

IMPLEMENTASI SISTEM PEMUPUKAN OTOMATIS BERDASARKAN TIMER BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN SUPPLY DAYA PANEL SURYA 20WP

Iseh Mohammad Asnawi¹, Budi Gunawan²

^{1,2}Universitas Muria Kudus

Email: 202152024@std.umk.ac.id¹, budi.gunawan02@gmail.com²

Abstrak: Salah satu sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan adalah pertanian, Pengembangan alat ini berhasil menciptakan alat pemupukan otomatis. Penelitian ini bersifat adaptif untuk pemupukan semi otomatis dengan menggunakan Arduino Uno dan RTC. Alat ini bisa digunakan oleh petani dengan menakar pupuk ke tandon dan mengontrol alat secara otomatis dapat memudahkan proses pemupukan. Setiap tanaman memerlukan nutrisi untuk tumbuh subur, dengan sistem pemupukan berdasarkan waktu dan kebutuhan nutrisi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun alat dan mengembangkan sistem adaptif dengan terkoneksi IoT (Internet Of Think). Sistem ini menggunakan controller Arduino Uno untuk pemupukan tanaman hortikultura dengan 3 jenis tanaman berdasarkan setting yang disesuaikan jadwal pemupukan, difungsikan agar bisa menjangkau area perkebunan yang luas. Sistem adaptif ini digunakan untuk pemupukan dengan menyesuaikan kebutuhan nutrisi pupuk berdasarkan timer dengan pemupukan setiap 3x seminggu pada jam 09.00 – 09.05 selama 5 menit. Sistem ini dirancang untuk mengoptimalkan penggunaan air dan pupuk, serta meningkatkan produktivitas dan kualitas. Unsur kelembaban tanah dapat mempengaruhi kesuburan tanah, maka dari itu alat ini difungsikan agar dapat memudahkan pengguna. Di sistem ini juga menggunakan solar panel dengan daya 20WP sebagai backup daya untuk controller yang memungkinkan solar panel ini dapat membackup keseluruhan sistem.

Kata Kunci: Adaptif, Arduino Uno, Hortikultura, RTC, Panel Surya

Abstract: One of the natural resources that can be utilized is agriculture. The development of this tool has succeeded in creating an automatic fertilization tool. This research is adaptive for semi-automatic fertilization using Arduino Uno and RTC. This tool can be used by farmers by measuring fertilizer into a reservoir and controlling the tool automatically can make the fertilization process easier. Every plant needs nutrients to grow well, with a fertilization system based on time and nutritional needs. This research aims to design tools and develop adaptive systems connected to IoT (Internet of Think). This system uses an Arduino Uno controller to fertilize horticultural plants with 3 types of plants based on settings adjusted to the fertilization schedule, used so that it can reach large plantation areas. This adaptive system is used for fertilization by adjusting fertilizer nutritional needs based on a timer by fertilizing every 3x a week at 09.00 – 09.05 for 5 minutes. This system is designed to optimize water and fertilizer use, as well as increase productivity and quality. The element of soil moisture can affect soil fertility, therefore this tool is used to make it easier for users. This system also uses a solar panel with 20WP power as backup power for the controller which allows this solar panel to back up the entire system.

Keywords: Adaptive, Arduino Uno, Horticulture, RTC, Solar Panels

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan yang kaya akan sumber daya alam. Salah satu sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan adalah pertanian, yang merupakan bagian penting dari perekonomian negara dan internasional. Pada penelitian pengembangan implementasi alat ini menggunakan metode pemupukan semi manual otomatis berdasar timer RTC. Pupuk NPK terdiri dari tiga unsur hara makro: nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Beberapa produsen pupuk juga menambahkan unsur hara mikro seperti klorida, boron, besi, mangan, kalsium, magnesium, sulfur, tembaga, seng, dll. untuk membuat formulasi yang disesuaikan dengan peruntukannya. Selain itu, produk pupuk NPK yang tersedia di pasar sangat beragam. (Pramono, Natawijaya and Suhardjadinata, 2023)

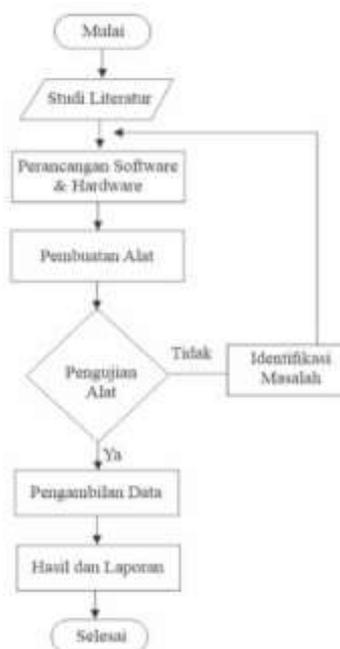
Pupuk sangat penting untuk pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Tujuan pemupukan adalah untuk melengkapi ketersediaan unsur hara tanaman dengan memasukkan unsur hara ke dalam tanah atau pada tajuk tanaman. Pupuk organik dan anorganik berbeda. Pupuk NPK adalah contoh pupuk anorganik. Dengan volume ruang pori yang tinggi, pupuk NPK dapat meningkatkan kesuburan tanah. (Fathin, Purbajanti and Fuskhah, 2019). Dalam artikel ini, metode review jurnal digunakan, melakukan literasi artikel nasional dengan total 20 jurnal yang direview. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panel surya dapat digunakan dalam bidang pertanian untuk berbagai tujuan, seperti penyiraman, pemupukan, analisis LoRa, monitoring, penggunaan RTC dan (*Internet Of Things*).

Pada pengembangan alat ini telah berhasil membuat alat pemupukan otomatis, penelitian ini bersifat adaptif dan dimaksudkan untuk digunakan untuk pemupukan semi otomatis, kontroller yang digunakan menggunakan ESP 32 dan RTC sebagai pengendali penyiraman untuk setiap tanaman, semi otomatis yang dimaksud adalah petani dapat melakukan pemupukan dengan menakar pupuk, kemudian alat dapat difungsikan secara otomatis dengan setting RTC atau bisa control melalui aplikasi *Blynk*, sehingga hal ini dapat memudahkan tanpa harus melakukannya dengan menyemprot satu persatu. Setiap tanaman membutuhkan nutrisi agar tetap segar dan tumbuh subur, dan sistem pemupukan akan menggunakan sistem waktu, dan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyuburkan tanaman bergantung pada kebutuhan nutrisi. (Austin, Mulyadi and Octaviani, 2024).

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Metode penelitian adalah penelitian dan pengembangan R&D (*Research and Development*). Metode ini adalah pendekatan yang komprehensif dan terstruktur untuk mengimplementasikan produk seperti pemupukan otomatis berbasis timer. Metode ini melewati tahapan identifikasi masalah, perancangan, pengembangan, dan pengujian untuk memastikan bahwa produk yang dibuat tidak hanya inovatif tetapi juga memenuhi kebutuhan pengguna dan memiliki kinerja yang andal. Diharapkan bahwa metodologi penelitian dan pengembangan yang digunakan dalam proyek ini akan menghasilkan solusi irigasi lahan pertanian yang efisien, efektif, dan berkelanjutan. Proses penelitian yang dilakukan peneliti disajikan dalam diagram alur berikut:



Gambar 2.1 *Flowchart* Tahapan Penelitian

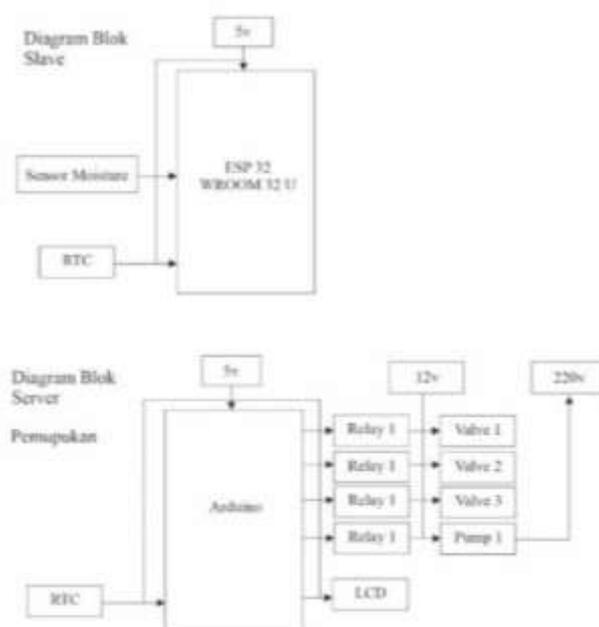
Analisis Penelitian

Dalam penelitian ini, dengan menggunakan sistem irigasi otomatis berbasis IoT dengan koneksi LoRa, data akan dikumpulkan dari hasil pengujian alat selama kurang lebih 1 bulan, dikarenakan penerapan alat pada musim hujan dan untuk membandingkan hasil panen dan efisiensi penggunaan air. Data yang diperoleh akan dianalisis untuk menentukan apakah ada perbedaan signifikan dengan penggunaan alat ini. Selain itu, penelitian ini juga akan melibatkan kepada petani mengenai alat yang dibuat, dalam menggunakan sistem irigasi otomatis. Survei ini akan mencakup pertanyaan tentang kemudahan penggunaan, efektivitas sistem, dan pengaruh terhadap hasil panen.

Data dari survei ini akan memberikan wawasan tambahan tentang penerimaan teknologi oleh petani dan faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi teknologi. Desain penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas tentang efektivitas sistem irigasi otomatis berbasis IoT dalam konteks pertanian di Indonesia. Dengan metode yang tepat, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan teknologi pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan

Diagram Blok Sistem

Dibawah ini adalah diagram blok sistem untuk pemupukan otomatis berdasarkan timer.



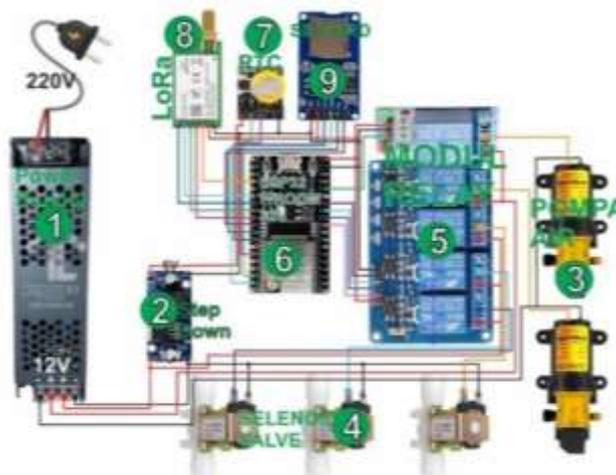
Gambar 2.2 Diagram blok system

Diagram Blok system diatas menggambarkan tentang penggunaan rangkaian alur komponen yang terhubung, Arduino digunakan sebagai microcontroller utama dalam pengendalian, dan inputnya berupa RTC (*real time clock*) yang berfungsi sebagai timer pewaktu pemupukan, system pemupukan ini mempermudah dengan menggunakan logika timer sehingga pengguna cukup menakar pupuk ke wadah, selanjutnya alat beroperasi otomatis. Dengan kendali dibantu oleh solenoid valve 1, 2, 3 digunakan untuk untuk pemupukan dan dibantu pendorongan air pupuk oleh daya Listrik PLN 220V.

Wiring Diagram

Wiring diagram dibuat agar penyambungan dan juga penempatan komponen alat yang diperlukan sesuai dengan posisi yang telah di tentukan dalam wiring diagram. Fungsi dari

wiring diagram untuk mempermudah dalam membuat, merawat dan memperbaiki suatu rangkaian sistem kelistrikan.



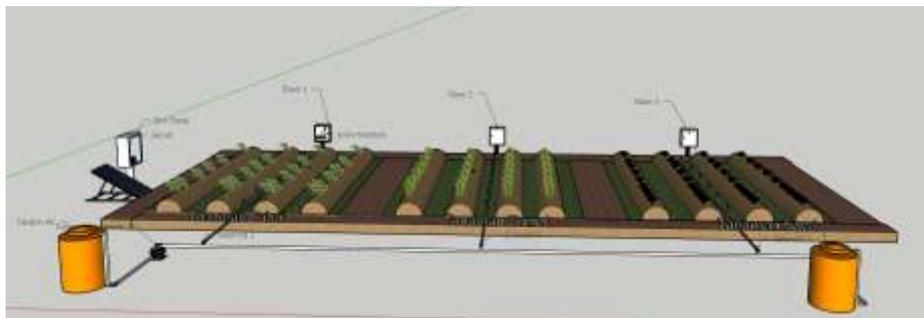
Gambar 2.3 Wiring Diagram

Tabel 2.1 Komponen Wiring Diagram Server

Kode No.	Nama Komponen
1	Power Supply 12V
2	Step Down 5V
3	Motor Pompa
4	Selenoid
5	Relay 4 Channel
6	ESP 32 WROOM 32U
7	Modul RTC DS3231
8	LoRa E32-433T20D
9	SD Card Modul

Perancangan Alat

Untuk mengidentifikasi berbagai kesalahan atau masalah yang mungkin terjadi di kemudian hari atau saat kegiatan dilakukan atau produk dari penelitian diluncurkan. Didasarkan pada teori yang telah dikumpulkan, tujuan dari perancangan alat yang dilakukan adalah untuk mewujudkan pembuatan alat. Sistem pemupukan otomatis berbasis timer dan monitoring dengan pengendalian menggunakan aplikasi blynk, tidak hanya inovatif tetapi juga efisien, praktis, dan dapat diandalkan dalam aplikasi lapangan jika dirancang dengan baik dan sistematis.



Gambar 2.4 Skema Implementasi Alat



Gambar 2.5 Perancangan Server



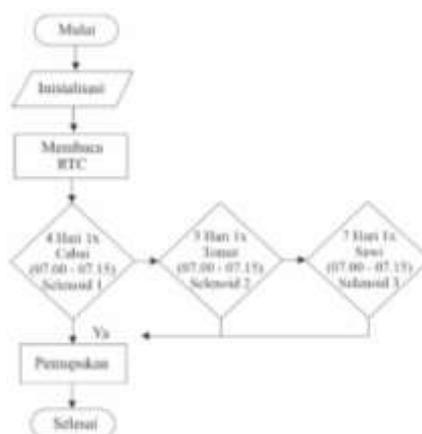
Gambar 2.6 Tampak Depan



Gambar 2.8 Tampak Belakang

Flowchart Alat Sistem Pemupukan

Pemupukan otomatis berdasarkan timer, sistem kerja ini menggunakan RTC untuk pengendalian pemupukan, ketika RTC membaca kontroler yang sudah di program, maka disesuaikan dengan data kebutuhan pupuk pada setiap tanaman. Pemupukan menggunakan pupuk cair, dengan takaran yang sama, dipastikan agar semua kebutuhan tanaman mendapatkan nutrisi yang sama. Pada tanaman cabai, di set 4 hari 1x pada pukul 07.00 pada solenoid 1 akan membuka saluran untuk pemupukan selama 15 menit. Pada tanaman tomat, di set 3 hari 1x pada pukul 07.00 pada solenoid 2 akan membuka saluran untuk pemupukan selama 15 menit. Kemudian ada tanaman Sawi, di set 7 hari 1x pada pukul 07.00 pada solenoid 3 akan membuka saluran untuk pemupukan selama 15 menit. Setiap pemupukan selesai, maka akan dapat dilihat data di monitoring di aplikasi blynk.



Gambar 4.3 Flowchart sistem pemupukan otomatis berdasarkan timer

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Alat yang dibuat

Hasil alat yang dibuat sudah diterapkan diperkebunan, alat yang berhasil dibuat telah dilakukan pengujian selama 2 minggu pada bulan januari. Dengan perincian foto yang telah diambil pada bagian keseluruhan tampilan penerapan, server dan slave yang difungsikan untuk alat SHIPOLAR FARM dengan sistem adaptif.



Gambar 4.1 Keseluruhan Sistem Alat dan Penerapan



Gambar 4.2 Penerapan Server

Dibawah ini dijelaskan cara merakit pembuatan tiang server dengan rangkaian desain yang telah dibuat sebelumnya. Yang terdiri dari Box Server utama, Aki, dan Panel surya. Berikut adalah cara merakit tiang server :

Instalasi Pemasangan

Pada bagian ini merupakan bagian dari instalasi pemasangan alat yang telah dibuat, dengan rancangan yang telah dilakukan perubahan, untuk menentukan keberhasilan pembuatan alat SHIPOLAR FARM dilakukan instalasi dengan teliti. Instalasi ini terdiri bagian dari Server dan Slave, dengan fungsi sebagai control penyiraman.

A. Box Server

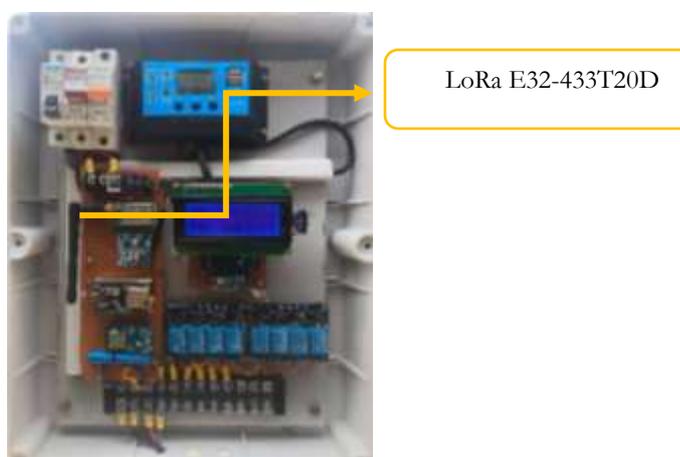


Gambar 4.3 Pemasangan Server

Server ini digunakan sebagai pusat data, yang dimana akan digunakan sebagai control utama mengirim perintah ke slave, kemudian akan diproses langsung oleh komponen utama mikrokontroller yaitu ESP32 WROOM-32U.

Berikut penjabaran penempatan dan pengkabelan di server :

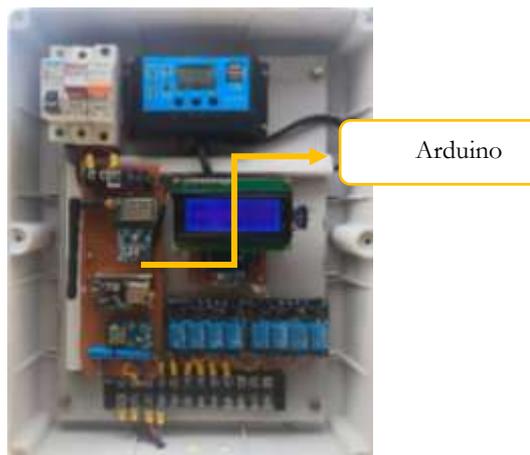
1. LoRa E32-433T20D



Gambar 4.4 LoRa E32-433T20D

Penerapan LoRa E32-433T20D digunakan di server sebagai penerima gelombang jaringan yang berfungsi sebagai penghubung antara perangkat LoRa dan jaringan *Internet of Things*, teknologi LoRa (*Long Range*) dapat diintegrasikan ke dalam box panel sebagai server.

2. Arduino Uno



Gambar 4.5 Arduino Uno

Komponen Arduino Uno dapat digunakan sebagai mikrokontroler utama dalam sistem pemupukan otomatis yang terintegrasi di dalam box panel. Dengan mengolah data dan mengontrol perangkat eksternal, fungsinya untuk mengatur proses pemupukan dengan timer.

3. Panel Surya



Gambar 4.24 Panel Surya

Penempatan Panel surya disatukan di rangkaian utama kerangka, penempatan panel surya dengan daya 20WP ini difungsikan sebagai supply daya kontroller. Untuk pemasangan dibuat pangkuan agar dapat ditempatkan sesuai dengan desain yang sesuai.

4. Aki 12V



Gambar 2.25 Pemasangan Aki

Penempatan aki juga disatukan dirangkaian utama, dibawah panel yang bisa terhubung langsung ke SCC yang berada di dalam box panel. Dengan adanya penutup seng, jika terjadi hujan, dapat terhindar dari short/konslet.

Pengujian Alat

Pada bagian ini akan diuji sistem berdasarkan fungsinya masing-masing, Ada 2 pengujian, 1) sistem pemupukan, 2) suplay daya mandiri. Dengan kategori pengujian masing – masing, data akan diperoleh dengan tabel dan grafik. Pengujian dilakukan dimulai tanggal 20 Januari s.d 2 Februari. Dengan jangka waktu 2 minggu cukup sebagai sample data sebagai keberhasilan pengujian alat SHIPOLAR FARM yang telah dibuat.

1. Pengujian RTC

Pengujian sensor RTC DS3231 dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran waktu dari sensor RTC DS3231 dengan alat ukur yaitu jam di Handphone. Hasil pengujian dan perbandingan antara sensor dengan alat ukur ditampilkan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9. Hasil Perbandingan pada Waktu Pekan 1**Pekan 1: Tanggal 20 Januari 2025**

Hari	Nilai Ukur pada Handphone	Nilai pada Sensor RTC DS3231	Respon Delay (second)
Senin	07.00.00	07.00.01	1
Selasa	07.05.00	07.05.01	1
Rabu	07.10.00	07.10.01	1
Kamis	07.15.00	07.15.01	1
Jum'at	07.20.00	07.20.01	1
Sabtu	07.30.00	07.30.01	1
Minggu	07.45.00	07.45.01	1
Rata – Rata			1

Pada pengujian RTC di pekan pertama, dilakukan pengujian kesesuaian data jam RTC. Nilai data RTC selisih dengan nilai rata – rata 1 detik.

Tabel 4.10. Hasil Perbandingan pada Waktu Pekan 2**Pekan 2: Tanggal 27 Januari 2025**

Hari	Nilai Ukur pada Handphone	Nilai pada Sensor RTC DS3231	Respon Delay (second)
Senin	08.00.00	08.00.01	1
Selasa	08.05.00	08.05.01	1
Rabu	08.10.00	08.10.01	1
Kamis	08.15.00	08.15.01	1
Jum'at	08.20.00	08.20.01	1
Sabtu	08.30.00	08.30.01	1
Minggu	08.45.00	08.45.01	1
Rata – Rata			1

Berdasarkan tabel 4.9 dan 4.10. diketahui bahwa RTC DS3231 terdapat selisih antara sensor dan alat ukur dengan rata – rata selisih yaitu sebesar 1 detik.

Sistem penyiraman pupuk cair otomatis pada tanaman dapat dikategorikan bekerja dengan baik apabila penyiraman pupuk dimulai dan berhenti sesuai dengan set point yang telah ditentukan. Jadi pengujian ini dilakukan untuk memastikan penyiraman pupuk cair sesuai dengan yang telah ditentukan. penyiraman pupuk cair pada tanaman akan dimulai apabila hari dan waktunya telah diseting pada program yang telah dibuat, proses pemupukan dilakukan secara bersamaan, dengan waktu pemupukan 3 hari sekali selama dua minggu.

Pengujian Pemupukan

Sistem pemupukan tanaman berbasis timer ini memanfaatkan *Real-Time Clock (RTC)* untuk meningkatkan efisiensi pertanian dengan mengotomatisasi proses pemberian pupuk secara tepat waktu dan akurat. Tujuan sistem ini adalah untuk menghasilkan solusi otomatis yang tepat, mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia, dan mengoptimalkan pertumbuhan tanaman dengan dosis dan waktu pemupukan yang tepat.

Sistem diuji dengan modul RTC, yang menunjukkan kemampuan sistem untuk melakukan pemupukan sesuai jadwal yang telah ditetapkan. Hasil pengujian bisa berhasil apabila waktu dan konsistensi pemupukan dilakukan sesuai setting RTC, pemupukan ini penting agar dapat membantu pertumbuhan tanaman dengan lebih baik dan efisien.

Tabel 4.11. Pengujian Pemupukan Pupuk Cair (Pekan 1)

Tanaman	Hari/Tanggal	Waktu	Relay	Kondisi Pompa
Cabai	Senin, 20 Januari 2025	09:00 – 09:05	Hidup	Menyala
Tomat	Senin, 20 Januari 2025	09:00 – 09:05	Hidup	Menyala
Sawi	Senin, 20 Januari 2025	09:00 – 09:05	Hidup	Menyala

Tabel 4.12. Pengujian Pemupukan Pupuk Cair (Pekan 1)

Tanaman	Hari/Tanggal	Waktu	Relay	Kondisi Pompa
Cabai	Kamis, 23 Januari 2025	09:00 – 09:05	Hidup	Menyala
Tomat	Kamis, 23 Januari 2025	09:00 – 09:05	Hidup	Menyala
Sawi	Kamis, 23 Januari 2025	09:00 – 09:05	Hidup	Menyala

Tabel 4.13. Pengujian Pemupukan Pupuk Cair (Pekan 1)

Tanaman	Hari/Tanggal	Waktu	Relay	Kondisi Pompa
Cabai	Minggu, 26 Januari 2025	09:00 – 09:05	Hidup	Menyala
Tomat	Minggu, 26 Januari 2025	09:00 – 09:05	Hidup	Menyala
Sawi	Minggu, 26 Januari 2025	09:00 – 09:05	Hidup	Menyala

Pada sistem pemupukan ini dibedakan konsep, yang awal mulanya pemupukan dijadikan satu jalur selang atau pipa, kemudian dibedakan menjadi jalur yang berbeda dengan menambahkan jalur pralon untuk pemupukan. Dengan fungsional kontroler otomatis menggunakan Arduino dan RTC maka akan menjadikan konsep yang lebih simple, pengguna atau petani hanya perlu menuangkangkan takaran perbandingan pupuk yang sesuai, dengan durasi pemupukan selama 5 menit, dimulai jam 09:00 dan dipupuk selama 1 minggu 3 kali. Dengan pengujian ini selama 2 minggu.

Tabel 4.14. Pengujian Pemupukan Pupuk Cair (Pekan 2)

Tanaman	Hari/Tanggal	Waktu	Relay	Kondisi Pompa
Cabai	Senin, 27 Januari 2025	09:00 – 09:05	Hidup	Menyala
Tomat	Senin, 27 Januari 2025	09:00 – 09:05	Hidup	Menyala
Sawi	Senin, 27 Januari 2025	09:00 – 09:05	Hidup	Menyala

Tabel 4.15. Pengujian Pemupukan Pupuk Cair (Pekan 2)

Tanaman	Hari/Tanggal	Waktu	Relay	Kondisi Pompa
Cabai	Kamis, 30 Januari 2025	09:00 – 09:05	Hidup	Menyala
Tomat	Kamis, 30 Januari 2025	09:00 – 09:05	Hidup	Menyala
Sawi	Kamis, 30 Januari 2025	09:00 – 09:05	Hidup	Menyala

Tabel 4.16. Pengujian Pemupukan Pupuk Cair (Pekan 2)

Tanaman	Hari/Tanggal	Waktu	Relay	Kondisi Pompa
Cabai	Minggu, 2 Februari 2025	09:00 – 09:05	Hidup	Menyala
Tomat	Minggu, 2 Februari 2025	09:00 – 09:05	Hidup	Menyala
Sawi	Minggu, 2 Februari 2025	09:00 – 09:05	Hidup	Menyala

Pengujian Panel Surya

Panel surya 20WP digunakan sebagai sumber energi terbarukan untuk sistem penyiraman dan pemupukan tanaman berbasis kontrol otomatis dan manual via web adafruit. Panel surya ini dirancang untuk menyimpan daya ke aki 12V, yang kemudian digunakan untuk menyalakan kontroller server dan slave secara terus-menerus.

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi ketahanan supply daya panel surya 20WP dan aki 12V untuk menopang operasi kontroller server dan slave selama 7 hari penuh. Parameter yang di uji yaitu tegangan yang masuk dari panel surya ke SCC, nilai arus, dan Watt. Dengan perhitungan matematis ini dapat memberikan supply daya mandiri untuk system penyiraman hybride adaptif. Keberhasilan pengujian ditentukan oleh kemampuan sistem untuk menjaga pasokan listrik tetap stabil dan memastikan bahwa seluruh komponen bekerja dengan benar selama pengujian. Hasil pengujian menunjukkan kemampuan sistem untuk bertahan, menunjukkan keandalan panel.

Tabel 4.18 Pengujian Hari Pertama

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
-------	--------------	----------	-------------

07:00	10,00	1,00	10
08:00	13,30	2,00	14
09:00	14,80	1,00	15
10:00	14,40	1,00	19
Rata - rata	13,12	1,25	14,5

Tabel 4.19 Pengujian Hari Kedua

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
11:00	18,00	3,40	24
12:00	19,30	4,00	24
13:00	14,80	1,10	19
14:00	12,40	1,07	17
Rata - rata	16,12	2,39	21

Tabel 4.20 Pengujian Hari Ketiga

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
15:00	12,00	1,00	10
16:00	10,00	0,50	9
17:00	8,00	0,04	0
18:00	-	-	-
Rata - rata	10	0,5	6,3

Implementasi di Lapangan

Pengujian produk di lapangan dilakukan untuk mengetahui kinerja tiap komponen pada alat SHIPOLAR FARM ini agar sesuai yang diharapkan dalam penelitian ini. Terdapat tiga pengujian tanaman yaitu pengujian menggunakan tanaman cabai, tomat, dan sawi.

Pengujian Pemupukan Monitoring dan Kontrol

Pada bagian meliputi pengujian pemupukan dengan timer RTC, Pemupukan dilakukan selama 3 hari sekali, setiap hari senin, kamis dan minggu. Tanaman yang diuji untuk pemupukan adalah tanaman cabai, tomat, dan sawi. Data pengujian didapat dari pengujian keberhasilan pemupukan diantara lain yaitu pada LCD akan menampilkan bagian pemupukan selama 5 menit pada jam 09.00 pagi.

Tujuan pengujian alat ini adalah untuk memastikan bahwa sistem dapat beroperasi secara real-time dengan akurat dan responsif. Keakuratan RTC sehingga pemupukan dapat berhasil.

Pengujian juga mengevaluasi kinerja relay dalam mengontrol pompa untuk pemupukan berdasarkan pembacaan sensor serta memverifikasi keandalan tampilan data pada LCD I2C.

Pengujian Pemupukan Monitoring dan Kontrol Tanaman Cabai

Pengujian pemupukan monitoring ini dibutuhkan untuk mengambil data yang tertampil di LCD box server. Tujuan penelitian ini untuk memperlihatkan bahwa alat ini realtime bisa digunakan dilapangan, sehingga dapat memudahkan pengguna untuk mengontrol dan memonitoring.

Tabel 4.27 Pengujian Pemupukan Monitoring dan Kontrol Tanaman Cabai

No	Timer RTC		Kontrol	Keterangan
	LCD	Uji	Kondisi	
1.	09.00	Sensor	ON	Berhasil
		Relay	ON	
2.	09.00	Sensor	ON	
		Relay	ON	
3.	09.00	Sensor	ON	
		Relay	OFF	

Pada pengujian diatas, pengujian produk ini dilakukan di lapangan dengan mengevaluasi pemupukan tanaman cabai. Keberhasilan proses pemupukan ini dapat dilihat dari kondisi selenoid yang digunakan. Berikut ini hasil pengujian selenoid ditunjukkan pada tabel 4.28.

Tabel 4.28 Hasil Pengujian Selenoid Pempukan Tanaman Cabai

No	RTC (Waktu Pemupukan)	Jenis Selenoid	Kondisi Selenoid	Keterangan
1.	09:00 – 09.05	NO	BUKA	Berhasil
2.	09:00 – 09.05	NO	BUKA	
3.	09:00 – 09.05	NO	BUKA	

Pengujian Pemupukan Monitoring dan Kontrol Tanaman Tomat

Tabel 4.29 Hasil Pengujian Pemupukan Monitoring dan Kontrol Tanaman Tomat

No	Timer RTC		Kontrol	Keterangan
	LCD	Uji	Kondisi	
1.	09.00	Sensor	ON	Berhasil
		Relay	ON	
2.	09.00	Sensor	ON	
		Relay	ON	
3.	09.00	Sensor	ON	
		Relay	OFF	

Pada pengujian diatas, pengujian produk ini dilakukan di lapangan dengan mengevaluasi pemupukan tanaman cabai. Keberhasilan proses pemupukan ini dapat dilihat dari kondisi selenoid yang digunakan. Berikut ini hasil pengujian selenoid ditunjukkan pada tabel 4.30.

Tabel 4.30 Hasil Pengujian Selenoid Penyiraman Tanaman Tomat

No	RTC (Waktu Pemupukan)	Jenis Selenoid	Kondisi Selenoid	Keterangan
1.	09:00 – 09.05	NO	BUKA	Berhasil
2.	09:00 – 09.05	NO	BUKA	
3.	09:00 – 09.05	NO	BUKA	

Pengujian Pemupukan Monitoring dan Kontrol Tanaman Sawi

Tabel 4.31 Pengujian Penyiraman Monitoring dan Kontrol Tanaman Sawi

No	Timer RTC		Kontrol	Keterangan
	LCD	Uji	Kondisi	
1.	09.00	Sensor	ON	Berhasil
		Relay	ON	
2.	09.00	Sensor	ON	
		Relay	ON	
3.	09.00	Sensor	ON	
		Relay	OFF	

Pada pengujian diatas, pengujian produk ini dilakukan di lapangan dengan mengevaluasi pemupukan tanaman cabai. Keberhasilan proses pemupukan ini dapat dilihat dari kondisi selenoid yang digunakan. Berikut ini hasil pengujian selenoid ditunjukkan pada tabel 4.32

Tabel 4.32 Hasil Pengujian Selenoid Pemupukan Tanaman Sawi

No	RTC (Waktu Pemupukan)	Jenis Selenoid	Kondisi Selenoid	Keterangan
1.	09:00 – 09.05	NO	BUKA	Berhasil
2.	09:00 – 09.05	NO	BUKA	
3.	09:00 – 09.05	NO	BUKA	

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian alat yang sudah dibuat, maka bisa diambil kesimpulan antara lain :

1. Sistem Pemupukan Otomatis berdasar timer dengan menggunakan Real Time Clock, sistem pemupukan ini dapat disetting selama 3 kali dalam seminggu, dengan waktu 09:00 – 09.05, selama 5 menit, pemupukan dilakukan secara otomatis dan dengan menakar pupuk sesuai takaran secara manual.
2. Sistem supply daya mandiri menggunakan panel surya dengan daya 20WP, dengan Cadangan aki sebesar 60Ah, keseluruhan daya ini dapat membackup sistem selama 7 hari digunakan untuk sistem penyiraman, sehingga penggunaan solar panel ini dapat diimplementasikan realtime sebesar 70%.

Saran

Dari hasil perancangan dan hasil pengujian yang telah dilakukan pada alat SHIPOLAR FARM mempunyai kekurangan dan perlu dikembangkan lagi dengan cara antara lain :

1. Disarankan untuk mempertimbangkan pemilihan LoRa dengan type tertinggi agar memaksimalkan koneksi LoRa untuk jarak yang jauh.
2. Disarankan menggunakan alat pembanding kekeruhan air untuk menguji nilai *error* dan tingkat akurasi didapatkan oleh sensor kelembaban agar lebih akurat.
3. Disarankan agar ditambahkan fitur sistem pemupukan secara otomatis untuk pemupukan daun dan akar, hal ini bertujuan dapat memaksimalkan penggunaan pemupukan tidak hanya satu fungsi saja.
4. Disarankan menggunakan supply daya mandiri dengan daya yang besar, agar dapat membackup keseluruhan sistem mulai dari penyiraman dan pemupukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiva Noor Rachmayani (2015) ‘Rancang Bangun Sistem Perhitungan Pemakaian Daya Pada Apartemen Secara Real-Time Berbasis Arduino’, p. 6.
- Aulia, M.R. (2024) ‘Analisa Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) Dengan Aplikasi Berbagai Jenis Insektisida Nabati’, 3, pp. 143–148.
- Austin, C., Mulyadi, M. and Octaviani, S. (2024) ‘Implementasi IoT dengan ESP 32 Untuk Pemantauan Kondisi Suhu Secara Jarak Jauh Menggunakan MQTT Pada AWS’, *Jurnal Elektro*, 15(2), pp. 46–55. Available at: <https://doi.org/10.25170/jurnalelektro.v15i2.5141>.

- Cahyani, R., Indriyani, K. and Hulu, F.N. (2023) 'PERANCANGAN SISTEM KONTROL PEMUPUKAN OTOMATIS PADA TANAMAN BAWANG MENGGUNAKAN RTC DS3231 DENGAN SENSOR HUJAN FC-37 BERBASIS IoT', pp. 344–350.
- Fathin, S.L., Purbajanti, E.D. and Fuskhah, E. (2019) 'Growth and yield of Kale (*Brassica oleracea* var. *Alboglabra*) on several doses of goat manure and Nitrogen fertilizing frequency', *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(53), pp. 438–447.
- Hendarto, K. *et al.* (2021) 'Pengaruh Dosis Pupuk NPK dan Jenis Pupuk Pelengkap terhadap Pertumbuhan dan Produksi Cabai (*Capsicum annum* L.)', *Jurnal Agrotropika*, 20(2), p. 81. Available at: <https://doi.org/10.23960/ja.v20i2.5085>.
- Imran, A. *et al.* (2022) 'Jam Digital Berbasis Rtc Ds12C887', *Jurnal Energi Elektrik*, 11(1), p. 1. Available at: <https://doi.org/10.29103/jee.v11i1.7514>.
- Jepri, Hendrayudi, S. (2022) 'Rancang Bangun Sistem Keamanan Kendaraan Sepeda Motor Menggunakan Sidik Jari Berbasis Arduino Uno', *Jurnal Informatika dan Komputer (JIK)*, 13(1), pp. 27–33.
- Launuru, A.P. *et al.* (2021) 'Rancang Bangun Sistem Kontrol Nirkabel on – Off Peralatan Listrik Dengan Perintah Suara Menggunakan Smartphone Android', *Jurnal Simetrik*, 11(1), pp. 388–397. Available at: <https://doi.org/10.31959/js.v11i1.570>.
- Mahrus Ali, waka Kogoya, Y.I.P. (2017) 'TEKNIK BUDIDAYA TANAMAN SAWI HIJAU (*Brassica Juncea* L)', *Universitas Nusantara PGRI Kediri*, 01, pp. 1–7.
- Muhammad, U. *et al.* (2021) 'Rancang Bangun Power Supply Adjustable Current pada Sistem Pendingin Berbasis Termoelektrik', *Journal Of Electrical Engginering (Joule)*, 2(2), pp. 106–110.
- Pramono, D., Natawijaya, D. and Suhardjadinata, S. (2023) 'Pengaruh Jenis Pupuk Organik dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Edamame (*Glycine max* L. Merrill)', *Media Pertanian*, 8(2), pp. 59–71. Available at: <https://doi.org/10.37058/mp.v8i2.8353>.
- Rokhminarsi, E., Sri Utami, D. and Begananda, B. (2020) 'Hasil dan Kualitas Tomat Pada Pemberian Pupuk Mikotricho dan Pupuk N-P-K', *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 11(3), pp. 192–201.
- Saleh Al Amin, M., Kartika, I.F. and Irwansi, Y. (2022) 'Penggunaan Panel Surya Sebagai Pembangkit Listrik Pada Alat Pengereng Makanan', 7(1). Available at: <https://doi.org/10.31851/ampere>.

- Sari, I.V. *et al.* (2024) ‘Sistem Otomatis Penyiraman Dan Pemupukan Tanaman Tin Menggunakan Mikrokontroler Esp32’, *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3). Available at: <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3.4564>.
- Usmadi *et al.* (2023) ‘Respon Pertumbuhan Dan Hasil Sawi Hijau Terhadap Penggunaan Kompos Sebagai Substitusi Pupuk Anorganik Growth and Yield Response of Green Mustard on the Use of Compost As Inorganic Fertilizers Substitution’, *Jurnal Bioindustri*, 5(2), pp. 121–130.
- Widyawati Putri, S., Marausna, G. and Eko Prasetyo, E. (2022) ‘Analisis Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Pada Panel Surya’, *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(1), pp. 29–37. Available at: <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i1.442>.