

**SENSOR SOIL UNTUK MENGUKUR
KELEMBAPAN TANAH
BERBASIS IOT**



Disusun Oleh:

N a m a : Adib Nugroho
NIM : 20523082

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA – PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**SENSOR SOIL UNTUK MENGUKUR
KELEMBAPAN TANAH
BERBASIS IOT**

TUGAS AKHIR



Yogyakarta, 2 Januari 2025

Pembimbing,

(Kurniawan Dwi Irianto, S.T., M.Sc.)

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**SENSOR SOIL UNTUK MENGUKUR
KELEMBAPAN TANAH
BERBASIS IOT**

TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Informatika – Program Sarjana di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 22 Januari 2025

Tim Penguji

Kurniawan Dwi Irianto, S.T., M.Sc.

Anggota 1

Chanifah Indah Ratnasari, S.Kom.,
M.Kom.

Anggota 2

Moh. Idris, S.Kom., M.Kom.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Informatika – Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



(Dhomas Harta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D)

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adib Nugroho

NIM : 20523082

Tugas akhir dengan judul:

**SENSOR SOIL UNTUK MENGUKUR
KELEMBAPAN TANAH
BERBASIS IOT**

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 2 Januari 2025



(Adib Nugroho)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah yang telah memberikan nikmat dan hidayah-Nya. Dengan penuh rasa syukur, penulis mempersembahkan laporan akhir ini kepada keluarga tercinta yang selalu mendukung, mendoakan, dan memberikan perhatian dengan sepenuh hati. Terima kasih atas segala cinta dan pengorbanan yang telah kalian berikan. Penulis juga ingin mempersembahkan laporan ini untuk diri sendiri yang terus berjuang dan berusaha melewati berbagai tantangan, semoga karya ini menjadi buah dari kerja keras dan tanggung jawab penulis sebagai mahasiswa. Penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada teman-teman dan sahabat-sahabat yang tidak dapat disebutkan satu per satu, kalian semua telah menjadi bagian penting dalam perjalanan ini. Terima kasih khusus kepada dosen pembimbing, Bapak Kurniawan Dwi Irianto, S.T., M.Sc., serta seluruh dosen Informatika UII yang telah memberikan bimbingan dan ilmu yang sangat berharga. Semoga Allah Swt. senantiasa melimpahkan rezeki dan kesehatan kepada kita semua.

HALAMAN MOTO

"Just finish what you started, I know its getting tough, you're tired it feel impossible, its getting harder, but finish what your started, don't forget why you even started in the first place, but you must finish what you started, everybody said, you wouldn't finish what you started, everybody counted you out, don't dare prove them right, here finish what you started don't give up on your self. You can do it!".

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah Swt atas limpahan rahmat, karunia, serta petunjuk-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "SENSOR SOIL UNTUK MENGUKUR KELEMBAPAN TANAH BERBASIS IOT". Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) di Universitas Islam Indonesia, Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Informatika.

Pada proses penyusunan tugas akhir ini, saya menyadari tanpa dukungan, bimbingan, dan arahan yang diberikan dari berbagai pihak, tugas akhir ini tidak akan terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah Swt yang telah membantu disetiap langkahnya.
2. Ayah (Yoyok Setyo Nogroho), ibu (Tuti Suparwatiningsih), adik (Alfi Nugroho, Arfa Nugroho), pasangan (Hafidha Ridho Intan Anggraeni), yang selalu memberikan dukungan serta semangat di saat susah maupun senang.
3. Bapak Kurniawan Dwi Irianto, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing tugas akhir atas arahan, bantuan, serta bimbingannya dalam proses pengerjaan tugas akhir hingga selesai.
4. Bapak Dr. Raden Teduh Dirgahayu, S.T., M.Sc. Ketua Jurusan Informatika Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D. Ketua Program Studi Informatika Universitas Islam Indonesia.
6. Rekan-rekan diperkuliahan yang telah menemani dalam proses pengerjaan tugas akhir.

Saya menyadari akan banyaknya kekurangan dalam tugas akhir yang saya kerjakan. Oleh karena itu, saya menerima kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan penelitian ke depannya. Semoga Allah Swt memberikan taufik dan hidayah-Nya kepada kita semua.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 2 Januari 2025



Adib Nugroho

SARI

Penelitian ini mengembangkan sistem berbasis IoT untuk memantau kelembapan tanah secara *real-time* dan melakukan penyiraman otomatis. Masalah utama yang dihadapi adalah inefisiensi sistem manual dalam memantau kelembapan tanah, yang sering menyebabkan tanaman mengalami kekurangan atau kelebihan air. Prototipe yang dirancang menggunakan nodeMCU ESP8266, sensor kelembapan tanah FC-28, pompa mini, dan aplikasi Blynk untuk memantau data secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini efektif dan akurat dalam memantau kelembapan tanah serta melakukan penyiraman otomatis sesuai kebutuhan. Namun, sistem ini memiliki kelemahan berupa sensor yang pendek sehingga jangkauan pemantauan kelembapan tanah sangat terbatas.

Kata kunci: Kelembapan tanah, *Internet of Things*, Sistem penyiraman otomatis, Aplikasi Blynk, Sensor FC-28.

GLOSARIUM

Mikrokontroler	Sebuah chip kecil yang berfungsi sebagai otak dari berbagai perangkat elektronik. Ia dapat menerima informasi dari sensor, memproses data tersebut, dan mengeluarkan perintah untuk mengendalikan perangkat lain.
FC-28	Salah satu sensor untuk mengukur kadar air di dalam tanah.
IoT	IoT atau <i>Internet of Things</i> adalah konsep di mana perangkat elektronik terhubung ke internet.
<i>Real-time</i>	Istilah yang digunakan untuk menggambarkan sistem atau proses yang dapat memberikan informasi atau respons secara langsung pada saat itu juga.
DC	Jenis aliran listrik di mana arus mengalir dalam satu arah yang konsisten.
ADC	Perangkat yang mengubah sinyal listrik analog menjadi format digital sehingga dapat diproses oleh komputer atau mikrokontroler.
Fluktuatif	Istilah yang digunakan untuk menggambarkan sesuatu yang tidak stabil atau berubah-ubah secara berkala.
Relay	Saklar yang dioperasikan secara elektrik, digunakan untuk mengontrol aliran listrik ke perangkat lain, seperti pompa air dalam sistem penyiraman otomatis.
<i>Push Button</i>	Tombol yang dirancang untuk mengaktifkan atau menonaktifkan suatu fungsi atau perangkat dengan cara menekannya.
ESP8266	Modul mikrokontroler yang dilengkapi dengan kemampuan WiFi, yang memungkinkan perangkat untuk terhubung ke internet dengan mudah.
LCD OLED	Jenis layar tampilan yang digunakan untuk menampilkan data, memiliki resolusi tinggi dan konsumsi daya rendah dibandingkan dengan LCD biasa.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SARI	viii
GLOSARIUM.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Pertanian	5
2.1.2 <i>Internet Of Things</i> (IoT)	5
2.1.3 Kelembapan Tanah	6
2.1.4 Cabai Rawit	6
2.1.5 Jagung	7
2.1.6 Semangka	7
2.1.7 Rumput Gajah Mini	7
2.1.8 Bawang Merah	8
2.1.9 NodeMCU ESP8266.....	8
2.1.10 FC-28 <i>soil moisture</i> sensor	9
2.1.11 Pompa Mini Micro Submersible Water Pump	10
2.1.12 Relay	11
2.1.13 OLED 1.3 inch 128x64 Pixel	12
2.1.14 Arduino IDE.....	13
2.1.15 Blynk.....	13
2.2 Kajian Pustaka.....	13
BAB III METODOLOGI	18
3.1 Tahapan Pengembangan Sistem.....	18
3.2 Analisis Kebutuhan Sistem.....	19
3.2.1 Kebutuhan Fungsional.....	19
3.2.2 Kebutuhan Non-Fungsional	20
3.3 Perancangan Sistem	21
3.3.1 Perancangan Umum Sistem	21
3.3.2 Perancangan Alur Kerja Sistem	22
3.3.3 Perancangan Rangkaian Alat	23
3.4 Pembuatan Alat	25
3.5 Perancangan Pengujian Alat dan Sistem	25

3.6	Evaluasi.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		27
4.1	Hasil Implementasi Sistem	27
4.1.1	Implementasi Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	27
4.1.2	Implementasi Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	28
4.2	Sintaks Program	31
4.3	Pengujian Perangkat.....	40
4.3.1	Pengujian Perbandingan	40
4.3.2	Pengujian Penyiraman Otomatis	42
4.3.3	Pengujian pada Aplikasi Blynk.....	42
4.4	Evaluasi.....	43
BAB V KESIMPULAN		45
5.1	Kesimpulan.....	45
5.2	Saran	45
DAFTAR PUSTAKA.....		46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Pustaka.....	13
Tabel 4.1 Pengujian Perbandingan	40
Tabel 4.2 Pengujian Penyiraman Otomatis.....	42
Tabel 4.3 Pengujian pada Blynk dan LCD.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP8266.....	9
Gambar 2.2 FC-28 soil moisture sensor	10
Gambar 2.3 Pompa mini micro submersible water pump.....	11
Gambar 2.4 Relay	12
Gambar 2.5 OLED 1.3 inch 128x64 Pixel	12
Gambar 3.1 Tahapan Pengembangan Sistem.....	18
Gambar 3.2 Gambaran Umum Sistem.....	22
Gambar 3.3 Alur Kerja Sistem.....	23
Gambar 3.4 <i>Wiring Diagram</i>	24
Gambar 4.1 Tampilan Rangkaian Alat.....	27
Gambar 4.2 Tampilan Blynk.....	31
Gambar 4.3 Sintaks Integrasi ke Blynk, Definisi Sensor dan Pompa	31
Gambar 4.4 Sintaks Konfigurasi LCD	32
Gambar 4.5 Sintaks Deklarasi Komponen <i>Button</i> dan Mendefinisikan Beberapa Variabel....	33
Gambar 4.6 Sintaks Inisialisasi dan Komunikasi Serial pin, Wifi, Blynk, dan LCD	34
Gambar 4.7 Sintaks Pengungkuran Kelembapan Tanah dan Selalu Dikirim ke Blynk	35
Gambar 4.8 Sintaks Tampilan Awal LCD	36
Gambar 4.9 Sintaks Nyala dan Mati Pompa	36
Gambar 4.10 Sintaks Pilihan Tombol yang Harus dipilih oleh Pengguna	38
Gambar 4.11 Sintaks untuk menampilkan Nilai Kelembapan Tanah pada LCD	39
Gambar 4.12 Sintaks Perulangan.....	39
Gambar 4.13 Nilai Awal Pengujian Perbandingan Alat.....	41
Gambar 4.14 Nilai Akhir Pengujian Perbandingan Alat.....	42
Gambar 4.15 Pengujian pada Blynk dan LCD.....	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alamnya, salah satu yang menonjol adalah hasil bumi atau pertanian. Sektor pertanian merupakan penyumbang perekonomian masyarakat Indonesia yang paling besar, hal ini dikarenakan sebagian besar masyarakat Indonesia bekerja di sektor pertanian. Indonesia memiliki hasil bumi melimpah karena kualitas tanah yang dimilikinya. Semakin bagus kualitas tanahnya pasti semakin meningkat juga hasil pertaniannya (Hilman et al., 2022).

Kelembapan tanah merupakan salah satu aspek terpenting dalam perkembangan sektor pertanian. Di Indonesia, sektor pertanian memiliki peran penting dalam penyediaan bahan pangan. Selain itu, sektor ini juga berfungsi sebagai penghasil bahan pangan, sumber tenaga kerja bagi sektor ekonomi, serta salah satu penghasil devisa bagi negara. Kualitas sektor pertanian sangat berpengaruh terhadap kualitas pangan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Husdi, 2018), petani, terutama di Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo, menghadapi tantangan dalam memantau tingkat kelembapan tanah yang sangat penting untuk pertanian hortikultura. Dengan memanfaatkan teknologi informasi, dapat menjadi solusi yang dapat membantu mereka mengumpulkan data tentang kelembapan tanah untuk digunakan dalam pengambilan keputusan yang lebih efektif dalam mengelola pertanian mereka.

Dalam sektor pertanian, IoT (*Internet of Things*) dapat digunakan untuk meningkatkan hasil yang lebih optimal dan memaksimalkan efisiensi waktu (Effendi et al., 2022). Dengan memanfaatkan *sensor soil* dalam mendeteksi tingkat kelembapan tanah serta penyiraman otomatis dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan suatu lahan.

Dalam hal penyiraman tanaman, ada beberapa faktor penting yang perlu diperhatikan, seperti menentukan waktu yang tepat untuk menyiram dan mengetahui seberapa banyak air yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dengan baik. Namun, jika penyiraman masih dilakukan secara manual, kemungkinan terjadinya kesalahan semakin besar. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan manusia dalam menentukan secara akurat tingkat kekeringan tanah dan suhu udara, yang dapat berakibat buruk jika tanaman terlalu kering atau terlalu lembap. Banyak orang, terutama di daerah perkotaan yang sibuk, cenderung menyiram tanaman secara tidak

teratur. Kurangnya waktu untuk merawat tanaman mendorong perlunya sistem penyiraman otomatis yang lebih efisien (Nadindra & Chandra, 2022). Saat ini pemantauan kelembapan tanah masih secara manual atau hanya mengira-ngira, begitu juga dengan penyiraman pada tanaman. Namun pemantauan dan penyiraman secara manual ini dirasa kurang efektif dan efisien.

Cabai, bawang, dan juga semangka termasuk kedalam tanaman hortikultura. Tanaman hortikultura sendiri menjadi salah satu subsektor pertanian, menempati urutan kedua setelah tanaman pangan dalam struktur pembentukan PDB (Produk Bruto Domestik) sektor pertanian. Sektor hortikultura menunjukkan tren peningkatan yang terus-menerus dalam kontribusinya terhadap pembentukan PDB. Tanaman hortikultura merupakan komoditas dengan nilai ekonomi yang signifikan dan memiliki peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan keluarga petani (Saptorini et al., 2019).

Sedangkan Jagung termasuk tanaman pangan penting setelah beras di Indonesia. Produksi jagung terus meningkat dalam lima tahun terakhir untuk memenuhi kebutuhan domestik dan ekspor. Pada 2014, produksi mencapai 19,04 juta ton, lalu naik menjadi 19,6 juta ton pada 2015, dan 23,6 juta ton pada 2016. Pada 2017, produksi melonjak menjadi 28,9 juta ton, dan pada 2018 hingga 2019 mencapai rata-rata 30 juta ton per tahun. Hal ini menunjukkan peningkatan minat petani untuk menanam jagung, yang mendukung pemenuhan permintaan konsumen setiap tahunnya (Husain et al., 2022).

Betapa pentingnya tanaman cabai, jagung, bawang, dan juga semangka dalam sektor pertanian, ditambah dengan permasalahan yang ada, diperlukan pengembangan sistem yang dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi dalam sektor pertanian. Berdasarkan kesulitan dalam pemantauan kelembapan tanah dan penyiraman tanaman, penelitian ini bertujuan untuk meneliti dan mengembangkan prototipe yang berjudul “Sensor Soil Untuk Mengukur Kelembapan Tanah Berbasis IoT”.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam uraian latar belakang di atas untuk merancang sebuah sistem yang akan dibangun dengan judul “Sensor Soil untuk Mengukur Kelembapan Tanah Berbasis IoT” maka ditetapkan rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah bagaimana cara mengembangkan sistem pemantauan kelembapan tanah dan penyiraman otomatis berbasis IoT?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem pemantauan kelembapan tanah dan penyiraman otomatis berbasis IoT.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan masalah yang ada, maka diperlukan sebuah batasan-batasan agar dapat terfokus dalam lingkup yang akan dikembangkan, adapun batasan masalah adalah sebagai berikut:

- a. Sistem ini hanya menggunakan 1 sensor yaitu sensor kelembapan tanah.
- b. Sistem ini hanya menyediakan 5 pilihan tanaman yaitu; cabai, jagung, semangka, bawang, dan rumput.
- c. Sistem hanya cocok digunakan di pot tanaman, karena sensor yang digunakan berukuran kecil.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan memberikan panduan untuk memahami konten dan tujuan dari laporan tugas akhir. Berikut adalah susunan sistematika penulisan:

BAB I: Pendahuluan

Bagian ini mencakup latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penelitian. Bagian ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang cakupan penelitian dalam tugas akhir ini.

BAB II: Landasan Teori

Dalam bab ini, akan dibahas landasan teori yang mencakup Internet of Things, penelitian terkait, perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan. Tujuan dari bab ini adalah memberikan dasar teoritis yang mendukung penelitian tugas akhir ini.

BAB III: Metodologi Penelitian

Bab ini akan membahas tentang metodologi penelitian, gambaran umum sistem, analisis kebutuhan proses umum, perancangan sistem, dan pengujian sistem. Bagian ini bertujuan untuk menjelaskan seluruh proses yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini.

BAB IV: Hasil dan Pembahasan

Bab ini akan membahas hasil yang telah diperoleh dari pembangunan sistem pemantauan dan perhitungan pengunjung, analisis sistem, serta hasil pengujian perangkat.

Bagian ini bertujuan untuk memaparkan temuan yang dihasilkan dari penelitian tugas akhir ini.

BAB V: Kesimpulan dan Saran

Bab ini akan membahas kesimpulan dari penelitian dan memberikan saran untuk pengembangan penelitian ini di masa depan. Bagian ini bertujuan untuk merangkum temuan dan memberikan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Landasan teori yang digunakan dalam pengembangan sistem sensor soil untuk mengukur kelembapan tanah berbasis IoT diantaranya:

2.1.1 Pertanian

Sektor pertanian memiliki pengaruh yang besar terhadap perekonomian Indonesia. Dalam esensinya, kegiatan ekonomi melibatkan penggunaan faktor-faktor produksi untuk menghasilkan output (Nadziroh, 2020). Pertanian merupakan sektor utama dalam perekonomian Indonesia, dengan 26,68% pekerjaan pada tahun 2017 terdapat di sektor ini (BPS, 2018). Karena andil yang signifikan dari lapangan pekerjaan yang ada dalam pertanian, maka penting bagi setiap keputusan atau kebijakan yang dibuat untuk didasarkan pada data yang akurat dan diproses dengan efisien (Marsuhandi et al., 2020).

Indonesia memiliki alasan yang kuat untuk memberikan prioritas pada pengembangan sektor pertanian. Berbagai pengalaman yang dialami oleh petani Indonesia menunjukkan betapa pentingnya mengembangkan sektor pertanian yang dapat berdiri sendiri, sebagai langkah kunci untuk menghindari ketergantungan pada negara-negara industri dalam hal pasokan pangan. Upaya untuk mengatasi masalah pengembangan pertanian di Indonesia melibatkan peningkatan kualifikasi sumber daya manusia melalui peningkatan keterampilan petani, sehingga mereka dapat berperan lebih aktif dalam berbagai proses pembangunan. Pemberdayaan petani harus dianggap sebagai bagian yang tak terpisahkan dari kebijakan nasional (Hapsah, 2016).

2.1.2 *Internet Of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah gagasan yang bertujuan untuk mengintegrasikan perkembangan teknologi internet ke dalam objek fisik, sehingga manusia dapat berinteraksi secara langsung dengan objek tersebut, seperti mentransmisikan data dan mengendalikannya secara langsung dalam waktu nyata (Soedjarwanto, 2021).

Internet of Things (IoT) merupakan suatu sistem yang tertanam dengan tujuan memperluas pemanfaatan konektivitas internet yang selalu terhubung. Kemampuan ini

mencakup berbagi data, pengendalian jarak jauh, dan sebagainya, dan diterapkan pada objek-objek fisik dalam kehidupan nyata, seperti makanan, perangkat elektronik, serta peralatan yang dilengkapi dengan sensor dan terhubung ke jaringan (Susanto et al., 2022).

2.1.3 Kelembapan Tanah

Kelembaban tanah merujuk pada jumlah air yang mengisi sebagian atau seluruh pori-pori tanah di atas permukaan air tanah. Sebagian definisi lainnya menyatakan bahwa kelembaban tanah menggambarkan jumlah air yang tersimpan di antara pori-pori tanah, yang sifatnya sangat dinamis, karena dipengaruhi oleh proses penguapan dari permukaan tanah. Kelembaban tanah yang tinggi dapat menyebabkan berbagai masalah, termasuk kesulitan dalam melaksanakan kegiatan pertanian atau kehutanan yang melibatkan penggunaan alat-alat mekanik, terutama jika kondisi tanah terlalu lembab. Kelembaban tanah juga digunakan dalam manajemen sumber daya air, sistem peringatan dini untuk kekeringan, penjadwalan irigasi, dan prediksi cuaca. Pengukuran kelembaban tanah yang akurat dan tepat waktu sangat penting untuk memantau bencana alam, khususnya banjir dan kekeringan (Lutfiyana et al., 2017).

Kelembaban tanah yang ideal untuk setiap tanaman bisa saja berbeda. Bisa terjadi dikarenakan perbedaan pertumbuhan, fotosintesis, dan juga penyerapan air (Karyati et al., 2018). Untuk mengetahui nilai kelembaban tanah ideal setiap tanaman bisa diketahui melalui internet, karena sudah banyak yang melakukan penelitian terkait pertumbuhan tanaman ataupun nilai kelembaban tanah terbaik untuk tanaman-tanaman tertentu.

2.1.4 Cabai Rawit

Cabai rawit adalah salah satu komoditas hortikultura yang banyak dibudidayakan oleh petani di Indonesia, terutama karena harga jualnya yang tinggi. Selain nilai ekonominya, cabai juga memiliki sejumlah manfaat untuk kesehatan. Salah satunya adalah kemampuannya dalam mengendalikan kanker, berkat kandungan lasparaginase dan capsaicin. Kandungan vitamin C yang cukup tinggi pada cabai juga dapat membantu memenuhi kebutuhan harian tubuh, meskipun konsumsi yang berlebihan perlu dihindari agar tidak menyebabkan nyeri lambung. Selain digunakan sebagai bumbu masak, cabai juga dimanfaatkan dalam industri makanan dan peternakan sebagai bahan campuran (Amin & Prihantini, 2021).

Setiap jenis tanaman memerlukan suhu dan kelembaban tertentu untuk tumbuh dengan baik. Tanaman cabai rawit misalnya, membutuhkan kelembaban tanah antara 60-80% dan suhu antara 18°C hingga 30°C agar dapat berkembang secara optimal. Perubahan iklim yang tidak

stabil dapat mempengaruhi produktivitas pertumbuhan tanaman, yang pada akhirnya dapat menghasilkan tanaman dengan kualitas yang lebih rendah (Syarief et al., 2016).

2.1.5 Jagung

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Melia et al., 2023), Jagung merupakan salah satu makanan pokok setelah gandum dan padi. Di Amerika Selatan dan Amerika Tengah, jagung menjadi sumber utama karbohidrat, sementara di Amerika Serikat, jagung juga berfungsi sebagai sumber pangan alternatif. Di Indonesia, beberapa daerah seperti Madura dan Nusa Tenggara menjadikan jagung sebagai makanan pokok. Selain itu, jagung dapat diolah menjadi berbagai produk, seperti pakan ternak, minyak, tepung jagung (maizena), dan bahan baku industri. Jagung merupakan tanaman musiman yang memiliki periode tanam antara 80 hingga 150 hari, tergantung pada kondisi cuaca. Tahap pertumbuhan awal jagung bersifat vegetatif, sementara fase menuju panen adalah tahap pertumbuhan generatif.

Selama penelitian yang dilakukan oleh (Isnaeni & Nurhidayah, 2020), suhu rata-rata tercatat sebesar 24,5°C dengan kelembaban rata-rata 82%. Kondisi suhu dan kelembaban ini sangat mendukung bagi pertumbuhan tanaman jagung, karena berada dalam kisaran suhu ideal antara 23-27°C dengan kelembaban 80%. Selain itu, tanaman jagung juga membutuhkan penyinaran matahari langsung agar dapat tumbuh dengan optimal.

2.1.6 Semangka

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Jaya, 2021), semangka umumnya ditanam di daerah dataran rendah dan dapat tumbuh dengan baik jika ditanam di lokasi yang memenuhi beberapa kondisi tertentu, antara lain: ketinggian antara 100-300 meter di atas permukaan laut, dengan topografi datar dan tanah yang bertekstur pasir atau lempung berpasir, memiliki struktur remah dan gembur, serta kaya akan bahan organik dengan pH tanah antara 5,9 hingga 7,2. Tanaman ini juga membutuhkan tempat terbuka dengan penyinaran matahari penuh, suhu antara 22°C hingga 30°C, serta kelembaban udara yang tidak lebih dari 80%. Selain itu, curah hujan rata-rata bulanan di daerah tersebut berkisar antara 40 hingga 50 mm.

2.1.7 Rumput Gajah Mini

Berdasarkan penelitian (Loliwu & Mberato, 2019), rumput gajah dapat tumbuh pada ketinggian antara 0 hingga 3000 meter di atas permukaan laut, mulai dari dataran rendah hingga dataran tinggi. Tanaman ini berkembang dengan baik di tanah yang subur dan tidak

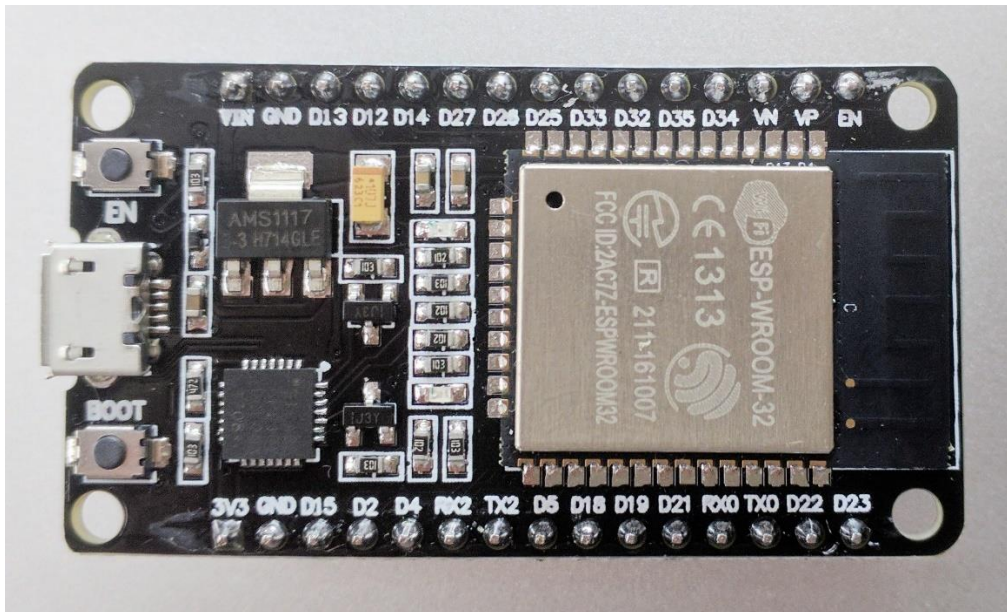
terlalu liat, dengan pH tanah sekitar 6,5 dan curah hujan tahunan sekitar 1000 mm. Rumput gajah memiliki daya adaptasi yang luas, mampu tumbuh di berbagai jenis tanah, mulai dari tekstur ringan hingga berat, bahkan di tanah yang kurang subur dan dikelola dengan cara yang kurang optimal, rumput gajah tetap dapat menghasilkan hijauan yang tinggi. Untuk mencapai hasil produksi yang optimal, tanah yang dibutuhkan adalah tanah yang lembab, dengan kelembapan ideal sekitar 60-70%.

2.1.8 Bawang Merah

Bawang merah adalah tanaman semusim yang sering ditanam di pekarangan rumah dan banyak digunakan dalam masakan, serta dapat diolah menjadi obat tradisional untuk mengatasi penyakit seperti maag, kolesterol, dan diabetes. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Naufal & Budi, 2023), tanaman ini dapat tumbuh di ketinggian antara 0 hingga 1000 mdpl, namun untuk hasil yang optimal, sebaiknya ditanam pada ketinggian 0 hingga 400 mdpl, karena dataran rendah cenderung menerima lebih banyak sinar matahari dibandingkan dataran tinggi, dan untuk iklim yang tepat bawang merah lebih cocok tumbuh di iklim kering, meskipun sangat rentan terhadap hujan, terutama dengan intensitas yang tinggi. Tanaman ini memerlukan sinar matahari minimal 70% atau sekitar 12 jam per hari, suhu udara antara 25-32°C, dan kelembapan tanah antara 50%-70%. Oleh karena itu, bawang merah biasanya ditanam selama musim kemarau, antara bulan April hingga Oktober, untuk memastikan tanaman mendapatkan suhu dan pencahayaan yang optimal. Selain itu, bawang merah membutuhkan tanah dengan tekstur remah, drainase yang baik, dan pH tanah sekitar 5,6 hingga 6,5, agar tumbuh dengan baik (Naufal & Budi, 2023).

2.1.9 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah mikrokontroler dengan modul WiFi, ESP8266 yang bersifat *open-source* menjadikannya cocok untuk proyek Internet of Things (IoT). ESP8266 merupakan perangkat yang lengkap dan memungkinkan koneksi perangkat ke internet. NodeMCU ESP8266 dilengkapi dengan mikroprosesor, memori, serta akses GPIO untuk mengontrol berbagai perangkat (Kuncoro et al., 2023).



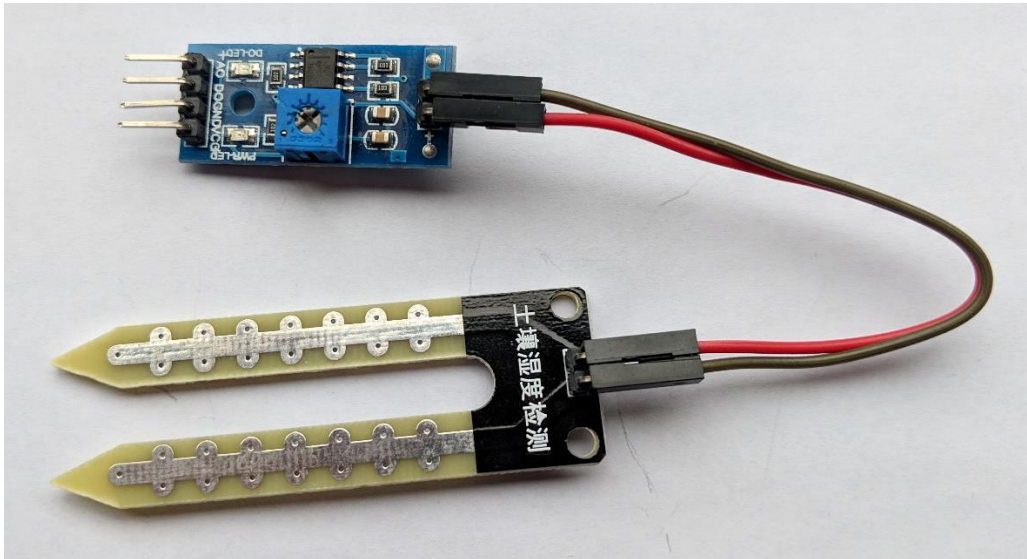
Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP8266

(Sumber: <https://student-activity.binus.ac.id/himtek/2022/07/27/esp32/,2014>)

2.1.10 FC-28 soil moisture sensor

FC-28 *soil moisture sensor* adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi tingkat kelembaban dalam tanah. Sensor ini terdiri dari dua probe yang digunakan untuk mengalirkan arus melalui tanah, dan kemudian membaca resistansi untuk mengukur tingkat kelembaban. Ketika tanah lebih basah, ia lebih baik dalam menghantarkan listrik, yang ditunjukkan dengan resistansi yang lebih rendah. Sebaliknya, tanah yang kering memiliki resistansi yang tinggi. Sensor ini berguna dalam pemantauan dan pengingat tingkat kelembaban pada tanaman atau untuk pemantauan kelembaban tanah secara umum. *Soil moisture* sensor FC-28 memiliki tegangan input yang dapat beroperasi sebesar 3.3V atau 5V, sementara tegangan outputnya berkisar antara 0 hingga 4.2V. Arus yang digunakan oleh sensor ini adalah sekitar 35 mA, dan value range ADC-nya mencakup 1024 bit, dimulai dari 0 hingga 1023 bit (Candra & Maulana, 2019).

Meskipun begitu, sensor ini memiliki kekurangan, yaitu ukurannya yang sangat kecil, sehingga radius ukur nya juga kecil. Dengan kekurangan ini, membuat sistem ini hanya cocok untuk penggunaan pada pot tanaman.



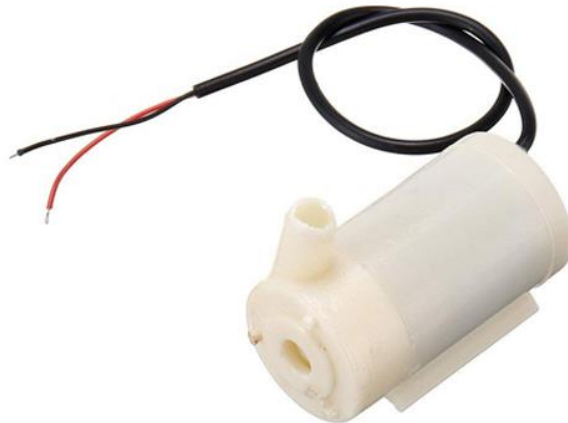
Gambar 2.2 FC-28 soil moisture sensor

(Sumber:

<https://developer.wildernesslabs.co/docs/api/Meadow.Foundation/Meadow.Foundation.Sensors.Moisture.Fc28.html>)

2.1.11 Pompa Mini Micro Submersible Water Pump

Pompa DC Mini adalah jenis pompa air celup yang menggunakan arus searah (DC) sebagai sumber daya untuk menggerakkan motor pompa. Umumnya, pompa ini dapat dihubungkan langsung ke sumber daya DC, seperti baterai atau adaptor listrik yang sesuai. Pompa ini sering digunakan untuk memindahkan air dari satu tempat ke tempat lainnya. Beberapa contoh penggunaannya termasuk pada akuarium atau dalam berbagai proyek elektronik (Ariyanti, 2023).



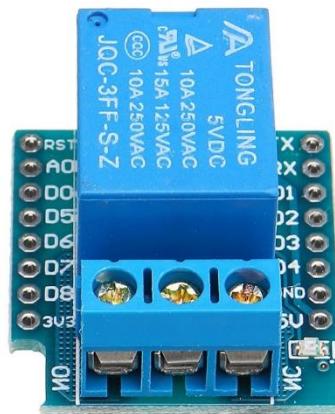
Gambar 2.3 Pompa mini micro submersible water pump

(Sumber:

<https://storables.com/wp-content/uploads/2023/09/15-amazing-mini-water-pump-for-2023-1694919017.jpg>)

2.1.12 Relay

Relay adalah saklar yang dioperasikan secara elektrik dan merupakan perangkat elektromekanis yang terdiri dari dua bagian utama, yaitu elektromagnet (kumparan) dan bagian mekanis (kontak saklar). Relay bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetisme untuk menggerakkan kontak saklar, sehingga arus listrik dengan daya rendah dapat mengalirkan listrik dengan tegangan yang lebih tinggi. Sebagai contoh, sebuah relay dengan elektromagnet 5V, 50mA dapat menggerakkan jangkar relay (yang berfungsi seperti saklar) untuk menghantarkan arus 220V dengan daya 2A (Prasetyanto & Hadisusila, 2023).



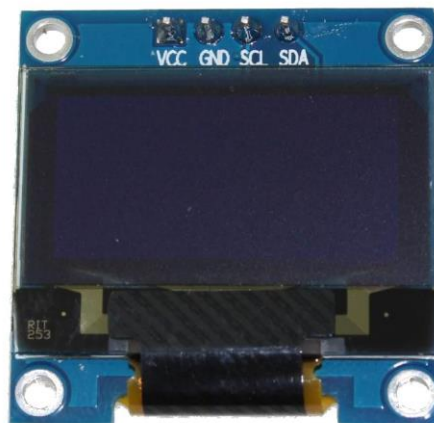
Gambar 2.4 Relay

(Sumber:

<https://img.staticbg.com/images/oupload/banggood/images/F5/DA/fa9b4766-96e2-49fb-b64d-07e33be02d7a.jpg>)

2.1.13 OLED 1.3 inch 128x64 Pixel

LCD OLED adalah jenis layar tampilan yang digunakan pada Arduino untuk menampilkan data. Layar ini memiliki ukuran 1,3 inci dengan resolusi 128x64 piksel. Keunggulan utama LCD OLED dibandingkan dengan LCD biasa adalah kemampuannya menampilkan gambar yang lebih tajam dan konsumsi daya yang lebih rendah. Berikut adalah gambar dari LCD OLED berukuran 1,3 inci (Utomo, 2021).



Gambar 2.5 OLED 1.3 inch 128x64 Pixel

(Sumber:

https://cdn11.bigcommerce.com/s-yo2n39m6g3/product_images/uploaded_images/18747-overview-1-1-1.jpg)

2.1.14 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan perangkat lunak yang dirancang untuk mengembangkan aplikasi mikrokontroler, mulai dari proses penulisan program, kompilasi, hingga *upload*. Selain itu, Arduino IDE dilengkapi dengan terminal serial yang memudahkan pengguna dalam melakukan komunikasi dengan komputer. Fitur ini memungkinkan sistem keamanan dan pemantauan dilakukan secara *real-time* (Setiawan et al., 2022).

2.1.15 Blynk

Blynk adalah sebuah platform aplikasi yang dirancang untuk sistem operasi seluler dengan tujuan mengelola perangkat seperti Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, Wemos D1, dan sejenisnya melalui koneksi internet. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengendalikan perangkat keras, memonitor data dari sensor, menyimpan informasi, serta memvisualisasikan data secara grafis. Dengan kemampuannya, Blynk memungkinkan penyimpanan dan tampilan data dari jarak jauh menggunakan jaringan internet atau intranet, menggunakan elemen visual seperti angka, warna, atau grafik (Reza et al., 2021).

Aplikasi Blynk dipilih karena kemudahan aksesnya serta antarmuka yang sederhana sehingga memudahkan pengguna untuk memahami penggunaannya.

2.2 Kajian Pustaka

Pada kajian pustaka ini berisi literatur yang relevan dengan bidang dari penelitian yang peneliti lakukan.

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No	Judul	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
1.	Smart Agriculture: Pengendalian Kelembapan Dan Suhu Pada Penyiraman Otomatis Tanaman Berbasis IoT	(Nazareta et al., 2022)	Merencanakan dan menerapkan prototipe sistem Internet of Things (IoT) penyiraman otomatis tanaman hias untuk mengontrol suhu, kelembaban, dan	Sistem ini menggunakan algoritma inferensi fuzzy, khususnya metode Tsukamoto dan Mamdani, untuk menentukan	Hasilnya menunjukkan bahwa desain sistem dengan metode Tsukamoto mencapai durasi penyiraman rata-rata 25 detik, sedangkan metode

No	Judul	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
			kelembaban tanah untuk memastikan kondisi optimal bagi kelangsungan hidup tanaman.	durasi penyiraman.	Mamdani mencapai durasi rata-rata 12 detik, dengan perbedaan persentase 51,94% dari pengukuran
2.	Sistem Cerdas Untuk Monitoring Pengukuran Suhu Dan Kelembapan Tanah Pada Tanaman Cabai Berbasis Internet Of Things (Iot) Menggunakan Aplikasi Telegram	(Riyadi, 2023)	Membangun sistem yang dapat mengukur kelembapan tanah dan suhu pada tanah dengan kontrol berbasis IoT yang dapat di kontrol jarak jauh menggunakan aplikasi telegram.	Perancangan alat menggunakan esp 8266 12E, Sensor DHT 11 dan Sensor Soil Moisture.	Perancangan alat pengukur kelembapan tanah, suhu udara, dan kelembapan udara menggunakan NodeMcu ESP8266 berbasis Internet of Things yang di kontrol dan di monitoring lewat aplikasi Telegram berjalan dengan baik dan akurat.
3.	Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis IoT	(Effendi et al., 2022)	Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis IoT untuk mempermudah perawatan tanaman. Sistem ini menggunakan sensor untuk mendeteksi kelembapan tanah secara real-time,	Metode penelitian ini menggabungkan perangkat keras dan perangkat lunak untuk sistem penyiraman otomatis berbasis IoT. Perangkat keras meliputi sensor kelembapan tanah, microcontroller,	Penelitian menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis berbasis IoT efektif mendeteksi kelembapan tanah dan mengaktifkan pompa air saat kelembapan rendah. Data kelembapan dapat dipantau secara <i>real-time</i> melalui

No	Judul	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
			mengoptimalkan penggunaan air, dan memastikan penyiraman yang tepat. Selain itu, penelitian ini juga menciptakan aplikasi web untuk pemantauan dan pengendalian penyiraman dari jarak jauh.	dan pompa air. Perangkat lunak menggunakan Arduino IDE untuk memprogram logika yang mengontrol pengoperasian sistem.	aplikasi web, memudahkan pengelolaan jarak jauh. Sistem ini efisien dalam penggunaan air dan andal di berbagai kondisi, menawarkan solusi praktis dan modern dalam penyiraman tanaman.
4.	Sistem Monitoring aliran air dan Penyiraman Otomatis Pada Rumah Kaca Berbasis IoT dengan Esp8266 dan Blynk	(Sasmoko, 2020)	Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem penyiraman otomatis dan pemantauan aliran air pada rumah kaca menggunakan IoT. Sistem ini memanfaatkan sensor kelembapan tanah untuk mengaktifkan penyiraman saat tanah kering dan sensor aliran air untuk memastikan distribusi air berjalan lancar. Dengan solusi ini, diharapkan penyiraman dapat otomatis,	Sistem yang dikembangkan menggunakan Arduino, sensor kelembapan tanah, sensor aliran air, dan modul ESP8266. Data dikirim ke server Blynk dan dipantau lewat aplikasi Android. Penyiraman otomatis aktif saat kelembapan tanah di bawah 60%, dengan pemantauan aliran air untuk deteksi kebocoran. Sistem ini	Hasil pengembangan sistem menunjukkan bahwa penyiraman otomatis berjalan lancar, dengan sistem memantau kelembapan tanah dan mengaktifkan pompa saat diperlukan. Sensor aliran air mendeteksi kelancaran aliran dan kebocoran. Data dikirim ke aplikasi Android melalui Blynk, memungkinkan pemantauan dan kontrol real-time. Sistem ini efektif

No	Judul	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
			mengurangi kebocoran air, dan memungkinkan pemantauan melalui aplikasi Blynk.	mendukung kontrol otomatis dan pemantauan jarak jauh.	meningkatkan efisiensi penyiraman dan mengurangi kebocoran.
5.	Perancangan Sistem Penyiraman dan Pemupukan Otomatis (Smart Garden) Berbasis IoT (Internet of Things) Menggunakan NODEMCU ESP8266	(Firly et al., 2022)	Penelitian ini merancang sistem penyiraman dan pemupukan otomatis berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor kelembaban tanah, RTC, dan sensor ultrasonik. Sistem dapat dipantau dan dikendalikan melalui aplikasi Blynk di smartphone untuk perawatan tanaman secara real-time.	Penelitian ini menggunakan metode perancangan perangkat keras dan lunak, instalasi, serta pengujian sistem berbasis NodeMCU ESP8266 yang terintegrasi dengan sensor dan aplikasi Blynk, lalu diuji selama 10 hari untuk menilai efisiensinya.	Hasil penelitian menunjukkan sistem bekerja baik, sensor akurat, dan kontrol otomatis melalui aplikasi Blynk meningkatkan efisiensi penyiraman dan pemupukan.

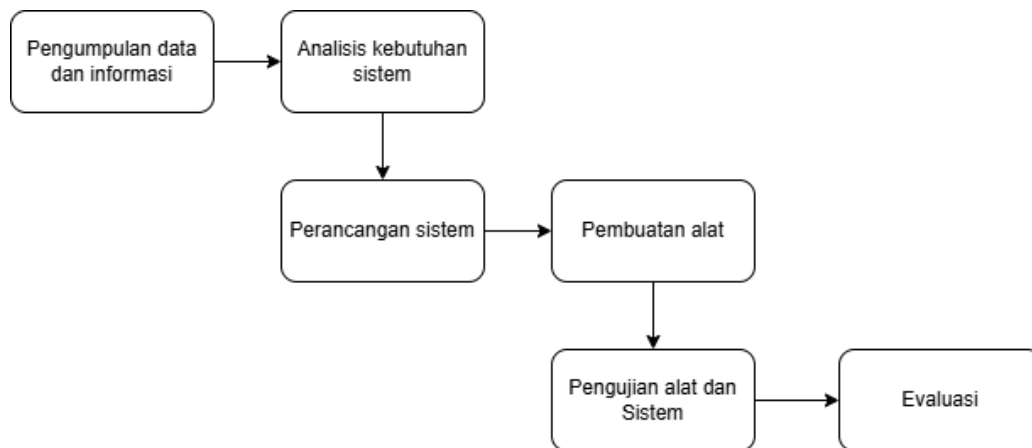
Berdasarkan berbagai literatur, dapat disimpulkan bahwa sistem penyiraman otomatis berbasis IoT dengan integrasi sensor dan kontrol jarak jauh melalui aplikasi, seperti Telegram, Blynk, atau web, efektif meningkatkan efisiensi perawatan tanaman. Sistem ini memungkinkan deteksi *real-time* terhadap kelembapan tanah, suhu, dan kelembapan udara, dengan respon otomatis untuk mengatur penyiraman dan pemupukan sesuai kebutuhan. Metode seperti algoritma inferensi fuzzy (Tsukamoto dan Mamdani) menunjukkan variasi dalam durasi penyiraman, sedangkan penggunaan perangkat seperti NodeMCU ESP8266, Arduino, dan sensor terkait memastikan keandalan sistem. Implementasi ini berhasil mengoptimalkan penggunaan air, memantau kondisi secara akurat, serta menyediakan solusi praktis dan modern untuk perawatan tanaman.

Yang membuat penelitian ini berbeda dari berbagai literatur sebelumnya adalah terdapat pilihan tanaman dalam sistem ini, yang bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam mengelola tanamannya. Pengguna tidak perlu lagi mencari tahu tentang nilai kelembapan tanah yang sesuai untuk tanaman yang ingin ditanamnya.

BAB III METODOLOGI

3.1 Tahapan Pengembangan Sistem

Dalam penelitian mengenai sensor kelembapan tanah untuk mengukur kelembapan tanah berbasis IoT, terdapat beberapa proses dan tahapan pengerjaan yang perlu dilakukan. Adapun tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Tahapan Pengembangan Sistem

1. Proses pengumpulan data dan informasi

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data dan keterangan yang relevan terkait dengan topik penelitian. Proses ini mencakup identifikasi permasalahan yang dihadapi. Data yang dikumpulkan dapat mencakup studi literatur mengenai teknologi sensor tanah, teknologi IoT, serta tantangan yang dihadapi terkait pertanian dan pengelolaan kelembapan tanah.

2. Proses analisis kebutuhan sistem

Pada tahap ini, dilakukan analisis mendalam untuk mengidentifikasi dan merumuskan kebutuhan teknis yang harus dipenuhi oleh sistem pemantauan kelembapan tanah berbasis IoT. Hasil analisis ini digunakan untuk menetapkan kebutuhan sistem secara rinci, baik dari segi fungsional maupun non-fungsional. Langkah ini menjadi dasar panduan dalam perancangan sistem yang akan dikembangkan selanjutnya.

3. Proses perancangan sistem

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan sistem, tahap perancangan sistem dimulai. Pada tahap ini, desain arsitektur sistem IoT untuk pemantauan kelembapan tanah dikembangkan. Selain itu, perangkat lunak juga dirancang untuk memvisualisasikan data kelembapan tanah serta memberikan aksi penyiraman otomatis untuk mencapai kelembapan tanah ideal. Perancangan ini memperhatikan faktor kemudahan penggunaan.

4. Proses pembuatan alat

Pada tahap ini, dilakukan pembuatan prototipe alat yang telah dirancang sebelumnya. Ini mencakup pembuatan dan perakitan sensor, mikrokontroler, serta sistem penyiraman otomatis.

5. Proses pengujian alat dan bahan

Setelah alat selesai dibuat, tahap selanjutnya adalah pengujian untuk memastikan bahwa alat berfungsi sesuai yang diharapkan. Pengujian meliputi uji akurasi sensor kelembapan tanah, dan penyiraman otomatis. Data yang diperoleh dari alat kemudian dibandingkan dengan metode pengukuran kelembapan tanah konvensional untuk mengukur tingkat akurasi sistem.

6. Proses evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai kinerja keseluruhan sistem yang telah dikembangkan. Evaluasi ini dilakukan dengan mengumpulkan data dari proses pengujian alat.

3.2 Analisis Kebutuhan Sistem

Berdasarkan dari analisis kebutuhan sistem, sensor soil untuk mengukur kelembapan tanah berbasis IoT memiliki beberapa kebutuhan sistem, dari segi fungsional maupun nonfungsional untuk mendukung proses perancangan sistem.

3.2.1 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional merujuk pada langkah-langkah untuk menentukan proses-proses yang diperlukan dalam pengembangan sistem. Dalam hal ini, kebutuhan fungsional terhadap sistem mencakup pemetaan rinci mengenai proses bisnis yang harus dilakukan. Berikut ini adalah kebutuhan fungsional yang harus dipenuhi oleh sistem yang akan dikembangkan:

1. Sistem dapat mendeteksi kelembapan tanah

Sistem dapat mendeteksi kelembapan tanah menggunakan sensor *soil moisture* dengan menancapkannya di tanah yang digunakan untuk menanam tanaman untuk mendeteksi dan mengukur nilai kelembapan tanah.

2. Sistem dapat menampilkan data nilai kelembapan tanah

Sistem dapat menampilkan data nilai kelembapan tanah secara *real-time* untuk memberikan informasi kepada pengguna, nilai kelembapan tanah saat itu juga

3. Sistem dapat melakukan penyiraman otomatis

Sistem dapat melakukan penyiraman otomatis ketika nilai kelembapan tanah yang dibutuhkan oleh tanaman dibawah nilai kelembapan tanah ideal, agar nantinya pengguna tidak perlu takut jika lupa menyirami tanamannya.

3.2.2 Kebutuhan Non-Fungsional

Identifikasi kebutuhan non-fungsional bertujuan untuk menetapkan spesifikasi yang diperlukan agar sistem yang akan dibangun dapat beroperasi dengan baik dan mendukung fungsionalitasnya. Berikut ini adalah kebutuhan non-fungsional yang harus dipenuhi oleh sistem yang akan dikembangkan:

1. Kebutuhan internet

Sistem Sensor soil untuk mengukur kelembapan tanah berbasis IoT menggunakan aplikasi Blynk untuk memantau data kelembapan tanah secara *real-time*. Oleh karena itu, sistem hanya dapat beroperasi jika ada koneksi internet.

2. Keandalan dan kinerja sistem

Sistem harus dapat berjalan secara stabil dan mampu bekerja tanpa mengalami gangguan. Sensor kelembapan tanah harus selalu berfungsi dengan baik agar data yang dikirimkan akurat dan sesuai dengan kondisi sebenarnya.

3. Responsivitas *real-time*

Salah satu keunggulan sistem ini adalah kemampuannya menampilkan data kelembapan tanah secara *real-time*. Data yang diperoleh dari sensor harus segera dikirim ke ESP8266 dan diteruskan ke aplikasi Blynk tanpa jeda waktu yang lama.

4. Portabilitas dan kemudahan instalasi

Perangkat harus mudah dipasang dan digunakan oleh petani atau pegiat tanaman hias lainnya tanpa perlu keahlian teknis yang tinggi.

5. Kompatibilitas dengan perangkat lain

Sistem harus dapat diintegrasikan dengan berbagai perangkat IoT lainnya untuk meningkatkan fleksibilitas penggunaannya. Misalnya, jika di masa depan terdapat pengembangan lebih lanjut seperti menambahkan sensor suhu atau sensor pH tanah, sistem harus mendukung pengembangan tersebut. Selain itu, aplikasi Blynk yang digunakan harus kompatibel dengan berbagai perangkat, seperti smartphone Android dan iOS, agar lebih mudah digunakan oleh pengguna.

6. Fleksibilitas dalam pemilihan tanaman

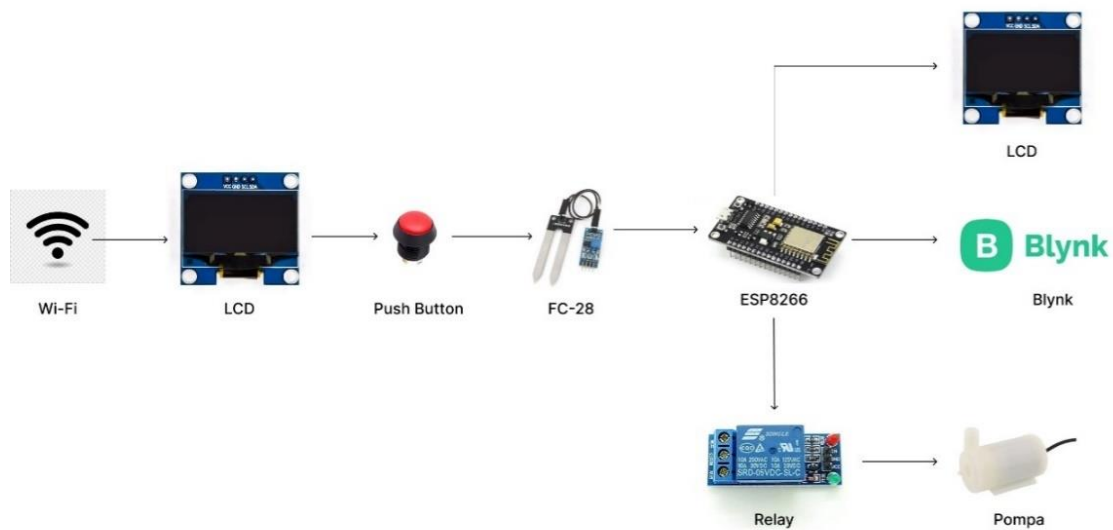
Setiap jenis tanaman memiliki kebutuhan kelembapan tanah yang berbeda, sehingga sistem harus dapat disesuaikan berdasarkan jenis tanaman yang dipantau. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk memilih tanaman tertentu (seperti cabai, jagung, semangka, rumput, atau bawang), sehingga nilai kelembapan tanah yang dianggap ideal dapat berbeda untuk setiap tanaman.

3.3 Perancangan Sistem

Alat yang dirancang dalam sistem sensor soil untuk mengukur kelembapan tanah berbasis IoT akan ditancapkan ke tanah. Alat ini dilengkapi dengan sensor yang mampu mengukur nilai kelembapan tanah. Hasil pengukuran tersebut yang akan menentukan penyiraman otomatis perlu menyala atau tidak, pengguna juga dapat melihat kelembapan tanah secara *real-time* melalui aplikasi Blynk.

3.3.1 Perancangan Umum Sistem

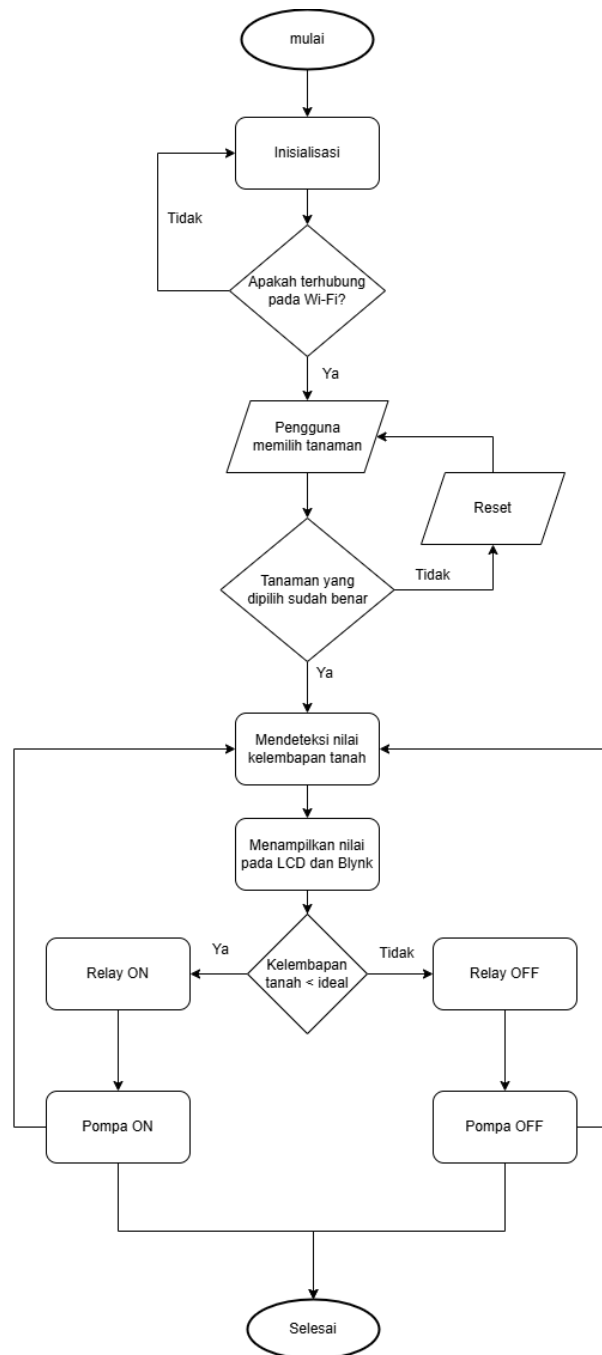
Sistem sensor soil untuk mengukur kelembapan tanah ini dirancang untuk memantau kelembapan tanah secara *real-time* dan mengontrol pompa air secara otomatis. Sistem ini hanya berjalan saat terhubung dengan koneksi internet, pengguna diwajibkan untuk memilih salah satu tanaman yang sudah disediakan dengan menekan salah satu *button*. Sistem ini menggunakan sensor kelembapan tanah (FC-28) untuk mendeteksi tingkat kelembapan tanah dan mengirimnya ke ESP8266. ESP8266 kemudian memproses data kelembapan tanah dan mengirimkan data yang akan ditampilkan ke aplikasi Blynk melalui koneksi internet. Aplikasi Blynk hanya dapat digunakan untuk memantau nilai kelembapan tanah. Sistem ini sudah dilengkapi dengan fitur penyiraman otomatis di mana ESP8266 akan secara otomatis mengaktifkan pompa air jika tingkat kelembapan tanah berada di bawah batas ideal yang sudah ditentukan yang. Pompa air diaktifkan melalui relay yang dikontrol oleh ESP8266.



Gambar 3.2 Gambaran Umum Sistem

3.3.2 Perancangan Alur Kerja Sistem

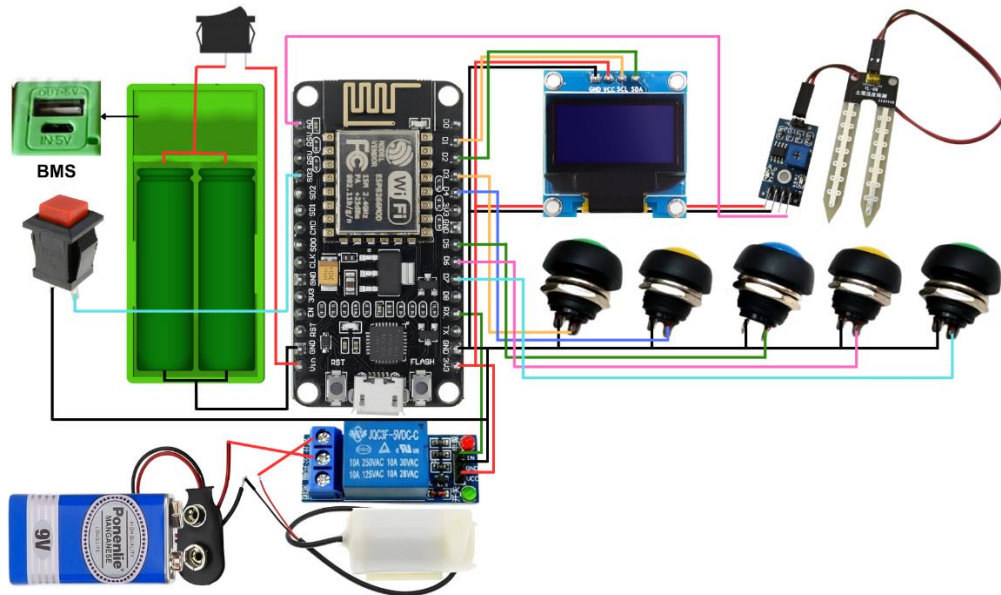
Penjelasan mengenai alur kerja sistem atau *flowchart* sensor soil untuk mengukur kelembapan tanah berbasis IoT dimulai dengan inisialisasi ESP8266 dan apakah sudah terhubung dengan internet. Jika sudah terhubung, maka pengguna diwajibkan melakukan *input* berupa pilihan tanaman dengan menekan tombol atau *push button*, disediakan juga tombol *reset* jika pilihan yang dipilih pengguna belum benar. Jika sudah benar maka sensor FC-28 mulai mendeteksi kelembapan tanah, setelah data diolah oleh ESP8266 maka akan ditampilkan pada LCD dan Blynk. Ketika kelembapan tanah kurang dari ideal maka relay dan pompa akan menyala, sehingga air dapat menyirami tanah, namun ketika nilai kelembapan tanah sudah memasuki nilai ideal maka relay dan pompa akan mati. Proses ini akan terus berulang, karena kelembapan tanah bersifat fluktuatif.



Gambar 3.3 Alur Kerja Sistem

3.3.3 Perancangan Rangkaian Alat

Perancangan rangkaian alat atau *wiring diagram* dari sistem “Sensor Soil untuk Mengukur Kelembapan Tanah Berbasis IoT” bertujuan untuk memudahkan peneliti pada tahap pembuatan alat.



Gambar 3.4 Wiring Diagram

Saklar utama yang digunakan untuk menyalakan alat terdapat 2 kaki, kaki 1 dihubungkan ke baterai positif BMS (*battery management system*), dan 1 lagi dihubungkan ke pin vin pada mikrokontroler. Pada bagian baterai negatif BMS dihubungkan ke pin GND, rangkaian ini difungsikan untuk daya utama pada alat ini.

Terdapat pula 5 tombol pilihan tanaman dan 1 tombol reset, masing-masing tombol pilihan tanaman dihubungkan ke pin GPIO (*General Purpose Input/Output*), dan untuk 1 kaki di masing-masing tombol pilihan tanaman dihubungkan ke pin GND. Sedangkan tombol reset dihubungkan ke pin SD3 dan untuk kaki 1 lagi ke GND, rangkaian ini diungsikan untuk pengguna melakukan pilihan tanaman dan melakukan reset bila ingin mengganti pilihannya.

Sensor dihubungkan dengan dengan mikrokontroler sebagai berikut:

1. VCC – 3V3 (3,3 volt)
2. GND – GND
3. OUT sensor – pin AO (analog output)

LCD dihubungkan dengan mikrokontroler sebagai berikut:

1. GND – GND
2. VCC – 3V3
3. SCL – pin GPIO D1
4. SDA – pin GPIO D2

Rangkain sensor dan LCD diatas diungsikan untuk mengukur dan menampilkan nilai kelembapan tanah secara *real-time*.

Relay dihubungkan dengan mikrokontroler, baterai, dan juga pompa. Pompa juga dihubungkan dengan baterai, rangkaian ini difungsikan untuk melakukan penyiraman secara otomatis, adapun sambungan setiap kabelnya sebagai berikut:

1. Relay – mikrokontroler:
 - a. VCC – 3V3
 - b. GND – GND
 - c. IN – pin GPIO RX
2. Terminal COM pada relay dihubungkan dengan VCC (kabel merah) pada baterai.
3. Terminal NO pada relay dihubungkan dengan kabel merah yang ada pada pompa.
4. GND yang ada pada baterai dihubungkan dengan kabel hitam pompa.

3.4 Pembuatan Alat

Setelah tahap perancangan sistem selesai, peneliti melanjutkan ke tahap pembuatan atau perakitan alat. Pada tahap ini, seluruh sistem dibangun secara fisik sesuai dengan desain yang telah dirancang sebelumnya. Proses ini mencakup pemasangan perangkat keras, konfigurasi sensor, dan integrasi perangkat lunak. Tahap pembuatan ini menjadi dasar untuk pelaksanaan pengujian pada tahap berikutnya.

Pada awal pembuatan alat peneliti melakukan penyambungan komponen-komponen sesuai dengan *wiring diagram*, setelah alat tersambung dengan sempurna, dilakukan pengkodean agar alat atau komponen-komponen bekerja sesuai yang diharapkan. Selain pengkodean untuk alat, dilakukan juga integrasi antara alat dan Blynk.

3.5 Pengujian Alat dan Sistem

Setelah proses perakitan selesai, sistem menjalani serangkaian pengujian untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik dan sesuai. Pengujian ini meliputi pemastian sensor kelembapan tanah dapat mendeteksi kandungan air dalam tanah, pemastian akurasi pengukuran dengan cara melakukan perbandingan dengan alat YIERYI-TPH01803. menguji sistem penyiraman otomatis pada setiap pilihan tanaman, serta Blynk dapat menampilkan data secara real-time. Melalui tahap ini, peneliti memastikan bahwa sistem berfungsi secara optimal, memberikan data yang akurat dan dapat diandalkan dalam menjaga kesuburan tanaman.

3.6 Evaluasi

Pada bagian ini peneliti sudah mendapatkan hasil yang diperoleh dari pengujian, sehingga peneliti dapat memaparkan kelebihan dan kekurangan yang dimiliki oleh sistem.

BAB IV

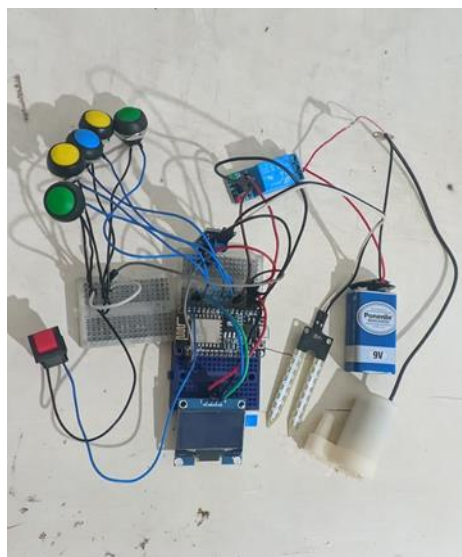
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Implementasi Sistem

Pada bagian ini akan dibahas hasil dari pengembangan alat sensor soil untuk mengukur kelembapan tanah berbasis IoT. Pembahasan dimulai dengan penjelasan mengenai implementasi perangkat keras (*hardware*), dilanjutkan dengan pembahasan tentang implementasi perangkat lunak (*software*), dan diakhiri dengan pengujian alat dari “Sensor Soil untuk Mengukur Kelembapan Tanah Berbasis IoT”. Selain itu, bagian ini juga akan mengulas kelebihan dan kekurangan dari sistem yang telah dikembangkan.

4.1.1 Implementasi Perangkat Keras (*Hardware*)

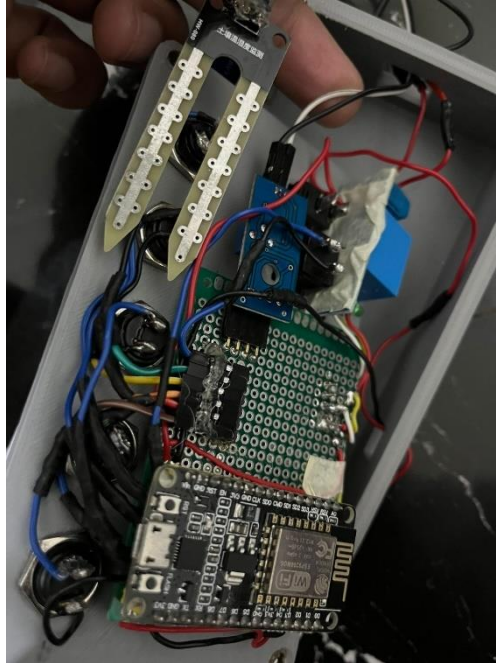
Pada penelitian ini, peneliti membangun sistem pemantauan kelembapan tanah berbasis IoT dengan merakit dan mengkonfigurasi beberapa komponen *hardware* seperti yang sudah dirangkai dan dijelaskan pada poin perancangan rangkaian alat. Setiap komponen, mulai dari NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, sensor kelembapan tanah FC-28, pompa mini micro submersible, relay, hingga LCD OLED, memiliki peran penting dalam keseluruhan sistem.



Gambar 4.1 Tampilan Rangkaian Alat

4.1.1.1 Konfigurasi Sensor

Sensor kelembapan tanah (soil moisture sensor), memiliki fungsi untuk mengukur kadar air dalam tanah yang akan dilanjutkan ke mikrokontroler dan akan diolah oleh mikrokontroler.

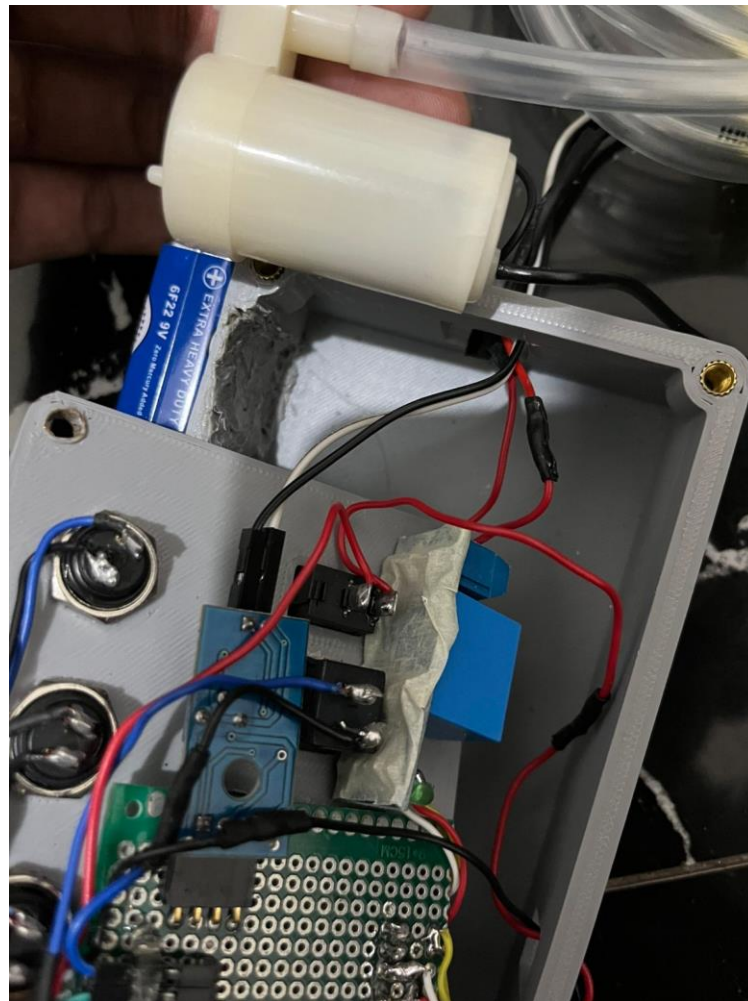


Gambar 4.2 Konfigurasi Sensor

Moisture sensor memiliki pin VCC untuk sumber daya, pin GND, pin AO (*Analog Output*) yang menghasilkan tegangan analog proporsional dengan kelembapan tanah, dan pin DO (*Digital Output*) yang memberikan sinyal digital saat batas kelembapan tertentu terlampaui, untuk membuat sensor bekerja, sensor perlu dihubungkan dengan mikrokontroler seperti yang tertera pada subbab perancangan rangkaian alat.

4.1.1.2 Konfigurasi Pompa

Pompa berfungsi untuk menyedot air dari tempat penampungan air dan akan dialirkan oleh selang menuju tanah yang akan disiram.

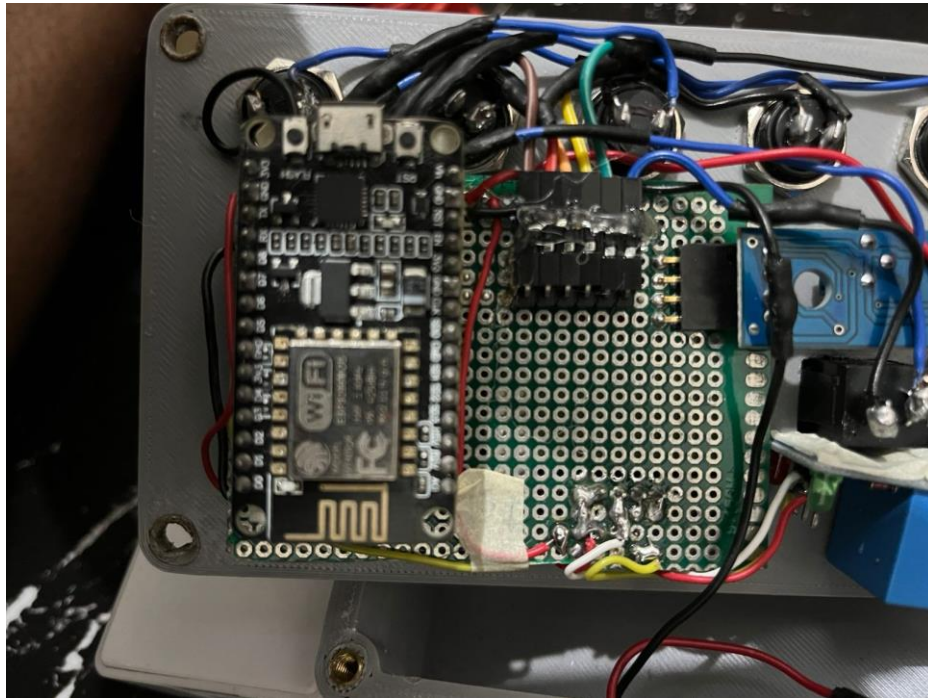


Gambar 4.3 Konffigurasi Pompa

Relay satu channel memiliki pin VCC yang disambungkan ke sumber tegangan positif untuk memberikan daya, pin GND, dan pin IN/Signal yang menerima sinyal kontrol dari mikrokontroler untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa. Pin NO (Normally Open) pada relay akan terhubung langsung ke pompa untuk mengalirkan listrik ketika relay aktif, sehingga untuk membuat pompa bekerja, pompa perlu dihubungkan dengan relay dan baterai. Relay juga perlu dihubungkan dengan mikrokontroler untuk mengontrol pompa, seperti yang sudah diterangkan pada subbab perancangan rangkaian alat.

4.1.1.3 Konfigurasi LCD

LCD berfungsi untuk menampilkan pilihan tanaman dan hasil pengukuran kelembapan tanah berupa nilai persentase. Konfigurasi LCD ke mikrokontroler dapat dilihat pada Gambar.

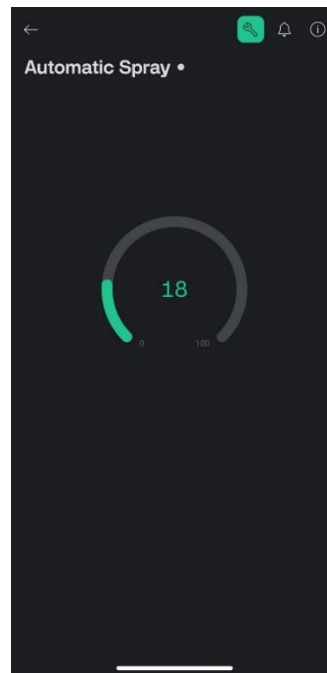


Gambar 4.4 Konfigurasi LCD

Display OLED 128x62 pixel menggunakan komunikasi I2C dengan pin VCC untuk sumber tegangan, pin GND, pin SCL sebagai *clock* komunikasi, dan pin SDA untuk transfer data antara LCD dan mikrokontroler, sehingga untuk membuat LCD berfungsi, LCD perlu dihubungkan dengan mikrokontroler, seperti yang sudah diterangkan pada subbab perancangan rangkaian alat.

4.1.2 Implementasi Perangkat Lunak (*Software*)

Dalam penelitian ini, peneliti memanfaatkan perangkat lunak Blynk untuk memantau kelembapan tanah pada sistem pemantauan kelembapan tanah berbasis IoT. Aplikasi Blynk dipilih karena kemudahan aksesnya serta antarmuka yang sederhana sehingga memudahkan pengguna untuk memahami penggunaannya. Pengguna nantinya dapat menggunakan aplikasi Blynk untuk memantau nilai kelembapan tanah selain melalui layar LCD.



Gambar 4.5 Tampilan Blynk

Untuk mengkonfigurasi alat ini dengan Blynk, yaitu ada pada kodingan di Arduino IDE. *Instal* dan definisikan library untuk Blynk, definisikan juga token khusus yang ada pada aplikasi Blynk yang ingin di kembangkan.

4.2 Sintaks Program

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan Arduino IDE sebagai alat untuk pemrograman. Sintaks adalah serangkaian kode yang berisi perintah agar sistem dapat berfungsi dengan benar.

```
#define BLYNK_PRINT Serial
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6XXUhO9m8"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Automatic Spray"
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

char auth[] = "3YcPUG5sKUHx0LHJJ21dnKz13M0wXtTh";
char ssid[] = "anything";
char pass[] = "anything";

//Definisi pin sensor dan pompa
#define sensor A0
#define waterPump 3
```

Gambar 4.6 Sintaks Integrasi ke Blynk, Definisi Sensor dan Pompa

Pada awal program, beberapa makro dan library didefinisikan untuk mempersiapkan penggunaan Blynk dan koneksi Wi-Fi. `#define BLYNK_PRINT Serial` mengarahkan output Blynk ke Serial Monitor untuk debugging, sementara `#define BLYNK_TEMPLATE_ID` dan `#define BLYNK_TEMPLATE_NAME` digunakan untuk mengidentifikasi template dalam aplikasi Blynk, yang harus disesuaikan dengan proyek yang dikembangkan. Pustaka `ESP8266WiFi.h` dan `BlynkSimpleEsp8266.h` diimpor untuk menghubungkan ESP8266 ke jaringan Wi-Fi dan Blynk. Variabel `auth`, `ssid`, dan `pass` menyimpan token otentikasi, nama Wi-Fi, dan kata sandi Wi-Fi. Selain itu, pin untuk sensor kelembapan tanah dan pompa air didefinisikan dengan `#define sensor A0` untuk sensor di pin A0 dan `#define waterPump 3` untuk pompa di pin D3. Dengan pengaturan ini, program siap untuk mengukur kelembapan tanah dan mengontrol pompa air secara otomatis.

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SH110X.h>

//Konigirasi LCD
#define i2c_Address 0x3c //Inisialisasi I2C addr 0x3C
Typically eBay OLED's
#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64
#define OLED_RESET -1
Adafruit_SH1106G display = Adafruit_SH1106G(SCREEN_WIDTH,
SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);
```

Gambar 4.7 Sintaks Konfigurasi LCD

Pada bagian ini, program mengimpor library yang diperlukan untuk mengontrol layar OLED melalui I2C, yaitu `Wire.h`, `Adafruit_GFX.h`, dan `Adafruit_SH110X.h`. Library `Wire.h` memungkinkan komunikasi menggunakan protokol I2C, sedangkan `Adafruit_GFX.h` menyediakan fungsi untuk menggambar grafik dan teks, dan `Adafruit_SH110X.h` khusus untuk layar OLED dengan chip SH1106. Beberapa makro didefinisikan, termasuk `#define i2c_Address 0x3c` untuk alamat I2C layar, serta `#define SCREEN_WIDTH 128` dan `#define SCREEN_HEIGHT 64` untuk ukuran layar. Makro `#define OLED_RESET -1` menunjukkan bahwa pin reset tidak digunakan. Terakhir, objek `display` dari kelas `Adafruit_SH1106G` dibuat dengan parameter yang diperlukan, sehingga siap digunakan untuk menampilkan informasi di layar OLED.

```
//Declare component pins
const int button1Pin = 0; // Hijau Cabe
const int button2Pin = 2; // Kuning Jagung
const int button3Pin = 14; // Biru Semangka
const int button4Pin = 12; // Kuning Rumput
const int button5Pin = 13; // Hijau Bawang
const int resetButtonPin = 10; // Tombol Merah Reset

BlynkTimer timer;
String selectedPlant = "";
int thresholdBawah, thresholdAtas, soilMoistureValue;
bool Relay = 0, plantSelected = false, displayMoisture = false;
```

Gambar 4.8 Sintaks Deklarasi Komponen *Button* dan Mendefinisikan Beberapa Variabel

Pada bagian ini, beberapa pin untuk tombol yang digunakan dalam pemilihan tanaman dideklarasikan sebagai konstanta integer. `const int button1Pin = 0;` hingga `const int button5Pin = 13;` masing-masing mewakili pin yang terhubung ke tombol untuk memilih tanaman seperti Cabe, Jagung, Semangka, Rumput, dan Bawang, sedangkan `const int resetButtonPin = 10;` digunakan untuk tombol reset yang berfungsi mengatur ulang pilihan tanaman. Selain itu, objek `BlynkTimer timer` dideklarasikan untuk mengatur interval pengukuran kelembapan tanah dan menjalankan fungsinya secara berkala. Beberapa variabel juga didefinisikan, termasuk `String selectedPlant`, yang menyimpan nama tanaman yang dipilih, serta `int thresholdBawah` dan `int thresholdAtas`, yang digunakan untuk menentukan nilai batas kelembapan tanah yang sesuai untuk masing-masing tanaman. Variabel `int soilMoistureValue` menyimpan nilai kelembapan tanah yang dibaca dari sensor, sedangkan `bool Relay`, `plantSelected`, dan `displayMoisture` adalah variabel boolean yang digunakan untuk mengontrol status pompa, menandai apakah tanaman telah dipilih, dan menentukan apakah kelembapan tanah harus ditampilkan di layar OLED.

```
void setup() {
//Inisialisasi komunikasi serial
  Serial.begin(9600);
  pinMode(waterPump, OUTPUT);
  digitalWrite(waterPump, HIGH);
//Inisialisasi wifi dan Blynk
  Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk.cloud", 80);

//Inisialisasi pin
```

```

pinMode(button1Pin, INPUT_PULLUP);
pinMode(button2Pin, INPUT_PULLUP);
pinMode(button3Pin, INPUT_PULLUP);
pinMode(button4Pin, INPUT_PULLUP);
pinMode(button5Pin, INPUT_PULLUP);
pinMode(resetButtonPin, INPUT_PULLUP);

delay(250); // wait for the OLED to power up
digitalWrite(waterPump, HIGH);
display.begin(i2c_Address, true);
display.setContrast (0); // dim display
plantChoices(); // Plant option display
timer.setInterval(100L, soilMoistureSensor);
}

```

Gambar 4.9 Sintaks Inisialisasi dan Komunikasi Serial pin, Wifi, Blynk, dan LCD

Pada fungsi `setup()`, yang dijalankan sekali saat perangkat dinyalakan, kecepatan baud untuk Serial Monitor diatur dengan `Serial.begin(9600);` untuk debugging. Pin pompa air diatur sebagai output dengan `pinMode(waterPump, OUTPUT);` dan dinonaktifkan dengan `digitalWrite(waterPump, HIGH);`. Fungsi `Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk.cloud", 80);` menghubungkan perangkat ke jaringan Blynk menggunakan token otentikasi dan kredensial Wi-Fi. Pin untuk tombol pemilihan tanaman diatur sebagai input dengan pull-up resistor. Setelah penundaan 250 milidetik dengan `delay(250);` untuk menunggu layar OLED menyala, layar diinisialisasi dengan `display.begin(i2c_Address, true);`, dan kontras diatur dengan `display.setContrast(0);`. Fungsi `plantChoices();` dipanggil untuk menampilkan pilihan tanaman, dan timer diatur untuk memanggil fungsi `soilMoistureSensor()` setiap 100 milidetik dengan `timer.setInterval(100L, soilMoistureSensor);` untuk pengukuran kelembapan tanah secara berkala.

```
//Pengukuran kelembapan tanah
void soilMoistureSensor() {
  soilMoistureValue = analogRead(sensor);
  soilMoistureValue = map(soilMoistureValue, 0, 1024, 0, 100);
  soilMoistureValue = (soilMoistureValue - 100) * -1; //

  //Mengirim data ke Blynk
  if (plantSelected) {
    Blynk.virtualWrite(V0, soilMoistureValue);
  }
}
```

Gambar 4.10 Sintaks Pengukuran Kelembapan Tanah dan Selalu Dikirim ke Blynk

Fungsi `soilMoistureSensor()` bertugas untuk membaca dan memproses nilai kelembapan tanah dari sensor yang terhubung. Pertama, nilai mentah dari sensor dibaca menggunakan `analogRead(sensor);`, yang menghasilkan nilai dalam rentang 0 hingga 1024, di mana 0 menunjukkan bahwa tanah sangat basah dan 1024 menunjukkan bahwa tanah sangat kering. Kemudian nilai tersebut dipetakan ke rentang 0 hingga 100 dengan menggunakan fungsi `map()`, sehingga nilai 500 dalam bacaan mentah akan menjadi 50 setelah pemetaan. Hasil pemetaan ini diinterpretasikan sedemikian rupa sehingga 0 berarti tanah sangat basah dan 100 berarti tanah sangat kering. Untuk membalikkan interpretasi ini, rumus $(\text{soilMoistureValue} - 100) * -1$ digunakan, yang mengubah hasil pemetaan sehingga 0 sekarang berarti sangat kering dan 100 berarti sangat basah. Setelah nilai kelembapan tanah diproses, terdapat kondisi `if (plantSelected)` yang memeriksa apakah tanaman telah dipilih. Jika ya, maka nilai kelembapan tanah yang telah diproses akan dikirim ke aplikasi Blynk menggunakan `Blynk.virtualWrite(V0, soilMoistureValue);`, di mana V0 adalah virtual pin yang digunakan untuk mengirim data ke antarmuka pengguna pada aplikasi Blynk. Dengan demikian, fungsi ini tidak hanya membaca dan memproses nilai kelembapan tanah, tetapi juga mengirimkan informasi tersebut ke platform Blynk untuk pemantauan jarak jauh.

```
//Tampilan LCD
void plantChoices() {
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(1);
  display.setTextColor(SH110X_WHITE);
  display.setCursor(0, 0);
  display.println(" ");
  display.println("    Pilih Tanaman");
}
```

```

display.println(" ");
display.println("    1. Cabe");
display.println("    2. Jagung");
display.println("    3. Semangka");
display.println("    4. Rumput");
display.println("    5. Bawang");
display.display();
}

```

Gambar 4.11 Sintaks Tampilan Awal LCD

Fungsi `plantChoices()` bertanggung jawab untuk menampilkan pilihan tanaman di layar OLED. Pertama, layar dikosongkan dengan `display.clearDisplay();`, yang menghapus semua konten sebelumnya dari tampilan. Selanjutnya, ukuran teks diatur menggunakan `display.setTextSize(1);`, yang menentukan ukuran font yang akan digunakan untuk menampilkan teks. Warna teks diatur menjadi putih dengan `display.setTextColor(SH110X_WHITE);`, sehingga teks akan terlihat jelas di layar. Posisi kursor diatur ke koordinat (0, 0) dengan `display.setCursor(0, 0);`, agar tulisan yang tertampil tepat di tengah. Setelah itu, beberapa baris teks ditampilkan menggunakan `display.println();`, yang mencakup instruksi untuk memilih tanaman dan daftar tanaman yang tersedia, yaitu Cabe, Jagung, Semangka, Rumput, dan Bawang. `display.display();` dipanggil untuk memperbarui tampilan layar OLED dengan semua konten yang telah ditambahkan ke buffer. Dengan demikian, fungsi ini memberikan antarmuka pengguna yang jelas dan informatif untuk memilih tanaman yang ingin dipantau kelembapan tanahnya.

```

void pump(){
    // Jika kelembaban kurang dari threshold bawah, pompa menyala
    if (soilMoistureValue < thresholdBawah){
        digitalWrite(waterPump, LOW);
    }
    //Jika kelembaban lebih dari atau sama dengan threshold atas,
    pompa mati
    else if(soilMoistureValue >= thresholdAtas){
        digitalWrite(waterPump, HIGH);
    }
}

```

Gambar 4.12 Sintaks Nyala dan Mati Pompa

Fungsi `pump()` mengontrol pompa air berdasarkan nilai kelembapan tanah. Jika `soilMoistureValue` kurang dari nilai ideal bawah (`thresholdBawah`), pompa dihidupkan dengan `digitalWrite(waterPump, LOW);`, menandakan bahwa tanah kering dan perlu disiram. Sebaliknya, jika nilai kelembapan tanah lebih besar atau sama dengan nilai ideal atas (`thresholdAtas`), pompa dimatikan dengan `digitalWrite(waterPump, HIGH);`, menunjukkan bahwa tanah sudah dalam nilai ideal. Dengan demikian, fungsi ini secara otomatis mengatur penyiraman tanaman sesuai dengan kondisi kelembapan tanah.

```
void checkButtons() {
  // Cek pushbutton
  if (digitalRead(button1Pin) == 0) {
    if (!plantSelected) {
      selectedPlant = "Cabe";
      plantSelected = true;
      displayMoisture = true;
      thresholdBawah = 60;
      thresholdAtas = 75;
    }
  }
  if (digitalRead(button2Pin) == 0) {
    if (!plantSelected) {
      selectedPlant = "Jagung";
      plantSelected = true;
      displayMoisture = true;
      thresholdBawah = 75;
      thresholdAtas = 85;
    }
  }
  if (digitalRead(button3Pin) == 0) {
    if (!plantSelected) {
      selectedPlant = "Semangka";
      plantSelected = true;
      displayMoisture = true;
      thresholdBawah = 60;
      thresholdAtas = 70;
    }
  }
  if (digitalRead(button4Pin) == 0) {
    if (!plantSelected) {
      selectedPlant = "Rumput";
      plantSelected = true;
      displayMoisture = true;
      thresholdBawah = 60;
      thresholdAtas = 70;
    }
  }
}
```

```

    }
}
if (digitalRead(button5Pin) == 0) {
    if (!plantSelected) {
        selectedPlant = "Bawang";
        plantSelected = true;
        displayMoisture = true;
        thresholdBawah = 50;
        thresholdAtas = 65;
    }
}

if (digitalRead(resetButtonPin) == 0) {
    if (plantSelected) {
        resetSelection();
    }
}

void resetSelection() {
    selectedPlant = "";
    plantSelected = false;
    displayMoisture = false;
    thresholdBawah = 0;
    thresholdAtas = 100;
    plantChoices();
    digitalWrite(waterPump, HIGH); // Matikan pompa saat reset
}

```

Gambar 4.13 Sintaks Pilihan Tombol yang Harus dipilih oleh Pengguna

Fungsi `checkButtons()` memeriksa status tombol untuk memilih tanaman. Jika salah satu tombol ditekan, dan tanaman belum dipilih, nama tanaman akan disimpan dalam `selectedPlant`, dan status `plantSelected` serta `displayMoisture` diatur menjadi `true`, bersama dengan nilai kelembapan yang sesuai. Jika tombol reset ditekan, fungsi `resetSelection()` dipanggil untuk mengosongkan pilihan tanaman, mengatur ulang status, dan menampilkan kembali pilihan tanaman di layar OLED, serta mematikan pompa air. Dengan demikian, fungsi ini memungkinkan pengguna untuk memilih dan mengatur ulang pilihan tanaman dengan mudah.

```

void displaySelectedPlant() {
    if (plantSelected) {
        if (displayMoisture) {
            Serial.print("Soil Moisture: ");
            Serial.println(soilMoistureValue);
        }
    }
}

```

```

        display.clearDisplay();
        display.setCursor(0, 10);
        display.print("Kelembaban ");
        display.println(selectedPlant);
        display.setCursor(0, 30);
        display.print(soilMoistureValue);
        display.println(" %");
        display.display();
    }
}

```

Gambar 4.14 Sintaks untuk menampilkan Nilai Kelembapan Tanah pada LCD

Fungsi `displaySelectedPlant()` menampilkan informasi kelembapan tanah untuk tanaman yang dipilih. Jika ada tanaman yang dipilih dan `displayMoisture` berubah menjadi `true`, nilai kelembapan tanah (`soilMoistureValue`) dicetak ke Serial Monitor. Layar OLED kemudian dibersihkan, dan teks yang menunjukkan kelembapan tanaman yang dipilih akan ditampilkan, diikuti dengan nilai kelembapan dalam persentase. Akhirnya, `display.display();` dipanggil untuk memperbarui tampilan layar OLED. Dengan demikian, fungsi ini memberikan umpan balik visual dan serial tentang kondisi kelembapan tanah.

```

void loop() {
    Blynk.run();
    timer.run();
    pump();
    checkButtons();
    displaySelectedPlant();
}

```

Gambar 4.15 Sintaks Perulangan

Fungsi `loop()` menjalankan proses utama program secara berulang setelah `setup()`. Di dalamnya, `Blynk.run();` menjaga koneksi dengan platform Blynk, sementara `timer.run();` menjalankan fungsi yang dijadwalkan. Fungsi `pump();` mengontrol pompa air berdasarkan kelembapan tanah, diikuti oleh `checkButtons();` untuk memeriksa status tombol pilihan tanaman. Terakhir, `displaySelectedPlant();` menampilkan informasi kelembapan tanah di

layar OLED. Dengan demikian, fungsi ini memastikan semua proses penting berjalan secara bersamaan dan terus-menerus.

4.3 Pengujian Perangkat

Pada bagian ini, dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

4.3.1 Pengujian Perbandingan

Pengujian perbandingan ini dilakukan untuk memastikan sistem sensor soil untuk mengukur kelembapan tanah memberikan nilai kelembapan tanah yang benar dan akurat. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai yang dihasilkan oleh sistem ini dengan alat YIERYI-TPH01803.

Tabel 4.1 Pengujian Perbandingan

Pilihan Tanaman	Nilai Kelembapan Awal	Nilai YIERYI Awal	Nilai Kelembapan Akhir	Nilai YIERYI Akhir
Cabai	19%	DRY+	72%	WET
Jagung	19%	DRY+	82%	WET+
Semangka	20%	DRY+	71%	WET
Rumput	19%	DRY+	70%	WET
Bawang	20%	DRY+	66%	WET

YIERYI-TPH01803 merupakan alat sensor kelembapan tanah yang sering digunakan oleh para petani atau pengelola tanaman dalam memantau kondisi kelembapan tanah. Alat ini biasanya digunakan dalam sistem pertanian atau perkebunan, terutama dalam aplikasi yang memerlukan pemantauan kelembapan tanah secara real-time. Untuk pengukuran kelembapan tanah pada alat ini memiliki 5 level, berikut merupakan 5 level dari alat YIERYI-TPH01803 dan dikonversi menjadi persentase.

- DRY+ : 0% - 20%
- DRY : 21% - 40%
- NOR : 41% - 60%
- WET : 61% - 80%
- WET+ : 81% - 100%



Gambar 4.16 Nilai Awal Pengujian Perbandingan Alat



Gambar 4.17 Nilai Akhir Pengujian Perbandingan Alat

4.3.2 Pengujian Penyiraman Otomatis

Pengujian dilakukan untuk memastikan pompa berhasil menyala ketika nilai kelembapan tanah kurang ideal dan akan mati ketika nilai kelembapan tanah sudah sesuai.

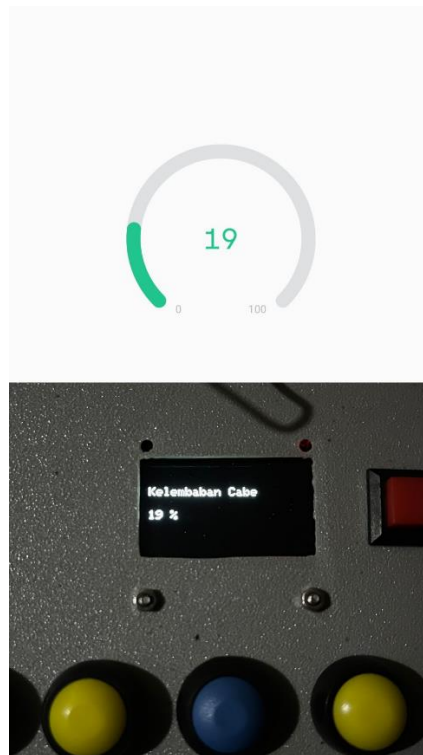
Tabel 4.2 Pengujian Penyiraman Otomatis

Pilihan Tanaman	Nilai Kelembapan	Nilai Kelembapan
	Awal	Akhir
Cabai	19%	72%
Jagung	19%	82%
Semangka	20%	71%
Rumput	19%	70%
Bawang	20%	66%

4.3.3 Pengujian pada Aplikasi Blynk

Pengujian ini bertujuan untuk memverifikasi apakah nilai kelembapan tanah dapat terkirim ke aplikasi Blynk dengan berhasil dan nilai yang ditampilkan pada aplikasi Blynk sama dengan yang ditampilkan pada LCD. Pengujian dilakukan dengan mengukur kelembapan tanah secara

langsung, dan hasil pengukuran tersebut akan langsung terkirim ke aplikasi Blynk. Penting untuk dicatat bahwa pengujian ini memerlukan koneksi internet yang aktif.



Gambar 4.18 Pengujian pada Blynk dan LCD

Tabel 4.3 Pengujian pada Blynk dan LCD

No	Parameter	Status
1	Blynk	Berhasil
2	LCD	Berhasil

4.4 Evaluasi

Berdasarkan hasil pengujian, alat pengukur kelembapan tanah berbasis IoT yang dikembangkan menunjukkan kinerja yang baik dan memberikan hasil yang memuaskan. Alat ini mampu mengukur kelembapan tanah dengan akurat saat dibandingkan dengan perangkat pengukur kelembapan tanah yang tersedia di pasaran yaitu YIERYI-TPH01803. Namun, keakuratan pengukuran dapat dipengaruhi oleh sejumlah faktor eksternal, seperti curah hujan, suhu udara, angin, kondisi vegetasi, jenis tanah, kedalaman tanah, topografi, dan drainase, yang dapat menyebabkan fluktuasi kecil pada hasil yang diharapkan. Selain itu, kelembapan tanah juga dapat berubah secara alami dalam waktu singkat.

Kelebihan utama dari alat ini adalah kemampuannya untuk menampilkan hasil pengukuran secara langsung pada aplikasi Blynk dan langsung menyalurkan air saat kondisi tanah kurang ideal, yang mempermudah pengguna dalam melakukan *maintenance* dan pemantauan kelembapan tanah yang dikelola. Namun, alat ini juga memiliki beberapa kelemahan, salah satunya adalah jangkauan sensor yang kecil, karena sensor yang digunakan pada penelitian ini hanya memiliki panjang 7 cm. Kelemahan lainnya adalah alat ini hanya menggunakan satu jenis sensor, yaitu untuk mengukur kelembapan tanah, sementara untuk keberhasilan pengelolaan tanaman atau lahan, diperlukan pengukuran aspek-aspek lain seperti pH tanah, suhu udara, dan intensitas cahaya matahari.

Secara keseluruhan, alat ini merupakan solusi yang efektif untuk memantau kelembapan tanah secara real-time. Meskipun terdapat beberapa kekurangan, hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini tetap dapat memberikan data yang akurat dan meningkatkan efisiensi, terutama dalam hal penerapan sistem penyiraman otomatis.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa sistem sensor soil untuk mengukur kelembapan tanah berbasis IoT yang menggunakan sensor FC-28 dan Pompa *Mini Micro Submersible Water Pump* berhasil dirancang dan dikembangkan untuk memantau kelembapan tanah serta melakukan penyiraman otomatis. Sistem berhasil dikembangkan dengan merangkai dan mengkonfigurasi beberapa komponen. Pada tahap pengujian didapatkan bahwa sistem ini dapat mengukur kelembapan tanah dengan akurat, memungkinkan pengguna untuk memantau lahan yang dikelola dari jarak jauh. Selain berfungsi untuk memantau kelembapan, sistem ini juga dapat melakukan penyiraman secara otomatis, sehingga pengguna tidak perlu melakukan penyiraman secara manual. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat membantu pengguna dalam pengelolaan lahan dan mempermudah pengambilan keputusan.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan melalui berbagai tahapan, terdapat beberapa aspek yang dapat dikembangkan untuk penelitian berikutnya, antara lain:

a. Digunakan oleh masyarakat umum

Pada penelitian ini memiliki kekurangan, yaitu sensor yang digunakan kecil, sehingga hanya efisien pada tanaman yang terdapat pada pot. Untuk pengembangan selanjutnya diharapkan menggunakan sensor yang lebih besar, agar pengukuran kelembapan tanah dapat lebih luas jangkauannya, sehingga masyarakat umum seperti petani dapat menggunakannya pada lahan yang lebih luas.

b. Kebutuhan koneksi internet

Pada penelitian ini, sistem sangat membutuhkan koneksi internet untuk dijalankan dan mengirimkan hasil pengukuran ke Blynk. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan dapat dikembangkan alat yang tetap berfungsi meskipun tanpa koneksi internet.

c. Pemantauan dan pengukuran aspek pendukung lain

Penelitian selanjutnya diharapkan untuk menambahkan fitur pengukuran seperti PH tanah, suhu udara dan intensitas cahaya matahari dengan menambahkan sensor yang diperlukan. Dengan begitu akan lebih meningkatkan keberhasilan panen dan juga dapat meningkatkan kualitas tanaman.

d. Notifikasi baterai

Penelitian berikutnya diharapkan dapat menambahkan fitur notifikasi baterai, sehingga pengguna dapat mengetahui berapa daya baterai secara *real-time*, dan dapat langsung mengambil keputusan saat baterai mulai rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M., & Prihantini, C. I. (2021). Analisis Produksi dan Risiko Produksi Usahatani Cabai Rawit di Kecamatan Watunohu, Kabupaten Kolaka Utara. *AGRIMOR*, 6(1), 15–21. <https://doi.org/10.32938/ag.v6i1.1199>
- Ariyanti, R. Y. (2023). *SISTEM MONITORING KELEMBABAN DAN PENYIRAMAN OTOMATIS PADA TANAMAN HIAS LIDAH MERTUA (SANSIVERA) BERBASIS IOT*.
- Candra, E. J., & Maulana, A. (2019). *Penerapan Soil Moisture Sensor Untuk Desain System Penyiram Tanaman Otomatis*.
- Effendi, N., Ramadhani, W., & Farida, F. (2022). Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis IoT. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 3(2). <https://doi.org/10.37859/coscitech.v3i2.3923>
- Firly, M., Wahjudi, D., & Yulianto, P. (2022). PERANCANGAN SISTEM PENYIRAMAN DAN PEMUPUKAN OTOMATIS (SMART GARDEN) BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS) MENGGUNAKAN NODEMCU ESP8266. *Teodolita: Media Komunikasi Ilmiah Di Bidang Teknik*, 23(1). <https://doi.org/10.53810/jt.v23i1.444>
- Hapsah, S. (2016). INDUSTRI PERTANIAN SEBAGAI LEADING SECTOR PEREKONOMIAN NASIONAL. *Jurnal Geografi Gea*, 7(2). <https://doi.org/10.17509/gea.v7i2.1720>
- Hilman, A., Wijaya, D. P., Saidi, B., Budiyanto, A., & Adinandra, S. (2022). Sistem Monitoring Kelembaban Tanah pada Tanaman Tebu (MONTABU) Berbasis IoT. *AJIE*. <https://doi.org/10.20885/ajie.vol6.iss1.art1>

- Husain, Ngawit, I. K., & Yakop, M. U. (2022). Uji Efektivitas Beberapa Jenis Tanaman Penutup Tanah (Ground Cover) Terhadap Gulma Jagung (*Zea mays L.*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 1(3), 182–191. <https://doi.org/10.29303/jima.v1i3.1456>
- Husdi. (2018). MONITORING KELEMBABAN TANAH PERTANIAN MENGGUNAKAN SOIL MOISTURE SENSOR FC-28 DAN ARDUINO UNO. *ILKOM Jurnal Ilmiah Volume 10 Nomor 2*.
- Isnaeni, S., & Nurhidayah, S. (2020). RESPON TANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays L.*) TERHADAP PEMBERIAN PUPUK GUANO KELELAWAR DAN PUPUK GUANO WALET.
- Jaya, A. (2021). BUDIDAYA SEMANGKA DENGAN TEKNOLOGI EMBUNG.
- Karyati, Putri, O., & Syafrudin, M. (2018). SUHU DAN KELEMBABAN TANAH PADA LAHAN REVEGETASI PASCA TAMBANG DI PT ADIMITRA BARATAMA NUSANTARA, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR. 1.
- Kuncoro, W., Maulindar, J., & Indah, R. P. (2023). Monitoring Peringatan Dini Kebakaran Pada Sistem Smart Home Menggunakan NodeMcu Berbasis IoT. In *Generation Journal* (Vol. 7, Issue 2).
- Loliwu, A. Y., & Mberato, Y. (2019). PENGARUH JARAK TANAM DAN JUMLAH RUAS STEK TERHADAP PRODUKSI RUMPUT GAJAH (*Pennisetum Purpureum*).
- Lutfiyana, Hudallah Noor, & Suryanto Agus. (2017). Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tanah, Kelembaban Tanah, dan Resistansi.
- Marsuhandi, A. H., Soleh, A. M., Wijayanto, H., & Domiri, D. D. (2020). PEMANFAATAN ENSEMBLE LEARNING DAN PENGINDERAAN JAUH UNTUK PENGKLASIFIKASIAN JENIS LAHAN PADI. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2019(1). <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2019i1.247>
- Melia, F., Aldian, F. M., Pahlevi, M. S. F., Risqullah, R. N. I., & Oktaffiani, S. (2023). PERAN PEMERINTAH DALAM MENINGKATKAN VOLUME EKSPOR JAGUNG. *JURNAL ECONOMINA*, 2(1). <https://doi.org/10.55681/economina.v2i1.287>
- Nadindra, D. E., & Chandra, J. C. (2022). SISTEM IOT PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO DENGAN KONTROL TELEGRAM. *SKANIKA*, 5(1). <https://doi.org/10.36080/skanika.v5i1.2887>
- Nadziroh, M. N. (2020). PERAN SEKTOR PERTANIAN DALAM PERTUMBUHAN EKONOMI DI KABUPATEN MAGETAN. *Jurnal Agristan*, 2(1). <https://doi.org/10.37058/ja.v2i1.2348>

- Naufal, A., & Budi, S. A. (2023). *Sistem Penyiraman Tanaman Bawang Merah berdasarkan Kondisi Suhu Udara, Kelembapan Tanah, dan PH Tanah dengan Metode Logika Fuzzy* (Vol. 7, Issue 4). <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Nazareta, F., Fauziah, & Soepriyono, G. (2022). Smart Agriculture: Pengendalian Kelembapan dan Suhu Pada Penyiraman Otomatis Tanaman Berbasis IoT. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 9(2). <https://doi.org/10.35957/jatisi.v9i2.1882>
- Prasetyanto, A. E., & Hadisusila, C. P. (2023). Aplikasi Arduino dalam Teknik I/O untuk Mengintegrasikan dan Mengendalikan Perangkat Elektronik. *Nusantara of Engineering (NOE)*, 6(2). <https://doi.org/10.29407/noe.v6i2.21308>
- Reza, M., Bintoro, A., & Putri, R. (2021). Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Penyimpanan Gabah untuk Menjaga Kualitas Beras Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Energi Elektrik*, 9(2). <https://doi.org/10.29103/jee.v10i1.4309>
- Riyadi, M. (2023). Sistem Cerdas Untuk Monitoring Pengukuran Suhu Dan Kelembapan Tanah Pada Tanaman Cabai Berbasis Internet Of Things (IOT) Menggunakan Aplikasi Telegram. *Jurnal Teknologi Elektro*, 14(2). <https://doi.org/10.22441/jte.2023.v14i2.008>
- Saptorini, Supandji, & Taufik. (2019). *Pengujian Pemberian Pupuk Za terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah Varietas Bauji*.
- Sasmoko, D. (2020). Sistem Monitoring aliran air dan Penyiraman Otomatis Pada Rumah Kaca Berbasis IoT dengan Esp8266 dan Blynk. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 4(1). <https://doi.org/10.22373/crc.v4i1.6128>
- Setiawan, D., Jaya, H., Nurarif, S., Syahputra, T., & Syahril, M. (2022). IMPLEMENTASI ESP32-CAM DAN BLYNK PADA WIFI DOOR LOCK SYSTEM MENGGUNAKAN TEKNIK DUPLEX. *JOURNAL OF SCIENCE AND SOCIAL RESEARCH*, 5(1). <https://doi.org/10.54314/jssr.v5i1.807>
- Soedjarwanto, N. (2021). Prototipe Smart Dor Lock Menggunakan Motor Stepper Berbasis Iot (Internet Of Things). *Electrician*, 15(2). <https://doi.org/10.23960/elc.v15n2.2167>
- Susanto, F., Prasiani, N. K., & Darmawan, P. (2022). IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI. *Jurnal Imagine*, 2(1). <https://doi.org/10.35886/imagine.v2i1.329>
- Syarief, S., Neparassi, W. B., Gendis, D., & Nurwidiana, A. (2016). *SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN TANAMAN CABAI PADA GREENHOUSE BERBASIS LABVIEW*.

Utomo, A. Yuvi. (2021). *RANCANG BANGUN SISTEM PROTEKSI OVERHEATING MESIN DAN PEMANTAU TEGANGAN AKI PADA MOBIL.*