BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitan-Penelitian Sebelumnya

State of the Art mencerminkan tingkat kemajuan terkini dalam suatu bidang. Ini dapat menciptakan siklus inovasi yang terus berkembang, dimana satu penemuan dapat memicu penelitian dan pengembangan terbaru. Pada penelitian [5] melakukan kegiatan bercocok tanam di lahan sempit secara *vertical*. Tetapi, penelitian ini tidak menggunakan sensor dan aktuator tertentu sehingga proses merawatnya dilakukan secara manual dan suhu lingkungannya bergantung pada alam. Penelitian [6] membuat implementasi Iot pada *vertical garden* dengan metode *fuzzy*. Penelitian tersebut tidak dapat melakukan pemantauan pada tanaman. Pada penelitian [7] membuat sistem penunjang keputusan normalisasi pH dan tds pada *vertical garden*. Penelitian tersebut hanya menggunakan satu sensor suhu.

2.2 Metode Fuzzy Mamdani

Fuzzy mamdani adalah salah satu metode dalam sistem logika *fuzzy* yang digunakan untuk pengambilan keputusan. Metode ini bekerja dengan menggunakan aturan "jika-maka" yang berbasis logika *fuzzy.* Misalnya, jika suhu dingin, maka suhu tersebut perlu diturunkan. Dalam metode ini, terdapat tiga tahapan untuk mencari output, yaitu; fuzzyfikasi, inferensi, dan defuzzyfikasi. Tahapan fuzzy, dimulai dengan fuzzyfikasi, yaitu proses mengubah input crisp (seperti suhu dan kelembapan) menjadi nilai fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan yang telah didefinisikan. Nilai fuzzy ini menunjukkan derajat keanggotaan suatu nilai dalam berbagai kategori (misalnya, dingin, optimal, panas). Setelah itu, dilakukan inferensi fuzzy, dimana aturan-aturan fuzzy diaplikasikan untuk menghasilkan output fuzzy berdasarkan derajat keanggotaan input. Tahap terakhir adalah defuzzifikasi, yang mengubah output fuzzy menjadi nilai crisp yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan. Metode centroid biasa digunakan dalam mencari nilai output pada logika fuzzy.

Contoh kasus

Menentukan seberapa cepat kipas angin berputar berdasarkan suhu dan kelembaban ruangan jika suhu = 28°C dan kelembaban = 50%.

Variabel dan Fuzzy set:

- Suhu
  - Rendah: 0°C – 20°C
  - Sedang: 15°C – 30°C
  - Tinggi: 25°C – 40°C
- Kelembaban
  - Rendah: 0% - 40%
  - Sedang: 30% - 70%
  - Tinggi: 60% - 100%
- Kecepatan kipas
  - Lambat: 0 – 30 RPM
  - Sedang: 20 – 70 RPM
  - Cepat: 60 – 100 RPM

Penyelesaian:

1. Fuzzyfikasi

- Fuzzyfikasi suhu:
  - Suhu rendah = 0, karena melebihi batas rentang suhu "rendah"
  - Suhu sedang = $\frac{30-28}{30-15} = \frac{2}{15} = 0{,}13$
  - Suhu Tinggi = $\frac{38-25}{40-25} = \frac{3}{15} = 0{,}20$
- Fuzzyfikasi kelembaban:
  - Kelembaban rendah = 0, karena melebihi batas rentang kelembaban "rendah"
  - Kelembaban sedang = $\frac{50-30}{70-30} = \frac{20}{40} = 0{,}5$
  - Kelembaban tinggi = 0, karena kurang dari batas rentang minimal kelembaban "tinggi"

2. Inferensi
   - IF suhu rendah AND kelembaban rendah THEN kecepatan kipas lambat
   - IF suhu sedang AND kelembaban sedang THEN kecepatan kipas sedang
   - IF suhu tinggi AND kelembaban tinggi THEN kecepatan kipas cepat

   Menghitung nilai inferensi

   - Aturan 1 = Tidak berlaku karena derajat keanggotaan suhu "rendah" dan kelembaban "rendah" = 0
   - Aturan 2 = Derajat keanggotaan suhu "sedang" ∩ Derajat keanggotaan kelembaban "sedang" = min(0,13, 0,5) = 0,13.
   - Aturan 3 = Tidak berlaku karena derajat keanggotaan kelembaban "tinggi" = 0.
3. Defuzzyfikasi

   Kecepatan kipas = $\frac{(0{,}13\ .\ 20) + (0{,}13\ .\ 70)}{0{,}13 + 0{,}13}$ = 44,23 RPM (sedang)

2.3 Tanaman Pakcoy

Pakcoy atau *brassica rapa l* merupakan salah satu jenis sayuran berdaun hijau dan termasuk tanaman yang tahan hujan. Budidaya tanaman pakcoy dapat dilakukan di dataran tinggi maupun dataran rendah. Suhu optimum untuk tanaman pakcoy berkisar 20°C - 25°C [8]. Pakar tanaman merekomendasikan penyetelan suhu di 25°C. Jika suhu terlalu tinggi, maka akan menyebabkan evapottranspirasi, yang artinya akar tanaman pakcoy akan menyerap air lebih banyak sehingga membuat tanaman menjadi layu. Air sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan pakcoy. Maka dari itu, kadar kelembaban tanah yang sesuai untuk tanaman pakcoy yaitu yang memiliki kelembaban tanah sebesar 50% - 70%.

Gambar 2.1 Pakcoy

2.4 Arduino Robotdyn Mega WiFi

Arduino Robotdyn Mega Wifi merupakan gabungan dari Arduino Mega dengan modul WiFi ESP8266. Untuk menyalakan Arduino ini, memerlukan kabel USB untuk daya dan pemrograman. Alternatif lain, menggunakan kabel jack dengan tegangan 9-24V. Arduino Robotdyn Mega Wifi memiliki switch dan sudut kerja dengan beberapa mode tergantung tujuan. Wifi pada Arduino RobotDyn Mega WiFi adalah fitur yang memungkinkan board ini untuk terhubung ke jaringan nirkabel dengan memanfaatkan modul ESP8266 yang sudah terpasang. Modul ini memungkinkan Arduino untuk mengirim dan menerima data melalui WiFi yang membuatnya cocok untuk proyek Internet of Things (IoT). Berikut contoh program untuk mengaktifkan modul WiFi pada Arduino ini:

```ino
#include <ESP8266WiFi.h>
// SSID dan password WiFi
const char* ssid = "Nama_SSID";
const char* password = "Password_WiFi";
void setup() {
  // Menginisialisasi Serial Monitor
  Serial.begin(115200);
  delay(10);
  // Memulai koneksi WiFi
  Serial.println();
  Serial.println("Menghubungkan ke WiFi...");
  WiFi.begin(ssid, password);
  // Menunggu sampai terhubung
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.print(".");
  }
  // Ketika terhubung, tampilkan alamat IP
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi terhubung!");
  Serial.println("Alamat IP: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}

void loop() {

}

```

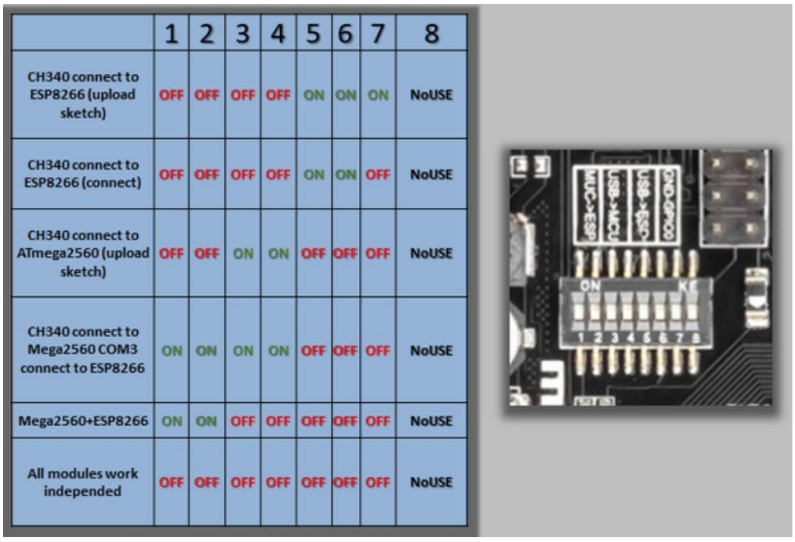
Gambar 2.2 Contoh Program Menghubungkan WiFi

Gambar 2.3 Arduino Robotdyn Mega WiFi

Berikut spesifikasi Arduino Robotdyn Mega WiFi

- **Mikrokontroler:** Atmega2560
- **IC WiFi:** ESP8266
- **Power USB:** 5V
- **Power Jack:** 9-24V
- **Pin Digital I/O:** 54 (15 PWM output)

- **Pin Analog Input:** 16
- **Memory Flash:** 256 KB
- **SRAM:** 8 KB
- **EEPROM:** 4 KB
- **Clock Speed:** 16MHZ



	1	2	3	4	5	6	7	8
CH340 connect to ESP8266 (upload sketch)	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	NoUSE
CH340 connect to ESP8266 (connect)	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	NoUSE
CH340 connect to ATmega2560 (upload sketch)	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	NoUSE
CH340 connect to Mega2560 COM3 connect to ESP8266	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	NoUSE
Mega2560+ESP8266	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	NoUSE
All modules work independed	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	NoUSE

Gambar 2.4 Mode Arduino Robotdyn Mega WiFi

Enam mode di atas dapat dipergunakan sesuai kebutuhan, baik menggunakan Arduino Mega saja atau ESP8266 saja bahkan keduannya bisa digunakan.

Tabel 2.1 Fungsi Pin pada Arduino Robotdyn Mega WiFi

Pin	Fungsi
Digital 0	RX0 (Receiver)
Digital 1	TX0 (Transmitter)
Digital 2	I/O Digital
Digital 3	I/O Digital (PWM)
Digital 4	I/O Digital
Digital 5	I/O Digital (PWM)
Digital 6	I/O Digital (PWM)
Digital 7	I/O Digital
Digital 8	I/O Digital
Digital 9	I/O Digital (PWM)
Digital 10	I/O Digital (PWM)
Digital 11	I/O Digital (PWM)
Digital 12	I/O Digital
Digital 13	I/O Digital (LED_BUILTIN)

Digital 14	TX3 (Transmitter)
Digital 15	RX3 (Receiver)
Digital 16	TX2 (Transmitter)
Digital 17	RX2 (Receiver)
Digital 18	TX1 (Transmitter)
Digital 19	RX1 (Receiver)
Digital 20	SDA (I2C Data)
Digital 21	SDL (I2C Clock)
Digital 22-53	I/O Digital
Analog 0-15	Input analog
AREF	Referensi tegangan untuk input analog
GND	Ground
Vin	Tegangan input
3.3V	Sumber tegagnan 3.3V
5V	Sumber Tegangan 5V
RESET	Reset
IOREF	Referensi tegangan untuk I/O
SPI	MISO, MOSI, SCK, SS
WiFi TX/RX	Komunikasi WiFi

2.5 Sensor DHT22

Sensor DHT terbuat dari dua bagian, sensor kelembaban kapasitif dan termistor. Pada DHT 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 apa pun [9]. Sensor ini terkenal karena akurasinya yang tinggi. Pada penelitian [10] menunjukkan bahwa DHT22 memiliki tingkat error lebih kecil dibandingkan dengan sensor sejenisnya, yaitu DHT11. Hasil pengujian menunjukkan bahwa error pengukuran LM35, DHT11, DHT22, DS18B20 berturut-turut adalah sebesar 4,69%, 3,12%, 1,96%, 1,6%.

Gambar 2.5 Sensor DHT22

Penjelasan dari PIN pada sensor DHT22 dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Penjelasan Pin Sensor DHT22

Urutan PIN	Fungsi
1	VCC 3,3V – 6V
2	Data
3	Null
4	GND – Ground

Contoh program untuk menggunakan DHT22 pada Arduino:

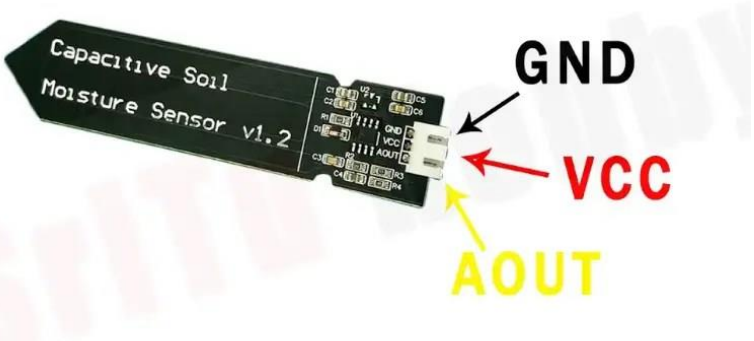
```
#include "DHT.h"

// Definisikan tipe sensor dan pin yang digunakan
#define DHTPIN 2      // Pin digital tempat sensor DHT22 terhubung
#define DHTTYPE DHT22  // DHT 22 (AM2302)

// Inisialisasi sensor DHT
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup() {
  // Memulai komunikasi serial
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("DHT22 sensor starting...");

  // Memulai sensor DHT
  dht.begin();
}

void loop() {
  // Menunggu sebelum membaca ulang data
  delay(2000);

  // Membaca kelembaban dari sensor
  float humidity = dht.readHumidity();
  // Membaca suhu dari sensor
  float temperature = dht.readTemperature();

  // Periksa apakah pembacaan gagal dan tampilkan pesan kesalahan jika gagal
  if (isnan(humidity) || isnan(temperature)) {
```

```
14
15    // Memulai sensor DHT
16    dht.begin();
17  }
18
19  void loop() {
20    // Menunggu sebelum membaca ulang data
21    delay(2000);
22
23    // Membaca kelembaban dari sensor
24    float humidity = dht.readHumidity();
25    // Membaca suhu dari sensor
26    float temperature = dht.readTemperature();
27
28    // Periksa apakah pembacaan gagal dan tampilkan pesan kesalahan jika gagal
29    if (isnan(humidity) || isnan(temperature)) {
30      Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
31      return;
32    }
33
34    // Tampilkan hasil pembacaan suhu dan kelembaban
35    Serial.print("Kelembaban: ");
36    Serial.print(humidity);
37    Serial.print(" %\t");
38    Serial.print("Suhu: ");
39    Serial.print(temperature);
40    Serial.println(" *C");
41  }
42
```

Gambar 2.6 Contoh Program Untuk Menggunakan DHT22

2.6 Sensor Dfrobot Soil Moisture

Sensor Dfrobot Soil Moisture berfungsi untuk mengukur nilai kelembaban tanah. Sensor ini memiliki 1 buah probe untuk melewatkan arus listrik. Untuk melakukan pengukuran kelembaban tanah, probe pada sensor ini dimasukkan ke dalam tanah. Ketika kondisi tanah semakin kering, output tegangan dari modul sensor ini akan menurun, sedangkan ketika kondisi tanah semakin basah, maka output tegangan dari sensor akan meningkat.



Gambar 2.7 Sensor Soil Moisture

Penjelasan dari PIN pada sensor Soil Moisture dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Penjelasan Pin Sensor Soil Moisture

PIN	Definisi
VCC	3,3V – 5V
GND	Ground
A	Data sinyal analog

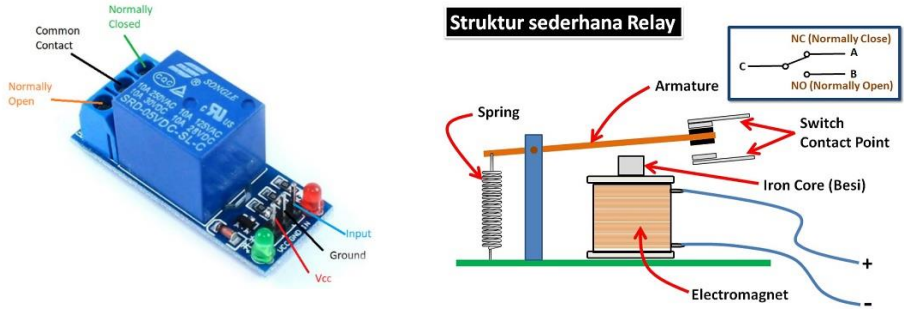
Contoh program untuk menggunakan dfrobot soil moisture pada Arduino:

```
// Definisikan pin analog tempat sensor terhubung
#define SOIL_MOISTURE_PIN A0

void setup() {
  // Memulai komunikasi serial
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Soil Moisture Sensor Starting...");
}

void loop() {
  // Membaca nilai analog dari sensor
  int sensorValue = analogRead(SOIL_MOISTURE_PIN);

  // Mengonversi nilai ke dalam persentase (opsional)
  // Nilai sensor biasanya berkisar dari 0 (kering) hingga 1023 (basah)
  float moisturePercent = map(sensorValue, 0, 1023, 0, 100);

  // Tampilkan hasil pembacaan
  Serial.print("Nilai Kelembaban Tanah: ");
  Serial.print(moisturePercent);
  Serial.println("%");

  // Menunggu sebelum melakukan pembacaan berikutnya
  delay(1000);
}
```

Gambar 2.8 Contoh Program untuk Soil Moisture

2.7 Relay

Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakan kontak switching dan dapat menggunakan arus kecil untuk mengalirkan arus tegangan tinggi. Relay pada dasarnya adalah sebuah saklar dengan kawat yang dililitkan pada batang besi (solenoid/magnet) di dekatnya. Ketika arus dialirkan melalui magnet, gaya magnet yang bekerja pada magnet menarik tuas dan menutup kontak saklar. Ketika arus dihentikan, gaya magnet dihilangkan, tuas kembali ke posisi semula, dan kontak saklar terbuka kembali. Fungsi relay adalah sebagai saklar, namun ketika diterapkan pada rangkaian elektronika, relay memberikan beberapa fungsi yang sangat unik seperti mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan signal tegangan rendah dan menjalankan fungsi logika.



Gambar 2.9 Relay

Penjelasan:

- NO (Normally Open)

  Merupakan kontak yang terbuka dalam keadaan tidak ada arus yang mengalir. Ketika saklar atau relay diaktifkan, kontak NO tertutup dan mengizinkan aliran arus.

- NC (Normally Closed)

  Merupakan kontak yang tertutup dalam keadaan tidak ada arus yang mengalir. Ketika saklar atau relay diaktifkan, kontak NC terbuka dan memutuskan aliran arus.

- COM

  COM biasanya terhubung ke sumber daya atau muatan yang akan dikendalikan.

- Elektromagnetik (coil)

  Berfungsi menghantarkan arus listrik dan merubah armature merubah posisi awalnya.

- Armature

  Sebuah material berupa lempengan logam yang berfungsi sebagai tuas kontak yang bergerak merubah posisi kontak.

- Spring

  Berfungsi mengatur kondisi dari *armature*. Jadi, apabila ada aliran listrik dari coil maka spring bakal mendorong sisi belakang armature ke atas sehingga posisinya berubah.

- Switch Contact Point

  Berfungsi sebagai kontak output relay.
- Inti Besi

  Berperan dalam hal menarik armature sehingga bisa mengubah posisi switch contact points.

Penjelasan dari PIN pada relay dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Penjelasan Pin Relay

PIN	Definisi
VCC	3,3V – 5V
GND	Ground
In	Sinyal

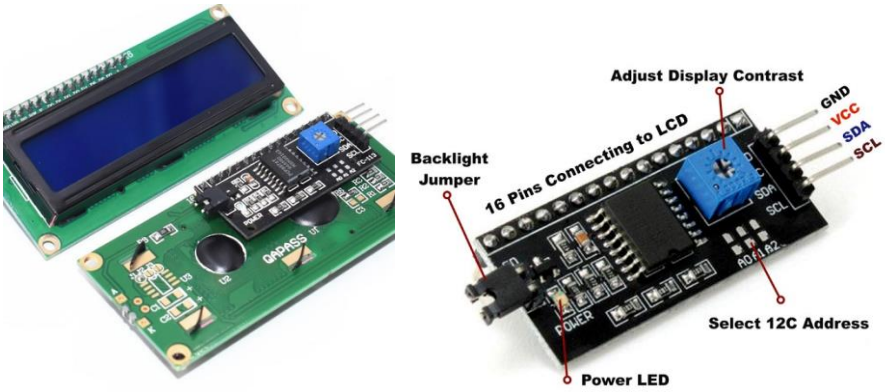
Contoh program untuk menggunakan relay pada Arduino:

```
// Definisikan pin relay
#define RELAY_PIN 7

void setup() {
  // Setel pin relay sebagai output
  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
}

void loop() {
  // Nyalakan relay (dan lampu)
  digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH); // Mengaktifkan relay
  delay(1000); // Tunggu selama 1 detik

  // Matikan relay (dan lampu)
  digitalWrite(RELAY_PIN, LOW); // Mematikan relay
  delay(1000); // Tunggu selama 1 detik
}
```

Gambar 2.10 Contoh Program untuk Relay

2.8 LCD 16x2 dengan Modul I2C

LCD (liquid crystal display) 16x2 merupakan jenis media tampilan yang terbatas pada tampilan karakter. Alat ini dapat menampilkan hingga 32 karakter pada dua baris, dan 16 karakter pada setiap baris. LCD ini biasanya menggunakan 16 pin sebagai control. Tentu saja menggunakan 16 pin akan sangat boros. Oleh karena itu digunakan driver khusus yaitu modul I2C atau Inter-Integrated Circuit sehingga dapat mengontrol LCD. Dengan modul I2C, LCD 16x2 hanya membutuhkan dua pin untuk transmisi data dan dua pin untuk catu daya.



Gambar 2.11 LCD dengan Modul I2C

Penjelasan dari PIN pada LCD I2C dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Penjelasan Pin LCD I2C

PIN	Definisi
VCC	5V
GND	Ground
SDA	Data
SCL	Data

Contoh program untuk menggunakan LCD 16x2 I2C pada Arduino:

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// Alamat I2C LCD dan ukuran layar (16x2 atau 20x4)
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

void setup() {
  // Inisialisasi LCD
  lcd.begin();

  // Nyalakan backlight
  lcd.backlight();

  // Tampilkan pesan "Hello, World!" pada baris pertama
  lcd.setCursor(0, 0);  // Setel posisi kursor ke kolom 0, baris 0
  lcd.print("Hello, World!"); // Tampilkan pesan
}

void loop() {

}
```

Gambar 2.12 Contoh Program untuk LCD I2C 16x2