

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teoritis

1. Kelelawar dan Perilaku Makan

Kelelawar pemakan buah (*Megachiroptera*) merupakan kelompok mamalia yang memiliki peran ganda dalam ekosistem. Di satu sisi, mereka berperan penting sebagai agen penyerbuk dan penyebar biji, berkontribusi pada regenerasi hutan dan menjaga keanekaragaman hayati. Namun, ketika populasi kelelawar tidak seimbang atau terjadi perubahan lingkungan yang signifikan, mereka dapat beralih menjadi hama pertanian, terutama pada tanaman buah seperti mangga (Soegiharto, 2010).

Kelelawar adalah kelas mamalia dengan sayap di kedua sisi kanan dan kiri yang memiliki kemampuan terbang yang sempurna dan juga dapat melayang (terbang di tempat dan terbang mundur). Kelelawar merupakan hewan *nocturnal*, yaitu aktif pada malam hari yang dimulai dari terbenamnya matahari hingga subuh atau dikenal dengan istilah hewan *crepuscular*. Perilaku ini merupakan adaptasi dari bentuk sayapnya yang berupa selaput kulit tipis dan sangat rentan terkena sinar matahari, sehingga lebih banyak panas yang diserap daripada yang dikeluarkan. Selain itu, kelelawar juga mengalami adaptasi khusus berupa indera yang sangat mendukung aktivitas mereka di malam hari, sehingga dapat mengurangi persaingan dengan hewan diurnal yang beraktivitas pada siang hari, misalnya burung (Prasetyo, 2011).

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 tersebut, kelelawar mampu berburu pada malam hari tanpa menggunakan indra penglihatan. Kemampuan kelelawar dalam menentukan lokasi buruannya disebut dengan ekolokasi (Dhany Ardyansyah, 2023).

Informasi karakteristik saluran pencernaan normal kelelawar pemakan buah (*Cynopterus brachyotis*) secara morfologis dan histologis belum diketahui. Secara umum, anatomi saluran pencernaan dipengaruhi oleh spesies, jenis makanan, frekuensi asupan makanan, ukuran dan bentuk tubuh (Sari, 2018).

2. Gelombang Suara Ultrasonik

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).

Pemanfaatan gelombang ultrasonik jenis penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode observasi berupa eksperimen dari *prototype* alat pengusir kelelawar yang akan dirancang, selain itu penelitian ini juga akan menggunakan metode studi pustaka dengan membaca jurnal sebagai referensi untuk mendapatkan metode terbaik yang

digunakan/dikombinasikan dalam perancangan *prototype* alat pengusir kelelawar menggunakan metode gelombang suara ultrasonik (Tijaniyah & Sabda Alam Arzenda, 2022).

3. ESP 32

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).

Seperti sistem minimum lainnya, ESP32 memerlukan pemrograman agar dapat berfungsi - biasanya untuk memantau sensor, melakukan perhitungan, dan memberikan perintah kepada aktuator yang terhubung dengannya. Yang mungkin berbeda dari sistem minimum lainnya adalah kita dapat menggunakan beberapa framework atau beberapa bahasa pemrograman pada sistem ESP32 (Azam, 2022).

4. Modul RTC

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). RTC berfungsi sebagai penentu waktu otomatis yang sangat akurat. Informasi yang diakses oleh modul ini adalah detik, menit, jam, tanggal, hari, bulan, dan tahun (Susanthi & Andrianto, 2024). Mengakses modul ini hanya perlu menggunakan I2C cukup dengan 2 pin yaitu SDA (*serial data*) dan SCL (*serial clock*). Modul ini dapat hidup dengan dipasangkan batrai yaitu batrai CR2032 agar informasi waktu dapat terus berjalan dan tidak melakukan pengulangan waktu jika alat dinyalakan.

5. PIR Sensor

Sensor PIR (inframerah pasif) adalah perangkat yang merekam atau merekam kuantitas fisik (suhu tubuh) dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Inframerah pasif, seperti namanya, sensor ini bersifat pasif (Iqbal & Rahayu, 2022).

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).

6. Relay

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).

7. Blynk

Blynk merupakan perangkat lunak komprehensif yang dapat membuat prototipe, penyebaran, dan manajemen jarak jauh perangkat yang terhubung (Darmawan, 2023). *Blynk* 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). Platform aplikasi *blynk* dapat mengontrol apapun dari jarak jauh, dimanapun kita berada dan waktu kapanpun. Dengan catatan terhubung dengan internet dengan koneksi

yang stabil dan inilah yang dinamakan dengan sistem *Internet of Things (IOT)*.

8. Waterfall

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. (Thesing, 2021)

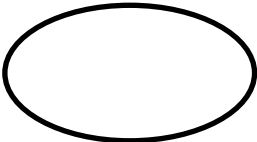
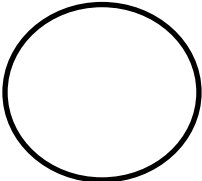
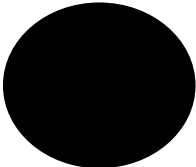
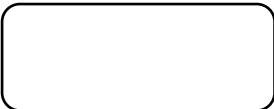
Menurut (Senarath, 2021), metodologi *Waterfall* adalah pendekatan manajemen proyek yang mengikuti proses yang jelas dari awal hingga akhir, di mana hasil yang diharapkan ditentukan sejak awal oleh klien. Proyek direncanakan secara rinci dari awal hingga selesai, dengan paket kerja, tanggung jawab, dan tenggat waktu yang sudah ditetapkan. Fokus utama metode ini adalah mengimplementasikan rencana awal dengan seakurat mungkin untuk memastikan stabilitas, struktur yang jelas, sumber daya yang dapat diprediksi, dan perencanaan yang terdokumentasi dengan baik.


Berdasarkan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa Waterfall adalah model siklus hidup linier berurutan di mana setiap fase harus diselesaikan sebelum fase berikutnya dimulai, tanpa tumpang tindih. Fasenya meliputi Analisis, Desain, Implementasi, Pengujian, dan Pemeliharaan. Proyek direncanakan secara rinci dari awal hingga selesai, dengan paket kerja, tanggung jawab, dan tenggat waktu yang sudah ditetapkan. Fokus utamanya adalah mengimplementasikan rencana awal dengan seakurat mungkin untuk memastikan stabilitas, struktur yang jelas, sumber daya yang dapat diprediksi, dan perencanaan yang terdokumentasi dengan baik.

9. UML

UML (*Unified Modeling Language*) adalah setandar bahasa yang banyak digunakan didunia industri untuk mendefinisikan requirement, membuat analisis, & desain, serta menggambarkan arsitektur dalam pemograman berorientasi objek. UML hanya berfungsi untuk melakukan pemodelan, jadi penggunaan UML tidak terbatas pada metodologi tertentu, meskipun pada kenyataannya UML paling banyak digunakan pada metodologi berorientasi objek. Perkembangan penggunaan UML bergantung pada level abstraksi penggunaannya, dalam penggunaan UML adalah suatu yang salah, tapi perlu ditelaah dimanakah UML digunakan dan hal apa yang ingin divisualkan (Triandini & Gede Suardika, 2020).

Tabel 2. 1 Simbol UML

Simbol	Nama	Fungsi
	Use Case	<p>Fungsionalitas yang disediakan sistem sebagai unit-unit yang saling bertukar pesan antar unit atau aktor, biasanya dinyatakan dengan menggunakan kata kerja diawal frase nama use case.</p>
	Antarmuka/Interface	<p>Sama dengan konsep <i>interface</i> dalam pemrograman berorientasi objek</p>
	Status Awal	<p>Status awal aktivitas sistem, sebuah diagram aktivitas memiliki sebuah status awal.</p>
	Aktivitas	<p>Aktivitas yang dilakukan sistem, aktivitas biasanya diawali dengan kata kerja.</p>

	Garis	Menyatakan kehidupan
	Hidup/Lifeline	suatu objek
	Objek	Menyatakan objek yang berinteraksi pesan

10. Flowchart

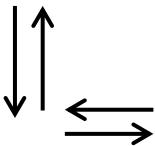
Flowchart menurut (Pemrograman, 2020) adalah diagram yang digunakan untuk menggambarkan aliran atau urutan suatu algoritma. Flowchart sangat berguna karena memberikan representasi visual yang jelas dan mudah dipahami mengenai bagaimana suatu proses atau algoritma berjalan. Setiap langkah dalam algoritma diwakili oleh simbol-simbol tertentu, dan panah digunakan untuk menunjukkan arah aliran proses. Namun, meskipun flowchart sangat efektif dalam memvisualisasikan algoritma sederhana, mereka bisa menjadi rumit dan sulit diikuti jika algoritma yang digambarkan terlalu panjang atau tidak efisien. Kompleksitas ini dapat menyebabkan kebingungan dan mengurangi kejelasan yang seharusnya ditawarkan oleh flowchart, sehingga penting untuk menjaga algoritma tetap efisien dan sederhana ketika menggunakan flowchart sebagai alat bantu.

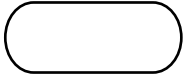

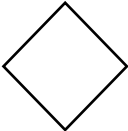



Menurut (Fauzi, 2020) *Flowchart* adalah cara penulisan algoritma dengan menggunakan notasi grafis. *Flowchart* berupa gambar atau bagan yang memperlihatkan urutan atau langkah-langkah dari suatu program dan hubungan antar proses beserta pernyataannya. Gambaran ini dinyatakan

dengan simbol-simbol khusus, di mana setiap simbol menggambarkan proses tertentu. Hubungan antara proses-proses ini digambarkan dengan garis penghubung. Dengan menggunakan flowchart, akan lebih mudah untuk memeriksa bagian-bagian yang mungkin terlupakan dalam analisis masalah, sehingga membantu memastikan bahwa semua aspek algoritma telah dipertimbangkan dan diimplementasikan dengan benar.

Berdasarkan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa Flowchart adalah diagram atau bagan yang digunakan untuk menggambarkan aliran atau urutan suatu algoritma menggunakan notasi grafis. Flowchart memberikan representasi visual yang jelas mengenai proses atau algoritma, dengan setiap langkah diwakili oleh simbol khusus dan panah menunjukkan arah aliran proses. Ini memudahkan pemahaman dan pengecekan langkah-langkah dalam algoritma, membantu memastikan bahwa semua aspek telah dipertimbangkan dan diimplementasikan dengan benar. Meskipun sangat efektif untuk visualisasi algoritma sederhana, flowchart bisa menjadi rumit dan sulit diikuti jika algoritma terlalu panjang atau tidak efisien, sehingga penting untuk menjaga kesederhanaan dan efisiensi dalam penggunaannya.

Tabel 2. 2 Simbol-simbol Flowchart

Simbol	Nama	Fungsi
	Garis Alir	Arahan aliran program

	Terminator	Mulai / akhir program
	Proses	Proses perhitungan / proses pengolahan data
	Decision	Perbandingan pernyataan penyelesaian data yang memberikan pilihan untuk langkah selanjutnya
	Input / Output Data	Proses output / input data parameter, informasi
	Document	Mencetak Output seperti document melalui sebuah perangkat keras (printer)
	Disk Storage	Simbol yang menyatakan input berasal dari disk atau output disimpan di disk.

B. Kajian Empiris

Pertama, penelitian yang dilakukan oleh (Sukarno et al., 2024) dengan tema pemanfaatan gelombang ultrasonik guna meningkatkan hasil panen buah menjelaskan bahwa gelombang ultrasonic merupakan gelombang mekanik longitudinal yang melampaui batas dengar manusia dan memiliki frekuensi di

atas 20 KHz. Panjang gelombang tersebut hanya dapat didengar oleh beberapa Binatang seperti burung, ayam, kucing, tikus, dan kelelawar. Sebagaimana yang telah dijelaskan di bagian sebelumnya bahwa beberapa penelitian terdahulu telah banyak memanfaatkan gelombang ultrasonic untuk mengusir hama yang mengganggu tanaman seperti Wereng, tikus, burung dan kelelawar.

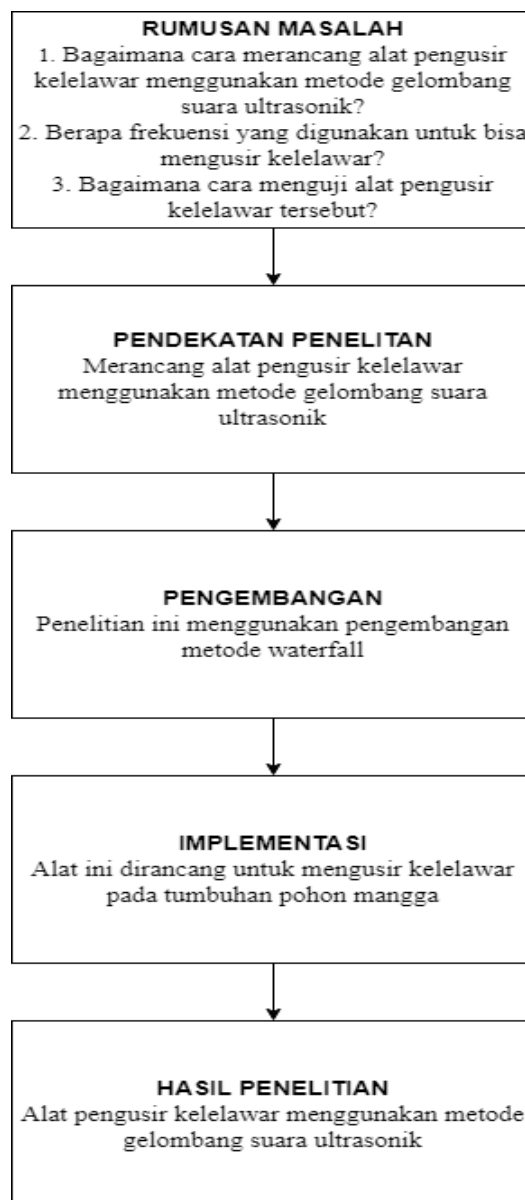
Kedua, pada penelitian yang dilakukan oleh (Ahadiyah, 2017) menunjukkan bahwa sensor PIR bekerja dengan menangkap energi panas yang dihasilkan dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki setiap benda dengan suhu benda diatas nol mutlak. Pancaran sinar inframerah inilah yang kemudian ditangkap oleh pyroelectric sensor yang merupakan inti dari sensor PIR ini sehingga menyebabkan pyroelectric sensor yang terdiri dari galium nitrida, caesium nitrat dan litium tantalate menghasilkan arus listrik. Jadi, ketika seseorang berjalan melewati sensor, sensor akan menangkap pancaran sinar inframerah pasif yang dipancarkan oleh tubuh manusia yang memiliki suhu yang berbeda dari lingkungan sehingga menyebabkan material pyroelectric bereaksi menghasilkan arus listrik karena adanya energi panas yang dibawa oleh sinar inframerah pasif tersebut. Kemudian sebuah sirkuit amplifier yang ada menguatkan arus tersebut yang kemudian dibandingkan oleh comparator sehingga menghasilkan output.

Kajian empiris menunjukkan bahwa gelombang suara ultrasonik memiliki potensi sebagai alat pengusir kelelawar yang efektif dan ramah lingkungan. Namun, efektivitas metode ini dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor, dan kelelawar dapat beradaptasi dengan suara ultrasonik seiring waktu. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk

mengembangkan alat pengusir kelelawar ultrasonik yang lebih efektif, tahan lama.

C. Kerangka Berpikir

Berdasarkan latar belakang dan kajian teori diatas maka kerangka berfikir penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir