

**RANCANG BANGUN SISTEM IRIGASI TETES OTOMATIS
DENGAN MONITORING IOT MENGGUNAKAN *SUPPLY*
ENERGI PANEL SURYA**

SKRIPSI

**OLEH:
FIKTORMAN LAIA
21.812.0022**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 4/3/26

Access From (repositori.uma.ac.id)4/3/26

RANCANG BANGUN SISTEM IRIGASI TETES OTOMATIS DENGAN MONITORING IOT MENGGUNAKAN *SUPPLY* ENERGI PANEL SURYA

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



OLEH:
FIKTORMAN LAIA
21.812.0022

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 4/3/26

Access From (repositori.uma.ac.id)4/3/26

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Irigasi Tetes Otomatis Dengan
Monitoring IOT Menggunakan *Supply* Energi Panel Surya

Nama : Fiktorman Laia

Npm : 21.812.0022

Prodi : Teknik Elektro

Disetujui Oleh:

Komisi Pembimbing


Moranain Mungkin S.T., M.Si
Pembimbing




Dr. Eng. Supriatno S.T., M.E
Dekan




Ir. Habib Satria, M.T., IPM, ASEAN Eng
Ka. Prodi

Tanggal lulus : 01 September 2025

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fiktorman Laia
NPM : 21.812.0022
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : **“Rancang Bangun Sistem Irigasi Tetes Otomatis Dengan Monitoring Iot Menggunakan *Supply Energi Panel Surya*”**.

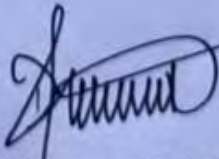
Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data base), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 01 September 2025

Yang menyatakan



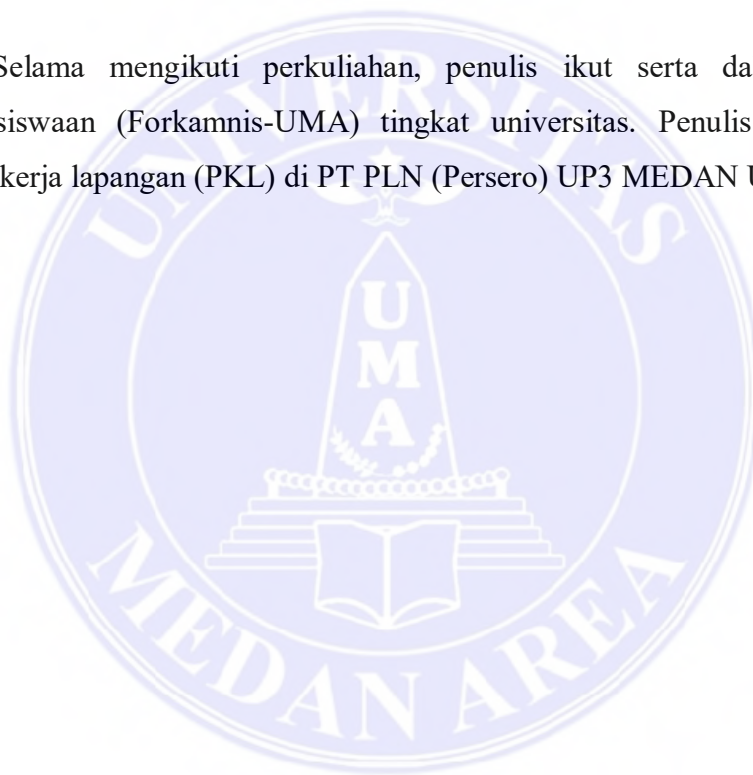
(Fiktorman Laia)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Hilisibohou Pada tanggal 04 Juni 2000 dari ayah Tohumbowo Laia dan ibu Yusumani Ndruru Penulis merupakan anak ke-3 dari enam bersaudara.

Tahun 2019 Penulis lulus dari SMK Swasta BNKP Daro-Daro dan pada tahun 2021 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

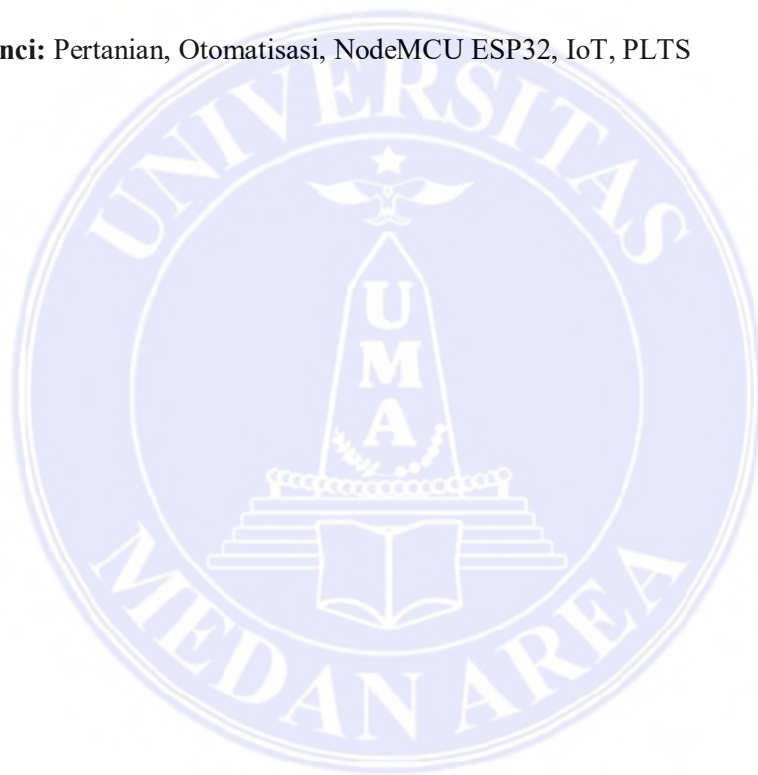
Selama mengikuti perkuliahan, penulis ikut serta dalam organisasi kemahasiswaan (Forkamnis-UMA) tingkat universitas. Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT PLN (Persero) UP3 MEDAN UTARA.



ABSTRAK

Pertanian di Indonesia sebagian besar masih menggunakan cara manual dalam mengolah lahan perkebunan yang dimiliki. Hal ini mengharuskan petani mengorbankan waktu dan tenaga serta air yang ekstra. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk membuat alat sistem irigasi tetes yang dapat bekerja secara otomatis untuk meringankan pekerjaan petani khususnya saat menyiram tanaman. Prinsip kerja alat sistem irigasi tetes otomatis adalah ketika tanah kering dan suhu panas air dialiri menggunakan pipa dan selang khusus hingga ke akar tanaman. Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian alat dapat menghemat pemakaian air hingga 57% air untuk menyiram 3 pot tanaman setiap harinya. Selain itu pemakaian daya yang cukup efisien berkisar 30 watt dalam sehari setara 27,71% dari kapasitas baterai yang digunakan.

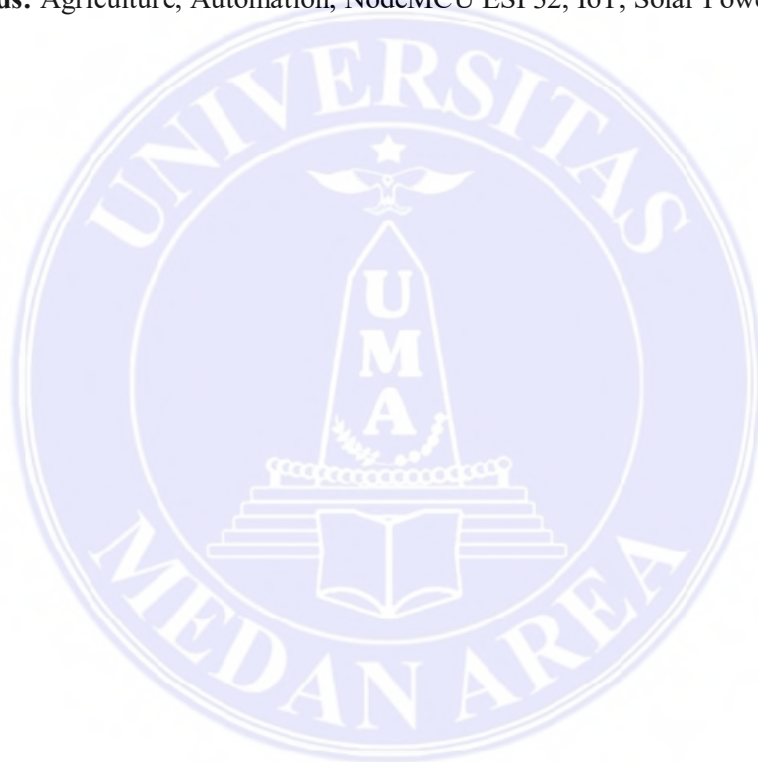
Kata kunci: Pertanian, Otomatisasi, NodeMCU ESP32, IoT, PLTS



ABSTRACT

Agriculture in Indonesia still largely relies on manual methods for cultivating their plantations. This requires farmers to sacrifice time, energy, and extra water. This research aims to create an automated drip irrigation system to ease farmers' workload, particularly when watering plants. The principle of the automatic drip irrigation system is that when the soil is dry and hot, water flows through special pipes and hoses to the plant roots. Based on data obtained from testing, the device can save up to 57% on water consumption for watering three pots of plants per day. Furthermore, its power consumption is quite efficient, around 30 watts per day, equivalent to 27.71% of the battery capacity used.

Keywords: Agriculture, Automation, NodeMCU ESP32, IoT, Solar Power Plant



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iiiiv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
KATA PENGANTAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Kerangka Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Teori Sistem Irigasi	5
2.1.1. Irigasi Konvensional.....	5
2.1.2. Irigasi Tetes Otomatis.....	6

2.2. Teknologi Sistem Kontrol	8
2.2.1. Node MCU ESP32	8
2.2.2. Sensor Kelembapan Tanah	10
2.2.3. Sensor Ultrasonik	12
2.2.4. Motor Servo	13
2.2.5. Sensor Suhu DHT11	14
2.2.6. Pompa Air	15
2.2.7. Relay	15
2.2.8. Liquid Crystal Display	16
2.3. Internet Of Things	17
2.3.1. Arduino IDE	18
2.3.2. Aplikasi Blynk	18
2.4. Teori Pembangkit Listrik Tenaga Surya	20
2.4.1. Panel Surya	21
2.4.2. Solar Charge Controller	22
2.4.3. Baterai	23
2.5. Penelitian Terdahulu	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.1.1. Waktu Penelitian	25
3.1.2. Tempat Penelitian	25
3.2. Metode Penelitian	26
3.3. Spesifikasi Alat dan Bahan	27
3.4. Perancangan Rangkaian Sistem	28
3.4.1. Rancangan Kerangka Alat Penelitian	28
3.4.2. Rangkaian Sistem Kontrol	29

3.4.3. Rangkaian Sistem Monitoring LCD+I2C	30
3.4.4. Perancangan Sistem Monitoring IoT.....	31
3.4.5. Rangkaian Sistem PLTS	32
3.4.6. Rangkaian Keseluruhan Sistem.....	33
3.5. Blok Diagram	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1. Hasil.....	36
4.1.1. Hasil Pembuatan Alat	36
4.1.2. Hasil Perolehan Data	37
4.1.3. Hasil Monitoring Berbasis IoT.....	38
4.2. Pembahasan	39
4.2.1. Pengujian Sensor Ultrasonik dan Pompa Air.....	39
4.2.2. Pengujian Sensor Kelembapan dan Kran	40
4.2.3. Pengujian Sensor Suhu DHT11	41
4.2.4. Pengujian Sistem Pengecasan Baterai	42
4.3. Analisa Data	44
4.3.1. Efisiensi Pemakaian Daya	44
4.3.2. Efisiensi Pemakaian Air	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1. Kesimpulan	47
5.2. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
Lampiran: Program sistem irigasi tetes otomatis.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Sistem Irigasi Konvensional.....	6
Gambar 2.2: Simulasi sistem irigasi tetes otomatis	7
Gambar 2.3: NodeMCU ESP32.....	9
Gambar 2.4: Sensor Kelembapan Tanah.....	11
Gambar 2.5: Sensor Ultrasonik HC-SR04	12
Gambar 2.6: Sensor Suhu DHT11	14
Gambar 2.7: Pompa air DC	15
Gambar 2.8: Module Relay	15
Gambar 2.9: Liquid crystal display.....	16
Gambar 2.10: Internet of Things.....	17
Gambar 2.11: Arduino IDE	18
Gambar 2.12: Aplikasi Blynk	19
Gambar 2.13: Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya	20
Gambar 2.14: Panel Surya.....	21
Gambar 2.15: Solar Charge Controller	22
Gambar 2.16: Baterai 12V 8AH	23
Gambar 3.1: Motor servo MG996R.....	13
Gambar 3.2: Rangkaian Sistem Kontrol	29
Gambar 3.3: Rangkaian Monitoring LCD+I2C.....	30
Gambar 3.4: Perancangan sistem monitoring IoT	31
Gambar 3.5: Rangkaian komponen PLTS.....	32
Gambar 3.6: Rangkaian keseluruhan sistem	33
Gambar 3.7: Blok diagram alat.....	34
Gambar 4.1: Alat sistem irigasi tetes otomatis	36
Gambar 4.2: Hasil monitoring berbasis IoT	38
Gambar 4. 3: Pengujian sensor ultrasonik dan pompa air.....	40
Gambar 4.4: Pengujian sensor kelembapan dan kran	41
Gambar 4.5: Hasil pembacaan suhu.....	42
Gambar 4.6: Pengujian sistem pengecasan baterai	42
Gambar 4.7: Statistik pengisian daya.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1: Jadwal pelaksanaan penelitian	25
Tabel 3.2: Daftar komponen pendukung	27
Tabel 4.1: Data hasil pengujian alat	37
Tabel 4.2: Data statistik pengisian daya	43
Tabel 4.3: Total Beban listrik	45



KATA PENGANTAR

Puji syukur atas berkat dan rahmat Tuhan Yang Maha Esa. Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“RANCANG BANGUN SISTEM IRIGASI TETES OTOMATIS DENGAN MONITORING IOT MENGGUNAKAN *SUPPLY* ENERGI PANEL SURYA”** sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan program studi Strata-1 (S1) di jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area.

Dalam penulisan skripsi ini penulis mendapat bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua dan saudara penulis yang memberikan dukungan berupa moril/spiritual kepada penulis
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan M.Eng, M.Sc, Selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Eng. Supriatno, S.T., M.T., Selaku Dekan Fakultas Teknik
4. Bapak Ir. Habib Satria, M.T., IPM ASEAN Eng, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
5. Bapak Moranain Mungkin, S.T., M.Si, Selaku Dosen Pembimbing yang memberikan saran dan kritik yang membangun dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Para staf dan pengajar Universitas Medan Area khususnya Program Studi Teknik Elektro yang telah membantu dalam bidang Akademik dan Administrasi.

7. Rekan-rekan penulis khususnya Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan motivasi, dan upaya dalam membantu menyusun skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan baik dari segi penulisan maupun materi penulisan mengingat keterbatasan ilmu yang dimiliki penulis. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan segala bentuk saran dan kritik yang membangun dari semua pihak demi penyempurnaan skripsi ini.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertanian di sebuah negara agraris seperti Indonesia merupakan salah satu sektor utama yang menopang pertumbuhan ekonomi masyarakat (Asriya & Yusfi, 2016). Namun, dalam pengolahan sejumlah sektor lahan pertanian sering kali mengalami permasalahan dalam mendistribusikan air untuk irigasi. Oleh karena itu, salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah sistem irigasi tetes otomatis (Ali Mustopa dkk 2024).

Sistem irigasi tetes otomatis merupakan metode pengaliran air secara perlahan langsung ke akar tanaman secara otomatis, yang memungkinkan penggunaan air lebih hemat (Rahmat Timotius Gulo, 2024). Cara kerja dari sebuah alat ini dengan menggunakan sensor kelembapan tanah yang memberikan komando untuk mengaktifkan atau mematikan sistem irigasi secara otomatis (Ali Pandu Kusuma dkk 2024). Alat ini juga dilengkapi panel surya berkapasitas 10 WP agar sistem irigasi otomatis ini dapat beroperasi secara mandiri tanpa tergantung pada pasokan energi dari jaringan listrik PLN. Energi yang dihasilkan dari panel surya dapat dimanfaatkan untuk mengoperasikan sensor, mikrokontroler, dan pompa air dengan efisien (Abdul Rohman dkk 2021). Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem tersebut agar dapat diimplementasikan pada skala yang lebih luas, terutama di daerah yang mengalami keterbatasan akses air dan listrik.

1.2. Rumusan Masalah

Sistem irigasi tetes otomatis sangat membantu dalam pengelolaan sektor lahan pertanian dalam menghasilkan kualitas tanaman yang lebih baik. Dengan demikian penelitian ini dilakukan untuk menyelesaikan beberapa permasalahan berikut:

1. Bagaimana merancang sistem irigasi tetes otomatis dengan *supply* energi dari sebuah panel surya 10 wp?
2. Bagaimana mengetahui kinerja alat sistem irigasi tetes otomatis?
3. Perangkat apakah yang dikendalikan sehingga alat dapat bekerja secara otomatis?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini membatasi setiap permasalahan yang akan dibahas agar lebih fokus pada tujuan penelitian:

1. Pembuatan alat sistem irigasi tetes bersifat *prototype* dengan simulasi sistem irigasi tetes otomatis
2. Jumlah kapasitas daya panel surya yang digunakan sebesar 10 wp
3. Fungsi utama dari alat penelitian ini adalah untuk mempertahankan kelembapan tanah sesuai kebutuhan tanaman

1.4. Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membuat alat kendali sistem irigasi tetes otomatis menggunakan *supply* energi panel surya
2. Melakukan pengujian alat sistem irigasi tetes otomatis dan mengumpulkan data hasil pengujian
3. Mengendalikan alat sistem irigasi tetes otomatis baik secara *hardware* maupun *software*

1.5. Manfaat Penelitian

1. Dapat memberikan solusi yang efisien bagi para petani dalam mengelola lahan pertanian terutama yang jauh dari pemukiman dan kekurangan air
2. Memanfaatkan perkembangan teknologi dalam memudahkan pekerjaan yang bersifat rutinitas
3. Menjadikan referensi tambahan dalam pengembangan alat penyiraman tanaman dan pemanfaatan energi terbarukan

1.6. Kerangka Penelitian

Penelitian ini dapat dijelaskan secara ringkas melalui kerangka penelitian sebagai berikut :

1. Bab I Pendahuluan

Menjelaskan secara singkat tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

2. Bab II Tinjauan pustaka

Bab ini membahas tentang teori-teori pendukung dalam penelitian ini sehingga hasil yang didapatkan lebih optimal.

3. Bab III Metodologi penelitian

Membuat tentang benda kerja yang mau dirancang, waktu dan tempat penelitian, serta pelaksanaan penelitian yang terdiri dari persiapan alat yang mau dibuat, dan prosedur pembuatan alat.

4. Bab IV Hasil dan pembahasan

Bab ini membahas tentang bentuk atau langkah pengujian alat yang dirancang serta menganalisis kembali hasilnya agar didapatkan suatu rangkuman ataupun kesimpulan dan saran yang membangun.

5. Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini menguraikan kesimpulan dari analisa data hasil penelitian dan saran-saran untuk pembahasan selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Sistem Irigasi

Sejarah irigasi di Indonesia sudah ada sejak nenek moyang yang ditandai dengan kuatnya kearifan lokal. Sistem irigasi pada masa itu dilakukan dengan cara membendung antara sungai untuk dapat diarahkan ke sawah. Pada masa orde baru pemerintah menetapkan UU No. 11/1974 dan UU No. 7 tahun 2004 tentang pembangunan sektor sumber daya air terutama pembangunan irigasi. Hingga saat ini perkembangan irigasi terus berlanjut yang di tandai dengan adanya sistem irigasi otomatis dan di pantau menggunakan teknologi IoT (Amalia Rina Rizki 2021).

Secara umum, sistem irigasi yang sering digunakan petani saat ini ada dua macam yaitu, sistem irigasi konvensional dan sistem irigasi tetes otomatis. Dari kedua sistem irigasi tersebut memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. Berikut adalah penjelasan dari kedua sistem irigasi tersebut:

2.1.1. Irigasi Konvensional

Sistem irigasi konvensional merupakan metode pengairan lahan secara tradisional yang dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti: penggenangan air, pembuatan parit atau saluran air, pengairan menggunakan pipa bahkan ada juga yang menggunakan pompa air. Sistem irigasi konvensional dinilai lebih boros dalam penggunaan air, dikarenakan dari sejak awal tanam hingga panen dapat menggunakan air hingga 80% dari sumber air yang ada (Salsabila dkk 2021).



Gambar 2.1: Sistem Irigasi Konvensional

Sumber : https://www.tneutron.net/sipil/wp-content/uploads/sites/8/2015/10/image_thumb2.png

Kekurangan dari sistem irigasi konvensional terutama pada penggunaan air yang cenderung lebih banyak yang menghawatirkan pertumbuhan tanaman pada musim kemarau. Selain itu irigasi konvensional juga memerlukan waktu dan tenaga ekstra dalam mengerjakan segala sesuatu secara manual (Sutikno dkk, 2025). Meskipun demikian irigasi konvensional memiliki kelebihan tersendiri yakni penggunaan jangka panjang serta perbaikan yang mudah apabila terjadi kerusakan.

2.1.2. Irigasi Tetes Otomatis

Irigasi tetes merupakan salah satu teknik penyiraman tanaman pada lahan pertanian menggunakan pipa dan selang khusus sebagai alat penyaluran air hingga ke zona akar tanaman secara perlahan dan terkendali (Rani, 2020). Prinsip kerja irigasi tetes adalah ketika nilai resistansi kelembapan tanah mulai menurun, maka alat akan melakukan penyiraman berupa tetesan air dalam jumlah yang terukur dan tepat pada setiap akar tanaman. Penerapan irigasi tetes yang baik dan benar

dapat menjamin penghematan penggunaan air 30%-50% dan juga sumber daya manusia, jika dibandingkan dengan irigasi konvensional (Haryati, 2014).



Gambar 2.2: Simulasi sistem irigasi tetes otomatis
Sumber: <https://images.app.goo.gl/M4WyaJL6pnMaN6Qu5>

Alat sistem irigasi tetes otomatis dikendalikan oleh sebuah mikrokontroler (NodeMCU ESP32) dan juga sensor kelembapan tanah v1.2, sehingga terbentuklah sebuah alat irigasi tetes yang dapat bekerja secara otomatis. Selain itu irigasi tetes otomatis dilengkapi sebuah pembangkit listrik tenaga surya berkapasitas 10 wp sebagai suplai energi, agar alat dapat bekerja secara mandiri (Nurwahid, dkk, 2023). Kekurangan sistem irigasi tetes otomatis adalah perancangan awal hingga perbaikan kerusakan yang tidak mudah, sedangkan kelebihanannya terletak pada pengoperasian yang serba otomatis, penghematan air, waktu, dan tenaga.

2.2. Teknologi Sistem Kontrol

Untuk mendukung sistem otomatisasi alat maka diperlukan penambahan sistem kontrol di dalamnya. Sistem kontrol yang dimaksud adalah sistem yang mengatur perintah kerja irigasi tetes otomatis, dimulai dari pendeteksi kelembaban tanah, pengontrolan pompa air hingga melakukan penyiraman otomatis. Sistem kontrol otomatis dapat mengurangi rutinitas dikarenakan semua komponen otomatisasi dikendalikan oleh mikrokontroler (Hendrik C. dkk 2015). Ada beberapa macam wujud dari mikrokontroler sendiri seperti Arduino uno, Arduino R3, Raspberry pi, Atmega32, NodeMCU ESP32 dan NodeMCU ESP8266. Namun pada penelitian ini penulis memilih NodeMCU ESP32 dikarenakan memiliki fitur koneksi internet (Wi-Fi) serta kemudahan dalam memprogram. Adapun alat-alat yang digunakan dalam sistem kontrol adalah sebagai berikut:

2.2.1. NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 adalah modul yang dikembangkan dari ESP8266 yang terintegrasi dan memiliki fitur yang lengkap dalam memonitoring sebuah alat/proyek. ESP32 menggunakan mikroprosesor *Tensilica Xtensa* 32-bit LX6, untuk mengelola wifi dan *bluetooth*. ESP32 adalah modul WiFi yang dikembangkan oleh *Espressif Systems* yang memiliki fitur lengkap dan kinerja yang baik. Terdapat dua CPU yang masing-masing memiliki tingkat kecepatan 80 MHz dan 160 MHz. Selain itu, ESP32 juga memiliki banyak perangkat tambahan seperti ADC, DAC, I2C, I2S, SPI, dan UART untuk berbagai macam aplikasi. NodeMCU ESP32 berfungsi sebagai otak pengendali berbagai komponen sistem otomatisasi serta menghubungkannya ke internet menggunakan Wi-Fi (Ogiana dkk 2023)



Gambar 2.3: NodeMCU ESP32

Sumber : https://99tech.com.au/wp-content/uploads/-m/esp32/esp32-nodemcu_n1.jpg

Berikut adalah spesifikasi lengkap dari ESP32 yang digunakan pada penelitian ini di antaranya:

Spesifikasi ESP32-WROOM-32 Module

1. Microprosesor Xtensa Dual-Core 32 Bit LX6
2. Freq Clock up to 240 MHz
3. SRAM 520 kB
4. Flash memori 4 MB
5. 11b/g/n WiFi transceiver
6. Bluetooth 4.2/BLE
7. 48 pin GPIO
8. 15 pin channel ADC (*Analog to Digital Converter*)
9. 25 pin PWM (*Pulse Width Modulation*)
10. 2 pin channel DAC (*Digital to Analog Converter*)

Fitur NodeMCU ESP32:

1. Wi-Fi dan *Bluetooth* Terintegrasi: NodeMCU ESP32 mendukung Wi-Fi serta *Bluetooth* BLE (*Bluetooth Low Energy*), yang memberikan fleksibilitas lebih dalam konektivitas.
2. 38 Pin GPIO: Dengan lebih banyak pin GPIO, NodeMCU ESP32 memungkinkan koneksi dengan lebih banyak sensor dan perangkat lain dibandingkan dengan ESP8266.
3. RAM dan Penyimpanan Lebih Besar: ESP32 memiliki RAM sebesar 512 KB dan penyimpanan *flash*, mulai dari 4 MB hingga 16 MB.
4. Kemampuan *Dual Core*: ESP32 memiliki dua inti prosesor yang bekerja pada kecepatan hingga 240 MHz, memungkinkan pengolahan data yang lebih cepat dan *multitasking*.

2.2.2. Sensor Kelembapan Tanah

Soil moisture sensor merupakan sebuah modul yang berfungsi untuk mendeteksi nilai kelembapan tanah untuk mengetahui kelayakan tanah tersebut dalam menyuplai kebutuhan tanaman. *Soil moisture* dapat mengukur kadar air yang terkandung di dalam tanah dengan memanfaatkan kedua *probe* pada sensor. Dalam satu set sensor *moisture* tipe YL- 69 terdapat sebuah modul yang di dalamnya terdapat IC LM393 yang berfungsi untuk proses pembanding *offset* rendah yang lebih rendah dari 5mV, yang sangat stabil dan presisi (Galih Mardika & Kartadie, n.d. 2019).

Kelembapan tanah optimum merupakan keadaan di mana jumlah air yang terkandung di dalam tanah telah sesuai dengan kebutuhan tanaman. Kelembapan tanah optimum dapat dicapai dalam perancangan sistem irigasi tetes yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas tanaman sekaligus penghematan air (Chusnul A, dkk 2014). Setiap tanaman memiliki kebutuhan kelembapan tanah yang berbeda-beda, tanaman kangkung memerlukan kelembapan tanah berkisar antara 47% - 68% dan tanaman jagung berkisar 48% - 63%. Secara umum ukuran kesehatan tanah yang baik untuk tanaman adalah kelembapan tanah dengan rentang antara 20% - 60% (Dodi Y, dkk 2023).



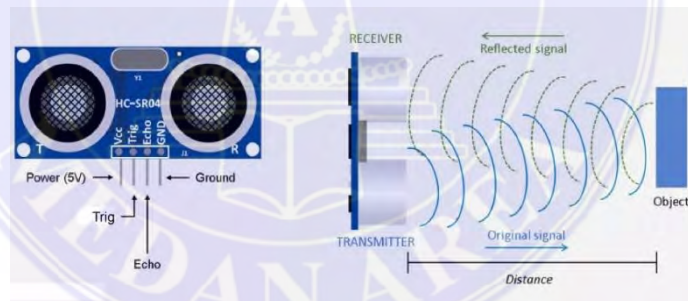
Gambar 2.4: Sensor Kelembapan Tanah

Sumber: www.aksesoriskomputerlampung.com

Pada penelitian ini jenis sensor kelembapan tanah yang digunakan adalah sensor kapasitif berbahan plastik. Sensor kelembapan tanah yang digunakan dapat bekerja pada tegangan 3.3 – 5.5 VDC, tegangan keluaran sebesar 0 – 3.0 VDC, *interface* PH2.54-3p, yang berukuran 98 x 33 mm (LxW). Prinsip kerja sensor kelembapan tanah yang diterapkan penelitian ini adalah mengukur kadar air di dalam tanah, jika kadar air di bawah minimum maka sensor mengirim sinyal kepada mikrokontroler untuk mengaktifkan kran air (*valve*), dan jika kadar air mencapai maksimum kran air dimatikan.

2.2.3. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah alat yang dapat bekerja dengan cara memanfaatkan prinsip pantulan gelombang suara dalam mengukur jarak suatu benda yang berada di depannya. Sensor ultrasonik terdiri dari dua komponen utama, yaitu unit pemancar (*transmitter*) dan unit penerima (*receiver*) yang dapat beroperasi pada frekuensi di atas pendengaran manusia, yaitu antara 20 KHz hingga 20 KHz. Prinsip kerja sensor ultrasonik adalah memancarkan *pulse* sebesar 20 KHz melalui *transmitter* dengan jarak sekitar 2 - 450 cm pada benda padat yang ada di depannya, kemudian *receiver* menerima pantulan *pulse* tersebut dengan cepat mengidentifikasinya dalam waktu mikro detik. Komponen ini menggunakan kristal piezoelektrik yang dihubungkan dengan mekanisme jangkar dan diafragma penggetar (Bakhtiyar Arasada, 2017).



Gambar 2.5: Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sumber: <https://www.empatpilar.com>

Fungsi pin-pin sensor ultrasonik HC-SR04:

1. VCC: 5 V Power Supply. Pin sumber tegangan positif sensor.
2. Trig: *Trigger*/Penyulut. Pin ini yang digunakan untuk membangkitkan sinyal ultrasonik.

3. Echo: *Receive/Indikator*. Pin ini yang digunakan untuk mendeteksi sinyal pantulan ultrasonik.
4. GND: *Ground/0 V Power Supply*. Pin sumber tegangan negatif sensor.

2.2.4. Motor Servo

Berdasarkan kebutuhan putaran torsi kran air yang bernilai kurang lebih 1,5 kg, maka penulis memutuskan untuk menggunakan motor servo MG996R yang memiliki putaran torsi yang kuat terbuat dari bahan logam. Motor servo MG99R dapat beroperasi pada tegangan 4,8–7.2 volt, kebutuhan arus 500 - 900 mA, putaran torsi 0–180 derajat, kekuatan torsi hingga 2,2 kg/cm, kecepatan operasi 0,14s/60 derajat, ukuran 40,7 x 17,7 x 42,9 mm, dan memiliki berat hingga 55 gram.



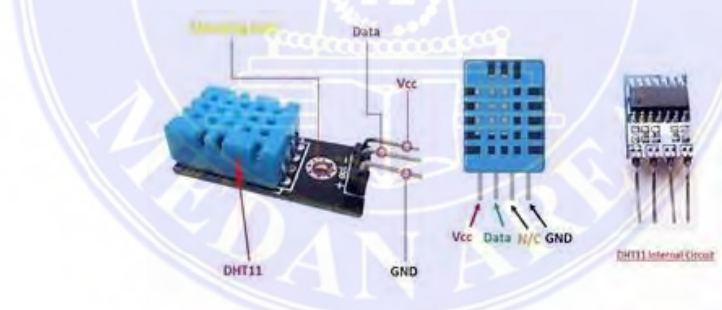
Gambar 3.1: Motor servo MG996R

Sumber : <https://www.waveshare.com/img/devkit/accBoard/-MG996R-Servo/MG996R-Servo-1.jpg>

Motor servo memiliki peran yang cukup sederhana pada sistem irigasi tetes yakni mengontrol kran air (*valve*). Prinsip kerja motor servo adalah ketika mendapat perintah dari mikrokontroler maka servo akan bekerja dengan cara memutar kran air hingga mencapai putaran 90 derajat.

2.2.5. Sensor Suhu DHT 11

Sensor DHT11 adalah sensor digital yang dirancang khusus untuk mengukur suhu dan kelembaban lingkungan. Dengan kemampuan mendeteksi suhu dalam rentang 0 hingga 50 derajat Celsius dan kelembaban relatif antara 20% hingga 90%, sensor ini menjadi pilihan populer dalam berbagai aplikasi elektronik. Suhu di sekitar lahan perkebunan dapat menghambat laju perkembangan tanaman. Suhu rendah dapat meningkatkan kerusakan pada tanaman, contohnya tanaman padi daun kekuningan, berkurangnya anakan, malai yang tidak lengkap dan bahkan dapat menurunkan hasil panen 30-40% (Usman dkk 2019). Kebutuhan suhu pada setiap tanaman sangat bervariasi tergantung pada jenis tanaman itu sendiri. Jenis tanaman tropis seperti sayur dan buah membutuhkan suhu berkisar 18-32 derajat C sedangkan tanaman keras seperti pohon karet dan kelapa sawit membutuhkan suhu sekitar 25-50°C.



Gambar 2.6: Sensor Suhu DHT11

Sumber: <https://tse4.mm.bing.net/th?id=OIP.9QnfwRuPsFsYv-IzyoHezvwHaDt&pid=Api&P=0&h=180>

Menurut Ninuk H, & Amelia P, (2019) Suhu udara untuk tanaman tropis berkisar antara 15–40°C dan suhu udara yang dibutuhkan tanaman jagung untuk berkembang dengan baik berkisar antara 21–28°C. Kisaran suhu udara ini penting dalam memengaruhi tahap perkembangan tanaman. Maka, dapat di simpulkan bahwa kebutuhan nilai suhu pada tanaman pada umumnya berkisar 15-50°C.

2.2.6. Pompa Air

Untuk menjaga kebutuhan air irigasi tetap terpenuhi, maka perlu menggunakan pompa air. Pompa air di fungsikan hanya untuk mengisi air ke dalam tandon untuk menghindari panas berlebihan pada pompa.



Gambar 2.7: Pompa air DC

2.2.7. Relay

Modul *relay* digunakan sebagai *switch* untuk mengaktifkan pompa air. Sebagai fungsi kendali *ON* atau *OFF switch (relay)*, sepenuhnya ditentukan oleh nilai *output* sensor, yang telah diproses Mikrokontroler akan menghasilkan perintah kepada *relay* untuk melakukan fungsi *ON* atau *OFF*. Berikut Gambar 2.13 yang menunjukkan bentuk fisik dari modul *relay*.



Gambar 2.8: Module Relay

2.2.8. Liquid Crystal Display

Liquid crystal display LCD memiliki karakter 16 x 2 yakni 16 baris dan 2 kolom yang dapat menampilkan data dalam bentuk huruf, angka, simbol dan tanda baca. LCD sendiri memiliki 16 pin masukan yang menyulitkan saat membuat rangkaian. Maka dari itu penulis berinisiatif menambahkan *Inter Intergraterd Circuit* (I2C) yang hanya memiliki 4 pin masukan. LCD + I2C digunakan untuk menampilkan hasil kinerja alat setiap saat di antaranya: nilai suhu, nilai kelembapan tanah, status kran air (*valve*) dan level ketinggian air dalam tandon.



Gambar 2.9: Liquid crystal display

Gambar 2.7 merupakan gambar LCD 2x16 dan I2C. Terdapat 16 pin pada LCD yang langsung terhubung pada I2C, sedangkan I2C hanya terdapat 4 pin saja berikut adalah penjelasannya:

1. *Ground GND*: Merupakan jalur pembumian bersama perangkat lainnya
2. *Voltage Common Collector (VCC)*: Berfungsi sebagai penyedia tegangan untuk perangkat yang terhubung
3. *Serial Data (SDA)*: Adalah jalur komunikasi data pada bus I2C baik master maupun *slave*
4. *Serial Clock Line (SCL)*: Adalah jalur sinyal yang dapat mengontrol waktu komunikasi biasanya di-*generate* oleh master *device*.

2.3. *Internet Of Things*

Internet of Things (IoT) adalah sebuah sistem yang menghubungkan berbagai aktivitas perangkat untuk dapat berkomunikasi dan bertukar data. Cara kerja IoT menerapkan sistem serba otomatis mulai dari pembacaan sensor, pengelolaan data oleh mikrokontroler hingga tindakan nyata. IoT dapat membantu pengguna perangkat elektronik yang terhubung ke internet untuk berspekulasi bahwa dari sebagian waktu dapat bertukar informasi sehingga dapat mengurangi interaksi manusia (Junaidi A. 2015).



Gambar 2.10: *Internet of Things*

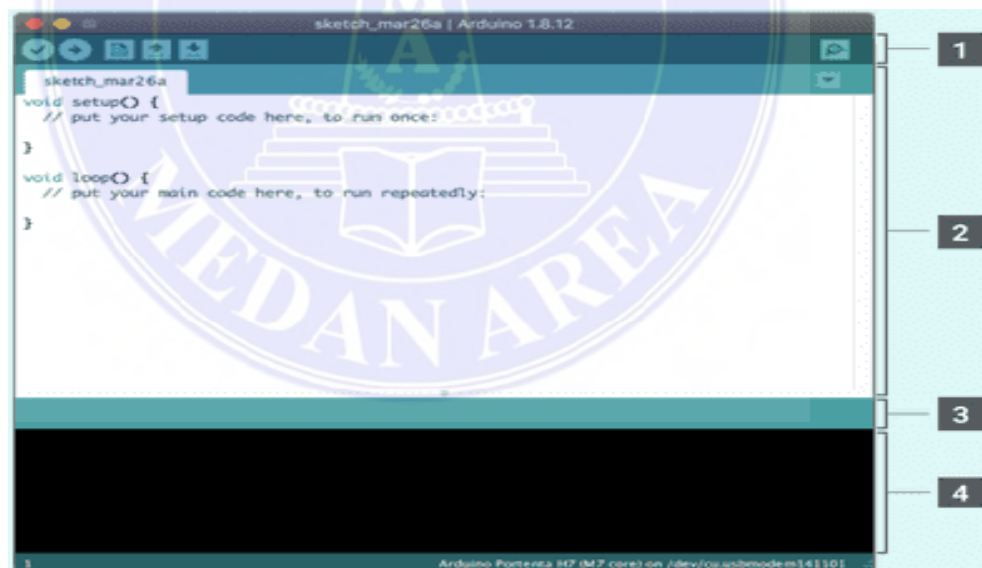
Sumber : <https://teleron.io/wp-content/uploads/2022/02/iot-1.png>

Internet of Things juga sering diterapkan dalam memantau kinerja alat dari jarak jauh. Sistem monitoring merupakan sebuah sistem terintegrasi yang dilakukan untuk memantau, mengawasi serta mengumpulkan data secara *real-time*. Setiap data yang didapat dari hasil pemantauan sistem monitoring ini akan diolah dan dijadikan sebagai pendukung tindakan dan keputusan. Sistem monitoring dapat diterapkan di berbagai bidang seperti: monitoring sistem kelistrikan pada bangunan, monitoring parameter cuaca, monitoring suhu ruangan

dan masih banyak lagi dengan cacatan tetap terhubung dengan internet. Sistem monitoring di dukung oleh berbagai komponen berikut:

2.3.1. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) memiliki fitur yang mumpuni dan selalu *upgrade* sehingga banyak digunakan untuk membuat program suatu proyek salah satunya sistem irigasi tetes otomatis. Berhubung karena mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah NodeMCU ESP32 maka arduino IDE dapat digunakan untuk membuat dan meng-*compile* program yang diinginkan serta meng-*upload* program ke NodeMCU ESP32. Arduino IDE yang digunakan adalah arduino IDE versi 2.3.6 yang merupakan versi terbaru dari Arduino.c



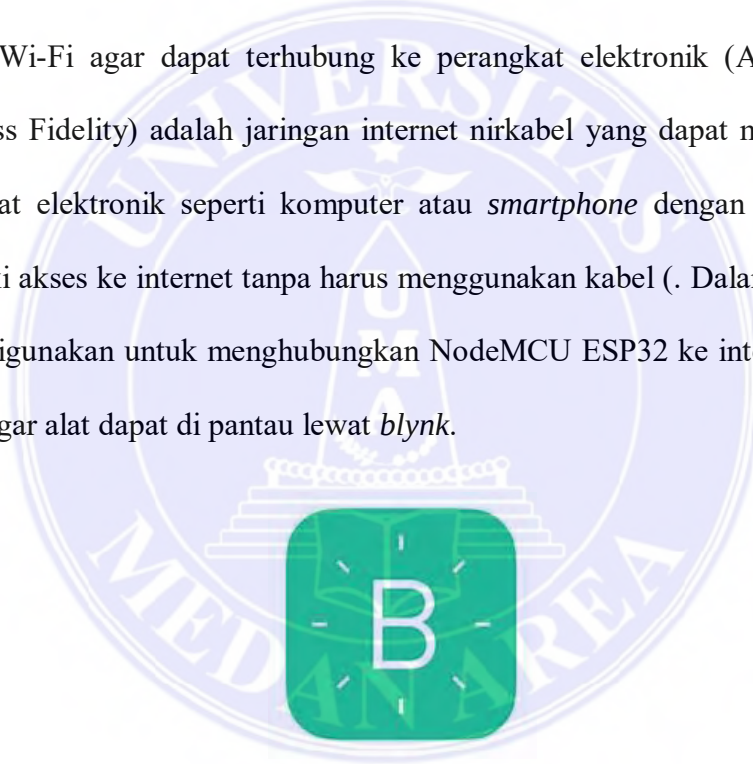
Gambar 2.11: Arduino IDE

Sumber: <https://docs.arduino.cc/static/ebf961f81c305e826d52e-3401863b48e/a6d36/arduino-ide-interface.png>

2.3.2. Aplikasi Blynk

Aplikasi yang sering digunakan dalam sistem monitoring IoT adalah aplikasi *blynk*. Aplikasi *Blynk* merupakan *platform* IoT yang berfungsi untuk menampilkan beberapa data dari sebuah alat yang di pantau dari jarak jauh. Dengan aplikasi *blynk* kita dengan mudah memantau kinerja alat dari jarak jauh dengan catatan tetap terhubung ke internet. (Marina A, dkk 2020).

Selain itu pemantauan sistem IoT juga memerlukan koneksi internet berupa Wi-Fi agar dapat terhubung ke perangkat elektronik (Andorid). Wi-Fi (Wireless Fidelity) adalah jaringan internet nirkabel yang dapat menghubungkan perangkat elektronik seperti komputer atau *smartphone* dengan mikrokontroler memiliki akses ke internet tanpa harus menggunakan kabel (. Dalam penelitian ini Wi-Fi digunakan untuk menghubungkan NodeMCU ESP32 ke internet sepanjang waktu agar alat dapat di pantau lewat *blynk*.



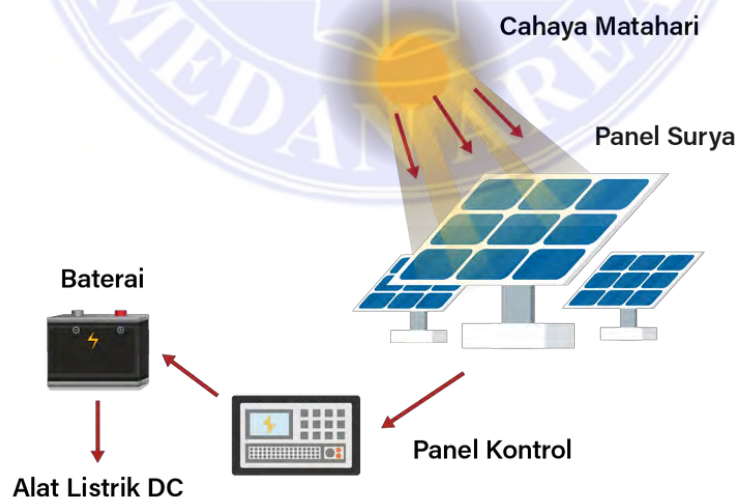
Gambar 2.12: Aplikasi Blynk

Sumber : <https://tse3.mm.bing.net/th?id=OIP.wajCga5AE0ibh-Slt-LT6QAAAA&pid=Api&P=0&h=180>

2.4. Teori Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan sumber energi listrik terbarukan yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Pemanfaatan energi terbarukan kini telah berkembang pesat terutama dalam bidang pemerintahan yang berupaya untuk memenuhi rasio kelistrikan hingga 70% pada tahun 2012 (Sianipar, 2014). Indonesia termasuk negara yang secara geografis berada tepat di garis khatulistiwa yang menyerap sinar matahari dengan intensitas tinggi setiap tahunnya. Menurut data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) rata-rata intensitas radiasi surya harian di Indonesia mencapai sekitar 4,8 kWh/m². Hal ini memungkinkan penggunaan pembangkit listrik tenaga surya memiliki peluang besar.

:Dalam perancangan alat penelitian ini, penulis menambahkan sebuah pembangkit listrik tenaga surya agar alat dapat bekerja mandiri tanpa ketergantungan pada jaringan listrik PLN.



Gambar 2.13: Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Sumber : https://imgix3.ruangguru.com/assets/-miscellaneous/png_bchlk5_8152.png

Untuk mewujudkan pembangkit listrik yang mandiri, penulis menambahkan sebuah sistem pembangkit listrik tenaga surya pada alat penelitian yang akan di buat. Berikut adalah komponen yang dibutuhkan:

2.4.1. Panel Surya

Besarnya kapasitas panel surya yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 10 wp. Daya yang dihasilkan oleh panel surya dimanfaatkan sebagai pengisi daya baterai untuk menyuplai kebutuhan energi listrik selama penggunaan alat. Contoh panel surya yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 2.14: Panel Surya

Sumber: https://tse3.mm.bing.net/th?id=OIP.cW_HOzpfi_hEqD-Jst0IBAHaF1&pid=Api&P=0&h=180

Penentuan spesifikasi panel surya perlu dilakukan agar sistem pengecasan baterai dapat terisi sesuai waktu otonomi yang telah ditentukan, Total daya yang diperlukan oleh beban sebesar 26,6 Wh/hari, radiasi matahari 4,2 kWh/m²/hari, dan waktu pemakaian daya tanpa sinar matahari (autonomi) selama 1 hari.

2.4.2. Solar Charge Controller

solar charge controller SCC yang digunakan adalah jenis PWM (*Pulse Width Modulation*) dikarenakan harga yang terjangkau. Berhubung karena alat yang akan dibuat sebagai bahan penelitian hanya bersifat *prototype* maka SCC jenis PWM dinilai cukup efektif untuk digunakan. SCC berperan sebagai jembatan yang menghubungkan antara panel surya dan baterai serta beban yang digunakan.



Gambar 2.15: Solar Charge Controller

Solar Charge Controller (SCC) dapat ditentukan berdasarkan arus pada panel surya yang digunakan. Berdasarkan perhitungan kebutuhan panel surya yang telah dilakukan sebelumnya maka penulis memutuskan untuk menggunakan SCC dengan daya sebesar 10 ampere.

2.4.3. Baterai

Secara umum ada dua jenis baterai yang direkomendasikan untuk membangun sebuah PLTS yaitu: Baterai jenis VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*) dan LifePo4 (*Lithium Iron Phosphate*). Berdasarkan kebutuhan daya yang diperlukan pada sistem irigasi sangat kecil (47 Watt) maka baterai jenis VRLA dinilai cukup untuk mem-*backup* daya yang dibutuhkan.



Gambar 2.16: Baterai 12V 8AH

Baterai berperan penting dalam mem-*backup* energi pada malam hari dikarenakan panel surya tidak dapat menghasilkan listrik sama seperti siang hari. Maka dari itu pentingnya melakukan perhitungan kebutuhan spesifikasi baterai yang cukup untuk menyimpan energi listrik.

2.5. Penelitian Terdahulu

Setelah melakukan riset dari berbagai jurnal, ditemukan hasil yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan, di antaranya:

1. Gulo, Rahmat Timotius, 2021 dengan judul Rancangan sistem kendali otomatis pengatur volume air pada botol sistem irigasi tetes tanaman cabai berbasis arduino. Dalam penelitiannya, membuat sebuah sistem pengendalian air yang dapat di distribusikan melalui pipa khusus hingga ke akar tanaman cabai.
2. Putri Asriya dan Meqorry Yusfi, 2016 dengan judul Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Menggunakan Wireless Sensor Berbasis Arduino Uno. Dalam penelitiannya, penambahan sistem monitoring kelembapan tanah yang mengandalkan *wireless* sensor dapat memudahkan petani memantau keadaan tanah pada setiap akar tanaman.
3. Abdul Rohman, Abdul Holik dan Herman Yuliandoko, 2021 dengan judul Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Sistem Pertanian Hidroponik Skala Rumah Tangga di Kelurahan Singonegaran Kota Banyuwangi: Dalam penelitiannya, menerapkan pemanfaatan energi matahari dengan sistem solar panel dapat menyuplai energi listrik pada tanaman hidroponik secara mandiri,

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1. Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan selama 3 bulan sebagaimana yang telah diterangkan dalam tabel berikut:

Tabel 3.1: Jadwal pelaksanaan penelitian

No.	Jenis Kegiatan	Bulan											
		I				II				III			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan												
2	Survei Bahan/Alat												
4	Pembuatan alat												
5	Pembuatan Program												
6	Pengujian Alat dan Analisis data												
7	Penyusunan Laporan Skripsi												

3.1.2. Tempat Penelitian

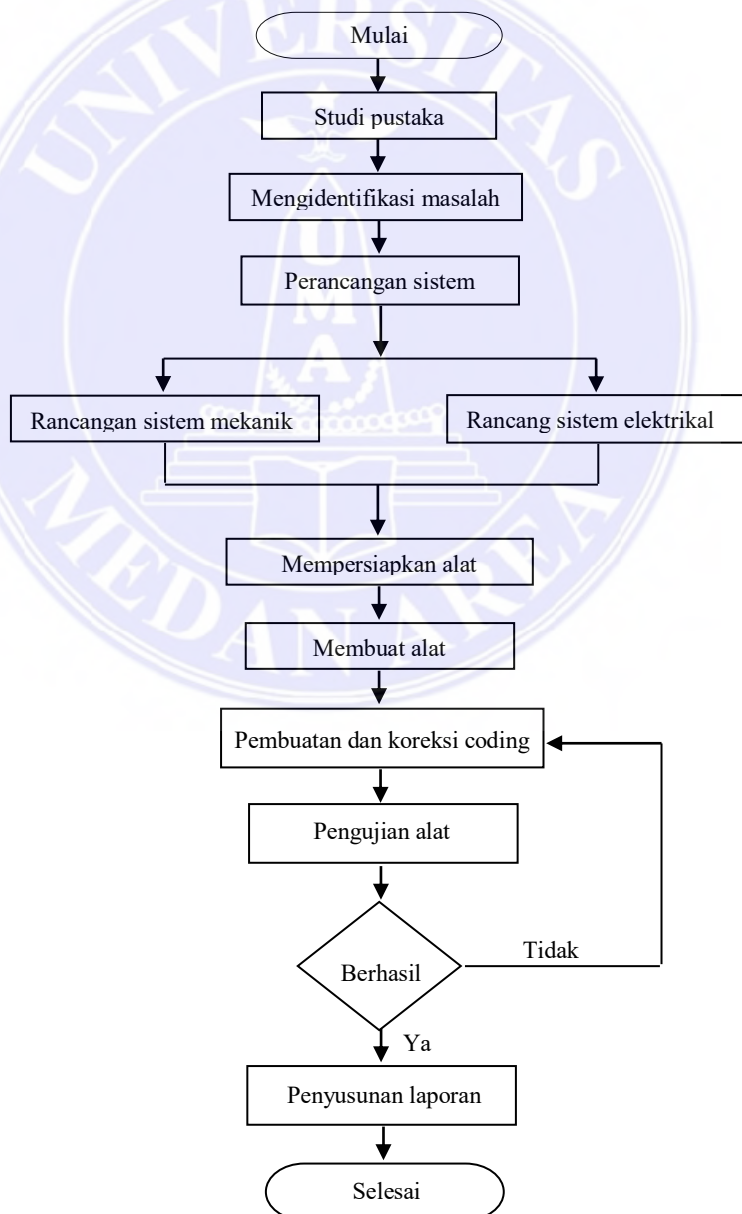
Penelitian ini berjudul “**Rancang Bangun Sistem Irigasi Tetes Otomatis Dengan Monitoring IoT Menggunakan Supply Energi Panel Surya**” dilaksanakan di:

Tempat : CV. Angkasa Mobie Tech

Alamat : Jl. Sultan Serdang Dusun II, Sena, Kec. Batang Kuis, Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara.

3.2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif yaitu mengidentifikasi masalah yang terjadi, pengumpulan data dilakukan berdasarkan pengujian alat, menganalisis data dan mengambil kesimpulan dari hasil yang diperoleh. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yang bertujuan untuk memudahkan dan memperjelas arah penelitian yang akan dilakukan. Adapun tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian ini dimuat dalam *flowchart* berikut:



3.3. Spesifikasi Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan alat penelitian ini berupa satu set *tools mechanic*, gerinda, bor listrik, solder, mistar dan martil. Untuk melakukan pengujian sistem pada rancangan menggunakan alat berupa *multitester* dan *testpen*. Kemudian dalam pembuatan *coding* alat yang diperlukan adalah laptop atau komputer dan sejumlah perangkat *downloader* program ke Arduino sebagai komponen pendukung.

Untuk daftar komponen pendukung yang digunakan dalam penelitian secara umum adalah seperti pada Tabel 3.2 berikut :

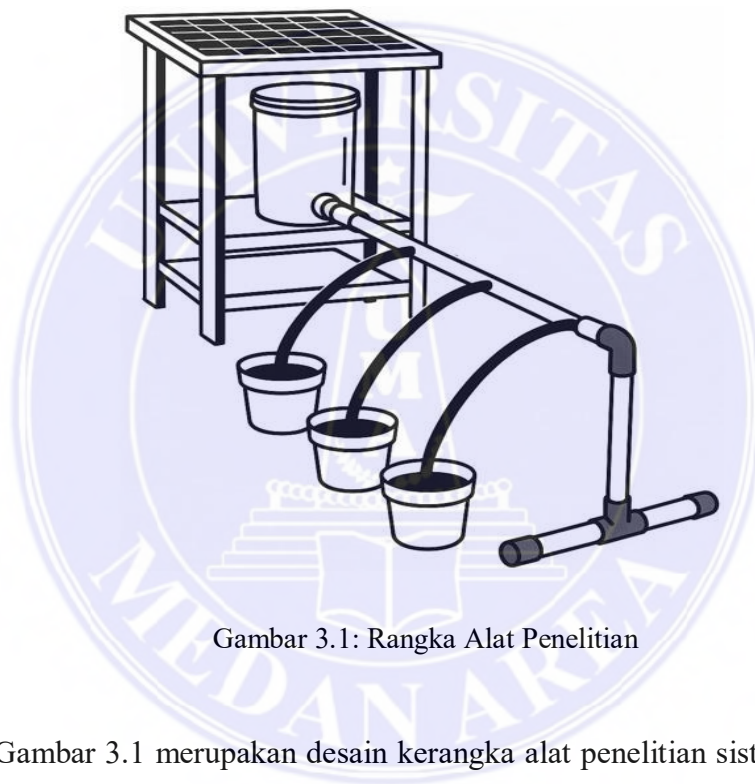
Tabel 3.2: Daftar komponen pendukung

No.	Komponen	No.	Komponen
1	Pompa Mini DC 12 Volt	11	Kotak elektronik
2	Kabel listrik serabut	12	Sekrup
3	Saklar	13	Besi <i>stanles</i>
4	Ekspansi ESP32	14	Tandon
5	Kabel jumper	15	Pot Tanaman
6	Emiter	16	Selang Drip 5 mm
7	Trikplek	17	Pipa PVC AW ½"
8	Lem Pipa PVC	18	Elbow Pipa
9	Talenan dapur	19	Drip Selang
10	Kran Air Plastik	20	Dop Pipa ½"

3.4. Perancangan Rangkaian Sistem

Sebelum membuat alat sistem irigasi tetes otomatis, perlu melakukan rancangan rangkaian sistem terlebih dahulu. Perancangan sistem meliputi: kerangka alat penelitian, rangkaian sistem kontrol, rangkaian sistem monitoring LCD, sistem monitoring IoT, dan sistem PLTS.

3.4.1. Rancangan Kerangka Alat Penelitian

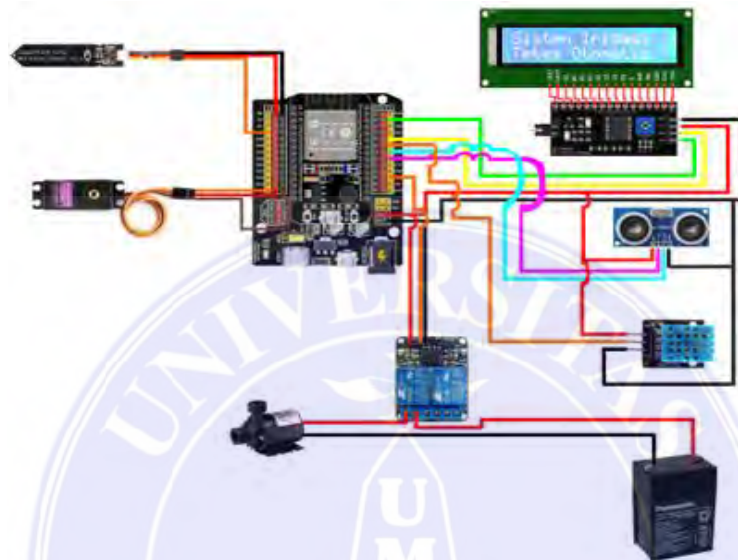


Gambar 3.1: Rangka Alat Penelitian

Gambar 3.1 merupakan desain kerangka alat penelitian sistem irigasi tetes otomatis yang akan dibuat. Kerangka alat penelitian dilengkapi berbagai alat dan bahan pendukung seperti: panel surya, tandon air, pipa irigasi, selang irigasi dan 3 pot tanaman sebagai bahan uji coba. Dari gambar kerangka alat penelitian di atas menunjukkan posisi tandon air dirancang lebih tinggi dari permukaan tanah agar air irigasi dapat mengalir dengan lancar tanpa memerlukan pompa air saat melakukan penyiraman.

3.4.2. Rangkaian Sistem Kontrol

Rangkaian sistem kontrol merupakan sebuah rangkaian komplit yang berfungsi untuk mengatur atau mengendalikan beberapa komponen elektronik yang digunakan dalam perancangan sistem irigasi tetes otomatis.



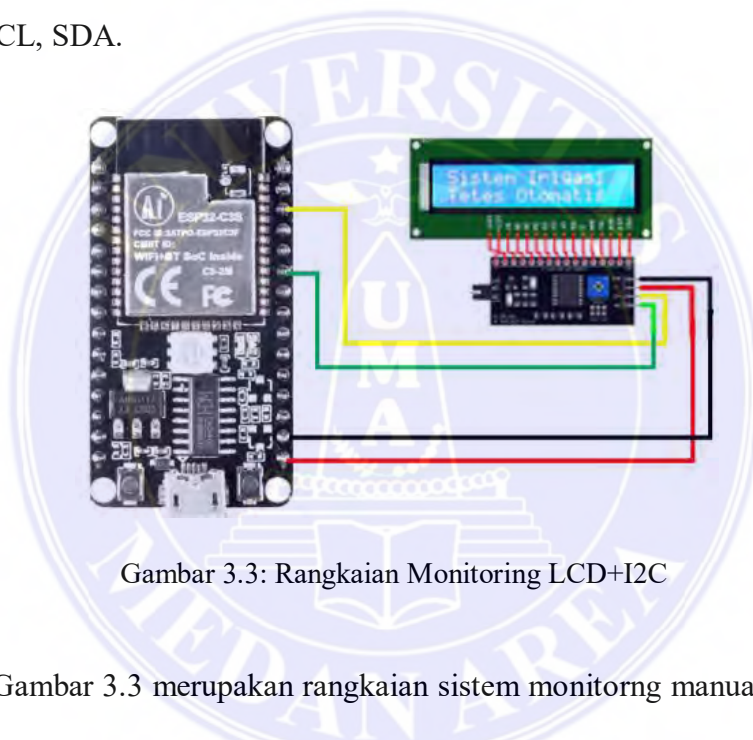
Gambar 3.2: Rangkaian Sistem Kontrol

Gambar 3.2 menunjukkan beberapa komponen elektronik yang digabungkan dalam satu rangkaian sistem kontrol irigasi tetes otomatis. Berikut penjelasan masing-masing komponen:

1. NodeMCU ESP32: merupakan pusat pengontrolan seluruh komponen lainnya
2. Sensor kelembapan tanah: berfungsi sebagai pengukur kadar air dalam tanah
3. Motor servo: berfungsi sebagai pengendali kran air
4. LCD+I2C: berfungsi sebagai media tampilan informasi sistem kerja alat
5. Sensor ultrasonik: berfungsi sebagai pengukur ketinggian air dalam tandon
6. Pompa air: digunakan untuk mengambil air dari sumber air (sumur) untuk ditampung ke dalam tandon
7. Baterai 12 V 8 A: digunakan untuk menyuplai daya ke pompa air

3.4.3. Rangkaian Sistem Monitoring LCD+I2C

Monitoring menggunakan LCD+I2C merupakan pemantauan hasil kinerja alat sistem irigasi tetes otomatis secara manual. Setiap nilai pembacaan sensor baik sensor kelembapan, sensor suhu, maupun sensor ultrasonik serta status kran akan ditampilkan pada layar LCD. Penambahan modul I2C pada LCD bertujuan untuk menyatukan sebanyak 16 pin yang terdapat pada LCD agar memudahkan saat membuat rangkaian. Sedangkan I2C hanya terdapat 4 pin saja yakni: GND, VCC, SCL, SDA.



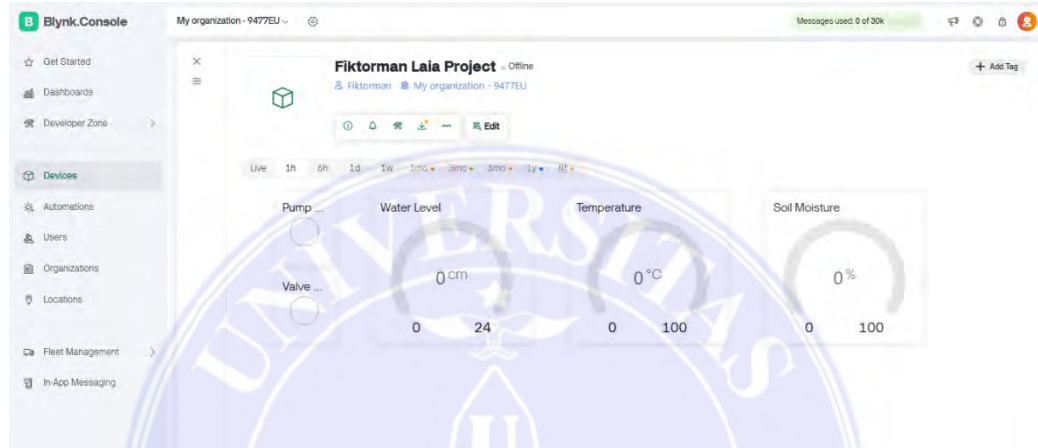
Gambar 3.3: Rangkaian Monitoring LCD+I2C

Gambar 3.3 merupakan rangkaian sistem monitoring manual menggunakan LCD+I2C. Berikut adalah penjelasan dari pin-pin I2C:

1. Ground (GND) adalah pin netral pin atau pin jalur pentanahan
2. Voltage at the Common collector (VCC) merupakan jalur tegangan positif dalam rangkaian
3. Serial Clock Line (SCL) adalah jalur Clock yang digunakan untuk menyinkronkan komunikasi data antara dua perangkat (master dan slave)
4. Serial data (SDA) adalah jalur pin yang berfungsi sebagai pengirim data

3.4.4. Perancangan Sistem Monitoring IoT

Sistem monitoring IoT menampilkan informasi hasil kinerja alat seperti: status pompa air, status kran air (valve), level ketinggian air, temperatur, dan kelembapan tanah. Informasi yang di tampilkan melalui aplikasi *bylnk* akan selalu diperbaharui setiap saat.



Gambar 3.4: Perancangan sistem monitoring IoT

Gambar 3.4 menunjukkan beberapa parameter yang ingin di monitoring.

Berikut adalah penjelasannya:

1. *Pump* status merupakan indikator status pompa air
2. *Valve* status merupakan indikator status kran air dalam keadaan terbuka/tertutup
3. *Water level* adalah indikator pembacaan sensor ultrasonik yang menampilkan informasi ketinggian air dalam tandon
4. *Temperature* adalah nilai parameter hasil pembacaan sensor suhu
5. *Soil moisture* adalah indikator pembacaan sensor kelembapan tanah yang menampilkan kadar air di dalam tanah

3.4.5. Rangkaian Sistem PLTS

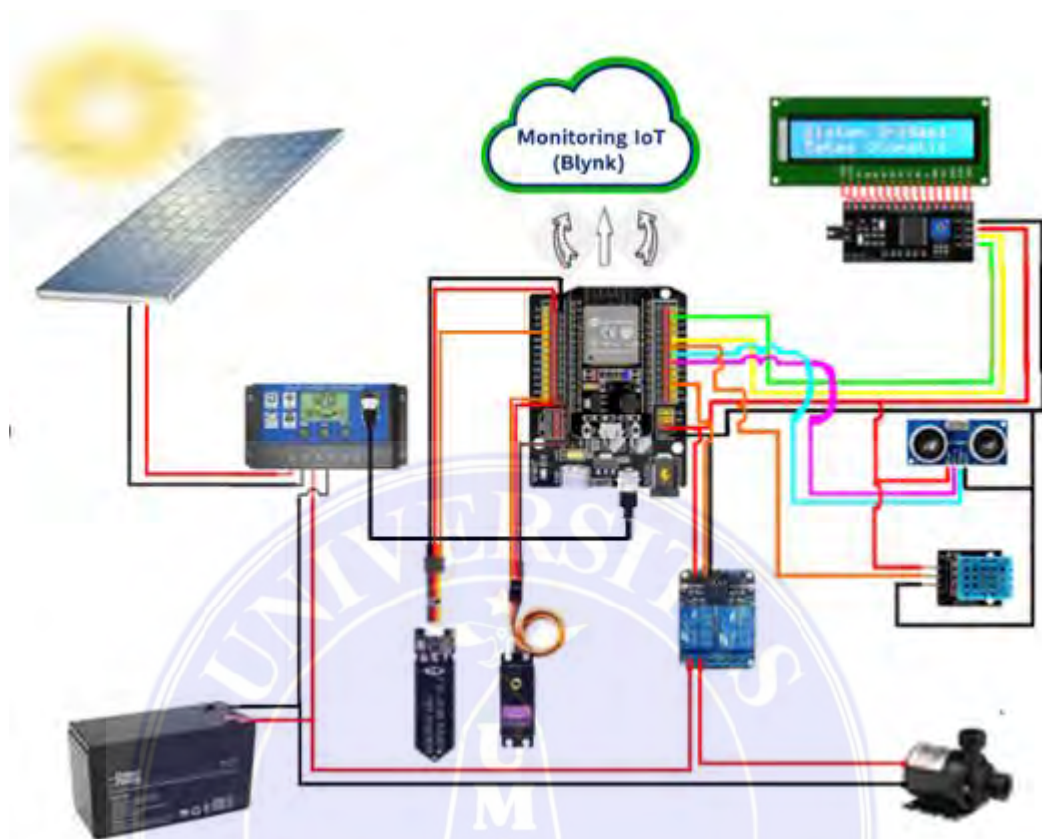


Gambar 3.5: Rangkaian komponen PLTS

Gambar 3.5 merupakan rangkaian sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) tanpa menggunakan *inverter* yang di mana arus yang dihasilkan adalah arus searah (DC). Setiap komponen pada gambar 3.5 mempunyai peran masing-masing:

1. Panel surya: berperan sebagai komponen utama dalam mengubah energi matahari menjadi energi listrik dalam bentuk arus searah
2. *Solar charge controller* (SCC): berfungsi sebagai pusat pengontrol arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya untuk dapat diteruskan ke beban dan juga pengisian baterai. SCC juga memastikan pengisian baterai tidak melebihi batas maksimum, daya pengisian baterai dapat dilihat pada tampilan SCC. Baterai: memiliki peranan penting yaitu sebagai wadah penyimpanan energi listrik untuk dapat digunakan pada malam hari.

3.4.6. Rangkaian Keseluruhan Sistem

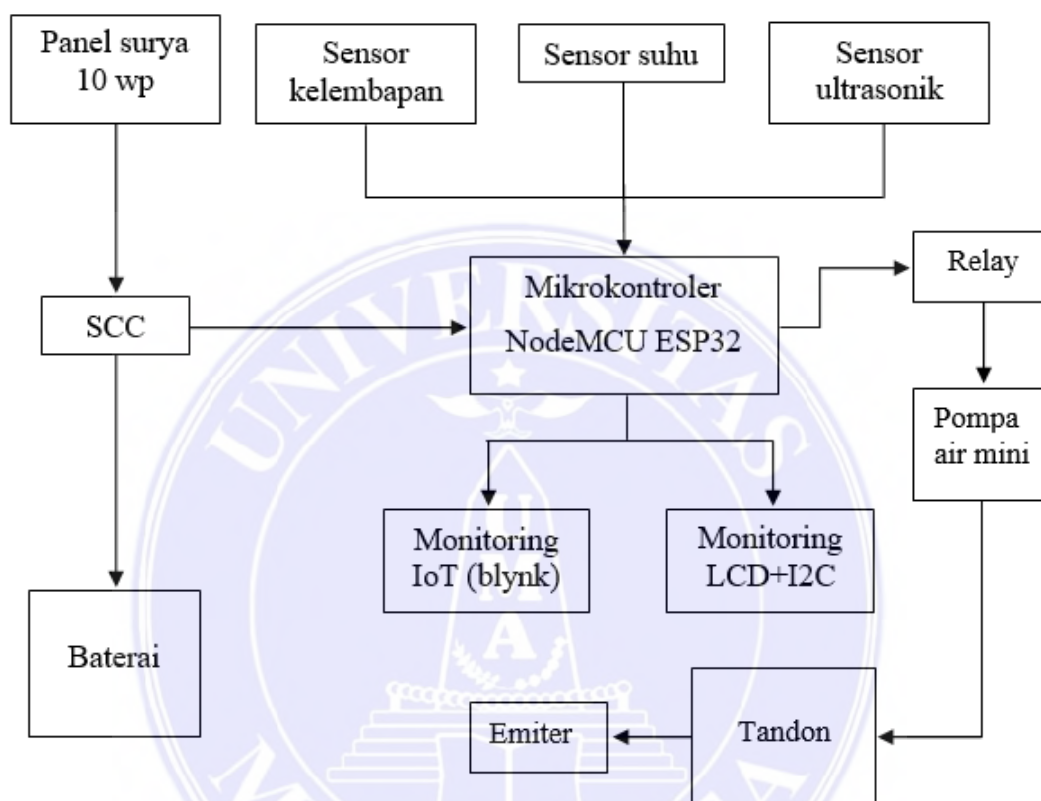


Gambar 3.6: Rangkaian keseluruhan sistem

Gambar 3.6 merupakan rangkaian gabungan dari keseluruhan sistem irigasi tetes otomatis seperti: sistem kontroler, sistem monitoring dan sistem suplai daya (PLTS). Arus yang diperlukan oleh komponen yang tergabung dalam sistem irigasi adalah arus searah 100% yang bersumber dari PLTS yang dihubungkan menggunakan kabel USB mikro ke NodeMCU ESP32.

3.5. Blok Diagram

Untuk memudahkan pemahaman tentang cara kerja alat sistem irigasi tetes otomatis, berikut pembuatan blok diagram yang menyajikan komponen yang digunakan perancangan alat.



Gambar 3.7: Blok diagram alat

Gambar 3.2 menjelaskan sistem kerja irigasi tetes otomatis yang dikendalikan oleh sebuah mikrokontroler dan kebutuhan energi diperoleh dari panel surya 10 wp. Untuk penjelasan lebih detail dapat dijabarkan dalam beberapa poin berikut:

1. Panel surya 10 wp merupakan alat konversi energi matahari menjadi energi listrik dalam bentuk arus searah (DC)
2. *Solar Charge Controller* (SCC) merupakan alat pengontrol arus listrik yang diterima dari panel surya untuk diteruskan ke baterai dan beban.
3. Baterai berfungsi sebagai media penyimpanan energi listrik untuk dapat digunakan pada malam hari
4. Sensor kelembapan tanah berfungsi sebagai alat pengukur kadar air yang terkandung di dalam tanah
5. Sensor suhu berfungsi sebagai alat pendeteksi suhu di sekitar lahan
6. Sensor ultrasonik berfungsi sebagai alat pengukuran jarak air dalam tandon
7. Mikrokontroler merupakan komponen utama dalam sistem irigasi tetes otomatis yang dapat mengendalikan/memerintah beberapa komponen lainnya
8. Monitoring IoT merupakan akses pemantauan kinerja alat dari jarak jauh melalui aplikasi *blynk*
9. Monitoring LCD+I2C merupakan pemantauan manual yang dapat dilihat secara langsung pada *Liquid Crystal Display* 16 x 2+I2C
10. *Relay 1 channel* adalah modul *relay* yang berfungsi pengontrol pompa air saat pengisian air ke dalam tandon secara otomatis
11. Pompa air mini 12 VDC adalah motor listrik DC yang berfungsi untuk mengisi air ke dalam tandon
12. Tandon merupakan wadah penampungan air untuk kebutuhan jangka waktu yang lebih lama
13. *Emitter* berfungsi sebagai alat pengatur volume air yang dapat disesuaikan pada setiap tanaman.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian pada alat sistem irigasi tetes otomatis dengan monitoring IoT menggunakan suplai energi panel surya dapat disimpulkan bahwa alat yang di buat dapat beroperasi dengan normal. Berbagai macam pengujian telah dilakukan untuk mengetahui akurasi setiap komponen yang digunakan seperti: pengujian pembacaan sensor kelembapan, sensor suhu, sensor ultrasonik, akurasi putaran kran air, kinerja pompa air dan pembacaan daya oleh SCC berfungsi dengan baik. Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian alat dapat menghemat pemakaian air hingga 57% atau sama dengan 60 liter air untuk menyiram 3 pot tanaman setiap harinya. Selain itu pemakaian daya yang cukup efisien berkisar 71 watt/hari setara 73,96% dari kapasitas baterai yang digunakan.

5.2. Saran

Jika alat sistem irigasi tetes otomatis di implementasikan langsung pada lahan perkebunan, sebaiknya komponen-komponen pendukung diganti dengan kapasitas sesuai kebutuhan. Contoh menambahkan alat konversi daya (*inverter*) untuk memperoleh daya yang lebih besar. Selain itu, tandon juga perlu diganti dengan kapasitas 1100 liter untuk menampung air yang lebih banyak serta mengganti pompa air menjadi pompa air AC.

DAFTAR PUSTAKA

- Suryatini F, Ilman Fauzandi F, (2018) Sistem Akuisisi Data Suhu Dan Kelembaban Tanah Pada Irigasi Tetes Otomatis Berbasis Internet Of Things, Jakarta: Universitas Muhammadiyah Jakarta
- Steven Witman, (2021) Penerapan Metode Irigasi Tetes Guna Mendukung Efisiensi Penggunaan Air di Lahan Kering, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Papua Barat: Jurnal Triton
- Michael Anandya Muliawan, Bambang Winardi, Budi Setiyono (2020) Analisis Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di SMA Negeri 4 Semarang Dengan Aplikasi Homer, Semarang: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro.
- Gulo Rahmat T, (2021) Rancangan Sistem Kendali Otomatis Pengatur Volume Air Pada Botol Sistem Irigasi Tetes Tanaman Cabai Berbasis Arduino, Medan: Repository Universitas Medan Area.
- Ali Pandu Kusuma, Lalu Delsi Samsumar, Muhammad Nasirudin, (2024) Sistem Monitoring Irigasi Tetes Pada Tanaman Strawberry Berbasis Internet Of Things, Mataram: Journal of Computer Science and Information Technology.
- Abdul Rohman, Abdul Holik, Herman Yuliandoko, (2021) Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Sistem Pertanian Hidroponik Skala Rumah Tangga di Kelurahan Singonegaran Kota Banyuwangi, Banyuwangi: Politeknik Negeri Jember
- Ato Mustopa, Alun Sujjada, Ivana Lucia Kharisma, (2024) Pengembangan Sistem Irigasi Tetes non Circulation Menggunakan IoT dan Analisis Big Data, Jurnalnya Orang Pintar Komputer.

Muhammad, Muhammad Zaini, Muhammad Zohri, (2024) Teknologi irigasi tetes bagi petani berbasis energi terbarukan, Dompu: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan. Handoko Rusiana Iskandar, Een Taryana, Syandy Syaidina, (2018) Perancangan Kebutuhan Energi Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Hanggar Delivery Center Pt. Dirgantara Indonesia, Cimahi: Jurnal Universitas Jakarta.

Chusnul Arif, Budi Indra Setiawan, Masaru Mizoguci, (2014) Penentuan Kelembapan Tanah Optimum Untuk Budidaya Padi Sawah SRI, Bogor: Jurnal irigasi.

Mildaerizanti, Retno Pangestuti, (2012) Pengaruh Cekaman Suhu Rendah Terhadap Tanaman, Jambi: Repostory pertanian.

Usamah Jaisyurahman, Desta Wirnas, Trikoesoemaningtyas, Heni Purnamawati, (2019) Dampak Suhu Tinggi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi Effect of High-Temperature Conditions to Rice Growing and Yield, Bogor: Jurnal Pertanian Bogor.

Umi Haryati, (2014) Teknologi Irigasi Suplemen untuk Adaptasi Perubahan Iklim pada Pertanian Lahan Kering, Bogor: Jurnal Sumberdaya Lahan

Rizal Fauzan Adi Rahardjo, Heru Winarno, (2012) Pendeteksi Ketinggian Level Air Dengan Tampilan Lcd Berbasis Mikrokontroller Atmega 8 Serta Led Buzzer Dan Seven Segment Sebagai Peringatan Dini Kenaikan Air Pasang (Rob) Berbasis Programmable Logic Controller Cpl-e40dr-A, Diponegoro: Gema Indonesia.

Syafi'udin Muhammad, (2023) Rancang Bangun Drip Irrigation System Menggunakan Pompa Bertenaga Surya Dengan Kontrol Penyiraman Berbasis Node-Red, Surabaya: Jurnal Teknik Elektro.

Irfan Ardiansah¹, Selly Harnesa Putri, Ardy Yusuf Wibawa, Devi Maulida

Rahmah, (2018) Optimalisasi Ketersediaan Air Tanaman dengan Sistem Otomasi Irigasi Tetes Berbasis Arduino Uno dan Nilai Kelembaban Tanah, Bandung: Ultimatics Jurnal Teknik Informatika.

Hendrik Candra, Sugeng Triyono, M Zen Kadir, Ahmad Tusi, (2015) Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Sistem Kontrol Otomatis Pada Irigasi Tetes Menggunakan Mikrokontroller Arduino Mega, Bandar Lampung: Jurnal Teknik Pertanian Lampung.

Ogiana Ulandari, Ira Riyana Sari Siregar, Gugun Pramana, Muhammad Sugianto, Restu Mukti Utomo, (2023) Rancang Bangun Prototype Sistem Monitoring Keamanan Rumah Menggunakan NodeMCU ESP32 dengan Multi sensor Berbasis Website, Samarinda: Jurnal Rekayasa Tropis dan Teknologi.

Bakhtiyar Arasada, (2017) Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno, Surabaya: Jurnal Teknik Elektro

Lampiran: Program sistem irigasi tetes otomatis

/* Sistem Irigasi Tetes Otomatis dengan Monitoring IoT

* Menggunakan ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, soil moisture, DHT11,

* relay, servo MG996R, LCD I2C, dan Blynk */

// Library yang dibutuhkan

#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6AgjjmgcH"

#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Fiktorman laia"

#define BLYNK_AUTH_TOKEN

"R8kwrcmjmatxY4oou2rnl25rdmlmVeA"

#include <WiFi.h>

#include <WiFiClient.h>

#include <BlynkSimpleEsp32.h>

#include <DHT.h>

#include <Wire.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#include <ESP32Servo.h>

// Konfigurasi WiFi dan Blynk

char ssid[] = "SATU HATI"; // SSID WiFi

char pass[] = "Kebersamaan123"; // Password WiFi

// Definisi pin

#define TRIGGER_PIN 5 // Pin trigger sensor ultrasonik

#define ECHO_PIN 18 // Pin echo sensor ultrasonik

#define RELAY_PIN 19 // Pin relay untuk pompa

#define SOIL_PIN 34 // Pin analog untuk soil moisture sensor

```

#define DHT_PIN 4    // Pin DHT11

#define SERVO_PIN 13 // Pin untuk servo valve

// Definisi tipe sensor DHT

#define DHTTYPE DHT11 // Tipe sensor DHT (DHT11)

// Batas ketinggian air untuk kontrol pompa (dalam cm)

#define WATER_HIGH 18 // Batas bawah ketinggian air = 6 cm dari dasar
                      tandon

#define WATER_LOW 2 // Batas atas ketinggian air = 22 cm dari dasar tandon

// Batas kelembapan tanah (dalam persen)

#define DRY_SOIL 40 // Kelembapan tanah kering (di bawah 40%)

// Batas suhu (dalam celsius)

#define HIGH_TEMP 50 // Suhu tinggi (di atas 20°C)

// Nilai untuk posisi servo

#define VALVE_OPEN 90 // Posisi servo untuk valve terbuka

#define VALVE_CLOSE 0 // Posisi servo untuk valve tertutup

// Inisialisasi objek

DHT dht(DHT_PIN, DHTTYPE);

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Alamat I2C 0x27, 20 kolom, 4 baris

Servo valveServo;

// Variabel untuk menyimpan data sensor

int waterLevel = 0;    // Ketinggian air dalam cm

int waterPercent = 0;  // Ketinggian air dalam persen

float soilMoisture = 0; // Kelembapan tanah dalam persen

float temperature = 0; // Suhu dalam celsius

float humidity = 0;    // Kelembapan udara dalam persen

```

```

bool valveStatus = false; // Status valve (true = terbuka, false = tertutup)

bool pumpStatus = false; // Status pompa (true = menyala, false = mati)

bool isServoOn = false; // Status servo (awal: mati)

// Timer untuk Blynk

BlynkTimer timer;

void setup() {

    // Inisialisasi Serial Monitor

    Serial.begin(115200);

    // Inisialisasi pin

    pinMode(TRIGGER_PIN, OUTPUT);

    pinMode(ECHO_PIN, INPUT);

    pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);

    pinMode(SOIL_PIN, INPUT);

    // Matikan relay pada awalnya

    digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);

    // Inisialisasi servo

    valveServo.attach(SERVO_PIN);

    valveServo.write(VALUE_CLOSE); // Tutup valve pada awalnya

    // Inisialisasi LCD

    lcd.begin();

    lcd.backlight();

    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0, 0);

    lcd.print("Sistem Irigasi");

```

```

lcd.setCursor(0, 1);

lcd.print("Tetes Otomatis");

// Inisialisasi DHT

dht.begin();

// Inisialisasi koneksi Blynk

Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);

// Atur timer untuk pengiriman data ke Blynk (setiap 5 detik)

timer.setInterval(5000L, sendDataToBlynk);

delay(2000);

lcd.clear(); }

void loop() {

    // Jalankan Blynk

    Blynk.run();

    // Jalankan timer

    timer.run();

    // Baca nilai dari semua sensor

    readWaterLevel();

    readSoilMoisture();

    readDHTSensor();

    // Kontrol pompa berdasarkan ketinggian air

    controlPump();

    // Kontrol valve berdasarkan kelembapan tanah dan suhu

    controlValve();

    // Update LCD dengan informasi terbaru
    
```

```

updateLCD();

// Delay untuk stabilitas

delay(1000); }

// Fungsi untuk membaca ketinggian air dari sensor ultrasonik

void readWaterLevel() {

    // Kirim pulsa ultrasonik

    digitalWrite(TRIGGER_PIN, LOW);

    delayMicroseconds(2);

    digitalWrite(TRIGGER_PIN, HIGH);

    delayMicroseconds(10);

    digitalWrite(TRIGGER_PIN, LOW);

    // Baca durasi pulsa echo

    long duration = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);

    // Konversi durasi ke jarak (dalam cm)

    waterLevel = duration * 0.034 / 2;

    // Konversi ke persentase (asumsi tinggi tangki 24 cm)

    waterPercent = map(waterLevel, 0, 24, 100, 0);

    // Pastikan persentase dalam rentang 0-100%

    waterPercent = constrain(waterPercent, 0, 100);

    Serial.print("Ketinggian Air: ");

    Serial.print(waterLevel);

    Serial.print(" cm (");

    Serial.print(waterPercent);

    Serial.println("%)"); }
    
```

```

// Fungsi untuk membaca kelembapan tanah

void readSoilMoisture() {

    // Baca nilai analog dari sensor soil moisture

    int soilValue = analogRead(SOIL_PIN);

    // Konversi nilai analog ke persentase (kalibrasi sesuai sensor Anda)

    // Asumsi: 2000 = kering, 1000 = basah

    soilMoisture = map(soilValue, 2000, 1000, 0, 100);

    // Pastikan persentase dalam rentang 0-100%

    soilMoisture = constrain(soilMoisture, 0, 100);

    Serial.print("Kelembapan Tanah: ");

    Serial.print(soilMoisture);

    Serial.println("%"); }

// Fungsi untuk membaca sensor DHT11

void readDHTSensor() {

    // Baca kelembapan dari DHT11

    humidity = dht.readHumidity();

    // Baca suhu dari DHT11

    temperature = dht.readTemperature();

    // Periksa apakah pembacaan valid

    if (isnan(humidity) || isnan(temperature)) {

        Serial.println("Gagal membaca dari sensor DHT!");

        return; }

    Serial.print("Suhu: ");

```

```

Serial.print(temperature);

Serial.print("°C, Kelembapan: ");

Serial.print(humidity);

Serial.println("%"); }

// Fungsi untuk mengontrol pompa berdasarkan ketinggian air

void controlPump() {

    if (waterLevel <= WATER_LOW) {

        // Hidupkan pompa jika ketinggian air mencapai batas bawah

        digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);

        pumpStatus = false;

        Serial.println("Pompa MATI");

    } else if (waterLevel >= WATER_HIGH) {

        // Matikan pompa jika ketinggian air mencapai batas atas

        digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);

        pumpStatus = true;

        Serial.println("Pompa HIDUP"); } }

// Fungsi untuk mengontrol valve berdasarkan kelembapan tanah dan suhu

void controlValve() {

    if (soilMoisture < DRY_SOIL || temperature > HIGH_TEMP) {

        // Buka valve jika tanah kering atau suhu tinggi

        valveServo.write(VALUE_OPEN);

        valveStatus = true;

        Serial.println("Valve TERBUKA");

    } else if (soilMoisture > DRY_SOIL + 10 && temperature < HIGH_TEMP - 2)

```

```
{
    // Tutup valve jika kelembapan tanah dan suhu kembali normal

    // Tambahkan margin untuk menghindari oscillation

    valveServo.write(VALVE_CLOSE);

    valveStatus = false;

    Serial.println("Valve TERTUTUP"); } }

// Fungsi untuk memperbarui tampilan LCD

void updateLCD() {
    lcd.clear();

    // Baris 1: Suhu dan Kelembapan
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("T:");
    lcd.print(temperature, 1);
    lcd.print("C ");

    // Baris 2: Kelembapan Tanah
    lcd.setCursor(9, 0);
    lcd.print("H:");
    lcd.print(soilMoisture, 1);
    lcd.print("%");

    // Baris 3: Ketinggian Air
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("A:");
    lcd.print(waterLevel);
    lcd.print("cm");
```

```

// Baris 4: Status Valve dan Pompa

lcd.setCursor(9, 1);

lcd.print("K:");

lcd.print(valveStatus ? "ON" : "OFF"); }

// Fungsi untuk mengirim data ke Blynk

void sendDataToBlynk() {

    Blynk.virtualWrite(V0, temperature); // Suhu ke V0

    Blynk.virtualWrite(V1, soilMoisture); // Kelembapan tanah ke V2

    Blynk.virtualWrite(V2, waterLevel); // Level air (cm) ke V4

    Blynk.virtualWrite(V3, valveStatus); // Status valve ke V5

    Blynk.virtualWrite(V4, pumpStatus); // Status pompa ke V6 }

// Handler untuk menerima perintah manual dari Blynk

BLYNK_WRITE(V7) {

    int manualPump = param.asInt();

    if (manualPump) {

        digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);

        pumpStatus = true;

        Serial.println("Pompa diaktifkan secara manual");

    } else {

        digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);

        pumpStatus = false;

        Serial.println("Pompa dinonaktifkan secara manual"); } }

```

```
BLYNK_WRITE(V8) {  
  
  int manualValve = param.asInt();  
  
  if (manualValve) {  
  
    valveServo.write(VALVE_OPEN);  
  
    valveStatus = true;  
  
    Serial.println("Valve dibuka secara manual");  
  
  } else {  
  
    valveServo.write(VALVE_CLOSE);  
  
    valveStatus = false;  
  
    Serial.println("Valve ditutup secara manual"); } }
```

