

# Pengembangan Pengendali Serangga Sawah Dengan Prototipe Robot Vacuum Berbasis IOT

## *Development of a Paddy Field Insect Controller Using an IOT-Based Vacuum Robot Prototype*

Bagus Dimas Adam Maulana Hadi M. Putra G.\*<sup>1</sup>, Afu Ichsan Pradana<sup>2</sup>, Joni  
Maulindar<sup>3</sup>, Dwi Hartanti<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Duta  
Bangsa Surakarta

e-mail: \*[1220103292@mhs.udb.ac.id](mailto:1220103292@mhs.udb.ac.id)

**Abstrak** - Serangga sawah seperti wereng dan nyamuk sering masuk ke dalam pemukiman, terutama pada musim hujan atau setelah panen, yang dapat mengganggu kenyamanan dan kesehatan penghuni rumah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan prototipe robot vacuum berbasis Internet of Things (IoT) sebagai solusi alternatif pengendalian serangga rumah yang ramah lingkungan. Metode penelitian menggunakan pendekatan rekayasa prototipe yang dilengkapi dengan komponen utama berupa mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik, pemancar gelombang ultrasonik SQ40T, sinar UV, motor penggerak, dan vacuum. Robot dirancang untuk membersihkan sisa serangga yang mati atau bangkai serangga menggunakan vacuum, mengusir serangga dengan gelombang ultrasonik, serta melakukan sterilisasi menggunakan sinar UV. Sistem robot ini dapat dikendalikan secara manual dan otomatis melalui aplikasi dengan mengandalkan komunikasi Blynk, di mana aplikasi ini dibangun menggunakan Unity yang terhubung melalui jaringan Wi-Fi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot dapat bergerak otomatis menghindari halangan menggunakan sensor ultrasonik, menyedot sisa serangga yang mati, mengaktifkan SQ40T untuk mengusir, dan mensterilkan area dengan sinar UVC. Sistem juga dapat dikontrol dari jarak jauh melalui aplikasi secara real-time. Berdasarkan hasil uji coba, prototipe ini mampu membersihkan sisa serangga yang mati di dalam ruangan dan menyediakan solusi yang ramah lingkungan untuk pengendalian serangga rumah.

Kata kunci – aplikasi IoT ; kendali otomatis; robot vacuum; sensor ultrasonik; sterilisasi UV

**Abstract** - Paddy field insects such as planthoppers and mosquitoes often entered residential areas, especially during the rainy season or after harvest, which disrupted the comfort and health of residents. This study aimed to develop a prototype of an Internet of Things (IoT)-based vacuum robot as an eco-friendly alternative solution for household insect control. The research used a prototype engineering approach and was equipped with main components including an ESP32 microcontroller, ultrasonic sensors, SQ40T ultrasonic wave emitter, UV light, drive motors, and a vacuum system. The robot was designed to vacuum up dead insects, repel live insects using ultrasonic waves, and sterilize areas with UV light. The robot system could be controlled both manually and automatically through an application built with Unity, connected via Wi-Fi using Blynk communication. The test results showed that the robot was able to move automatically while avoiding obstacles using ultrasonic sensors, vacuum dead insect remains, activate the SQ40T to repel insects, and sterilize the area with UVC light. The system could also be controlled remotely through the application in real time. Based on the trials, the

*prototype was capable of cleaning insect remains indoors and provided an environmentally friendly solution for household insect control.*

*Keywords – automatic control; IoT components; robot vacuum; ultrasonic sensor; UV sterilization*

## **I. PENDAHULUAN**

Lingkungan pertanian seperti sawah merupakan habitat alami bagi berbagai serangga, seperti wereng dan nyamuk, yang sering berpindah ke pemukiman warga, terutama saat musim hujan atau pasca-panen. Kehadiran serangga ini dapat mengganggu kenyamanan, menimbulkan risiko kesehatan, dan merusak barang-barang rumah tangga. Penggunaan pestisida kimia di lingkungan rumah dinilai kurang aman karena berdampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan, sehingga dibutuhkan alternatif yang lebih ramah lingkungan.

Seiring dengan kemajuan teknologi, salah satu solusi yang mulai diperkenalkan adalah penggunaan perangkat berbasis Internet of Things (IoT) untuk pengendalian serangga. Teknologi ini memungkinkan pengendalian alat secara otomatis dan manual. Sebagai contoh, pengembangan robot vacuum yang dilengkapi dengan fitur-fitur tambahan seperti gelombang ultrasonik untuk mengusir serangga, dan sinar ultraviolet (UV) untuk mensterilkan area, dapat menjadi alternatif pengendalian serangga yang lebih ramah lingkungan dan bebas bahan kimia. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa gelombang ultrasonik dapat mengganggu aktivitas fisiologis serangga dan efektif dalam mengendalikan hama seperti wereng di lahan pertanian. Misalnya, (Baihaqi., 2022) merancang alat pengendalian hama wereng pada tanaman padi menggunakan gelombang ultrasonik berbasis Arduino Uno, yang menunjukkan efektivitas dalam mengurangi populasi hama tersebut. Sementara itu, sinar UV terbukti dapat membunuh serangga dan mikroorganisme (Vyshnavi et al., 2020). Namun, hingga saat ini belum ada penggabungan teknologi tersebut dalam satu sistem robot vacuum berbasis IoT yang ditujukan untuk pemukiman dekat area pertanian.

Meski banyak penelitian yang telah mengembangkan robot pembersih otomatis dan pengusir serangga berbasis teknologi, sebagian besar penelitian ini masih terbatas pada penggunaan teknologi untuk kebersihan atau pengendalian hama di area pertanian. Beberapa studi juga mengembangkan alat dengan fokus pada pengendalian serangga menggunakan gelombang ultrasonik atau sinar UV, namun tidak menggabungkan teknologi tersebut dalam satu perangkat yang dapat dipantau dan dikendalikan melalui aplikasi berbasis IoT. Penelitian ini bertujuan mengembangkan prototipe robot vacuum berbasis IoT yang mengintegrasikan fitur pembersih, pensterilan UV, dan pengusiran serangga ultrasonik, serta dapat dikendalikan otomatis dan manual melalui aplikasi. Dengan pendekatan ini, diharapkan tercipta solusi praktis dan multifungsi untuk pengendalian serangga rumah yang lebih efektif dan ramah lingkungan.

## **II. TINJAUAN TEORI**

Penelitian ini mengacu pada beberapa teori dan konsep dasar yang relevan, antara lain teori tentang pengendalian hama, teknologi Internet of Things (IoT), gelombang ultrasonik, dan sinar ultraviolet (UV) sebagai berikut:

Pada penelitian (Baihaqi, 2022) yang berjudul "Pengendalian Hama Wereng pada Tanaman Padi Menggunakan Gelombang Ultrasonik Berbasis Arduino Uno", penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen untuk menguji efektivitas gelombang ultrasonik dalam mengurangi populasi wereng pada tanaman padi. Penelitian ini menunjukkan bahwa gelombang ultrasonik pada frekuensi 40–45 kHz dapat mengurangi populasi wereng dalam waktu 180 menit. Gelombang ultrasonik tersebut mampu mengganggu sistem saraf dan perilaku makan dari hama wereng.

Pada penelitian (Vyshnavi et al., 2020) yang berjudul "Effect of Ultraviolet Light on Insects and Microorganisms", penelitian ini mengevaluasi penggunaan sinar UV-C untuk membunuh serangga dan mikroorganisme. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sinar UV-C efektif dalam merusak DNA serangga dan mikroorganisme, menjadikannya sebagai solusi yang efektif untuk sterilisasi area yang terkontaminasi serangga.

Penelitian lainnya dilakukan oleh (Reu & Belutowe, 2025) dengan judul "Pengusir Serangga Berbasis IoT Menggunakan Gelombang Ultrasonik". Penelitian ini mengembangkan alat pengusir serangga berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat dikendalikan melalui aplikasi berbasis Blynk. Gelombang ultrasonik pada frekuensi antara 20–70 kHz digunakan untuk mengusir nyamuk, lalat, dan kecoak dari lingkungan tertutup.

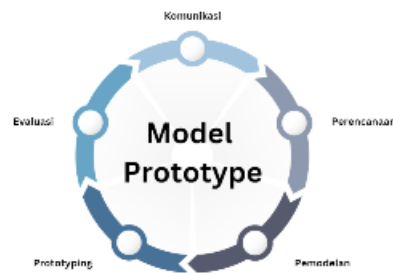
Pada penelitian (Utama & Setyaningrum, 2022) dengan judul "Desain Alat Pengendali Hama Wereng Menggunakan Gelombang Ultrasonik", penelitian ini menguji penggunaan gelombang ultrasonik untuk mengurangi aktivitas makan hama wereng. Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan gelombang ultrasonik pada frekuensi 40 kHz menyebabkan serangga, khususnya wereng, menjadi pasif dan mengurangi aktivitas makan mereka dalam waktu singkat.

Penelitian oleh (Wardani & Al Rasyid, 2023) dengan judul "Desain Alat Pengusir Belalang dan Burung Berbasis LoRa di Lahan Pertanian" mengembangkan alat berbasis LoRa untuk mengusir belalang dan burung di area pertanian. Penelitian ini menunjukkan bahwa gelombang ultrasonik efektif dalam radius 3 meter dari alat tersebut, mengurangi kehadiran serangga dan hewan pengerat di sekitar tanaman pertanian.

Meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah membuktikan efektivitas gelombang ultrasonik dan sinar ultraviolet dalam pengendalian serangga, pendekatan yang digunakan umumnya masih bersifat parsial dan terbatas pada satu jenis teknologi. Hingga saat ini, belum terdapat kajian yang secara komprehensif mengintegrasikan kedua teknologi tersebut ke dalam satu sistem robot vacuum berbasis Internet of Things (IoT). Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada perancangan dan pengembangan prototipe robot vacuum yang menggabungkan fungsi pengusiran

serangga, sterilisasi area, dan pembersihan otomatis dalam satu kesatuan sistem yang dapat dikendalikan secara real-time melalui aplikasi berbasis IoT.

### III. METODE



**Gambar 3.1.** Diagram Alur Pengembangan Model Prototype

Pengembangan model ini dimulai dengan mengumpulkan kebutuhan dari pengguna terkait perangkat lunak yang akan dikembangkan. Prototyping bertujuan untuk membantu pengguna memahami alur sistem melalui tampilan serta simulasi yang tampak seperti produk akhir. Berikut adalah penjelasan mengenai tahapan-tahapan dalam metode pengembangan ini:

- a. Komunikasi  
Pada tahap yang pertama yang dilakukan adalah komunikasi dengan tujuan untuk mengidentifikasi permasalahan, bahan dan informasi yang diperlukan terkait penelitian.
- b. Perencanaan  
Pada tahapan ini digunakan untuk menentukan sumberdaya, spesifikasi atau kebutuhan penunjang penelitian, seperti bahan, literasi produk serupa, software dan hardware yang digunakan, flow atau alur fungsi alat yang akan dibuat.
- c. Pemodelan  
Pada tahap pemodelan ini merupakan representasi atau Gambaran awal model alat yang akan dibuat, seperti pembuatan desain 3D.
- d. Prototyping  
Pada tahap prototyping adalah perakitan bahan menjadi alat, sesuai dengan model yang telah dibuat sebelumnya.
- e. Evaluasi  
Pada tahap evaluasi ini digunakan untuk menguji alat yang telah selesai di rakit, sesuai fungsi sesuai dengan perencanaan awal.

Adapun analisis kebutuhan yang dilakukan untuk menentukan spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan dalam pengembangan prototype robot sebagai berikut:

#### A. Perangkat Keras

Komponen perangkat keras yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini meliputi:

1. ESP32 – Sebagai mikrokontroler utama yang mendukung konektivitas WiFi dan Bluetooth.
2. Relay – Digunakan untuk mengontrol beban seperti Lampu UVC dan PWM

Generator.

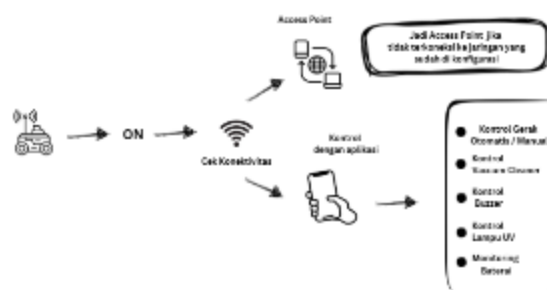
3. Expansion Shield ESP32 – Untuk mempermudah koneksi antar komponen.
4. Driver Motor L298N – Untuk mengendalikan dua motor DC secara simultan.
5. Motor DC / Dinamo – Sebagai penggerak utama robot.
6. Sensor Ultrasonik HC-SR04 – Untuk deteksi jarak dan penghindaran rintangan.
7. PWM Signal Generator 2 Channel – Untuk menghasilkan sinyal frekuensi tinggi yang stabil, digunakan sebagai pemicu gelombang ultrasonik.
8. SQ40T Ultrasonic Transmitter 40 kHz – Komponen piezoelektrik yang menghasilkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz, berfungsi sebagai pengusir serangga.
9. Lampu Ultraviolet (UVC) – Berfungsi untuk sterilisasi area dari mikroorganisme.
10. Modul USB-C Charger Li-Po Li-Ion Multi-Cell 3S – Untuk pengisian baterai 18650.
11. Modul Stepdown XL4015
12. Modul Stepdown MP2315 3A
13. Baterai 18650 – Sebagai sumber daya robot.
14. Akrilik dan PVC – Material utama kerangka robot.
15. Baterai Display Bar dan Voltmeter – Untuk monitoring kapasitas dan tegangan baterai.
16. BMS 2S dan 3S

#### B. Perangkat Lunak

Perangkat Lunak yang digunakan dalam pengembangan sistem meliputi:

1. Arduino IDE – Untuk pemrograman mikrokontroler ESP32.
2. Blynk – Platform IoT untuk mengontrol dan memonitor perangkat melalui aplikasi mobile.
3. Wokwi – Simulator rangkaian elektronik berbasis web untuk ESP32.
4. Blender – Untuk pembuatan desain 3D.
5. Unity – Untuk simulasi visual dan pemodelan dalam pengembangan antarmuka.

Alur mekanisme kerja perangkat merupakan bagian penting dalam memahami cara kerja sistem secara menyeluruh. Alur ini disusun untuk memberikan gambaran teknis mengenai bagaimana perangkat beroperasi dari awal hingga akhir. Alur mekanisme kerja perangkat menjelaskan tahapan-tahapan proses kerja robot vacuum sejak sistem dinyalakan hingga perangkat menyelesaikan tugasnya. Berikut merupakan alur mekanisme kerja robot:



**Gambar 3.2** Alur Mekanisme Kerja Robot

Analisis data dalam penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja perangkat setelah tahap perakitan dan pengujian. Beberapa aspek yang dianalisis meliputi:

1. Fungsi Fitur: Menguji apakah semua fitur seperti vacuum, gelombang ultrasonik, dan sinar UVC berjalan sesuai dengan mode operasi (otomatis dan manual).
2. Konektivitas: Menganalisis kemampuan perangkat dalam mendeteksi dan terhubung ke jaringan WiFi serta beralih ke mode akses poin saat diperlukan.
3. Kinerja Komponen: Meliputi pengujian motor, sensor ultrasonik, dan daya tahan baterai selama penggunaan.
4. Respon Sistem dan Kontrol Aplikasi: Mengevaluasi efektivitas kontrol melalui aplikasi Blynk serta pengalaman pengguna dalam mengoperasikan perangkat.
5. Perbaikan Berdasarkan Evaluasi: Hasil pengujian digunakan sebagai dasar perbaikan untuk menyempurnakan performa perangkat.

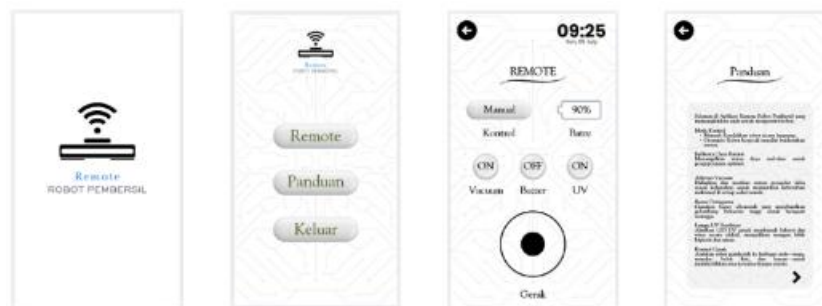
#### **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah melalui tahapan komunikasi, perencanaan, pemodelan, hingga evaluasi, diperoleh sebuah perangkat robot vacuum dengan dua mode pengoperasian (otomatis dan manual) yang dikendalikan melalui aplikasi mobile berbasis Blynk. Perangkat berhasil dirakit menggunakan komponen ESP32 sebagai mikrokontroler utama dan dilengkapi dengan fitur penyedotan debu, gelombang ultrasonik sebagai pengusir serangga, dan sinar UVC untuk sterilisasi.

Berikut ini disajikan gambar desain awal robot vacuum serta tampilan antarmuka aplikasi kontrol berbasis Blynk. Gambar ini menunjukkan integrasi antara rancangan mekanik dan sistem kontrol perangkat lunak yang akan digunakan oleh pengguna:

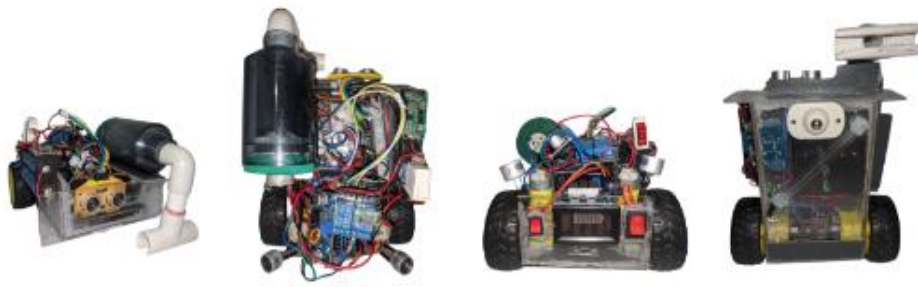


**Gambar 4. 1** Desain 3D Prototipe Robot Vacuum

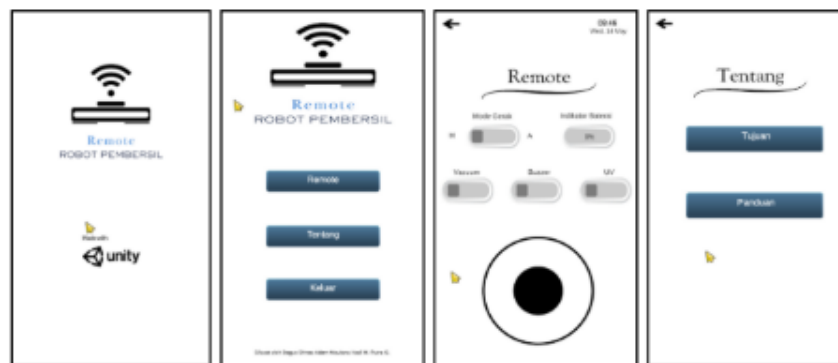


**Gambar 4. 2** Desain Interface Aplikasi Kontrol

Perangkat berhasil dirakit sesuai dengan rancangan yang telah dibuat pada tahap pemodelan. Proses implementasi dilakukan dengan menggabungkan seluruh komponen perangkat keras dan pemrograman perangkat lunak sesuai spesifikasi. Setelah implementasi selesai, perangkat siap untuk diuji guna memastikan semua fitur berfungsi sesuai dengan perencanaan awal. Gambar berikut menunjukkan hasil akhir bentuk fisik robot vacuum serta tampilan aplikasi kontrol yang digunakan untuk pengoperasian:



Gambar 4. 3 Hasil Implementasi Desain 3D Robot Vacuum



Gambar 4. 4 Hasil Implementasi Desain Interface Aplikasi Kontrol

Setelah prototype selesai diimplementasikan, dilakukan pengujian untuk memastikan setiap fitur utama berfungsi sesuai dengan tujuan pengembangan. Pengujian ini mencakup fungsi dasar seperti konektivitas jaringan, kendali melalui aplikasi Blynk, serta aktivasi fitur otomatis dan manual. Hasil pengujian dicatat dalam tabel berikut, yang merangkum performa perangkat berdasarkan masing-masing fitur:

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Fitur Prototype Robot

| Tabel Hasil Pengujian Fitur |                        |                                                                            |                                                                                             |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| No                          | Parameter              | Hasil Pengujian                                                            | Keterangan                                                                                  |
| 1                           | Koneksi Wifi           | Berhasil terhubung & mode AP berjalan baik                                 | Responsif, namun bergantung kepada sinyal suatu Lokasi jika menggunakan hotspot data ponsel |
| 2                           | Gerak Otomatis         | Berjalan dengan kecepatan stabil, mampu menghindari obyek benda            | Kecepatan konstan, mampu berbelok saat rintangan terdeteksi                                 |
| 3                           | Penyedot Debu (Vacuum) | Menyala stabil dan Berhasil di kontrol melalui aplikasi sebatas on dan off | Menggunakan rangkaian pisah dan diberi tegangan sebesar 5V melalui modul stepdown           |
| 4                           | Gelombang              | Menyala stabil di 25khz dan Berhasil di                                    | Menggunakan 2 SQ40 Transmitemtr untuk                                                       |

|   |                              |                                                         |                                                                                                  |
|---|------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | Ultrasonik                   | kontrol melalui aplikasi sebatas on dan off             | memancarkan gelombang sebesar 25khz dan dapat dikontrol gelombangnya melalui modul pwm generator |
| 5 | Lampu UVC                    | Menyala, stabil                                         | Menggunakan rangkaian pisah dan diberi tegangan sebesar 3V melalui modul stepdown                |
| 6 | Kontrol Manual               | Aplikasi terhubung ke Blynk API, respons baik           | Mampu mengontrol arah gerak, menyalakan dan mematikan Vacuum, UVC dan Gelombang Ultrasonik       |
| 7 | Monitoring Kapasitas Baterai | Presentase baterai terbaca secara real-time di aplikasi | Menggunakan sensor tegangan & konversi ke % dari aplikasi melalui data yang dikirim dari ESP32   |

Untuk memastikan stabilitas dan efisiensi daya, sistem robot vacuum ini dibagi ke dalam dua rangkaian daya terpisah. Rangkaian 1 menggunakan 3 baterai 18650 (4V saat penuh, 2000mAh) yang disusun seri, menghasilkan tegangan total 12V dan kapasitas 2.0Ah, sehingga total energi yang tersedia adalah:

$$E = V \times I = 12V \times 2Ah = 24Wh \quad (1)$$

Rangkaian ini menyuplai ESP32, driver motor L298N, PWM generator, Motor Gearbox, serta Relay.

Rangkaian 2 menggunakan 2 baterai 18650 (4V per sel, 2000mAh) yang disusun seri, menghasilkan tegangan total 8V dan kapasitas 2.0Ah, sehingga energinya:

$$E2 = V \times I = 8V \times 2.0Ah = 16Wh \quad (2)$$

Rangkaian ini secara khusus ditujukan untuk menyuplai daya pada motor vacuum dan lampu UVC yang membutuhkan arus lebih tinggi.

Perangkat dirancang dengan dua rangkaian daya terpisah untuk mengoptimalkan kinerja dan efisiensi konsumsi energi. Rangkaian utama (Rangkaian 1) terdiri dari ESP32, driver motor L298N, PWM generator, motor gearbox, dan relay, yang beroperasi secara kontinu pada mode otomatis maupun manual. Rangkaian ini menjadi penentu utama durasi operasional sistem sebelum tegangan baterai mencapai batas minimum. Sementara itu, Rangkaian 2 yang didukung oleh dua baterai 18650 secara khusus menyuplai daya untuk motor vacuum dan lampu UVC yang membutuhkan arus tinggi, sehingga mengurangi beban pada rangkaian kontrol utama. Berdasarkan hasil pengujian, durasi operasional

optimal ketika seluruh fitur aktif secara simultan adalah sekitar 45 menit. Rentang ini dipilih untuk menjaga kestabilan tegangan, memperpanjang umur baterai, dan memastikan seluruh fitur berjalan tanpa penurunan performa.

ESP32 dipilih sebagai inti sistem karena mendukung konektivitas WiFi dan memiliki performa pemrosesan yang cukup untuk mengelola banyak fitur sekaligus. Dual mode dipilih untuk memberikan fleksibilitas: mode otomatis untuk kenyamanan, mode manual untuk presisi dan kontrol pengguna. Fitur-fitur tambahan seperti UVC dan gelombang ultrasonik ditambahkan untuk meningkatkan fungsi kebersihan dan kesehatan yang tidak dimiliki robot vacuum biasa. Konfigurasi pin pada mikrokontroler ESP32 dirancang untuk mengakomodasi seluruh komponen kendali dan aktuator yang terlibat dalam sistem robot vacuum ini, yang mencakup:

1. Sensor tegangan terhubung ke pin 36 yang mendukung pembacaan analog (ADC), memungkinkan sistem memantau level daya baterai secara real-time.
2. Gelombang ultrasonik untuk pengusir serangga dikendalikan melalui pin 27.
3. Lampu UVC terhubung ke pin 26.
4. Motor vacuum dikendalikan melalui pin 32.
5. Sensor ultrasonik HC-SR04 untuk navigasi menggunakan pin 23 sebagai trigger dan pin 19 sebagai echo.
6. Kontrol pergerakan motor gearbox kiri dan kanan diatur melalui empat pin digital: IN1 pada pin 4, IN2 pada pin 5, IN3 pada pin 12, dan IN4 pada pin 13, yang seluruhnya terhubung ke driver motor L298N.

Perangkat dirancang dan dikembangkan melalui tahapan sistematis: mulai dari komunikasi kebutuhan pengguna, perencanaan spesifikasi, pembuatan desain 3D, hingga perakitan dan pengujian. Integrasi ESP32 dengan aplikasi Blynk memudahkan kendali jarak jauh dan real-time. Mode otomatis memungkinkan robot bekerja secara mandiri berdasarkan alur yang telah diprogram, sementara mode manual memungkinkan pengguna mengatur gerak dan fitur secara langsung.

Dalam pengembangan sistem ini, digunakan dua bahasa pemrograman utama, yaitu C++ dan C#, yang masing-masing disesuaikan dengan kebutuhan perangkat keras dan aplikasi. Bahasa C++ digunakan untuk memprogram mikrokontroler ESP32 melalui platform Arduino IDE, yang mengendalikan logika operasi perangkat keras seperti sensor ultrasonik, motor, pwm generator, serta modul vacuum dan UVC. Sementara itu, C# digunakan dalam pengembangan antarmuka aplikasi berbasis Unity yang nantinya dapat digunakan untuk visualisasi atau simulasi kendali perangkat secara interaktif. Berikut ini disajikan potongan kode sumber (source code) dari perangkat mikrokontroler dan aplikasi kendali:

1. Source Code Perangkat (Mode Otomatis)

```
void loop() {  
  if (!checkingConnection) {  
    cekKoneksi();  
    if (isBlynkConnected) {  
      Blynk.run();  
      kirimTegangan();  
      if (autoMode) {  
        jarak = bacaJarak1();  
        if (jarak <= 5) {  
          mundur();  
        }  
      }  
    }  
  }  
}
```

```
        delay(500);
        berhenti();}
    int jarakDepan = bacaJarak1();
    belokKanan();
    delay(500);
    berhenti();
    int jarakKanan = bacaJarak2();
    belokKiri();
    delay(500);
    belokKiri();
    delay(500);
    berhenti();
    int jarakKiri = bacaJarak3();
    belokKanan();
    delay(500);
    berhenti();
    if (jarakDepan > jarakKanan && jarakDepan > jarakKiri) {
        Serial.println("Jalur depan lebih jauh, maju.");
        maju();} else if (jarakKanan > jarakKiri) {
        Serial.println("Jalur kanan lebih jauh, berbelok ke kanan.");
        belokKanan();
        delay(500);
        maju();} else {
        Serial.println("Jalur kiri lebih jauh, berbelok ke kiri.");
        belokKiri();
        delay(500);
        maju();}} delay(100);}
```

## 2. Source Code Aplikasi Kontrol

```
void Start()
{
    Debug.Log("Unity dijalankan, memulai pengambilan data tegangan setiap 1 menit...");
    StartCoroutine(UpdateTeganganSetiapMenit());
    IEnumerator UpdateTeganganSetiapMenit()
    {
        while (true)
        {
            yield return StartCoroutine(GetTeganganValue());
            yield return new WaitForSeconds(60);}
    }
}

void Update()
{
    if (joystickHandle != null)
    {
        float horizontalInput = joystickHandle.anchoredPosition.x;
        float verticalInput = joystickHandle.anchoredPosition.y;
        int value1 = 0, value2 = 0, value3 = 0, value4 = 0;
        if (verticalInput >= 110 && Mathf.Abs(horizontalInput) <= 50 && !isUpCommandSent)
        {
            value1 = 1;
            isUpCommandSent = true;
            isDownCommandSent = isLeftCommandSent = isRightCommandSent = false;
            SendJoystickRequest(value1, value2, value3, value4); }
        if (verticalInput <= -110 && Mathf.Abs(horizontalInput) <= 50 && !isDownCommandSent)
        {
            value2 = 1;
            isDownCommandSent = true;
            isUpCommandSent = isLeftCommandSent = isRightCommandSent = false;
            SendJoystickRequest(value1, value2, value3, value4); }
        if (horizontalInput <= -110 && Mathf.Abs(verticalInput) <= 50 && !isLeftCommandSent)
        {
            value4 = 1;
```

```
isLeftCommandSent = true;
isUpCommandSent = isDownCommandSent = isRightCommandSent = false;
SendJoystickRequest(value1, value2, value3, value4); }
if (horizontalInput >= 110 && Mathf.Abs(verticalInput) <= 50 && !isRightCommandSent)
{value3 = 1;
isRightCommandSent = true;
isUpCommandSent = isDownCommandSent = isLeftCommandSent = false;
SendJoystickRequest(value1, value2, value3, value4); }
if (horizontalInput == 0 && verticalInput == 0)
{if (isUpCommandSent || isDownCommandSent || isLeftCommandSent ||
isRightCommandSent)
{ SendJoystickRequest(0, 0, 0, 0);
isUpCommandSent = false;
isDownCommandSent = false;
isLeftCommandSent = false;
isRightCommandSent = false;}}}}
```

Hasil implementasi prototype telah sesuai dengan tujuan awal penelitian, yaitu menciptakan robot vacuum yang tidak hanya dapat membersihkan secara otomatis, tetapi juga memberikan nilai tambah berupa sterilisasi dan pengusiran serangga. Penggunaan aplikasi mobile juga sesuai dengan kebutuhan modern akan perangkat berbasis IoT yang mudah dikendalikan. Fitur yang diuji terbukti berfungsi dengan baik, mendukung hipotesis bahwa desain sistem ini layak dan relevan untuk diterapkan di lingkungan rumah tangga.

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil pengembangan dan pengujian terhadap prototipe yang telah dirancang, dapat disimpulkan bahwa sistem robot vacuum yang dikembangkan berhasil menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian. Perangkat ini mampu beroperasi dalam dua mode, yaitu otomatis dan manual, dengan kendali jarak jauh melalui aplikasi mobile berbasis platform Blynk yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32. Seluruh fitur utama seperti penggerak motor, sistem relay, pemantauan tegangan baterai, dan antarmuka aplikasi terbukti berfungsi dengan baik selama pengujian. Penambahan fitur lampu UVC untuk sterilisasi dan gelombang ultrasonik untuk pengusiran serangga juga menjadi keunggulan tersendiri yang memperluas fungsi perangkat ini dari sekadar alat pembersih menjadi sistem pendukung kebersihan dan kesehatan rumah tangga.

Meskipun demikian, efektivitas pengusiran serangga masih belum optimal karena penggunaan modul pemancar ultrasonik mini yang memiliki daya rendah dan jangkauan terbatas. Untuk itu, pengembangan lebih lanjut disarankan menggunakan speaker ultrasonik khusus yang lebih kuat dan sesuai secara teknis agar fitur tersebut dapat bekerja secara maksimal. Selain itu, sistem ini juga perlu ditingkatkan dari sisi kapasitas dan efisiensi daya baterai agar dapat menopang komponen berdaya tinggi tanpa mengganggu stabilitas sistem utama. Penambahan sensor navigasi seperti deteksi debu atau hambatan juga akan meningkatkan akurasi dan efektivitas proses pembersihan. Antarmuka aplikasi kontrol dapat dikembangkan agar lebih informatif dan interaktif, sementara sistem pemantauan perangkat bisa ditingkatkan melalui integrasi sensor suhu atau sensor arus untuk mencegah risiko overheating atau kelebihan beban. Penggunaan fitur pengisian daya otomatis, baik melalui docking station maupun metode pengisian nirkabel, juga dapat menjadi solusi praktis untuk memperpanjang waktu operasional tanpa intervensi manual. Dengan berbagai

pengembangan tersebut, robot vacuum ini berpotensi menjadi perangkat yang lebih adaptif, efisien, dan andal dalam mendukung kebutuhan rumah tangga modern.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Baihaqi, "Rancang Bangun Alat Pengendalian Hama Wereng Menggunakan Gelombang Ultrasonik Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Teknologi Pertanian*, vol. 15, no. 2, pp. 45-52, 2022.
- [2] B. Vyshnavi, "Effectiveness of Ultraviolet Light in Sterilizing Microorganisms," *International Journal of Environmental Science*, vol. 8, no. 1, pp. 23-29, 2020.
- [3] Z. Wang, X. Qiao, Y. Wang, H. Yu and C. Mu, "IoT-based system of prevention and control for crop diseases and insect pests," *Frontiers in Plant Science*, vol. 15, p. Article 1323074, 2024.
- [4] N. A. Ilahi, A. A. Musyafiq, M. F. Pradana and E. Alimudin, "IoT-Enabled Solar-Powered Pest Control for Rice Agriculture: Monitoring and Efficiency of Light-Based Traps," *Journal of Power Energy and Control*, vol. 2, no. 1, pp. 14-26, 2025.
- [5] D. Reu and M. Belutowe, "Pengusir Serangga Berbasis IoT Menggunakan Gelombang Ultrasonik," *Jurnal Teknologi IoT dan Otomasi*, vol. 4, no. 1, pp. 45-53, 2025.
- [6] R. Utama and L. Setyaningrum, "Desain Alat Pengendali Hama Wereng Menggunakan Gelombang Ultrasonik," *Jurnal Teknologi Pertanian Terapan*, vol. 7, no. 2, pp. 112-120, 2022.
- [7] S. Wardani and F. Al Rasyid, "Desain Alat Pengusir Belalang dan Burung Berbasis LoRa di Lahan Pertanian," *Jurnal Inovasi Teknologi Pertanian*, vol. 5, no. 1, pp. 30-38, 2023.
- [8] R. Podomia, R. Katili and M. Ahaliki, "Pengembangan Sistem Berbasis Metode Prototyping untuk Meningkatkan Kesesuaian Kebutuhan Pengguna," *Jurnal Rekayasa Sistem Informasi*, vol. 10, no. 1, pp. 25-33, 2024.
- [9] G. Santoso, S. Hani, H. K. Kabalmay, I. A. Mubarak and J. Susetyo, "Insects Pest Trap Monitoring System Using Internet of Things Based Sensors," *Engineering and Technology Journal*, vol. 8, no. 6, pp. 2342 - 2349, 2023.
- [10] F. K. S. I. M. A. D. & W. K. S. Datar, "Implementasi Sistem Robot Vacuum Cleaner dengan Pendeteksi Debu Otomatis," *JITTER: Jurnal Ilmiah Teknologi dan Komputer*, vol. 5, no. 2, p. 2177-2189, 2024.
- [11] M. Z. J. J. P. M. H. R. S. M. & I. M. K. Hussin, "Smart Robot Cleaner Using Internet of Things," *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, vol. 46, no. 1, pp. 175-186, 2024.
- [12] S. S. & S. R. Patel, "Voice-Controlled Fully Automatic Vacuum Cleaner Using IoT," *International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)*, vol. 10, no. 3, pp. 142-146, 2022.