

RANCANG BANGUN ALAT PENGUSIR KELELAWAR MENGUNAKAN METODE GELOMBANG SUARA ULTRASONIK

Elga Annaz Widiarko

Program Studi Teknik Informatika, Universitas PGRI Madiun

email: elga_2005101009@mhs.unipma.ac.id

Abstract: This research aims to design and build an effective bat repellent using the ultrasonic sound wave method. This tool is designed by integrating an ESP32 microcontroller, PIR sensor, and ultrasonic transducer. The waterfall method is applied in the system development process, including the requirements analysis, system design, implementation and testing phases. In the requirements analysis phase, the technical and functional requirements of the tool are identified, followed by system design which includes component selection and circuit design. The implementation is carried out by integrating the ESP32 as the brain of the system, a PIR sensor to detect the presence of bats, and an ultrasonic transducer to produce high frequency sound waves that are inaudible to humans but disturb the bats. Black box testing is carried out to ensure that the tool functions according to the specified specifications, namely being able to detect bats and emit ultrasonic sounds effectively. The system still cannot be said to be perfect because there are several limitations to the sensor distance which can only cover a distance of up to 3 meters.

Keywords: PIR Sensor, Ultrasonic Transducer, ESP32, Blackbox, Waterfall

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pengusir kelelawar yang efektif menggunakan metode gelombang suara ultrasonik. Alat ini dirancang dengan mengintegrasikan mikrokontroler ESP32, sensor PIR, dan transduser ultrasonik. Metode *waterfall* diterapkan dalam proses pengembangan sistem, meliputi fase analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, dan pengujian. Pada fase analisis kebutuhan, kebutuhan teknis dan fungsional alat diidentifikasi, diikuti dengan desain sistem yang meliputi pemilihan komponen dan perancangan rangkaian. Implementasi dilakukan dengan mengintegrasikan ESP32 sebagai otak dari sistem, sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan kelelawar, dan transduser ultrasonik untuk menghasilkan gelombang suara dengan frekuensi tinggi yang tidak terdengar oleh manusia tetapi mengganggu kelelawar. Pengujian *blackbox* dilakukan untuk memastikan bahwa alat berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan, yaitu mampu mendeteksi kelelawar dan mengeluarkan suara ultrasonik secara efektif. Sistem masih belum bisa dikatakan sempurna karena terdapat beberapa keterbatasan pada jarak sensor yang hanya dapat menjangkau jarak sampai 3 meter.

Kata kunci: Sensor PIR, Transduser Ultrasonik, ESP32, *Blackbox*, *Waterfall*

Pendahuluan

Perkembangan cepat di bidang teknologi mempengaruhi peradaban manusia melebihi batas pemikiran sebelumnya. Dampak ini terlihat pada perubahan dalam tatanan sosial budaya, ekonomi, agama, dan politik, yang membutuhkan keseimbangan baru antara nilai-nilai, pemikiran, dan cara hidup dalam konteks global dan lokal. Teknologi adalah penerapan pengetahuan yang terstruktur untuk tugas-tugas praktis melalui sistem dan mesin yang terorganisir (Basongan, 2022), salah satunya adalah gelombang suara ultrasonik. Gelombang suara ultrasonik merupakan suara dengan frekuensi lebih tinggi dari 20 kHz, yang berada di luar jangkauan pendengaran manusia.

Alat pengusir hama ultrasonik menggunakan gelombang ini untuk mengusir hama pada tanaman, salah satu contohnya hama kelelawar pada tanaman buah mangga. Kelelawar seringkali menjadi hama yang merusak tanaman kelengkeng, menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen. Metode tradisional dalam mengusir kelelawar, seperti penggunaan jaring atau suara keras, seringkali kurang efektif dan memerlukan banyak tenaga. Dalam upaya mencari solusi yang lebih efisien, penggunaan teknologi gelombang suara ultrasonik muncul sebagai alternatif yang menjanjikan.

Kelelawar merupakan mamalia yang dapat mengeluarkan dan menerima gelombang ultrasonik dengan frekuensi di atas 20.000 Hz. Gelombang yang dikeluarkan akan dipantulkan kembali oleh objek yang akan dilewatinya dan diterima oleh telinga kelelawar. Maka dari itu dengan kemampuan terse but, kelelawar mampu berburu pada malam hari tanpa menggunakan indra penglihatan. Kemampuan kelelawar dalam menentukan lokasi buruannya disebut dengan ekolokasi (Dhany Ardyansyah, 2023).

Penggunaan frekuensi ultrasonik untuk mengusir kelelawar didasarkan pada kemampuan kelelawar untuk menggunakan ekolokasi atau pantulan suara ultrasonik untuk bernavigasi dan berburu. Kelelawar mengeluarkan suara dengan frekuensi tinggi (ultrasonik) yang kemudian memantul dari

objek di sekitar mereka, dan pantulan suara tersebut membantu kelelawar untuk menentukan lokasi, ukuran, dan bentuk objek di sekitarnya. Meskipun gelombang suara ini tidak dapat didengar oleh manusia, tetapi pada kelelawar akan merasa sangat terganggu olehnya dan cenderung menjauh dari area yang terpapar. Cara ini dinilai aman dan bebas racun karena tidak melibatkan penggunaan bahan kimia berbahaya. Definisi dari gelombang ultrasonik itu sendiri ialah salah satu model sumber radiasi yang aman karena gelombang ini juga digunakan dalam dunia kesehatan. Dalam dunia medis, gelombang ultrasonik berperan sebagai teknologi yang tidak menunjukkan perubahan seluler dari organ tubuh yang sedang diperiksa (Tijaniyah & Sabda Alam Arzenda, 2022). ESP 32 adalah serangkaian mikrokontroler sistem-pada-chip berdaya rendah dan berdaya rendah dengan Wi-Fi terintegrasi dan Bluetooth mode ganda. Mikrokontroler ini sudah memiliki modul WiFi pada chip, sehingga sangat berguna untuk membuat sistem aplikasi IoT. Seri ESP 32 menggunakan mikroprosesor Tensilica Xtensa LX6 dalam varian inti ganda dan inti tunggal dan mencakup sakelar antena terintegrasi, balun RF, penguat daya, penguat penerima kebisingan rendah, filter, dan modul manajemen energi. ESP 32 diproduksi dan dikembangkan oleh Espressif Systems, sebuah perusahaan Tiongkok yang berpusat di Shanghai dan diproduksi oleh TSMC menggunakan proses 40nm mereka. Ini adalah penerus mikrokontroler ESP 8266 klasik (Yudo Setiawan, 2022).

Modul RTC adalah jenis modul yang berfungsi sebagai real time clock atau perwaktuan digital dan terdapat fitur pengukuran suhu yang dikemas kedalam satu modul (Sifaunajah, 2023). Sensor PIR (*Passive Infrared Receiver*) merupakan sebuah sensor berbasis infrared. Akan tetapi, tidak seperti sensor infrared kebanyakan yang terdiri dari IR LED dan fototransistor. PIR tidak memancarkan apapun seperti IR LED. Sesuai dengan namanya 'Passive', sensor ini hanya merespon energi dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki oleh setiap benda yang terdeteksi olehnya. Benda yang bisa dideteksi oleh sensor ini biasanya adalah tubuh manusia (Sasmoko, 2021).

Relay adalah suatu alat yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Kontaktor akan tertutup (menyala) atau terbuka (mati) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan saklar, pergerakan kontaktor (on atau off) dilakukan manual tanpa perlu arus listrik (Basri & Irfan, 2018).

Blynk adalah sebuah platform IoT *low code* yang dapat terhubung antara perangkat ke *cloud*, membangun aplikasi yang bisa mengontrol dan memantau dari jarak jauh kemudian dapat dikelola dengan baik. *Blynk* termasuk *web service* berbayar, tetapi untuk yang baru belajar atau pemula dapat mengaksesnya secara gratis tapi dengan batasan-batasan fitur tertentu. Representasi visual data termasuk tampilan numerik dan tampilan grafis. Penggunaannya sangat mudah untuk mengatur semuanya dan dapat dikerjakan dalam waktu kurang dari 5 menit karena tidak terikat pada papan atau modul tertentu (Romadhon & Umam, 2021:88).

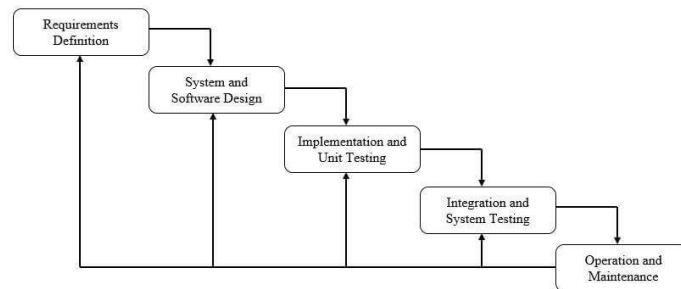
Waterfall adalah model siklus hidup linier berurutan di mana setiap fase harus diselesaikan sebelum fase berikutnya dimulai, tanpa ada tumpang tindih. Fase-fasenya meliputi Analisis, yang melibatkan deskripsi lengkap kebutuhan perangkat lunak; Desain, yang mencakup perencanaan dan pemecahan masalah untuk solusi perangkat lunak; Implementasi, yang merujuk pada konversi spesifikasi desain menjadi program yang dapat dieksekusi; Pengujian, yang memastikan perangkat lunak memenuhi kebutuhan awal melalui proses debugging; dan Pemeliharaan, yang melibatkan modifikasi perangkat lunak setelah pengiriman untuk memperbaiki kesalahan dan meningkatkan kinerja (Purwanto, 2020).

UML (*Unified Modeling Language*) adalah setandar bahasa yang banyak digunakan di dunia industri untuk mendefinisikan requirement, membuat analisis, & desain, serta menggambarkan arsitektur dalam pemograman berorientasi objek (Triandini & Gede Suardika, 2020). Gambar atau diagram yang menunjukkan hubungan antar proses dan pernyataan serta rangkaian langkah-langkah suatu program disebut flowchart, ada jenis-jenis *Flowchart* yaitu *Flowchart* sistem, *Flowchart* dokumen, *Flowchart* sketsa, *Flowchart* program (Astuti, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengusir kelelawar menggunakan sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan kelelawar, dan transduser ultrasonik untuk menghasilkan gelombang suara dengan frekuensi tinggi yang tidak terdengar oleh manusia tetapi mengganggu kelelawar dengan mikrokontroler ESP32.

Metode

Penelitian ini mengambil metode pengembangan waterfall. metode *Waterfall* adalah pendekatan manajemen proyek yang mengikuti proses yang jelas dari awal hingga akhir, di mana hasil yang diharapkan ditentukan sejak awal oleh klien. Proyek direncanakan secara rinci dari awal hingga selesai (Senarath, 2021). Berikut adalah gambaran tahapan pengembangan waterfall :



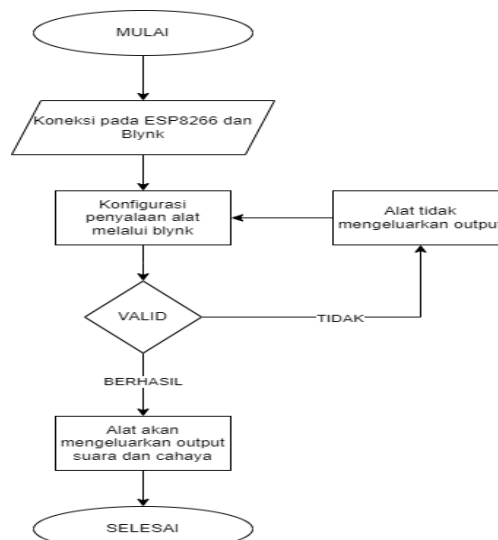
Gambar 1. Tahap Metode Waterfall (Thesing, 2021)

Dari gambar tahapan diatas maka dapat dijelaskan yang ada dalam metode waterfall berikut ini :

1. *Requirements Analysis* (Analisis Kebutuhan), Perancangan sistem dan alat pengusir kelelawar menggunakan metode gelombang suara ultrasonik membutuhkan pemahaman tentang alat yang akan digunakan. Diskusi, observasi, dan survei adalah beberapa cara untuk mendapatkan informasi ini.
2. *Design* (Desain), tahap ini pengguna melakukan kerjasama dalam merancang dan membangun sistem agar tidak terjadi ketidaksesuaian desain antar pengguna dan peneliti.
3. *Development* (Pengembangan), Pada tahap ini, sistem dan alat yang telah dibuat dibangun kembali untuk melakukan pengembangan. Proses ini mencakup memastikan bahwa sistem dan alat tersebut berfungsi dengan baik dan efektif.
4. *Testing* (Pengujian), Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa alat berfungsi sesuai dengan fungsionalitas dan efektivitas. Pengujian meliputi pengujian berapa frekuensi mengusir kelelawar oleh alat tersebut.
5. *Maintenance* (Pemeliharaan), Setelah sistem dan alat diimplementasikan, tahap pemeliharaan dilakukan untuk memastikan sistem dan alat tetap berjalan dengan baik dan memperbaiki masalah yang mungkin ditemukan oleh pengguna.

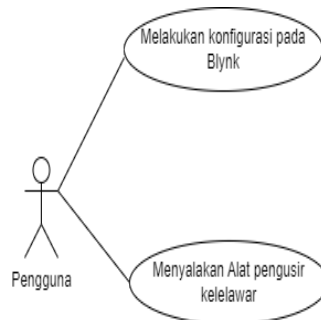
Hasil dan Pembahasan

Perancangan dilakukan dengan menggunakan *Flowchart* dan UML. *Flowchart* adalah diagram yang menunjukkan langkah-langkah dan keputusan yang harus diambil untuk menjalankan sebuah proses dalam suatu program (Cahyanti et al., 2020) . Flowchart dari sistem pengusiran kelelawar yang dibangun dapat dilihat pada gambar 2.



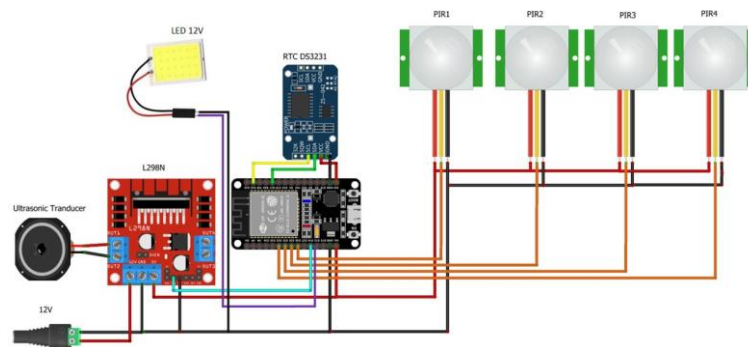
Gambar 2. Flowchart alat pengusiran kelelawar

Use case diagram diagram untuk menggambarkan peran pengguna dan bagaimana pengguna ketika pengguna menggunakan sistem tersebut (Paradya, 2023). Use case diagram dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Use Case Alat Pengusir Kelelawar

Implementasi perangkat keras merupakan proses merakit atau instalasi komponen – komponen dari alat pengusir kelelawar menggunakan metode gelombang suara ultrasonik. Implementasi perangkat keras yang dilakukan harus sesuai berdasarkan skema yang dibangun dalam perancangan sistem. gambar skemapengusir kelelawar pada gambar 4.



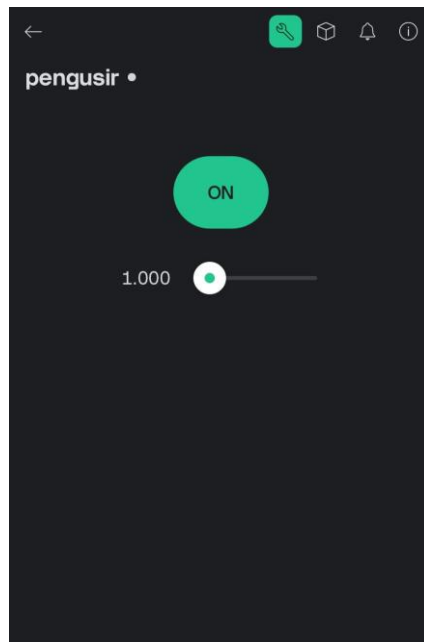
Gambar 4. Skema rangkaian alat pengusir kelelawar

Hasil Pengembangan Sistem

Sistem pengusir kelelawar menggunakan mikrokontroler dengan metode gelombang suara ultrasonic berhasil dirancang dan dibangun untuk membantu melakukan pengusiran kelelawar. Dengan sistem ini, pengusiran kelelawar dapat dikendalikan menggunakan smartphone. Alat dibangun menggunakan mikrokontroler ESP 32 yang dapat terhubung dengan smartphone pengguna dan dengan bantuan aplikasi blynk. Berikut merupakan hasil dari perancangan dan pembangunan sistem pengusir kelelawar pada gambar 4.

Gambar 4. Alat Pengusir Kelelawar

Pada aplikasi blynk pengguna dapat mengontrol penuh terhadap alat sistem pengusir kelelawar yang dibuat. Gambar 5 merupakan hasil dari implementasi antarmuka aplikasi blynk.



Gambar 5. Antarmuka aplikasi blynk

Hasil Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan menggunakan pengujian balck box. Tahapan pengujian perlu dilakukan karena untuk menguji apakah alat pengusir kekelawar dapat berjalan dengan baik atau masih ada error. Pengujian juga dilakukan untuk mengukur kemampuan sistem. hasil pengujian dapat dilihat dalam tabel dibawah ini :

Tabel 1. Hasil Pengujian

Input	Yang Diharapkan	Hasil	Keterangan
Pengujian sensor PIR			
Gerakan di depan sensor PIR	Sensor PIR mendeteksi gerakan	Berhasil	Sensor dapat mendeteksi gerakan kekelawar menggunakan gelombang suara ultrasonic.
Pengujian aplikasi blynk			
Buka aplikasi Blynk	Pada saat menyalakan tombol ON maka alat dapat menyala.	Berhasil	Alat dapat dinyalakan dengan menggunakan smartphone
Pengujian pada kekelawar			
Menyalakan alat	Pada saat kekelawar terkena suara dan cahaya dari alat maka kekelawar akan merasa gelisah dan kebingungan.	Berhasil	Suara dan cahaya yang dikeluarkan oleh alat dapat mengusir kekelawar pada berbagai jarak.
Hasil pengujian efektifitas			
Jarak	Waktu	Keterangan	
1 Meter	5 detik	Alat dapat mendeteksi keberadaan kekelawar dengan durasi waktu yang singkat.	
2 Meter	15 detik	Pada jarak 2 meter, waktu yang dibutuhkan oleh sensor untuk mendeteksi kekelawar meningkat menjadi 15 detik. Hal ini	

		menunjukkan bahwa efektivitas sensor sedikit berkurang seiring dengan bertambahnya jarak.
3 meter	30 detik	Pada jarak 3 meter, sensor memerlukan waktu 30 detik untuk mendeteksi kelelawar. Waktu deteksi yang lebih lama ini mengindikasikan bahwa sensor mulai mengalami penurunan kinerja dalam mendeteksi kelelawar pada jarak yang lebih jauh

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan bahwa alat pengusir kelelawar menggunakan metode gelombang suara ultrasonik berhasil dikembangkan menggunakan metode *waterfall* dan dalam perancangan arsitektur, desain antarmuka menggunakan UML (*Unified Modelling Language*). Sistem menggunakan komponen utama meliputi ESP32, RTC, sensor PIR, dan transducer ultrasonik. Dalam sistem berhasil menerapkan fitur-fitur yang dirancang, serta kontrol manual melalui *smartphone*. Pengujian menggunakan metode *black box* menunjukkan bahwa alat dan sistem dapat berfungsi dengan baik, serta alat dapat menjangkau sampai dengan jarak 3 meter.

Daftar Pustaka

- Astuti, M. P. (2022). Aplikasi Pengolahan Data Letter C Berbasis Website Di Kantor Desa Kuwu Kecamatan Balerejo Kabupaten Madiun. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi ...*, 597–606.
<http://prosiding.unipma.ac.id/index.php/SENATIK/article/view/2868%0Ahttp://prosiding.unipma.ac.id/index.php/SENATIK/article/download/2868/2971>
- Basongan, C. (2022). Penggunaan Teknologi menurut Iman Kristen di Era Digital. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(3), 4279–4287. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i3.2883>
- Basri, I. Y., & Irfan, D. (2018). Komponen Elektronika. In *Sukabiina Press* (Vol. 53, Issue 9).
- Cahyanti, A. D., Anardani, S., & Nugrahanti, F. (2020). Penerapan Metode Forward Chaining Dalam Sistem Pakar Penentuan Proses Persalinan Ibu Hamil. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi-2020 "Inovasi Disruptif Teknologi Informasi Di Era Normal Baru,"* 47–56.
<http://prosiding.unipma.ac.id/index.php/SENATIK/article/view/1494/1293>
- Dhany Ardyansyah. (2023). *Hewan Menyusui (mamalia)*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Paradya, M. Y. (2023). Pengembangan Sistem Informasi Reservasi Hotel Merdeka Kota Madiun Berbasis Website. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi-2023 "Exploring the Intersection of Big Data, Cyber Security, and Human Behavior: Insights and Challenges,"* 147–156.
- Purwanto, A. S., & Nugrahanti, F. (2020). Penerapan Sistem Informasi Alumni Sma Negeri 1 Pilangkenceng Berbasis Website. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi-2020*, 353–361.
- Romadhon, A. S., & Umam, F. (2021). *Project Sistem Kontrol Berbasis Arduino*.
- Sasmoko, D. (2021). Arduino dan Sensor pada Project Arduino DIY. In *Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik*.
- Senarath, U. S. (2021). Waterfall methodology, prototyping and agile development. *Tech. Rep., June*, 1–16.
- Sifaunajah, A., Arifin, M. Z., & Shabet, M. R. A. M. (2023). *Mudah Membangun Jam Digital Berbasis Arduino Atmega*.
- Thesing, T., Feldmann, C., & Burchardt, M. (2021). Agile versus Waterfall Project Management: Decision model for selecting the appropriate approach to a project. *Procedia Computer Science*, 181, 746–756. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.227>
- Tijaniyah, & Sabda Alam Arzenda. (2022). Rancang Bangun Prototype Alat Pengusir Tikus Dengan Pemanfaatan Gelombang Ultrasonik Berbasis Internet Of Things. *Jurnal JEETech*, 3(2), 57–63.

<https://doi.org/10.48056/jeetech.v3i2.194>

Triandini, E., & Gede Suardika, I. (2020). *Buku Desain Proyek Menggunakan UML*. 1–118.

Yudo Setiawan, D. (2022). *Internet of Things ESP8266 ESP32 Web Server - Jalur Perpustakaan* (pp. 7–8).