

Design And Build Rat Pest Control Equipment With Lora-Based Communication System

[Rancang Bangun Peralatan Pengusir Hama Tikus Dengan Sistem Komunikasi Berbasis Lora]

Ghinnata Alsyah Arena ¹⁾, Arief Wisaksono ²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: ariefwisaksono@umsida.ac.id

Abstract. *Pests plague farmers both during planting and after harvest. One of the pests that most often causes crops to fail during harvest time is rats. These pests usually attack communities of tens to thousands of people, causing a lot of losses. Since rat pests attack close to harvest, farmers usually drive rats out of the fields. This research method uses the R&D method. This research aims to assist farmers in repelling rat pests to get good quality rice. The test that will be used is a partial test. Where, partial tests that will be carried out on sensor parts are sensor movement tests, LoRa data transmission tests and LoRa distance measurement tests. The LoRa-based rat repellent system uses a combination of sensors and ultrasonic frequency transmitters to detect and repel rats. With LoRa technology, the system can send and receive data remotely with little power.*

Keywords - PIR Sensor, LoRa, IOT, Mouse Repellent

Abstrak. *Hama mengganggu petani baik selama masa tanam maupun setelah panen. Salah satu hama yang paling sering menyebabkan gagal panen pada saat panen adalah tikus. Hama ini biasanya menyerang komunitas yang terdiri dari puluhan hingga ribuan ekor, sehingga menyebabkan banyak kerugian. Karena hama tikus menyerang menjelang panen, petani biasanya mengusir tikus dari sawah. Metode penelitian ini menggunakan metode R&D. Penelitian ini bertujuan untuk membantu petani dalam mengusir hama tikus untuk mendapatkan hasil panen yang berkualitas. Uji yang akan digunakan adalah uji parsial. Dimana, pengujian parsial yang akan dilakukan pada bagian sensor yaitu uji pergerakan sensor, uji pengiriman data LoRa dan uji pengukuran jarak LoRa. Sistem pengusir tikus berbasis LoRa ini menggunakan kombinasi sensor dan pemancar frekuensi ultrasonik untuk mendeteksi dan mengusir tikus. Dengan teknologi LoRa, sistem ini dapat mengirim dan menerima data dari jarak jauh dengan daya yang kecil.*

Kata Kunci - Sensor PIR, LoRa, IOT, Pengusir Tikus

I. PENDAHULUAN

Selama penanaman dan setelah panen, petani diganggu oleh hama. Tikus adalah salah satu hama yang paling sering menyebabkan panen gagal selama masa panen. Hama ini biasanya menyerang komunitas yang terdiri dari puluhan hingga ribuan individu, menyebabkan kerugian besar. Bulir biji padi hampa, dan biji padi rontok kering dapat disebabkan oleh serangan hama tikus. Meskipun pengendalian hama ini biasanya dilakukan secara mekanis dengan menggunakan peralatan yang dapat mengusir hama tikus, menunggu disawah terkadang membutuhkan waktu dan kesabaran[1]. Jika anda tidak sempat menggunakan jasa pengusirannya, Anda dapat mengeluarkan banyak uang, tetapi itu kadang-kadang tidak efektif[2].

Secara tradisional, hama tikus diusir dari sawah. Karena hama tikus menyerang menjelang panen, para petani biasanya memasang orang-orangan di sawah untuk menakuti burung, dan beberapa bahkan memasang jaring untuk mencegah burung masuk ke tanaman padi. Jumlah tikus yang meningkat mengurangi hasil panen. Serangan tersebut mengeringkan semua jenis padi, termasuk biji hampa. Sebagai akibatnya, para petani dapat mengalami kerugian yang sangat besar. Salah satu kelemahan sistem ini adalah petani harus menunggu dan menggunakan kekuatan mereka sendiri untuk menggerakkan sistem alat manualnya[3].

Dalam proses penanaman padi ini, para petani menghadapi kendala yang dapat menyebabkan hasil panen yang lebih rendah dari segi kualitas dan kuantitas. Beberapa faktor menyebabkan penurunan kualitas, salah satunya adalah kesalahan manusia atau kesalahan petani dalam perawatan padi, yaitu tidak memperhatikan hama itu sendiri. Dari waktu tanam hingga panen, padi rentan terhadap hama. Penggunaan bahan kimia pestisida untuk mengendalikan hama

pertanian dan pengawasan lahan pertanian yang masih dilakukan secara manual menyebabkan pencemaran tanah, penurunan efisiensi, dan dampak negatif pada kesehatan petani itu sendiri. Untuk memantau lahan secara digital, para petani dapat menggunakan sistem informasi. Metode prototype digunakan untuk menentukan kemungkinan kerja sensor pengusiran hama tikus[4].

Pada penelitian ini, Alat pengusiran hama tikus dibuat untuk mengusir hama yang mengganggu tanaman karena hama merusak tanaman dan meningkatkan hasil panen[5]. Pengembangan teknologi yang sudah ada, terutama dengan membuat prototipe teknologi yang dapat membantu petani melindungi sawah mereka dari hama dengan menggunakan sensor PIR, yang bekerja secara otomatis. Dalam penelitian ini, sensor PIR mendeteksi pergerakan hama tikus[6]. Tujuan dari penelitian ini untuk dapat membantu para petani dalam pengusiran hama tikus supaya mendapatkan hasil panen yang memuaskan.

II. METODE

Pada proses penelitian untuk mengetahui pengusiran pada alat, Metode ini menggunakan penelitian R&D (Research and Development) Metode penelitian dan pengembangan (R&D) adalah pendekatan yang sangat penting dan sistematis dalam proses penciptaan, perbaikan, serta penerapan produk, proses, atau layanan baru yang berbasis pada pengetahuan ilmiah dan eksperimen, dengan tujuan untuk mengatasi masalah praktis yang dihadapi oleh masyarakat atau industri[7].

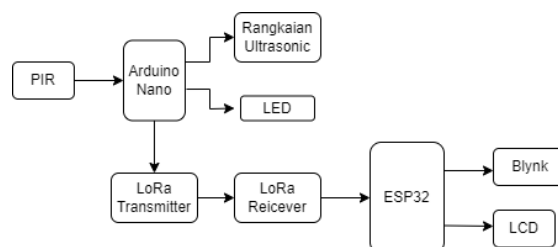
a. Analisa Sistem

Analisis Rancang Bangun Peralatan Pengusir Hama Tikus Dengan Sistem Komunikasi Berbasis LoRa merupakan sebuah pendekatan inovatif yang menggabungkan teknologi komunikasi jarak jauh dengan perangkat mekanis atau elektronik untuk menciptakan solusi efektif dalam mengatasi masalah hama tikus yang sering merusak hasil pertanian, peralatan, dan infrastruktur lainnya, di mana sistem LoRa (Long Range) dipilih karena kemampuannya untuk mengirimkan data dalam jarak jauh dengan konsumsi daya rendah, sehingga memungkinkan pemantauan dan pengendalian perangkat pengusir tikus secara real-time meskipun berada di lokasi yang jauh dan terpencil[8].

Perangkat pengusir tikus dalam perancangan ini akan dilengkapi dengan node mcu Esp32, Arduino nano, dan sensor PIR untuk mendeteksi adanya pergerakan tikus, yang kemudian akan mengaktifkan sistem pengusir yang akan mengeluarkan suara atau frekuensi tertentu untuk mengusir tikus dari area tersebut[9]. Selain itu, komunikasi berbasis LoRa memungkinkan perangkat untuk terhubung dengan pusat kendali atau aplikasi pengawasan, memungkinkan pengguna untuk memantau status peralatan dan mengatur parameter system[5].

Dengan demikian, sistem pemantauan adalah perangkat yang terkait erat yang berfungsi sebagai alat pemantauan. Internet of Things berfungsi sebagai alat pengumpul data yang mengumpulkan informasi dari berbagai objek yang terhubung dan mengirimkannya ke jaringan internet sehingga dapat digunakan untuk memberikan umpan balik dan kontrol terhadap objek tertentu. Melalui berbagai aplikasi, IOT berusaha menggunakan internet untuk mempermudah aktivitas manusia, seperti pembelian tiket online, live streaming, pelacakan GPS, penggunaan sensor jarak jauh[10].

b. Blok Diagram



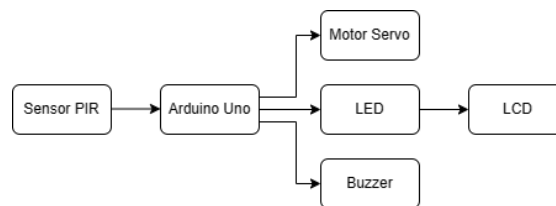
Gambar 1. Blok Diagram Sekarang

Pada gambar 1 diatas, Blok diagram yang ditampilkan menggambarkan sebuah sistem monitoring yang dirancang untuk mendeteksi pergerakan dan mengukur jarak menggunakan kombinasi perangkat keras dan komunikasi IoT, yang terintegrasi melalui beberapa komponen utama, termasuk sensor PIR, Arduino Nano, rangkaian ultrasonik, LED, modul LoRa, ESP32, platform Blynk, dan LCD. Sistem ini dimulai dengan sensor PIR yang bertugas mendeteksi adanya pergerakan melalui perubahan panas inframerah di sekitarnya, yang kemudian mengirimkan sinyal ke Arduino Nano sebagai mikrokontroler utama. Arduino Nano tidak hanya memproses sinyal dari sensor PIR, tetapi juga mengontrol rangkaian ultrasonik untuk mengukur jarak objek di depannya dengan menggunakan gelombang

ultrasonik yang memantul dari permukaan objek. Selain itu, Arduino Nano mengatur LED sebagai indikator visual untuk menandai kondisi sistem atau status deteksi[11].

Data yang telah diproses oleh Arduino Nano kemudian diteruskan ke modul LoRa transmitter, yang berfungsi untuk mengirimkan data secara nirkabel ke modul LoRa receiver pada sisi penerima. Teknologi LoRa digunakan dalam sistem ini karena kemampuannya untuk mentransmisikan data pada jarak jauh dengan konsumsi daya yang rendah, sehingga sangat cocok untuk aplikasi IoT yang membutuhkan komunikasi jarak jauh secara efisien. Modul LoRa receiver menerima data tersebut dan mengirimkannya ke ESP32, sebuah mikrokontroler yang memiliki kemampuan Wi-Fi dan Bluetooth. ESP32 bertindak sebagai penghubung antara data yang diterima dari modul LoRa dan perangkat pengguna[12].

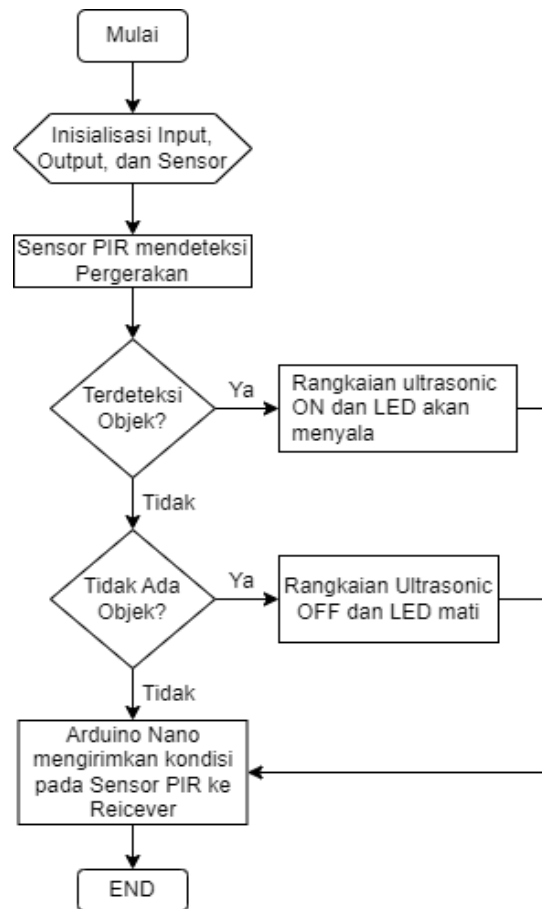
Selanjutnya, blok diagram ini menunjukkan bagaimana sistem yang dirancang. ESP32 mengolah data dan mengirimkannya ke platform Blynk, yang memungkinkan pengguna melihat informasi secara real-time melalui aplikasi di smartphone atau perangkat lain yang terhubung ke internet. Selain itu, ESP32 menampilkan data pada LCD yang terhubung, sehingga pengguna dapat melihat informasi jarak dan status deteksi secara langsung pada perangkat itu sendiri.



Gambar 2. Blok Diagram Terdahulu

Pada Gambar 2 diatas, Sistem ini memanfaatkan sensor PIR yang terhubung ke Arduino, yang kemudian disambungkan ke Motor Servo, LED dan Buzzer. Arduino menerima data dari sensor pir kemudian akan memproses data tersebut untuk menggerakkan motor servo, dan LED akan menyala ketika objek terdeteksi dan buzzer akan menyala. Kemudian LCD akan menampilkan kondisi yang sebenarnya[13].

c. Flowchart Transmitter



Gambar 3. Alur Sistem Kerja Transmitter

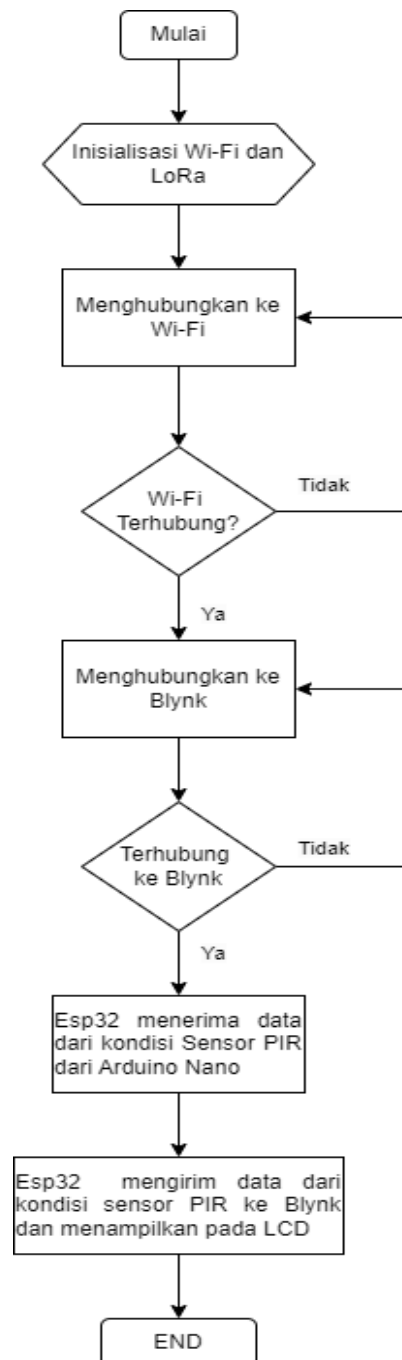
Pada Gambar 3, Flowchart yang ditampilkan menggambarkan alur kerja sistem monitoring berbasis Arduino Nano yang menggunakan sensor PIR dan rangkaian ultrasonik untuk mendeteksi pergerakan dan objek di sekitarnya, serta mengatur kondisi perangkat lain berdasarkan hasil deteksi tersebut[14]. Proses dimulai dengan inisialisasi sistem, di mana perangkat keras, seperti input, output, dan sensor, diaktifkan dan siap untuk menjalankan fungsinya. Setelah inisialisasi selesai, sensor PIR akan terus-menerus memantau adanya pergerakan di area yang dipantau[15].

Sistem akan melanjutkan untuk memeriksa apakah rangkaian ultrasonik dapat mendeteksi objek jika sensor PIR mendeteksi pergerakan. Apabila objek terdeteksi, rangkaian ultrasonik akan diaktifkan (ON), dan LED yang terhubung juga akan menyala sebagai indikator visual bahwa ada pergerakan. Setelah itu, sistem akan kembali ke proses pemantauan untuk terus mendeteksi kondisi lingkungan[16].

Jika sensor PIR mendeteksi pergerakan tetapi tidak ada objek terdeteksi oleh rangkaian ultrasonik, sistem akan mengevaluasi kembali apakah benar-benar tidak ada objek. Apabila hasil evaluasi menyimpulkan bahwa tidak ada objek di area tersebut, rangkaian ultrasonik akan dimatikan (OFF), dan LED juga akan mati sebagai indikasi bahwa tidak ada deteksi lanjutan yang valid. Namun, jika ditemukan ketidaksesuaian atau hasil evaluasi berbeda, sistem akan tetap mengolah data untuk mengirimkan informasi kondisi terkini.

Pada tahap akhir, Arduino Nano akan mengirimkan data atau informasi kondisi yang diperoleh dari sensor PIR ke receiver, yang kemudian dapat diproses lebih lanjut oleh perangkat penerima untuk keperluan analisis atau tindakan tertentu. Setelah proses pengiriman data selesai, sistem kembali ke awal alur kerja untuk memulai pemantauan ulang. Flowchart ini secara keseluruhan menunjukkan bagaimana sistem bekerja secara otomatis untuk mendeteksi, mengevaluasi, dan mengelola data dengan efisiensi tinggi, sehingga memberikan solusi monitoring yang andal dan responsif.

d. Flowchart Reicever



Gambar 4. Alur Sistem Kerja Receiver

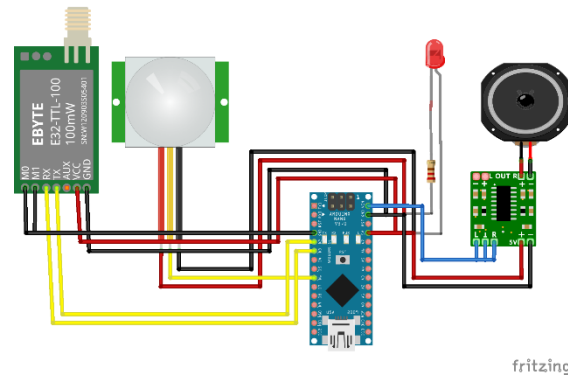
Pada Gambar 4, Flowchart tersebut menggambarkan alur kerja sistem yang melibatkan ESP32, Arduino Nano, Wi-Fi, LoRa, Blynk, dan sensor PIR. Proses dimulai dengan inisialisasi Wi-Fi dan LoRa. Selanjutnya, sistem mencoba menghubungkan ke jaringan Wi-Fi. Jika koneksi Wi-Fi gagal, proses akan berulang hingga berhasil terhubung.

Setelah terhubung ke Wi-Fi, sistem mencoba membangun koneksi ke platform Blynk. Sama seperti koneksi Wi-Fi, jika koneksi ke Blynk gagal, proses akan terus mencoba hingga berhasil. Setelah koneksi ke Blynk berhasil, ESP32 menerima data dari sensor PIR yang terhubung ke Arduino Nano. Terakhir, ESP32

mengirim data yang diterima dari sensor PIR ke platform Blynk untuk ditampilkan, dan juga menampilkannya pada LCD.

Proses kemudian berakhir. Singkatnya, flowchart ini memvisualisasikan langkah-langkah sistem dari inisialisasi, koneksi ke jaringan dan platform, penerimaan dan pengiriman data sensor, hingga tampilan data pada LCD.

e. Diagram Wiring

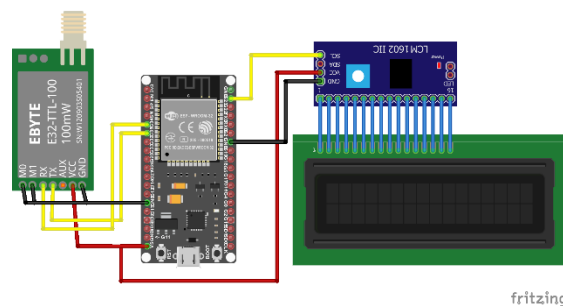


Gambar 5. Rangkaian Perangkat Keras Transmitter

Pada gambar 5, merupakan skema dari rangkaian elektronik berbasis Arduino Nano yang berfungsi sebagai sistem pendeteksi gerakan dan berkomunikasi nirkabel menggunakan modul LoRa E32-TTL-100, sensor PIR, indikator LED, dan modul amplifier suara yang dihubungkan ke speaker. Cara rangkaian ini dimulai dengan sensor inframerah pasif (PIR). Sensor ini mendeteksi gerakan atau objek melalui perubahan inframerah di sekitarnya. Ketika PIR menemukan gerakan, ia mengirimkan sinyal digital ke Arduino Nano, yang kemudian memproses data untuk tindakan lanjut. Arduino akan menyalakan LED indikator yang terhubung ke salah satu pin digitalnya untuk menunjukkan secara visual bahwa ada pergerakan yang dideteksi.

Selain itu, Arduino dapat berkomunikasi dengan modul LoRa E32-TTL-100, yang menggunakan teknologi LoRa untuk berkomunikasi secara nirkabel dan berfungsi sebagai pengirim dan penerima data. Terhubung ke pin TX dan RX Arduino, modul ini memungkinkan Arduino untuk mengirimkan informasi tentang deteksi gerakan ke sistem lain atau perangkat penerima yang berada di lokasi yang berbeda. Dalam mode TTL UART, data yang dikirim oleh Arduino akan diproses dan ditransmisikan melalui antena ke penerima yang kompatibel.

Sistem ini dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, seperti sistem keamanan rumah. Misalnya, jika sensor PIR mendeteksi pergerakan mencurigakan, Arduino akan menyalakan LED sebagai indikator visual, menghidupkan suara alarm melalui speaker, dan melalui modul LoRa mengirimkan data peringatan ke perangkat penerima yang mungkin berada di lokasi jauh. Dengan demikian, pengguna dapat mendapatkan notifikasi terkait aktivitas yang terjadi di sekitar sistem ini dalam waktu nyata.



Gambar 6. Rangkaian Perangkat Keras Receiver

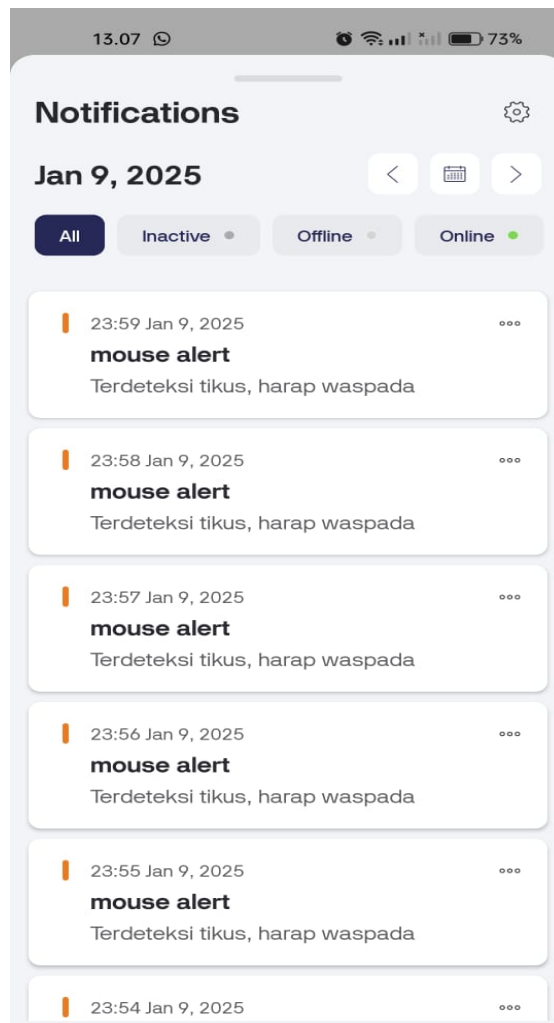
Pada gambar 6, Rangkaian ini merupakan sistem penerima data berbasis LoRa yang menggunakan ESP32 sebagai pengontrol utama, modul LoRa E32-TTL-100 sebagai penerima sinyal, dan LCD 16x2 I2C sebagai tampilan

data. Sistem ini cocok untuk berbagai aplikasi seperti monitoring jarak jauh, sistem IoT, pengiriman pesan nirkabel, serta sistem otomatisasi dan keamanan, di mana data dapat dikirimkan secara wireless melalui jaringan LoRa dengan konsumsi daya rendah dan jangkauan yang luas.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut hasil pengumpulan data Pengujian yaitu uji pergerakan sensor, uji pengiriman data LoRa dan uji pengukuran jarak LoRa. Yang tertera pada Tabel 1,2 dan 3

Uji Pergerakan Sensor:



Gambar 7. Pemberitahuan dari sensor di aplikasi Blynk

Pada gambar 7 merupakan hasil dari notifikasi dari blynk yang dikirim dari sensor pir kemudian dikirimkan ke aplikasi blynk.

Tabel 1. Hasil pengujian pada sensor

Jarak Tikus	Perilaku Tikus	Tampilan LCD
10cm	Terganggu	Terdeteksi
20cm	Terganggu	Terdeteksi
30cm	Terganggu	Terdeteksi
40cm	Terganggu	Terdeteksi
50cm	Terganggu	Terdeteksi
60cm	Terganggu	Terdeteksi
70cm	Terganggu	Terdeteksi
80cm	Terganggu	Terdeteksi
90cm	Terganggu	Terdeteksi
100cm	Terganggu	Terdeteksi

Berdasarkan hasil dari Tabel 1. pengujian terhadap sensor dilakukan dalam rentang jarak 10 hingga 100 cm untuk mengevaluasi efektivitas speaker. Hasilnya menunjukkan bahwa kombinasi speaker dan sensor PIR efektif dalam mengendalikan tikus, bahkan hingga jarak 100 cm.

Tabel 2. Uji Pengiriman Data

No	Data Pengirim	LED	Speaker	Keterangan
1	Terdeteksi	On	Menyala	Berhasil
2	Terdeteksi	On	Menyala	Berhasil
3	Terdeteksi	On	Menyala	Berhasil
4	Terdeteksi	On	Menyala	Berhasil
5	Terdeteksi	On	Menyala	Berhasil
6	Terdeteksi	On	Menyala	Berhasil
7	Terdeteksi	On	Menyala	Berhasil
8	Terdeteksi	On	Menyala	Berhasil
9	Terdeteksi	On	Menyala	Berhasil
10	Terdeteksi	On	Menyala	Berhasil

Berdasarkan hasil dari Tabel 2. pengujian data dilakukan dalam rentang 10 kali percobaan untuk mengetahui seberapa efektivitas pengujian kedua.

Tabel 3. Pengujian Jarak

No	Jarak	keterangan
1	10m	Terdeteksi
2	50m	Terdeteksi
3	100m	Terdeteksi
4	200m	Terdeteksi
5	300m	Terdeteksi
6	400m	Terdeteksi
7	500m	Terdeteksi
8	600m	Terdeteksi
9	700m	Terdeteksi
10	800m	Terdeteksi

Berdasarkan hasil dari Tabel 3. Pengujian jarak dengan jarak 10m – 800m dilakukan rentang 10 kali percobaan untuk mengetahui seberapa efektivitas pengujian ketiga

VII. SIMPULAN

Sistem pengusir hama tikus berbasis LoRa menggunakan kombinasi sensor dan pemancar frekuensi ultrasonik untuk mendeteksi dan mengusir tikus. Dengan teknologi LoRa (Long Range), sistem ini dapat mengirim dan menerima data dari jarak jauh dengan sedikit daya, yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian perangkat melalui jaringan nirkabel secara real-time.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi secara optimal dalam berbagai kondisi lingkungan, memiliki jangkauan komunikasi yang luas, dan merespons hama dengan cepat. Ini menunjukkan bahwa integrasi LoRa dalam sistem pengusir tikus dapat meningkatkan pengendalian hama secara lebih efisien dan ramah lingkungan daripada metode konvensional.

REFERENSI

- [1] C. D. Setyawan and A. Wicaksono, "Body Posture Position Alarm Prototype Based on NodeMCU ESP8266," *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, vol. 5, no. 4, pp. 614–622, 2023, doi: 10.12928/biste.v5i4.9543.
- [2] N. Hikmah and A. Khumaidi, "RANCANG BANGUN PROTOTIPE PENGUSIR HAMA BURUNG MENGGUNAKAN SENSOR GERAK RCWL MICROWAVE BERBASIS INTERNET OF THINGS," *Jurnal SIMETRIS*, vol. 11, no. 2, 2020.
- [3] A. S. Alwi, R. A. Pratama, B. A. Ikawanty, and E. S. Budi, "JOURNAL OF APPLIED SMART ELECTRICAL NETWORK AND SYSTEMS (JASENS) Implementasi Sistem Pengusir Hama Burung Berbasis Arduino untuk Optimalisasi Pertanian : Kajian Monitoring Kelembapan Tanah dengan Soil Moisture Sensor," vol. 4, no. 1, pp. 29–34, 2023.

- [4] N. Safitri, L. Andraini, and T. Komputer, "Sistem Informasi Pengusiran Hama Berbasis Internet Of Things," *Portaldata.org*, vol. 2, no. 10, pp. 2022–2023, 2022.
- [5] R. Meiardi and N. Fithri, "Alat Pengusir Hama Burung Pemakan Padi di Sawah (Scarecrow) menggunakan Panel Surya sebagai Sumber Energi," *Jurnal Darma Agung*, vol. 31, no. 5, pp. 407–415, 2023.
- [6] A. Ubaidillah, M. I. Mahmudi, R. Alfita, A. Kurniawan S., and D. Neipa P., "SISTEM MONITORING UJI KONDISI MOTOR AC 3 FASA MENGGUNAKAN LoRa," *J-Eltrik*, vol. 3, no. 2, pp. 72–80, 2023, doi: 10.30649/jc.v3i2.66.
- [7] Y. B. Herlambang, "Alat Pengusir Hama Tikus menggunakan Sensor PIR Berbasis Arduino Uno," *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi-2020*, pp. 1–7, 2020.
- [8] B. Dewantara, I. Sulistiyowati, and J. Jamaaluddin, "Automatic Fish Feeder and Telegram Based Aquarium Water Level Monitoring," *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 98–107, Feb. 2023, doi: 10.12928/biste.v5i1.7575.
- [9] M. A. Juliyanto, I. Sulistiyowati, and A. Ahfas, "Design of Turbine Aerator with Remote Control and Internet of Things (IoT)-Based Water pH Monitoring," *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 156–166, Mar. 2023, doi: 10.12928/biste.v5i1.7863.
- [10] I. Anshory *et al.*, "Optimization DC-DC boost converter of BLDC motor drive by solar panel using PID and firefly algorithm," *Results in Engineering*, vol. 21, no. December 2023, p. 101727, 2024, doi: 10.1016/j.rineng.2023.101727.
- [11] M. D. Ramadhan, A. Wisaksono, J. Jamaaluddin, and A. Ahfas, "Prototype Of Moisture Content Meter In Grain Using Esp32 Based On Spreadsheet," *Journal of Computer Networks, Architecture and High Performance Computing*, vol. 6, no. 2, pp. 502–513, 2024, doi: 10.47709/cnahpc.v6i2.3530.
- [12] A. Simamora, J. M. Siburian, P. Mutiara, R. Sitohang, J. Sinaga, and F. K. Sinurat, "PERANCANGAN APLIKASI LIGHT DEPENDENT RESISTOR (LDR) PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK MENINGKATKAN ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN SECARA OTOMATIS," *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, vol. 13, no. 1, pp. 57–64, Jan. 2025, doi: 10.47662/alulum.v13i1.849.
- [13] R. Y. Endra, "Analisis Cara Kerja Sensor Ultrasonic Dan Motor Servo Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Pengusir Hama Disawah Smart Room View project Fuzzy Inference System View project," no. December, 2020, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/347690066>
- [14] A. M. Simamora and K. Siringo- ringo, "RANCANG BANGUN SWITCH CONTROL THERMOSTAT PADA WATER HEATER KAPASITAS 10 LITER DENGAN DAYA 300 WATT," *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, vol. 11, no. 1, pp. 21–28, Jan. 2023, doi: 10.47662/alulum.v11i1.434.
- [15] M. E. K. Talukder *et al.*, "Cheminformatics-based identification of phosphorylated RET tyrosine kinase inhibitors for human cancer," *Front Chem*, vol. 12, 2024, doi: 10.3389/fchem.2024.1407331.
- [16] A. R. Simatupang, P. Wibowo, and H. Hamdani, "ANALISA PENERAPAN SMART CONNECT DALAM MONITORING STATUS ARUS LISTRIK PADA BTS DENGAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS," *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, vol. 11, no. 2, pp. 106–112, Jul. 2023, doi: 10.47662/alulum.v11i2.542.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.