

IMPLEMENTASI SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS MENGUNAKAN SENSOR KELEMBABAN TANAH DAN NODEMCU ESP8266 BERBASIS *MOBILE* (STUDI KASUS : PERKEBUNAN OKRA)

Masuhan, Raditia Vindua

Teknik Informatika, Universitas Pamulang

Jl. Raya Puspiptek No. 46, Buaran, Kecamatan Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Indonesia

masuhan55@gmail.com

ABSTRAK

Perawatan tanaman yang optimal memerlukan penyiraman yang tepat sesuai dengan tingkat kelembaban tanah. Namun, penyiraman manual pada area perkebunan luas sering kali tidak efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis NodeMCU ESP8266 menggunakan sensor kelembaban tanah sebagai detektor kebutuhan air. Sistem ini dirancang khusus untuk perkebunan okra dan dilengkapi dengan fitur monitoring serta kontrol jarak jauh secara real-time melalui aplikasi mobile Blynk berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode penelitian dilakukan melalui pengujian fungsionalitas sistem dalam merespons perubahan kelembaban tanah dan mengevaluasi efektivitas penyiraman otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mengaktifkan pompa air secara otomatis saat sensor mendeteksi kondisi tanah kering dan mematikannya ketika kelembaban ideal telah tercapai. Dapat disimpulkan bahwa sistem ini mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air serta mengoptimalkan kesehatan tanaman okra secara signifikan.

Kata Kunci : Sistem penyiraman otomatis, NodeMCU ESP8266, Sensor kelembaban, *Internet of Things* (IoT), Blynk, Perkebunan okra.

1. PENDAHULUAN

Tanaman memiliki peran krusial bagi lingkungan dan manusia, baik sebagai sumber pangan, obat herbal, maupun produsen oksigen. Mengingat fungsinya yang vital, perawatan yang optimal sangat diperlukan untuk mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Salah satu aspek kunci dalam perawatan ini adalah menjaga kelembaban tanah secara tepat, karena kadar air yang tidak sesuai—baik kekurangan maupun kelebihan—dapat mengganggu keseimbangan air dan oksigen di dalam tanah, menghambat respirasi akar, hingga menurunkan kesuburan tanah.

Seiring peningkatan populasi manusia, kebutuhan akan sayuran padat nutrisi seperti okra turut meningkat. Namun, pemenuhan kebutuhan ini sering terkendala oleh metode pertanian konvensional. Berdasarkan studi kasus di perkebunan okra milik Bapak Afui di Taman Adiyasa, Kecamatan Solear, Kabupaten Tangerang, ditemukan masalah gagal panen akibat kekeringan tanah yang menyebabkan tanaman layu dan mati. Hal ini diperparah oleh praktik penyiraman manual yang tidak mampu memantau kondisi tanah secara real-time, sehingga tidak efisien serta menghabiskan banyak waktu dan tenaga.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sebuah solusi teknologi yang mampu memberikan air dalam jumlah cukup dan tepat waktu. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan sensor kelembaban tanah yang terintegrasi dengan modul NodeMCU ESP8266 dan aplikasi mobile.

Sistem ini dirancang dengan tujuan untuk mendeteksi kondisi kelembaban tanah secara real-time

dan mengatur aktivitas pompa penyiraman secara otomatis. Melalui implementasi teknologi ini, diharapkan penggunaan air dapat lebih dioptimalkan, risiko gagal panen dapat ditekan, serta pengelolaan perkebunan okra dapat berjalan secara lebih efektif dan efisien.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Pustaka adalah bagian penting dari sebuah penelitian yang mencakup analisis menyeluruh dan kritis terhadap literatur dan sumber-sumber referensi yang berkaitan langsung dengan fokus riset saat ini. Melalui kajian literatur tersebut, peneliti dapat memperoleh perspektif serta landasan teori yang komprehensif terkait kajian yang telah dilakukan sebelumnya terkait topik yang sama, serta memahami kerangka teoritis dan temuan-temuan penting yang telah ada.

Untuk memperkuat landasan teori dan mengetahui perkembangan teknologi terkait, penelitian ini merujuk pada beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan sistem penyiraman tanaman berbasis *Internet of Things* (IoT):

Penelitian pertama dilakukan oleh Ramadhan dan Sitorus yang merancang sistem penyiraman otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah Soil Moisture dan mikrokontroler Arduino Uno. Penelitian tersebut berhasil mengotomatisasi penyiraman berdasarkan nilai ambang batas (threshold) kelembaban tanah. Namun, sistem tersebut belum dilengkapi dengan fitur monitoring jarak jauh berbasis mobile, sehingga pengguna tidak dapat memantau kondisi tanaman saat berada di luar area perkebunan.

Penelitian kedua oleh Saputra dan Wijaya,

mengembangkan sistem pemantauan perkebunan menggunakan NodeMCU ESP8266 dan platform Blynk. Penelitian ini fokus pada pengiriman data sensor suhu dan kelembaban udara ke aplikasi ponsel secara real-time. Walaupun sistem monitoring berjalan dengan baik, penelitian ini belum menerapkan sistem kontrol balik otomatis untuk menggerakkan pompa air berdasarkan kebutuhan riil tanah.

Selanjutnya, penelitian oleh Lestari, mengimplementasikan sistem irigasi pintar berbasis IoT pada tanaman hortikultura. Sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266 dan aplikasi Blynk untuk memantau sekaligus mengontrol penyiraman secara manual lewat aplikasi. Kendati demikian, sistem ini masih mengandalkan intervensi pengguna untuk menekan tombol on/off di aplikasi dan belum sepenuhnya berjalan secara otomatis berdasarkan algoritma kondisi tanah.

Berdasarkan kajian terhadap beberapa penelitian terdahulu di atas, terdapat celah (gap) penelitian yang dapat dikembangkan. Penelitian ini mengintegrasikan kelebihan dari sistem otomatisasi penuh dan sistem monitoring jarak jauh. Dengan menggabungkan sensor kelembaban tanah, NodeMCU ESP8266, dan platform Blynk, sistem ini tidak hanya mampu menyiram secara otomatis secara mandiri saat tanah kering, tetapi juga memberikan hak akses penuh bagi petani untuk memonitor dan mengontrol kondisi perkebunan secara real-time. Selain itu, penelitian ini dilakukan dengan studi kasus spesifik pada perkebunan tanaman okra, yang memiliki karakteristik kebutuhan air tersendiri untuk mencegah fenomena gagal panen akibat kekeringan.

2.1. Karakteristik NodeMCU ESP8266

Platform berbasis *open-source* yang kerap digunakan dalam ekosistem IoT salah satunya adalah NodeMCU ESP8266. Modul ini mengintegrasikan perangkat keras berbentuk *System on Chip* (SoC) ESP8266 [8].

Dalam proses pengembangannya, perancangan prototipe IoT menggunakan papan ini dapat memanfaatkan bahasa pemrograman Lua maupun perangkat lunak Arduino IDE melalui penulisan *sketch*. Secara fisik, NodeMCU dirancang dengan dimensi yang cukup ringkas, yakni memiliki panjang 4,83 cm, lebar 2,54 cm, serta bobot hanya 7 gram. Komponen ini pun telah terintegrasi dengan utilitas mumpuni seperti jaringan Wi-Fi serta memiliki *firmware* yang memiliki karakteristik sumber terbuka.

2.2. Tinjauan Kabel Jumper

Kabel jumper merupakan sejenis konduktor elektrik yang dilengkapi dengan pin konektor pada kedua bagian ujungnya. Fungsi utama dari komponen ini adalah untuk mengintegrasikan dua perangkat elektronik, seperti rangkaian berbasis *Arduino*, secara praktis tanpa memerlukan proses penyolderan. Pada umumnya, kabel ini memiliki fisik yang fleksibel dan tipis guna mempermudah bongkar-pasang jalur sirkuit.

Konektor pada satu ujungnya dapat berupa pin *female* (perempuan) yang bisa dipasangkan langsung ke header atau pin male (jantan) yang bisa dimasukkan ke dalam header pada papan *Arduino* atau papan mikrokontroler lainnya.

Dengan kabel *jumper*, Anda dapat dengan mudah menghubungkan komponen elektronik seperti sensor, LED, motor, layar, dan berbagai modul lainnya ke papan *Arduino*. Hal ini memungkinkan Anda untuk dengan cepat dan mudah mengatur koneksi tanpa perlu soldering, sehingga mempermudah dalam melakukan eksperimen atau *prototyping*.

Kabel *jumper* *Arduino* sangat penting dan menjadi salah satu komponen dasar dalam proyek-proyek elektronika yang melibatkan papan mikrokontroler, karena memudahkan penghubungan antara berbagai komponen elektronik dengan cepat dan efisien. Kabel *jumper* juga tersedia dalam berbagai panjang dan warna, sehingga memudahkan dalam mengatur kabel-kabel yang kompleks dan membantu menghindari kesalahan dalam menghubungkan komponen.

2.3. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sistem komputer miniatur dalam satu chip yang dapat menerima dan memproses data dari sensor, kemudian mengeluarkan perintah untuk mengendalikan aktuator seperti pompa air secara otomatis. Dalam konteks sistem irigasi berbasis *Internet of things* (IoT), mikrokontroler seperti NodeMCU ESP8266 memiliki kemampuan untuk mengolah data kelembaban tanah yang diperoleh secara *real-time* dan mengirimkan informasi tersebut ke aplikasi *mobile*, sehingga pengguna dapat memantau dan mengendalikan sistem irigasi dari jarak jauh.

2.4. Internet of thing (IoT)

Pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) bertujuan untuk mengoptimalkan jaringan internet yang terhubung secara terus-menerus guna mengontrol berbagai perangkat. Dalam lingkup manajemen gedung, teknologi ini memungkinkan pengguna melakukan pengawasan serta pengendalian peralatan elektronik, seperti sistem pencahayaan, secara jarak jauh melalui aplikasi *mobile*. Penerapan kendali berbasis nirkabel ini memberikan kemudahan signifikan dalam efisiensi operasional, khususnya untuk memantau area gedung yang luas. Kendati demikian, efektivitas sistem kendali jarak jauh ini sangat bergantung pada ketersediaan koneksi internet yang memadai di lokasi penerapan.

2.5. MOSFET Switch PWM

MOSFET Switch PWM adalah metode pengaturan daya yang sangat efisien, cepat, dan fleksibel dengan menggunakan sinyal digital. MOSFET bertindak sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh sinyal PWM dari mikrokontroler, sehingga daya yang diterima beban dapat diatur tanpa

membuang energi dalam bentuk panas. Dalam sistem Smart Plant Watering berbasis IoT, MOSFET Switch PWM berfungsi untuk mengatur kecepatan dan waktu nyala pompa air secara otomatis sesuai kondisi kelembapan tanah, sehingga sistem bekerja efisien dan responsif terhadap perubahan lingkungan.

2.6. Bahasa C++

Bahasa pemrograman C++ adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dikembangkan dari bahasa pemrograman C. C++ dirancang dengan tujuan menggabungkan kecepatan dan efisiensi dari bahasa C dengan fitur-fitur pemrograman berorientasi objek yang memungkinkan pengembangan perangkat lunak yang lebih kompleks dan modular. Efisiensi dan ketangguhan menjadi ciri khas C++ sebagai bahasa pemrograman, khususnya dalam mengoptimalkan performa serta alokasi sumber daya komputer. Karakteristiknya yang mendukung kompilasi tingkat rendah membuat bahasa ini sangat ideal untuk merancang perangkat lunak sistem, industri gim, hingga pemrograman perangkat keras. Fleksibilitas C++ menyebabkannya diimplementasikan secara luas pada pembuatan sistem operasi, aplikasi grafis, dan sektor industri yang memerlukan manipulasi *hardware* secara langsung. Aspek keunggulan dari bahasa ini terletak pada kecepatan proses eksekusi, kendali penuh terhadap perangkat keras, serta kapabilitas dalam pemrograman generik

2.7. Tinjauan Pompa Air

Guna menyalurkan air dari posisi rendah ke tempat yang lebih tinggi melalui perantara pipa, diperlukan sebuah instrumen yang disebut pompa air. Pada implementasinya, alat ini dimanfaatkan sebagai penggerak utama dalam mekanisme penyiraman tanaman. Dengan adanya pasokan air yang dialirkan oleh pompa, kadar air di dalam tanah di sekitar tumbuhan dapat terjaga dalam kondisi basah atau lembap sesuai kebutuhan.

2.8. Mekanisme Sensor Kelembapan Tanah (*Soil Moisture Sensor*)

Instrumen ini diaplikasikan dengan tujuan utama untuk memetakan parameter kondisi fisik tanah pada area perakaran. Melalui pemindaian tingkat kebasahan, perangkat ini mampu mengonfirmasi keberadaan serta volume kandungan air yang tersedia di sekitar sensor secara real-time. Operasional perangkat ini tergolong praktis, yakni cukup dengan menancapkan bagian *probe* ke dalam media tanah agar sensor dapat langsung memindai tingkat kebasahan di area tersebut melalui nilai parameter (*value*) yang dihasilkan. Kendati demikian, kelemahan utama dari komponen versi standar terletak pada kerentanannya terhadap korosi jika ditempatkan di area luar ruangan (*outdoor*). Guna mengatasi kendala karat akibat proses oksidasi tersebut, varian mutakhir dari komponen ini telah dilengkapi dengan proteksi lapisan nikel. Teknologi pelapisan ini dikenal sebagai *Electroless*

Nickel Immersion Gold (ENIG), yang menawarkan keunggulan berupa daya tahan oksidasi yang jauh lebih prima dibandingkan material konvensional seperti timah solder.

Sistem pemantauan hidrasi pada media tanam dapat dioptimalkan dengan mengintegrasikan *soil moisture sensor*. Perangkat ini beroperasi lewat kalkulasi volume kandungan air yang terdeteksi di area sekelilingnya. Karakteristik tersebut menjadikan instrumen ini sangat andal dalam mengawasi ketersediaan air bagi vegetasi. Mekanisme kerjanya sendiri mengandalkan sepasang jalur konduktif yang bertugas mengalirkan arus listrik melewati pori-pori tanah, kemudian membaca nilai resistansi untuk mendapatkan tingkat kelembapan. Lebih banyak air dalam tanah akan membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (nilai resistansi lebih besar), sedangkan tanah kering akan mempersulit untuk menghantarkan listrik (nilai resistansi kurang). Sensor *soil moisture* dalam pengoperasiannya, komponen ini memerlukan pasokan daya listrik sebesar 3.3 V hingga 5 V, yang nantinya akan menghasilkan *output* tegangan pada rentang 0 – 4.2 V. Kapabilitas pembacaan kadar air pada perangkat ini terbagi ke dalam tiga klasifikasi parameter, antara lain: nilai 0 – 300 mengindikasikan kondisi tanah kering atau udara bebas; rentang 300 – 700 menunjukkan media tanah lembap; serta nilai 700 – 950 menandakan posisi sensor berada di dalam air. Sementara itu, untuk kebutuhan interkoneksi, modul ini menyediakan 3 jalur pin utama yang meliputi pin *ground*, 5 V, serta pin data

2.9. Tinjauan Umum Adaptor

Adaptor merupakan suatu konfigurasi rangkaian elektronika yang mengemban fungsi utama untuk mengonversi tegangan *Alternating Current* (AC) berpotensi tinggi menjadi tegangan *Direct Current* (DC) berpotensi rendah. Perangkat ini kerap diimplementasikan sebagai substitusi dari komponen baterai atau akumulator (*aki*) untuk menyuplai energi pada sirkuit elektronika. Di samping sebagai penyedia catu daya (*power supply*) dan pengisi daya (*charger*), adaptor memegang peranan krusial dalam ekosistem elektronika. Tanpa adanya sistem konversi ini, pemanfaatan arus listrik domestik di dalam rumah tangga akan sangat terbatas dan tidak dapat digunakan untuk mengoperasikan perangkat digital modern yang berbasis arus searah

2.10. Selang

Selang adalah pipa fleksibel yang digunakan dalam sistem irigasi otomatis untuk menyalurkan air secara langsung ke tanaman. Dalam sistem penyiraman otomatis berbasis IoT, selang biasanya terbuat dari bahan plastik seperti *polyethylene* (PE) atau *polyvinyl chloride* (PVC) yang tahan terhadap korosi dan paparan sinar matahari, sehingga awet digunakan di luar ruangan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (RnD) dengan pendekatan eksperimental, bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji sistem penyiraman otomatis berbasis NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengan aplikasi *mobile* untuk *monitoring* dan kontrol jarak jauh.

3.2. Tahapan Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang digunakan dalam pengembangan sistem penyiraman otomatis pada perkebunan okra ini disusun diformulasikan secara terstruktur guna mengarahkan seluruh rangkaian riset agar tetap terukur serta sanggup menyajikan luaran (*output*) yang akurat. Tahapan ini meliputi proses analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, hingga analisis data. Setiap tahap saling berkaitan dan menyusun sebuah kerangka kerja operasional yang sistematis. Langkah tersebut diterapkan demi menjami kapabilitas fungsional sistem yang dibangun agar beroperasi tepat sasaran. Tahapan penelitian tersebut dijelaskan sebagai berikut:

a. Analisis Kebutuhan

Melakukan studi literatur dan observasi lapangan di perkebunan okra untuk menentukan kebutuhan sistem penyiraman otomatis, memilih jenis sensor kelembaban yang sesuai, dan fitur aplikasi *mobile* yang diperlukan untuk *monitoring* dan kontrol.

b. Perancangan Sistem

Merancang perangkat keras (NodeMCU ESP8266, beserta instrumen pengukur kelembaban tanah kapasitif, *relay*, pompa air) dan perangkat lunak (program mikrokontroler dan aplikasi *mobile* seperti Blynk).

c. Implementasi Sistem

Rakit *hardware* dan buat program yang menghubungkan sensor tanah dengan NodeMCU, serta integrasi data ke aplikasi *mobile* untuk *monitoring real-time* dan kontrol manual otomatis pompa penyiraman.

d. Pengujian Sistem

Melakukan pengujian pada perkebunan okra yang sebenarnya dengan merekam respons pompa saat kelembaban tanah melewati *threshold* yang ditentukan, serta menilai kestabilan pembacaan sensor dan performa konektivitas IoT.

e. Analisis Data

Mengumpulkan dan menganalisis data kelembaban tanah dan aktivitas penyiraman dari hasil pengujian untuk menilai efektifitas sistem dalam mengatur kelembaban tanah dan mempermudah pengguna dalam pengelolaan penyiraman.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam pelaksanaan riset ini ditempuh melalui beberapa fase sistematis guna mengumpulkan metrik informasi yang presisi terkait keadaan tanaman, kebutuhan sistem, serta performa sensor dan perangkat IoT. Adapun tahap perolehan

data tersebut dipaparkan sebagai berikut:

a. Observasi Lapangan

Melakukan observasi langsung pada kondisi tanaman okra dan proses penyiraman otomatis di lapangan. Observasi ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan kelembaban tanah, perilaku tanaman terhadap penyiraman, serta kondisi lingkungan yang memengaruhi sistem.

b. Pengambilan Data Sensor

Mengumpulkan data dari sensor kelembaban tanah dan mencatat status dalam kondisi aktif atau nonaktif (ON/OFF) yang ditransmisikan secara instan *real-time* memanfaatkan jaringan IoT menuju platform *mobile*. Data ini digunakan untuk menganalisis performa sistem dalam mengatur kelembaban tanah dan memastikan keakuratan pembacaan sensor.

c. Studi Literatur

Melakukan studi literatur dari berbagai referensi seperti jurnal, artikel ilmiah, dan penelitian terdahulu mengenai teknologi IoT, sensor kelembaban tanah, serta sistem penyiraman otomatis. Studi ini bertujuan memperkuat dasar teori serta memperjelas perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya.

3.4. Perangkat dan Bahan

Dalam penelitian ini diperlukan berbagai perangkat dan bahan pendukung untuk membangun sistem penyiraman otomatis berbasis IoT. Setiap komponen memiliki fungsi yang saling berkaitan, mulai dari proses pengambilan data kelembaban tanah, pengendalian pompa air, hingga pengiriman informasi secara *real-time* ke aplikasi *mobile*. Penggunaan perangkat dan bahan yang tepat bertujuan untuk memastikan sistem dapat berjalan dengan optimal, stabil, dan sesuai kebutuhan perkebunan okra. Kebutuhan terhadap material dan komponen penunjang sirkuit dalam penelitian ini dirinci melalui beberapa poin di bawah ini:

- Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan konektivitas WiFi.
- Sensor kelembaban tanah tipe kapasitif untuk mengukur kadar air tanah secara akurat.
- Modul *relay* untuk mengaktifkan pompa air secara otomatis berdasarkan perintah mikrokontroler.
- Pompa air kecil yang disesuaikan untuk kebutuhan penyiraman tanaman okra.
- Aplikasi *mobile* (misalnya Blynk atau Telegram bot) untuk *monitoring* dan pengendalian penyiraman.
- Perlengkapan pendukung lain seperti kabel, power supply, dan rangkaian elektronik.

3.5. Diagram Alur Kerja Sistem

Diagram alur kerja sistem digunakan untuk menggambarkan proses operasional dari skema flowchart digunakan sebagai media visualisasi mekanisme kerja operasional dari sistem irigasi

otomatis berbasis teknologi internet (*Internet of Things*). Alur ini memetakan bagaimana keterikatan dan interaksi antar-komponen, mulai dari akuisisi data sensor, pemrosesan oleh mikrokontroler, eksekusi penyiraman, hingga pengiriman data ke aplikasi *mobile*. Dengan pemahaman alur kerja yang jelas, sistem dapat dianalisis, diuji, dan dikembangkan lebih lanjut secara terstruktur. Adapun alur kerja sistem ini adalah sebagai berikut:

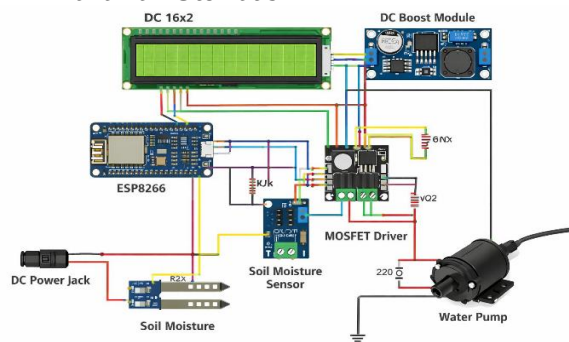
- NodeMCU secara berkala membaca data kelembaban tanah dari sensor.
- Jika nilai kelembaban berada di bawah batas *threshold*, maka NodeMCU segera memicu modul *relay* guna mengalirkan daya listrik menuju pompa.
- Penyiraman berlangsung hingga kelembaban tanah mencapai batas atas yang telah ditentukan, kemudian pompa dimatikan secara otomatis.
- Data kelembaban dan status pompa dikirim ke aplikasi *mobile* untuk *monitoring real-time* serta kontrol manual oleh pengguna.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi

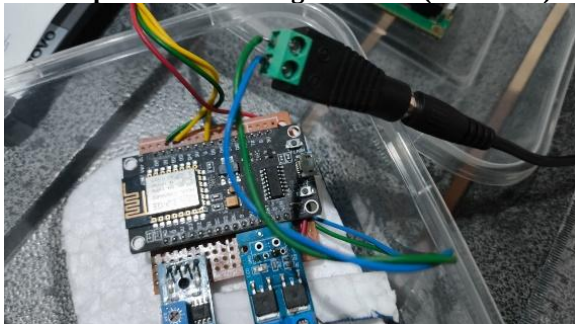
Implementasi adalah sebuah tindakan nyata dari merencanakan, mengintegrasikan, dan menjalankan suatu rencana, metode, atau sistem. Ini melibatkan langkah-langkah praktis yang diperlukan untuk menerapkan ide atau konsep ke dalam kehidupan nyata atau ke dalam sebuah sistem.

4.2. Perancangan Rangkaian Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis



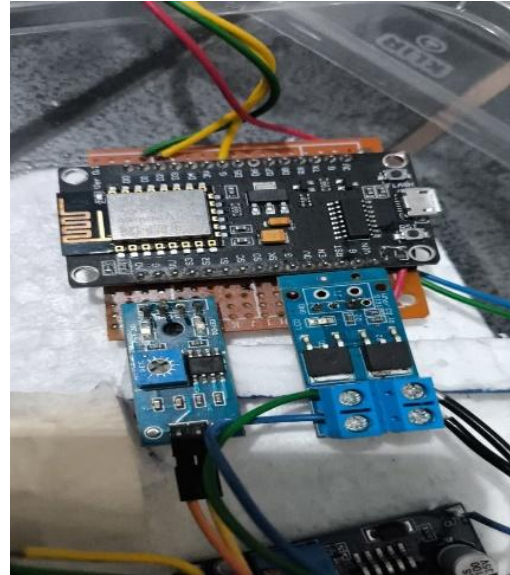
Gambar 1. Perancangan rangkaian system penyiraman tanaman otomatis

4.3. Implementasi Perangkat Keras (Hardware)



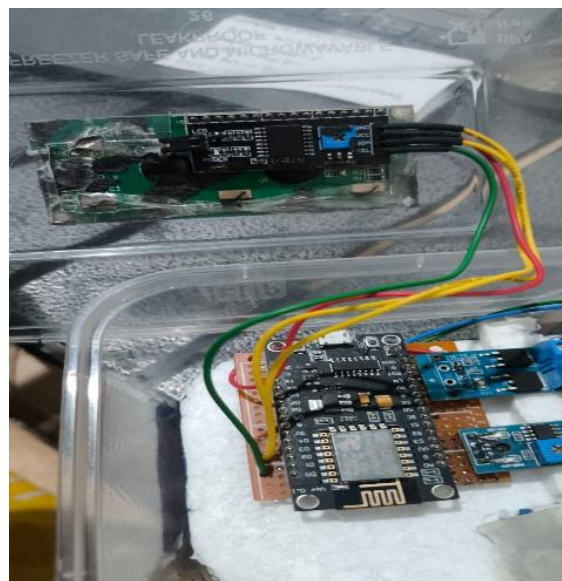
Gambar 2. Pemasangan NodeMCU Dengan Adaptor

Gambar tersebut menunjukkan pemasangan antara Papan PCB Lubang (Prototyping Board) dengan NodeMCU dimana pemasangan hanya dengan memasukkan semua pin yang ada pada NodeMCU ke papan PCB.



Gambar 3. Pemasangan NodeMCU Dengan Mosfet PWM

NodeMCU ESP8266 diimplementasikan selaku unit pemroses sentral (mikrokontroler primer) yang berperan mengumpulkan parameter nilai dari sensor kelembapan tanah sekaligus mengatur kerja pompa air melalui modul MOSFET PWM. Sensor kelembapan tanah terhubung ke pin A0 pada NodeMCU sebagai *input* analog untuk membaca tingkat kelembapan tanah dalam bentuk tegangan analog. Tegangan keluaran dari sensor kemudian dikonversi menjadi nilai kelembapan tanah dalam satuan persen (%).



Gambar 4. Pemasangan NodeMCU Dengan LCD 16 X 2

Koneksi sensor dilakukan dengan menyambungkan pin VCC pada sensor menuju terminal daya 3.3 V NodeMCU, pin GND sensor menuju pin GND NodeMCU, beserta pin AO sensor ke area pin A0 NodeMCU. Konfigurasi ini memungkinkan NodeMCU membaca perubahan resistansi tanah yang dipengaruhi oleh kadar air di media tanam.

Pemasangan LCD I2C dengan NodeMCU ESP8266 Pada sistem ini digunakan LCD 16x2 dengan modul antarmuka I2C sebagai media tampilan informasi. LCD guna menyajikan informasi serta data output yang diperoleh dari pembacaan kondisi sensor kelembapan tanah, serta status kerja sistem seperti kondisi pompa air dan proses koneksi ke jaringan Blynk.

Penggunaan modul I2C (Inter-Integrated Circuit) pada LCD bertujuan untuk menghemat jumlah pin yang digunakan pada mikrokontroler. Dengan modul I2C, komunikasi antara LCD dan NodeMCU hanya memerlukan dua saluran konektivitas, yang meliputi bagian SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*), serta dua jalur tambahan untuk daya (VCC) dan ground (GND).

4.4. Pengujian (Testing)

Tahap pengujian dijalankan dengan tujuan menjamin bahwa sistem penyiraman otomatis dengan mengintegrasikan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) bekerja tepat seperti rancangan fungsionalitas awalnya. Tahapan verifikasi dilakukan melalui dua metode, yaitu *White Box Testing* dan *Black Box Testing*. *White Box Testing* berfokus pada pemeriksaan alur logika dan struktur program pada NodeMCU untuk memastikan bahwa proses pembacaan sensor, pengolahan data, serta kendali pompa berjalan sesuai algoritma yang ditetapkan. Sementara itu, *Black Box Testing* dilakukan dengan memberikan *input* dan mengamati *output* sistem, seperti respon pompa ketika kelembapan tanah berubah, tampilan data pada LCD, serta pengiriman informasi ke aplikasi Blynk. Kedua pengujian ini digunakan untuk menilai stabilitas, ketepatan fungsi, dan konsistensi kinerja sistem agar dapat dipastikan layak digunakan.

4.5. White Box Testing

a. Tujuan Pengujian

White Box Testing bertujuan untuk memastikan bahwa setiap alur logika program (logic path) pada sistem penyiraman tanaman otomatis ini berjalan sesuai dengan rancangan. Pengujian dilakukan terhadap struktur kode sumber (*source code*) untuk memeriksa keakuratan logika, alur percabangan, serta fungsi kontrol pompa dan pembacaan sensor.

b. Metode Pengujian

Metode yang digunakan adalah Basis Path Testing, yaitu pengujian dengan menelusuri setiap kemungkinan jalur eksekusi dalam program.

Langkah-langkahnya meliputi:

- Menggambar flowgraph dari program.
- Menentukan *Complexity Cyclomatic* ($V(G)$).
- Menentukan *independent path* (jalur independen).
- Membuat *test case* berdasarkan jalur tersebut.

c. Flowgraph Program

Flowgraph berikut menggambarkan logika utama dari fungsi *soilMoistureSensor()* karena bagian ini merupakan inti sistem otomatisasi pompa.



Gambar 5. Penulisan Program Flowgraph Program

a. Cyclomatic Complexity

Menggunakan rumus:

$$V(G) = E - N + 2$$

Atau cara cepat untuk fungsi kecil:

$$V(G) = \text{jumlah keputusan} + 1$$

Pada fungsi terdapat:

- struktur if
- struktur else-if

Jumlah keputusan = 2

Maka:

$$V(G) = 2 + 1 = 3$$

Artinya: terdapat 3 *independent paths* yang wajib diuji.

b. Jalur Independen (Independent Paths)

(Path 1) $\text{value} < 65$ (Tanah kering → Pompa ON)
Jalur eksekusi:

Start → baca sensor → konversi nilai → kondisi $\text{value} < 65$ TRUE → Pump ON

Gambar 6. Penulisan Program Independent Paths 1

Output:

Pompa menyala (`digitalWrite(waterPump, LOW)`)

(Path 2) $\text{value} > 65$ (Tanah basah → Pompa OFF)

Jalur eksekusi:\

Start → baca sensor → konversi nilai → $\text{value} < 65$ FALSE → $\text{value} > 65$ TRUE → Pump OFF

Gambar 7. Penulisan Program Independent Paths 2

Output:

Pompa mati (`digitalWrite(waterPump, HIGH)`)
(Path 3) `value == 65` (Tidak masuk if maupun else-if)

Jalur eksekusi:

Start → baca sensor → konversi nilai → `value < 65 FALSE` → `value > 65 FALSE` → selesai

Gambar 8. Penulisan Program *Independent Paths* 3

Output:

Tidak ada perubahan pompa (pompa tetap pada kondisi sebelumnya)

Tabel 1. *Independent Paths*

No	Jalur Eksekusi	Kondisi Logika	Keterangan
1.	Jalur 1	<code>value < 65</code>	Tanah kering → pompa ON
2.	Jalur 2	<code>value > 65</code>	Tanah basah → pompa OFF
3.	Jalur 3	<code>value == 65</code>	Nilai batas → tidak ada perubahan status pompa

c. Test case White Box

Tabel 1. *Test case White Box*

Test case	Input (value %)	Kondisi Terpenuhi	Expected Output
TC1	40	<code>value < 65</code>	Pompa ON
TC2	70	<code>value > 65</code>	Pompa OFF
TC3	65	<code>value == 65</code> (tidak masuk percabangan)	Pompa tetap pada kondisi sebelumnya

4.6. Kesimpulan Pengujian White Box

Berdasarkan hasil pengujian white box, setiap jalur logika dalam fungsi utama telah berjalan sesuai dengan rancangan.

Sistem berhasil:

- Membaca nilai kelembapan tanah dengan benar.
- Mengaktifkan dan menonaktifkan pompa berdasarkan nilai ambang batas (65%).
- Menampilkan data kelembapan dan status pompa dengan akurat pada LCD dan aplikasi Blynk.

Dengan demikian, kode program sistem penyiraman otomatis ini telah lolos pengujian white box dan siap digunakan untuk tahap pengujian black box atau uji sistem secara keseluruhan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dari pada sistem penyiraman tanaman otomatis menggunakan NodeMCU ESP8266 berbasis *mobile* dapat disimpulkan sebagai berikut: Dari hasil uji dapat di simpulkan tanaman yang di siram menggunakan alat penyiraman otomatis lebih efektif dan efisien sehingga tanaman lebih terkendali. Dengan adanya alat penyiraman otomatis ini penyiraman jauh lebih murah karena tidak perlu membayar upah tenaga kerja untuk menyiram tanaman

secara manual.

Beberapa rekomendasi berikut kiranya dapat dijadikan sebagai acuan serta bahan pertimbangan untuk proses evolusi dan pengerjaan lebih lanjut terhadap aplikasi ini mencakup aspek-aspek sebagai berikut:

Melakukan ekspansi pengujian dengan mengimplementasikan varietas vegetasi atau jenis tanaman lain sebagai objek studi, selain okra (*Abelmoschus esculentus*). Mengintegrasikan mekanisme nozzle atau aktuatur penyemprot air yang lebih presisi agar distribusi pembasahan dapat menjangkau area permukaan daun secara merata. Menambahkan parameter sensor temperatur atau suhu lingkungan eksternal guna mengontrol suhu udara. Untuk pengembang selanjutnya disarankan dapat menggunakan panel surya.

DAFTAR PUSTAKA

- J. Jeskris, S. Tualaka, A. Vidya, G. Pradana, and M. N. Boma, "Sistem Lampu Emergency Otomatis dengan Waktu Menggunakan Sensor RTC DS3231," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 14, no. 1, pp. 888–894, 2025.
- U. Suwardoyo and R. S. Mk, "Monitoring Irigasi Otomatis Berbasis IoT dan Android," *Jurnal Ilmiah Komputasi*, vol. 5, no. 1, pp. 104–115, 2025.
- A. Maspupah, "Literature Review: Advantages and Disadvantages of Black Box Testing," *Jurnal Infotech Technology*, vol. 21, no. 2, pp. 45–52, 2024.
- A. C. Praniffa, A. Syahri, F. Sandes, U. Fariha, and Q. A. Giansyah, "Black Box and White Box Testing of Web-Based Parking System," *Jurnal Testing dan Implementasi Sistem Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 1–16, 2023.
- M. R. S. Alfarizi et al., "Menggal Bahasa Pemrograman Populer: Karakteristik Utama dan Penggunaan yang Luas," *Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi*, vol. 2, no. 3, pp. 1191–1197, 2023.
- A. Surahmat, "Perancangan Sistem Informasi Akuntansi pada Percetakan Cubic Art," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 7, no. 1, pp. 81–86, 2023.
- A. B. Setiawan, "Pengujian Black Box Dengan Teknik Transition Pada Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web Dengan Metode Waterfall Pada SMC Foundation," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 5, no. 1, pp. 33–35, 2023.
- R. Ramadhan, A. Ingenious Fatimah, R. Jannah, and A. Sholihat, "Pembuatan Alat Pengukur pH Tanah Untuk Manajemen Pendataan Kebun Pemuda Milenial Desa Bencoy," *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 3, no. 2, pp. 102–109, 2023.
- M. Nainggolan and D. P. Caniago, "Desain Pengisian Tangki Penyimpanan Air Otomatis Menggunakan Selenoid Valve Berbasis Arduino

- Dan Sensor Air," Jurnal Teknik dan Teknologi, vol. 1, no. 1, pp. 55-64, 2023.
- [10] M. Maulana and D. E. Harahap, "Peningkatan Produksi Tanaman Okra Akibat Phosphat pada Tanah Salin (Increasing Production of Okra Plants Due to the Administration of Several Types of Mycorizes and Dosage of Rock Phosphat in Salin Soil)," Jurnal Agroteknologi, vol. 1, no. 1, pp. 14–26, 2023.
- [11] N. Salsabila, R. A. Choir, S. Ike, N. Jannah, and M. Oriana, "Rancang Alat Praktikum Untuk Mengukur Suhu Menggunakan Sensor DS18B20 Berbasis Arduino Uno," in Prosiding Seminar Nasional Fisika, Sep. 2023, pp. 120-125.
- [12] H. A. Wahid, "Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Aglonema Berbasis IoT Menggunakan Blynk dan NodeMCU 32," Jurnal Elektronika dan Otomasi, vol. 3, no. 1, pp. 74-82, 2023.
- [13] A. Rahmawati, D. Novita, and I. Pradesan, "Perancangan Kuesioner Analisis Penerimaan E-Tax Menggunakan Technology Acceptance Model (TAM)," Jurnal Sistem Informasi, vol. 4, no. 2, pp. 512–517, 2022.
- [14] D. E. Nadindra and J. C. Chandra, "Sistem IoT Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Dengan Kontrol Telegram," Jurnal Komputer dan Informatika, vol. 5, no. 2, pp. 104–114, 2022.
- [15] H. Marcos and H. Muzaki, "Monitoring Suhu Udara dan Kelembaban Tanah pada Budidaya Tanaman Pepaya," Jurnal Teknologi Pertanian, vol. 10, no. 1, p. 127, 2022.
- [16] F. Ramadhan and M. Sitorus, "Sistem Penyiraman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Arduino Uno," Jurnal Teknik Elektro, vol. 9, no. 2, pp. 112–120, 2021.
- [17] R. Saputra and K. Wijaya, "Pengembangan Sistem Pemantauan Perkebunan Menggunakan NodeMCU ESP8266 dan Platform Blynk," Jurnal Otomasi dan Kontrol, vol. 5, no. 3, pp. 88–95, 2023.
- [18] A. Lestari, "Implementasi Sistem Irigasi Pintar Berbasis IoT pada Tanaman Hortikultura," Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, vol. 12, no. 1, pp. 45–52, 2024.