

Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Penyiraman Tanaman Cabai Otomatis Berbasis *Internet of Things*

Rani Elsa Fajriyah^{1*}, Delsina Faiza²

^{1,2}Universitas Negeri Padang, Indonesia

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP, Air Tawar Padang, Indonesia

*Corresponding author e-mail : rani010801@gmail.com

ABSTRAK

Perancangan perangkat ini bertujuan untuk membuat sistem kontrol dan monitoring Penyiraman Tanaman Cabai Otomatis berbasis *Internet of Things*. Monitoring dan pengontrolan dilakukan dalam proses penyiraman agar penyiraman berjalan dengan optimal. Dalam pembuatan alat ini menggunakan metode *waterfall*. Pembuatan sistem kontrol dan monitoring ini menggunakan beberapa komponen yaitu *NodeMCU ESP8266*, Sensor Kelembapan (*Soil Moisture Sensor*), Sensor Suhu (*DHT11*), Sensor Debit Air (*Waterflow*), *RTC (Real Time Clock)*, dan *Smartphone*. Cara kerja alat ini adalah dapat menyiram tanaman cabai secara otomatis sesuai jadwal yang telah ditentukan pada aplikasi *Blynk* yaitu pukul 07:00 dan 17:00 WIB. Saat waktunya menyiram, pompa akan hidup dan mati sesuai jadwal serta saat kondisi kelembaban tanah $\geq 80\%$. Notifikasi akan muncul di *smartphone* pengguna melalui *blynk* untuk remote control dan monitoring serta *Liquid Crystal Display (LCD)* untuk close monitoring. Hasil pengujian alat menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan sangat baik sesuai dengan yang diharapkan.

Kata kunci: Penyiraman Tanaman Cabai, *Internet of Things*, *NodeMCU ESP8266*, *Blynk*.

ABSTRACT

The design of this device aims to create an Internet of Things-based Automatic Chili Plant Watering control and monitoring system. Monitoring and control is carried out in the watering process so that watering runs optimally. In making this tool using the waterfall method. This control and monitoring system uses several components, namely NodeMCU ESP8266, Soil Moisture Sensor, Temperature Sensor (DHT11), Water Flow Sensor, RTC (Real Time Clock), and Smartphone. The way this tool works is that it can water chili plants automatically according to the schedule specified in the Blynk application, namely 07:00 and 17:00 WIB. When it's time to water, the pump will turn on and off according to schedule and when soil moisture conditions are $\geq 80\%$. Notifications will appear on the user's smartphone via blynk for remote control and monitoring as well as liquid crystal display (LCD) for close monitoring. The tool test results show that the system works very well as expected.

Keywords: *Watering Chili Plants, Internet of Things, NodeMCU ESP8266, Blynk.*

I. PENDAHULUAN

Penyiraman tanaman memegang peranan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Faktor-faktor alam dan lingkungan seperti sinar matahari, air, tanah, suhu, dan nutrisi sangat mempengaruhi tanaman [1].

Ketika menanam cabai, perhatian khusus diperlukan, karena kondisi yang sesuai sangat penting untuk pertumbuhan yang optimal. Cabai memerlukan tanah dengan kelembaban 70-80% dan suhu udara antara 24-28°C. Oleh karena itu, pemantauan harian

terhadap kelembaban tanah dan suhu udara diperlukan untuk menjaga kondisi yang tepat [2].

Selain itu, waktu penyiraman yang tepat juga menjadi faktor kunci. Penyiraman yang teratur, namun tanpa memperhatikan waktu, suhu, dan kelembaban yang sesuai, dapat mengakibatkan hasil panen yang buruk. Penyiraman yang ideal untuk cabai adalah pada pagi dan sore hari, yaitu pukul 07.00 dan 17.00 WIB [3].

Saat ini, banyak petani masih mengandalkan metode tradisional dalam menyiram tanaman, yang memerlukan upaya manusia yang berulang. Hal ini

menghasilkan pemborosan sumber daya dan menghabiskan banyak waktu serta energi. Selain itu, pemantauan kelembaban tanah yang teratur juga menjadi tantangan bagi petani [4].

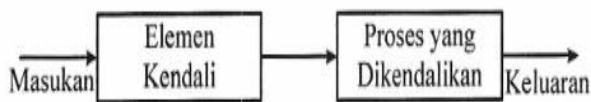
Namun, dengan kemajuan teknologi saat ini, terutama dalam pemanfaatan *Internet of Things (IoT)*, telah muncul alat yang mengotomatisasi kontrol dan pemantauan tanaman cabai melalui *smartphone*. Ini memungkinkan pengaturan waktu penyiraman secara otomatis melalui koneksi internet, dengan bantuan *platform IoT* seperti *server blynk*. Informasi mengenai kelembaban tanah, suhu, dan debit air yang diperoleh dari sensor-sensor dikirimkan untuk memantau kondisi tanaman cabai.

Internet of Things

Menurut Efendi (2018:20-21), *Internet of Things (IoT)* beroperasi melalui argumen pemrograman, yang setiap perintah argumen memfasilitasi interaksi otomatis antara mesin-mesin yang terhubung tanpa memerlukan campur tangan manusia, terlepas dari jaraknya [5]. Internet berperan sebagai penghubung antara dua mesin yang berkomunikasi, sementara peran manusia adalah sebagai pengawas dan pengelola perangkat tersebut[6].

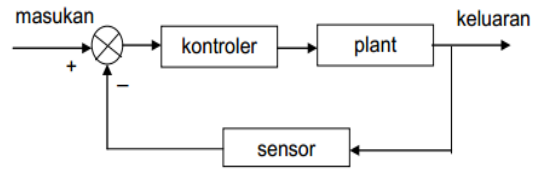
Sistem Kontrol

Sistem pengendalian merupakan alat yang digunakan untuk mengawasi, memberikan perintah, dan mengatur status suatu sistem, dengan tujuan meningkatkan kapasitas produksi dan mengoptimalkan operasional. Sistem pengendalian adalah suatu sistem yang mengelola satu atau lebih variabel atau parameter sehingga tetap berada dalam kisaran nilai yang ditentukan [7]. Terdapat dua jenis utama sistem pengendalian, yaitu sistem pengendalian loop terbuka (*open-loop control system*) dan sistem pengendalian loop tertutup (*closed-loop control system*). Pada sistem loop terbuka, keluaran sistem pengendalian ditentukan berdasarkan masukan tanpa adanya umpan balik.



Gambar 1. Diagram blok sistem kontrol loop terbuka

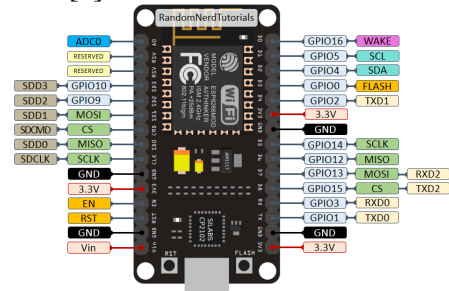
Dalam sistem kendali loop tertutup, arus keluaran diperhitungkan dan penyesuaian dilakukan berdasarkan umpan balik. Sistem loop tertutup juga dikenal sebagai sistem kontrol umpan balik.



Gambar 2. Diagram blok sistem kontrol loop tertutup

NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah platform *Internet of Things (IoT)* yang bersifat *open-source*. Ini mencakup perangkat keras yang terdiri dari sistem-*on-chip* ESP8266, bersama dengan perangkat lunak *firmware* yang dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman skrip eksternal. NodeMCU berbasis pada chip ESP8266, yang memiliki kemampuan untuk berfungsi sebagai mikrokontroler dan memiliki kemampuan untuk terhubung ke internet melalui jaringan *Wi-Fi* [8].



Gambar 3. NodeMCU ESP8266 pinout

Water flow

Sensor debit air menghitung aliran air yang memutar rotor dalam satuan waktu. Pada sensor efek *hall* yang terdapat pada sensor ini membaca sinyal tegangan dalam bentuk pulsa dan mengirimkan sinyal tersebut ke mikrokontroler dan memprosesnya sebagai data tentang laju aliran air. [7].

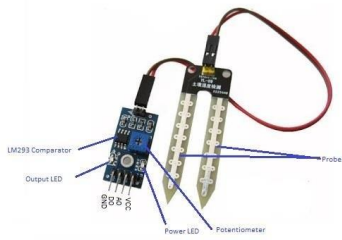


Gambar 4. water flow sensor

Soil Moisture Sensor FC-28

Sensor kelembaban tanah FC-28 adalah sebuah perangkat sensor yang digunakan untuk mengukur kelembaban tanah. Sensor ini terdiri dari dua probe yang digunakan untuk mengalirkan arus listrik

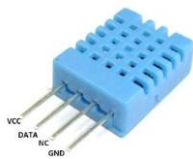
melalui tanah, dan kemudian mengukur resistansi tanahnya untuk menghasilkan nilai kelembaban.[9].



Gambar 5. Soil moisture sensor FC-28

DHT11

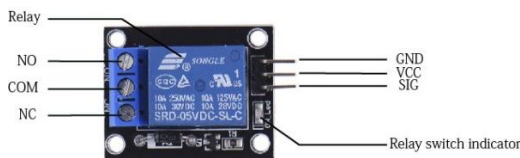
Sensor DHT11 adalah sebuah modul sensor yang berfungsi aktif untuk mengukur suhu dan kelembaban dari suatu objek. Sensor ini menghasilkan keluaran tegangan analog yang dapat diolah lebih lanjut oleh mikrokontroler. Modul sensor ini termasuk dalam kategori elemen resistif, mirip dengan perangkat pengukur suhu seperti NTC (*Negative Temperature Coefficient*).



Gambar 6. DHT11

Relay

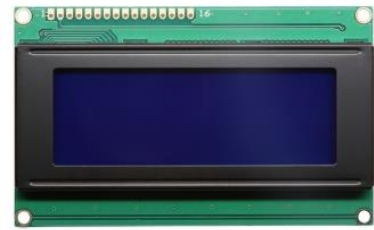
Relay adalah sebuah komponen elektronik berbentuk saklar atau switch listrik yang diaktifkan melalui sinyal listrik. Relay terdiri dari dua komponen utama, yaitu elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/switch). Relay memiliki dua jenis saklar, yaitu saklar *Normally Open (NO)* dan saklar *Normally Closed (NC)*.



Gambar 7. Relay

Liquid Crystal Display

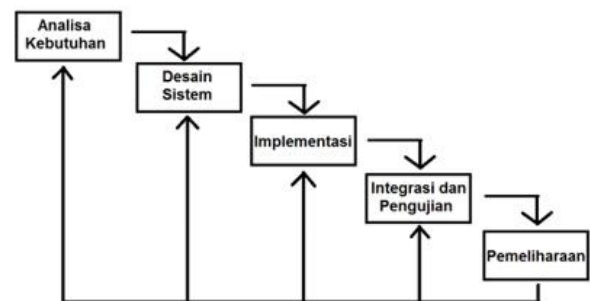
LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah sebuah layar elektronik yang dibuat dengan menggunakan teknologi *CMOS* yang tidak mengemisikan cahaya sendiri, tetapi mengarahkan cahaya sekitarnya ke lampu latar atau menyalakan cahaya latar. LCD (*Liquid Crystal Display*) berperan sebagai tampilan informasi yang menampilkan karakter, huruf, angka, atau grafik.



Gambar 8. Liquid Cristal Display

II. METODE

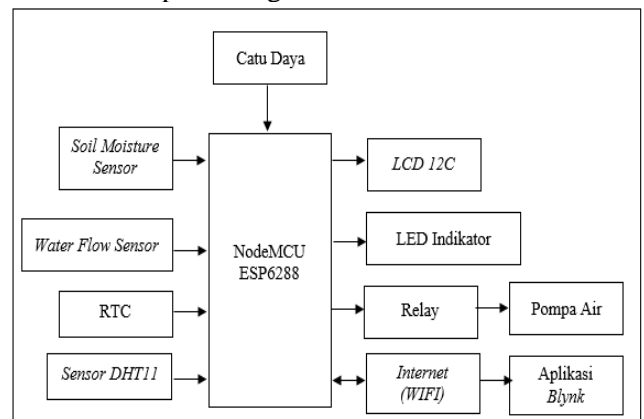
Perancangan dan pembuatan dalam Tugas Akhir ini merupakan pembuatan alat yang mampu mengontrol penyiraman tanaman cabai secara otomatis menggunakan Modul NodeMCU ESP8266 berbasis IoT dengan aplikasi *Blynk*. Perancangan dan pembuatan alat ini menggunakan metode penelitian *waterfall*.



Gambar 9. Metode *waterfall*

Metode air terjun, yang sering disebut sebagai metode *waterfall*, kadang-kadang disebut sebagai siklus hidup klasik. Ini menggambarkan pendekatan yang sistematis dan berurutan di mana proses dimulai dengan mengidentifikasi masalah, merancang sistem, mengimplementasikannya, melakukan pengujian, mencoba sistem, dan melakukan pemeliharaan. Jika hasil pengujian tidak sesuai dengan harapan, maka dilakukan evaluasi yang dimulai dari mengidentifikasi masalah.

Blok Diagram sistem merupakan diagram alir utama sistem yang menggambarkan skema atau susunan dari perancangan alat secara keseluruhan.

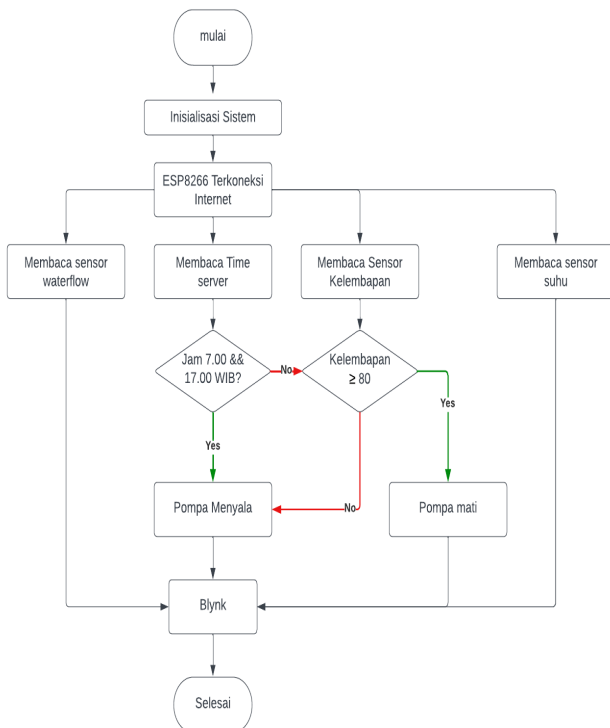


Gambar 10. Blok diagram

Berdasarkan gambar 10 dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Sensor Kelembaban Tanah (*Soil Moisture Sensor*)
Sensor ini berperan dalam mendeteksi tingkat kelembaban tanah pada tanaman cabai.
- b. Real Time Clock (RTC)
RTC digunakan untuk mengelola waktu dengan akurasi yang tinggi dan mengatur semua fungsi berkaitan waktu.
- c. Sensor Aliran Air (*Water Flow Sensor*)
Sensor ini digunakan untuk menghitung laju aliran air yang berputar dengan satuan mL/s.
- d. Sensor DHT11
Sensor DHT11 berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban udara.
- e. NodeMCU ESP8266
NodeMCU ESP8266 berperan sebagai pengendali utama alat ini dan digunakan untuk berkomunikasi dengan internet melalui pemrograman dengan perangkat lunak Arduino IDE.
- f. Relay
Komponen ini digunakan untuk mengendalikan aliran listrik dengan cara membuka dan menutup sirkuit.
- g. Pompa Air DC
Pompa Air DC digunakan untuk mengambil dan mengalirkan air ke setiap tanaman cabai.

Diagram alir atau bagan merupakan diagram yang menunjukkan langkah-langkah dan keputusan untuk menjalankan suatu proses dalam suatu program.

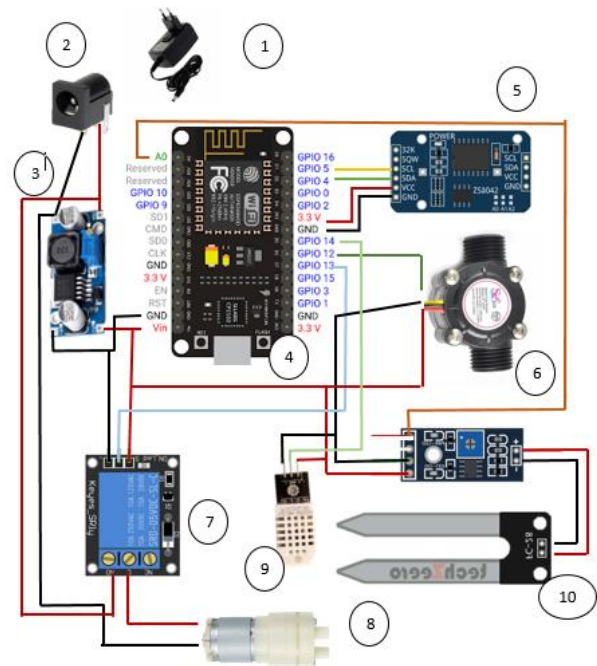


Gambar 11. *Flowchart* Penyiraman tanaman cabai otomatis berbasis *IoT*

Alat melakukan penyiraman tanaman cabai secara otomatis. Alat dapat terhubung ke smartphone untuk memantau tingkat persentase kelembapan pada tanah, debit air yang keluar, suhu dan kelembapan udara dan penjadwalan waktu penyiraman tanaman cabai. Untuk melakukan penyiraman, waktu penyiraman dijadwalkan melalui aplikasi *blynk*.

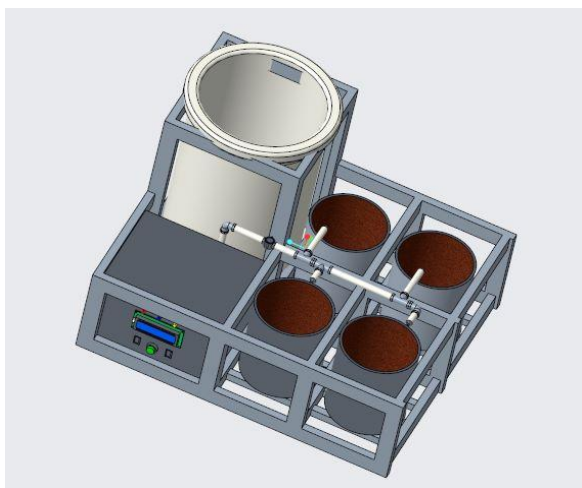
Setelah waktu diinputkan pada aplikasi maka relay akan *ON* sesuai jadwal dan pompa akan langsung melakukan proses penyiraman pada tanaman cabai. Karena kondisi tanaman berada di luar ruangan, jadi untuk menghindari efek pemborosan air digunakan sensor kelembapan tanah yaitu sensor *soil moisture* agar pompa *OFF* secara otomatis ketika terjadi hujan (kelembapan tanah $\geq 80\%$). Smartphone akan menerima pemberitahuan penyiraman dan aplikasi juga akan menampilkan kondisi kelembapan tanah, suhu, serta jumlah debit air dan waktu pada aplikasi *blynk*.

Rancangan rangkaian elektronika merupakan perancangan komponen yang digunakan pada alat.



Gambar 12. Rancangan rangkaian sistem

Desain rancangan alat penyiram tanaman cabai secara otomatis merupakan bentuk mekanik dari sistem alat yang terdiri dari beberapa hardware yang akan digunakan. Kerangka alat terbuat dari bahan aluminium dengan panjang 70 cm, lebar 50 cm, dan tinggi 25 cm yang didesain menggunakan aplikasi *creo parametric 4.0*. Kotak komponen elektronika dibuat dari bahan akrilik bening ketebalan 2mm dengan panjang 24 cm, lebar 17 cm, dan tinggi 14 cm yang didesain menggunakan aplikasi *Autocad 2007* serta penampungan air yang berbahan plastik.



Gambar 13. Desain alat

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini mengulas proses pengujian perangkat sesuai dengan rencana yang telah disusun dalam sistem. Pengujian merupakan tahap yang krusial dan wajib untuk menilai kesesuaian sistem yang telah dibuat dengan harapan yang ada, dan ini tercermin dari hasil yang muncul selama proses pengujian sistem.

Hasil Pengujian

1. Pengujian Soil Moisture Sensor FC-28

Tabel 1. Pengujian Soil Moisture Sensor FC-28

Perco baan	Kelembapa n (%)	Kondisi Tanah	Status Pompa	
			ON	OF F
1	32	Kering	✓	
2	49	Sedang	✓	
3	65	Lemba b	✓	
4	69	Lemba b	✓	
5	83	Basah		✓

Hasil pengujian tabel diatas menunjukkan bahwa sensor dapat bekerja dan membaca kelembapan dengan baik dalam lima kali percobaan pada masing-masing kondisi tanah yang berbeda. jika kelembapan tanah $\leq 80\%$ maka pompa tetap hidup dan kelembapan tanah diatas $\geq 80\%$ maka pompa akan mati.

2. Pengujian DHT11

Pengujian sensor bertujuan untuk mengevaluasi tingkat ketidakakuratan yang terjadi. Ketidakakuratan dalam pengukuran atau pengamatan dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama: kesalahan sistematis, kesalahan acak, dan kesalahan tindakan. Kesalahan sistematis adalah jenis ketidakakuratan dalam pengukuran yang menghasilkan dampak yang konsisten terhadap hasil pengukuran. [10].

Rumus perhitungan nilai error:

$$error = |X - Xi| \quad (1)$$

$$\%error = \left| \frac{X - Xi}{X} \times 100\% \right| \quad (2)$$

Keterangan :

X = Data Sebenarnya

X_i = Data Terukur

% Error = Ralat Systematic

Selanjutnya dapat dijabarkan untuk mencari error dan menghitung % error yaitu :

$$error = |Suhu Sebenarnya - Suhu Terukur|$$

$$\%error = \left| \frac{Suhu Sebenarnya - Suhu Terukur}{Suhu Sebenarnya} \times 100\% \right|$$

Tabel 2. Pengujian DHT11

No	Pengukuran suhu Thermometer TP 101 (°C)	Pengukuran Sensor Suhu DHT11 (°C)	Error	% Error
1	29.4	29.3	0.1	0.3
2	29.3	29.1	0.2	0.6
3	29.8	29.7	0.1	0.3
4	29.7	29.7	0	0
5	29.9	29.8	0.1	0.3
Rata-rata error dan % error			0.1	0.3%

Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa sensor suhu DHT11 keakuratannya teruji dengan baik dalam membaca nilai suhu udara, karena memiliki rata-rata error sebesar 0,1 dan %error 0.3% yang mana nilai tersebut tergolong kecil.

3. Pengujian Waterflow

Pada pengujian ini dilakukan dua kali pengujian dengan menggunakan aliran air dan tanpa aliran air.

Tabel 3. Pengujian waterflow

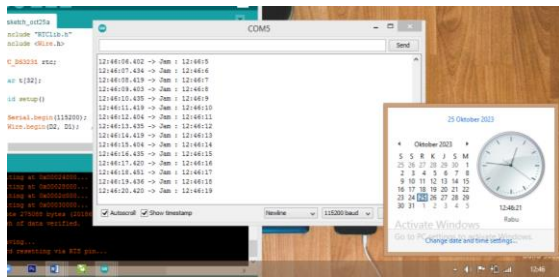
Aliran air pada waterflow	Kondisi waterflow
Tanpa aliran(udara)	OFF
Dengan aliran	ON

Dari hasil pengukuran tabel diatas Waterflow Sensor dapat bekerja dengan baik, terbukti karena ketika air mengalir, Waterflow Sensor dalam kondisi ON dan dapat menampilkan besaran air dalam satuan mL, dan jika air tidak ada air maka Waterflow Sensor akan OFF .

4. Pengujian modul Real Time Clock

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan modul RTC dalam membaca tanggal dan waktu berdasarkan apa yang terjadi. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil RTC dengan waktu laptop yang

dikonfigurasi untuk memiliki pembaruan otomatis berdasarkan waktu setempat. Berikut perbandingan hasil dari modul RTC DS3231 yang ditampilkan ke dalam serial monitor *Arduino IDE*.



Gambar 14 Hasil Pengujian *Real Time Clock*

Berdasarkan hasil pengujian diatas waktu pada RTC akurat karena sama dengan waktu yang ditampilkan pada laptop. Selanjutnya dilakukan pengukuran untuk mengetahui tegangan RTC ketika ON/OFF yang diukur pada pin GPIO NodeMCU ESP8266. Berikut hasil pengukuran pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengukuran *Real Time Clock*

Pin Diukur	Tegangan Terukur (Volt)	
	ON	OFF
SDA / D2	4.73	0
SCL / D1	4.73	0

Tabel diatas merupakan hasil pengukuran tegangan RTC. Ketika RTC OFF hasil pengukuran menunjukkan 0V. Ketika RTC ON hasil pengukuran menunjukkan tegangan 4.73 V. Hasil pengujian dan pengukuran diatas dapat disimpulkan bahwa RTC dapat berfungsi dengan baik.

5. Pengujian *Relay*

Tabel 5. Hasil Pengujian *Relay*

Relay	Tegangan coil (V)	Kondisi relay	
		NC	NO
Relay 5V	0	(normaly close)	(normaly open)
	3.32	(open)	(close)

Hasil pengujian relay ketika OFF tegangan terukur 0V dengan kondisi *default* relay NC dan NO. Ketika kondisi ON tegangan 3.32V maka relay NC akan berubah *open* dan NO menjadi *Close*. Dari hasil pengujian relay bekerja dengan baik, terbukti dengan aktifnya relay menggunakan tegangan yang berasal dari PIN GPIO NodeMcu ESP8266.

6. Pengujian penyiraman berdasarkan waktu dan kelembapan.

Ketika sensor kelembapan mendeteksi kondisi tanah dalam keadaan rentang 0 – 80 % maka sensor mengirim sinyal pada NodeMCU ESP8266 agar pompa tetap *ON* sesuai waktu yang dijadwalkan pada *blinky* dan ketika sensor mendeteksi kelembapan sudah mencapai batas maksimum melebihi 80% maka otomatis pompa akan *OFF*.

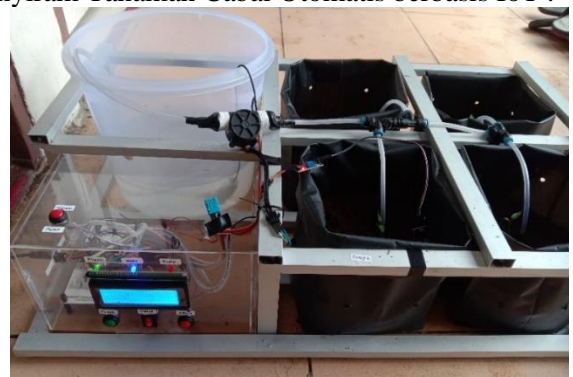
Tabel 6. Hasil penyiraman berdasarkan waktu dan kelembapan.

Hari	Pukul 7.00 WIB		Pukul 17.00 WIB	
	Soil Moisture (%)	Status Pompa (ON/OFF)	Soil Moisture (%)	Status Pompa (ON/OFF)
1	58	ON	41	ON
2	64	ON	88	OFF
3	62	ON	62	ON
4	51	ON	67	ON
5	81	OFF	48	ON
6	48	ON	50	ON
7	42	ON	49	ON

Berdasarkan tabel diatas dapat diambil kesimpulan bahwa penyiraman tanaman cabai otomatis berbasis *IoT* berjalan dengan baik sesuai dengan sistem yang telah dirancang. Relay dan pompa sama-sama berkerja dengan baik dan kedua sensor yaitu sensor kelembapan dapat membaca kondisi kelembapan diatas 80% maka pompa akan *OFF*.

Hasil Perancangan Perangkat Keras

Berikut tampilan keseluruhan mekanik alat Penyiram Tanaman Cabai Otomatis berbasis *IoT* :



Gambar 15 Hasil pembuatan mekanik

Hasil Perancangan Perangkat Lunak

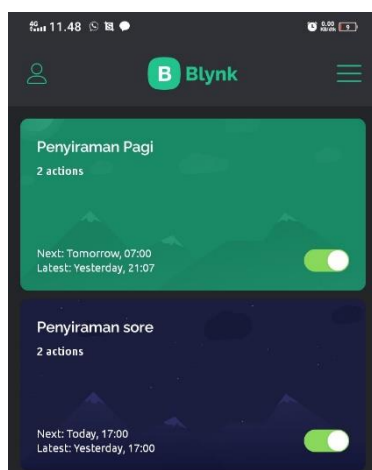
Pada perancangan perangkat lunak menggunakan aplikasi *blinky* untuk mengontrol dan memonitoring kondisi tanaman cabai. *Interface* pada *device* yang ditampilkan yaitu hari, tanggal,

waktu, suhu, kelembapan, kelembapan tanah dan *switch* pompa.



Gambar 16 Tampilan *Devices Blynk IoT* kontrol Penyiram Tanaman Otomatis

Sistem Penjadwalan menggunakan automation aplikasi *Blynk IoT* bekerja dengan dengan syarat alat terhubung dengan sinyal wifi terlebih dulu kemudian diatur jadwal kondisi waktu pompa ketika hidup dan mati sesuai yang diinginkan. Setelah diatur maka pompa akan hidup secara otomatis sesuai penjadwalan. Berikut tampilan antarmuka penyiraman otomatis dengan penjadwalan *blynk* yang terdiri dari 2 jadwal yaitu penyiraman pagi pukul 07.00 dan penyiraman sore pukul 17.00 pada gambar 17.



Gambar 17 Tampilan *dashboard* penjadwalan *blynk*

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan percobaan pada alat Penyiram tanaman cabai otomatis berbasis *IoT* dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Telah dihasilkan alat dapat mempermudah proses penyiraman dan menghemat waktu penyiraman pada tanaman cabai, karena

penyiraman dilakukan secara otomatis menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266

2. Telah dihasilkan perangkat yang dapat dikontrol dan dimonitoring dari jarak dekat maupun jauh menggunakan aplikasi *blynk* yang bekerja dengan baik.
3. Penggunaan *Soil Moisture Sensor*, *Waterflow Sensor*, *Sensor Suhu DHT11*, *RTC*, *Relay*, *LCD* dan *Pompa air DC* yang dapat diaplikasikan pada alat dan mampu beroperasi dengan baik dalam sistem penyiraman cabai.

V. SARAN

Berdasarkan pengalaman yang diperoleh selama penelitian penyiraman cabai otomatis terdapat beberapa kendala yang ditemukan, untuk pengembangan lebih lanjut penulis menyarankan beberapa saran sebagai berikut:

1. Memilih jenis pompa yang kuat agar air merata sampai ke semua tanaman.
2. Pada aplikasi perlu dikembangkan atau diganti agar lebih banyak pengguna yang dapat mengontrol alat dari jarak jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alam, S. N. (2022). Smart Farming Berbasis IOT pada Tanaman Cabai untuk Pengendalian dan Monitoring Kelembapan Tanah dengan Metode Fuzzy. *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, 3(1).
- [2] Sanjaya, O. (2018). Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Internet of Things Melalui Blynk Sebagai Penunjang Urban Farming. Skripsi. Universitas Jember.
- [3] Mootalu, R., Pembengo, W., & Rahim, Y. (2022). Tingkat Frekuensi Penyiraman dan Waktu Aplikasi Pupuk Phonska Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Cabai (*Capsicum annum L.*). *Jurnal Agroteknotropika*, 11(1), 49-56.
- [4] Barik, M. Z. ., Hidayat, W., A, H., Sikki, M. ., & Sujatmiko, A. (2020). Alat Penyiram dan Monitoring Tanaman Cabai Berbasis Internet of Things Menggunakan Wemos D1 R3 dan Aplikasi Thingspeak. *JREC (Journal of Electrical and Electronics)*, 9(2), 83–90.
- [5] Efendi, Y. (2018). Internet of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Al Asyariah Mandar*, 4(2), 21-27.
- [6] Yudhanto, Y., & Azis, A. (2019). *Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT)*. UNSPress.

- [7] Saputra E, K. M. (2019). RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DEBIT AIR PADA POMPA PARALEL BERBASIS . *CRANKS*, 74.
- [8] Naldi, R. A. (2023). *Prototype Sistem Monitoring Dan Kontrol Pembibitan Kelapa Sawit Berbasis Internet Of Things* (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry Banda Aceh).
- [9] Husdi. (2018). MONITORING KELEMBAPAN TANAH PERTANIAN MENGGUNAKAN SOIL MOISTURE SENSOR FC-28 DAN ARDUINO UNO. *ILKOM Jurnal Ilmiah*.
- [10] Lutfiyana, L., Hudallah, N., & Suryanto, A. (2017). Rancang bangun alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah, dan resistansi. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(2), 80-86.