

Pengembangan Sistem Penyiangan Gulma Padi Berbasis IoT Menggunakan ESP32 untuk Meningkatkan Produktivitas Pertanian

Wahyu Ilham Zen^{1*}✉, Ilimiyati Rahmy Jasril²

¹Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Indonesia

²Departemen Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Indonesia

✉ *Corresponding Author: wahyuilhamzen01@gmail.com

ABSTRACT

Agriculture plays an important role in Indonesia's economy, but its productivity is often compromised by uncontrolled weed growth in rice fields. In facing this challenge, the development of an ESP32-based rice weeding system with the concept of Internet of Things (IoT) is an interesting solution. This research aims to design, build, and test a rice weeding tool that can be controlled through the Blynk application connected to the ESP32 Module. Taking into account technical limitations and paddy field conditions, the project aims to increase agricultural productivity while introducing modern technology to farmers. The results show that the developed tool is able to cut weeds effectively and can be operated through the Blynk application on a smartphone. Tests on various land conditions showed good cutting results, except in watery areas. In conclusion, this tool has the potential to increase rice productivity with more efficient weed control using IoT technology.

Keywords: Weeds, Grass, Rice Plants, ESP32, Motor Driver L298N

ABSTRAK

Pertanian merupakan peran penting dalam ekonomi Indonesia, namun produktivitasnya sering kali terganggu oleh pertumbuhan gulma yang tidak terkontrol di sawah. Dalam menghadapi tantangan ini, pengembangan sistem penyiangan gulma padi berbasis ESP32 dengan konsep Internet of Things (IoT) menjadi solusi yang menarik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji alat penyiangan gulma padi yang dapat dikendalikan melalui aplikasi Blynk yang terkoneksi dengan Modul ESP32. Dengan memperhitungkan batasan teknis dan kondisi sawah, proyek ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pertanian sambil memperkenalkan teknologi modern kepada petani. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat yang dikembangkan mampu memotong gulma secara efektif dan dapat dioperasikan melalui aplikasi Blynk pada smartphone. Pengujian pada berbagai kondisi lahan menunjukkan hasil pemotongan yang baik, kecuali pada area berair. Kesimpulannya, alat ini berpotensi untuk meningkatkan produktivitas padi dengan pengendalian gulma yang lebih efisien menggunakan teknologi IoT.

Kata kunci: Gulma, Rumput, Tanaman Padi, ESP32, Driver Motor L298N

For all articles published in ELEKTIF, © copyright is retained by the authors.

This is an open-access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan salah satu komoditas pangan utama, karena menghasilkan beras yang menjadi sumber karbohidrat esensial bagi masyarakat Indonesia [1], [2]. Bagi masyarakat yang

menjadikan nasi sebagai makanan pokok, nasi memiliki nilai yang istimewa dan sulit digantikan oleh bahan pangan lainnya [3]. Selain itu, beras juga dikenal sebagai salah satu makanan yang kaya nutrisi dan energi, karena mengandung zat-zat yang mudah diproses oleh tubuh untuk menghasilkan energi [4]. Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat tahun 2022, luas panen padi pada tahun tersebut mencapai sekitar 271.883 hektare, mengalami penurunan sebesar 0,19 persen dari tahun sebelumnya. Namun, produksi padi pada 2022 mengalami kenaikan sebesar 4,28 persen dibandingkan tahun sebelumnya, mencapai 1.373.532 ton GKG. Produksi beras juga meningkat sebesar 4,28 persen menjadi 795.306 ton untuk konsumsi pangan penduduk.

Pada tahun 2023, luas panen padi mengalami peningkatan signifikan sebesar 10,55 persen menjadi sekitar 300.565 hektare. Produksi padi juga meningkat sebesar 7,93 persen menjadi 1.482.469 ton GKG, dengan produksi beras untuk konsumsi pangan penduduk mencapai 858.383 ton, meningkat sebesar 7,93 persen dibandingkan tahun sebelumnya. Data ini menunjukkan bahwa optimasi produktivitas padi pada lahan sawah memiliki potensi besar untuk meningkatkan produksi gabah nasional. Perlu perhatian lebih terhadap faktor-faktor yang memengaruhi produksi padi, termasuk pengelolaan lahan, varietas tanaman, dan teknik budidaya yang lebih efisien [5]. Produksi dipengaruhi oleh dua jenis faktor: 1) Faktor biologis, seperti jenis dan tingkat kesuburan lahan pertanian, benih, varietas tanaman, penggunaan pupuk, obat-obatan, hama, gulma, dan lain-lain; 2) Faktor sosial-ekonomi, seperti biaya produksi, tenaga kerja, pendapatan, tingkat pendidikan, risiko dan ketidakpastian, kelembagaan, ketersediaan kredit, dan lainnya [6].

Gulma merupakan tanaman yang tumbuh pada waktu, tempat, dan kondisi yang tidak diinginkan oleh manusia [7], [8]. Gulma umumnya tumbuh di lokasi yang tidak diharapkan, terutama di lahan yang ditujukan untuk budidaya tanaman. Keberadaan gulma di area tanaman budidaya dapat menyebabkan kerugian, baik dari segi kuantitas maupun kualitas hasil produksi [9], [10]. Gulma mengurangi hasil pertanian karena berkompetisi untuk air, nutrisi, dan ruang tumbuh, menurunkan kualitas produk, menjadi rumah bagi penyakit dan hama, dan merusak tanaman dengan zat beracun atau alelopati [11]. Keberadaan gulma di sekitar tanaman merupakan salah satu masalah utama dalam budidaya, terutama dalam upaya meningkatkan produksi tanaman [12].

Praktik budidaya tanaman yang baik merupakan salah satu cara untuk menjaga kestabilan produktivitas padi. Masalah umum yang berdampak besar pada produktivitas padi adalah gulma. Hingga saat ini, gulma masih sering tumbuh di sekitar lahan pertanian padi dan berfungsi sebagai pengganggu, yang mengakibatkan penurunan hasil produksi padi [13], [14]. Gulma yang sering ditemukan di lahan pertanian padi dapat mengurangi produksi padi hingga 57%. Gulma ini berasal dari kelompok gulma berdaun lebar seperti *Sphenochlea zeylanica*, *Monochoria vaginalis*, dan *Ludwigia octovalvis*, serta gulma teki seperti *Fimbristylis miliacea* dan *Cyperus iria*. Pengendalian gulma menggunakan berbagai teknik, termasuk mencegah, mengendalikan secara fisik, mengendalikan secara biologis, dan mengendalikan secara kimiawi. Petani biasanya menggunakan metode mekanis, seperti penyiangan dengan alat, dan metode kimiawi, yaitu penggunaan herbisida [15].

Pada saat ini teknologi digitalisasi berkembang dengan begitu pesat, segala hal dapat diakses dengan mudah melalui media internet [16]. Salah satu teknologi yang dapat menyelesaikan permasalahan yang kompleks pada kehidupan sehari-hari yaitu dengan menggunakan penerapan internet of things [17]. Internet of Things (IoT) adalah sebuah pengembangan dalam komunikasi jaringan yang menghubungkan berbagai benda sehingga mereka dapat saling berinteraksi melalui internet. Benda-benda ini saling bertukar data yang kemudian diolah menjadi informasi [18]. Istilah

Internet of Things (IoT) umumnya mengacu pada situasi di mana konektivitas jaringan dan kemampuan komputasi diterapkan pada berbagai objek, sensor, dan barang sehari-hari yang biasanya tidak dianggap sebagai perangkat komputer. Hal ini memungkinkan perangkat-perangkat tersebut untuk menghasilkan, berbagi, dan memanfaatkan data dengan sedikit campur tangan manusia [19].

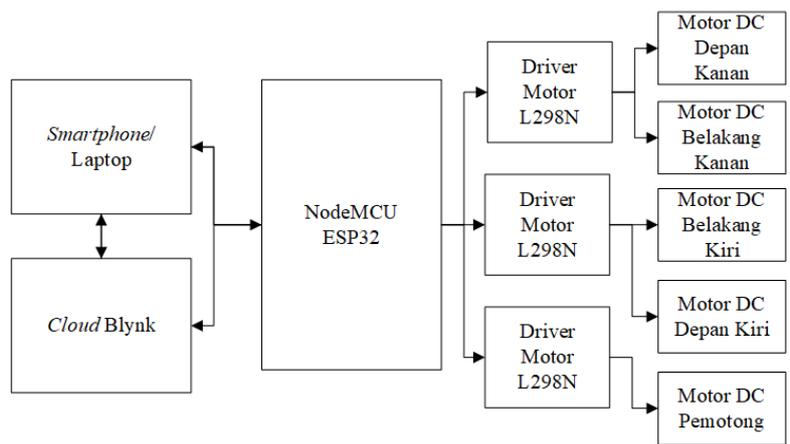
Penerapan IoT dalam pertanian memiliki banyak manfaat, termasuk mempermudah pekerjaan petani, meningkatkan hasil produksi, dan mengurangi penggunaan pestisida dan herbisida. Melalui sensor, IoT dapat mengumpulkan data yang diperlukan untuk analisis, menghubungkan petani dengan informasi yang relevan, dan membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih cerdas. Penggunaan teknologi digitalisasi, khususnya IoT, merupakan langkah penting dalam meningkatkan produktivitas pertanian, termasuk produksi padi. Dengan memanfaatkan IoT, petani dapat mengatasi tantangan yang dihadapi dalam budidaya padi, meningkatkan efisiensi, dan mencapai hasil produksi yang lebih optimal

METODE

Metodologi perancangan dilakukan dari segi perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*) serta membahas blok diagram alat, prinsip kerja alat, flowchart dan perancangan sistem peyiangan gulma padi.

1. Diagram Blok

Pada tahap pembuatan dan perancangan alat ini, sistem akan beroperasi secara terintegrasi, di mana beberapa komponen yang saling berhubungan diperlukan. Setiap komponen memiliki fungsi yang akan mempengaruhi kinerja komponen lainnya. Agar tergambar dengan jelas bagan sistem yang dirancang, maka perlu dilakukan penjelasan sistem dengan menggunakan blok diagram. Blok diagram menggambarkan cara kerja alat secara keseluruhan, mulai dari *input*, proses, hingga *output* [20]. Berikut blok diagram dari alat peyiangan gulma padi berbasis internet of things menggunakan NodeMCU ESP 32, seperti pada gambar berikut.



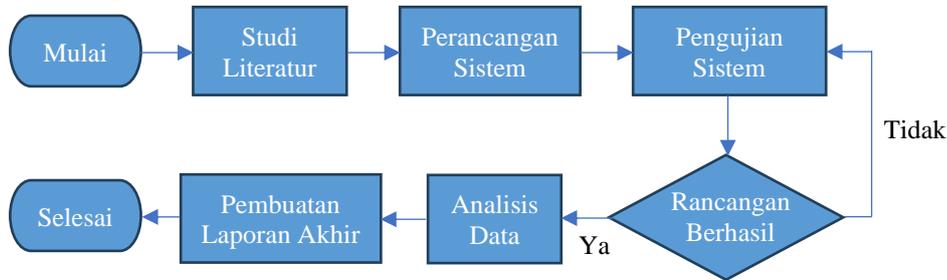
Gambar 1. Blok Diagram

2. Flowchart

Flowchart adalah diagram yang menggambarkan alur logika dalam suatu program atau prosedur sistem. Program flowchart adalah diagram yang merinci setiap langkah proses dalam program secara detail. Program flowchart ini dibuat berdasarkan alur sistem. Selain itu, flowchart logika program digunakan untuk memvisualisasikan langkah-langkah logis dalam mikrokontroler.

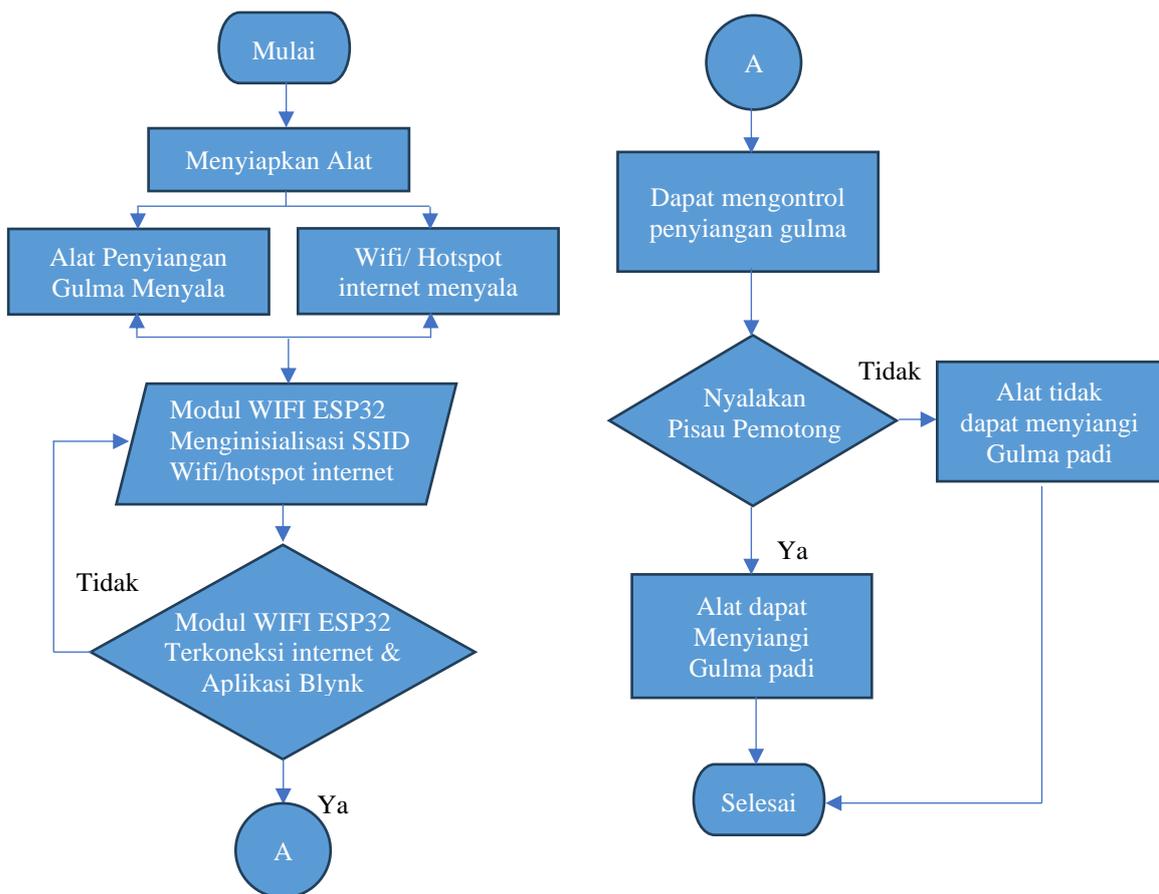
a. Flowchart Metode Penelitian

Metode penelitian adalah tahapan yang digunakan dalam proses perancangan alat penyiangan gulma berbasis Internet of Things serta pengujian alat yang menjadi hasil dari penelitian ini. Metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Metode Penelitian

b. Flowchart Kinerja Alat



Gambar 3. Diagram Alir (Flowchart) Alat Penyiangan Gulma Berbasis ESP32

3. Prinsip Kerja Alat

Berdasarkan dari perancangan diagram blok dan flowchart (diagram alir) di atas dapat dijelaskan prinsip kerja dari alat yang dibuat adalah saat tombol saklar pada robot dinyalakan lalu pastikan controller pada robot terhubung dengan internet. Saat controller sudah terhubung dengan internet maka alat penyiang gulma sudah bisa dikendalikan oleh android menggunakan Blynk untuk mengoperasikannya, alat tersebut dapat digerakkan maju dan mundur serta berbelok ke kiri dan ke kanan, tentunya agar dapat memotong rumput nyalakan motor penggerak weeder plate atau pisau pemotong rumput.

4. Kebutuhan Analisa Sistem

a. Perangkat Lunak

Kebutuhan perangkat lunak untuk pembuatan alat ini mencakup:

a) Arduino IDE:

Digunakan untuk menulis program mikrokontroler NodeMCU menggunakan bahasa C/C++. Program disimpan dalam format *.ino dan diupload ke NodeMCU ESP32 setelah dikompilasi.

b) Proteus:

Digunakan untuk merancang skematik rangkaian alat penyiang gulma padi berbasis Internet of Things dan untuk mensimulasikan hasil rangkaian sebelum implementasi.

c) Autodesk Eagle:

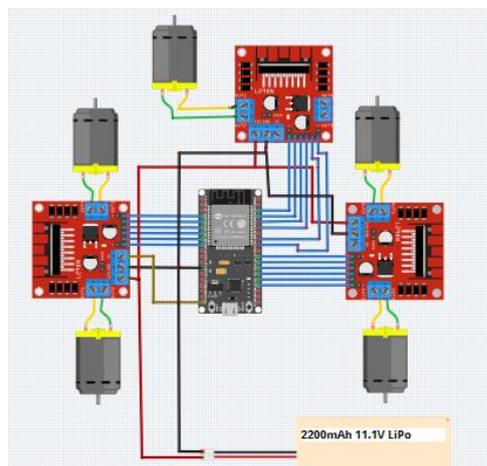
Digunakan untuk merancang board PCB alat penyiang gulma padi berbasis Internet of Things setelah berhasil disimulasikan. Software ini digunakan untuk desain skematik dan layout jalur PCB.

d) Autodesk Inventor:

Digunakan untuk merancang desain alat penyiang gulma berbasis Internet of Things dalam format 2D dan 3D setelah desain PCB selesai.

5. Skema Rangkaian

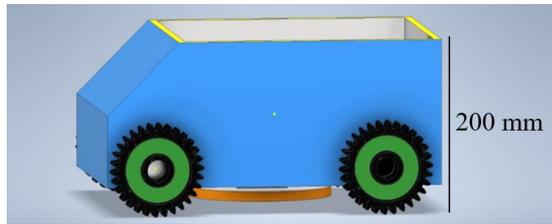
Skema rangkaian dari alat penyiang gulma padi berbasis internet of things ialah sebagai berikut



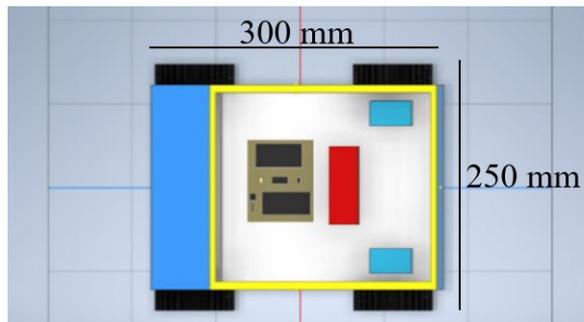
Gambar 4. Skema Rangkaian Alat Penyiangan Gulma Padi Berbasis ESP32

6. Rancangan Alat

Rancangan fisik alat bertujuan untuk memberikan gambaran bentuk sistem yang akan dirancang. Rancangan sistem penyiangan gulma padi berbasis ESP32 memiliki dimensi alat dengan panjang 300 mm, lebar 250 mm, dan tinggi 200 mm.



Gambar 5. Rancangan Tampak Samping



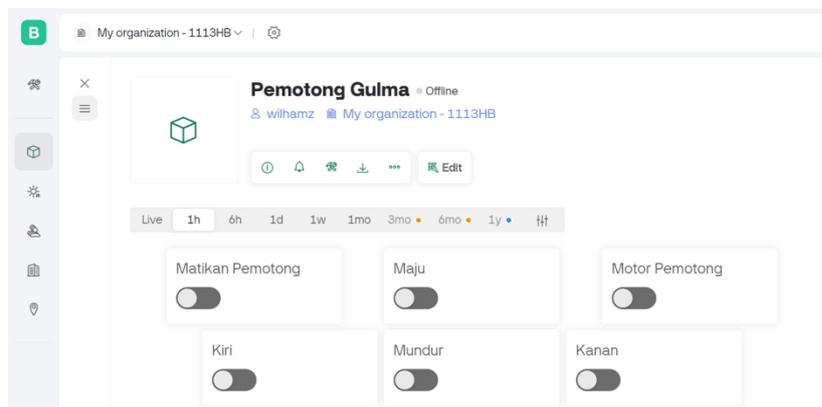
Gambar 6. Rancangan Tampak Atas

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Perancangan

a. Tampilan antarmuka

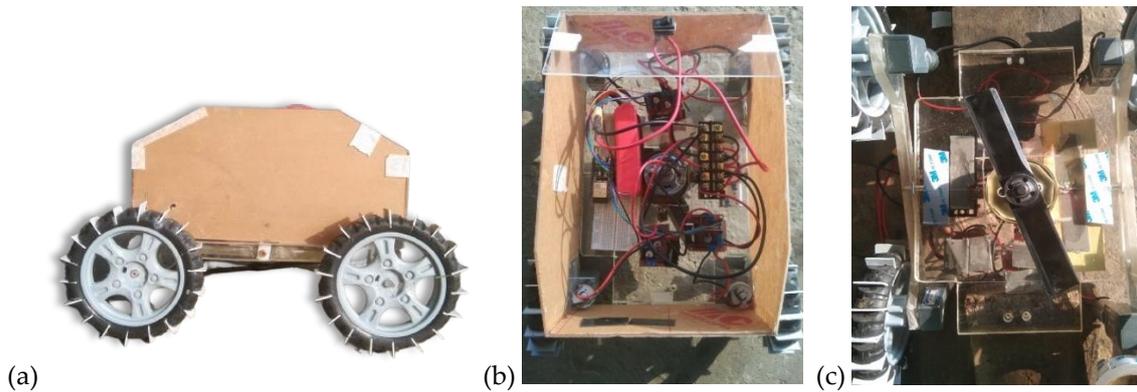
Pada antarmuka aplikasi Blynk terdapat 8 widget yang diantaranya 7 button/switch dan 1 video streaming. 4 widget button/switch berguna untuk menggerakkan alat penyiang gulma pada tanaman padi berbasis internet of things untuk bergerak maju, mundur, putar kiri dan putar kanan sehingga dapat membantu pengguna untuk mengendalikan alat dengan mudah. Selain itu terdapat 2 widget swith untuk menghidupkan motor dc pemotong dan mematikan motor dc pemotong. Berikut tampilan antarmuka yang dibuat pada aplikasi Blynk.



Gambar 7. Hasil Tampilan antarmuka pada web Blynk

b. Tampilan fisik robot

Hasil pembuatan alat penyiangan gulma berbasis Internet of Things (IoT) pada tanaman padi didokumentasikan setelah proses perencanaan dan perancangan selesai. Alat ini menggunakan ESP32 sebagai kontroler utama yang dipasang dalam box pelindung untuk melindungi komponen dari panas dan hujan. Komponen utama terdiri dari roda, penyangga, serta rangkaian kendali yang mencakup baterai LiPo, driver motor L298N, dan motor DC 12V untuk menggerakkan alat dan memotong gulma. Alat ini dapat dioperasikan melalui aplikasi Blynk pada smartphone yang terhubung dengan ESP32, yang mengontrol arah dan fungsi pemotong gulma. Dimensi alat ini adalah panjang 300mm, lebar 250mm, dan tinggi 250mm. Pada gambar 8 merupakan bentuk fisik robot dari tampak samping, tampak atas, dan tampak bawah.



Gambar 8. (a) Robot tampak samping, (b) Robot tampak atas, (c) robot tampak bawah

2. Hasil Pengujian

a. Pengujian Driver Motor L298N

Pengujian pergerakan motor yang dikendalikan melalui Driver Motor L298N dengan memberikan logika High (1) dan LOW (0) pada output yang terhubung dengan motor dc sehingga motor dapat bergerak sesuai perintah. Berikut tabel pengujian pergerakan motor menggunakan Driver Motor L298N

Tabel 1. Pengujian Driver Motor L298N

Motor 1A	Motor 1B	Motor 2A	Motor 2B	Motor 3A	Motor 3B	Motor 4A	Motor 4B	Status Motor
1	0	1	0	1	0	1	0	Maju
0	1	0	1	0	1	0	1	Mundur
0	1	1	0	1	0	0	1	Putar Kiri
1	0	0	1	0	1	1	0	Putar Kanan

b. Pengujian Koneksi Hotspot Pada ESP32

Pengujian semua komponen dalam penelitian ini dilakukan di area terbuka agar tidak mengganggu jaringan WiFi. Dalam pengujian ini, hotspot pada smartphone digunakan sebagai penghubung antara robot pemotong gulma dengan perangkat smartphone. Pengguna dapat mengakses kontroler dengan menggunakan alamat IP ESP32 yang terhubung pada smartphone

untuk menjalankan perintah. Pengujian pada modul ESP32 bertujuan untuk menentukan jarak kendali robot pemotong gulma. Berikut penjelasan pada tabel 2:

Tabel 2. Koneksi hotspot smartphone pemotongan gulma pada ESP32

No	Jarak	Status	Keterangan
1	1 – 20 Meter	Terkoneksi	Rancangan alat dapat dikendalikan dengan baik
2	20 – 40 Meter	Terkoneksi	Rancangan alat dapat dikendalikan dengan baik
3	40 – 80 Meter	Terkoneksi	Rancangan alat dapat dikendalikan dengan baik
4	80 – 100 Meter	Terkoneksi	Rancangan alat dapat dikendalikan dengan baik
5	100 – 120 Meter	Terkoneksi	Rancangan alat dapat dikendalikan dengan baik
6	120 – 140 Meter	Koneksi Melemah	Rancangan alat yang dikendalikan terdapat delay
7	140 – 150 Meter	Koneksi Melemah	Rancangan alat yang dikendalikan terdapat delay
8	150 Meter	Koneksi Melemah	Tidak terkoneksi. Rancangan alat tidak dapat dikendalikan

3. Pengujian pemotongan gulma pada tanaman padi

Dari pengujian menggunakan flexible shaft atau kabel tulang pemotong rumput pada pisau pemotong rumput, ditemukan bahwa robot pemotong rumput yang dikembangkan dalam penelitian ini mampu memotong rumput dengan berhasil. Kondisi hasil pemotongan bervariasi tergantung pada kondisi rumput saat proses pemotongan dilakukan. Berbagai medan digunakan sebagai uji coba, termasuk rumput biasa, rumput berbatu, rumput berpasir, dan rumput yang berair. Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot dapat memotong rumput dengan baik kecuali pada medan yang berair, karena robot yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak dilengkapi dengan fitur tahan air.

Tabel 3. Hasil Uji coba pisau pemotong gulma pada tanaman padi

Kondisi Area	Panjang Rumput	Kondisi Rumput	Hasil
Gulma/Rumput Biasa	20 cm	2 cm	Terpotong
			
Gulma/Rumput Berlumpur	20 cm	2 cm	Terpotong

Gulma/Rumput Berair

20 cm

2 cm

Terpotong



Hasil pengujian fungsional dari pisau pemotong rumput dilakukan dengan berbagai medan potong yang berbeda. Ditemukan bahwa robot dapat berhasil memotong rumput pada kebanyakan medan, kecuali pada medan yang berair karena kurangnya perlindungan terhadap air pada robot tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan alat yang diuji, dapat disimpulkan bahwa alat ini dapat digunakan untuk memotong gulma atau rumput yang tumbuh dan mengganggu pada tanaman padi dapat bekerja dengan baik. Dari uji coba koneksi antar modul ESP32 dengan perangkat *smartphone* dapat berfungsi dengan baik. Berdasarkan uji coba yang dilakukan, koneksi yang dapat dijangkau sampai dengan 140 meter sesuai dengan kecepatan internet dan tanpa hambatan. Diharapkan menggunakan baterai dengan kapasitas yang lebih besar agar dapat bekerja dengan waktu yang lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. Faradiba, E. Y. Dwi, dan I. bin Sa'id, "Impact of Urea Fertiliser on Plant Tissue of Rice (*Oryza sativa* L) in Food Production," *Jurnal Agricultural Science*, vol. 18, no. 2, hlm. 55–60, 2023.
- [2] W. O. Harmawati dan I. G. R. Sadimantara, "Uji Potensi Hasil Galur Padi (*Oryza sativa* L.) Beras Merah Di Lahan Sawah," *Berkala Penelitian Agronomi*, vol. 11, no. 2, hlm. 77–88, 2023.
- [3] R. A. Nadja dan A. S. Halimah, *Preferensi Konsumen Terhadap Pangan*. Penerbit NEM, 2023.
- [4] A. Suyanto, S. Rahayu, Sutikarini, dan R. Suryani, "Efektivitas Penggunaan Pembenh Tanah Organik dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Tanam Padi (*Oryza Sativa* L.) pada Tanah Sulfat Masam," *Pangan*, vol. 32, hlm. 95–102, Agu 2023, Diakses: 2 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnalpangan.com/index.php/pangan/article/view/695/481>
- [5] "Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat," 2022.
- [6] P. : Karmini, F. Sampul, dan : Karyati, *Ekonomi Produksi Pertanian*. 2018.
- [7] R. Dimas Sandy, "Pengendalian Gulma Pada Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora* P.) di PTPN XII Kebun Renteng Afdeling Rayap Kabupaten Jember," 2023.

- [8] S. Ariansyah, H. G. Mawandha, dan S. Tarmadja, "Pengaruh Cara Aplikasi dan Jenis Herbisida terhadap Gulma Anak Kelapa Sawit di Perkebunan Kelapa Sawit," *Agroforetech*, vol. 1, no. 3, hlm. 1820–1826, 2023.
- [9] C. S. Kale, Y. M. Killa, dan M. H. Ndapamuri, "Identifikasi Jenis Dan Dominansi Gulma Pada Tanaman Pertanian Hortikultura Di Kelurahan Malumbi," *Sandalwood Journal Of Agribusiness And Agrotechnology*, vol. 2, no. 1, hlm. 13–19, 2024.
- [10] A. L. Abadi, M. A. Syib'li, L. Q. Aini, A. W. Sektiono, F. A. Choliq, dan I. Trianti, *Pengelolaan Penyakit Tumbuhan Terpadu (Integrated Plant Disease Management)*. Universitas Brawijaya Press, 2023.
- [11] D. V. Riskitavani dan K. I. Purwani, "Studi Potensi Bioherbisida Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa*) terhadap Gulma Rumput Teki (*Cyperus rotundus*)," *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, vol. 2, 2013.
- [12] Firmansyah dan M. Haiqal, "Pengaruh Sistem Tanam Jajar Legowo Terhadap Hasil Padi Dan Keberadaan Gulma Di Sidrap Sulawesi Selatan," *Plantklopedia*, vol. 2, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.umsrappang.ac.id/plantklopedia>
- [13] S. Syarifah, I. Apriani, dan R. H. T. Amallia, "Identifikasi Gulma Tanaman Padi (*Oryza sativa* L. var. Ciherang) Sumatera Selatan," *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*, vol. 1, no. 1, hlm. 40–44, Des 2018, doi: 10.31540/biosilampari.v1i1.52.
- [14] R. Adji, "Teknologi Budidaya Padi Salibu Sebagai Metode Peningkatan Produksi Padi," 2023, *President University Press*.
- [15] D. Suswati, E. Dolorosa, dan U. S. Y. V. Indrawati, "Teknik Pengolahan Tanah Untuk Budidaya Tanaman Padi Di Desa Saing Rambli Kecamatan Sambas Kabupaten Sambas," *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, vol. 4, 2023.
- [16] M. A. Haris, "Urgensi Digitalisasi Pendidikan Pesantren di Era Society 5.0 (Peluang dan Tantangannya di Pondok Pesantren Al-Amin Indramayu)," *Islamic Management: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, vol. 6, no. 01, hlm. 49–64, 2023.
- [17] E. Erwin dkk., *Pengantar & Penerapan Internet Of Things: Konsep Dasar & Penerapan IoT di berbagai Sektor*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- [18] B. Artono dan R. G. Putra, "Penerapan Internet Of Things (IoT) Untuk Kontrol Lampu Menggunakan Arduino Berbasis Web," *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*, vol. 5, no. 1, hlm. 9–16, Apr 2019, doi: 10.25047/jtit.v5i1.73.
- [19] K. Rose, S. Eldridge, dan L. Chapin, "The Internet of Things: An Overview Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World," 2015. Diakses: 2 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.internetsociety.org/iot>
- [20] A. P. Zanofo, R. Arrahman, M. Bakri, dan A. Budiman, "Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3," 2020.