

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini mengkaji hasil pencapaian terdahulu yang selaras dengan topik yang akan dibahas oleh peneliti. Kemudian tinjauan teoritis yang difungsikan untuk literasi dan referensi pada penelitian ini.

#### 2.1. Pencapaian Terdahulu

Sebagai bahan tinjauan pada penelitian, penulis menggunakan beberapa contoh penelitian terdahulu sebagai bahan rujukan serta panduan. Pada penelitian terdahulu, baik sistem monitoring curah hujan dan sistem manajemen irigasi sudah banyak dilakukan.

Tabel 2. 1 Pencapaian Terdahulu

No	Nama (Tahun)	Judul	Hasil	Publikasi
1	Widia Apriyunike, Juli Sardi pada tahun 2020	Perancangan Sistem Kontrol Ketinggian Air Sawah Berdasarkan Usia Tanaman Padi Menggunakan Arduino Mega 2560	Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem kontrol otomatis ketinggian air menggunakan Arduino Mega 2560, yang disesuaikan dengan kebutuhan air berdasarkan usia tanaman padi, serta menampilkan data pada LCD	JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia Vol 1 No 2 (2020)
2	Iqsyahiro Kresna A pada tahun 2022	Perancangan Sistem Irigasi Berbasis IoT pada Sawah Padi di Kecamatan Wangon Kabupaten Banyumas	Intisari pada penelitian tersebut adalah merancang sebuah sistem pengatur aliran air berbasis IoT di sawah yang terletak di wangon banyumas. Rancangan tersebut akan bekerja secara otomatis melakukan manajemen irigasi pada lahan sawah. Sistem juga memantau kondisi air yang ada pada lahan, jika mengalami pengurangan maka akan ditambahkan secara proporsional oleh sistem, begitu pula sebaliknya. Sistem tersebut diharapkan menjadi solusi peningkatan hasil panen padi dan menerapkan efisiensi dan efektivitas sistem.	Jurnal Ledger Vol.1 No.3 Agustus 2022.
3	Selamet Samsugi, Zainabun Mardiyansyah & Andi Nurkholis 2020	Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno	Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan rangkaian yang berfungsi membuka dan menutup pintu irigasi secara otomatis. Sistem pengontrol irigasi otomatis ini dirancang untuk memudahkan petani dalam mengatur aliran air. Sensor	JTST, Vol. 01, No. 01, 2020, 17-22.

			ultrasonik akan mengukur jarak air; jika jarak air berada dalam kondisi normal, motor servo akan terbuka hingga 180°. Namun, jika air mencapai ketinggian tertentu, motor servo akan menutup pintu irigasi. Sistem ini dikendalikan oleh Arduino Uno yang berfungsi sebagai pusat kendali untuk memberikan instruksi.	
4	Depi Permata Sari & Yasdinul huda (2023)	Rancang Bangun Sistem Irigasi Sawah Otomatis Berbasis Arduino uno	Penelitian ini merancang sistem otomatis pengairan sawah dengan menggunakan teknologi sensor soil moisture, sensor water level, dan sensor ultrasonik. Sensor soil moisture digunakan untuk mendeteksi tingkat kelembapan tanah dan menentukan keberadaan air di tanah atau di sekitar sensor. Sensor water level berfungsi mendeteksi ketinggian air dengan output analog yang kemudian diproses oleh mikrokontroler. Sensor ultrasonik mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya, digunakan untuk mengukur ketinggian air dalam penampungan. Semua sensor ini terhubung ke Arduino Uno, yang akan mengolah data dan memberikan instruksi kepada motor driver untuk membuka pintu irigasi saat air kurang dan menutupnya ketika air sudah mencukupi.	Jurnal Elektronika dan Informatika Vol. 1, No. 1, Mei 2023.
5	Fallah Dhiya Ayyasy (2021)	Rancang Bangun Prototipe Pintu Irigasi Sawah Otomatis Berbasis Arduino Uno	Penelitian ini bertujuan menciptakan alat bantu untuk mengotomatiskan pengairan irigasi. Sistem ini dirancang agar pintu air terbuka berdasarkan tinggi air yang mengalir di saluran irigasi. Sensor ultrasonik akan mengukur ketinggian air, dan hasilnya akan dibaca oleh Arduino. Jika ketinggian air melebihi batas yang telah ditentukan, pintu air akan terbuka otomatis dengan bantuan motor servo. Sistem ini menggunakan dua batas ketinggian: jika ketinggian air di bawah 20 cm, servo 1 akan membuka pintu air 1; dan jika jarak air dari sensor ultrasonik kurang dari 10 cm, servo 2 akan membuka pintu air 2.	
6	Farlan Rahmadhoni, Yani Prabowo, S.Kom, M.Si, Swasti Broto dan Siswanto	Pengaturan Irigasi Berbasis IoT Untuk Persawahan	Merancang alat untuk mengontrol aliran air secara otomatis pada saluran irigasi sawah, yang memudahkan pemberian air ke lahan persawahan. Sistem ini dirancang untuk memonitoring laju air dan membatasi volume air pada setiap lahan sawah.	ISSN Media Elektronik: 2685-127x Vol. 17 No. 2 (2020)07-13

7	Syarifudin Baco, Sajiah, Suradi, Nurfadila Awalia A, Wulandari Suluweteng	Rancang Bangun Sistem Monitoring Irigasi Sawah Menggunakan ESP8266 Berbasis Android dengan Mode Bot.	Merancang Sistem Monitoring Irigasi Sawah Menggunakan ESP8266 Berbasis Android dengan Mode Bot Telegram. Hasil pengujian dimulai dengan mengukur ketinggian air pada lahan kemudian sistem akan mengatur kapan harus memasukan dan mengeluarkan air menggunakan esp8266 dan data dikirimkan ke mode bot telegram.	Journal of System and Computer Enggining (JCSE) Vol. 4 No. 1 Januari 2023
---	---	--	---	---

Beberapa penelitian terdahulu mengatur irigasi pada sawah menggunakan arduino, memanfaatkan protokol komunikasi mqtt dan peran iot untuk mendukung sistem yang dibangun. Dari beberapa penelitian yang sudah ada, peneliti merancang dan membangun sistem monitoring curah hujan dan ketinggian air berbasis *IoT* untuk mendukung automasi irigasi pada tanaman padi. Pemanfaatan penelitian terdahulu sebagai acuan pembuatan sistem, pembaruan sistem. Pembaruan sistem yang memadukan antar komponen dan sensor seperti sensor curah hujan dan ketinggian air serta peranan *IoT* dan *mqtt* pada sistem yang dibangun.

## 2.2. Tinjauan Teoritis

Setiap penelitian pada umumnya memiliki teori yang dijadikan acuan. Teori menggabungkan antara pemahaman dan interpretasi mengenai fakta-fakta yang telah ditemukan melalui penelitian serta pengamatan. Teori merupakan dasar awal yang akan menjelaskan hubungan antara pernyataan dengan suatu kejadian. Di dalam penelitian ini, mempunyai beberapa kajian teori yang menguraikan, diantaranya:

### 2.2.1. Tanaman Padi

Mengacu pada literatur Tripathi et al (2011), tanaman padi pada tatanan tumbuhan (taksonomi) diklasifikasikan kedalam:

Divisi : Spermatophytae  
Subdivisio : Angiospermae  
Kelas : Monocotyledonae  
Ordo : Polales  
Famili : Graminae  
Genus : Oryza  
Spesies : Oryza sativa L.

Padi adalah tanaman berbunga yang termasuk dalam jenis Magnoliophyta. Karena memiliki satu kotiledon, padi diklasifikasikan sebagai Liliopsida. Padi merupakan tanaman rumput tahunan yang berbatang beruas, tulang daun sederet dan daun berupih, sehingga termasuk kedalam ordo Poales dan famili Gramineae (Poaceae).

Nama latin tanaman padi adalah *Oryza Sativa* adalah tanaman yang menghasilkan beras, dan beras merupakan makanan pokok bagi negara di Asia Tenggara (IRRI, 2020), terutama di Negara Indonesia.

### **2.2.2. Fase Pertumbuhan Tanaman Padi**

Tanaman padi mempunyai 3 fase pertumbuhan yaitu vegetatif, reproduktif, dan pematangan (Yuzugullu et al.2017). Fase tersebut dikelompokkan kedalam umur pada sebagai berikut:

1. Vegetatif adalah fase pertama pertumbuhan tanaman padi sampai terbentuknya malai (0-60 hari).
2. Reproduksi adalah fase kedua dengan ditandai pembentukan malai sampai pembungaan (61-90 hari).
3. Pematangan adalah fase terakhir yaitu masa pembungaan sampai gabah matang (91-120 hari). Kemudian, memasuki masa persiapan panen pada 10 hari terakhir yaitu (111-120 hari).

### **2.2.3. Pengairan dan sistem AWD (Alternate Wetting and Drying)**

Studi terbaru menunjukkan bahwa manajemen air yang tepat dapat meningkatkan hasil dan kualitas padi di berbagai kondisi iklim. Pentingnya menekankan ketersediaan air agar hasil dan kualitas padi di berbagai zona agro-ekologi, kekurangan air selama fase kritis pertumbuhan padi dapat menyebabkan penurunan hasil yang signifikan (Sridevi dan Chellamuthu 2020). Manajemen air yang baik meningkatkan pertumbuhan dan hasil padi secara signifikan di bawah kondisi iklim yang berbeda (Sayoko dan Yamada 2022). Sistem pengairan AWD (*Alternate Wetting and Drying*) adalah salah satu metode pengelolaan air yang efektif dalam budidaya padi. Menurut Dr. Sutopo dari Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (2020), teknik ini mampu menghemat penggunaan air hingga 30% dibandingkan dengan metode pengairan konvensional. Dr. Sutopo menambahkan

bahwa AWD dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air tanpa mengurangi hasil panen padi.

#### **2.2.4. IoT (*Internet of Things*)**

*Internet of things* ialah suatu konsep yang menanamkan teknologi cerdas kedalam suatu benda seperti sensor, aktuator dan software dengan tujuan untuk saling berkomunikasi, mengendalikan, menghubungkan, dan bertukar data antar perangkat selama masih terhubung ke internet (Isnain et al., 2021), (S Samsugi, 2017), (S Samsugi & Silaban, 2018b). Teknologi IoT mampu menghubungkan dan mengontrol dari jarak jauh, kemampuan ini sangat diperlukan untuk proses baik automasi ataupun memberikan perintah dari jarak jauh.

#### **2.2.5. Aplikasi**

Aplikasi ialah suatu program yang sudah siap untuk dijalankan sejumlah perintah dari pemecahan masalah yang menggunakan suatu teknik pemrosesan data pada suatu komputerisasi atau smartphone dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan pembuatannya (Roni Habibi dan Riki Karnovi 2020:14). Aplikasi semakin kompleks dan memerlukan integrasi yang kuat dengan sistem backend. Peranan aplikasi dalam mendukung IoT sangat signifikan karena aplikasi mempermudah dalam visualisasi dan membaca kondisi sistem yang sedang berjalan. Aplikasi IoT adalah tampilan dari sebuah perangkat lunak yang menampilkan informasi serta memfasilitasi interaksi antara pengguna dengan fitur dan fungsi aplikasi. Tampilan antarmuka bisa berupa grafis, teks dan tabel. Di bawah ini adalah tampilan aplikasi yang digunakan dalam penelitian:



Gambar 2. 1 Tampilan aplikasi IoT

### 2.2.6. MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*)

Message Queue Telemetry Transport (MQTT) merupakan protokol komunikasi jaringan yang ringan dan menggunakan sistem publish dan subscribe. Semua pesan yang dipublikasikan ke topik tertentu melalui broker akan ditransmisikan secara otomatis ke semua klien yang sudah berlangganan atau subscribe. MQTT bekerja dengan broker sebagai jembatan yang menangani dan menyangga semua pesan jaringan. Protokol mqtt ini sangat ringan jadi sering digunakan untuk petukaran data mesin-ke-mesin. MQTT adalah salah satu protokol komunikasi antar perangkat elektronik (Supriyanto et al.,2020)

MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) merupakan protokol komunikasi yang ringan serta dibuat guna penerapan dengan sumber daya terbatas serta jaringan dengan *bandwidth* kurang baik dan tinggi latensi. Dibawah ini beberapa poin penting mengenai MQTT:

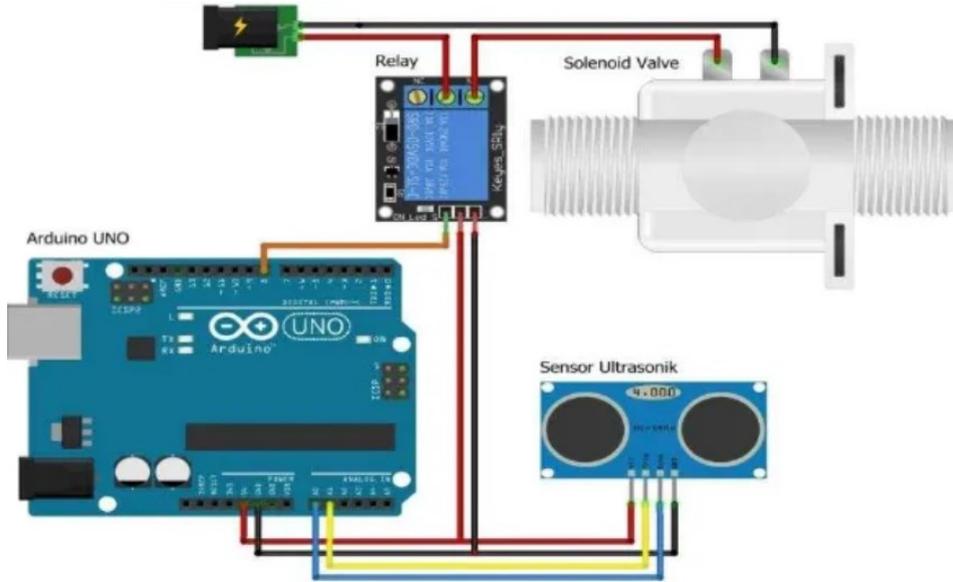
- a) Ringan dan Efisien: MQTT mengirimkan pesan dengan overhead yang rendah,
- b) Model Publish-Subscribe: MQTT menggunakan pub dan sub di mana perangkat-perangkat yang terhubung (client) dapat berperan sebagai publisher, subscriber, atau bahkan keduanya secara simultan.
- c) Kekuatan Pengiriman Pesan: MQTT mendukung beberapa level Quality of Service (QoS) yang mengontrol seberapa handal pengiriman pesan.
- d) Interoperabilitas: MQTT menjadi standar de facto di industri IoT, karena kemampuannya bekerja pada berbagai platform dan sistem operasi.

- e) Keamanan: MQTT mempunyai mekanisme keamanan seperti TLS/SSL untuk enkripsi data, autentikasi username-password, serta kontrol akses berbasis ACL (Access Control List).

### 2.2.5. Fritzing

Fritzing merupakan perangkat lunak atau *software* yang digunakan oleh pencipta atau pengelola, seniman, dan para penghobi elektronika guna membuat beragam rangkaian peralatan elektronik. Fritzing merupakan perangkat lunak gratis yang digunakan untuk merancang dan memvisualisasikan rangkaian elektronik dan prototipe. Menu dan tampilan fritzing didesain seinteraktif dan semudah mungkin dengan tujuan pengguna yang minim pengetahuan tentang simbol dari perangkat elektronika dapat menggunakannya. Fritzing adalah perangkat lunak atau software yang dapat di unduh secara gratis dan aplikasi ini sering digunakan para penghobi di bidang elektronika atau desainer untuk perancangan berbagai peralatan elektronika (Nega et al., 2019). Fritzing memiliki beberapa fitur utama, seperti:

- a) Skematik Editor: Fritzing membantu pengguna dalam membuat skematik elektronik dengan menambahkan berbagai komponen elektronik seperti resistor, transistor, IC, sensor, dan lainnya ke dalam skematik.
- b) PCB Layout Editor: Merancang layout PCB dari skematik yang sudah dibuat yaitu menentukan posisi dan hubungan antara komponen pada PCB.
- c) Visualisasi 3D: Fritzing membantu melihat proyek ke dalam bentuk visual 3D.
- d) Daftar Bahan: Menghasilkan daftar bahan (Bill of Materials) dari proyek serta mencantumkan semua komponen yang diperlukan berikut jumlahnya.
- e) Komunitas dan Berbagi: Fritzing mempunyai komunitas yang aktif.
- f) Multiplatform: Fritzing multiplatform yaitu dapat dijalankan pada Windows, macOS, dan Linux.



Gambar 2. 2 Rangkaian Sensor

### 2.2.6. Software IDE Arduino

Software IDE arduino kependekan dari (*Integrate Development Enviroment*) adalah aplikasi yang difungsikan sebagai editor kode program, membuat dan mengedit kode program, memverifikasi serta mengunggah baris perintah ke arduino. Bahasa yang dipakai pada IDE dalam perancangan lunak adalah C/C++ dengan tambahn beberapa libray untuk system monitoring irigasi sawah (Hanafie et al., 2021). Dibawah ini tampilan dari aplikasi IDE arduino:

```

Robot_Obstacle_Avoiding_v1.ino
1 #include <Servo.h> //Servo motor library. This is standard library
2 #include <NewPing.h> //Ultrasonic sensor function library. You must install this library
3
4 //our L298N control pins
5 const int LeftMotorForward = 5;
6 const int LeftMotorBackward = 4;
7 const int RightMotorForward = 3;
8 const int RightMotorBackward = 2;
9
10 //sensor pins
11 #define trig_pin A1 //analog input 1
12 #define echo_pin A2 //analog input 2
13
14 #define maximum_distance 200
15 boolean goesForward = false;
16 int distance = 100;
17
18 NewPing sonar(trig_pin, echo_pin, maximum_distance); //sensor function
19 Servo servo_motor; //our servo name
20
21
22 void setup(){
23
24   pinMode(RightMotorForward, OUTPUT);
25   pinMode(LeftMotorForward, OUTPUT);
26   pinMode(LeftMotorBackward, OUTPUT);
  
```

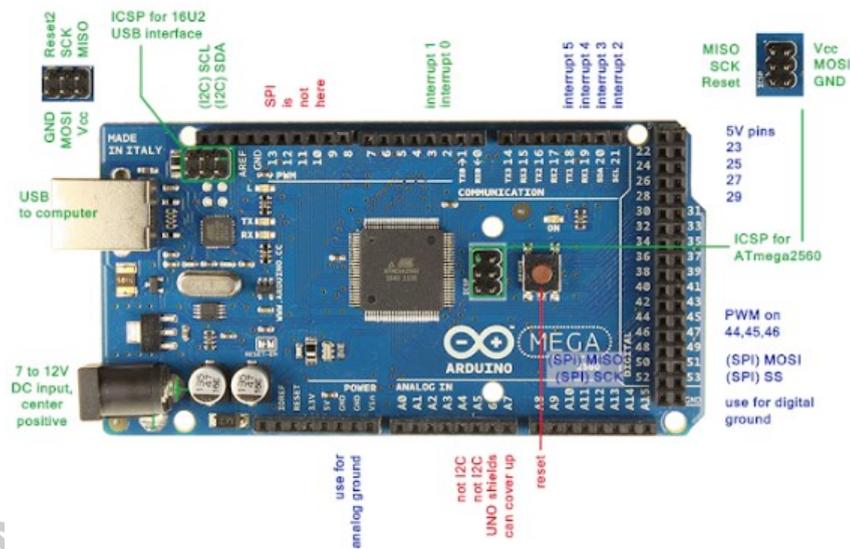
Gambar 2. 3 Software IDE Arduino

Dibawah ini fungsi dari setiap gambar pada IDE arduino:

- a) Simbol verify atau ceklist digunakan untuk memvalidasi program apakah sudah benar.
- b) Simbol upload atau panah arah ke kanan digunakan untuk mengirimkan kode perintah dari aplikasi ke papan arduino.
- c) Simbol new atau bergambar kertas digunakan untuk membuka lembar kerja baru.
- d) Simbol Open atau panah arah ke atas digunakan untuk membuka baris perintah yang telah tersimpan.
- e) Simbol save atau panah arah ke bawah digunakan untuk menyimpan kode atau baris perintah yang sudah dibuat serta dilakukan perubahan.
- f) Simbol serial monitor atau bergambar kaca pembesar digunakan untuk menyajikan komunikasi serial data.

#### **2.2.7. Arduino Mega 2560**

Arduino mega ialah papan elektronik mikrokontroler bersifat terbuka yang ditanamkan chip tipe AVR pada papannya serta dibuat dari perusahaan Atmel. Jenis *chip* yang digunakan bersifat dinamis dan dapat diprogram sesuai dengan kebutuhan. Program yang ditanamkan bertujuan membaca inputan dari rangkaian elektronik berupa sensor, mengatur perangkat yang terhubung, memproses masukan dan kemudian menghasilkan output. Mikrokontroler dapat disimpulkan sebagai pusat yang mengendalikan jalanya sistem dimulai dari masukan, pemrosesan and keluaran. Pada penelitian ini arduino 2560 digunakan karena memiliki 54 pin io digital (14 pin keluaran PWM), 16 pin masukan analog, 4 UART (terminal serial), osilator kristal berfrekuensi 16 MHz, kabel USB, *socket* masukan sumber daya, *socket* ICSP, serta tombol *reset (back to default)*. Arduino mega 2560 sebagai pusat pemrosesan kendal sesuai dengan input yang diberikan (Widia Apriyunike, Juli Sardi pada tahun 2020).



Gambar 2. 4 Arduino Mega

Dibawah ini merupakan tabel spesifikasi arduino mega yang digunakan:

Tabel 2. 2 Spesifikasi arduino mega

Nama	Spesifikasi
Chip	Atmega 2560
Voltase Operasi	5Volt
Voltase masukan yang disarankan.	7-12Volt DC
Voltase masukan (batas)	6-20Volt DC
Digital I/O	54 dimana 15 pin keluaran PWM
Analog masukan	16pin
Arus DC masing-masing I/O	20 miliamp
Memori kilat	256 Kilobite

### 2.2.8. Sensor Kecepatan Air

Sensor pengukur kecepatan air yang mengalir pada pipa. Sensor ini memiliki baling-baling yang nantinya akan bergerak ketika dilalui air, seiring pergerakan itu akan dihitung outputnya kemudian dengan rumus yang ada akan menghitung berapa debit air yang mengalir. Output sensor flowmeter TTL dengan tegangan operasi 5vdc sampai dengan 18vdc.



Gambar 2. 5 Sensor kecepatan air

Dibawah ini merupakan tabel spesifikasi sensor kecepatan air yang digunakan:

Tabel 2. 3 Spesifikasi sensor kecepatan air

Nama	Spesifikasi
Tipe	YF-S201
Tegangan Operasional	5vdc s/d 18vdc.
Tipe Sensor	Hall effect
Kecepatan aliran	1 sampai 30 lt/m
Output	5V TTL.
Akurasi	+/- 10%
Karakteristik rating pulsa	Frekuensi 7.5Hz
Panjang kabel	15cm

#### 2.2.9. Electric Water Level Selenoid Valve

Perangkat ini difungsikan untuk membuka dan menutup secara otomatis aliran air pada pipa. Tipe yang digunakan adalah NC (normally closed) atau dalam kondisi tidak ada tegangan valve tertutup atau air tidak mengalir. Tegangan kerja yang dibutuhkan 12vdc serta dihubungkan ke relay yang akan mengatur kapan hidup dan mati sesuai intruksi dari microcontroller. Ukuran drat ulir pipa ½ inchi yang nantinya dihubungkan ke sensor flowmeter untuk diukur debit.



Gambar 2. 6 Selenoid Valve

Dibawah ini merupakan tabel spesifikasi selenoid valve yang digunakan:

Tabel 2. 4 Spesifikasi selenoid valve

Nama	Spesifikasi
Tipe	NC (Normally closed)
Ukuran	1/2"
Tegangan masukan	12vdc
Tekanan air	0.0-10Kg/cm <sup>3</sup>

### 2.2.10. Sensor Curah Hujan

Curah hujan merupakan salah satu kondisi cuaca yang penting karena yang berguna menyediakan air bagi tanaman. Naik turunnya produksi padi bergantung pada ketersediaan air bagi tanaman. Hasil tanaman padi yang baik dekat kaitanya pada jaminan tersedianya air semasa musim tanam (Syakir, M, 2018).

Sensor curah hujan akan mengukur intensitas curah hujan dalam satuan mm pada area 1m<sup>2</sup>. Intensitas hujan dalam 1 mm adalah ketika hujan turun pada permukaan tanah pada area 1m<sup>2</sup> dengan volume 1 lt tidak terjadi proses penguapan ataupun peresapan. Tingkat curah hujan dalam (cm) = volume yang terkumpul dalam satuan (mL): area dalam (cm<sup>2</sup>). Luas kolektor atau *cone* sensor dengan rumus =  $\phi \times r^2 = 3.14 \times (3.55 \times 3.55) = 39,57 \text{ cm}^2$ . Prinsip kerja sensor ini didasarkan pada cup yang berguling (jungkat-jungkit) karena ada air, perubahan posisi ini dihitung sebagai "tipping" (terguling) setiap sensor tipping bernilai 0.30mm curah hujan.



Gambar 2. 7 Sensor curah hujan

- Dibawah ini merupakan tabel spesifikasi sensor curah hujan digunakan:

Tabel 2. 5 Spesifikasi curah hujan

Nama	Spesifikasi
Tegangan	3.3-5V DC
Per tip	0,30 mm
Output	Menggunakan pin interrupt

### 2.2.11. Sensor Ultrasonic HC-SR04

Sensor ultrasonik *distance* merupakan sensor yang akan mengukur perubahan tinggi muka air dengan prinsip gelombang ultrasonik. Sensor bekerja dengan mengeluarkan gelombang ultrasonik yang dihasilkan dari *piezoelektrik*. *Piezoelektrik* tersebut mengeluarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40kHz. Adapun cara kerjanya sebagai berikut, pada bagian *transmitter* sensor yang disebut piezoelektrik akan mengeluarkan dan menembakkan gelombang ultrasonik ketika gelombang tersebut mengenai benda baik padat atau cair kemudian gelombang tersebut akan memantul kembali dan akan diterima oleh sensor pada bagian *receiver*. Selanjutnya, sensor akan mengeluarkan pulsa dan arduino akan melakukan penghitungan kecepatan rambatan gelombang = selisih waktu gelombang yang dikirimkan dengan gelombang pantulan yang diterima, kemudian akan diinterpretasikan sebagai nilai jarak dari sensor ke target. Perhitungan jarak

dengan mengalikan kecepatan suara dengan waktu pantul kemudian dibagi dua (I. K. A, Y. A. Setyoko, and A. Wijayanto 2019).



Gambar 2. 8 Sensor ultrasonik distance

Dibawah ini merupakan tabel spesifikasi sensor ultrasonic distance yang digunakan:

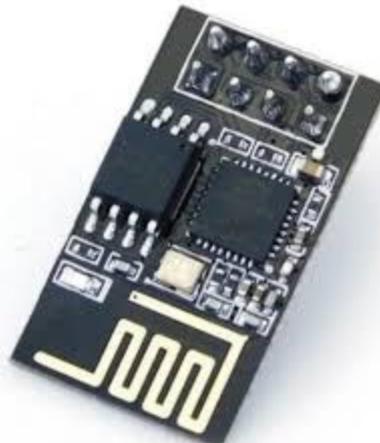
Tabel 2. 6 Spesifikasi sensor ultrasonik

Nama	Spesifikasi
Tegangan	5VDC
Sinyal Output	< 2mA
Output	high level 5V, low level 0V
Jarak deteksi	2cm-400cm
Kepresisian	0.3cm
Sinyal triger input	10us TTL impulse
Sinyal Echo	sinyal output TTL PWL

### 2.2.12. Modul Wifi ESP-01

Sensor ultrasonik *distance* merupakan sensor yang akan mengukur perubahan tinggi muka air dengan prinsip gelombang ultrasonik. Sensor bekerja dengan mengeluarkan gelombang ultrasonik yang dihasilkan dari *piezoelektrik*. *Piezoelektrik* tersebut mengeluarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40kHz. Adapun cara kerjanya sebagai berikut, pada bagian *transmitter* sensor yang disebut piezoelektrik akan mengeluarkan dan menembakkan gelombang ultrasonik ketika gelombang tersebut mengenai benda baik padat atau cair kemudian gelombang tersebut akan memantul kembali dan akan diterima oleh sensor pada bagian *receiver*. Selanjutnya, sensor akan mengeluarkan pulsa dan arduino akan

melakukan penghitungan kecepatan rambatan gelombang = selisih waktu gelombang yang dikirimkan dengan gelombang pantulan yang diterima, kemudian akan diinterpretasikan sebagai nilai jarak dari sensor ke target. Perhitungan jarak dengan mengalikan kecepatan suara dengan waktu pantul kemudian dibagi dua (I. K. A, Y. A. Setyoko, and A. Wijayanto 2019).



Gambar 2. 9 Modul Wifi ESP-01

Dibawah ini merupakan tabel spesifikasi ESP-01 yang digunakan:

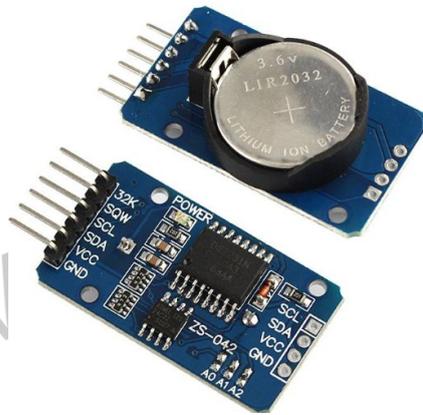
Tabel 2. 7 Spesifikasi ESP-01

Nama	Spesifikasi
Tegangan kerja	3.3 VDC
Standar wifi	802.11 b/g/n
Memory flash	1 MB
Wifi	2.4 GHz
ADC	10-bit
Pin serial	RX/TX UART

### 2.2.13. Real Time Clock (RTC)

RTC atau kependekan dari (Real Time Clock) adalah perangkat yang digunakan untuk mengatur, mempertahankan waktu dan tanggal ketika perangkat tidak mendapatkan masukan daya atau tidak memiliki koneksi ke internet. RTC biasa digunakan dalam proyek-proyek yang membutuhkan pemantauan waktu dan tanggal yang tepat, seperti sistem log data, jam digital, atau alat pengatur waktu. Pengaturan waktu meliputi detik, kemudian menit, hari, bulan dan tahun. Arduino

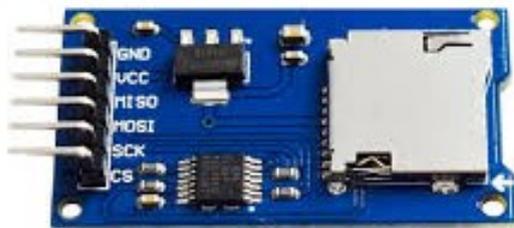
mega dalam penelitian ini dilengkapi dengan modul RTC dengan tujuan mengatur waktu dan mempertahankan waktu ketika terjadi kehilangan masukan daya.



Gambar 2. 10 RTC (real time clock)

#### 2.2.14. Modul Memori Penyimpanan Data

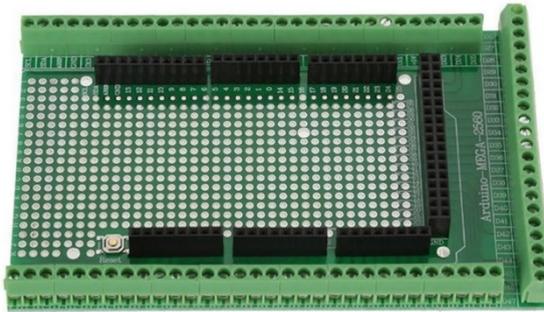
Modul penyimpanan data atau (*MicroSD Card Adapter*) merupakan modul perangkat elektronik yang berfungsi menyimpan, membaca serta menulis yang menggunakan antarmuka SPI (Faudin, 2018). Modul tersebut digunakan dalam penelitian ini sebagai *memory internal* yang akan menyimpan data pengukuran dari sensor, memory tersebut akan menyimpan data dari awal pemasangan dan difungsikan hingga data tersebut *dibackup* ke PC lalu memori di *flash*.



Gambar 2. 11 Modul penyimpanan data

### 2.2.15. Arduino Mega 2560 Terminal Shield

Arduino Shield Mega2560 adalah shield yang berfungsi untuk menempatkan kabel sensor atau perangkat apapun yang akan terhubung ke arduino mega, sehingga memudahkan dalam pemasangan komponen ke arduino Mega2560. Penggunaan arduino shield ini cukup mudah yaitu dengan memasangkan kaki bagian bawah shield dengan sisi atas arduino mega.



Gambar 2. 12 Arduino shield

### 2.2.16. Layar LCD 20X4 (Liquid Crystallin Display)

LCD 20x4 (20 karakter x 4 baris) merupakan layar karakter yang digunakan untuk menampilkan teks atau informasi lain pada proyek arduino. Layar ini mempunyai 4 baris dengan masing-masing baris berjumlah 20 karakter, lcd diatur sedemikian rupa agar dapat menampilkan nilai sensor, waktu, nama proyek atau yang lainnya. LCD (Liquid Crystal Display) merupakan tipe media tampilan atau display yang berbahan cairan kristal sebagai penampil utama (Selamet Samsugi, Zainabun Mardiyansyah & Andi Nurkholis 2020).



Gambar 2. 13 Layar LCD

Dibawah ini merupakan tabel spesifikasi LCD yang digunakan:

Tabel 2. 8 Spesifikasi layar lcd

Nama	Spesifikasi
Komunikasi	I2C
Tampilan karakter	20 karakter x 4 baris
Tegangan Masukan	5Volt
Pengaturan kecerahan	Potensiometer

### 2.2.17. Modul I2C

Modul elektronik I2C adalah komunikasi serial dua arah yang dapat mengirimkan serta menerima data. Modul ini memiliki pin *SCL* atau (*Serial Clock*) serta *SDA* atau (*Serial Data*) sebagai jalur komunikasi data I2C dan arduino. Perangkat yang terhubung dengan I2C bus bisa dijalankan sebagai *slave*. Sedangkan master ialah, perangkat yang memulai pengiriman data seraya membuat sinyal mulai, menghentikan pengiriman data seraya membuat sinyal berhenti, serta mengaktifkan sinyal clock. Modul ini difungsikan sebagai i2c dari LCD20x4 sehingga bisa memperkecil penggunaan kabel jumper, serta bisa mengatur kontras dari pada LCD.



Gambar 2. 14 Modul I2C

Dibawah ini merupakan tabel spesifikasi I2C yang digunakan:

Tabel 2. 9 Spesifikasi modul i2c

Nama	Spesifikasi
Tegangan kerja	VCC, GND, DO, AO
4 pin untuk kontrol	SDA, SCL, VCC dan GND)

Alamat perangkat	0x27, 0x26 dan 0x25
Ukuran papan	41.5 x 19 x 15.3mm

### 2.2.18. Adaptor 12 Volt

Adaptor 12VDC adalah perangkat yang difungsikan untuk menyediakan atau sebagai sumber tegangan listrik sebesar 12volt dengan arus searah (DC) yang akan menghidupkan semua perangkat di dalam penelitian. Adaptor seperti ini lazim digunakan dalam berbagai perangkat elektronik, seperti lampu LED, alat-alat elektronik, router, modem, kamera, dan lainnya.



Gambar 2. 15 Adaptor 12vdc

Dibawah ini merupakan tabel spesifikasi Adaptor yang digunakan:

Tabel 2. 10 Spesifikasi adaptor 12vdc

Nama	Spesifikasi
Tegangan masukan luaran	100Volt-240Vac 50/60hz, 2.0A
Tegangan keluar	12Volt - 5A

### 2.2.19. Pompa DC Submersibel

Pompa mini submersible merupakan jenis pompa air berukuran kecil yang dirancang untuk difungsikan di dalam air, seperti dalam wadah air atau akuarium. Pompa jenis ini biasanya digunakan dalam proyek-proyek yang memerlukan sirkulasi air atau pengaturan level air, seperti proyek-proyek pertanian hidroponik, akuarium, atau sistem irigasi. Pada penelitian ini menggunakan pompa mini untuk

menyedot/memompa air. Pompa ini ditenagai oleh sumber daya searah yang berasal dari adaptor. Pompa air mini dapat menghasilkan air kurang lebih 240 lt tiap jamnya. Pompa mini ini membutuhkan masukan daya dengan rentang tegangan kerja antara 3volt – 5volt DC.



Gambar 2. 16 Pompa mini submersibel

Dibawah ini merupakan tabel spesifikasi pompa mini submersible yang digunakan:

Tabel 2. 11 Spesifikasi pompa mini submersibel

Nama	Spesifikasi
Tipe pompa mini	Pompa celup/rendam
Tegangan kerja pompa	3Volt - 5Volt DC
Konsumsi arus pompa	120mA - 330 mA
Konsumsi daya pompa	0.4W- 1.5W
Kapasitas pompa	80 - 120 L/H
Tipe motor	DC Brushless
Bahan	Plastic

### 2.2.20. Konverter DC-DC LM2596

Konverter tegangan dc-dc ini mempunyai efisiensi hingga 92%. Tegangan masukan dari 4-35vdc dan untuk tegangan keluaran dapat di-atur menjadi 1.23-30vdc dengan arus maksimal 2A. Pada penelitian ini difungsikan sebagai sumber tegangan perangkat yang beroperasi pada tegangan dibawah 5vdc.



Gambar 2. 17 Penurun tegangan dc-dc

Dibawah ini merupakan tabel spesifikasi pompa mini submersible yang digunakan:

Tabel 2. 12 Spesifikasi konverter tegangan dc-dc

Nama	Spesifikasi
Efisiensi konverter	hingga 92%
Frekuensi switching konverter	150KHz
Full load temperature rise	40
Voltase masukan	4-35Volt DC
Voltase keluaran	1.23-30V (bisa disesuaikan)
Arus keluaran	2ampere
Dimensi	43x21x14MM

### 2.2.21. Relay 2CH 5VDC

Relay berfungsi sebagai kontaktor otomatis yang beroperasi setelah mendapatkan intruksi dari microcontroller berupa High atau Low. Ketika High atau hidup maka pada pin relay yang terhubung ke perangkat (pompa) dan daya akan terhubung sehingga perangkat tersebut akan hidup, begitu pula sebaliknya. Penelitian menurut (Lubis et al., 2019) modul relay merupakan sebuah saklar yang dapat dioperasikan menggunakan listrik dan komponennya terdiri dari 2 bagian utama yaitu elektromagnet dan seperangkat kontak saklar).



Gambar 2. 18 Relay 2 channel

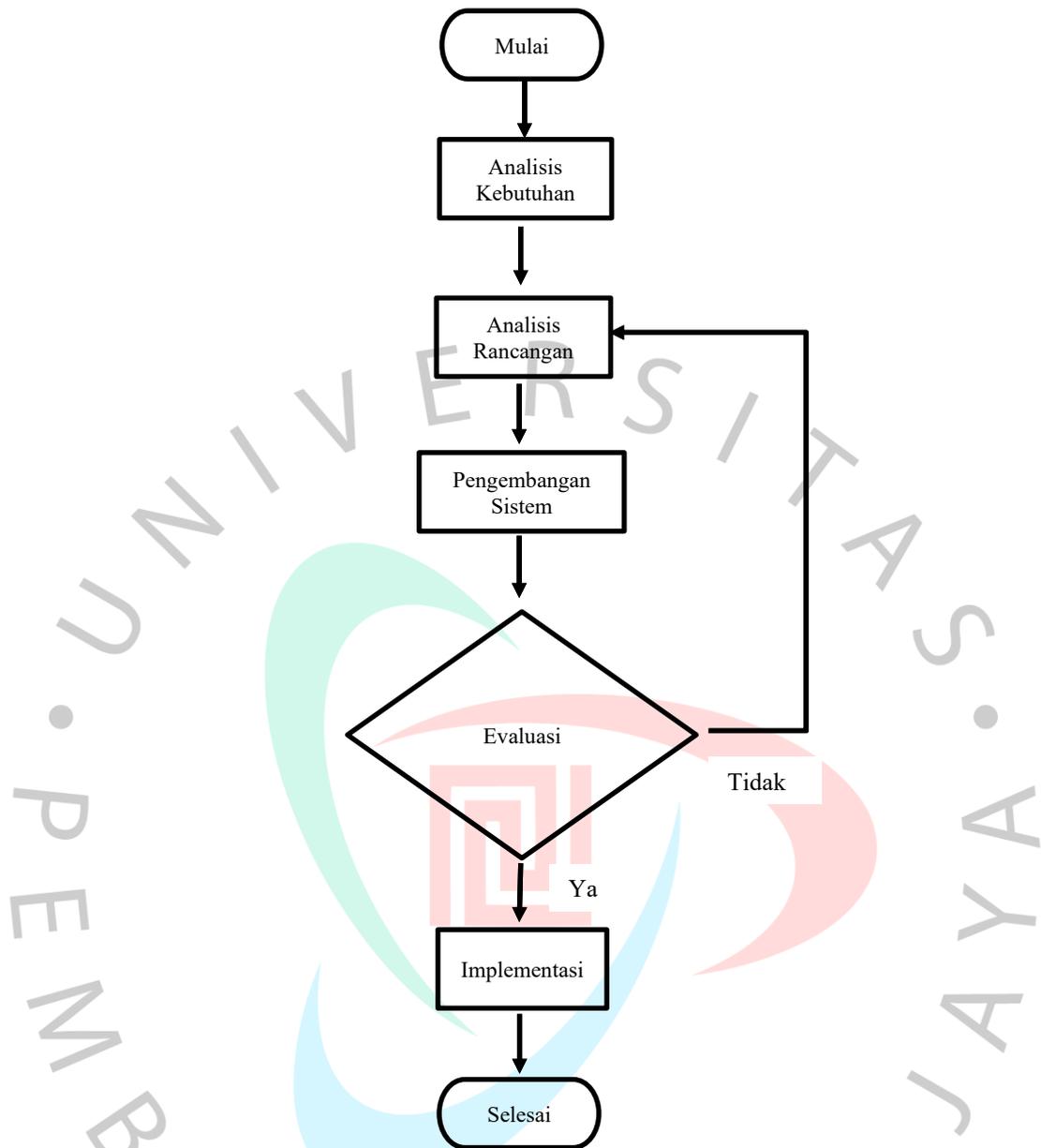
Dibawah ini merupakan tabel spesifikasi relay yang digunakan:

Tabel 2. 13 Spesifikasi relay

Nama	Spesifikasi
Beban maksimal	AC 250V/10A. DC 30V/10A
Tegangan operasi	5 VDC
Jumlah kanal	2
Berat	60gram
Indikator lampu	LED

### 2.2.22. Metode Prototype

Metode pengembangan prototyping, yaitu pendekatan dalam pengembangan perangkat keras dan lunak yang digunakan untuk merancang dan mengembangkan dengan cara iteratif. Metode ini menjelaskan secara detail penelitian yang sedang dilakukan, langkah-langkah teratur dan terstruktur agar mendapatkan hasil yang baik. Prototipe ini kemudian dievaluasi oleh pengguna dan digunakan untuk menyaring kebutuhan pengembangan perangkat lunak lebih lanjut (Pricillia, 2021). Berikut ini tahapan pengembangan metode perangkat lunak:



Gambar 2. 19 Tahapan Metode Pengembangan Prototipe

Berdasarkan Gambar 2.19, di bawah ini merupakan penjelasan mengenai tahapan-tahapan metode pengembangan prototipe:

1. Analisis Kebutuhan

Pada penelitian ini tahap awal yang dilakukan adalah analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan dilakukan setelah adanya interaksi antara pengguna dan pengembang dalam hal ini peneliti. Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi tujuan pengembangan prototipe dan kebutuhan pengguna serta menentukan fungsionalitas dan kebutuhan sistem.

## 2. Analisis Rancangan

Setelah analisis kebutuhan selesai maka langkah berikutnya adalah analisis rancangan. Pada analisis rancangan merupakan tahapan proses desain yang akan dilakukan pada metode *prototyping*.

## 3. Pengembangan Sistem

Setelah dilakukan analisis rancangan tahap berikutnya adalah pengembangan sistem. Pengembangan sistem melibatkan serangkaian langkah teknis dan prosedural untuk menerjemahkan desain konseptual menjadi produk yang berfungsi.

## 4. Evaluasi

Setelah dilakukan pengembangan sistem selanjutnya evaluasi. Pada tahap evaluasi akan dilakukan pengujian guna menyimpulkan berfungsi dengan baik atau tidaknya sistem yang dibuat. Apabila proses evaluasi berjalan dan bekerja dengan baik maka akan dilanjutkan ke tahap implementasi, begitupula sebaliknya jika tahap evaluasi tidak bekerja dengan baik maka akan dilakukan proses ulang perancangan.

## 5. Implementasi

Jika tahap evaluasi berhasil maka langkah berikutnya adalah implementasi. Implementasi merupakan penerapan atau pengaplikasian dari hasil akhir sistem yang telah lulus uji fungsi pada tahap evaluasi. Implementasi memastikan bahwa semua komponen saling terintegrasi agar tercapai tujuan atau konsep yang sudah ditetapkan sebelumnya.

### 2.2.23. Metode Black Box

Pengujian Blackbox sistem ialah metode pengetesan yang berfokus pada perilaku atau kinerja dari sistem yang dirancang. Mengikuti (Febiharsa et al., 2019) black box ialah pengetesan yang berfokus pada kinerja sistem yang dirancang yaitu perilaku perangkat keras atas masukan yang diberikan sehingga memperoleh keluaran sesuai dengan rancangan dengan mengabaikan proses di didalam atau baris perintah yang dieksekusi. Berdasarkan teori itu peneliti mengadopsi untuk mengembangkan sistem. Metode black box testing bekerja dengan memberikan masukan tertentu kepada sistem berupa tanggapan atas masukan telah ditetapkan sebelumnya sebagai pemicu. Kemudian, sistem dipantau

untuk melihat apakah ada pemrosesan yang terjadi dan mendapatkan hasil yang selaras dengan yang dirancang.

#### 2.2.24. Metode White Box

Penetesan White box testing ialah kaidah pengetesan peranti lunak yang berorientasi menguji struktur internal dari baris perintah atau sistem yang diuji. Tujuan dari pengujian *white box* adalah sebagai alat untuk menguji komplektibilitas dari kode program (Dhaifullah, Salsabila, & Yaqin, 2022). Selain itu, tujuan dari *white box* pada penelitian ini adalah untuk menguji kinerja dari perangkat lunak berdasarkan keluaran dari perangkat keras. Perangkat keras sebagai *publisher* akan mempublish sebuah topik yang berisikan parameter yang digunakan pada sistem, kemudian perangkat lunak sebagai *subscriber* akan mensubscribe topik yang berisikan parameter dan mengatur tampilan dari hasil keluaran perangkat keras.

