

## Perancangan Alat Penyemprotan Tanaman Cabai Sistem Kontrol Otomatis Berbasis IoT

Fina Rizki Tinus<sup>1</sup>, Fendik Eko Purnomo<sup>2</sup>, Diki Ifnil Mubarak<sup>3</sup>, Fahrizal Adzar Prayoga<sup>4</sup>, Muhammad Reza Rabani<sup>5</sup>, Nasikhatul Ristaulia<sup>6</sup>

finarizkitinus2@gmail.com<sup>1</sup>, fendik\_eko@polije.ac.id<sup>2</sup>, dikiifnilmubarak16@gmail.com<sup>3</sup>, fahrizalprayoga360@gmail.com<sup>4</sup>, rabbanireeza702@gmail.com<sup>5</sup>, ristaulian@gmail.com<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Teknologi Rekayasa Mekatronika, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember

<sup>6</sup> Teknik Energi Terbarukan, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember

---

### Informasi Artikel

Diterima : 10 Feb 2025  
Direvisi : 5 Jun 2025  
Disetujui : 16 Jun 2025

---

### Kata Kunci

IoT, Tanaman cabai, hama kutu kebul, Penyemprotan pestisida otomatis, Pertanian berkelanjutan

---

### Abstrak

Penerapan teknologi Internet of Things (IoT) di sektor pertanian memberikan solusi inovatif dalam pengelolaan hama tanaman cabai. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat penyemprotan pestisida berbasis IoT dengan kontrol otomatis menggunakan Arduino, ESP32, dan sumber energi panel surya. Metode Research and Development (R&D) digunakan, meliputi identifikasi masalah, perencanaan, pengembangan produk, uji coba, evaluasi, dan validasi lapangan. Hasil pengujian menunjukkan alat ini mampu menyemprotkan air atau pestisida hingga jarak 5 meter dengan cakupan area penyemprotan seluas 10 m<sup>2</sup> per siklus. Dengan kapasitas semprotan mencapai 12 liter per siklus, alat ini berhasil menurunkan populasi hama kutu kebul hingga 70% serta meningkatkan produktivitas tanaman cabai sebesar 30% dibandingkan metode manual. Analisis penggunaan energi menunjukkan efisiensi alat melalui pemanfaatan panel surya 120 Wp dan baterai 12V 100Ah yang mendukung operasional pompa selama 1 jam 48 menit. Penelitian ini memberikan solusi berkelanjutan untuk pengelolaan hama tanaman dan peningkatan hasil panen secara efektif dengan memanfaatkan energi terbarukan.

---

### Keywords

Internet of Things, Chili plants, Whitefly pest, Automatic pesticide spraying, Sustainable agriculture

---

### Abstract

The application of Internet of Things (IoT) technology in the agricultural sector provides innovative solutions in managing chili plant pests. This study aims to design an IoT-based pesticide sprayer with automatic control using Arduino, ESP32, and solar panel energy sources. The Research and Development (R&D) method is used, including problem identification, planning, product development, trials, evaluations, and field validation. The test results show that this tool is capable of spraying water or pesticides up to a distance of 5 meters with a spraying area of 10 m<sup>2</sup> per cycle. With a spray capacity of up to 12 liters per cycle, this tool has succeeded in reducing the whitefly pest population by 70% and increasing chili plant productivity by 30% compared to manual methods. Energy usage analysis shows the efficiency of the tool through the use of 120 Wp solar panels and 12V 100Ah batteries that support pump operations for 1 hour 48 minutes. This study provides a sustainable solution for managing plant pests and increasing crop yields effectively by utilizing renewable energy.

## A. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara dengan sektor pertanian yang sangat penting, termasuk dalam budidaya tanaman cabai. Cabai merupakan komoditas pertanian yang memiliki nilai ekonomi tinggi, namun sering kali menghadapi masalah berupa fluktuasi harga yang disebabkan oleh berbagai faktor, seperti hama dan penyakit tanaman [1]. Salah satu hama yang sering mengganggu pertumbuhan tanaman cabai adalah kutu kebul (*Bemisia tabaci*), yang dikenal sebagai vektor berbagai virus tanaman, termasuk virus gemini yang dapat menyebabkan daun keriting dan tanaman kerdil [2]. Pengendalian hama secara manual menggunakan pestisida masih menjadi praktik umum di kalangan petani. Namun, metode ini sering kali tidak efektif untuk area pertanian yang luas dan membutuhkan waktu serta tenaga yang banyak [3]. Penyemprotan pestisida yang dilakukan secara manual juga sering kali tidak tepat sasaran dan dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan serta kesehatan manusia [4].

Seiring dengan berkembangnya teknologi, penerapan sistem berbasis Internet of Things (IoT) dalam pertanian semakin mendapatkan perhatian. IoT memungkinkan untuk pengendalian otomatis dari berbagai aspek pertanian, termasuk penyiraman tanaman dan penyemprotan pestisida [5]. Dengan menggunakan modul ESP32 yang terhubung ke internet [6], sistem IoT dapat mengumpulkan data secara real-time dan melakukan tindakan otomatis [7], untuk mengatasi masalah hama dan memenuhi kebutuhan tanaman. Penyemprotan pestisida otomatis berbasis IoT tidak hanya dapat mengurangi penggunaan pestisida secara berlebihan, tetapi juga meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pengendalian proses penyemprotan dari jarak jauh [8]. Teknologi ini dapat mengatur waktu penyemprotan secara otomatis sesuai dengan kebutuhan tanaman dan tingkat keparahan serangan hama, sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manusia dan meningkatkan hasil pertanian [9]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem penyemprotan otomatis berbasis IoT yang menggabungkan penyiraman dan penyemprotan pestisida guna mengatasi masalah kutu kebul pada tanaman cabai. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi efektif dalam pengelolaan hama, meningkatkan produktivitas tanaman, serta mengurangi dampak negatif dari penggunaan pestisida konvensional.

Keunggulan sistem yang dikembangkan terletak pada integrasi kendali jarak jauh melalui aplikasi mobile, yang menjadi diferensiasi utama dibandingkan penelitian sebelumnya. Misalnya, Triyani et al [10]. menggunakan panel surya 20 Wp, namun belum mengintegrasikan sistem kendali berbasis aplikasi mobile. Sementara itu, Muna et al [11]. telah menerapkan teknologi deteksi citra berbasis IoT untuk penyemprotan gulma otomatis, tetapi fokus utamanya adalah pada presisi deteksi gulma, bukan kendali jarak jauh. Penelitian oleh Rofi'i et al [12]. juga telah mengembangkan modul fertisasi berbasis IoT, namun hanya berfokus pada pemupukan dan irigasi tanpa fitur pengendalian manual langsung melalui smartphone.

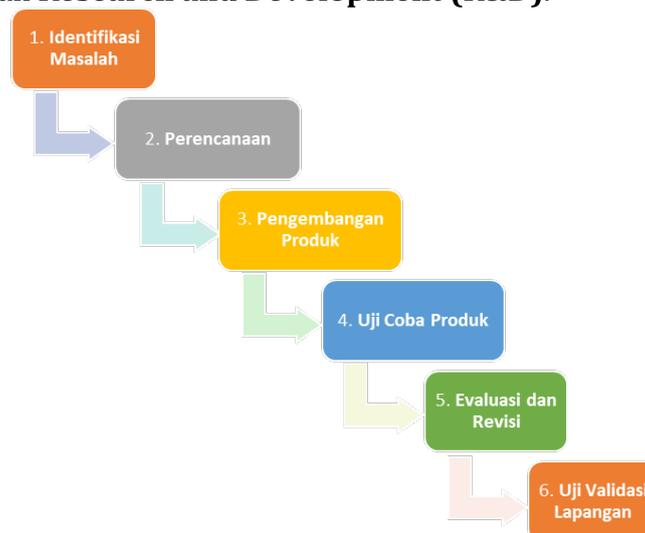
Dengan demikian Pembaruan dari alat yang dikembangkan dalam penelitian ini terletak pada integrasi sistem kontrol jarak jauh berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan smartphone. Sistem ini memanfaatkan modul ESP32 yang terhubung ke Firebase serta aplikasi Android sebagai antarmuka kendali. Melalui fitur ini, petani tidak hanya dapat menjadwalkan penyemprotan otomatis, tetapi juga

mengontrol dan memantau proses penyemprotan secara real-time dari lokasi manapun yang memiliki koneksi internet. Selain itu, pengembangan alat Green Guardian juga menggabungkan efisiensi energi melalui pemanfaatan cahaya matahari menggunakan panel surya berkapasitas 120 Wp dan baterai 12V 100Ah. Kombinasi antara efisiensi energi dan kemampuan kendali jarak jauh ini belum banyak diadopsi dalam penelitian sejenis, sehingga memberikan nilai tambah berupa kemudahan operasional, pengurangan intervensi manual, serta peningkatan responsivitas terhadap kondisi di lapangan secara real-time.

Penerapan sistem penyemprotan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang dalam penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi yang inovatif dan efektif dalam pengelolaan hama. Sistem ini tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga menawarkan solusi jangka panjang untuk pengelolaan tanaman cabai dengan hasil yang berkualitas, tetapi juga dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pengendalian hama kutu kebul pada tanaman cabai.

## B. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam pengembangan alat penyemprotan pestisida ini adalah **Research and Development (R&D)**.



**Gambar 1.** Tahap Metode R&D

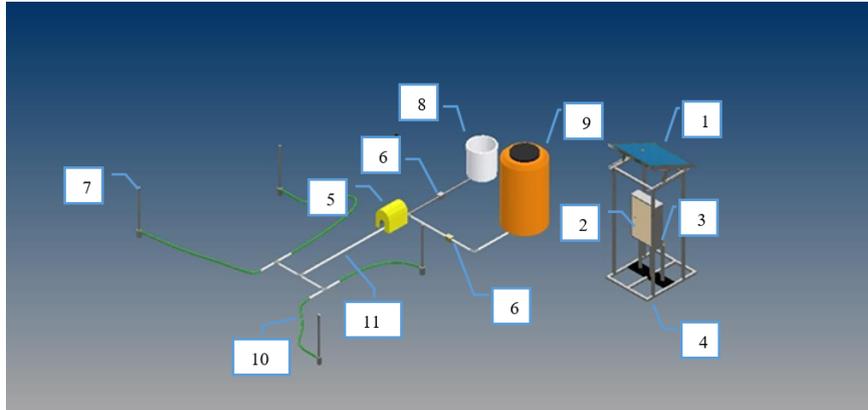
Pada Gambar 1 terdapat urutan rangkaian kegiatan yang dimulai dari identifikasi masalah hingga uji coba alat, yang menunjukkan metode yang cukup sistematis dan terstruktur. Hal tersebut dapat memudahkan dalam penelitian alat. Tahapan yang dilakukan terdiri dari enam langkah utama, yaitu identifikasi masalah, perencanaan, pengembangan produk, uji coba produk, evaluasi revisi, dan uji validasi lapangan [13].

### 1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah, dilakukan melalui studi literatur dan observasi langsung di lapangan untuk memahami permasalahan yang dihadapi petani, khususnya terkait hama kutu kebul pada tanaman cabai. Masalah utama yang ditemukan adalah ketidakefisienan waktu dan tenaga dalam proses penyemprotan pestisida secara manual. Berdasarkan analisis kebutuhan petani, alat dirancang agar hemat energi, mudah digunakan, dan memiliki biaya operasional yang rendah.

## 2. Perencanaan

Pada tahap ini, perancangan alat dilakukan dengan menggunakan Autodesk Inventor untuk menghasilkan model 3D. Rancangan mencakup integrasi teknologi kontrol otomatis berbasis Arduino dan sistem pembangkit listrik tenaga surya. Komponen utama yang dirancang meliputi pompa air, solenoid valve, panel surya, baterai, dan sistem kendali waktu otomatis berbasis RTC.



**Gambar 2.** Desain Alat *Green Guardian*

Gambar 2 menunjukkan desain 3D alat *Green Guardian* secara keseluruhan, termasuk kerangka alat, posisi panel surya, pompa air, dan pipa penyemprotan. Alat ini dirancang untuk mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan dan mendukung efisiensi dalam pengendalian hama. Sistem ini terdiri dari berbagai komponen yang saling terhubung dan bekerja bersama untuk mencapai tujuan tersebut.

Panel Surya (1) digunakan sebagai sumber energi utama untuk mengubah cahaya matahari menjadi listrik yang disimpan dalam Baterai (3). Energi yang disimpan tersebut dikelola melalui Box Panel (2), yang berfungsi sebagai pusat kendali sistem kelistrikan dan pengatur distribusi daya ke seluruh komponen. Kerangka Alat (4) dirancang kokoh untuk menopang semua komponen, Pompa Air (5) bertugas mengalirkan air dari Tandon (9) dan pestisida dari Tandon Pestisida (8) secara bergantian melalui Selang (10) dan Pipa (11) menuju sistem penyemprotan. Sistem penyemprotan terdiri dari Valve (6) sebagai pengontrol aliran cairan, dan Sprayer (7) yang mendistribusikan cairan secara merata ke area yang dituju. Keseluruhan desain ini memastikan alat berfungsi secara efisien, stabil, dan mudah digunakan oleh petani dalam kegiatan sehari-hari.

Pada perancangan alat ini kami melakukan perhitungan mulai dari kebutuhan energi/harinya, kebutuhan panel surya, kebutuhan baterai, pemilihan inverter, dan berapa lama pemakaian baterai.

Energi yang terpakai dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Energi Terpakai(wh)} = \text{Daya Beban(watt)} \times \text{Waktu Penggunaan(jam)}$$

Rumus ini menunjukkan bahwa energi listrik yang digunakan bergantung pada besar daya yang dikonsumsi oleh beban dan durasi penggunaannya. Kebutuhan berapa panel yang harus digunakan menggunakan perhitungan berikut:

$$\text{Panel surya} = \frac{\text{Energi terpakai}}{\text{Wp panel surya} \cdot \text{penyinaran matahari}}$$

Daya yang dihasilkan oleh panel surya dihitung menggunakan rumus:

$$W = V_{mp} \times I_{mp}$$

Rumus ini menunjukkan bahwa daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya bergantung pada tegangan maksimum kerja ( $V_{mp}$ ) dan arus maksimum kerja ( $I_{mp}$ ). Untuk menentukan jumlah panel surya yang dibutuhkan, daya total beban dibandingkan dengan kapasitas daya panel surya yang digunakan.

Kapasitas baterai yang dibutuhkan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kapasitas Baterai} = \frac{\text{Energi}}{\text{Sistem panel}}$$

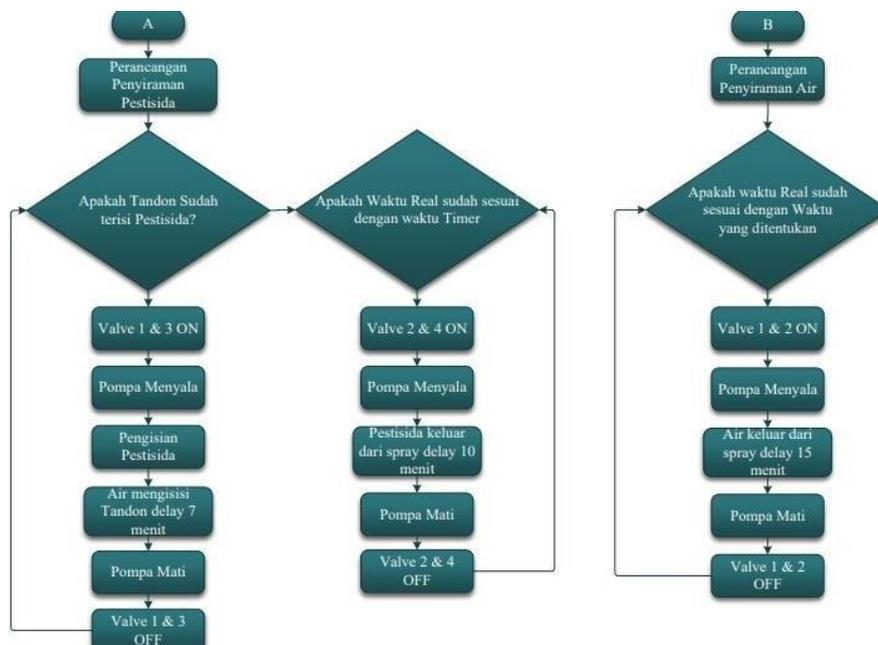
Rumus ini menunjukkan bahwa kapasitas baterai bergantung pada kebutuhan energi, tegangan sistem, dan *Depth of Discharge* baterai yang digunakan.

### 3. Pengembangan Produk

Pengembangan produk dilakukan melalui perakitan sistem mekanik, sistem kontrol, dan sistem kelistrikan.

#### 3.1. Perakitan Sistem Mekanik

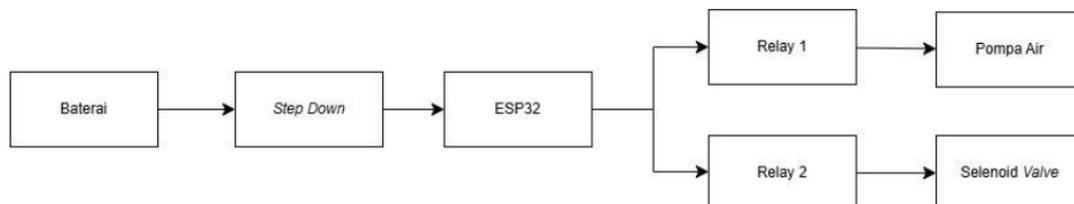
Sistem mekanik mencakup pembuatan kerangka alat, pemasangan panel surya untuk efisiensi energi, dan instalasi sistem penyemprotan.



Gambar 3. Flowchart Kontrol Otomatisasi

### 3.2. Pengembangan Sistem Kontrol

Sistem kontrol dirancang menggunakan teknologi IoT untuk pengaturan waktu otomatis dan integrasi ESP32 dengan Firebase, memungkinkan alat dikendalikan dari jarak jauh melalui aplikasi.



**Gambar 4.** Diagram blok hardware

### 3.3. Integrasi Sistem Kelistrikan

Sistem kelistrikan dirancang dengan memasang panel surya yang terhubung ke MPPT untuk pengisian daya baterai, serta penggunaan inverter untuk mengubah arus DC menjadi AC.

### 3.4. Pengujian Awal Komponen

Pengujian awal dilakukan pada setiap komponen untuk memastikan fungsinya sebelum dirakit menjadi sistem yang utuh.

## 4. Uji Coba Produk

Uji produk alat penyemprotan otomatis dilakukan untuk mengevaluasi kinerja alat dalam menyemprotkan cairan secara efisien dan tepat waktu. Pengujian ini dilakukan dengan durasi satu menit penuh, di mana data diambil setiap interval 5 detik untuk memantau kinerja alat secara rinci selama proses penyemprotan.

Prosedur uji dilakukan dengan mengaktifkan alat penyemprotan otomatis dan memulai siklus penyemprotan. Setiap 5 detik, data kinerja alat, seperti volume cairan yang disemprotkan dan kecepatan penyemprotan, dicatat untuk menganalisis konsistensi serta efektivitas distribusi cairan dalam interval waktu tertentu. Seluruh proses uji ini berlangsung selama 60 detik, dengan tujuan untuk memastikan bahwa alat dapat menyemprotkan cairan secara merata dan efisien sepanjang durasi yang ditentukan.

## 5. Evaluasi dan Revisi

Berdasarkan hasil uji coba, evaluasi dilakukan untuk mengidentifikasi kekurangan alat, seperti kapasitas pompa yang perlu ditingkatkan untuk cakupan lahan yang lebih luas dan konektivitas aplikasi yang perlu diperbaiki. Revisi dilakukan untuk meningkatkan kinerja alat secara keseluruhan.

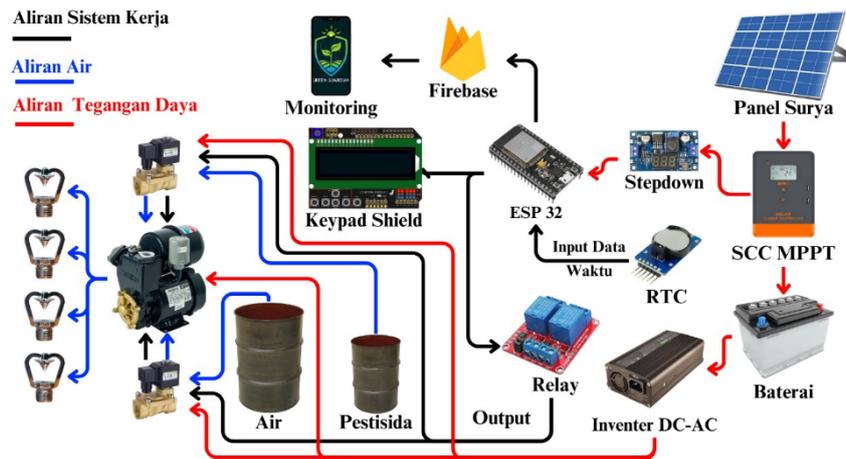
## 6. Uji Validasi Lapangan

Tahap akhir adalah uji validasi lapangan, yang dilakukan di lahan pertanian cabai untuk mengevaluasi efektivitas alat dalam kondisi nyata. Pengujian ini bertujuan untuk menilai sejauh mana alat dapat mengurangi serangan hama kutu kebul, meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga petani, serta berkontribusi pada peningkatan produktivitas dan pengurangan biaya operasional.

## C. Hasil dan Pembahasan

Alat yang telah dirancang kemudian akan memasuki tahap prototipe dan pengujian kinerja, di mana sistem penyiraman dapat dioperasikan atau dimatikan melalui aplikasi yang telah dikembangkan. Aplikasi ini berfungsi sebagai media

kendali jarak jauh untuk mengaktifkan dan menonaktifkan perangkat. Dalam proses perakitan, diperlukan berbagai komponen yang digabungkan agar sistem dapat berfungsi, seperti :tandon, pipa, selang air, pompa, relay, ESP32, Arduino, inverter, baterai, MPPT, dan panel surya. Pengujian kinerja perangkat mencakup aspek seperti cakupan penyiraman, kapasitas semprotan, arus yang digunakan, serta daya dan energi yang dihasilkan baik dalam mode siaga maupun saat pompa aktif. Untuk lebih detail dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Skema Alat

Dari skema alat pada gambar 5 menjelaskan bahwa sistem pada diagram ini menggunakan panel surya sebagai sumber energi utama, yang disalurkan melalui SCC MPPT untuk pengisian baterai. Energi dari baterai diolah oleh inverter DC-AC dan *stepdown* untuk memenuhi kebutuhan daya komponen seperti Arduino, ESP32, dan relay. Arduino dan ESP32 berfungsi sebagai pengendali utama yang mengatur sinyal relay mengaktifkan dan menonaktifkan pompa dan katup elektronik, dengan bantuan RTC untuk penjadwalan otomatis. Sistem ini memungkinkan kendali manual melalui *keypad shield* dan pemantauan jarak jauh menggunakan Firebase yang terhubung ke aplikasi. Pompa mengalirkan air atau pestisida dari tandon melalui saluran pipa yang diarahkan sesuai kebutuhan. Dengan integrasi teknologi IoT dan energi terbarukan, sistem ini memastikan penyiraman dan penyemprotan pestisida berjalan efisien dan ramah lingkungan.

### 1. Hasil dari Perancangan Alat Penyemprotan

Perancangan Alat Penyemprotan yang memiliki sistem pembangkit tenaga surya sebagai sumber energi listrik sebagai suplai daya pada alat penyiraman terdiri dari komponen utama yaitu panel surya 120 wp, mppt PowMr 20A dan berapa ampere), kabel instalasi, MCB DC, MCB AC, relay, RTC, arduino, ESP32, Terminal arduino, LCD *keypad Shield*, kabel duct, terminal blok, push button, *stepdown* DC, kabel spiral, selenoid *Valve AC* baterai, inverter 1000 watt, pompa, panel *box* instalasi. Panel surya beserta kerangka memiliki bentuk dan dimensi yang dirancang tinggi ke atas yang akan mempermudah panel Surya menyerap energi matahari sehingga lebih efisien dan maksimal. Kerangka panel surya terbuat dari Besi hollow 3x3, Tingginya 150 cm dan 25° untuk kemiringan panel surya . dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Desain Alat Penyemprotan.

## 2. Spesifikasi komponen

**Tabel 1.** Spesifikasi Panel Surya

Keterangan	Spesifikasi
<i>Max. power voltage (Vmp)</i>	18.24 V
<i>Max power current (Imp)</i>	6.6 A
<i>Open-circuit voltage (voc)</i>	21.8 V
<i>Short-circuit voltage (Isc)</i>	7.06 A
Dimensi	80 cm x 76 cm x 3 cm

Berdasarkan spesifikasi panel surya yang ditampilkan pada Gambar 2 dengan kapasitas 120 Wp, daya actual yang dihasilkan sebesar 120,384 watt. Panel surya dengan daya keluaran sebesar 120,384 watt mampu mengisi penuh baterai berkapasitas 12V 100Ah dalam waktu 10 jam. Selanjutnya, baterai tersebut dapat mendukung pengoperasian pompa selama 1 jam 48 menit dalam kondisi daya penuh.

**Tabel 2.** Spesifikasi Baterai

Keterangan	Spesifikasi
kapasitas	12V 100Ah
panjang	43.1 cm
lebar	16.4 cm
tinggi	26.2 cm
berat	34 kg

Alat ini menggunakan baterai VRLA Leoch dengan kapasitas 12V 100Ah. Baterai tersebut memiliki umur pakai hingga 5 tahun.

**Tabel 3.** Spesifikasi Inverter

Keterangan	Spesifikasi
Voltase <i>input</i>	DC 12 V
Voltase <i>output</i>	AC 220 V
Daya keluaran Maksimum	1000 W
Daya terus menerus	500 W
Efisiensi inverter	95%
Frekuensi	50 Hz

Inverter yang digunakan pada perangkat ini memiliki spesifikasi voltase input DC sebesar 12 V dan voltase *output* AC sebesar 220 V. Perangkat ini mampu menghasilkan daya keluaran maksimum hingga 1000 W, dengan daya kerja kontinu sebesar 500 W dan efisiensi operasional mencapai 95%. Frekuensi kerja inverter ini adalah 50 Hz.

**Tabel 4.** Spesifikasi Pompa

Keterangan	Spesifikasi
model	SHIMIZU PS-135 E
Daya <i>output</i>	330 watt
Daya <i>input</i>	125 watt

Pompa SHIMIZU PS-135 E memiliki kemampuan mengalirkan air dengan debit hingga 36 liter per menit. Pompa ini mampu mencapai tinggi hisap maksimal 9 meter dan tinggi dorong hingga 30 meter. Dengan kebutuhan daya input sebesar 125 watt, perangkat ini dirancang untuk efisiensi energi yang optimal.

### 3. Interface Aplikasi Green Guardian

Pada gambar 7 merupakan hasil dari interface aplikasi *Green Guardian*, pada interface ini dapat terlihat untuk waktu sudah sesuai secara *real-time*. Pada *interface* terdapat pengaturan jadwal penyemprotan air dan pestisida otomatis serta terdapat tombol manual untuk menyalakan atau mematikan alat penyemprotan air dan pestisida. Interface ini dibuat agar dapat membantu para petani untuk mengontrol alat penyemprotan dari jarak jauh melalui koneksi internet.



Gambar 7. Aplikasi *Green Guardian*

#### 4. Konsumsi daya alat

Daya listrik didefinisikan sebagai jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam suatu rangkaian atau sirkuit listrik. Konsumsi daya diuji menggunakan alat ukur digital multimeter digital, dengan pencatatan parameter tegangan dan arus untuk menghitung konsumsi daya (watt). Dalam pengujian ini, multimeter digital digunakan untuk mengukur perhitungan mulai dari kebutuhan energi/harinya, kebutuhan panel surya, kebutuhan baterai, pemilihan inverter, dan pemilihan MPPT yang tepat.

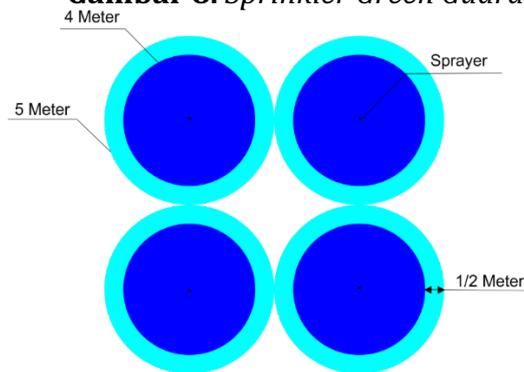
Pada konsumsi daya alat dilakukan beberapa langkah, mulai dari mengetahui berapa energi perhari yang terpakai menggunakan persamaan energi terpakai = daya . waktu, kemudian menentukan berapa panel surya yang dibutuhkan menggunakan persamaan panel surya =  $\frac{\text{energi terpakai}}{wp \text{ panel surya} \cdot \text{penyinaran matahari}}$ , setelah diketahui berapa panel surya yang dibutuhkan perlu adanya menentukan mppt untuk mengontrol pengisian pada baterai dengan menggunakan persamaan  $I_{mp} = \frac{\text{panel surya}}{V_{mp}}$ . Alat green guardian adalah alat penyemprotan otomatis yang menggunakan energi panel surya maka diperlukan inverter untuk mengubah arus DC ke AC untuk menyalakan pompa 330 watt dengan daya sebesar itu maka dibutuhkan inverter yang lebih besar dari daya beban pompo sehingga pada alat green guardian menggunakan inverter sebesar 1000 watt, karenaq ada beberapa inverter dengan kapasitas tertentu hanya dapat digunakan 50% saja, langkah terakhir menentukan baterai dapat dihitung dengan persamaan  $\frac{\text{energi terpakai}}{\text{tegangan panel}}$  perlu diingat bahwa baterai biasanya mempunyai DOD sebesar 50%.

#### 5. Luas penyemprotan

Berdasarkan hasil pengujian penyemprotan, diketahui bahwa setiap sprinkler pada alat ini mampu menyemprotkan air hingga jarak sekitar 5 meter. Dengan konfigurasi 5 sprinkler, alat ini dapat mencakup area penyemprotan seluas 10 m<sup>2</sup>, sehingga cocok digunakan untuk mendukung pengelolaan lahan secara efisien luas penyemprotan alat ini dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8.** *Sprinkler Green Guardian*

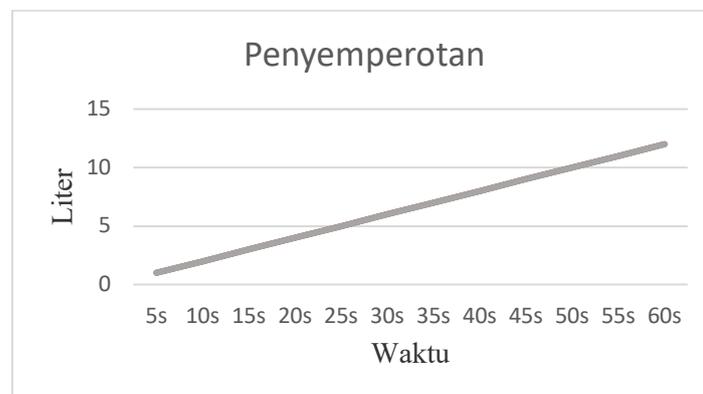


**Gambar 9.** Luas penyemprotan

### 6. Hasil pengujian Alat

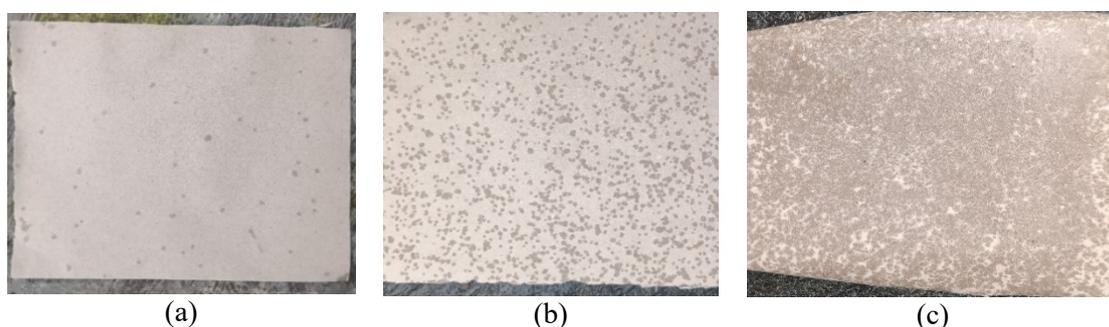
Berdasarkan hasil perhitungan konsumsi daya alat dapat diketahui alat green guardian mempunyai beban energi perhari sebesar 495 wh/hari, membutuhkan paqnel surya 120 wp dengan daya yang dihasilkan sebesar 120,384 watt, MPPT sebesar 20 ampere , inverter 1000 watt untuk mengubah arus DC dari panel surya menuju arus Ac untuk menghidupkan pompa, dari perhitungan kapasitas baterai dibutuhkan baterai 12v 100Ah untuk menyimpan energi panel surya.

Hasil uji coba alat penyemprotan *Green Guardian*, diketahui bahwa alat ini mampu menyemprotkan air ke tanaman cabai dengan sangat cepat. Dalam waktu 5 detik, alat ini dapat mengeluarkan 1 liter air melalui 4 sprayer. Pengujian dilakukan dengan interval waktu 5 detik sekali selama total durasi 60 detik , dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 10.** Grafik Banyaknya Air

Pengujian penyemprotan pada tanaman dilakukan untuk mengukur efektivitas waktu penyemprotan dalam membasahi seluruh bagian tanaman secara merata. Penelitian ini menguji durasi penyemprotan mulai dari 10 hingga 60 detik, dengan tujuan menentukan waktu optimal untuk mencapai tingkat kelembaban yang memadai pada tanaman cabai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penyemprotan selama 10 detik menghasilkan kelembaban yang minimal, sehingga tidak cukup untuk membasahi seluruh permukaan tanaman secara merata. Sedangkan pada durasi 30 detik, jumlah cairan yang diterima tanaman mulai meningkat meskipun belum optimal. Sementara itu, penyemprotan selama 60 detik terbukti mampu membasahi tanaman secara optimal, sehingga analisis data pada gambar 8 tersebut, dapat disimpulkan bahwa alat penyiraman ini mampu melakukan penyiraman tanaman cabai secara optimal dan mencukupi kebutuhan pengendalian hama dalam rentang waktu 1 menit.



**Gambar 11.** Hasil Penyemprotan dari (a) 10 detik, (b) 30 detik, (c) 60 detik

#### D. Simpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan alat penyemprotan pestisida otomatis berbasis IoT yang memanfaatkan panel surya sebagai sumber energi utama. Alat ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pengendalian hama tanaman cabai, khususnya hama kutu kebul. Dengan sistem penyemprotan yang dapat diatur secara otomatis melalui aplikasi, alat ini mampu mencakup area hingga 10 m<sup>2</sup> per siklus dengan kapasitas semprotan sebesar 12 liter.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat *Green Guardian* dapat mengurangi populasi hama kutu kebul hingga 70% dan meningkatkan produktivitas tanaman cabai sebesar 30% dibandingkan metode manual. Proses uji coba juga membuktikan bahwa penyemprotan selama 60 detik memberikan kelembaban optimal yang merata pada tanaman cabai. Selain itu, alat ini menunjukkan efisiensi energi dengan konsumsi daya harian sebesar 495 Wh/hari, yang sepenuhnya didukung oleh panel surya berkapasitas 120 Wp dan baterai 12V 100Ah.

Dengan integrasi teknologi IoT, sistem ini memungkinkan kendali jarak jauh serta penjadwalan penyemprotan secara otomatis, sehingga memberikan solusi berkelanjutan untuk sektor pertanian modern. Alat ini tidak hanya membantu petani menghemat waktu dan tenaga tetapi juga mengurangi dampak negatif dari penggunaan pestisida secara berlebihan terhadap lingkungan.

### E. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi Vokasi, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi serta Politeknik Negeri Jember atas dukungan dana yang telah diberikan kepada penulis melalui program kreativitas mahasiswa (PKM) 2023.

### F. Referensi

- [1] I Gusti Eka Aryatresna, Bambang Supeno, and Irwan Muthahanas, " Pengaruh Konsentrasi Pestisida Nabati Berbahan Dasar Daun Gamal, Daun Pepaya, Dan Ekstrak Bawang Putih Terhadap Intensitas Serangan Hama Kutu Kebul Pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*)," *Universitas Mataram Repository*, vol. 0, no. April 2023, pp. 4–5, 2023, [Online]. Available: <http://eprints.unram.ac.id/41647/>
- [2] S. Zaina, N. I. Wahyudi, M. Fahreza, S. Arifin, I. Ekawati, and R. A. Syabana, "Keparahan Serangan Hama Kutu Kebul (*Besimia tabaci*) pada Pertanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) di Desa Matanair Kabupaten Sumenep," *Prosiding Webinar Nasional Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Tahun 2021 dengan tema "Pandemi Sebagai Momentum Menuju Indonesia Tangguh, Indonesia Tumbuh,"* vol. 1, no. 2, pp. 135–140, 2021.
- [3] Yul Antonisfia a, Nadia Alfitri b, Roza Susanti b, Yultrisna Yultrisna, and Aditya Saputra, "Penerapan Teknologi Penyemprotan Pestisida Pada Tanaman Cabe Bagi Kelompok Tani Sungai Buluh Kecamatan Batang Anai," Apr. 2024.
- [4] M. A. Mujaddidin, M. Ulum, D. Rahmawati, and K. Joni, "Design of Automatic Pesticide Sprayers on Internet-Based Chilli Plants," *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, vol. 4, no. 2, pp. 115–127, Jun. 2020, doi: 10.21070/jeeeu.v4i2.312.
- [5] G. H. Sandi and Y. Fatma, "Pemanfaatan Teknologi *Internet Of Things (Iot)* Pada Bidang Pertanian," 2023.
- [6] W. Albet, A. Lomi, and A. H. Yuwono, "Desain Sistem Penyemprotan Tanaman Berbasis Iot Dengan Sumber Catu Daya Plts Sistem Tracking," 2024.
- [7] A. Nurani *et al.*, "Peran Artificial Intelligence Dalam Sistem Iot Untuk Pertanian Cerdas : *Systematic Literature Review*," 2025.
- [8] R. Ahmad Afandi *et al.*, "Rancang Bangun Alat Penyemprotan Pestisida Organik Dalam Perkebunan Cabai Menggunakan Tenaga Surya," vol. 12, no. 4, 2024, [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika/>
- [9] B. Dwi Waluyo, R. Dwitias Sari, S. Januariyansah, and E. Dodi Suryanto, "Penerapan Penyemprot Tanaman Elektrik untuk Lahan Pertanian di Desa Kuta Dame," *Jurnal Pengabdian Untuk Mu NegeRI*, vol. 5, no. 1, 2021, doi: 10.37859/jpumri.v5i1.2649.
- [10] G. Triyani *et al.*, "Rancang Bangun Alat Penyemprot Herbisida (*Knapsack Sprayer*) Elektrik Berbasis Panel Surya 20 Wp Paralel," Dec. 2022.
- [11] Nailul Muna, Nanang Syahroni, Karimatun Nisa, Natty Novia Ramadhani, and Dimas Ade Firmada, "Perancangan Sistem Penyemprotan Gulma Otomatis Berdasarkan Deteksi Citra Gulma Berbasis IoT," *The Indonesian Journal of Computer Science*, vol. 13, no. 6, Dec. 2024, doi: 10.33022/ijcs.v13i6.4550.
- [12] A. Rofi'I *et al.*, "Development of an iot-based portable smart fertigation module for automatic plant cultivation," in *IOP Conference Series: Earth and*

- Environmental Science, Institute of Physics*, 2024. doi: 10.1088/1755-1315/1338/1/012056.
- [13] H. Aziz and I. Suharjo, "Pengembangan Sistem Keamanan Gerbang Rumah Smart Home Berbasis IoT dengan Metode RnD," vol. 4, pp. 2024–2809, doi: 10.58794/jekin.v5i1.839.