

Sistem Pengusir Nyamuk Pintar Berbasis Sensor Gerak dan Gelombang Ultrasonik untuk Efisiensi dan Keamanan Lingkungan Rumah

Smart Mosquito Repellent System Based on Motion Sensor and Ultrasonic Waves for Environmental Efficiency and Safety)

Sofyan Jamil Pasaribu^{a,1}, Rika Rosnelly^{b,2}

^aUniversitas Potensi Utama, Medan, 20241, Indonesia

^bUniversitas Potensi Utama, JL. KL. Yos Sudarso Km. 6,5 No. 3-A, Tanjung Mulia, Tj. Mulia, Kec. Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara, Medan, 20241, Indonesia
sofyanjamil2021@gmail.com¹, rikarosnelly@gmail.com²

ABSTRAK

Sistem pengusir nyamuk pintar ini dirancang untuk memberikan solusi ramah lingkungan dalam mengurangi gangguan nyamuk tanpa penggunaan bahan kimia berbahaya. Alat bekerja otomatis dengan memanfaatkan sensor PIR (Passive Infrared) untuk mendeteksi gerakan manusia dan gelombang ultrasonik untuk mengusir nyamuk. Ketika sensor mendeteksi gerakan, sistem mengaktifkan transduser ultrasonik yang memancarkan gelombang berfrekuensi tinggi sehingga nyamuk menjauh. Mikrokontroler Arduino Uno digunakan sebagai pusat kendali alat. Penggunaan daya berbasis baterai menjadikan alat portabel dan hemat energi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat efektif mengusir nyamuk pada jarak 3–5 meter dengan konsumsi daya rendah. Inovasi ini menjadi alternatif pengusir nyamuk yang aman, efisien, dan dapat dikembangkan berbasis Internet of Things (IoT). Selain itu, sistem dapat diintegrasikan dengan platform pemantauan jarak jauh untuk evaluasi efektivitas kinerja alat secara real-time. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan teknologi pengendali serangga otomatis yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Kata Kunci : Pengusir Nyamuk, Sensor PIR, Gelombang Ultrasonik, Arduino Uno, IoT, Portabel

ABSTRACT

This smart mosquito repellent system is designed to provide an environmentally friendly solution to reduce mosquito disturbances without using harmful chemicals. The device operates automatically by utilizing a Passive Infrared (PIR) sensor to detect human movement and ultrasonic waves to repel mosquitoes. When motion is detected, the system activates an ultrasonic transducer that emits high-frequency waves to drive mosquitoes away. The Arduino Uno microcontroller serves as the main control unit, while a battery-powered system makes the device portable and energy-efficient. Test results show that the tool effectively repels mosquitoes within a range of 3–5 meters with low power consumption. This innovation offers a safe and efficient alternative to chemical repellents and can be further developed based on the Internet of Things (IoT). In addition, the system can be integrated with remote monitoring platforms to evaluate real-time performance. This research is expected to serve as a reference for the development of sustainable and environmentally friendly automatic insect control technology.

Keywords : Mosquito Repellent, PIR Sensor, Ultrasonic Waves, Arduino Uno, IoT, Portable

Info Artikel :

Disubmit: 11 September 2025

Direview: 10 Oktober 2025

Diterima : 3 November 2025

Copyright © 2025 – senadimu. All rights reserved.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah memberikan kontribusi besar dalam peningkatan kualitas hidup manusia, termasuk dalam bidang pengendalian hama lingkungan. Salah satu permasalahan serius di wilayah tropis seperti Indonesia adalah penyebaran penyakit akibat gigitan nyamuk, seperti demam berdarah, malaria, dan chikungunya. Penggunaan obat nyamuk kimia berbasis DEET yang umum

digunakan sering menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan [1]. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi alternatif yang ramah lingkungan dan aman bagi manusia, salah satunya melalui penggunaan gelombang ultrasonik sebagai media pengusir nyamuk [2].

Gelombang ultrasonik dengan frekuensi di atas 20 kHz diketahui mampu mengganggu sistem saraf nyamuk dan memicu perilaku menjauh tanpa menimbulkan efek buruk pada manusia [3]. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa frekuensi tertentu dalam rentang 18–70 kHz dapat menurunkan aktivitas nyamuk *Aedes aegypti* secara signifikan [4]. Pemanfaatan prinsip ini menjadi dasar dalam pengembangan sistem pengusir nyamuk pintar berbasis mikrokontroler dan sensor [5].

Kemajuan teknologi Internet of Things (IoT) telah memungkinkan integrasi antara sensor, mikrokontroler, dan jaringan komunikasi nirkabel dalam satu sistem terpadu. IoT memungkinkan perangkat bekerja secara otomatis dan dapat dipantau dari jarak jauh secara real-time [6]. Dalam konteks sistem pengusir nyamuk, teknologi ini memungkinkan alat dioperasikan secara otomatis berdasarkan deteksi aktivitas manusia atau kondisi lingkungan tertentu [7].

Sensor Passive Infrared (PIR) merupakan salah satu jenis sensor yang banyak digunakan dalam sistem otomatisasi karena kemampuannya mendeteksi perubahan radiasi inframerah dari tubuh manusia [8]. Dalam sistem pengusir nyamuk pintar, sensor PIR berfungsi untuk mengaktifkan gelombang ultrasonik ketika mendeteksi pergerakan manusia di area tertentu. Hal ini menjadikan alat lebih efisien dalam penggunaan daya karena hanya aktif saat dibutuhkan [9].

Penelitian oleh Mahendra (2023) menunjukkan bahwa penggunaan sistem berbasis mikrokontroler dengan pengaktifan otomatis mampu menurunkan konsumsi daya hingga 30 % dibandingkan sistem konvensional [10]. Selain itu, sistem berbasis IoT memungkinkan pengguna untuk melakukan pemantauan dan pengendalian perangkat secara jarak jauh melalui platform digital seperti Blynk atau Telegram [11].

Dalam penelitian Liu et al. (2023), pengembangan perangkat pengusir nyamuk berbasis IoT menunjukkan kemampuan pengiriman data dan kontrol otomatis secara real-time yang dapat meningkatkan efektivitas sistem pengendalian serangga [12]. Integrasi teknologi cerdas semacam ini menjadi langkah awal dalam pengembangan sistem pengusir nyamuk otomatis yang efisien dan berkelanjutan.

Rancangan alat yang menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, sensor PIR (HC-SR501), transistor 2N2222, dan transduser ultrasonik KR08021 terbukti dapat bekerja secara otomatis ketika terdeteksi gerakan, kemudian menonaktifkan diri setelah periode waktu tertentu [13]. Pendekatan ini memberikan efisiensi energi dan kepraktisan bagi pengguna di lingkungan rumah maupun publik.

Penelitian oleh Rika Rosnelly et al. (2023) turut menegaskan pentingnya penerapan sistem cerdas berbasis sensor dan IoT dalam kehidupan sehari-hari untuk efisiensi energi dan pengendalian lingkungan yang berkelanjutan [14]. Sementara itu, Iwan Fitrianto Rahmad et al. (2024) dalam kajiannya tentang sistem pemantauan berbasis IoT juga menyoroti potensi besar integrasi mikrokontroler ESP dan sensor cerdas dalam mendukung sistem peringatan dini dan otomatisasi lingkungan [15].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan Sistem Pengusir Nyamuk Pintar Berbasis Sensor Gerak dan Gelombang Ultrasonik yang efisien, portabel, serta ramah lingkungan. Diharapkan alat ini dapat menjadi solusi inovatif dalam pengendalian nyamuk tanpa menggunakan bahan kimia berbahaya dan dapat dikembangkan lebih lanjut dengan dukungan teknologi Internet of Things (IoT).

2. METODE

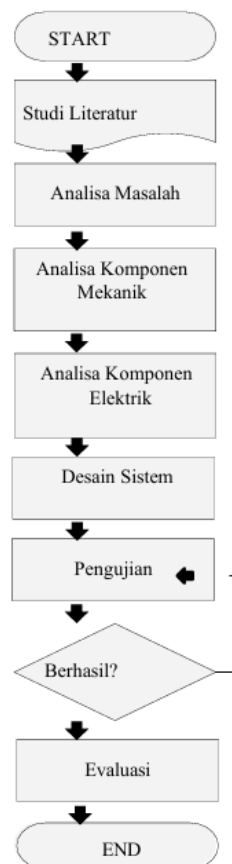
Untuk mencapai tujuan perancangan dan menyelesaikan permasalahan yang ada, penelitian ini menerapkan metodologi yang terstruktur dalam beberapa tahapan utama sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Tahap awal berfokus pada pengumpulan berbagai referensi teoretis yang relevan. Informasi dan data pendukung dihimpun dari berbagai sumber ilmiah seperti jurnal, buku, artikel, dan situs web terpercaya yang berkaitan langsung dengan topik penelitian.

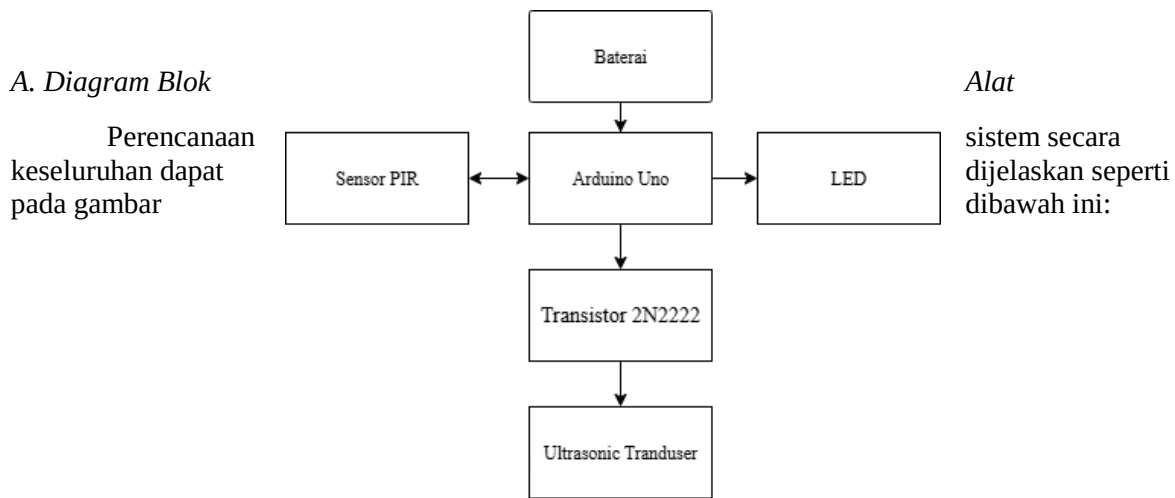
2. Pengumpulan Data dan Analisa Data
Pada tahap ini, dilakukan proses pengumpulan data yang spesifik terkait perancangan sistem. Data yang terkumpul kemudian dianalisis secara mendalam untuk menentukan parameter output yang akan dihasilkan oleh sistem.
3. Desain Sistem
Sebelum masuk ke tahap implementasi dan pengkodean, dilakukan perancangan sistem secara konseptual. Tahapan ini krusial untuk memvisualisasikan arsitektur sistem, alur kerja, dan hasil yang diharapkan.
4. Pengujian
Setelah komponen-komponen dirakit sesuai desain, dilakukan serangkaian pengujian. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memverifikasi apakah prototipe yang dibangun telah berfungsi sesuai dengan spesifikasi dan tujuan awal perancangan.
5. Dokumentasi Sistem
Seluruh proses, mulai dari tahap perencanaan awal hingga pengujian akhir, didokumentasikan secara sistematis. Hasil dokumentasi ini kemudian disusun menjadi sebuah laporan penelitian yang komprehensif.
6. Kesimpulan
Berdasarkan evaluasi dari hasil pengujian sistem secara menyeluruh, kesimpulan akhir dirumuskan. Kesimpulan ini dapat mencakup validasi keberhasilan proyek maupun identifikasi keterbatasan yang ada.

Langkah-langkah yang diperlukan perancangan yaitu :



untuk mencapai tujuan dari

Gambar 1 Proseedur Perancangan



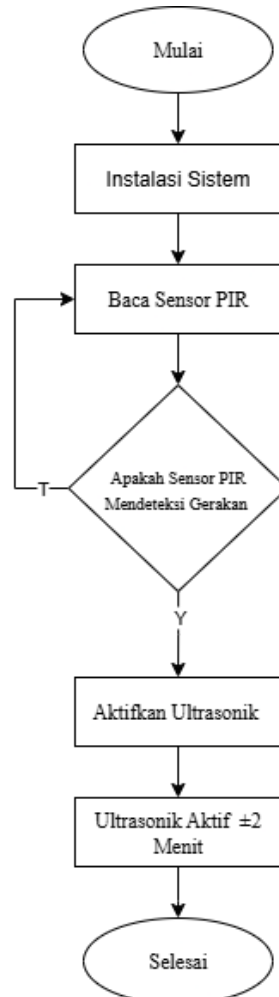
Gambar 2 Diagram Blok

Penjelasan blok diagram pada perancangan alat diatas sebagai berikut:

1. Baterai, berfungsi sebagai sumber daya utama untuk menyalakan seluruh rangkaian alat. Baterai digunakan agar alat bersifat portabel dan tidak tergantung pada sumber listrik rumah tangga (PLN).
2. Arduino Uno, berfungsi sebagai mikrokontroler utama yang mengatur seluruh proses kerja alat. Arduino menerima sinyal dari sensor PIR dan memberikan sinyal kontrol untuk mengaktifkan atau menonaktifkan komponen lain seperti transistor dan transduser ultrasonik.
3. LED, Komponen ini digunakan sebagai indikator visual yang menyala saat alat mendeteksi gerakan, menandakan bahwa sistem aktif dan sedang mengusir nyamuk dengan gelombang ultrasonik.
4. Sensor PIR (HC-SR501), Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi keberadaan gerakan manusia di dalam ruangan. Jika sensor mendeteksi adanya gerakan, maka sinyal akan dikirimkan ke Arduino untuk memicu sistem pengusir nyamuk.
5. Transistor 2N2222, Digunakan sebagai penguat arus dari Arduino ke transduser ultrasonik, agar sinyal yang dikirim cukup kuat untuk mengaktifkan transduser secara efektif.
6. Ultrasonic Transducer (KR08021), Komponen ini menghasilkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi tertentu yang tidak terdengar oleh manusia, namun mampu mengganggu sistem saraf nyamuk sehingga nyamuk menjauh dari area tersebut

B. Flowchart Diagram

Diagram alir di bawah ini menunjukkan alur kerja dari alat pengusir nyamuk cerdas yang dikembangkan. Sistem dimulai dari proses instalasi, kemudian mendeteksi gerakan menggunakan sensor PIR. Jika terdeteksi gerakan, maka transistor akan mengaktifkan modul ultrasonik untuk mengusir

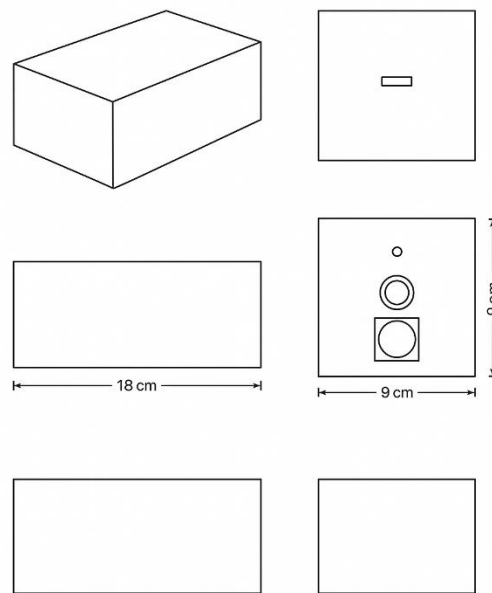


nyamuk. Flowchart ini menggambarkan logika operasi utama alat secara sistematis.

Gambar 3 Flowchart Program

C. Desain Interface Sistem

Desain dari alat yang akan dibangun pada penelitian ini bertujuan untuk merancang alat pengusir nyamuk cerdas yang bekerja secara otomatis berdasarkan deteksi gerakan oleh sensor PIR dan mengaktifkan gelombang ultrasonik menggunakan LED sebagai indikator aktivitas. Sistem ini dirancang untuk bekerja secara efisien dengan mengaktifkan gelombang ultrasonik selama beberapa waktu ketika gerakan terdeteksi, dan akan nonaktif secara otomatis apabila tidak ada gerakan selama periode tertentu.



Gambar 4 Desain Interface Sistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dijelaskan tampilan hasil dari alat pengusir nyamuk cerdas yang telah dibuat, yang digunakan untuk mendeteksi gerakan dan mengaktifkan gelombang ultrasonik secara otomatis dengan indikator LED. Sehingga hasil yang diimplementasikan dapat dilihat sesuai dengan program yang telah dirancang dan dijalankan.

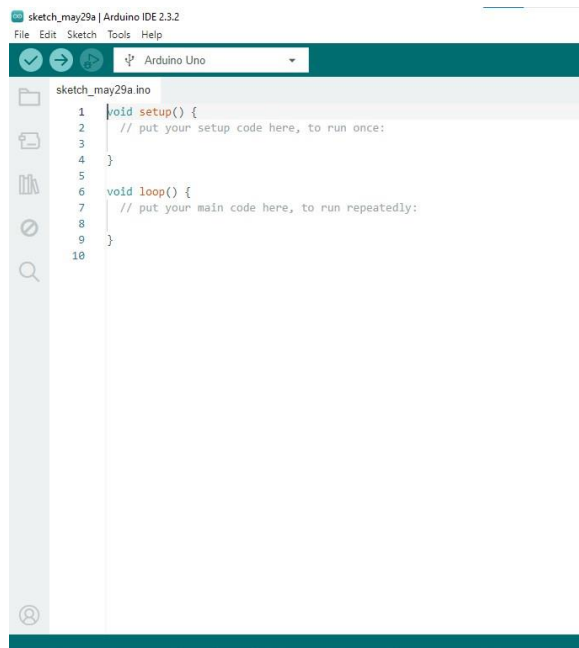
Dibawah ini akan dijelaskan tiap-tiap tampilan atau kondisi yang terjadi pada sistem, mulai dari kondisi saat alat aktif, proses deteksi gerakan, hingga sistem nonaktif secara otomatis ketika tidak ada gerakan dalam jangka waktu tertentu.

A. Software Arduino IDE

Untuk mengetahui apakah rangkaian board Arduino Uno pada alat pengusir nyamuk cerdas telah bekerja dengan baik, dilakukan pengujian dengan memberikan program perintah menggunakan software Arduino IDE. Proses ini dilakukan dengan menginputkan kode program dari komputer ke dalam mikrokontroler Arduino Uno.

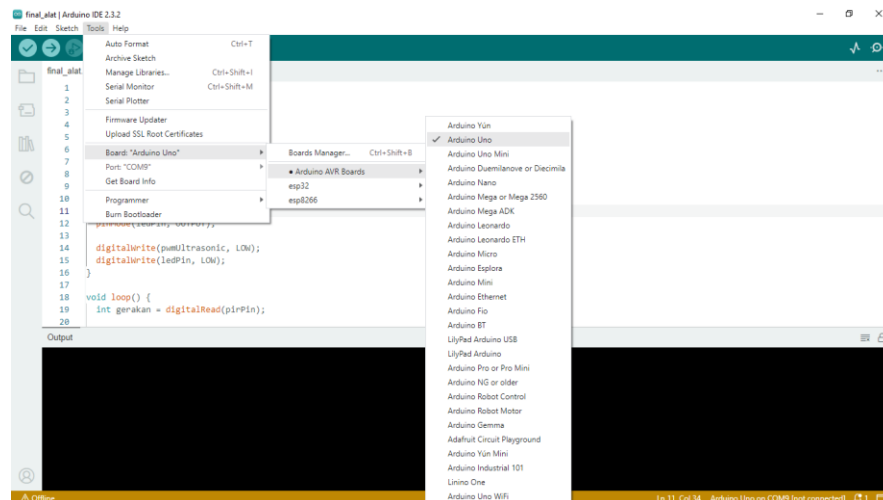
Langkah awal instalasi adalah menghubungkan komputer ke rangkaian Arduino Uno melalui kabel USB (Universal Serial Bus). Setelah koneksi terhubung, dilakukan proses pengujian alat dengan mengikuti langkah-langkah berikut:

- a) Langkah pertama adalah menjalankan aplikasi Arduino IDE dengan mengklik ikon Arduino IDE pada komputer. Setelah aplikasi selesai melakukan proses loading, maka akan muncul tampilan awal seperti terlihat pada Gambar 5 berikut:



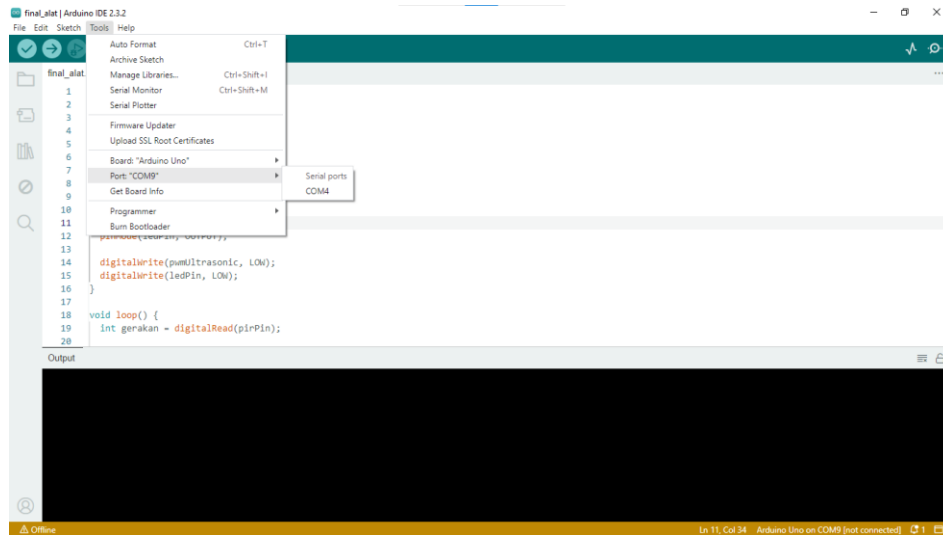
Gambar 5 Jendela Program Arduino IDE

- b) Selanjutnya, untuk memprogram Arduino Uno, dilakukan penyesuaian tipe board pada menu Tools > Board dan memilih Arduino Uno, seperti ditunjukkan pada Gambar 6 berikut:



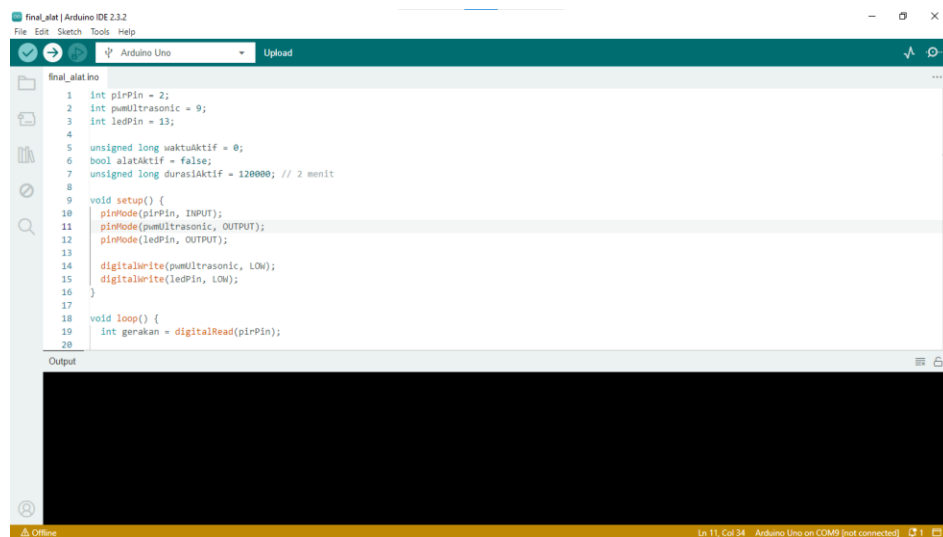
Gambar 6 Tampilan Program Arduino (Pemilihan Board)

- c) Setelah memilih board, langkah berikutnya adalah menyesuaikan port yang digunakan sesuai dengan port koneksi Arduino Uno ke komputer, melalui menu Tools > Port, seperti pada Gambar 7 berikut:



Gambar 7 Tampilan Program Arduino (Pemilihan Port)

- d) Setelah semua pengaturan selesai, proses selanjutnya adalah meng-upload program yang telah dibuat ke dalam Arduino Uno. Proses pengunggahan ini dapat dilihat pada Gambar 8 berikut:



Gambar 8 Proses Upload Program

B. Hardware

Setelah semua rangkaian selesai dirancang, kemudian dilakukan penyatuan seluruh komponen menjadi satu kesatuan sistem. Proses ini meliputi pemasangan Arduino Uno, modul relay, kabel penghubung, lampu, kipas, serta komponen pendukung lainnya ke dalam box elektronik. Berikut adalah hasil tampilan dari perancangan sistem smarthome berbasis IoT yang telah dibuat:



Gambar 9 Keseluruhan alat (tampak depan)

C. Uji Coba Perangkat

Pengujian perangkat dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik sesuai rancangan yang telah dibuat. Tahapan ini bertujuan untuk memperoleh hasil yang optimal dari alat yang dikembangkan. Sebelum proses pengujian dimulai, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan agar pengujian berjalan dengan lancar, yaitu:

1. Pastikan seluruh komponen alat dalam kondisi baik dan siap diuji tanpa adanya gangguan.
2. Sebelum melakukan pengujian, hubungkan sistem kontrol dengan sumber daya dari baterai.
3. Setelah semua komponen terpasang dengan benar, alat siap untuk dilakukan uji coba.

1. Sensor PIR

Tabel.1 Pengujian Sensor PIR

Objek	Jarak	Keluaran Sensor	Tegangan Vdc
Pergerakan Manusia	1	Terdeteksi	4,97V dc
	2	Terdeteksi	4,97V dc
	3	Terdeteksi	4,97V dc
Benda	1	Tidak Terdeteksi	0
	2	Tidak Terdeteksi	0
	3	Tidak Terdeteksi	0

Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sensor PIR mampu mendeteksi keberadaan manusia dengan pergerakan pada jarak 1 hingga 5 meter. Sedangkan pada objek yang diam atau bukan manusia, sensor PIR tidak memberikan respon atau keluaran tegangan.

2. Pengujian Alat Kontrol

Tabel.2 Pengujian Alat Kontrol

No.	Kondisi Gerakan	Sensor PIR	Transduser Ultrasonik
1.	Tidak ada gerakan	Tidak aktif	Tidak aktif
2.	Ada gerakan	Aktif	Aktif selama 2 menit
3.	Tidak ada gerakan setelah aktif	Tidak aktif	Tidak aktif
4.	Ada gerakan berulang	Aktif	Aktif kembali selama 2 menit
5.	Gerakan terus-menerus	Tetap aktif	Tetap aktif selama ada gerakan

Dapat disimpulkan dari hasil pengujian bahwa implementasi sensor PIR dan transduser ultrasonik dalam alat pengusir nyamuk cerdas dapat bekerja dengan baik. Sistem mampu mendeteksi gerakan dan mengaktifkan gelombang ultrasonik sesuai durasi yang diatur (± 2 menit) setelah deteksi. Namun, terdapat sedikit jeda respon ± 1 detik saat memulai aktivasi transduser, yang disebabkan oleh proses pembacaan sensor PIR dan eksekusi perintah pada mikrokontroler.

3. Kelebihan dan Kekurangan

Setelah melalui tahap pengujian, dari hasil perancangan ini dapat diperoleh beberapa keunggulan serta ditemukan beberapa keterbatasan pada alat yang dibuat. Adapun kelebihan dan kekurangan yang teridentifikasi adalah sebagai berikut:

- a. Kelebihan
 1. Alat mampu mendeteksi pergerakan manusia atau objek bergerak dengan sensor PIR secara otomatis dan langsung mengaktifkan transduser ultrasonik.
 2. Transduser ultrasonik bekerja dengan durasi ± 2 menit setelah mendeteksi pergerakan, sehingga penggunaan daya lebih efisien.
 3. Sistem dapat digunakan dalam jangka panjang dengan perawatan yang minimal karena komponen yang digunakan relatif awet dan tahan lama.
- b. Kekurangan
 1. Alat belum dilengkapi sumber daya cadangan (baterai), sehingga tidak dapat berfungsi ketika listrik padam.
 2. Jangkauan sensor PIR terbatas pada jarak 1–5 meter, sehingga deteksi gerakan di luar area tersebut tidak terdeteksi.
 3. Sistem hanya menggunakan satu jenis metode pengusiran, yaitu gelombang ultrasonik, sehingga efektivitasnya bisa berkurang pada jenis nyamuk tertentu yang kurang sensitif terhadap frekuensi yang digunakan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan uji coba yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Alat Pengusir Nyamuk Cerdas yang dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, sensor PIR, dan transduser ultrasonik mampu mendeteksi gerakan dan secara otomatis mengaktifkan gelombang ultrasonik untuk mengusir nyamuk.
2. Sistem bekerja dengan memanfaatkan sensor PIR untuk memicu aktivasi transduser ultrasonik selama periode waktu tertentu (± 2 menit) setelah mendeteksi adanya gerakan, sehingga penggunaan daya menjadi lebih efisien.
3. Penggunaan sumber daya dari baterai membuat alat dapat dioperasikan tanpa ketergantungan pada sumber listrik PLN, namun jangkauan pengusiran nyamuk masih terbatas pada arah lurus dari transduser ultrasonik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Potensi Utama yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam penyelesaian Karya ini.

REFERENSI

- [1] Hartiyoko, W., & Soekirno, S. (2012). Rancang Bangun Alat Pendeteksi dan Pengusir Nyamuk Berbasis Frekuensi. Universitas Indonesia Digital Library. <https://lontar.ui.ac.id/detail?id=20309666>.
- [2] Kalimuthu, K., Tseng, L.-C., Murugan, K., Panneerselvam, C., Aziz, A. T., Benelli, G., & Hwang, J.-S. (2020). Ultrasonic Technology Applied against Mosquito Larvae. *Applied Sciences*, 10(10), 3546. <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/10/3546>
- [3] Kim, D. I., et al. (2021). Behavioral and Molecular Responses of *Aedes aegypti* to Ultrasound. *Scientific Reports*, 11(1), 15422. <https://www.nature.com/articles/s41598-021-94988-2>
- [4] Albab, U., & Qirom, M. (2021). Rancang Bangun Alat Pengusir Nyamuk Berbasis Gelombang Ultrasonik dan UV Light Trap. *Jurnal Teknik Elektronika dan Instrumentasi*, 10(2), 45–52. <https://jfu.fmipa.unand.ac.id/index.php/jfu/article/view/968>
- [5] Manullang, A. B. P., Saragih, Y., & Hidayat, R. (2021). Analisis Frekuensi untuk Mengusir Hama Serangga Berbasis IoT. *Jurnal Publikasi Ilmiah Mahasiswa Indonesia (JUPUMI)*, 1(1), 10–15. <https://journalcenter.org/index.php/jupumi/article/download/3909/3069>
- [6] Munawar, Z., et al. (2023). Fundamental Internet of Things (IoT): Memahami Teori dan Penerapannya. Kaizen Media Publishing. <https://www.goodreads.com/book/show/142071482-fundamental-internet-of-things>
- [7] Oliveira, D. (2024). Implementation of an Intelligent Trap for Effective Mosquito Control. *Sensors (MDPI)*, 24(5), 2165. <https://www.mdpi.com/1424-8220/24/5/2165>
- [8] Rajak, P. (2024). Smart Technology for Mosquito Control. *International Journal of Science and Technology Research (IJSTR)*, 13(2), 112–120. <https://www.ijstr.org/paper-references.php?ref=IJSTR0224-37714>
- [9] Qirom, Q., & Albab, U. (2021). Rancang Bangun Alat Pengusir Nyamuk Berbasis Gelombang Ultrasonik dan UV Light Trap. *POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik*, 10(1). <https://www.neliti.com/publications/522072/rancang-bangun-alat-pengusir-nyamuk-berbasis-gelombang-ultrasonik-dan-uv-light-tr>
- [10] Mahendra, A., & Firmawati, N. (2023). Rancang Bangun Alat Mosquito Killer Menggunakan Buzzer dan Perangkap Lampu Violet. *Jurnal Fisika Politeknik Andalas*, 12(1), 70–76. <https://jurnal.polisci.or.id/jurnal-fisika-politeknik-andalas>
- [11] Putra, D. A. M., Paradita, Y., Ridwang, & Adriani. (2024). Pengembangan Prototype Sistem Pengusir Hama Menggunakan Smart Panel Surya, Lampu UV dan Gelombang Ultrasonik pada Perkebunan. *Vertex: Jurnal Teknik Elektro*, 16(2), 1–12. <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/vertex/article/view/3456>

- [12] Liu, W.-L., et al. (2023). An IoT-Based Smart Mosquito Trap System Embedded with Real-Time Identification. *IEEE Access*, 11, 51352–51363. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3286563>
- [13] Sahal Fawaiz, M. F., & Achmat, M. (2018). Peningkatan Intensitas Gelombang dengan Transmitter Ultrasonik untuk Mengusir Nyamuk dan Tikus. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika IV UNIPMA*. <https://prosiding.unipma.ac.id/index.php/snpf/article/view/279>
- [14] Rosnelly, R., Riza, B. S., & Suparni, S. (2023). Comparative Analysis of Support Vector Machine and Convolutional Neural Network for Malaria Parasite Classification and Feature Extraction. *JOWUA Journal*, 14(3), 194–217. <https://jowua.com/wp-content/uploads/2023/10/2023.I3.015.pdf>
- [15] Fitrianto Rahmad, I., Maulana, A., & Triandi, B. (2024). Pengembangan Alat Pemantau Banjir Otomatis Menggunakan Sensor Jarak dan ESP32 dengan Fitur Notifikasi Jarak Jauh. *Jurnal SENADIMU*, Vol. 1 No. 1. <https://senadimu.potensi-utama.ac.id>