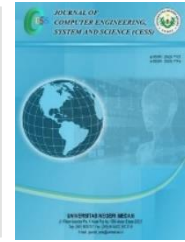


Contents list available at www.jurnal.unimed.ac.id

CESS
(Journal of Computing Engineering, System and Science)

journal homepage: <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/cess>



**Sistem Deteksi Hama Tikus Menggunakan Sensor Gerak dan Suara Ultrasonik
di Lingkungan Rumah Berbasis Mikrokontroler**

***Rat Pest Detection System Using Motion Sensors and Ultrasonic Sound in a
Home Environment Based on a Microcontroller***

Amar Maulana Samudra¹, Agung Wicaksono^{2*}, Fikta Titan Syifa³

^{1,2,3} Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jl. DI Panjaitan No.128, Karangreja, Purwokerto Kidul, Kec. Purwokerto Sel., Kabupaten Banyumas, Jawa
Tengah

email: ¹21201018@ittelkom-pwt.ac.id, ²agungw@ittelkom-pwt.ac.id, ³fikra@ittelkom-pwt.ac.id

ABSTRAK

Tikus merupakan hewan pengerat yang sering menimbulkan kerugian khususnya di rumah maupun di lingkungan industri. Kerugian yang ditimbulkan diantaranya yaitu perilaku menjijikan, gangguan kesehatan, dan kerusakan peralatan. Tikus memiliki jangkauan pendengaran mulai dari frekuensi 5 KHz hingga 60 KHz. Upaya pengendalian populasi tikus lainnya dapat dilakukan menggunakan bahan kimia beracun, tetapi dinilai dapat mengganggu ekosistem. Berdasarkan latar belakang maka terdapat beberapa masalah yaitu, bagaimana cara membuat sistem deteksi pergerakan tikus menggunakan frekuensi suara ultrasonik, akurasi pendeteksian sensor *Passive Infra Red* (PIR), dan pengaruh frekuensi suara ultrasonik terhadap tikus. Metode penelitian ini dimulai dari identifikasi masalah, perancangan alat, pengujian alat, dan analisis data. Pengembangan pada penelitian ini yaitu mendeteksi pergerakan tikus dengan mengeluarkan suara ultrasonik. Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi pergerakan tikus. Proses perancangan melibatkan komponen elektronik dan pengaturan suara ultrasonik. Uji akurasi digunakan untuk memastikan sensor hanya merespon pergerakan tikus. Pada pengujian membuktikan sistem ini berhasil dan efektif dalam mengusir tikus. Penelitian ini melibatkan sistem pendeteksian tikus menggunakan tiga titik sensor PIR. Sensor PIR diuji dan terbukti berfungsi dengan baik, menghasilkan *output* 1 untuk mendeteksi pergerakan dan 0 untuk tidak ada pergerakan. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa speaker yang digunakan menghasilkan *output Pulse Width Modulation* (PWM) pada rentang frekuensi 15 kHz hingga 50 kHz. Pengujian menggunakan tikus sebagai objek menunjukkan bahwa tikus terganggu oleh suara ultrasonik. Output speaker berhasil pada rentang frekuensi rata-rata lebih dari 20 kHz saat mendeteksi keberadaan tikus.

Kata Kunci: *Arduino Mega 2560; Tikus; Pendeteksian Tikus; Sensor PIR; Suara Ultrasonik.*

*Penulis Korespondensi:

email: agungw@ittelkom-pwt.ac.id

ABSTRACT

Rats are rodents that often cause harm, especially at home and in industrial environments. The losses caused include disgusting behavior, health problems and equipment damage. Mice have a hearing range ranging from 5 KHz to 60 KHz. Other efforts to control the rat population can be carried out using toxic chemicals, but this is considered to disrupt the ecosystem. Based on the background, there are several problems, namely, how to create a mouse movement detection system using ultrasonic sound frequencies, the accuracy of Passive Infra Red (PIR) sensor detection, and the effect of ultrasonic sound frequencies on mice. This research method starts from problem identification, tool design, tool testing, and data analysis. The development of this research is to detect the movement of mice by emitting ultrasonic sounds. The PIR sensor is used to detect mouse movement. The design process involves electronic components and ultrasonic sound settings. Accuracy tests are used to ensure the sensor only responds to mouse movements. Tests have proven that this system is successful and effective in repelling mice. This research involves a rat detection system using three PIR sensor points. The PIR sensor was tested and proven to function properly, producing an output of 1 for detecting movement and 0 for no movement. The system test results show that the speakers used produce Pulse Width Modulation (PWM) output in the frequency range of 15 kHz to 50 kHz. Tests using mice as objects showed that mice were disturbed by ultrasonic sound. The speaker output was successful at an average frequency range of more than 20 kHz when detecting the presence of mice.

Keywords: *Arduino Mega 2560; Mouse; Mouse Detection; PIR Sensor; Ultrasonic Sound.*

1. PENDAHULUAN

Tikus menjadi hewan pengerat yang menimbulkan banyak kerugian, baik di rumah maupun industri. Tikus yang sering berkeliaran di rumah menjadi hal yang cukup menjengkelkan bagi banyak orang karena sifatnya yang menjijikkan, mengganggu Kesehatan bahkan dapat merusak peralatan dalam rumah tangga[1]. Salah satu metode untuk mengusir kehadiran tikus dengan menggunakan alat pengusir tikus yang memanfaatkan suara dari gelombang ultrasonik. Tikus memiliki jangkauan pendengaran antara 5-60 KHz. Untuk mengusir pendengaran tikus perlu diciptakan alat pembangkit frekuensi ultrasonik dengan frekuensi 40 – 60KHz[2].

Upaya pengendalian tikus dalam lingkungan rumah tangga seringkali melibatkan penggunaan umpan beracun dan perangkap tradisional. Meskipun metode ini telah digunakan secara luas, keberhasilannya terkadang kurang konsisten, dan ada risiko yang terkait. Umpan beracun dapat menjadi ancaman bagi hewan peliharaan yang berbagi lingkungan rumah, sedangkan perangkap memerlukan pengawasan intensif untuk efektivitas maksimal. Selain masalah ini, penggunaan bahan kimia dalam umpan beracun menimbulkan keprihatinan akan dampaknya terhadap ekosistem dan potensi risiko paparan bagi manusia[3].

Beberapa penelitian terkait sistem pendeteksian hama tikus menggunakan sensor gerak dan suara ultrasonik telah dilakukan, diantaranya penelitian [4] membuat alat pengembangan alat pengusir hama tikus di lahan persawahan menggunakan sensor PIR (*Passive Infra Red*) dan penguatan ultrasonik untuk petani. Selanjutnya pada penelitian[5] membuat studi literatur pemanfaatan gelombang ultrasonik sebagai perangkat pengusir tikus. Penelitian[6]

membuat rancang bangun *prototype* alat pengusir tikus dengan pemanfaatan gelombang ultrasonik berbasis *Internet of Things*. Pada penelitian [7] melakukan pengujian gelombang dengan memanfaatkan *buzzer* dan generator frekuensi sebagai alternatif pengusir tikus dengan memanfaatkan model pengembangan 4D Thiagarajan. Terdapat penelitian lain yang memanfaatkan tenaga surya pada rancang bangun alat pengusir tikus dan burung pada tanaman padi, yaitu pada penelitian [8].

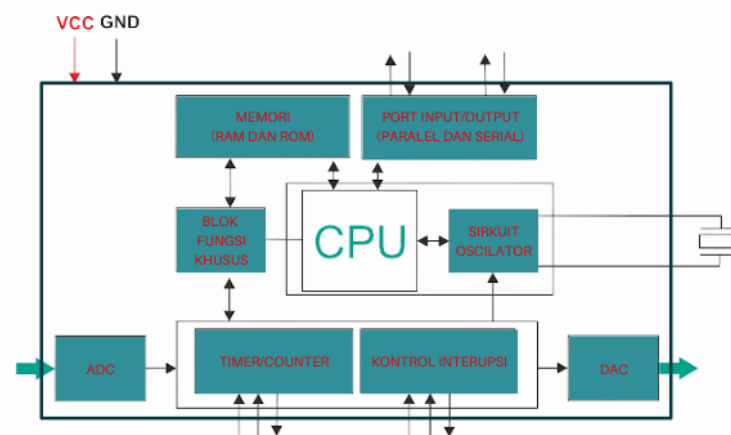
2. DASAR/TINJAUAN TEORI

2.1. Tikus

Tikus (*rattus*) merupakan salah satu hewan pengerat yang memiliki lebih dari 1000 spesies. Tikus memiliki sebagian besar sifat yang mudah dipelihara dengan lama hidup yang bisa mencapai 3,5 tahun dengan percepatan tumbuh 5g per hari. Tikus memiliki ciri-ciri memiliki kepala yang lebar serta telinga panjang dan memiliki ekor yang bersisik [9].

2.2. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komponen elektronik yang memiliki fungsi sebagai otak terpusat dari sebuah sistem pengendalian platform Arduino dan memiliki jenis yang bervariasi tergantung jenis Arduino yang digunakan [10].



Gambar 1. Blok Diagram Mikrokontroler.

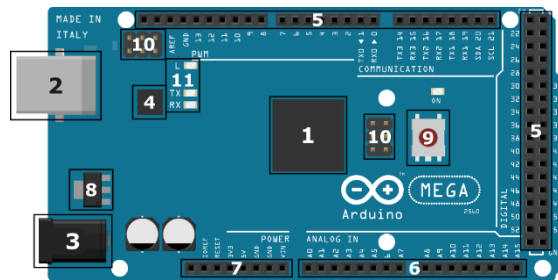
2.3. Arduino

Arduino merupakan platform komputasi fisik bersifat open source yang didasarkan dengan susunan (I/O) sederhana dengan mengimplementasikan bahasa processing. Arduino dapat ditambahkan komponen yang tersusun secara manual atau dibeli dengan rangkaian yang sudah jadi [11]. Arduino board merupakan hardware yang memiliki basis chip menggunakan ATmega8 atau sejenisnya dan memiliki board yang disebut shield [12].

2.4. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah mikrokontroler berbasis Atmega 2560. Mirip Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin untuk input dan output digital, di antaranya 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin untuk input analog, dan 4 pin untuk perangkat keras serial (UART). Fitur lainnya mencakup osilator kristal 16 MHz, konektivitas USB, jack daya, header ICSP, dan tombol reset. Semua ini diperlukan untuk mengembangkan mikrokontroler. Tidak masalah untuk terhubung ke komputer melalui kabel USB atau daya terhubung melalui adaptor AC-DC

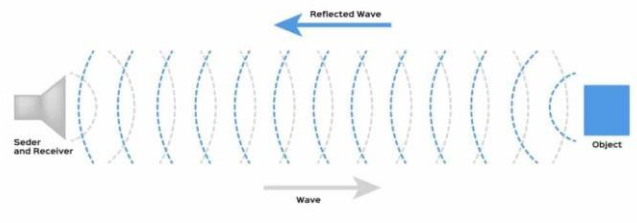
atau baterai untuk mulai mengaktifkan perangkat. Arduino Mega 2560 kompatibel dengan sebagian besar shield utama yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila[13].



Gambar 2. Arduino Mega 2560

2.5. Gelombang Ultrasonik

Gelombang ultrasonik merupakan jenis gelombang yang memiliki frekuensi tinggi hingga 20.000 Hz. Gelombang ultrasonik umumnya tidak dapat terdengar oleh pendengaran manusia, namun gelombang ultrasonik mampu terdengar oleh beberapa hewan seperti anjing, tikus, kucing, dan burung. Gelombang ultrasonik memiliki sifat rambat melalui berbagai media termasuk padat, cair, dan gas[14].



Gambar 3. Gelombang Ultrasonik

2.6. Sensor PIR (*Passive Infra Red*)

Sensor PIR (*Passive Infra Red*) merupakan jenis sensor berbasis inframerah. Sensor PIR hanya merespons energi dari objek yang memiliki radiasi inframerah. Sensor PIR dirancang untuk mendeteksi gerakan dengan mendeteksi perubahan energi gerak dan menghasilkan output berdasarkan logika high pada pin output. Sensor PIR tidak akan menghasilkan output apabila dihadapkan dengan benda panas yang tidak memiliki atau memancarkan panjang gelombang inframerah dalam rentang 8 hingga 14 mikrometer[15].



Gambar 4. Sensor PIR

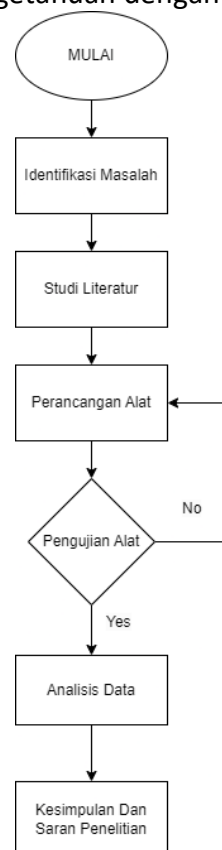
2.7. Speaker

Speaker adalah jenis alat penguat suara yang dapat mengubah suara listrik menjadi frekuensi audio dengan menggunakan komponen seperti membran atau kertas kerucut (corong), yang memiliki fungsi untuk mentransfer gelombang suara agar telinga kita dapat mendengarnya dengan jelas[16].

3. METODE

3.1. Pengumpulan data

Metode penulisan dimulai dengan identifikasi masalah dan studi literatur untuk membangun landasan teoritis. Dilanjutkan dengan perancangan alat berbasis sensor yang mendeteksi pergerakan dan suara tikus di lingkungan rumah. Data dikumpulkan secara terprogram dan melalui simulasi pergerakan tikus serta pemicu suara ultrasonik dalam skenario terkontrol. Pengujian alat dilakukan melalui eksperimen untuk memastikan fungsionalitasnya, kemudian data dianalisis menggunakan teknik statistik yang relevan. Kesimpulan dan rekomendasi ditarik berdasarkan hasil analisis, dan hasil penulisan disusun dalam laporan komprehensif yang dipresentasikan dalam forum akademis atau industri serta dipublikasikan untuk berbagi pengetahuan dengan komunitas ilmiah dan praktisi terkait.

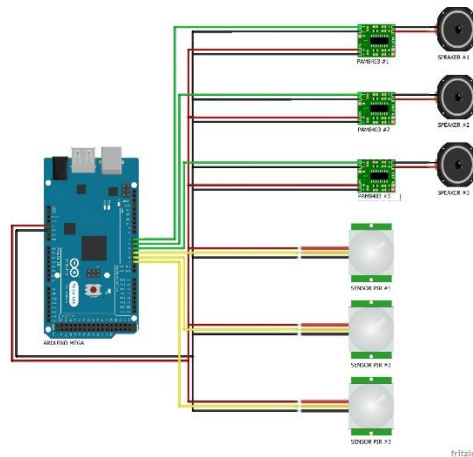


Gambar 5. Flowchart Penelitian.

3.2. Desain Sistem

Sistem ini mengintegrasikan sensor gerak dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan tikus di lingkungan rumah. Sensor ultrasonik mendeteksi suara tikus, sementara sensor gerak berfungsi sebagai pemicu awal. Sistem ini beroperasi dengan dukungan mikrokontroler dan antarmuka lainnya, dirancang untuk efisiensi dan akurasi tinggi dalam

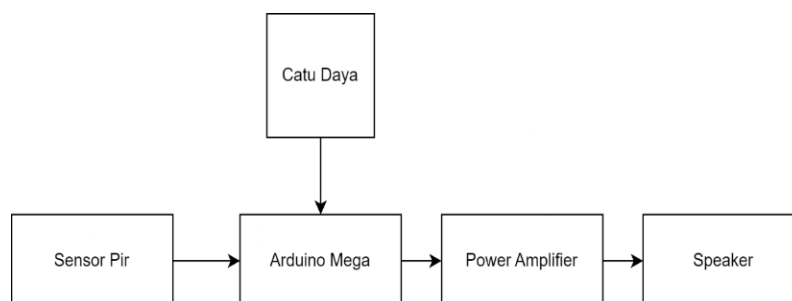
berbagai skenario rumah tangga. Desain ini menjadi dasar untuk implementasi, pengujian, dan penilaian sistem deteksi tikus.



Gambar 6. Rangkaian Sistem.

3.3. Implementasi Dan Pengujian Sistem

Sistem akan diuji secara menyeluruh dalam berbagai kondisi lingkungan rumah melalui simulasi pergerakan tikus dan skenario-skenario yang mungkin terjadi untuk mengevaluasi respons sistem, waktu deteksi, dan tingkat akurasi. Implementasi sistem juga melibatkan pemantauan jangka panjang untuk memastikan keandalan dan keberlanjutan operasional, termasuk pemeliharaan perangkat keras, pembaruan perangkat lunak jika diperlukan, dan evaluasi terus-menerus terhadap efektivitas sistem dalam mengendalikan populasi tikus. Pengujian juga mencakup respons sensor PIR terhadap pergerakan tikus dengan menghasilkan output suara ultrasonik antara 15 kHz hingga 50 kHz secara acak. Selain itu, dilakukan pengujian PWM pada osiloskop untuk memverifikasi fungsinya sesuai yang diinginkan. Tikus putih digunakan dalam pengujian ini, ditempatkan dalam kandang perangkat tikus.



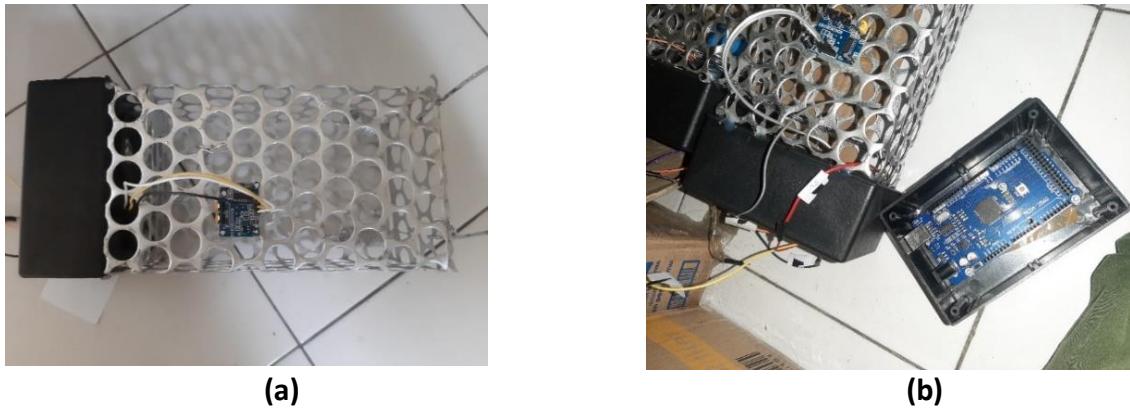
Gambar 7. Blok Diagram.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perancangan Perangkat Keras

Hasil perancangan sistem ini mencakup kandang perangkat tikus dan sensor PIR yang mendeteksi objek di bawahnya, khususnya tikus. Sensor PIR mengirim data ke box yang berisi speaker, memudahkan pendeteksian tikus dan mengurangi deteksi objek lain, seperti manusia. Di dalam box tersebut terdapat mini amplifier PAM8403 dan speaker yang terhubung ke mikrokontroler untuk memperkuat dan menghasilkan output suara yang diperlukan. Mikrokontroler Arduino Mega 2560 digunakan untuk menghubungkan semua komponen

dalam sistem, memastikan integrasi dan fungsionalitas yang optimal. Keseluruhan sistem dirancang untuk bekerja secara efisien dalam mendeteksi dan mengendalikan populasi tikus di lingkungan rumah, dengan berbagai komponen yang berkolaborasi untuk memberikan respons cepat dan akurat.



Gambar 8. (a) Hasil Rancangan Sistem, (b) Mikrokontroler Arduino Mega 2560.

4.2. Hasil Pengujian PIR Sensor

Pada pengujian sensor PIR yang ditampilkan pada Arduino IDE memperlihatkan hasil pembacaan dari tiga PIR sensor yang dipisahkan secara visual, dengan indikator yang menggambarkan apakah sensor telah mendeteksi gerakan atau tidak melalui angka 0 dan 1. Informasi ini krusial untuk memantau kinerja sistem deteksi tikus, memungkinkan penulis untuk secara langsung mengidentifikasi area-area yang rentan terhadap keberadaan tikus dan mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan. Selain itu, tampilan yang sederhana mempermudah interpretasi bagi pengguna non-teknis, menjadikannya alat efektif untuk pemantauan dan pengelolaan sistem deteksi tikus.

```
Sensor PIR 1: 1 Sensor PIR 2: 1 Sensor PIR 3: 0
Sensor PIR 1: 1 Sensor PIR 2: 0 Sensor PIR 3: 0
Sensor PIR 1: 1 Sensor PIR 2: 0 Sensor PIR 3: 0
Sensor PIR 1: 0 Sensor PIR 2: 0 Sensor PIR 3: 0
Sensor PIR 1: 0 Sensor PIR 2: 0 Sensor PIR 3: 0
Sensor PIR 1: 0 Sensor PIR 2: 0 Sensor PIR 3: 0
```

Gambar 9. Tampilan Serial Monitor Pengujian Sensor PIR.

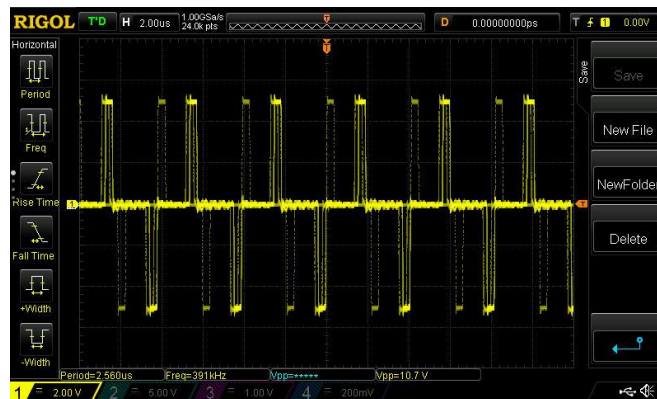
Pengujian juga dilakukan berdasarkan jarak deteksi. Jarak yang dideteksi diantaranya 1 hingga 5 meter untuk mengevaluasi kinerja sensor PIR dalam mendeteksi objek. Hasilnya menunjukkan bahwa sensor PIR berfungsi dengan baik dalam mendeteksi objek pada rentang jarak 1 hingga 3 meter dengan akurasi tinggi. Namun, pada jarak 4 meter, terjadi penurunan kinerja di mana sensor tidak dapat mendeteksi objek di depannya, mengindikasikan adanya batasan kemampuan deteksi sensor pada jarak tersebut.

Tabel 1. Pengujian Sensor PIR Terhadap Objek.

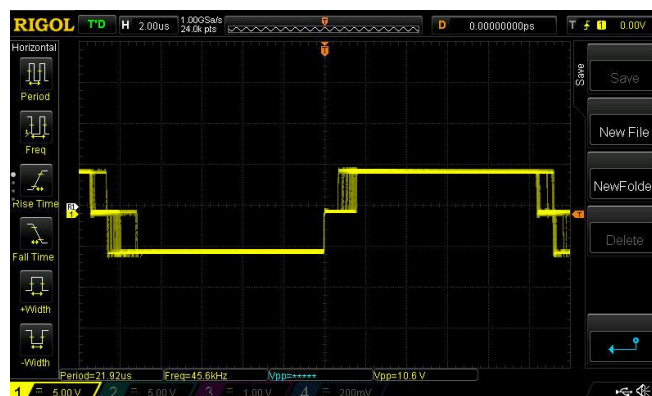
No	Jarak PIR dengan objek (Meter)	Tampilan Serial Monitor
1	1	1
2	1,5	1
3	2	1
4	3	1
5	4	0
6	5	0

4.3. Hasil Pengujian PWM Pada Osiloskop

Pengujian PWM dilakukan dengan dua kondisi yaitu kondisi saat sensor tidak mendeteksi adanya pergerakan dan kondisi saat sensor mendeteksi adanya pergerakan. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat bantu osiloskop yang tersedia pada laboratorium.

**Gambar 10.** Pengujian PWM Sebelum Sensor Mendeteksi Objek.

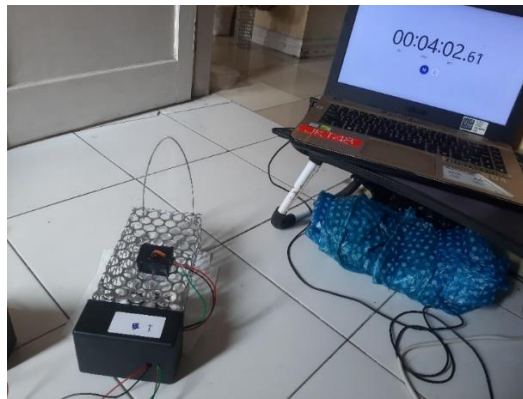
Gambar tersebut menunjukkan gelombang PWM sebelum sensor mendeteksi pergerakan, yang tidak sesuai dengan desain awal yang telah direncanakan. Gelombang yang seharusnya memiliki frekuensi antara 15 hingga 50 kHz, namun pada gambar tersebut, frekuensinya tidak sesuai dengan yang diinginkan.

**Gambar 11.** Pengujian PWM Setelah Sensor Mendeteksi Objek.

Kondisi saat sensor mendeteksi objek menunjukkan bahwasanya gelombang PWM berubah sesuai dengan frekuensi yang sudah dirancang oleh penulis yaitu random antara 15 Khz – 50 Khz. Pada gambar 4.5 menunjukkan frekuensi yang dihasilkan bernilai 45,6 Khz.

4.4. Hasil Pengujian Perangkat Keras Terhadap Tikus

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat dapat berfungsi dengan baik dalam mendeteksi tikus sesuai dengan rencana awal. Pengujian ini juga melihat apakah sensor dapat mendeteksi tikus dan juga respon tikus ketika mendengar suara yang keluar dari *speaker*. Pengujian dilakukan dengan meletakkan tikus kedalam kandang penjemput. Hasil pengujian ini diharapkan memberikan gambaran jelas mengenai efektivitas alat dalam mendeteksi dan mengendalikan populasi tikus secara efisien.



Gambar 12. Pengujian Alat Terhadap Tikus.

Tabel 2. Pengujian Sensor PIR Terhadap Objek.

No	Waktu	Respon
1	15 Menit	Pir mendeteksi Dan Tikus Sedikit Bingung masih mau makan
2	30 Menit	Pir mendeteksi dan tikus sedikit bingung tetapi masih mau makan
3	45 Menit	Pir mendeteksi dan tikus terlihat kebingungan mencari pintu keluar
4	1 Jam	Pir mendeteksi dan tikus berusaha mencoba keluar dari kandang
5	1 Jam 15 Menit	Pir mendeteksi dan tikus berusaha mencoba keluar dari kandang
6	2 Jam	Pir mendeteksi dan tikus berusaha menghindari sumber suara
7	2 Jam 15 Menit	Pir mendeteksi dan tikus sudah tidak mau makan
8	2 Jam 30 Menit	Pir mendeteksi dan tikus terlihat sembunyi
9	3 Jam	Pir mendeteksi dan tikus terlihat sembunyi

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang sistem yang menggunakan sensor PIR sebagai input untuk mendeteksi objek, yang kemudian diolah oleh mikrokontroler dan menghasilkan output berupa suara ultrasonik dengan frekuensi acak antara 15 hingga 50 KHz melalui speaker. Sensor PIR terbukti akurat dalam mendeteksi inframerah dari objek, dengan jangkauan deteksi maksimal 5 meter dan minimal 3 cm, meskipun deteksi pada jarak 4 meter tidak sebaik pada jarak 1 hingga 3 meter. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pusat kendali, dengan sensor PIR ditempatkan di atas kandang untuk meminimalisir deteksi objek besar seperti manusia. Pengujian selama 3 jam menunjukkan bahwa tikus merespon suara ultrasonik dengan kebingungan dan usaha untuk melarikan diri atau mencari tempat persembunyian, terutama pada frekuensi lebih dari 20 KHz.

REFERENSI

- [1] S. Riyanto, "The Existence of Fleas in Rodents at Plague Observation Area in Nongkojajar Pasuruan Regency," *J. Kesehat. Lingkung.*, vol. 11, no. 3, pp. 234–241, 2019, doi: 10.20473/jkl.v11i3.2019.234-241.
- [2] I. Ibrahim and A. H. S, "Karakteristik Respon Tikus Terhadap Alat Penghasilgelombang Ultrasonik Berbasis Arduino Uno," *EINSTEIN e-JOURNAL*, vol. 6, no. 3, 2019, doi: 10.24114/einstein.v6i3.12112.
- [3] Y. M. Putri, A. Gazali, and A. Sofyan, "Pengaruh Beberapa Umpan Pendahuluan Terhadap Jumlah Umpan Beracun Yang Dimakan Tikus Sawah (*Rattus rattus*," *Agroekotek View J. Tugas Akhir Mhs.*, vol. 4, no. 2, pp. 134–140, 2021.
- [4] Ahmad Nurfauzan, Ruslan, and Sanatang, "Pengembangan Alat Pengusir Hama Tikus Di Lahan Persawahan Menggunakan Sensor Pir Dan Penguatan Ultrasonik Untuk Petani," *Inf. Technol. Educ. J.*, vol. 2, no. 3, pp. 12–19, 2023, doi: 10.59562/intec.v2i3.476.
- [5] S. W. S. Ningsih, F. Baskoro, N. Kholis, and A. Widodo, "Studi Literatur : Pemanfaatan Gelombang Ultrasonik Sebagai Perangkat Pengusir Tikus Septia Wahyuni Surya Ningsih [1]," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 325–331, 2021.
- [6] Tijaniyah and Sabda Alam Arzenda, "Rancang Bangun Prototype Alat Pengusir Tikus Dengan Pemanfaatan Gelombang Ultrasonik Berbasis Internet Of Things," *J. JEETech*, vol. 3, no. 2, pp. 57–63, 2022, doi: 10.48056/jeetech.v3i2.194.
- [7] U. Pratiwi *et al.*, "Pengujian Gelombang dengan Buzzer Generator Frekuensi Sebagai Alternatif Pengusir Tikus Mencit (*Mus musculus*)," vol. 12, no. 4, pp. 526–533, 2023.
- [8] Muhammad Sulton Bana, Diana Rahmawati, Koko Joni, and Miftachul Ulum, "Rancang Bangun Alat Pengusir Tikus dan Burung pada Tanaman Padi," *J-Eltrik*, vol. 2, no. 1, p. 53, 2021, doi: 10.30649/j-eltrik.v2i1.53.
- [9] P. S. Rejeki, E. A. C. Putri, and R. E. Prasetya, *Ovariektomi Pada Tikus Dan Mencit*. 2018.
- [10] H. Chandra and F. Pratama, "Alat Bantu Jalan Tunanetra menggunakan Sensor Ultrasonik," *J. SISKOM-KB (Sistem Komput. dan Kecerdasan Buatan)*, vol. 7, no. 1, pp. 9–14, 2023, doi: 10.47970/siskom-kb.v7i1.452.
- [11] A. Anantama, A. Apriyantina, S. Samsugi, and F. Rossi, "Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik Pada Alat Elektronik Berbasis Arduino Uno," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, p. 29, 2020, doi: 10.33365/jtst.v1i1.712.
- [12] K. Martin and D. Susandi, "Perancangan dan Implementasi Sistem Irigasi Kabut Otomatis Tanaman Edelweis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *J. IKRA-ITH*

- Inform.*, vol. 6, no. 103, pp. 57–66, 2022, [Online]. Available: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-informatika/article/download/1451/1172>
- [13] R. Berlianti and Fibriyanti, “Perancangan Alat Pengontrolan Beban Listrik Satu Phasa Jarak Jauh Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Mega,” *Sain, Energi Teknol. Ind.*, vol. 5, no. 1, pp. 17–26, 2020.
- [14] Admin, “MIKROKONTROLER.” [Online]. Available: <https://mediacenter.itbmg.ac.id/mikrokontroler-pengertian-fungsi-dan-jenis-jenisnya/>
- [15] M. MUCHID, N. KHOLILI, and K. HARIYANTO, “Identifikasi Ketebalan Cat Dies Frame Speaker Metode Pengukuran Dimensi After & Before,” *J. INSTEK (Informatika Sains dan Teknol.*, vol. 6, no. 2, pp. 208–217, 2021, doi: 10.24252/instek.v6i2.24133.