

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Pengertian Sistem

Sistem adalah beberapa bagian dan elemen yang terkumpul dan saling tergabung, komponen yang tergabung bekerja untuk menghasilkan suatu tujuan tertentu (Krupczak John, 2023). Pengertian sistem informasi dapat dikatakan sebagai seperangkat komponen teknologi. Komponen dari pengertian sistem informasi ini saling terhubung untuk mengumpulkan, menyimpan, memproses data, serta menyediakan informasi, pengetahuan, dan produk digital. Kinerja berdasarkan pengertian sistem informasi, kini digunakan oleh hampir semua sektor kegiatan dalam kehidupan masyarakat. Mulai dari kegiatan perusahaan bisnis untuk menghimpun data produk dan mengelola sumber daya. Tujuan perancangan sistem yaitu untuk memberikan gambaran mengenai sistem yang akan dibuat dan merancang bangun yang lengkap kepada pembuat program dan pendukung-pendukung lainnya yang terlibat, membentuk sistem agar bisa diterima baik oleh pengguna maupun operator sistem dan untuk memenuhi sebuah kebutuhan kepada pengguna sistem.

2.1.2 IoT (Internet Of Things)

IoT merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari sebuah konektivitas *internet* yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuannya antara lain berbagi data, *remote control*, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata. *Internet of Things* (IOT) adalah struktur dimana objek, orang disediakan dengan identitas eksklusif dan kemampuan untuk pindah data melalui jaringan tanpa memerlukan dua arah antara manusia ke manusia yaitu sumber ke tujuan atau interaksi manusia ke komputer. IOT pada tahun 1999 diciptakan oleh seorang anggota Radio Komunitas Kevin Ashton

pengembangan *Frequency Identification* (RFID) dan dia juga sebagai direktur *eksekutif Auto ID Centre*, MIT. dan baru-baru ini menjadi lebih relevan dengan praktik dunia sebagian besar karena pertumbuhan perangkat seluler, komputasi awan dan analisis data. *Internet of Things* merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan untuk mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang bekerjasama melalui jaringan internet, Konsep perangkat yang terhubung sendiri berasal dari tahun 1832 ketika telegraf elektromagnetik pertama dirancang. Telegraf memungkinkan komunikasi langsung antara dua mesin melalui transfer sinyal listrik. Namun, sejarah IoT yang sebenarnya dimulai dengan penemuan internet (komponen yang sangat penting) pada akhir 1960-an, yang kemudian berkembang pesat selama beberapa dekade berikutnya. Ide untuk menambahkan sensor dan kecerdasan ke objek dasar juga sudah dibahas sepanjang 1980-an dan 1990-an (dan bisa dibilang ada beberapa yang jauh lebih awal), tetapi kemajuannya terbilang lambat karena teknologi yang belum siap. Pada masa itu, chip terlalu besar dan tebal dan tidak ada cara objek untuk berkomunikasi secara efektif. Salah satu contoh IoT pertama yang benar-benar dapat dikenali sebagai perangkat IoT pertama di dunia ditemukan pada awal 1980-an di Carnegie Mellon University.

Sekelompok mahasiswa dari universitas itu menciptakan cara agar mesin penjual Coca-Cola di kampus mereka bisa melaporkan isinya melalui jaringan untuk agar mereka tidak perlu berjalan dan kecewa karena stok coke di mesin ternyata habis. Mereka memasang sakelar mikro ke dalam mesin, menggunakan web pemrogram yang bisa melaporkan berapa banyak kaleng Coke yang tersedia dalam mesin tersebut dan apakah masih dingin jika mereka ingin mengambilnya. Hingga akhirnya pada akhir abad ke-20, frasa “Internet of Things” diciptakan oleh Kevin Ashton. Meski demikian, butuh setidaknya satu dekade kemudian agar teknologinya dapat mengejar visi yang ia maksud. Kevin Ashton, yang merupakan salah satu pendiri Auto-ID Center di Massachusetts Institute of Technology (MIT), pertama kali menyebutkan internet of things dalam presentasi yang dia buat kepada Procter & Gamble (P&G) pada tahun 1999. Ia ingin membawa ID frekuensi radio (RFID) menjadi perhatian manajemen senior P&G, Ashton menyebut presentasinya “Internet of Things” untuk memasukkan tren baru yang

keren di tahun 1999. Pada awal abad ke-21, istilah “internet of things” mulai digunakan secara luas oleh media, dengan media seperti The Guardian, Forbes, dan Boston Globe mulai sering menyebutkannya. Minat pada teknologi IoT terus meningkat, yang mengarah pada Konferensi Internasional Pertama tentang Internet of Things yang diadakan di Swiss pada tahun 2008, di mana peserta dari 23 negara membahas RFID, komunikasi nirkabel jarak pendek, dan jaringan sensor. Selain itu, beberapa perkembangan besar mendorong evolusi IoT. Salah satunya adalah lemari es yang terhubung ke internet yang diperkenalkan oleh LG Electronics pada tahun 2000, memungkinkan penggunaanya untuk berbelanja online dan melakukan panggilan video. Perkembangan penting lainnya adalah robot kecil berbentuk kelinci bernama Nabaztag yang dibuat pada tahun 2005 yang mampu menyampaikan berita terbaru, ramalan cuaca, dan perubahan pasar saham. Bahkan saat itu jumlah perangkat yang saling terhubung melampaui jumlah orang di Bumi, menurut Cisco. Konsep ekosistem IoT, bagaimanapun, tidak benar-benar muncul sampai pertengahan 2010 ketika sebagian pemerintah China mengatakan akan menjadikan IoT sebagai prioritas strategis dalam rencana lima tahunnya (Selay et al., 2022).

Penelitian ini ditujukan untuk menghasilkan solusi berupa sistem yang dapat menjaga kadar air pada pot tanaman agar tetap seimbang menggunakan mekanisme penyiraman otomatis atau berdasarkan kontrol jarak jauh. Selain itu juga menggunakan aplikasi Blynk yang terinstal pada smartphone sebagai pemantau nilai kelembaban tanah, nilai suhu dan notifikasi penyiraman. Hasil penyiraman menunjukkan kategori menyiram antara lain banyak, sedang, sedikit dan tidak menyiram. Penelitian ini menghasilkan alat yang dapat menyiram tanaman mawar secara otomatis sesuai sensor suhu dan kelembaban dengan notifikasi pada smartphone. Hasilnya adalah sebuah prototipe sistem IoT penyiraman tanaman otomatis (Pane & Sepriani, 2024). Sebelum pengembangan prototipe diperlukan desain sistem untuk memberikan gambaran konektivitas sistem yang akan dibuat berbasiskan pada prinsip IoT. IoT atau Internet of Things sendiri menghubungkan perangkatan dan bertukar data dengan perangkat lainnya

2.1.3 Microcontroller

Microcontroller merupakan sistem mikroprosesor yang didalamnya terdapat CPU (*Central Processing Unit*), RAM (*Random Access Memory*), ROM (*Read Only Memory*), port input-output (*I/O interface*), *timer*, yang saling terhubung sehingga membuat mikroprosesor mampu bekerja untuk berbagai aplikasi, yang dimana isi dari mikroprosesor ini sudah dikemas dengan baik dalam satu chip yang siap pakai. Mikrokontroler dapat langsung di program isi ROM sesuai aturan penggunaan oleh pabrik yang membuatnya (Hafidhin et al., 2020).

2.1.4 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan sebuah papan pengembangan (development board) berbasis mikrokontroler ESP8266 yang memiliki kemampuan untuk terhubung ke jaringan Wi-Fi. NodeMCU dikembangkan untuk mempermudah proses perancangan perangkat Internet of Things (IoT) karena telah dilengkapi modul Wi-Fi terintegrasi, antarmuka USB, regulator tegangan, serta pin input/output (GPIO) yang dapat digunakan untuk menghubungkan berbagai sensor dan aktuator (Diwania et al., 2025).

ESP8266 sendiri adalah sebuah System on Chip (SoC) yang diproduksi oleh Espressif Systems. Chip ini menggabungkan mikrokontroler dan modul komunikasi Wi-Fi dalam satu perangkat, sehingga mampu melakukan pengolahan data sekaligus komunikasi nirkabel tanpa memerlukan modul Wi-Fi tambahan. Dengan kemampuan tersebut, NodeMCU ESP8266 banyak digunakan pada berbagai aplikasi IoT, seperti sistem monitoring, otomasi rumah (smart home), pertanian cerdas (smart farming), serta sistem penyiraman otomatis.

Pada penelitian ini, NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai pusat pengendali sistem. Data kelembaban tanah yang diperoleh dari sensor akan diproses oleh NodeMCU untuk menentukan apakah pompa air perlu diaktifkan atau dinonaktifkan berdasarkan nilai ambang batas (threshold) yang telah ditentukan. Selain itu, NodeMCU mengirimkan data kelembaban tanah dan status pompa melalui jaringan Wi-Fi ke platform IoT sehingga pengguna dapat memantau kondisi sistem secara real-time menggunakan smartphone.

NodeMCU ESP8266 dipilih karena memiliki beberapa keunggulan, antara lain ukuran yang ringkas, harga relatif terjangkau, konsumsi daya yang rendah, mudah diprogram menggunakan Arduino IDE, serta mendukung berbagai protokol komunikasi IoT seperti HTTP, MQTT, dan TCP/IP. Keunggulan tersebut menjadikan NodeMCU ESP8266 sebagai salah satu perangkat yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem berbasis Internet of Things. Dalam penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Alat Penyiram Otomatis Berbasis IoT ESP8266 Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah untuk Desa Lingkungan Perlayuan 2", NodeMCU ESP8266 memiliki fungsi sebagai berikut.

1. Membaca data dari sensor kelembaban tanah.
2. Mengolah data hasil pembacaan sensor.
3. Mengendalikan relay untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air.
4. Menghubungkan sistem ke jaringan Wi-Fi.
5. Mengirimkan data kelembaban tanah dan status pompa ke platform IoT untuk keperluan monitoring secara *real-time*.



Gambar 2. 1 NodeMCU ESP8266

2.1.5 Bibit Kelapa Sawit

Bibit kelapa sawit merupakan tanaman muda yang berasal dari benih unggul dan dipersiapkan sebagai bahan tanam di lapangan. Kualitas bibit sangat menentukan pertumbuhan, produktivitas, dan umur ekonomis tanaman kelapa sawit. Oleh karena itu, proses pembibitan harus dilakukan secara optimal dengan memperhatikan kebutuhan air, unsur hara, cahaya matahari, serta kondisi media tanam agar bibit dapat tumbuh secara sehat dan seragam. Pada fase pembibitan, bibit kelapa sawit memiliki sistem perakaran yang belum berkembang secara sempurna sehingga memerlukan kelembaban tanah yang stabil. Kekurangan air dapat menyebabkan bibit mengalami stres, pertumbuhan terhambat, daun menguning, bahkan kematian. Sebaliknya, pemberian air yang berlebihan dapat mengurangi kandungan oksigen dalam tanah sehingga meningkatkan risiko pembusukan akar dan serangan penyakit. Oleh sebab itu, penyiraman yang tepat menjadi salah satu faktor penting dalam keberhasilan pembibitan kelapa sawit.(Wandani, 2025).

Dalam praktiknya, penyiraman bibit kelapa sawit masih banyak dilakukan secara manual sehingga sangat bergantung pada tenaga manusia. Metode ini memiliki beberapa kelemahan, seperti ketidaktepatan waktu penyiraman, penggunaan air yang kurang efisien, serta sulitnya melakukan pengawasan secara terus-menerus. Seiring perkembangan teknologi, sistem penyiraman otomatis berbasis Internet of Things (IoT) dapat menjadi solusi untuk meningkatkan efisiensi penyiraman dengan memanfaatkan sensor kelembaban tanah sebagai dasar pengambilan keputusan. Pada penelitian ini, sensor kelembaban tanah digunakan untuk mendeteksi kadar air pada media tanam bibit kelapa sawit. Data yang diperoleh diproses oleh mikrokontroler ESP8266, kemudian sistem akan mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air secara otomatis sesuai dengan nilai kelembaban tanah yang telah ditentukan. Selain itu, kondisi kelembaban tanah dan status pompa dapat dipantau secara real-time melalui aplikasi IoT sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan monitoring tanpa harus berada di lokasi pembibitan. Dengan penerapan sistem penyiraman otomatis berbasis IoT, diharapkan kebutuhan air bibit kelapa sawit dapat terpenuhi secara lebih tepat,

penggunaan air menjadi lebih efisien, serta pertumbuhan bibit menjadi lebih optimal.



Gambar 2. 2 Bibit Kelapa Sawit

2.1.6 Kebutuhan Air Pada Bibit Kelapa Sawit

Air merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Pada tahap pembibitan, ketersediaan air yang cukup sangat diperlukan untuk mendukung proses fisiologis tanaman, seperti fotosintesis, penyerapan unsur hara, transportasi nutrisi, pembentukan jaringan baru, dan menjaga tekanan turgor sel. Oleh karena itu, kebutuhan air harus terpenuhi secara optimal agar bibit dapat tumbuh dengan baik dan memiliki kualitas yang tinggi sebelum dipindahkan ke lahan perkebunan.

Bibit kelapa sawit yang mengalami kekurangan air akan menunjukkan beberapa gejala, seperti daun layu, pertumbuhan terhambat, penurunan aktivitas fotosintesis, serta berkurangnya kemampuan akar dalam menyerap unsur hara. Kondisi tersebut dapat mengakibatkan penurunan kualitas bibit bahkan menyebabkan kematian apabila berlangsung dalam waktu yang lama. Sebaliknya, penyiraman yang berlebihan juga dapat memberikan dampak negatif, seperti media tanam menjadi

terlalu jenuh air, berkurangnya oksigen di sekitar perakaran, serta meningkatnya risiko serangan jamur dan pembusukan akar.

Dalam praktik pembibitan, penyiraman umumnya dilakukan secara rutin sesuai dengan kondisi kelembaban media tanam dan cuaca. Namun, penyiraman secara manual sering kali kurang efisien karena bergantung pada pengamatan dan tenaga manusia. Kesalahan dalam menentukan waktu maupun jumlah penyiraman dapat menyebabkan media tanam menjadi terlalu kering atau terlalu basah.

Seiring berkembangnya teknologi, sistem penyiraman otomatis berbasis Internet of Things (IoT) menjadi salah satu solusi untuk menjaga kelembaban media tanam tetap berada pada kondisi yang sesuai. Pada sistem ini, sensor kelembaban tanah digunakan untuk mengukur kadar air pada media tanam secara real-time. Data yang diperoleh diproses oleh mikrokontroler ESP8266 untuk mengendalikan pompa air secara otomatis. Apabila nilai kelembaban tanah berada di bawah batas yang telah ditentukan, pompa akan menyala untuk melakukan penyiraman. Sebaliknya, apabila kelembaban telah mencapai nilai yang diinginkan, pompa akan berhenti secara otomatis. Dengan demikian, penyiraman menjadi lebih tepat waktu, efisien dalam penggunaan air, dan mampu mendukung pertumbuhan bibit kelapa sawit secara optimal (EKA et al., 2024).

Penerapan sistem penyiraman otomatis juga memudahkan pengguna dalam memantau kondisi kelembaban tanah melalui aplikasi berbasis IoT, sehingga proses pembibitan dapat diawasi secara lebih efektif tanpa harus selalu berada di lokasi pembibitan.

2.1.7 Sistem Penyiraman Otomatis

Sistem Penyiraman otomatis berbasis Internet of Things (IoT) merupakan suatu sistem yang dirancang untuk melakukan proses penyiraman tanaman secara otomatis berdasarkan kondisi kelembaban tanah yang terdeteksi oleh sensor. Sistem ini memanfaatkan teknologi IoT sehingga proses pemantauan dan pengendalian dapat dilakukan melalui jaringan internet tanpa harus berada di lokasi secara langsung. Pada sistem penyiraman otomatis, ESP8266 berfungsi sebagai mikrokontroler sekaligus modul komunikasi Wi-Fi yang bertugas mengolah data dari sensor kelembaban tanah. Sensor akan membaca tingkat kelembaban tanah

secara terus-menerus dan mengirimkan data tersebut ke ESP8266. Apabila nilai kelembaban tanah berada di bawah batas yang telah ditentukan, ESP8266 akan memberikan perintah kepada relay untuk mengaktifkan pompa air sehingga proses penyiraman dapat dilakukan secara otomatis. Sebaliknya, ketika kelembaban tanah telah mencapai nilai yang ditetapkan, pompa air akan berhenti bekerja.

Penerapan teknologi IoT pada sistem ini memungkinkan data kelembaban tanah dan status penyiraman dikirim melalui jaringan internet ke aplikasi pemantauan. Dengan demikian, pengguna dapat mengetahui kondisi tanaman secara real-time serta melakukan pengawasan terhadap sistem penyiraman dari jarak jauh menggunakan perangkat seperti smartphone atau komputer yang terhubung ke internet. Penggunaan sistem penyiraman otomatis berbasis IoT menggunakan ESP8266 memiliki beberapa keunggulan, antara lain meningkatkan efisiensi penggunaan air, mengurangi ketergantungan terhadap penyiraman secara manual, serta membantu menjaga kelembaban tanah agar tetap sesuai dengan kebutuhan tanaman. Oleh karena itu, sistem ini dapat menjadi salah satu solusi dalam mendukung kegiatan pertanian maupun budidaya tanaman yang lebih efektif dan modern. Sistem penyiraman otomatis adalah sistem yang bekerja tanpa campur tangan pengguna secara langsung. Pada penelitian ini, sistem akan:

1. Sensor membaca kelembaban tanah.
2. Data dikirim ke ESP8266.
3. ESP8266 membandingkan nilai dengan batas yang ditentukan.
4. Jika tanah kering - relay aktif - pompa menyala.
5. Jika tanah lembab - relay mati - pompa berhenti.



Gambar 2. 3 Sistem Penyiraman Otomatis

2.1.8 Sensor Kelembaban Tanah (*Soil Moisture Sensor*)

Sensor kelembaban tanah (*Soil Moisture Sensor*) adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur tingkat kelembaban atau kandungan air di dalam tanah. Sensor ini bekerja dengan mendeteksi perubahan sifat listrik pada media tanam, kemudian mengubah hasil pengukuran tersebut menjadi sinyal yang dapat diproses oleh mikrokontroler, seperti NodeMCU ESP8266 (Mutakin et al., 2025). Dalam sistem penyiraman otomatis, sensor kelembaban tanah berfungsi sebagai komponen utama untuk menentukan kapan tanaman memerlukan penyiraman berdasarkan kondisi kelembaban tanah. Pada umumnya, sensor kelembaban tanah terdiri atas dua buah probe (elektroda) yang ditancapkan ke dalam tanah. Ketika tanah memiliki kandungan air yang tinggi, hambatan listrik (*resistansi*) antara kedua probe menjadi lebih kecil sehingga nilai keluaran sensor berubah. Sebaliknya, apabila tanah dalam kondisi kering, hambatan listrik meningkat sehingga menghasilkan nilai keluaran yang berbeda. Nilai tersebut kemudian dibaca oleh mikrokontroler untuk menentukan kondisi tanah, apakah termasuk kering, lembap, atau basah.

Dalam penelitian ini, sensor kelembaban tanah digunakan untuk memantau kondisi media tanam bibit kelapa sawit secara real-time. Data yang diperoleh sensor dikirim ke NodeMCU ESP8266 untuk diproses. Apabila nilai kelembaban berada di bawah batas yang telah ditentukan (*threshold*), NodeMCU akan mengaktifkan

relay sehingga pompa air menyala secara otomatis. Sebaliknya, apabila kelembaban tanah telah mencapai nilai yang ditetapkan (Mutakin et al., 2025), pompa akan dimatikan sehingga penyiraman berhenti. Dengan mekanisme tersebut, proses penyiraman menjadi lebih efisien dan mampu menjaga kelembaban tanah sesuai kebutuhan bibit kelapa sawit.

Prinsip kerja sensor kelembaban tanah dapat dijelaskan sebagai berikut.

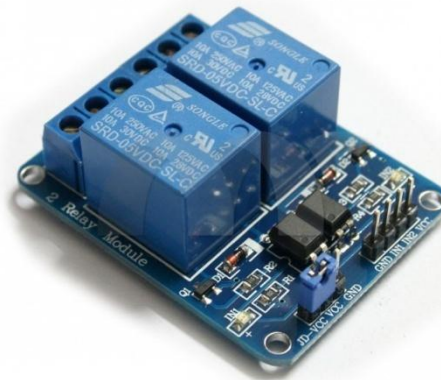
1. Probe sensor ditancapkan ke dalam media tanam.
2. Sensor mengukur tingkat kelembaban berdasarkan perubahan resistansi atau kapasitansi tanah.
3. Sensor menghasilkan sinyal analog atau digital sesuai dengan tingkat kelembaban tanah.
4. NodeMCU ESP8266 membaca nilai keluaran sensor.
5. Program membandingkan nilai sensor dengan batas kelembaban yang telah ditentukan.
6. Jika kelembaban tanah berada di bawah nilai ambang batas, relay akan mengaktifkan pompa air untuk melakukan penyiraman.
7. Jika kelembaban telah mencapai nilai yang ditentukan, relay mematikan pompa sehingga penyiraman berhenti. Berikut gambar sensor kelembaban tanah dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Sensor Kelembaban Tanah

2.1.9 Module Relay

Relay merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai saklar otomatis untuk mengendalikan perangkat dengan arus lebih besar menggunakan sinyal kecil dari mikrokontroler, fungsi dari *module relay* bisa menghubungkan dan memutus aliran listrik ke pompa air, serta dapat mengamankan *mikrokontroler* dari beban listrik yang berlebih. Berikut module relay dapat di lihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Module Relay

2.1.10 Pompa Air DC

Pompa air adalah perangkat mekanis yang berfungsi untuk memindahkan atau mengalirkan air dari suatu tempat ke tempat lain dengan memberikan energi pada fluida sehingga air dapat mengalir melalui pipa atau selang menuju lokasi yang diinginkan. Dalam sistem penyiraman otomatis, pompa air berperan sebagai aktuator yang bertugas menyalurkan air ke media tanam sesuai perintah dari sistem kendali. Pada sistem berbasis Internet of Things (IoT), pompa air tidak bekerja secara langsung, tetapi dikendalikan oleh mikrokontroler melalui modul relay. Mikrokontroler, seperti NodeMCU ESP8266, menerima data dari sensor kelembaban tanah, kemudian memproses data tersebut untuk menentukan apakah pompa perlu diaktifkan atau dimatikan. Apabila kelembaban tanah berada di bawah nilai ambang batas yang telah ditentukan, NodeMCU akan mengaktifkan relay sehingga pompa menyala dan mengalirkan air ke media tanam. Sebaliknya, jika

kelembaban tanah telah mencapai nilai yang diinginkan, NodeMCU akan mematikan relay sehingga pompa berhenti bekerja.

Dalam penelitian ini, pompa air digunakan untuk menyiram bibit kelapa sawit secara otomatis berdasarkan tingkat kelembaban tanah. Penggunaan pompa air bertujuan untuk menjaga ketersediaan air pada media tanam sehingga kebutuhan air bibit tetap terpenuhi tanpa memerlukan penyiraman secara manual (Tarihoran et al., 2025). Dengan demikian, proses penyiraman menjadi lebih efisien, tepat waktu, dan mampu menghemat penggunaan air. Dalam penelitian ini, pompa air memiliki beberapa fungsi, yaitu:

1. Menyalurkan air dari penampungan menuju media tanam bibit kelapa sawit.
2. Melakukan penyiraman secara otomatis berdasarkan hasil pembacaan sensor kelembaban tanah.
3. Mengurangi ketergantungan terhadap penyiraman secara manual.
4. Mendukung efisiensi penggunaan air karena penyiraman dilakukan sesuai kebutuhan tanaman.

Penggunaan pompa air pada sistem penyiraman otomatis memiliki beberapa kelebihan, antara lain:

1. Mempermudah proses penyiraman tanaman.
2. Meningkatkan efisiensi penggunaan air.
3. Menghemat waktu dan tenaga pengguna.
4. Dapat diintegrasikan dengan sistem IoT sehingga memungkinkan monitoring dan pengendalian secara real-time.
5. Mampu menjaga kelembaban media tanam agar tetap sesuai dengan kebutuhan bibit kelapa sawit. Berikut pompa dc dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Pompa Air DC

2.1.11 Software Blynk

Blynk adalah platform Internet of Things (IoT) yang dirancang untuk memudahkan pengembangan, pemantauan, dan pengendalian perangkat elektronik melalui jaringan internet. Platform ini menyediakan aplikasi pada perangkat Android dan iOS, serta layanan berbasis cloud yang memungkinkan komunikasi antara mikrokontroler, seperti NodeMCU ESP8266, dengan smartphone secara real-time (Sirait et al., 2023). Blynk dikembangkan untuk mempermudah pengguna dalam membangun sistem IoT tanpa harus membuat aplikasi seluler dari awal. Dengan antarmuka yang sederhana, pengguna dapat menampilkan data sensor, mengontrol perangkat elektronik, serta menerima informasi dari sistem yang terhubung melalui jaringan Wi-Fi. Komunikasi antara NodeMCU ESP8266 dan aplikasi Blynk dilakukan melalui server Blynk menggunakan koneksi internet.

Dalam penelitian ini, aplikasi Blynk digunakan sebagai media monitoring terhadap kondisi kelembaban tanah dan status pompa air pada sistem penyiraman otomatis bibit kelapa sawit. Data hasil pembacaan sensor kelembaban tanah dikirim oleh NodeMCU ESP8266 ke server Blynk melalui jaringan Wi-Fi, kemudian ditampilkan pada aplikasi Blynk yang terpasang pada smartphone. Dengan

demikian, pengguna dapat memantau kondisi sistem secara real-time tanpa harus berada di lokasi pembibitan. Selain sebagai media monitoring, Blynk juga dapat digunakan sebagai media pengendalian apabila sistem dirancang untuk mendukung kendali manual. Pengguna dapat memberikan perintah melalui aplikasi untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air. Namun, pada penelitian ini fungsi utama Blynk adalah monitoring kondisi kelembaban tanah dan status penyiraman otomatis.

Dalam sistem penyiraman otomatis berbasis IoT, aplikasi Blynk memiliki beberapa fungsi sebagai berikut.

1. Menampilkan nilai kelembaban tanah secara **real-time**.
2. Menampilkan status pompa air (menyala atau mati).
3. Mempermudah pengguna dalam memantau kondisi sistem melalui smartphone.
4. Menjadi media komunikasi antara NodeMCU ESP8266 dengan pengguna melalui jaringan internet.
5. Mendukung pemantauan sistem dari lokasi yang berbeda selama perangkat terhubung ke internet.

Beberapa kelebihan aplikasi Blynk antara lain:

1. Memiliki antarmuka yang mudah digunakan.
2. Mendukung berbagai jenis mikrokontroler, seperti NodeMCU ESP8266, ESP32, dan Arduino.
3. Menyediakan tampilan data sensor secara *real-time*.
4. Memungkinkan pemantauan dan pengendalian perangkat dari jarak jauh melalui internet.

5. Mudah diintegrasikan dengan berbagai sensor dan aktuator pada sistem IoT.

Berikut software blynk dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Software Blynk

2.1.12 Kabel Jumper

Kabel jumper adalah salah satu jenis kabel yang digunakan untuk berbagai kebutuhan terkait kelistrikan. Secara umum, kabel jumper berfungsi untuk menghantarkan arus listrik dari suatu alat ke alat lainnya. Kabel jumper memiliki beberapa jenis yang dibedakan sesuai dengan konektornya, Kabel jumper memiliki konektor jantan atau male connector dan konektor betina atau female connector. Berikut ini jenis-jenis kabel jumper yang paling umum digunakan.

1. Kabel Jumper Male to Male

Jenis kabel jumper ini adalah kabel jumper yang umum digunakan untuk membuat rangkaian elektronik di breadboard.

2. Kabel Jumper Male to Female

Seperti namanya, kabel jumper jenis ini memiliki ujung konektor yang berbeda pada tiap ujungnya, yaitu male dan female. Umumnya kabel jumper male to female digunakan untuk menghubungkan komponen elektronika selain arduino ke breadboard.

3. Kabel Jumper Female to Female

Kabel jumper female to female adalah jenis kabel jumper yang banyak digunakan untuk menghubungkan antar komponen yang memiliki header male. Contohnya seperti sensor suhu DHT, dan masih banyak lagi lainnya. Kabel jumper Microcontroller ESP8266, RFID RC522, dan LCD I2C. Berikut kabel jumper dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Kabel Jumper

2.1.13 Adaptor 12 Volt DC

Adaptor 12 Volt DC adalah perangkat catu daya (power supply) yang berfungsi mengubah tegangan listrik bolak-balik (AC) dari jaringan listrik rumah menjadi tegangan searah (DC) sebesar 12 Volt. Tegangan DC yang dihasilkan digunakan sebagai sumber daya bagi berbagai perangkat elektronika, seperti pompa air DC, mikrokontroler, sensor, dan modul relay. Dalam sistem elektronika, adaptor

berperan penting untuk menyediakan tegangan yang stabil agar setiap komponen dapat bekerja dengan baik dan aman. Pada umumnya, adaptor terdiri atas beberapa bagian utama, yaitu transformator (pada adaptor konvensional), rangkaian penyearah (rectifier), filter, dan regulator tegangan. Pada adaptor tipe switching, proses konversi tegangan dilakukan dengan efisiensi yang lebih tinggi sehingga ukuran adaptor menjadi lebih kecil dan ringan dibandingkan adaptor konvensional.

Dalam penelitian ini, adaptor 12 Volt DC digunakan sebagai sumber daya utama untuk mengoperasikan sistem penyiraman otomatis. Tegangan 12 Volt digunakan untuk menyuplai daya kepada pompa air DC, sedangkan NodeMCU ESP8266 memperoleh tegangan yang sesuai melalui port USB atau regulator tegangan yang menurunkan tegangan ke level yang dibutuhkan. Dengan demikian, seluruh komponen pada sistem dapat bekerja secara optimal.

Adaptor 12 Volt DC pada sistem penyiraman otomatis memiliki beberapa fungsi sebagai berikut.

1. Mengubah tegangan listrik AC 220 Volt menjadi tegangan DC 12 Volt.
2. Menyediakan sumber daya yang stabil bagi pompa air DC.
3. Menyuplai daya ke modul relay dan komponen lain yang memerlukan tegangan DC.
4. Menjamin sistem penyiraman otomatis dapat bekerja secara terus-menerus dan aman. Berikut adaptor 12 Volt DC dapat dilihat pada gambar 2.9.



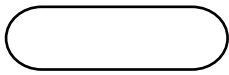
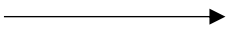
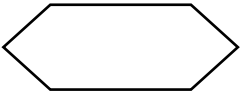
Gambar 2. 9 Adaptor 12 Volt DC

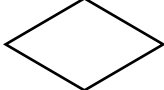
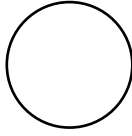
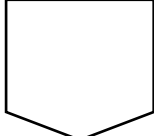
2.2 Perancangan Sistem

2.2.1 Flowchart Sistem

Flowchart adalah sebuah seketsa penggambaran menunjukkan urutan dan langkah-langkah prosedur dari suatu program secara grafik. *Flowchart* biasanya mempermudah penyelesaian suatu masalah seperti masalah yang perlu dievaluasi dan dipelajari untuk lebih lanjut, *flowchart* menolong analisis untuk memecahkan masalah kedalam segmen-segmen yang lebih kecil. Contoh seperti proses yang ada disebuah organisasi yang memiliki rangkaian kegiatan yang berulang. setiap pergantian kegiatan akan dapat dipecahkan kedalam beberapa langkah kecil, dari langkah-langkah tersebut, kita bisa mencari langkah mana yang bisa di perbaiki (*improve*). Langkah-langkah yang disebut diatas akan lebih mudah dimengerti jika kita menggambarannya kedalam suatu bagian yang dimana kita biasa menyebutnya dengan *flowchart*(Tarsini & Anggraeni, 2024) Program *flowchart* menggambarkan urutan intruksi-intruksi dengan simbol tertentu untuk membantu programmer memecahkan masalah dalam suatu program. Berikut ini merupakan simbol *flowchart* dapat di lihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Simbol *Flowchart*

NO	SIMBOL	NAMA	FUNGSI
1.		TERMINATOR	Permulaan/akhir program
2.		GARIS ALIR (FLOW LINE)	Arah aliran program
3.		PREPARATION	Proses inisialisasi/pemberian harga awal
4.		PROCESS	Proses perhitungan/proses pengolahan data

NO	SIMBOL	NAMA	FUNGSI
5.		INPUT/OUTPUT DATA	Proses input/output data parameter, informasi
6.		PREDEFINED PROCESS (SUB PROGRAM)	Permulaan sub program/proses menjalankan sub program
7.		DECISION	Perbandingan pernyataan, penyeleksian data yang memberikan pilihan untuk langkah selanjutnya
8.		ON PAGE CONNECTOR	Penghubung bagian-bagian flowchart yang berada satu halaman
9.		OFF PAGE CONNECTOR	Penghubung bagian-bagian flowchart yang berada pada halaman berbeda

Sumber : <https://idahceris.com/flowchart-dan-lambangny>

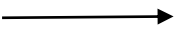
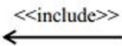
2.2.2 Unified Modelling language

Unified Modelling Language (UML) adalah suatu bahasa standar yang digunakan untuk mendeskripsikan, merancang, dan juga mendokumentasikan sistem perangkat lunak dalam bentuk visual. UML terdiri dari sekumpulan diagram yang digunakan untuk menggambarkan berbagai aspek dari sistem, seperti struktur, perilaku, dan interaksi antar komponen (Titian Lestari & Ayu Megawaty, 2022). UML digunakan sebagai alat bantu dalam pengembangan sistem berorientasi objek yang mampu menggambarkan hubungan antar

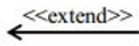
komponen sistem secara terstruktur. Dalam penelitian ini, UML digunakan untuk menggambarkan rancangan sistem penyiram otomatis berbasis IoT yang melibatkan interaksi antara pengguna, sensor kelembaban tanah, ESP8266, relay, pompa air, dan platform monitoring (Koc et al., 2021).

1. Use Case Diagram

Use Case Diagram merupakan salah satu diagram UML yang digunakan untuk menggambarkan interaksi antara aktor (pengguna) dengan sistem. Diagram ini menjelaskan fungsi-fungsi yang tersedia pada sistem serta hubungan antara pengguna dan sistem yang dirancang (Sitompul et al., 2024). Berikut ini merupakan simbol Use Case Diagram dapat dilihat pada tabel 2.2.

No	Simbol	Nama	Fungsi
1.		Aktor	Mewakili peran orang, sistem yang lain, atau alat ketika berkomunikasi dengan <i>use case</i>
2.		<i>Use Case</i>	Abstraksi dan interaksi antara sistem dan aktor
3.		Association	Abstraksi dari penghubung antara aktor dengan <i>use case</i>
4.		Generalisasi	Menunjukkan spesialisasi aktor untuk dapat berpartisipasi dengan <i>use case</i>
5.		<<Include>>	Menunjukkan bahwa suatu <i>use case</i> seluruhnya merupakan fungsionalitas dari <i>use cas</i>

Tabel 2. 2 Simbol *Use Case Diagram*

No	Simbol	Nama	Fungsi
			fungsionalitas dari <i>use case</i> lainnya
6.		<<Extend>>	Menunjukkan bahwa suatu <i>use case</i> seluruhnya merupakan fungsionalitas dari <i>use case</i> lainnya jika suatu kondisi terpenuhi

Sumber : <https://www.dicoding.com/blog/contoh-use-case-diagram>

2.3 Pemrograman Arduino

Arduino merupakan *opensource* yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat *prototype* peralatan elektronik interaktif berdasarkan *hardware* maupun *software* yang *fleksibel* dan mudah digunakan. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino yang memiliki kemiripan *syntax* dengan bahasa pemrograman C++, Sifat Arduino yang *Open Source*, membuat Arduino berkembang sangat cepat. Sehingga banyak lahir perangkat-perangkat sejenis Arduino. Seperti *DFRduino* atau *Freeduino*, sedangkan untuk lokal ada *SENTSOR Uno Plus* yang dibuat oleh *SENTSOR Electronics* Indonesia, *CipaDuino* yang dibuat oleh SKIR70, *MurmerDuino* yang dibuat oleh *Robot Unyil*, ada lagi *AViShaDuino* yang salah satu pembuatnya adalah Admin Kelas Robot. Sampai saat ini pihak resmi, sudah membuat berbagai jenis-jenis Arduino. Mulai dari yang paling mudah dicari dan paling banyak digunakan, yaitu Arduino Uno. Hingga Arduino yang sudah menggunakan *ARM Cortex*, berbentuk Mini PC. Hingga saat ini sudah ada ratusan ribu Arduino yang digunakan di dunia sejak tahun 2011. Arduino juga sudah di pakai oleh perusahaan-perusahaan besar, contohnya Google menggunakan Arduino untuk *Accessory Development Kit*, NASA memakai Arduino untuk prototipin, ada lagi *Large Hadron Colider* memakai Arduino dalam beberapa hal untuk pengumpulan data.

Salah satu komponen dari arduino (yakni *text-editor*) dibangun menggunakan Java. Hal ini mengakibatkan banyak yang mengira bahasa arduino adalah bahasa baru turunan dari Java. Arduino sebenarnya menggunakan bahasa C / C++, dengan *compiler* *avr-gcc* yang sama dengan yang dipakai pada *avr-studio*. Aturan proses kompilasi sudah disediakan oleh aplikasi Arduino, di mana berkas kode utama dengan ekstensi *ino* akan hubungan dengan berkas-berkas lain. Telah disediakan pula rutin utama C++ (fungsi *main*) yang memanggil fungsi *setup* dan *loop* dari file kode utama berekstensi *ino*. Kombinasi *pustaka* Arduino dengan aturan kompilasi (*Makefile avr-gcc*) ini memudahkan siapa saja menggunakan Arduino tanpa harus faham tentang C++. Sehingga orang awam pun bisa menjadi seniman digital, bisa mempelajari Arduino dengan mudahnya. Plugin yang disediakan pada *software* Arduino memungkinkan komunitas untuk menambahkan bermacam *compiler* lain selain *avr-gcc*, bahkan dukungan untuk prosesor lain selain *Atmel AVR* (Taufik Winata & Suweno, 2022). Bahasa pemrograman Arduino ini sedikit berbeda dan juga memiliki karakteristiknya tersendiri, ada tiga bagian utama yang menyusun bahasa pemrograman Arduino, yaitu *function*, *value*, dan *structure*.

1. *Function*

Function digunakan untuk mengontrol *board* arduino, dengan fungsi *function* kita bisa menganalisis karakter, melakukan operasi matematis, dan hal lainnya.

2. *Values*

Values akan mempersentasikan konstanta dan *variable*, tipe data yang bisa digunakan seperti *Boolean*, *char*, *array*, *float*, dan lainnya yang mirip dengan pemrograman C++.

3. *Structure*

Structure merupakan bagian dari bahasa arduino yang mengandung elemen kode, seperti *operator*. Berikut ini contoh kode dan tampilan *software* pada saat mengerjakan pemrograman menggunakan arduino, Berikut ini tampilan dasar pemrograman arduino, dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 10 Dasar Pemrograman Arduino

2.4 Blynk

Blynk adalah salah satu platform Internet of Things (IoT) yang digunakan untuk menghubungkan perangkat keras, seperti ESP32, dengan aplikasi pada smartphone melalui jaringan internet. Platform ini memudahkan pengguna dalam melakukan pemantauan dan pengendalian perangkat tanpa perlu membuat aplikasi Android atau iOS secara manual. Dalam penggunaannya, Blynk bekerja sebagai penghubung antara mikrokontroler dan pengguna melalui layanan cloud. Data yang dibaca oleh sensor akan diproses oleh ESP32, kemudian dikirim ke server Blynk melalui koneksi Wi-Fi. Selanjutnya, data tersebut akan ditampilkan pada aplikasi Blynk sehingga pengguna dapat melihat kondisi alat secara langsung (real-time). Selain menerima data dari perangkat, aplikasi Blynk juga dapat mengirimkan perintah kembali ke ESP32 apabila sistem dirancang untuk mengendalikan suatu perangkat. Blynk terdiri dari tiga bagian utama, yaitu aplikasi Blynk, Blynk Cloud, dan Blynk Library. Aplikasi Blynk digunakan sebagai tampilan antarmuka yang berisi berbagai widget, seperti Value Display, Gauge, Chart, Button, maupun Label untuk menampilkan informasi dari alat. Blynk Cloud berfungsi sebagai media

komunikasi antara aplikasi dan perangkat IoT, sedangkan Blynk Library digunakan pada program ESP32 agar perangkat dapat terhubung dengan server Blynk. Pada penelitian ini, Blynk dimanfaatkan sebagai media monitoring hasil pengukuran tingkat kematangan buah sawit. Data yang diperoleh dari sensor warna TCS3200 diolah oleh ESP32, kemudian dikirimkan ke Blynk Cloud melalui jaringan internet. Setelah itu, informasi tersebut ditampilkan pada aplikasi Blynk sehingga pengguna dapat mengetahui hasil pembacaan sensor secara real-time melalui smartphone.

Antarmuka Blynk pada penelitian ini dirancang untuk menampilkan informasi hasil pembacaan sensor warna, status kematangan buah sawit, serta kondisi sensor infrared yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan buah pada konveyor. Selain itu, data hasil pembacaan juga dapat ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga memudahkan pengguna untuk memantau perubahan nilai sensor selama proses pengujian berlangsung. Penggunaan Blynk pada sistem ini dipilih karena memiliki tampilan yang sederhana, mudah dikonfigurasi, serta mendukung komunikasi data secara real-time melalui internet. Dengan demikian, proses pemantauan alat menjadi lebih praktis karena dapat dilakukan dari mana saja selama perangkat ESP32 dan smartphone sama-sama terhubung ke internet (TANAMAN, n.d.).