

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN KONTROL PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS IoT MENGUNAKAN ARDUINO NODEMCU ESP8266 DAN APLIKASI BLYNK

¹Mohammad Fathoni

¹program studi Teknik Elektro ,FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
mfathoni@itbu.ac.id

Abstrak

Permasalahan penyiraman tanaman yang tidak tepat waktu sering kali menjadi kendala dalam merawat tanaman, terutama bagi mereka yang tidak punya waktu untuk merawat tanaman dan memiliki kesibukan tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut dengan merancang dan membangun sebuah sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)*. Sistem ini memanfaatkan teknologi Arduino Nodemcu Esp8266 sebagai pusat kendali dan aplikasi Blynk sebagai antarmuka pengguna. Sensor kelembapan tanah tertanam dalam media tanam untuk secara terus menerus memantau kondisi kelembapan tanah. Ketika tingkat kelembapan tanah mencapai ambang batas yang telah ditentukan, sistem akan secara otomatis mengaktifkan pompa air untuk menyiram tanaman. Dengan integrasi IoT, pengguna dapat memantau kondisi tanaman dan mengontrol sistem penyiraman dari jarak jauh melalui aplikasi Blynk pada telepon seluler maupun komputer. Sistem ini diharapkan dapat memberikan kemudahan bagi pengguna dalam merawat tanaman dan meningkatkan produktivitas tanaman.

Kata kunci: Internet of Things, Arduino Nodemcu Esp8266, Blynk, Sensor kelembapan tanah, sistem penyiraman otomatis.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang pesat di era digital saat ini memberikan dampak yang signifikan pada berbagai bidang, termasuk bidang pertanian. Salah satu tantangan utama yang sering di hadapi dalam perawatan tanaman adalah penyiraman tanaman yang tidak terkontrol dan tidak konsisten. Keterlambatan penyiraman tanaman atau kelebihan air saat menyiram tanaman dapat menyebabkan tanaman menjadi tidak sehat atau bahkan bisa menyebabkan tanaman mati. Masalah ini sering dialami oleh orang-orang yang ingin memelihara dan merawat tanaman tetapi memiliki kesibukan tinggi sehingga tidak memiliki waktu cukup untuk memantau dan merawat tanamannya secara berkala. Sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* dapat menjadi solusi yang efektif dalam mengatasi masalah ini, karena memungkinkan penggunanya untuk memonitor dan mengendalikan nya secara jarak jauh dengan bantuan koneksi internet.

Teknologi *Internet of Things (IoT)* terus berkembang dan telah banyak digunakan dalam berbagai sektor, salah satunya adalah bidang pertanian. Melalui teknologi ini, berbagai perangkat elektronik seperti sensor dan mikrokontroler dapat saling terhubung dan bekerja secara otomatis untuk meningkatkan efisiensi perawatan tanaman. Dengan memanfaatkan fasilitas dan kemampuan yang dimiliki oleh Mikrokontroler Arduino NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali, data kelembapan tanah yang diperoleh dari sensor dapat dikirim ke aplikasi Blynk sebagai antarmuka pengguna untuk memonitoring dan mengontrol dari jarak jauh.

Sistem penyiraman otomatis yang dirancang pada penelitian ini memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi tanaman secara *real-time* dan melakukan penyiraman secara otomatis ketika kelembapan tanah mencapai batas tertentu. Aplikasi Blynk yang berfungsi sebagai antarmuka pengguna, memungkinkan pemilik tanaman untuk

mengontrol sistem penyiraman langsung dari perangkat seluler atau komputer nya. Dengan sistem ini diharapkan produktivitas tanaman dapat meningkat, penggunaan air menjadi lebih efisien dan resiko kerusakan tanaman akibat kesalahan penyiraman dapat di minimalkan.

2. METODOLOGI

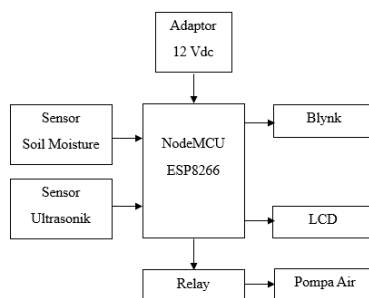
2.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan melakukan perencanaan, perancangan, implementasi, pengujian, dan analisis.

2.2 Bahan dan Alat Penelitian

2.2.1 Bahan Penelitian

Dalam tahapan rancang bangun dibutuhkan bahan dan alat untuk melakukan perancangan, dan implementasi antara lain : microcontroller, sensor, display, driver, serta koneksi ke aplikasi Blynk.



Gambar .1 Blok Diagram Alat
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Untuk implementasi dari microcontroller adalah menggunakan NodeMCU ESP8266 Sebagaimana terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.NodeMCU ESP7266
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Dalam pemrosesannya microcontroller membutuhkan sensor untuk digunakan sebagai input data. Adapun untuk sensor yang digunakan yaitu sensor *soil moisture* dan sensor *ultrasonik*. Sebagaimana terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar .3 Sensor Soil Moisture
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Sedangkan untuk sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar .4 Sensor Ultrasonik
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Perancangan keluaran dari microcontroller adalah berupa kondisi mati dan hidup dari modul relay. Modul relay ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar .5 Modul Relay
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Modul relay pada gambar diatas digunakan untuk sebagai saklar pemutus dan penyambung motor pompa air. Dengan digunakan relay maka microcontroller dapat mengendalikan beban dengan daya yang besar seperti motor pompa air. Selain modul relay digunakan sebagai perangkat keluaran modul *Liquid Crystal Display* (LCD) juga digunakan sebagai modul keluaran untuk menampilkan display data text dan angka. Modul LCD dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar .6 Modul LCD
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Penggunaan dari *Internet of Things (IoT)* diimplementasikan oleh *Blynk* dalam bentuk aplikasi sebagaimana terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar .7 Aplikasi *Blynk*
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Untuk dapat bekerja semua modul yang sudah dirancang diperlukan modul catu daya untuk memberikan pasokan daya kepada semua modul peralatan sehingga dapat bekerja dengan baik. Modul catu daya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar .8 Modul Adaptor
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Motor pompa air digunakan untuk menggerakkan air agar dapat melakukan penyiraman terhadap tanaman. Untuk motor pompa air dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar .6 Motor Pompa Air
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

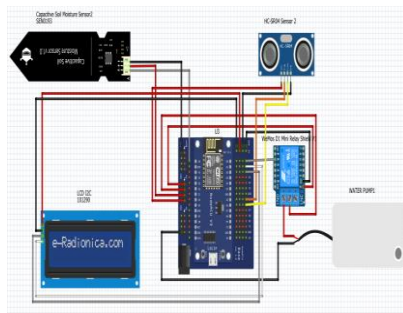
2.2.2 Peralatan Perakitan

1. Alat yang digunakan dalam perakitan semua modul adalah sebagai berikut :
 - a. Solder
 - b. Tang Potong
 - c. Penggaris
 - d. Obeng
 - e. Mur dan Baut
2. Adapun alat yang digunakan dalam proses pengukuran, yaitu :
 - 1) Multimeter adalah alat yang bisa digunakan untuk mengukur besaran listrik seperti tegangan, arus dan tahanan.
 - 2) Osciloskope adalah alat yang biasa digunakan untuk mengukur bentuk sinyal-sinyal listrik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Kerja Alat

Tahapan selanjutnya setelah perancangan adalah proses implementasi dari apa yang sudah dirancang. Hasil implementasi dari tahapan perancangan dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 7. Rangkaian Keseluruhan Alat

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Proses kerja dari alat pada gambar diatas adalah pertama kali *microcontroller NodeMCU ESP8266* akan membaca data dari sensor Soil Moisture dan sensor ultrasonik. Untuk kemudian data tersebut akan diproses dan data hasil pemrosesan akan dikirim ke aplikasi *Blynk* serta ke Modul relay. Proses hidup dan matinya pompa air berdasarkan kondisi

persyaratan tertentu dari pembacaan data yang ada dikedua sensor,

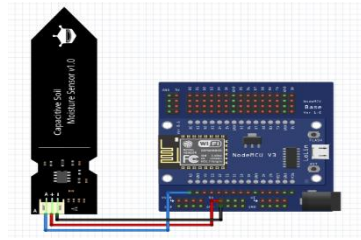
Dalam pembahasan ini akan di sampaikan beberapa hal yang berkaitan dengan proses kerja implementasi dari perancangan alat. secara berurutan dijelaskan sebagai berikut :

3.2 Pembuatan Rangkaian Perangkat Keras

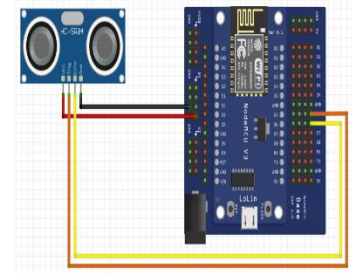
Pembuatan Rangkaian ini terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu rangkaian sensor kelembapan tanah yang dimana rangkaian ini berfungsi untuk mendeteksi persentase kadar air yang ada di media tanam, rangkaian sensor ultrasonik yang berfungsi untuk mendeteksi level air dalam bak penampungan, rangkaian LCD yang berfungsi untuk menampilkan nilai kadar air dalam tanah secara realtime, rangkaian relay dan pompa motor sebagai output dan rangkaian secara keseluruhannya.

3.2.1 Rangkaian Sensor Kelembapan Tanah

Perancangan alat ini dimulai dari rangkaian sensor kelembapan tanah ke modul *NodeMCU ESP8266*. Alat ini mendeteksi kadar air yang terdapat dalam tanah, dimana nilai standar kelembapan tanah adalah antara 20 – 60 %. Sensor ini bekerja dengan membaca kelembapan tanah melalui dua elektroda yang ditanam didalam tanah. Ketika tanah menjadi lembab sensor akan mendeteksi peningkatan kapasitansi, sebaliknya jika tanah kering maka kapasitansi nya akan menurun. Kebalikan dari nilai kapasitansi, sinyal tegangan yang dihasilkan oleh sensor ini juga berubah-ubah tetapi jika tanah dalam kondisi kering tegangan yang dihasilkan akan meningkat dan saat tanah dalam kondisi basah tegangan akan menurun. Data yang dihasilkan oleh sensor tersebut kemudian diterima oleh *microcontroller NodeMCU ESP8266* untuk ditampilkan dan diolah dan dieksekusi lebih lanjut.



Gambar 8. Rangkaian Sensor
Kelembaban Tanah
Sumber : Penelitian Mandiri 2024



Gambar 9. Rangkaian Sensor
Ultrasonik
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Tabel .1 Konektivitas Sensor Kelembaban
Tanah Pada Mikrokontroler ESP8266

Pin Sensor	Pin NodeMCU	Keterangan
A	A0	Pin analog untuk membaca sinyal
+	5V	Sumber daya positif (5Vdc)
I / GND	GND	Pentanahan, referensi nol volt

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Tabel .2 Konektivitas sensor ultrasonik pada
mikrokontroler ESP8266

Pin Sensor	Pin NodeMCU	Keterangan
VCC	5V	Sumber Daya Positif (5Vdc)
Gnd	GND	Ground, Referensi nol volt
Trigger	D5	Pin untuk mengirim sinyal (Transmitter)
Echo	D6	Pin untuk menerima sinyal (Receiver)

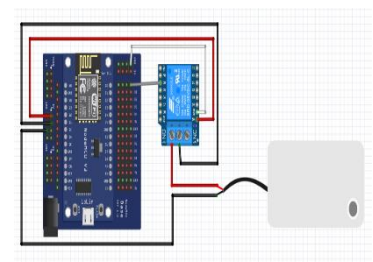
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.2.2 Rangkaian Sensor Ultrasonik

Rangkaian sensor ultrasonik HC SR04 digunakan sebagai input yang dikirimkan ke Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk mendeteksi level air dalam bak penampungan yang akan digunakan untuk mensuplai air untuk penyiraman tanaman. Apabila level air dalam kondisi aman maka pompa air akan menyala tetapi apabila level air dalam kondisi tidak aman maka pompa air tidak akan menyala. Alat ini memancarkan gelombang ultrasonik (*transmitter*) ke debit air yang terdeteksi. Setelah gelombang menyentuh permukaan air maka gelombang tersebut akan di pantulkan kembali dan di terima kembali oleh sensor (*receiver*). Kemudian sensor menghitung selisih anatar waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang panntul yang diterima. Hal ini berpengaruh pada perhitungan jarak, dikarenakan gelombang ultrasonik melakukan pengiriman dan penerimaan gelombang sehingga waktu yang dibutuhkan menjadi dua kali.

3.2.3 Rangkaian Relay dan Motor Pompa

Rangkaian ini dirancang sebagai *output* dari sensor kelembaban tanah yang mengirim data ke NodeMCU ESP8266, setelah data diterima dan diolah oleh NodeMCU ESP8266, NodeMCU memberikan sinyal untuk menjalankan relay dan secara otomatis jika relay on maka pompa juga akan on.



Gambar 10. Rangkaian Relay dan
Motor Pompa
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

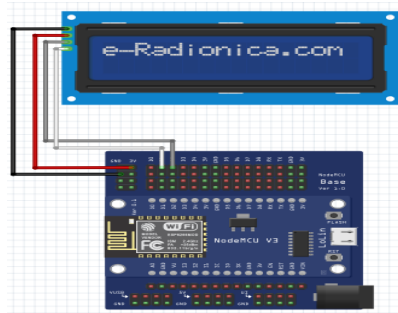
Tabel 3. Konektivitas relay dan motor pompa pada mikrokontroler ESP8266

Pin Relay	Pin NodeMCU	Keterangan
5V	5V	Sumber daya Positif untuk Relay
Gnd	GND	Ground atau sambungan negatif
D0	D0	Pin digital Untuk mengontrol Relay
Com	5V	Terminal umum (Common) relay terhubung ke 5V untuk memberi daya pada beban
NO	5V	Suplay sumber daya untuk motor pompa

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.2.4 Rangkaian LCD I2C

Rangkaian ini digunakan untuk menampilkan data dari sensor kelembaban tanah dan sensor ultrasonik yang dikirim ke Mikrokontroler NodeMCU ESP8266



Gambar 11. Rangkaian LCD
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Tabel .4 Konektivitas Pin LCD I2C Pada *Microcontroller* ESP8266

Pin LCD I2C	Pin NodeMCU	Keterangan
Vin	5V	Sumber daya positif untuk LCD
Gnd	GND	Ground atau sambungan negatif
SDA	D2	Pin data I2C untuk komunikasi (Data Line)
SCL	D1	Pin clock I2C untuk komunikasi (Clock Line)

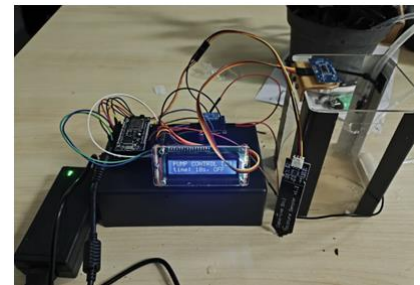
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.2.5 Rangkaian Keseluruhan

Hasil perancangan perangkat keras seperti Sensor kelembaban tanah, sensor ultrasonik, relay dan pompa air diharapkan mampu berkolaborasi dengan perangkat lunak yang sudah di rancang untuk masing-masing komponen tersebut dan di masukan kedalam mikrokontroler ESP8266. Yang selanjutnya hasil pengolahan

data yang di terima oleh mikrokontroler ESP8266 akan ditampilkan pada LCD berukuran 16x2 dan aplikasi Blynk.

Hasil perancangan ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi penyiraman, menghemat air dan memudahkan pengguna dalam memantau tanamannya.



Gambar 12. Rangkaian Keseluruhan
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.3. Pembuatan Perangkat Lunak

Untuk membuat program perangkat lunak sistem monitoring dan kontrol penyiraman tanaman otomatis ini, terlebih dahulu penulis menyusun langkah-langkah perancangan programnya sebagai berikut:

3.3.1 Pembacaan Kelembapan Tanah

Pada tahapan ini dilakukan perancangan program untuk membaca nilai kelembapan tanah yang di baca oleh sensor yang kemudian akan diolah oleh Mikrokontroler ESP8266

3.3.2 Pembacaan Kelembapan Tanah

Program ini di buat untuk membaca level air yang berada dalam bak penampungan (*reservoir*). Selain untuk membaca level air, program ini di buat sebagai penngaman untuk pompa air. Pompa air dapat bekerja apabila level air ada dalam batas normal, sebaliknya pompa air tidak akan dapat bekerja apabila bak penampungan kosong atau level air di bawah batas normal.

3.3.3 Pengendalian Motor Pompa

Agar proses penyiraman tanaman berjalan efektif, maka perlu di buatkan sebuah program atau algoritma kontrol untuk mengendalikan suplai air yang di kirim oleh pompa. Sehingga proses penyyiraman akan dilakukan sesuai kebutuhan.

3.3.4 Menampilkan Data di LCD

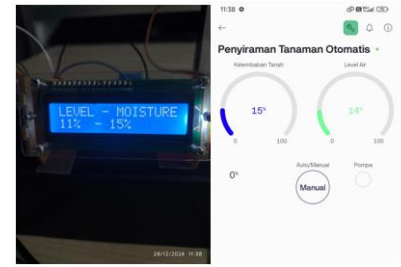
Untuk dapat memonitor proses penyiraman tanaman ini maka dibuatkan program untuk menampilkan proses penyyiraman tanaman tersebut pada sebuah layar LCD dengan ukuran 16x2.

3.3.5 Monitoring dan Kontrol Aplikasi Blynk

Selain ditampilkan pada layar LCD, proses penyiraman tanaman ini dapat di monitor dan di kontrol melalui aplikasi Blynk, dengan syarat aplikasi Blynk dan mikrokontroler ESP8266 terhubung dengan internet melalui sambungan Wi-Fi.

3.4 Pengujian Sensor Kelembapan Tanah Dengan rangkaian LCD dan Aplikasi Blynk

Sensor kelembapan tanah memiliki peranan penting dalam penyiraman tanaman otomatis ini, dimana pengukuran kelembapan tanah yang akurat dapat membantu dalam mengambil keputusan yang tepat dalam penyiraman tanaman. Selama pengujian, dilakukan pemantauan mengenai respon sensor terhadap berbagai tingkat kelembapan, baik dalam kondisi tanah kering maupun basah. Hasil pengujian ini akan menggambarkan seberapa efektif sensor dalam memberikan data yang diperlukan untuk menjaga kelembapan tanah.



Gambar 13. Pembacaan Kelembaban Tanah Pada Aplikasi Blynk Dan Layar LCD Saat Kondisi Kering

Sumber : Penelitian Mandiri 2024



Gambar 14. Pembacaan Kelembaban Tanah Pada Aplikasi Blynk Dan Layar LCD Saat Kondisi Basah

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Tabel .5 Pembacaan Sensor Kelembapan Tanah

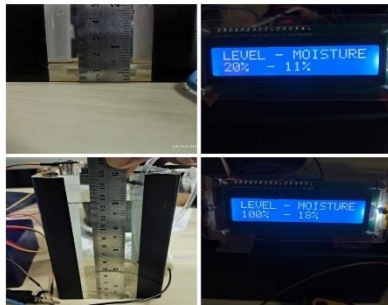
Kondisi Tanah	Nilai Sensor	Nilai Tegangan
Tanah Kering (< 20 %)	680 - 685	1.9 - 2.0 V
Tanah Basah (>20 %)	375 - 464	1.1 - 1.2 V

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Berdasarkan data di atas diketahui bahwa sensor kelembapan tanah sudah terkoneksi dengan benar dan mampu berfungsi dengan baik, sensor mampu membaca aktual kondisi tanah dan membedakan saat kondisi tanah kering atau saat kondisi tanah basah. Hal ini sangat baik karena pembacaan yang akurat dari sensor kelembapan tanah tersebut sangat mempengaruhi kinerja alat secara keseluruhan. Begitu juga dengan tampilan pada LCD dan aplikasi Blynk sudah mampu menunjukkan tampilan yang sama, ini berarti pengguna sudah dapat menggunakan LCD ataupun aplikasi Blynk untuk mengontrol dan memonitor kelembapan tanah.

3.4 Pengujian Sensor Ultrasonik

Setelah dilakukan pengujian didapat data hasil pengujian sebagai berikut :



Gambar 15. Hasil Pengujian Pembacaan Sensor Ultrasonik

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Tabel .6 Tabel Hasil Pegujian Sensor Ultrasonik

Level Air (%)	Ketinggian Air (cm)	Jarak sensor dengan permukaan air (cm)	Keterangan
20	1,35	13,5	Minimum
100	12,5	2,5	Maksimum (Batas toleransi 2 cm)

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Berdasarkan hasil pengujian dan penentuan nilai minimum serta maksimum pada bak penampungan dapat disimpulkan bahwa sensor ultrasonik mampu membaca nilai tersebut sesuai dengan yang diharapkan. Hal ini sangat baik karena ketepatan nilai yang dibaca oleh sensor ultrasonik dapat membantu sistem menentukan batas aman pompa air saat beroperasi

3.5 Pengujian Relay Dan Motor Pompa

Berikut ini merupakan hasil pengujian dari relay dan motor pompa :

Tabel .7 Tabel Pengujian Relay dan Motor Pompa

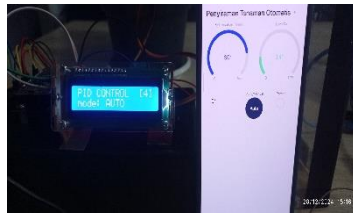
Level Air (%)	Kelembapan (%)	Status Pompa (On / Off)	Visual	
> 20	< 20	ON		
> 20	> 20	ON		
< 20	< 20	OFF		
< 20	> 20	OFF		

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa relay dan pompa dapat bekerja sesuai dengan perintah pada program yang telah dibuat. Relay dan pompa hanya akan bekerja apabila nilai level air berada diatas 20%. Tetapi relay dan pompa akan tetap bekerja meskipun nilai kelembapan tanah di atas 60%, meskipun hanya bekerja selama 1 – 2 detik saja, tujuannya adalah agar kelembapan tanah tetap terjaga.

3.6. Pengujian Aplikasi Blynk

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian terhadap aplikasi Blynk, tujuannya untuk mengetahui apakah aplikasi blynk mampu memberikan perintah pada sistem yang sudah di buat. Karena selain untuk memonitor, aplikasi blynk memiliki akses untuk mengontrol sistem, memberikan perintah pada sistem apakah sistem akan berjalan secara manual atau otomatis.



Gambar 16. Hasil Pengujian Aplikasi Blynk
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Pada gambar diatas dapat terlihat bahwa sistem pada layar LCD dan layar aplikasi blynk sama-sama beroperasi secara otomatis. Kemudian akan dilakukan percobaan apakah sistem akan berjalan secara manual atau tidak ketika blynk diberi perintah untuk merubah sistem dari Auto ke Manual. Dan hasil pengujian yang didapat bahwa aplikasi Blynk dapat berjalan dengan baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilakukan mengenai sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan Arduino NodeMCU ESP8266, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem ini mampu mengatasi masalah penyiraman yang tidak konsisten dengan memberikan solusi otomatis yang dapat memantau kelembapan tanah secara real-time. Hal ini mengurangi risiko kerusakan tanaman akibat penyiraman yang tidak tepat karena keterlambatan dalam menyiram tanaman tersebut.
2. Penggunaan aplikasi Blynk sebagai antarmuka pengguna memungkinkan pemilik tanaman untuk mengontrol dan memonitor kondisi tanaman dari jarak jauh, sehingga meningkatkan kenyamanan dan efisiensi dalam perawatan tanaman.
3. Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan teknologi IoT dalam bidang pertanian, khususnya dalam otomatisasi penyiraman. Dengan memanfaatkan teknologi ini, diharapkan produktivitas tanaman dapat meningkat dan penggunaan sumber daya air menjadi lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Yan Ilmas Puimera, Danang Danang, "Rancang Bangun Alat Penyortiran Barang Otomatis Berbasis Arduino Pada Pt Wahana Prestasi Logistik Semarang," *Elkom J. Elektron. dan Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 38–44, 2018, doi: 10.51903/elkom.v11i1.114.
- Dita Ardisuara Pamungkas, "Rancang Bangun Purwarupa Sistem Penyiraman Otomatis Dan Monitoring Untuk Budidaya Tanaman Mawar Greenhouse," *J. Peneitian*, pp. 11–33, 2021.
- N. Azis, M. S. Hartawan, and S. Amelia, "Rancang Bangun Otomatisasi Penyiraman dan Monitoring Tanaman Kangkung Berbasis Android," *IKRA-ITH Inform. J. Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. 3, pp. 95–102, 2020.
- R. R. Prabowo, K. Kusnadi, and R. T. Subagio, "Sistem Monitoring dan Pemberian Pakan Otomatis Pada Budidaya Ikan Menggunakan WEMOS dengan Konsep Internet of Things (IoT)," *J. Digit Digit. Inf. Technol.*, vol. 10, no. 2, pp. 185–195, 2020.
- F. Roby and J. Junadhi, "Sistem kontrol intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara pada greenhouse berbasis raspberry PI," *JTIS*, vol. 2, no. 1, 2019.
- E. Erwin et al., *Pengantar \& Penerapan Internet Of Things: Konsep Dasar \& Penerapan IoT di berbagai Sektor*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- F. Djuandi, "Pengenalan arduino," *E-book. www.tobuku*, vol. 24, 2011.
- Y. S. Parihar and others, "Internet of things and nodemcu," *J. Emerg. Technol. Innov. Res.*, vol. 6, no. 6, p. 1085, 2019.