases} 0; & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x < b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2.4)$$

$$\mu(x)\begin{cases} 1; & x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & c < x \leq d \\ 0; & x > d \end{cases} \quad (2.5)$$

Keterangan:

a = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol.

b = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan satu.

c = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan satu.

d = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol.

x = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan fuzzy.

2) Inferensi

Tahap inferensi adalah tahap untuk menghasilkan *output* dari setiap *rule* (aturan). Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi fuzzy. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah *IF x* is *A THEN y* is *B* dengan *x* dan *y* adalah skalar, dan *A* dan *B* adalah himpunan fuzzy. Proposisi yang mengikuti *IF* disebut sebagai atesenden sedangkan proposisi yang mengikuti *THEN* disebut konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator fuzzy seperti, *IF* (x_1 is A_1) ○ (x_2 is A_2) ○ (x_3 is A_3) ○....○ (x_n is A_n) THEN *y* is *B* dengan ○ adalah operator (misal: OR atau AND)[22]. Proses inferensi dilakukan dengan menggunakan nilai z, yang

merupakan nilai minimum diantara *input* yang ada. Proses perhitungan inferensi direpresentasikan pada persamaan (2.4).

$$z = \min(\mu_A(x), \mu_B(y), \mu_C(z)) \quad (2.6)$$

3) Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan tahapan akhir dimana proses ini dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata atau *weight average* (WA) dari hasil perkalian z dari setiap aturan[23]. Proses perhitungan *defuzzifikasi* direpresentasikan pada persamaan (2.5).

$$WA = \frac{a_1 z_1 + a_2 z_2 + \ldots + a_n z_n}{a_1 + a_2 + \ldots + a_n} \quad (2.7)$$

Keterangan:

WA = Nilai rata-rata

a_n = a-predikat ke-i

z_n = Konsekuen ke-i