



JASEE

Journal of Application and Science on Electrical Engineering

<https://jurnal.widyagama.ac.id/index.php/jasee/index>



Rancang Bangun Jebakan Tikus Berbasis Internet of Things dan Camera ESP32

Mohammad Idris Andriansyah¹, Jamaaluddin Jamaaluddin^{2,*}, A. Ahfas³, Izza Anshory⁴, Dwi Hadidjaja⁵
^{1,2,3,4,5} Prodi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia
^{*}Corresponding author, email: jamaaluddin@umsida.ac.id

Abstract

This research targets rats, which are notorious pests causing food spoilage, disease transmission, and human bites in residential areas, by developing an IoT-based automatic trap. Using ESP32-CAM and IoT technology, the trap ensures effective and safe rat capture with real-time monitoring. The NodeMCU-ESP8266 microcontroller integrates with the Blynk app for seamless control. HCSR-04 Ultrasonic Sensors and 2 Servo Motors detect rats and automate door movement. Employing a research and development approach, the study meticulously assesses sensor, motor, and trap accuracy. Findings highlight the initial Ultrasonic Sensor's proficiency in detecting mice within 16cm, triggering door 1 closure and trapping the mouse. The second Ultrasonic Sensor triggers door 2 to open, releasing the mouse into the electric trap. A Blynk app notification informs users of successful captures. This innovative IoT-based rat trap offers an efficient solution for rodent infestations, potentially enhancing residential environments with scope for further improvements.

Keywords: Blynk, ESP32-cam, NodeMCU ESP8266, Rat, Ultrasonic sensor.



p-ISSN : 2721-3625
e-ISSN : 2721-320X

1. PENDAHULUAN

Salah satu hewan pengerat yang seringkali mengganggu manusia adalah tikus. Ketika tikus berada di rumah, manusia selalu kewalahan untuk menghadapinya, karena tikus memiliki insting untuk merasakan keberadaan manusia. Sehingga membuatnya semakin leluasa dalam menimbulkan masalah di rumah [1], [2]. Salah satu contoh masalahnya adalah soal kesehatan di rumah, tikus membawa banyak bakteri yang menjadi sumber penyakit bagi manusia. Sebab tikus bergerak ke segala sudut rumah yang dirasa ada makanan yang cocok untuk mereka makan, seperti di dapur, kamar, Gudang dan lain sebagainya [3].

Terdapat beberapa metode untuk mengendalikan populasi tikus, salah satunya adalah dengan menggunakan perangkap tikus. Jenis perangkap tikus yang umum digunakan adalah sangkar, yang biasanya diletakkan di sudut-sudut tertentu dalam rumah [4]. Selain itu, terdapat juga pendekatan lain yang menggunakan racun tikus sebagai metode untuk secara langsung mengeliminasi tikus. Penggunaan racun tikus ini sering kali digunakan untuk mengurangi populasi tikus di dalam lingkungan rumah. Biasanya, racun tikus dicampur dengan makanan dan ditempatkan secara strategis di berbagai lokasi di dalam rumah [5].

<https://doi.org/10.31328/jasee>

Received: 11-10-2023

Revised: 13-10-2023

Accepted: 14-10-2023 , published by ©UWG Press tahun

Hasil observasi menunjukkan bahwa cara yang digunakan untuk mengurangi jumlah populasi tikus ini menyebabkan munculnya masalah baru. Penggunaan perangkap tikus terbukti kurang efektif dalam menangkap tikus, karena pengguna harus langsung memeriksa kondisi perangkap secara berkala. Sementara itu, penggunaan racun tikus menimbulkan potensi ancaman terhadap hewan peliharaan dan berbahaya bagi anak-anak di rumah. Karena racun tikus yang digunakan sebagai umpan untuk menarik keluar tikus dapat menyebabkan hewan peliharaan seperti kucing dan anjing juga ikut mengkonsumsi racun tersebut [6]. Situasi ini justru mengakibatkan kerugian bagi pengguna. Karena itu perlu adanya alat yang dapat mengurangi populasi tikus dengan cara yang efektif dan aman.

Penelitian tentang perangkap tikus otomatis telah banyak dilakukan, seperti penelitian dari Riski, Azanuddin, Alhafiz A pada tahun 2022. Dalam penelitian ini, menggunakan perangkat NodeMCU berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem yang dirancang dilengkapi dengan penyetrup listrik sebagai metode pelumpuh tikus, serta sensor photodiode dan sensor PIR (Passive Infrared) sebagai pendeteksi keberadaan tikus yang terjebak. Selanjutnya, sistem akan mengirimkan notifikasi melalui platform Telegram untuk memberitahukan bahwa ada tikus yang berhasil tertangkap dalam perangkap tikus tersebut [7]. Kemudian penelitian dari Jody Guntoro pada tahun 2023. Penelitian ini mengadopsi mikrokontroler Wemos D1 sebagai unit pusat pengendalian, yang dilengkapi dengan Sensor InfraRed (PIR) untuk mendeteksi gerakan tikus, serta Motor Servo MG995 sebagai mekanisme pembuka dan penutup pintu perangkap. Data yang dideteksi oleh sensor akan diproses oleh mikrokontroler Wemos D1, kemudian dikirimkan ke aplikasi Blynk [8].

Penelitian yang dilaksanakan saat ini merupakan penelitian pengembangan dari penelitian sebelumnya, dengan tujuan untuk menciptakan sebuah alat yang mampu menangkap tikus secara efektif dan aman. Alat ini memanfaatkan NodeMCU-ESP8266 sebagai mikrokontroler yang menjembatani alat dengan protokol internet of things [9] – [11]. Sensor yang digunakan adalah sensor *ultrasonic* HCSR-04, yang berfungsi sebagai detektor jarak antara sensor dengan tikus ketika mendekati perangkap [12] – [14]. Kemudian, terdapat motor servo yang berfungsi sebagai mekanisme penggerak pintu ketika sensor *ultrasonic* mendeteksi tikus. ESP32-CAM digunakan untuk kamera pengawas yang memungkinkan pengguna melihat kondisi perangkap secara langsung [15]. Relay sebagai saklar untuk menyalakan *electric trap* yang ada dalam perangkap untuk membunuh tikus melalui aliran listrik [16], [17]. Kemudian perangkat terakhir adalah Blynk sebagai aplikasi untuk monitoring dan mengendalikan alat dari jarak jauh [18], [19].

2. METODE

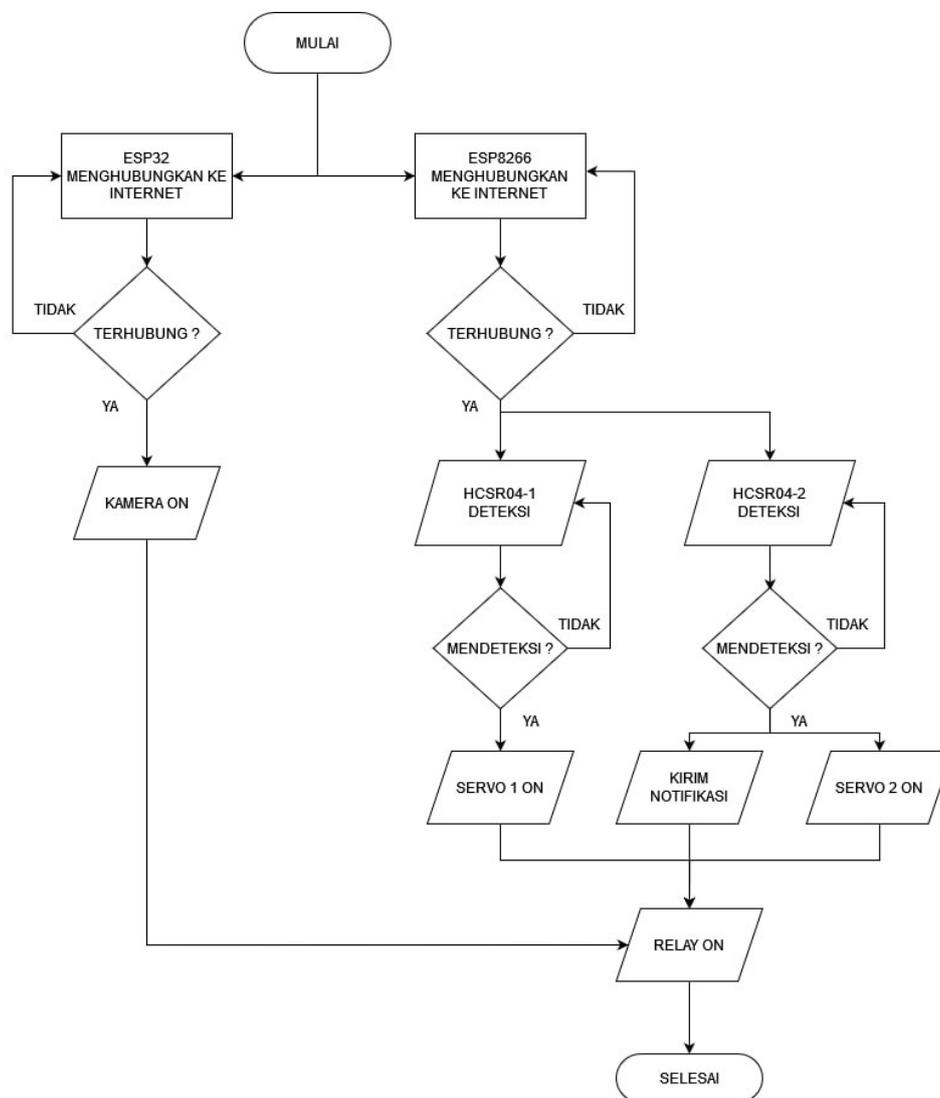
Metode yang diaplikasikan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Penelitian dimulai dengan melakukan identifikasi masalah dan observasi lapangan mengenai lokasi serta populasi tikus di daerah rumah tinggal. Kemudian dilanjutkan dengan studi literatur mengenai sistem perangkap tikus serta sensor yang efektif digunakan. Langkah terakhir adalah melakukan perancangan sistem kerja alat secara keseluruhan dan merangkai interface monitoring kondisi perangkap melalui aplikasi Blynk. Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrokontroler GKB 6 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

Pengujian dalam penelitian dilakukan dalam beberapa bagian. Pengujian pertama dilakukan pada tegangan keseluruhan dalam alat untuk memeriksa adanya perubahan tegangan. Pengujian kedua dilakukan pada konektivitas NodeMCU ESP-8266 dan ESP32-Cam dalam menerima jaringan internet dengan variasi jarak yang berbeda. Pengujian ketiga dilakukan pada sensor *ultrasonic* yang

dibandingkan dengan penggaris dalam mengukur jarak. Pengujian keempat dilakukan pada aplikasi Blynk dalam menerima data dari perangkat. Pengujian terakhir dilakukan pada motor servo dalam mekanisme buka tutup pintu yang menjadi jalan masuk tikus menuju perangkat.

2.1 Flowchart

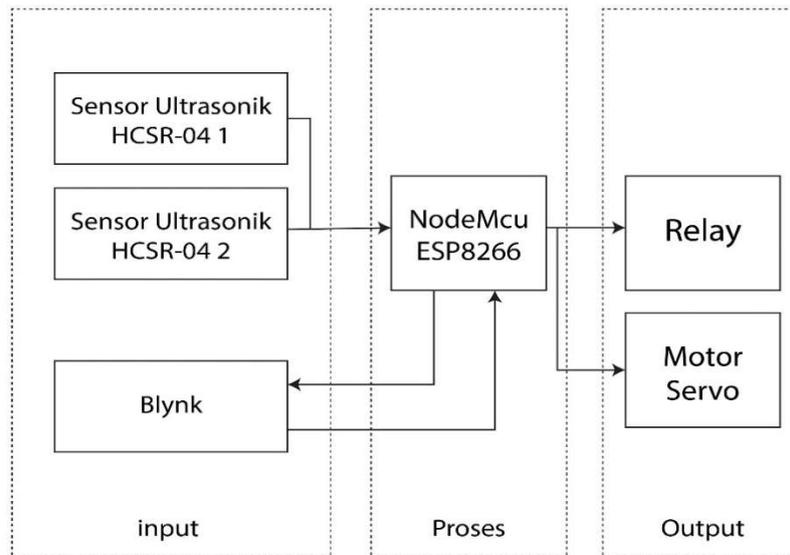
Proses dimulai dengan pengguna menyalakan alat, lalu NodeMCU-ESP8266 dan ESP32-CAM akan mencari jaringan internet. Setelah terhubung dengan jaringan internet, ESP32-CAM akan mengaktifkan kamera CCTV, dan NodeMCU-ESP8266 akan beroperasi. Jika sensor *ultrasonic* HCSR-04 yang pertama mendeteksi keberadaan tikus, motor servo 1 akan menutup pintu pertama. Selanjutnya, jika sensor *ultrasonic* HCSR-04 yang kedua mendeteksi tikus, motor servo 2 akan membuka pintu kedua, dan pada saat yang bersamaan, NodeMCU-ESP8266 akan mengirimkan notifikasi ke perangkat *smartphone* pengguna melalui aplikasi Blynk. Ketika tikus telah terperangkap dalam perangkat listrik, listrik tegangan tinggi dapat diaktifkan melalui aplikasi Blynk.



Gambar 1. Flowchart sistem

2.2 Blok diagram

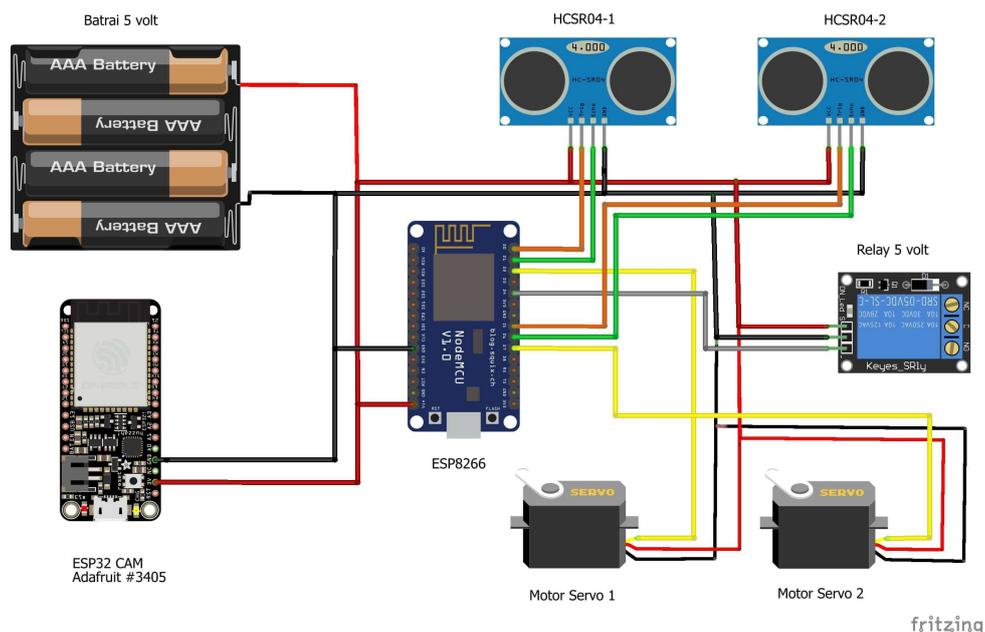
Diagram blok pada gambar 2 menggambarkan fungsi dari komponen-komponen dalam sistem ini secara rinci. Sensor *ultrasonic* HCSR-04 berperan sebagai *input* untuk mendeteksi keberadaan tikus. Selanjutnya, relay berfungsi sebagai *output* untuk mengaktifkan modul tegangan *step-up*. Motor servo berfungsi sebagai *output* untuk menggerakkan pintu pada perangkat tikus. Keseluruhan sistem diatur dan dikelola oleh NodeMCU-ESP8266, yang berperan sebagai unit pengendali inti dari sistem jebakan tikus ini. Aplikasi Blynk digunakan sebagai antarmuka yang memungkinkan pengiriman dan penerimaan informasi dari NodeMCU-ESP8266.



Gambar 2. Diagram blok

2.2 Skematik rangkaian

Berikut adalah skematik rangkaian dari alat yang dibuat:



Gambar 3. Skematik rangkaian

Pada Gambar 3 di atas dijelaskan bahwa alat ini menggunakan NodeMCU-ESP8266 sebagai inti dari seluruh sistem. Tegangan pasokan 5V digunakan sebagai sumber daya untuk sistem, dengan baterai dihubungkan secara paralel ke VCC dan GND pada masing-masing komponen. Sensor *ultrasonic* HCSR-04 memiliki dua pasangan pin, yaitu *trigger* dan *echo*, yang dihubungkan ke pin D0 dan D1 pada NodeMCU-ESP8266 untuk sensor *ultrasonic* HCSR-04 pertama, dan pin D5 dan D6 untuk sensor *ultrasonic* HCSR-04 kedua. Sensor *ultrasonic* HCSR-04 digunakan dalam alat untuk mendeteksi keberadaan tikus, dan data yang diterima akan diteruskan ke NodeMCU-ESP8266.

Sementara itu, untuk motor servo, alat ini menggunakan motor servo SG90 untuk menggerakkan pintu yang terdapat di depan dan di tengah sangkar. Pin in pada motor servo pertama dihubungkan ke pin D2 NodeMCU-ESP8266, sedangkan pin in pada motor servo kedua dihubungkan ke pin D7 NodeMCU-ESP8266. Fungsi dari relay adalah untuk mengaktifkan modul *step-up high voltage* yang akan memberikan sengatan pada tikus. Pin in relay akan dihubungkan ke pin D4 NodeMCU-ESP8266. Terakhir, modul ESP32-CAM hanya memerlukan pasokan tegangan VCC dan GND untuk beroperasi, karena hanya diperlukan untuk *streaming video*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data pengujian alat

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur seberapa besar terdapat error pada alat ini ketika berjalan, dengan mengetahui error pada alat, penulis dapat memberikan beberapa ketentuan untuk menggunakan alat ini supaya alat dapat bekerja secara maksimal. Dalam perhitungannya akan diketahui rumus sebagai berikut:

$$\text{Error}(\%) = \frac{(\text{Nilai awal} - \text{Nilai pengukuran})}{\text{Nilai awal}} \times (100)$$

Diketahui:

- Error (%) = Hasil akhir error dari perhitungan dalam bentuk persen (%).
- Nilai Awal = Nilai pertama kali yang diambil oleh alat atau teori.
- Nilai Pengukuran = Nilai yang diambil dalam pengukuran.

$$\text{Rata rata error} (\%) = \frac{\sum \text{error}}{\sum \text{uji coba}}$$

Diketahui:

- Rata-rata error (%) = hasil akhir rata – rata dari error pada pengujian dalam bentuk (%)
- $\sum \text{error}$ = jumlah error dari pengujian
- $\sum \text{uji coba}$ = jumlah uji coba

Rumus ini digunakan untuk mengevaluasi nilai error yang terjadi dalam pengujian alat. Melalui perhitungan ini, dapat dihasilkan kesimpulan mengenai efisiensi kinerja alat, apakah berjalan secara optimal atau kurang optimal. Selain itu, perhitungan ini juga memberikan pemahaman tentang batasan penggunaan alat serta faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kinerja alat agar mencapai hasil yang maksimal dan faktor-faktor apa saja yang dapat menyebabkan alat beroperasi kurang efisien [21], [22].

3.1 Pengujian tegangan

Dalam pengujian tegangan pada keseluruhan sistem, akan diukur tegangan yang terdapat pada setiap komponen. Tahap ini bertujuan untuk memeriksa adanya perubahan tegangan. Perhitungan data dilakukan berdasarkan rumus yang telah disebutkan sebelumnya.

Tabel 1. Perbandingan Tegangan Baterai dengan Tegangan pada Komponen

No	Nama Komponen	Tegangan Baterai (V)	Tegangan terukur pada komponen (V)	Error (%)
1	NodeMCU-ESP8266	5,2 V	5,0V	4%
2	ESP32-CAM	5,2 V	5,0V	4%
3	Sensor Ultrasonic HCSR-04 1	5,2 V	5,0V	4%
4	Sensor Ultrasonic HCSR-04 2	5,2 V	5,0V	4%
5	Motor Servo 1	5,2 V	5,0V	4%
6	Motor Servo 2	5,2 V	5,0V	4%
7	Relay 5V	5,2 V	5,0V	4%
8	Modul High voltage	5,2 V	5,0V	4%
Rata-rata error (%)				4%

Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan tegangan sebesar 0,2 volt pada setiap komponen. Meskipun demikian, nilai ini masih berada dalam toleransi tegangan normal yang diperlukan oleh alat.

3.2 Pengujian NodeMCU ESP-8266 dan ESP32-Cam dalam menangkap koneksi internet

Pengujian dilakukan untuk memahami efektifitas NodeMCU ESP-8266 dan ESP32-Cam dalam menangkap koneksi internet melalui tiga kondisi yang berbeda, yaitu kondisi sinyal lemah, sinyal sedang dan sinyal kuat.

Tabel 2. Pengujian NodeMCU ESP-8266 Dalam Menangkap Koneksi Internet

No	Jarak (m)	Kondisi
1	1 meter	Kuat
2	5 meter	Kuat
3	10 meter	Kuat
4	15 meter	Sedang
5	20 meter	Lemah
6	25 meter	Lemah

Tabel 3. Pengujian ESP32-Cam Dalam Menangkap Koneksi Internet

No	Jarak (m)	Kondisi
1	1 meter	Kuat
2	5 meter	Kuat
3	10 meter	Sedang
4	15 meter	Sedang
5	20 meter	Lemah
6	25 meter	Lemah

Dari kedua hasil pengujian di atas, dapat disimpulkan bahwa semakin jauh jarak ESP32-Cam dan NodeMCU ESP-8266 ke jaringan internet, maka semakin lemah sinyal yang diterima oleh keduanya sehingga dapat meningkatkan *delay* dalam proses pengiriman data ke aplikasi Blynk.

Tabel 4. Pengujian Pengujian Respon Alat Terhadap Blynk

No	Jarak (m)	Delay Respon (s)	Kondisi
1	1 meter	0,7 s	Kuat
2	5 meter	0,8 s	Kuat
3	10 meter	1,0 s	Sedang
4	15 meter	1,1 s	Sedang
5	20 meter	1,3 s	Lemah
6	25 meter	1,4 s	Lemah

Dari hasil pengujian alat terhadap aplikasi Blynk, dapat disimpulkan bahwa semakin jauh jarak alat pada jaringan internet, maka *delay* respon pada saat menekan tombol akan semakin lama.

3.3 Pengujian sensor ultrasonic HCSR-04

Pengujian sensor *ultrasonic* bertujuan untuk melihat seberapa besar tingkat akurasi sensor *ultrasonic* jika dibandingkan dengan pengukuran jarak secara manual dengan penggaris. Dari pengukuran ini akan terlihat berapa toleransi dari sensor *ultrasonic* terhadap jarak sebenarnya. Pengukuran akan dilakukan menggunakan perhitungan rumus seperti halnya pengujian tegangan.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Pengukuran Jarak dari Sensor Ultrasonic dengan Penggaris

No	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Pengukuran Sensor Ultrasonic (cm)	Error (%)
1	3 cm	3,1 cm	3,3%
2	6 cm	6,1 cm	1,6%
3	9 cm	9 cm	0%
4	12 cm	12,5 cm	4,2%
5	15 cm	15,3 cm	2%

6	18 cm	18 cm	0%
Rata – rata error (%)			1,85%

3.4 Pengujian keseluruhan alat

Pengujian ini dilakukan untuk menguji kinerja alat secara langsung untuk menangkap tikus sesuai prinsip kerja atau masih ada kekurangan dalam pengoperasiannya. Hasil dari pengujian ini ditulis dalam bentuk tabel berikut:

Tabel 6. Hasil Pengujian Keseluruhan Alat

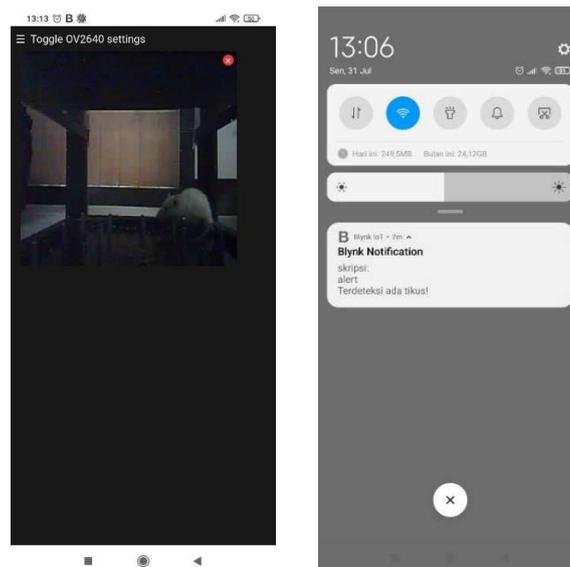
No	Ultrasonic 1	Ultrasonic 2	Motor Servo 1	Motor Servo 2	Notifikasi Blynk
1	27	27	OFF	OFF	Tidak Ada
2	11	29	ON	OFF	Tidak Ada
3	14	25	ON	OFF	Tidak Ada
4	10	25	ON	OFF	Tidak Ada
5	12	26	ON	OFF	Tidak Ada
6	7	25	ON	OFF	Tidak Ada
7	13	30	ON	OFF	Tidak Ada
8	9	30	ON	OFF	Tidak Ada
9	27	10	OFF	ON	Ada
10	27	7	OFF	ON	Ada
11	27	4	OFF	ON	Ada
12	27	15	OFF	ON	Ada
13	27	13	OFF	ON	Ada
14	27	12	OFF	ON	Ada
15	27	11	OFF	ON	Ada



Gambar 4. Pengujian Keseluruhan Alat

Pada Gambar 4, bagian (a) menunjukkan deteksi tikus oleh sensor *ultrasonic* HCSR-04 pertama pada jarak 11 cm, sementara sensor *ultrasonic* HCSR-04 kedua mendeteksi tikus pada jarak 10 cm. Bagian (b) memperlihatkan bahwa tikus terdeteksi oleh sensor *ultrasonic* HCSR-04 pertama pada jarak 14 cm, sedangkan sensor *ultrasonic* HCSR-04 kedua mendeteksi tikus pada jarak 7 cm. Bagian (c) menggambarkan deteksi tikus oleh sensor *ultrasonic* HCSR-04 pertama pada jarak 10 cm, dan sensor *ultrasonic* HCSR-04 kedua mendeteksi tikus pada jarak 4 cm.

Selanjutnya, bagian (d) menunjukkan bahwa tikus terdeteksi oleh sensor *ultrasonic* HCSR-04 pertama pada jarak 12 cm, dan sensor *ultrasonic* HCSR-04 kedua mendeteksi tikus pada jarak 15 cm. Bagian (e) memperlihatkan deteksi tikus oleh sensor *ultrasonic* HCSR-04 pertama pada jarak 7 cm, sementara sensor *ultrasonic* HCSR-04 kedua mendeteksi tikus pada jarak 13 cm. Bagian (f) menggambarkan deteksi tikus oleh sensor *ultrasonic* HCSR-04 pertama pada jarak 13 cm, dan sensor *ultrasonic* HCSR-04 kedua mendeteksi tikus pada jarak 12 cm. Terakhir, pada bagian (g), terlihat bahwa tikus terdeteksi oleh sensor *ultrasonic* HCSR-04 pertama pada jarak 9 cm, dan sensor *ultrasonic* HCSR-04 kedua mendeteksi tikus pada jarak 11 cm.



Gambar 5. Tampilan CCTV dari ESP32-Cam dan notifikasi pada aplikasi Blynk ketika terdapat tikus dalam perangkat

Gambar 5 merupakan tampilan kamera ESP32-CAM yang diakses melalui *web server*. Tampilan hasil dari ESP32-CAM dan Blynk ini dapat dilihat dengan jelas, memungkinkan pengguna untuk mengetahui keberadaan tikus dalam sangkar.

4. SIMPULAN

Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa dalam 15 kali percobaan, kinerja keseluruhan alat mengindikasikan bahwa sensor *ultrasonic* HCSR-04 pertama dan kedua berfungsi efektif pada jarak di bawah 15 cm. Ketika sensor *ultrasonic* HCSR-04 mendeteksi jarak 15 cm atau kurang, sensor tersebut memberikan masukan kepada NodeMCU-ESP8266 untuk menggerakkan motor servo. Motor servo, dalam hal ini, bertindak sebagai penggerak pintu perangkap. Setelah itu, NodeMCU-ESP8266 juga akan mengirim notifikasi pada smartphone pengguna melalui aplikasi Blynk. Pengguna dapat melihat tampilan video cctv yang ditampilkan oleh ESP32-CAM melalui *web server* secara *real-time*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan berbagai pihak yang telah membantu dalam proses pembuatan program, pengembangan alat, dan penulisan artikel, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan sesuai dengan harapan peneliti.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] D. A. Saputro, S. L. Khasanah, and A. Tafrikhatin, "Perangkap Tikus Otomatis Menggunakan Sensor Inframerah Berbasis Wemos D1 Mini," *Jurnal Pendidikan Tambusai*, vol. 5, no. 3, pp. 6188–6195, 2021.
- [2] T. F. Siallagan and A. Andrian, "Sistem Perangkap Hama Tikus Di Kandang Ayam Berbasis Iot Menggunakan Metode C.45," *Jurnal Manajemen Sistem Informasi (JMASIF)*, vol. 1, no. 2, pp. 68–75, Dec. 2022, doi: 10.35870/jmasif.v1i2.120.
- [3] S. Manyullei, A. B. Birawida, and I. F. Suleman, "Study The density of Rats and Ectoparasites at the seaport of Soekarno Hatta in 2019," *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, vol. 2, no. 2621–6507, pp. 100–108, 2019.
- [4] S. W. Anta, "Rancang Bangun Sangkar Jebakan Tikus Otomatis Menggunakan Arduino Berbasis Mikrokontroler ATMEGA2560," Undergraduate Thesis, Universitas PGRI Yogyakarta, Yogyakarta, 2017.
- [5] A. A. A. Husein, S. Solikhin, and L. Wibowo, "Kajian Jenis Dan Populasi Tikus Di Perkebunan Nanas PT Great Giant Food Terbanggi Besar, Lampung Tengah," *Jurnal Agrotek Tropika*, vol. 5, no. 2, May 2017, doi: 10.23960/jat.v5i2.1832.
- [6] U. A. Aziz, "Perancangan Perangkap Tikus Elektronik Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan Aplikasi Telegram," Undergraduate Thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2019.
- [7] R. Risky, A. Azanuddin, and A. Alhafiz, "Smart Electrical Mouse Trap Berbasis Internet Of Thinks Menggunakan NodeMCU," *Jurnal Cyber Tech*, vol. 2, no. 5, 2022, doi: 10.53513/jct.v2i5.4268.
- [8] J. Guntoro, "Purwarupa Sistem Perangkap Hama Tikus Rumah Otomatis Berbasis Internet Of Thing (IoT)," Undergraduate Thesis, Universitas Sriwijaya, Sriwijaya, 2023.
- [9] S. Syahririni and D. Hadidjaja, "Aplikasi Alat Ukur Partikulat dan Suhu Berbasis IoT," *Dinamik*, vol. 25, no. 1, pp. 1–9, Jun. 2020, doi: 10.35315/dinamik.v25i1.7512.
- [10] F. H. Sholichin, S. Syahririni, and A. Wisaksono, "Design an Automatic Shuttlecock Output Device Using an Arduino Based Servo Motor," *Journal of Computer Networks, Architecture and High Performance Computing*, vol. 5, no. 2, pp. 472–481, Jul. 2023, doi: 10.47709/cnahpc.v5i2.2474.

- [11] B. S. Kusumaraga, S. Syahririni, D. H. R. Saputra, and I. Anshory, "Monitoring Kualitas Air Akuarium Berbasis Internet of Things," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 1, no. 2, 2021.
- [12] F. W. Perdana, S. D. Ayuni, A. Wisaksono, and S. Syahririni, "Prototype Peningkat Social Distancing Menggunakan Sensor HC-SR04 Pada Antrian Loket Pembayaran Via Smartphone," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 1, no. 2, 2021.
- [13] A. R. Yunanto, A. Wisaksono, and I. Anshory, "Prototype Alat Monitoring Mengukur Volume dan Berat Muatan pada Truk Berbasis IoT," *Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika*, pp. 387–392, 2023, doi: 10.31284/p.snestik.2023.4159.
- [14] I. Sulistiyowati, A. R. Sugiarto, and J. Jamaaluddin, "Smart Laboratory Based on Internet of Things in the Faculty of Electrical Engineering, University of Muhammadiyah Sidoarjo," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Institute of Physics Publishing*, Jul. 2020. doi: 10.1088/1757-899X/874/1/012007.
- [15] A. Prasetyo, J. Jamaaluddin, and I. Anshory, "PCB (Printed Circuit Board) Etching Machine Using ESP32-Camera Based Internet of Things," *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, vol. 5, no. 2, pp. 260–268, 2023, doi: 10.12928/biste.v5i2.8132.
- [16] I. Sulistiyowati, Y. Findawati, S. K. A. Ayubi, J. Jamaaluddin, and M. P. T. Sulistyanto, "Cigarette detection system in closed rooms based on Internet of Thing (IoT)," in *Journal of Physics: Conference Series, IOP Publishing Ltd*, Dec. 2019. doi: 10.1088/1742-6596/1402/4/044005.
- [17] A. Ahfas, D. Hadidjaja, S. Syahririni, and J. Jamaaluddin, "Implementation of ultrasonic sensor as a chemical percol fluid level control based on Atmega 16," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 1098, no. 4, p. 042046, Mar. 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1098/4/042046.
- [18] R. Berlianti and F. Fibriyanti, "Perancangan Alat Pengontrolan Beban Listrik Satu Fasa Jarak Jauh Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Mega," *SainETIn*, vol. 5, no. 1, pp. 17–26, 2020.
- [19] M. Saleh and M. Haryanti, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 8, no. 2, pp. 87–94, 2017, doi: 10.22441/jte.v8i2.1601.
- [20] M. Mulyadi, "Pemanfaatan Logika Fuzzy Sebagai Pengendali Temperatur dan Kelembaban pada Alat Pengereng Hasil Panen Rumput Laut," *J-Eltrik*, vol. 1, no. 2, p. 26, Nov. 2021, doi: 10.30649/j-eltrik.v1i2.26.
- [21] R. A. Ivory, N. Kholis, and F. Baskoro, "Review Penggunaan Sensor Suhu Terhadap Respon Pembacaan Skala Pada Inkubator Bayi," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 10, pp. 185–194, 2021.
- [22] R. I. Putra, M. G. Husada, and A. N. Hermawan, "Pengukuran dan Perolehan Error Pada Sistem Monitoring Kondisi Ban Kendaraan," *e-Proceeding FTI*, 2022.