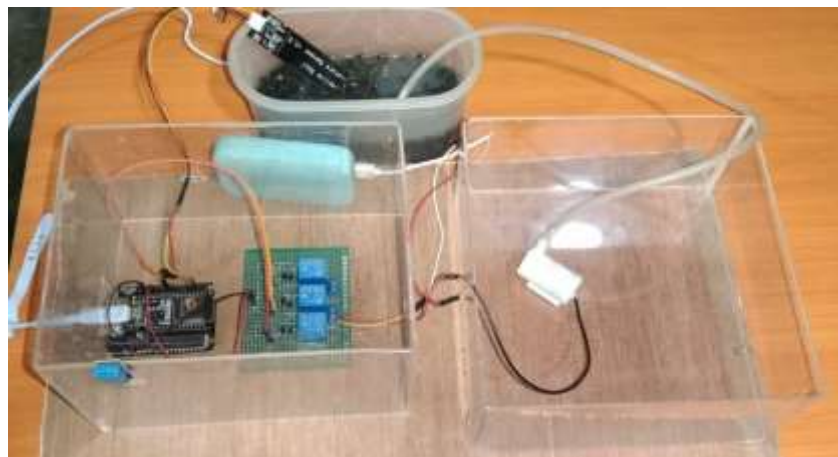


BAB V

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

1.1 HASIL IMPLEMENTASI

Hasil implementasi merupakan tahap realisasi dari perancangan sistem Smart Garden berbasis ESP32 yang telah dibahas pada Bab IV. Pada tahap ini, seluruh rancangan yang telah dibuat baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak diwujudkan menjadi sebuah sistem yang dapat berfungsi secara nyata. Implementasi dilakukan dengan mengintegrasikan perangkat keras berupa mikrokontroler ESP32, sensor soil moisture, sensor DHT11, modul relay, dan mini pompa DC, serta perangkat lunak berupa Arduino IDE sebagai media pemrograman, aplikasi Blynk sebagai media monitoring dan kontrol jarak jauh, dan Telegram sebagai media notifikasi kepada pengguna



Gambar 5. 1 Rangkaian Keseluruhan

Pada tahap implementasi perangkat keras, seluruh komponen dirangkai sesuai dengan skema rangkaian yang telah dirancang sebelumnya. ESP32 digunakan

sebagai pusat kendali sistem yang bertugas menerima data dari sensor soil moisture dan sensor DHT11. Sensor soil moisture dipasang pada media tanam untuk mendeteksi tingkat kelembaban tanah secara langsung, sedangkan sensor DHT11 digunakan untuk membaca suhu dan kelembaban udara di sekitar tanaman. Data yang diperoleh dari kedua sensor tersebut kemudian dikirimkan ke ESP32 untuk diproses lebih lanjut.

ESP32 memproses data sensor berdasarkan logika program yang telah dibuat menggunakan Arduino IDE. Berdasarkan hasil pemrosesan tersebut, ESP32 memberikan perintah ke modul relay untuk mengaktifkan atau mematikan mini pompa DC. Modul relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang memungkinkan ESP32 mengendalikan pompa air dengan aman meskipun memiliki perbedaan tegangan kerja. Mini pompa DC digunakan sebagai aktuator utama yang berfungsi untuk melakukan penyiraman tanaman secara otomatis.

Sistem Smart Garden yang diimplementasikan memiliki dua mode kerja, yaitu mode otomatis dan mode manual. Pada mode otomatis, sistem bekerja berdasarkan nilai kelembaban tanah yang dibaca oleh sensor soil moisture. Apabila nilai kelembaban tanah berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, sistem akan menganggap kondisi tanah dalam keadaan kering. Pada kondisi tersebut, ESP32 akan mengaktifkan relay sehingga pompa air menyala dan melakukan penyiraman tanaman. Pompa akan berhenti bekerja secara otomatis ketika nilai kelembaban tanah telah mencapai atau melebihi nilai ambang batas yang ditentukan, sehingga dapat mencegah terjadinya penyiraman berlebih.

Pada mode manual, pengguna dapat mengontrol pompa air secara langsung melalui aplikasi Blynk. Mode ini disediakan sebagai alternatif apabila pengguna ingin melakukan penyiraman secara manual atau melakukan pengujian sistem. Perintah yang diberikan melalui aplikasi Blynk akan dikirimkan ke ESP32 melalui jaringan internet dan dieksekusi secara langsung oleh sistem.

Selain sebagai media kontrol, aplikasi Blynk juga digunakan sebagai sistem monitoring. Pada aplikasi Blynk, data kelembaban tanah, suhu udara, dan kelembaban udara ditampilkan secara real-time dalam bentuk nilai digital. Dengan adanya sistem monitoring ini, pengguna dapat mengetahui kondisi lingkungan tanaman tanpa harus berada langsung di lokasi. Hal ini memberikan kemudahan dalam perawatan tanaman, terutama bagi pengguna yang memiliki keterbatasan waktu.

Sistem ini juga dilengkapi dengan fitur notifikasi melalui aplikasi Telegram. Notifikasi dikirimkan kepada pengguna apabila terjadi kondisi tertentu, seperti sensor tidak terbaca, pompa tidak berfungsi, atau terjadi gangguan pada sistem. Dengan adanya notifikasi ini, pengguna dapat segera mengetahui kondisi sistem dan melakukan tindakan yang diperlukan.

Berdasarkan hasil implementasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem Smart Garden berbasis ESP32 berhasil direalisasikan dan mampu bekerja sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Sistem dapat melakukan monitoring kondisi lingkungan tanaman, mengontrol penyiraman secara otomatis maupun manual, serta memberikan informasi kepada pengguna melalui aplikasi Blynk dan Telegram. Hasil implementasi ini menunjukkan bahwa sistem telah berjalan sesuai

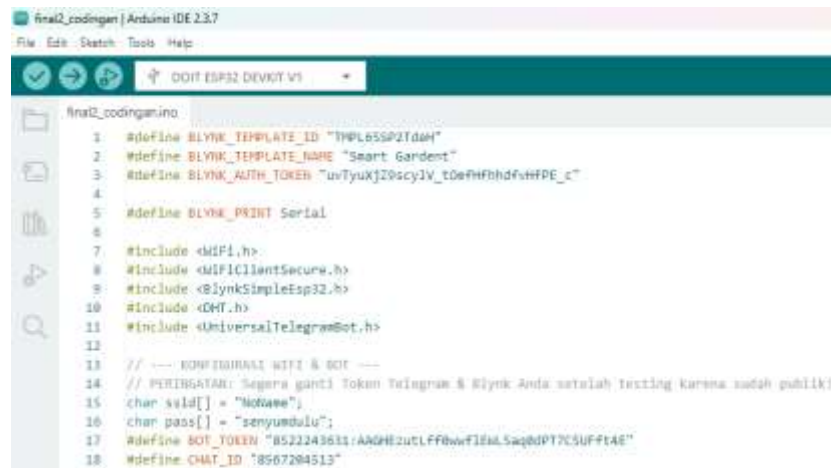
dengan tujuan penelitian dan dapat digunakan sebagai solusi perawatan tanaman berbasis Internet of Things (IoT) pada skala rumah tangga.

1.2 PENGUJIAN SOFTWARE

Pengujian software dilakukan untuk memastikan bahwa program yang dibuat dapat berjalan sesuai dengan logika yang dirancang dan mampu mengendalikan perangkat keras secara benar. Pengujian software meliputi pengujian program pada Arduino IDE dan pengujian aplikasi Blynk.

1.2.1 Pengujian Program Arduino IDE

Pengujian program pada Arduino IDE dilakukan dengan mengunggah (upload) program ke mikrokontroler ESP32 dan mengamati hasil eksekusi program melalui Serial Monitor. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa program dapat dikompilasi tanpa mengalami error, sensor soil moisture dan sensor DHT11 dapat dibaca dengan benar, serta logika kontrol penyiraman otomatis maupun manual dapat berjalan sesuai dengan perancangan sistem. Proses pengujian diawali dengan penulisan dan kompilasi program pada Arduino IDE, kemudian dilanjutkan dengan pengunggahan program ke ESP32 menggunakan kabel USB.



Gambar 5. 2 Program Arduino IDE

Setelah program berhasil diunggah, Serial Monitor digunakan untuk memantau data hasil pembacaan sensor secara real-time. Berdasarkan hasil pengujian, program berhasil dikompilasi dan diunggah ke ESP32 tanpa error. Data kelembaban tanah, suhu, dan kelembaban udara dapat ditampilkan dengan baik pada Serial Monitor. Selain itu, ketika nilai kelembaban tanah berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, pompa air secara otomatis aktif, dan akan kembali nonaktif ketika nilai kelembaban tanah meningkat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa program yang dibuat telah berjalan sesuai dengan logika dan perancangan sistem.

1.2.2 Pengujian Program BLYNK

Pengujian program Blynk dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi Blynk mampu menampilkan data hasil pembacaan sensor secara real-time serta dapat mengirimkan perintah kontrol ke mikrokontroler ESP32 dengan baik. Selain itu, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kestabilan koneksi antara ESP32 dan server Blynk melalui jaringan WiFi. Proses pengujian diawali dengan

menghubungkan ESP32 ke jaringan WiFi dan menjalankan aplikasi Blynk pada smartphone.



Gambar 5. 3 Tampilan BLYNK

Selanjutnya, dilakukan pengamatan terhadap tampilan data kelembaban tanah, suhu, kelembaban udara, serta status pompa yang ditampilkan pada aplikasi. Pengujian juga dilakukan dengan menggunakan tombol kontrol manual pada aplikasi Blynk untuk menyalakan dan mematikan pompa air. Berdasarkan hasil pengujian, data sensor berhasil ditampilkan pada aplikasi Blynk secara real-time tanpa jeda yang signifikan. Tombol kontrol manual berfungsi dengan baik dalam mengendalikan pompa sesuai dengan perintah pengguna. Hasil tersebut menunjukkan bahwa integrasi antara ESP32 dan aplikasi Blynk telah berjalan dengan baik sesuai dengan perancangan sistem.

1.3 PENGUJIAN HARDWARE

Pengujian hardware dilakukan untuk memastikan seluruh komponen perangkat keras pada sistem Smart Garden berbasis ESP32 dapat berfungsi dengan baik. Pengujian meliputi sensor soil moisture, sensor DHT11, modul relay, dan mini pompa DC. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor soil moisture mampu mendeteksi kondisi tanah kering dan basah dengan baik, sedangkan sensor DHT11 dapat membaca suhu dan kelembaban udara secara stabil. Modul relay berfungsi dengan baik sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan pompa air, dan mini pompa DC dapat bekerja sesuai dengan perintah yang diberikan oleh sistem. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa seluruh komponen hardware telah bekerja sesuai dengan perancangan sistem.

5.3.1 Pengujian Mikrokontroler ESP32

Pengujian mikrokontroler ESP32 dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat dapat berfungsi dengan baik sebagai pusat pengendali sistem Smart Garden. Pengujian dilakukan dengan mengunggah program melalui Arduino IDE dan mengamati respon ESP32 dalam membaca data sensor, mengendalikan modul relay, serta berkomunikasi dengan aplikasi Blynk dan layanan Telegram melalui jaringan WiFi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ESP32 dapat menjalankan program tanpa error, terhubung ke jaringan WiFi dengan stabil, serta mampu memproses data dan mengendalikan perangkat secara otomatis maupun manual sesuai dengan perancangan sistem.

Tabel 5. 1 Pengujian Mikrokontroler ESP32

NO	Komponen sistem		Terhubung Dengan	keterangan
1.	Mikrokontroler ESP32	Sensor <i>Soil Moisture</i>	Pin AO ESP32	Terhubung
		Sensor <i>DHT11</i>	Pin Data ESP32	Terhubung
		Relay mini pompa DC	Pin in ESP32	Terhubung

5.3.2 Pengujian Sumber Tegangan

Pengujian sumber tegangan dilakukan untuk memastikan bahwa catu daya yang digunakan mampu menyuplai tegangan secara stabil ke seluruh komponen sistem Smart Garden berbasis ESP32. Pengujian dilakukan dengan mengamati kondisi kerja ESP32, sensor, modul relay, dan mini pompa DC saat sistem beroperasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sumber tegangan mampu menyuplai daya dengan baik tanpa menyebabkan reset pada ESP32 atau gangguan pada pembacaan sensor. Dengan demikian, sumber tegangan yang digunakan dinyatakan layak dan sesuai untuk mendukung kinerja sistem secara keseluruhan.

Tabel 5. 2 Pengujian Tegangan

Parameter	Nilai yang di harapkan	Hasil pengujian
Tegangan <i>Output</i> adaptor Atau <i>Power Bank</i>	5V	5V(Stabil)

5.3.3 Pengujian Modul WIFI

Pengujian modul WiFi dilakukan untuk memastikan bahwa modul WiFi yang terintegrasi pada mikrokontroler ESP32 dapat berfungsi dengan baik dalam mendukung komunikasi data antara sistem Smart Garden dengan aplikasi Blynk dan layanan Telegram. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan ESP32 ke jaringan WiFi dan mengamati proses koneksi serta kestabilan komunikasi data selama sistem beroperasi.

Tabel 5. 3 Pengujian Modul WIFI

Kondisi Jaringan	Kecepatan Tranfer Data	Stabilitas Koneksi
Sinyal Kuat	Tinggi	Stabil
Sinyal Lemah	Menurun	Kurang Stabil
Beban Tinggi	Sangat Lambat	Tidak Stabil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa modul WiFi pada ESP32 mampu terhubung ke jaringan dengan baik dan mempertahankan koneksi secara stabil. Data sensor dapat dikirim dan diterima secara real-time melalui aplikasi Blynk, serta notifikasi dapat dikirimkan melalui Telegram tanpa mengalami gangguan. Dengan demikian, modul WiFi pada ESP32 dinyatakan berfungsi dengan baik dan layak digunakan dalam sistem.

5.3.4 Pengujian Sensor Soil Moisture

Pengujian sensor soil moisture dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi tingkat kelembaban tanah sebagai dasar pengambilan keputusan penyiraman otomatis. Pengujian dilakukan dengan menancapkan sensor pada

media tanah dengan kondisi kering, lembab, dan basah, kemudian mengamati nilai yang terbaca melalui Serial Monitor dan aplikasi Blynk.

Tabel 5. 4 Pengujian Soil Moisture

Kondisi Tanah	Nilai Sensor	Keterangan
Kering	40%	Pompa Aktif
Basah	50%	Pompa Mati

Berdasarkan hasil pengujian, sensor soil moisture mampu mendeteksi perbedaan kondisi tanah dengan baik dan memberikan nilai yang sesuai untuk proses pengambilan keputusan penyiraman otomatis.

5.3.5 Pengujian Sensor DHT11

Pengujian sensor DHT11 dilakukan untuk memastikan sensor dapat membaca suhu dan kelembaban udara di sekitar tanaman dengan baik. Pengujian dilakukan dengan mengamati hasil pembacaan sensor pada kondisi lingkungan normal dan menampilkan data melalui Serial Monitor serta aplikasi Blynk. Berdasarkan hasil pengujian, sensor DHT11 mampu menampilkan nilai suhu dan kelembaban udara secara stabil dan konsisten. Hal ini menunjukkan bahwa sensor DHT11 berfungsi dengan baik sebagai perangkat monitoring lingkungan pada sistem Smart Garden.

Tabel 5. 5 Pengujian Sensor DHT11

Parameter	Hasil Pembacaa	Kondisi
Suhu	Normal	Stabil
Kelembaban Tanah	Normal	Stabil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT11 mampu membaca suhu dan kelembaban udara secara stabil dan konsisten.

5.3.6 Pengujian Relay Dan Pompa

Pengujian relay dan pompa dilakukan untuk memastikan aktuator pada sistem dapat bekerja sesuai dengan perintah yang diberikan oleh mikrokontroler ESP32. Pengujian dilakukan dengan memberikan perintah aktif dan nonaktif secara otomatis berdasarkan nilai kelembaban tanah serta secara manual melalui aplikasi Blynk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa modul relay dapat berfungsi dengan baik sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan aliran listrik ke pompa air. Mini pompa DC menyala saat relay aktif dan berhenti bekerja saat relay nonaktif. Dengan demikian, sistem penyiraman otomatis dan manual dapat berjalan sesuai dengan perancangan yang telah ditentukan.

Tabel 5. 6 Pengujian Relay Dan Mini Pompa DC

NO	Mode Operasi	Status Relay	Kondisi Pompa	Keterangan
1	Manual	Aktif	Menyala	Tanah Kering
2	Manual	Nonaktif	Mati	Tanah Lembab
3	Otomatis	Aktif	Menyala	Tanah Kering
4	Otomatiss	Nonaktif	Mati	Tanah Lembab

Berdasarkan hasil pengujian, relay mampu bekerja dengan baik sebagai saklar elektronik dan pompa air dapat menyala serta mati sesuai dengan perintah sistem baik pada mode otomatis maupun manual.

1.4 HASIL PENGUJIAN KESELURUHAN

Berdasarkan hasil pengujian software dan hardware, sistem Smart Garden berbasis ESP32 dapat disimpulkan telah berjalan sesuai dengan perancangan dan tujuan penelitian. Seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak berfungsi dengan baik dan saling terintegrasi. Sistem mampu melakukan

monitoring kondisi tanaman secara real-time serta mengontrol penyiraman tanaman secara otomatis maupun manual. Dengan demikian, sistem ini layak digunakan sebagai solusi perawatan tanaman skala rumah tangga berbasis Internet of Things (IoT).

Tabel 5. 7 Pengujian Keseluruhan

No	Pengujian	Nilai Kelembaban	Status Pompa
1	Hari ke-1	40%	Nyala
2	Hari ke-2	42%	Nyala
3	Hari ke-3	49%	Mati
4	Hari ke-4	43%	Nyala
5	Hari ke-5	50%	Mati
6	Hari ke-6	45%	Nyala
7	Hari ke-7	55%	Mati

Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan sistem pada Tabel 5.7, dapat disimpulkan bahwa seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak pada sistem Smart Garden berbasis ESP32 telah bekerja sesuai dengan perancangan. Sistem mampu melakukan monitoring kondisi lingkungan tanaman serta mengendalikan proses penyiraman secara otomatis maupun manual melalui aplikasi Blynk dengan baik. Dengan demikian, sistem dinyatakan layak untuk diimplementasikan.

