

Rancang Bangun Penyiram Tanaman Cabai Otomatis Berbasis Arduino Dengan Sumber Daya Panel Surya

Faqih Alvrido^{1*}, Sunardi¹

¹Fakultas Teknik, Teknik Elektro, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspipetek No. 46, Kel. Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan. Banten 15310, Indonesia

Email: ^{1*}alvridofaqih@gmail.com, ²dosen00856@unpam.ac.id

(* : coresponding author)

Abstrak– Pada penelitian ini yaitu bertujuan untuk mempermudah petani dalam melakukan penyiraman. disini peneliti menggunakan tanaman cabai, karena cabai merupakan salah satu kebutuhan pangan manusia. Adapun komponen sensor yang digunakan pada alat prototype penyiraman tanaman ini adalah sensor soil moisture, modul ESP 8266, sensor DHT 11, RTC (Real Time Clock) dan buzzer. Dan untuk mikrokontroler yang digunakan peneliti adalah Arduino ATmega 2560. Peneliti menggunakan Arduino Mega 2560 karena mempunyai memori yang lebih banyak dari pada Arduino Uno. Alat ini menggunakan energi dari daya matahari untuk menghidupkannya. Peneliti menggunakan panel surya untuk menghasilkan listrik dari panasnya matahari. Energi matahari yang diserap oleh panel surya akan di ubah menjadi energi listrik oleh Solar Charge Controller (SCC), dan energi listrik tersebut akan di simpan pada baterai khusus yaitu baterai Lithium ion. Dari dasar pengujian penyiram tanaman cabai yang telah dilakukan secara keseluruhan, pompa menyiram tanaman cabai berdasarkan lembabnya tanah dengan kelembaban (<50%) dan waktu yg telah di tentukan. Saat kelembaban tanah (>70%) pompa akan berhenti menyiram, dan waktu penyiraman yang di tentukan sebanyak 3x dalam sehari. Untuk mengatur waktu jadwal penyiram peneliti menggunakan modul ESP 8266 agar dapat di atur melalui aplikasi BLYNK pada handphone. Peneliti juga menerapkan pengaturan jadwal secara manual pada panel box dengan menekan tombol switch button. Dengan dibuatnya prototype Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Dengan Sumber Daya Panel Surya ini agar memudahkan para petani cabai dapat menghasilkan panen yang memuaskan, dan menghemat waktu saat melakukan penyiraman.

Kata Kunci: Alat penyiram otomatis, Soil Moisture, mikrokontroler, *solar cell*, Alat Penyiram Tanaman Cabai, Perangkat IOT Untuk *Smart Greenhouse*

Abstract– In this study, it aims to make it easier for farmers to do watering. here researchers use chili plants, because chili is one of the human food needs. The sensor components used in this plant watering prototype tool are soil moisture sensors, ESP 8266 modules, DHT 11 sensors, RTC (Real Time Clock) and buzzers. And for the microcontroller used by researchers is the Arduino Mega 2560. Researchers use Arduino Mega 2560 because it has more memory than Arduino Uno. This tool uses energy from solar power to power it. Researchers use solar panels to generate electricity from the heat of the sun. Solar energy absorbed by solar panels will be converted into electrical energy by the Solar Charge Controller (SCC), and the electrical energy will be stored in a special battery, namely a Lithium ion battery. From the basic testing of chili plant sprinklers that have been carried out as a whole, the pump waters the chili plants based on soil moisture with humidity (<50%) and a predetermined time. When the soil moisture (>70%) the pump will stop watering, and the specified watering time is 3x a day. To set the time of the watering schedule, researchers use the ESP 8266 module so that it can be set through the BLYNK application on a cellphone. Researchers also apply manual schedule settings on the panel box by pressing the switch button. With the creation of this Arduino-based Automatic Plant Sprinkler prototype with Solar Panel Resources to make it easier for chili farmers to produce a satisfying harvest, and save time when watering.

Keywords: Automatic sprinklers, Soil Moisture, microcontroller, *solar cell*, Chili Plant Sprinklers, IOT Devices for *Smart Greenhouse*

1. PENDAHULUAN

Metode penyiraman yang biasa digunakan oleh para petani kebanyakan masih manual dengan selang air yang diujung selang di beri alat pemutar air, sehingga dapat menjangkau lebih luas saat penyiramannya. Metode manual ini memakan waktu lama jika tanaman yang ditanamnya banyak, dan petani tidak tahu seberapa takaran air saat menyiramnya agar tanah tidak terlalu basah/lembab.(Hamdi, 2019) Jika tanah dengan kadar air terlalu tinggi maka akan mempengaruhi tanaman tersebut, dan menyebabkan gagalnya pertumbuhan tanaman/mati. Beberapa faktor yang perlu di perhatikan dalam merawat tanaman cabai diantaranya yaitu : intensitas cahaya, suhu, air,

dan kelembaban. Pada umumnya Suhu pada tanaman yaitu sekitar 18°C - 30°C dan kelembaban tanahnya berada dikisaran 50% sampai 70%. (Setiawan, 2019) Panel surya adalah merupakan jenis pembangkit listrik yang memanfaatkan kondisi alam sekitar, oleh karena itu energi yang dihasilkan oleh pembangkit sangat bergantung pada kondisi alam dan cuaca yaitu keadaan sinar matahari dan cuaca disekitar panel. Cara untuk mengetahui cara kerja pembangkit listrik tenaga surya adalah dengan memantau tegangan dan arus yang dihasilkan dari panel surya agar dapat mengetahui kinerja dari panel.

Andi Priyono dan Pandji Triadyaksa (2020), penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem penyiram tanaman berbasis ESP8266 yang dapat diatur dan dibaca melalui aplikasi smartphone Telegram dengan kontrol menyalakan dan mematikan pompa secara otomatis sesuai kondisi kelembaban tanah (Priyono & Triadyaksa, 2020).

Achmad Aminul Muklis, Ulul Ilmi (2020), melakukan penelitian menggunakan sebuah sensor soil moisture / kelembaban tanah dan mikrokontroler sebagai kendali dan kontrol utama dalam alat tersebut. Alat ini dibuat berfungsi untuk menyiram tanaman cabai secara otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah dan mikrokontroler. Berdasarkan PH tanah yang sudah di set sesuai kebutuhan tanaman cabai, Alat ini juga dilengkapi LCD (Liquid Cristal Display) yang dapat menampilkan kondisi tanah apakah lembab atau kering sesuai dengan pembacaan dari sensor kelembaban tanah dalam bentuk nilai pada LCD Alat ini juga dilengkapi dengan pompa Air guna penyiraman cabai (Muklis & Ilmi, 2020).

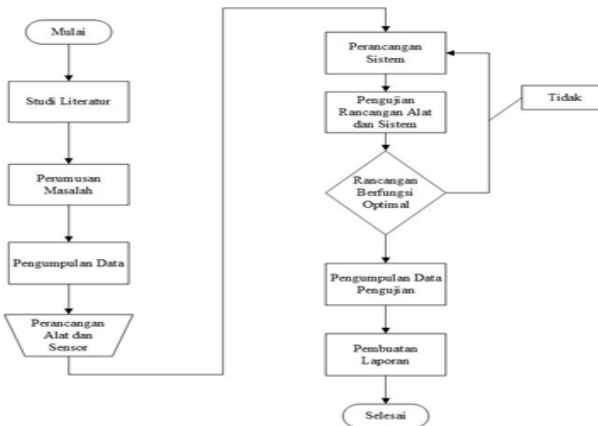
Mareta Dwi Anastasya, Ahmad Aminudin, Yuyu Rachmat Tayubi (2019), melakukan penelitian untuk membuat alat ukur suhu tanah, kelembaban tanah dan resistansi, dengan hasil pengukuran yang di tampilkan pada layar Liquid Crystal Display (LCD). Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini akan di rancang sebuah alat monitoring suhu dan kelembaban tanah yang hasil pengukurannya di tampilkan pada layar Liquid Crystal Display (LCD) dan juga dapat di akses melalui aplikasi berbasis android, Sensor yang digunakan untuk mengukur suhu adalah sensor DHT22 dan untuk mengukur kelembaban tanah menggunakan sensor kelembaban YL-69. (Anastasya et al., 2019).

Berdasarkan uraian pada penelitian sebelumnya diatas, Maka dengan ini dilakukan studi penelitian mengembangkan dan mengimplementasikan merancang prototype penyiram tanaman cabai otomatis berbasis mikrokontroler dengan menggunakan arduino Mega 2560 sebagai pengolah data, dan dengan sumber daya panel surya sebagai pengganti energi listrik PLN. Diharapkan hal tersebut dapat membuat kinerja petani menjadi lebih mudah. Adapun untuk sensor yang digunakan adalah sensor suhu DHT 11, sensor kelembaban tanah SEN0193 soil moisture dan RTC (*Real Time Clock*) yang ditampilkan ke LCD display i2c 20x4. Ke tiga sensor tersebut juga dapat di tampilkan melalui aplikasi Blynk dikarenakan terdapat modul wifi ESP 8266. Yang di tampilkan pada layar LCD display yaitu data seperti waktu, nilai kelembaban tanah, nilai suhu udara, dan waktu penjadwalan. Data yang di tampilkan pada aplikasi Blynk adalah nilai temperature suhu udara, nilai kelembaban udara, nilai kelembaban tanah, dan waktu penjadwalan. Diharapkan semua alat dan komponen dapat berjalan dengan baik, agar alat prototype RANCANG BANGUN PENYIRAM TANAMAN.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

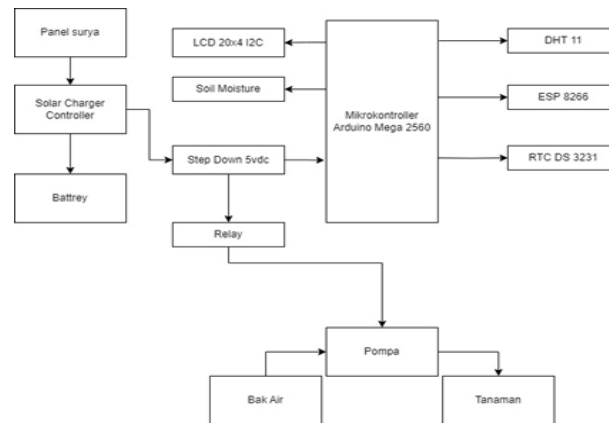
Alur studi literatur terhadap objek dan penelitian, meliputi materi pencarian tentang penyiraman tanaman otomatis, panel surya, dan mikrokontroler baik berupa buku maupun literature yang lain. Melakukan pengujian pada beberapa sensor dan keseluruhan alat. Jika keseluruhan alat dan semua sistem berjalan dengan baik maka selanjutnya dilakukan pengambilan data terhadap pengujian yang di lakukan. Analisa data yang akan di jadikan acuan adalah apakah alat dan sistem yang telah di rancang sudah sesuai dengan keinginan atau belum. Metodologi dalam pengerjaan tugas akhir ini dapat di lihat pada gamabar di bawah ini:



Gambar 1. Flowchart Tahapan Penelitian

2.2 Blok Diagram

Sistem di rancang berdasarkan blok diagram cara kerja alat pada gambar di bawah ini:

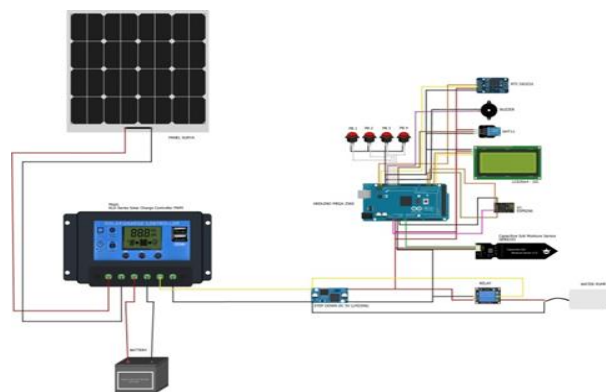


Gambar 2. Blok Diagram Cara Kerja Alat

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Rangkaian Keseluruhan Alat

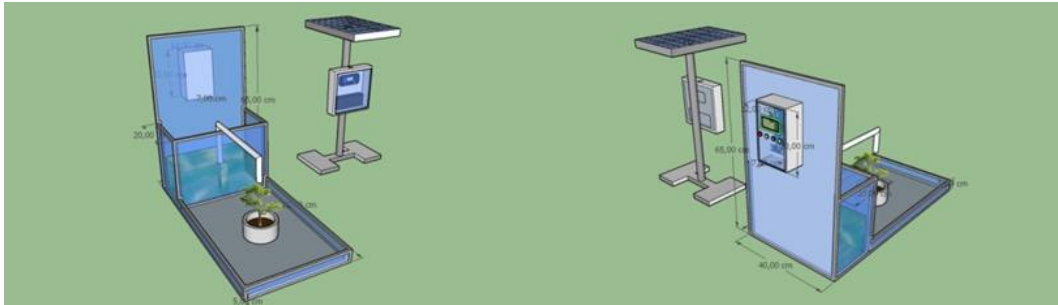
Berdasarkan Blok diagram sebelumnya, maka dibuat rangkaian keseluruhan alat. Dapat di lihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3. Rangkaian Keseluruhan Alat

3.2 Desain Alat Penyiraman Otomatis

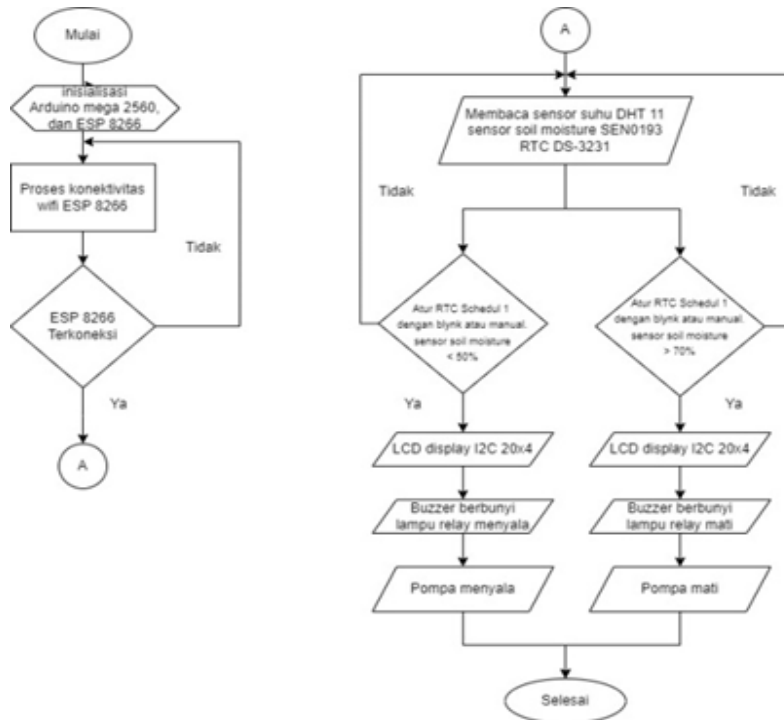
Dalam perancangan desain alat penyiram tanaman otomatis ini merupakan gambaran secara menyeluruh, yang merupakan hasil penelitian akhir ke dalam bentuk real atau nyata tanpa mengurangi konsep dari judul yang telah dibuat. Dapat di lihat gambar di bawah ini:



Gambar 4. Desain Alat

3.3 Perancangan Software

Perancangan Software dilakukan dengan menggunakan bahasa program Arduino IDE. Dapat dilihat flowchart perancangan software di bawah ini:



Gambar 5. Flowchart Software

4. IMPLEMENTASI

4.1 Sistem Penyiraman Otomatis

Sistem penyiraman tanaman ini menggunakan sensor kelembaban tanah (Soil Moisture) yang berfungsi untuk mengetahui nilai kelembaban pada tanah dalam keadaan kering atau basahnya. Jika tanah dalam keadaan kering saat jam penyiraman, maka penyiraman akan dilakukan. Dan jika tanah dalam keadaan lembab/basah saat jam penyiraman maka penyiraman tidak akan dilakukan. (Priyono & Triadyaksa, 2020).

4.2 Pengujian Validasi Panel Surya

Data yang digunakan untuk validasi ini adalah berupa histori pengukuran arus, dan tegangan yang akan digunakan sebagai data masukan penelitian. Uji validasi ini berujuan untuk mengetahui seberapa besar arus dan tegangan yang di dihasilkan oleh panel surya tersebut. Berikut adalah hasil pengukuran arus (A) dan tegangan (V) dengan menggunakan multimeter:

Waktu (Jam)	Arus Ampere (A)	Tegangan (V)	Waktu (Jam)	Arus Ampere (A)	Tegangan (V)
08:00	0,2	18,1	08:00	0,2	12
09:00	0,23	19,0	09:00	0,23	12,3
10:00	0,31	19,5	10:00	0,31	12,5
11:00	0,37	20,8	11:00	0,37	12,8
12:00	0,37	20,9	12:00	0,37	12,8
13:00	0,15	19,9	13:00	0,15	12,7
14:00	0,23	20,4	14:00	0,23	12,5
15:00	0,10	18,3	15:00	0,10	12,2
16:00	0,2	17,9	16:00	0,2	12,2
17:00	0,2	17,6	17:00	0,2	12,2

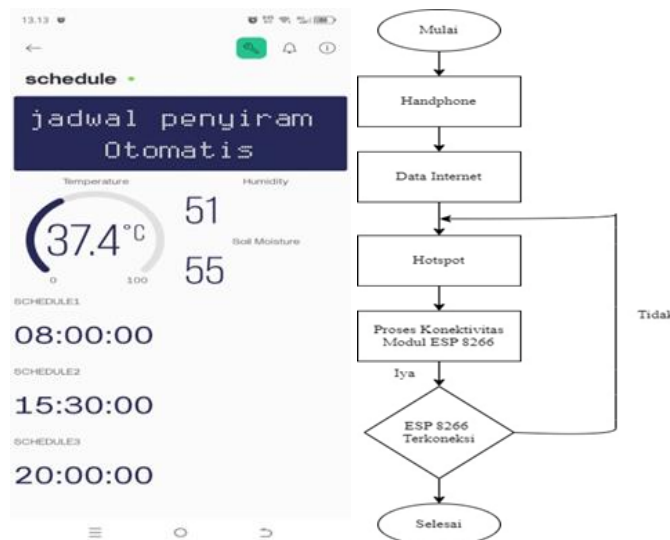
Gambar 6. Tabel Output Panel dan Scc

Dapat dilihat pada gambar tabel diatas sebelah kiri, Tabel tersebut menunjukkan hasil pengukuran terhadap output langsung panel surya. Tegangan terbesar yang di dihasilkan selama pengukuran yaitu pada pukul 12:00 siang tegangan bernilai 20,9 V dan memiliki arus 0,37 A. artinya panel surya sudah sesuai dengan spesifikasinya, karena saat pengukuran tegangan bisa mencapai lebih dari 20 V, dan spesifikasi tegangan panel surya yg di pakai adalah 22,5 V.

Pada tabel diatas sebelah kanan adalah output dari (Sollar Charge Controller) SCC, tabel tersebut menunjukkan nilai dari output SCC yang masuk ke baterai. Tegangan tertinggi yg di dihasilkan dari panel melalui SCC adalah 12,8 V dan arus yang di hasikan adalah 0,37 A terjadi pada jam 12:00 siang. Fungsi dari SCC ini adalah untuk menghentikan *overcharge* atau pengisian secara berlebihan pada baterai jika baterai sudah mencapai batas maksimum yaitu 14,4 V.

4.3 Pengujian ESP 8266 dan Aplikasi BLYNK

Dilakukannya pengujian modul ESP 8266 ini bertujuan untuk memastikan bahwa modul tersebut dapat berjalan dengan baik. Modul ESP8266 adalah perangkat keras yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Cara menguji modul ESP 8266 ini yaitu dengan cara menghubungkan / mengkonekkan wifi dari hotspot handphone.(Wardani, A, 2018).



Gambar 7. Tampilan Aplikasi Blynk dan Flowchart Menghubungkan ESP8266

4.4 Pengujian Sensor Soil Moisture

Untuk mengetahui apakah sensor soil moisture bekerja dengan baik atau tidak, maka di lakukan pengujian pada sensor soil moisture ini. Dapat dilihat pada gambar tabel di bawah ini:

Tabel 1. Pengujian Sensor Soil Moisture

Waktu (Jam)	Nilai Sensor Soil	Ket. Tanah	Ket. Pompa
08:00	30 %	kering	Off
09:00	20 %	kering	On
10:00	81 %	basah	Off
11:00	76 %	basah	Off
12:00	63 %	lembab	Off
13:00	54 %	lembab	Off
14:00	44 %	kering	Off
15:00	83 %	basah	On
16:00	79 %	basah	Off
17:00	70 %	basah	Off
18:00	69 %	basah	Off
19:00	65 %	lembab	Off
20:00	58 %	lembab	Off

Pengujian sensor soil moisture di lakukan dari jam 08:00 pagi hingga jam 20:00 malam. LCD pada box panel menunjukkan kondisi tanah saat jam 08:00 – 09:00 pagi yaitu 30 – 20 % dengan keterangan tanah kering. Artinya tanaman cabai tersebut kekurangan air. Bila sensor soil berada di angka 70% ke atas maka keterangan pada layar LCD akan bertuliskan basah. (Husdi, 2018).

4.5 Pengujian Perbandingan Sensor DHT 11

Pengujian Ke -	Suhu Alat Ukur (°C)	Suhu Sensor (°C)	Selisih (°C)	Error	Pengujian Ke-	Alat Ukur Kelembaban (%)	Sensor Kelembaban (%)	Selisih (%)	Error (%)
1	28,5	30	1,5	5,2 %	1	53	49,5	3,5	7
2	29,7	30,3	0,6	2 %	2	60	57,5	2,5	4,3
3	30	31	1	3,3 %	3	69	63,6	5,4	7,8
4	28,2	29,2	1	3,5 %	4	76	72	4	8,4
5	29	29,9	0,9	3,1 %	5	81	78,4	2,6	3,3
6	31,5	32	0,5	1,5 %	6	80	75,7	4,3	5,9
7	30,3	31,1	0,8	2,6 %	7	89	87	2	2,2

Gambar 8. Perbandingan Sensor DHT 11

Gambar tabel pada sebelah kiri adalah hasil uji coba suhu pada sensor DHT 11, uji coba di lakukan sebanyak 7x. tujuan perbandingan ini adalah untuk mengetahui tingkat error akurasi antara sensor dengan alat ukur. Dan untuk gambar tabel di sebelah kanan adalah hasil uji coba kelembaban pada sensor DHT 11. (Fraden, 2016)

Adapun cara perhitungan/rumus untuk mengetahui seberapa banyak tingkat error pada perbandingan uji coba sensor, dapat di lihat rumus di bawah ini. Cara menghitung error suhu pada sensor DHT 11:

$$Error \% = \frac{suhu\ sensor - suhu\ alat\ ukur}{suhu\ alat\ ukur} \times 100\%$$

$$Error \% = \frac{30 - 28,5\ ^\circ C}{28,5\ ^\circ C} \times 100\% = 5,2\ \%$$

Rata – rata error uji coba perbandingan sebanyak 7 kali

$$Rata - rata = \frac{Jumlah\ error}{Jumlah\ data}$$

$$Rata - rata = \frac{5,2 + 2 + 3,3 + 3,5 + 3,1 + 1,5 + 2,6}{7} = 3,02\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Dan cara menghitung error kelembaban pada sensor DHT 11 :

$$error\ \% = \frac{kelembaban\ sensor - kelembaban\ alat\ ukur}{kelembaban\ alat\ ukur} \times 100\%$$

$$Error\ \% = \frac{53 - 49,5\text{ }^{\circ}\text{C}}{53\text{ }^{\circ}\text{C}} \times 100\% = 7\%$$

Rata – rata error uji coba perbandingan sebanyak 7 kali

$$Rata - rata = \frac{Jumlah\ error}{Jumlah\ data}$$

$$Rata - rata = \frac{7 + 4,3 + 7,8 + 8,4 + 3,3 + 5,9 + 2,2}{7} = 5,5\%$$

4.6 Pengujian RTC DS 3231

RTC DS 3231 adalah Real Time Clock yang artinya adalah jam/waktu secara nyata.

Tabel 2. Pengujian RTC DS 3231

Modul	Pengujian Ke -	Waktu (Jam)	Waktu (RTC)	Selisih
DS 3231	1	09:30	09:29	1 Menit
	2	10:01	10:00	1 Menit
	3	13:15	13:14	1 Menit
	4	16:00	15:59	1 Menit

Diatas adalah data hasil pengujian modul RTC DS 3231. Waktu pada jam dan waktu pada RTC memiliki selisih 1 menit, dimana waktu pada jam lebih cepat 1 menit di bandingkan waktu pada modul RTC DS 3231.(Mat Gyver, 2021).

4.7 Pengujian Pompa dan Relay

Cara pengujian relay dan pompa ini dilakukan agar keduanya berjalan bersamaan, karena fungsi dari relay ini untuk memutuskan tegangan pada pompa secara otomatis.(Rienzani Supriadi et al., 2018).

Tabel 3. Pengujian Pompa dan Relay

Sumber Tegangan (V)	Kondisi Relay	Kondisi Pompa
12	NO (Normaly Open)	On
0	NO (Normaly Close)	Off

Tabel yang memperlihatkan hasil pengujian relay dan pompa dalam satu rangkaian. Relay dan pompa memerlukan tegangan 12 V untuk menjalankannya. Ketika tegangan 12 V masuk pada relay maka kontak relay menjadi NO (Normaly Open) dan pompa akan menyala atau on, dan ketika coil pada relay tidak ada tegangan maka kontak relay berpindah menjadi NC (Normaly Close) dan pompa akan mati atau off.

4.8 Uji Coba Alat Penyiram Tanaman Cabai Otomatis selama 7 hari

Adapun uji coba alat penyiram tanaman cabai otomatis ini di lakukan di luar ruangan, tujuan uji coba ini adalah agar dapat mengetahui apakah alat ini berfungsi secara baik dan benar selama masa uji coba. Uji coba secara penjadwalan yang bergantung pada kelembaban tanah.

Pengujian	Waktu (Jam)	Sebelum		Sesudah	
		Kelembaban Tanah	Status Tanah	Kelembaban Tanah	Status Tanah
Hari ke - 1	09:00	20 %	Kering	72 %	Basah
	15:00	42 %	Kering	75 %	Basah
	20:00	49 %	Kering	60 %	Lembab
Hari ke - 2	09:00	45 %	Kering	75 %	Basah
	15:00	58 %	Lembab	58 %	Lembab
	20:00	45 %	Kering	76 %	Basah
Hari ke - 3	09:00	40 %	Kering	83 %	Basah
	15:00	36 %	Kering	73 %	Basah
	20:00	47 %	Kering	77 %	Basah
Hari ke - 4	09:00	45 %	Kering	75 %	Basah
	15:00	43 %	Kering	80 %	Basah
	20:00	57 %	Lembab	57 %	Lembab
Hari ke - 5	09:00	49 %	Kering	78 %	Basah
	15:00	63 %	Lembab	63 %	Lembab
	20:00	45 %	Kering	85 %	Basah
Hari ke - 6	09:00	67 %	Lembab	67 %	Lembab
	15:00	45 %	Kering	70 %	Basah
	20:00	49 %	Kering	72 %	Basah
Hari ke - 7	09:00	39 %	Kering	75 %	Basah
	15:00	44 %	Kering	71 %	Basah
	20:00	48 %	Kering	75 %	Basah



Gambar 9. Pengujian Selama 7 Hari

Dapat dilihat tabel penyiraman tanaman selama 7 hari diatas. Penyiraman di jadwal sebanyak 3x yaitu pada pukul 09:00, 15:00, dan 20:00. Penyiraman akan di lakukan apabila kondisi tanah dalam status keadaan kering. Jika status tanah dalam keadaan lembab atau basah, maka penyiraman tidak akan terjadi sebanyak 3x. Uji coba di atas selama 7 hari, penyiraman tanaman bisa terjadi 3x pada hari ke 1, 3, dan 7. Di karenakan status tanah dalam keadaan kering di saat jam penjadwalan.

5. KESIMPULAN

Dengan dibuatnya alat penyiram tanaman cabai otomatis berbasis arduino dengan sumber daya panel surya dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui cara kerja dari alat penyiram tanaman cabai otomatis berbasis arduino ini dengan menggunakan panel surya sebagai sumber daya untuk menghidupkannya. Dengan panel surya sebagai sumber daya alat tersebut dapat mengirit biaya pada listrik yang ada dirumah.
2. Dengan adanya laporan ini di buat agar teman – teman dapat merancang dan membangun alat penyiram tanaman otomatis cabai berbasis arduino dengan sumber daya panel surya sendiri dirumah untuk penyiraman tanaman cabai, agar lebih menghemat waktu dan lebih teratur dalam melakukan penyiraman, karena kelembaban tanah pada tanaman cabai yaitu berada di angka 70% jika kelembaban tanahnya terlalu sering melebihi angka tersebut maka dapat merusak tanaman cabai dan buah cabai dapat membusuk. Dan untk keringnya tanah yaitu berada di angka 50% jika tanah terlalu kering maka tanaman cepat mati, daun – daun rontok saat di siang hari.

Setelah merancang dan membangun alat penyiraman tersebut maka di lakukan uji coba, uji coba ini bertujuan agar kita mengetahui apakah alat yang sudah kita rancang berjalan dengan baik atau tidak. Cara melakukan uji coba alat penyiraman tanaman cabai ini yaitu pengambilan data pada panel surya saat mengisi baterai, dan menguji coba semua sensor pada alat penyiram tanaman cabai otomatis.

REFERENCES

- Anastasya, M. D., Aminudin, A., Tayubi, Y. R., Fisika, P. S., Pendidikan, F., & Pengetahuan, I. (2019). *Rancang bangun alat monitoring suhu dan kelembaban tanah pada tanaman cabai merah (Capsicum Annum L) berbasis android. 0.*
- Fraden, J. (2016). Handbook of Modern Sensors. *Handbook of Modern Sensors*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19303-8>
- Hamdi, N. (2019). Model Penyiraman Otomatis pada Tanaman Cabe Rawit Berbasis Programmable Logic Control. *Jurnal Ilmiah Core IT : Community Research Information Technology*, 7(2). <http://www.ijcoreit.org/index.php/coreit/article/view/136>
- Husdi, H. (2018). Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor Fc-28 Dan Arduino Uno. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 10(2), 237–243. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v10i2.315.237-243>
- Mat Gyver. (2021). *RTC Module (DS3231) – Fungsi Jam Arduino*. 19 Juni. <https://matgyver.my/2021/06/19/rtc-module-ds3231-fungsi-jam-arduino/>
- Muklis, A. A., & Ilmi, U. (2020). Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Cabe Rawit Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknik*, 12(1), 13. <https://doi.org/10.30736/jt.v12i1.395>
- Priyono, A., & Triadyaksa, P. (2020). Sistem penyiram tanaman cabai otomatis untuk menjaga kelembaban tanah berbasis esp8266. *Berkala Fisika*, 23(3), 91–100.
- Rienzani Supriadi, D., D. Susila, A., & Sulistyono, E. (2018). Penetapan Kebutuhan Air Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) dan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 9(1), 38–46. <https://doi.org/10.29244/jhi.9.1.38-46>
- Setiawan, H. A. (2019). *Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu, Kelembaban Dan Ph Tanah Sebagai Alat Bantu Budidaya Cabai Merah Dan Cabai Rawit*.
- Wardani, A, K. M. . (2018). Purwarupa Perangkat IOT Untuk Smart Greenhouse Berbasis Mikrokontroler. *E-Proceeding of Engineering*, 5(2), 3859–3875. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/6723>