

**PENGEMBANGAN SISTEM PENGIRIMAN PESAN NOTIFIKASI
DARI ALAT PENGUSIR TIKUS BERBASIS ESP32-CAM
DENGAN MENGINTEGRASIKAN API WHATSAPP**

(Skripsi)

Oleh

MUHAMMAD RIZKI KURNIAWAN

2017051024



**ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

**PENGEMBANGAN SISTEM PENGIRIMAN PESAN NOTIFIKASI
DARI ALAT PENGUSIR TIKUS BERBASIS ESP32-CAM
DENGAN MENGINTEGRASIKAN API WHATSAPP**

Oleh

MUHAMMAD RIZKI KURNIAWAN

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar

Sarjana Komputer

Pada

Program Studi S1 Ilmu Komputer

Jurusan Ilmu Komputer



**ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2024

ABSTRAK

PENGEMBANGAN SISTEM PENGIRIMAN PESAN NOTIFIKASI DARI ALAT PENGUSIR TIKUS BERBASIS ESP32-CAM DENGAN MENGINTEGRASIKAN API WHATSAPP

Oleh

Muhammad Rizki Kurniawan

Internet of Things (IoT) telah menjadi salah satu pilar utama dalam perkembangan teknologi global, menawarkan berbagai solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Salah satu tantangan yang dihadapi adalah pengelolaan hama tikus, yang memerlukan pendekatan yang aman dan efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengiriman pesan notifikasi menggunakan API WhatsApp pada alat pengusir tikus berbasis ESP32-CAM. Sistem ini dirancang untuk menyediakan pemantauan visual dengan kamera ESP32-CAM berbasis *web*. Notifikasi *real-time* dikirimkan melalui API WhatsApp untuk memberikan akses cepat kepada pengguna terhadap informasi visual dari area pemantauan. Hasil pengujian menunjukkan *web* pada sistem ini dapat melakukan pemantauan visual secara langsung dan pengiriman notifikasi tepat waktu, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pengusiran tikus dan meminimalisir resiko yang ada.

Kata Kunci: *Internet of Things*, ESP32-CAM, API WhatsApp, pemantauan visual, alat pengusir tikus.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF A NOTIFICATION MESSAGE DELIVERY SYSTEM FROM A RAT REPELLENT DEVICE BASED ON ESP32-CAM BY INTEGRATING THE WHATSAPP API

Oleh

Muhammad Rizki Kurniawan

The Internet of Things (IoT) has become one of the key pillars in global technological development, offering a variety of innovative solutions to improve efficiency and productivity. One of the challenges faced is the management of rat pests, which requires a safe and effective approach. This research aims to develop a notification message delivery system using WhatsApp API on an ESP32-CAM-based rat repellent device. The system is designed to provide visual monitoring with a web-based ESP32-CAM camera. Real-time notifications are sent through WhatsApp API to provide users with quick access to visual information from the monitoring area. The test results show that the web on this system can perform direct visual monitoring and send timely notifications, so as to increase the efficiency of rat repelling and minimize the existing risks.

Keywords: Internet of Things, ESP32-CAM, WhatsApp API, visual monitoring, rodent repellent.

Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN SISTEM PENGIRIMAN PESAN NOTIFIKASI DARI ALAT PENGUSIR TIKUS BERBASIS ESP32-CAM DENGAN MENGINTEGRASIKAN API WHATSAPP**

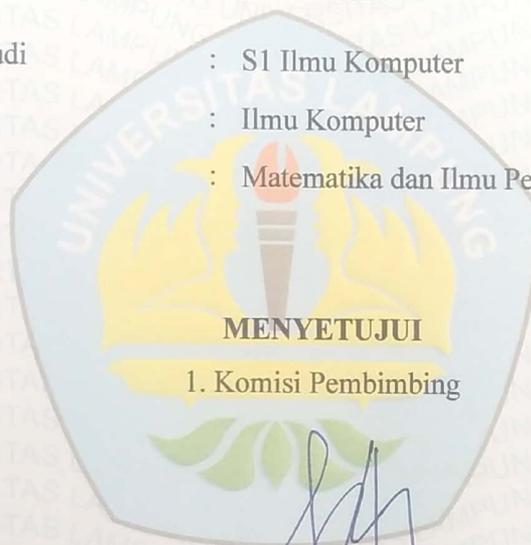
Nama Mahasiswa : *Muhammad Rizki Kurniawan*

Nomor Pokok Mahasiswa : 2017051024

Program Studi : S1 Ilmu Komputer

Jurusan : Ilmu Komputer

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing

Febi Eka Febriansyah, M.T
NIP. 19800219 200604 1 001

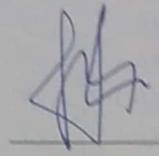
2. Ketua Jurusan Ilmu Komputer

Dwi Sakethi, S.Si., M.Kom
NIP. 19680611 199802 1 001

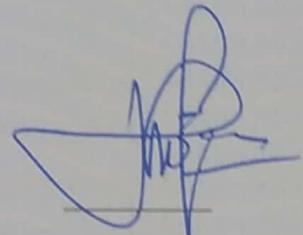
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

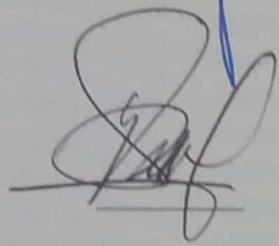
Ketua : Febi Eka Febriansyah, M.T



Penguji I
Sekretaris : Dwi Sakethi, S.Si., M.Kom

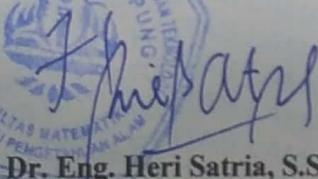


Penguji II
Bukan Pembimbing : Bambang Hermanto, S.Kom., M.Cs



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam




Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M. Si

NIP. 19711001 200501 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 29 Oktober 2024

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Rizki Kurniawan

NPM : 2017051024

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Pengembangan Sistem Pengiriman Pesan Notifikasi Dari Alat Pengusir Tikus Berbasis ESP32-CAM Dengan Mengintegrasikan API WhatsApp”** merupakan karya saya sendiri dan bukan karya orang lain. Semua tulisan yang tertuang di skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti skripsi saya merupakan hasil penjiplakan atau dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang telah saya terima.

Bandar Lampung, 9 Desember 2024



Muhammad Rizki Kurniawan
NPM. 2017051024

RIWAYAT HIDUP



Lahir di Kota Bandar Lampung pada tanggal 10 Januari 2002. Anak pertama, dari Bapak Masri dan Ibu Sukatmi. menyelesaikan pendidikan di SDN 1 Langkapura pada tahun 2014, kemudian menyelesaikan pendidikan menengah pertama di SMPN 14 Bandar Lampung pada tahun 2017, dan lulus dari pendidikan menengah atas di SMAN 3 Bandar Lampung pada tahun 2020.

Pada tahun 2020, terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan selama menjadi mahasiswa yaitu sebagai berikut.

1. Melaksanakan Kerja Praktik (KP) di PT Perkebunan Nusantara VII pada tahun 2022/2023
2. Melaksanakan Merdeka Belajar – Kampus Merdeka (MBKM) pada bulan Februari – Juni periode 2022/2023 di Startup Campus Batch 4 – Data Science Track.
3. Melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Kota Bandar Lampung Pada tahun 2022/2023.

MOTO

“However difficult life may seem, there is always something you can do, and succeed at. It matter that you don’t just give up.”

(Stephen Hawking)

“Wisdom comes not from age, but from education and learning.”

(Anton Chekhov)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahillobbilamin

Puji dan syukur tercurahkan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas segala Rahmat dan Karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam selalu tercurahkan Kepada Nabi Muhammad *Sholallahu*

Alaihi Wasallam .

Kupersembahkan karya ini kepada:

Kedua Orang Tua, Adik, dan Nenek, Serta Keluarga Besar

Yang senantiasa memberikan yang terbaik, dan melantunkan do'a yang selalu Menyertaiku. Kuucapkan pula terimakasih sebesar-besarnya karena telah mendidik dan membesarkanku dengan cara yang dipenuhi kasih sayang, dukungan, dan pengorbanan yang belum bisa terbalaskan.

Seluruh Keluarga Besar Ilmu Komputer 2020

Yang selalu memberikan semangat dan dukungan.

Almamater Tercinta, Universitas Lampung dan Jurusan Ilmu Komputer

Tempat menimba ilmu, untuk menjadi bekal hidup dunia dan akhirat

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya, serta petunjuk dan pedoman dari Rasulullah Nabi Muhammad *Sholallahu Alaihi Wasallam* penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Sistem Pengiriman Pesan Notifikasi Dari Alat Pengusir Tikus Berbasis ESP32-CAM Dengan Mengintegrasikan API WhatsApp” dengan baik dan lancar.

Terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu dan berperan besar dalam menyusun skripsi ini, antara lain:

1. Kedua orang tua dan adik tercinta, yang telah memberikan dukungan, doa, semangat, motivasi, serta kasih sayang yang begitu luar biasa. Semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala senantiasa melimpahkan kebahagiaan dan keberkahan dalam hidup kalian, di dunia dan di akhirat.
2. Bapak Rahman Taufik, M.Kom. sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan dukungan akademik penulis.
3. Bapak Febi Eka Febriansyah, M.T. sebagai Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan arahan, ide, motivasi, kritik serta saran kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Bapak Dwi Sakethi, S.Si., M.Kom. selaku ketua Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung dan Dosen Pembahas Pertama yang telah memberikan masukan yang bermanfaat dalam perbaikan skripsi ini.

5. Bapak Bambang Hermanto, S.Kom., M.Cs. sebagai Dosen Pembahas Kedua yang telah memberikan masukan yang bermanfaat dalam perbaikan skripsi ini dan mendukung peningkatan akademik penulis.
6. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
7. Ibu Anie Rose Irawati S.T., M.Cs. selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung.
8. Ibu Ade Nora Maela dan Mas Nofal yang telah membantu segala urusan administrasi penulis di Jurusan Ilmu Komputer.
9. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu dan pengalaman dalam hidup untuk menjadi lebih baik.
10. Teman-teman “Himacord” (Ahmad, Faiz, Sultan, Syahril, Fachru, Fadhil, Fakhri, rafi, Joy, Thoriq, Riyo, Zaka) yang setia menjadi teman bermain dan berbagi cerita. Bersama kalian, tak hanya tawa yang tercipta, tetapi juga semangat dan cita yang kita bangun bersama, mengukir harapan dan rencana untuk masa depan selepas bangku kuliah.
11. Keluarga Besar Ilmu Komputer 2020 yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Bandar Lampung, 9 Desember 2024

Muhammad Rizki Kurniawan
NPM. 2017051024

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
II. LANDASAN TEORI	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 <i>Internet of Things</i>	6
2.3 Gelombang Ultrasonik.....	7
2.4 ESP32-CAM.....	7
2.5 Sensor PIR.....	8
2.6 Buzzer.....	9
2.7 Motor Servo.....	9
2.8 Arduino IDE	10
2.9 CallMeBot API WhatsApp.....	10
2.10 <i>Website</i>	11
2.11 <i>JavaScript</i>	11
2.12 <i>BlackBox Testing</i>	11
2.13 <i>Metode Component-Based Development</i>	12
III. METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	13
3.2 Perangkat Penelitian	13
3.2.1 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	13
3.2.2 Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	13
3.2.3 Alat dan Bahan Pendukung.....	14

3.3	Tahapan Penelitian	14
3.3.1	Studi Literatur	15
3.3.2	Identifikasi Komponen.....	15
3.3.3	Analisis Kebutuhan	15
3.3.4	Desain Arsitektur Sistem.....	17
3.3.5	Integrasi Komponen	24
3.3.6	Implementasi Komponen	27
3.3.7	Pengujian Sistem.....	27
3.4	Penulisan Laporan	28
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1	Iterasi 1	29
4.1.1	Implementasi Komponen pada Alat Pengusir Tikus	29
4.1.2	Implementasi Sistem Pengiriman Pesan Notifikasi API WhatsApp	37
4.1.3	Implementasi <i>Website</i> alat Pengusir Tikus.....	39
4.1.4	Pengujian.....	47
V.	SIMPULAN DAN SARAN	49
5.1	Simpulan.....	49
5.2	Saran	50
	DAFTAR PUSTAKA	51
	LAMPIRAN.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kebutuhan Fungsional	16
Tabel 2. Kebutuhan non-fungsional.....	16
Tabel 3. Masukan dan Keluaran Logika Alat Pengusir Tikus	24
Tabel 4. Pengujian Semua Komponen	27
Tabel 5. Pengujian Black Box Testing.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. ESP32-CAM	7
Gambar 2. Sensor PIR.....	8
Gambar 3. Buzzer.....	9
Gambar 4. Stepper Motor.....	9
Gambar 5. Tahapan Penelitian	14
Gambar 6. Rancangan Alat Pengusir Tikus	18
Gambar 7. Flowchart Alat Pengusir Tikus.....	18
Gambar 8. Use Case Diagram.....	19
Gambar 9. Activity Diagram Melihat kamera ESP32-CAM	20
Gambar 10. Activity Diagram menggerakkan motor servo	21
Gambar 11. Activity Diagram on/off flash alat pengusir tikus.....	21
Gambar 12. Activity Diagram submit database	22
Gambar 13. Activity Diagram mereset alat pengusir tikus	23
Gambar 14. Wireframe.....	23
Gambar 15. Rangkaian Logika Keseluruhan Alat Pengusir Tikus	24
Gambar 16. Flowchart Alat Pengusir Tikus.....	25
Gambar 17. Flowchart sistem pengiriman notifikasi whatsapp	26
Gambar 18. WiFi Manager	29
Gambar 19. Komponen Alat Pengusir Tikus	36
Gambar 20. WhatsApp CallMeBot.....	37
Gambar 21. Pesan notifikasi WhatsApp	39
Gambar 22. Website Alat Pengusir Tikus.....	46
Gambar 23. Alat Pengusir Tikus.....	47

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Internet of Things (IoT) sebagai salah satu sektor utama dalam ekonomi global terus mengalami perkembangan signifikan untuk memenuhi kebutuhan yang semakin meningkat. Modernisasi IoT telah menghadirkan tantangan dan peluang baru, dan penggunaan teknologi dalam pemantauan berbasis IoT menjadi kunci untuk meningkatkan produktivitas, kualitas hasil, dan efisiensi pengelolaan sumber daya.. Tidak pernah berhenti berbicara tentang *Internet of Things* (IoT) karena IoT dapat diterapkan pada kehidupan kita sehari-hari dengan benda-benda yang dapat digunakan sebagai perangkat untuk memfasilitasi aktivitas kita sehari-hari(Adinda, 2022).

Untuk mengatasi keterbatasan waktu dan aksesibilitas yang sering menjadi hambatan dalam mendapatkan gambaran yang komprehensif mengenai perkembangan lingkungan, keberadaan hama, atau faktor-faktor lain yang memengaruhi, diperlukan pendekatan yang inovatif, efektif, serta aman bagi manusia dan lingkungan sekitar. Salah satu solusi yang muncul dalam konteks ini adalah penggunaan alat pengusir tikus yang memanfaatkan teknologi modern, seperti Arduino Uno, ESP32-CAM, motor servo, sensor PIR, buzzer, dan lampu LED.

Alat pengusir tikus ini bukan hanya bertujuan untuk mengatasi masalah hama tikus, tetapi juga membawa aspek pemantauan ke tingkat yang lebih tinggi. Dengan memanfaatkan teknologi Arduino Uno dan ESP32-CAM, alat ini menyediakan kemampuan pemantauan visual yang akan digerakkan oleh motor servo. Sensor PIR dipasang di dekat lubang tikus untuk mendeteksi gerakan tikus, saat sensor PIR mendeteksi keberadaan tikus.

ESP32-CAM akan mengaktifkan buzzer untuk menghasilkan suara ultrasonik yang tidak disukai oleh tikus dan lampu LED untuk memberikan cahaya sebagai sumber penerangan pada malam hari.

Pentingnya pemantauan ini diperkuat dengan integrasi sistem pengiriman pesan notifikasi menggunakan API WhatsApp. Dengan demikian, alat ini tidak hanya menjadi solusi praktis dalam mengendalikan hama tikus, tetapi juga memberikan akses cepat dan mudah kepada pengguna untuk memantau area yang terlihat oleh kamera alat pengusir tikus. Melalui notifikasi WhatsApp, pengguna dapat menerima informasi tentang kejadian terbaru, sehingga dapat merespons yang cepat dan tepat waktu.

Penelitian mengenai alat pengusir tikus yang telah dilakukan oleh Clara dkk., (2020) berhasil menciptakan alat otomatis menggunakan *handphone*, GSM SIM 800L, buzzer, sensor ultrasonic dan Arduino serta pengiriman pesan notifikasi SMS. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Clara dkk., (2020) pesan notifikasi dikirimkan melalui SMS, sedangkan pada penelitian ini pesan notifikasi dikirimkan melalui API WhatsApp.

Penelitian ini berfokus pada sistem pengiriman pesan notifikasi menggunakan API Whatsapp yang dapat memberikan informasi visual kepada pengguna. Pengembangan sistem ini menggunakan teknologi ESP32-CAM, sebuah modul mikrokontroler yang dilengkapi dengan kamera, dan integrasinya dengan API WhatsApp, sebuah platform pesan instan yang sangat populer, dapat menjadi solusi efektif dalam menyampaikan informasi visual secara cepat dan mudah diakses. ESP32-CAM juga akan menggunakan motor servo supaya kamera dapat digerakkan oleh pengguna. Pengembangan sistem ini juga akan membuat ESP32-CAM tersambung ke Wi-Fi agar dapat mengirimkan pesan notifikasi melalui API WhatsApp. Penggunaan ESP32-CAM dapat melakukan pengambilan gambar secara langsung dari lapangan, dan integrasi dengan API WhatsApp jalur komunikasi yang cepat dan dapat diandalkan.

Proyek ini tidak hanya menggunakan teknologi IoT untuk mendeteksi dan memberikan notifikasi secara *real-time*, tetapi juga mengontrol pergerakan motor servo berbasis *website* menggunakan Bahasa pemrograman *javascript*. Dengan solusi ini, diharapkan sistem pengiriman pesan notifikasi dari alat pengusir tikus dan pengendalian motor servo dapat membantu pengguna mengendalikan hama tikus dan memantau tangkapan kamera pada alat pengusir tikus. Inilah latar belakang penelitian dengan judul **“PENGEMBANGAN SISTEM PENGIRIMAN PESAN NOTIFIKASI DARI ALAT PENGUSIR TIKUS BERBASIS ESP32-CAM DENGAN MENGINTEGRASIKAN API WHATSAPP”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan tujuan penelitian yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Mengembangkan suatu sistem notifikasi yang dapat memberikan informasi secara *real time* kepada pengguna melalui API WhatsApp.
2. Bagaimana cara mengembangkan sistem kontrol pergerakan ESP32-CAM menggunakan motor servo berbasis *website*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan API WhatsApp untuk sistem pengiriman notifikasi.
2. Notifikasi diperoleh berdasarkan deteksi keberadaan tikus melalui alat pengusir tikus.
3. ESP32-CAM terhubung ke Wi-Fi.
4. Penggunaan ESP32-CAM untuk pemantauan dan penangkapan gambar.
5. Kontrol gerakan motor servo pada ESP32-CAM berbasis *website*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem pengiriman pesan notifikasi yang mengintegrasikan API WhatsApp dan pengendalian motor servo untuk ESP32-CAM berbasis *website*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membantu pengguna dalam pemantauan dengan memberikan akses cepat dan visual terhadap kondisi lapangan.
2. Membantu pengguna mengambil tindakan yang diperlukan secara lebih cepat berdasarkan informasi yang diterima.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terkait pengembangan sistem pengiriman pesan notifikasi dari alat pengusir tikus telah dilakukan oleh Iqbal & Rahayu (2022) membuat alat pengusir hama tikus sawah berbasis arduino uno dan gelombang ultrasonik. Alat ini menggunakan komponen seperti Arduino Uno, sensor PIR, baterai, dan buzzer. Cara kerja sistemnya sensor pir mampu mendeteksi gerakan tikus dengan jarak maksimal setengah meter, kemudian Buzzer mampu menerima data dari sensor pir dan berhasil mengeluarkan gelombang ultrasonik yang mengganggu pendengaran tikus.

Clara dkk., (2020) membuat alat pengusir tikus melalui SMS berbasis Arduino. Alat ini menggunakan komponen komponen seperti arduino, GSM SIM 800L, buzer, sensor ultrasonic, jumper, breadboard, solder, dan timah. Cara kerja sistemnya yaitu buzer mendeteksi adanya tikus kemudian, setelah itu sistem perangkat tikus membuka tutup pintu yang akan memerangkap tikus yang telah masuk ke dalam kandang kemudian GSM SIM 800L sebagai pengirim SMS ke handphone.

Rifaini dkk., (2021) membuat alat perangkat dan kamera pengawas dengan menggunakan ESP32-CAM sebagai sistem keamanan kandang ayam. Alat ini menggunakan komponen seperti ESP32-CAM dan sensor pir. Cara kerja sistemnya yaitu pertama tama sistem melakukan inisiasi ESP32-CAM, kemudian sensor pir melakukan deteksi, jika sensor pir tidak mendeteksi gerakan maka pin IO13 low, dan sebaliknya jika mendeteksi Gerakan maka pin IO13 high dan kamera akan mengirim gambar ke telegram.

Wiguna A., (2020) melakukan analisis cara kerja sensor ultrasonic dan motor servo menggunakan mikrokontroler arduino uno untuk pengusir hama disawah. Komponen komponen yang digunakan yaitu Arduino UNO, LED, sensor ultrasonic HC-SR04, motor servo. Cara kerja sistemnya yaitu pertama catu daya eksternal memberikan tegangan untuk mengaktifkan Arduino. Kemudian, Arduino memerintah semua komponen yang mendapat input dari keluaran sensor. Selanjutnya, sensor ultrasonik bekerja ketika mendapatkan tegangan dari Arduino, lalu memberikan inputan kepada Arduino dalam bentuk digital output ketika mendeteksi adanya objek. Terakhir, LED dan Motor servo mendapatkan tegangan dari Arduino kemudian LED menyala dan servo bergerak ketika sensor mendeteksi adanya objek.

Salikhov dkk., (2021) membuat alat IoT *security alarms on ESP32-CAM*. Komponen komponen yang digunakan yaitu ESP-32CAM, STM32 Nucleo, RAK811 LoRa *transceiver*, Vega BS-1.2 *base station*, *Development Kit (DevKit) NB-IoT from MTS*. Cara kerja sistem ini menggunakan telegram dengan perintah seperti *start*: mengirim pesan selamat datang dengan perintah yang valid untuk mengontrol alarm, *flash*: aktifkan lampu kilat LED ESP32-CAM, *photo*: mengambil foto baru dan mengirimkannya ke akun Telegram.

2.2 *Internet of Things*

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus yang dapat menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga mesin dapat berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen.

Konsep ini melibatkan koneksi dan kolaborasi antara berbagai perangkat dan objek fisik melalui internet. *Internet of Things* juga disebut sebagai jaringan global yang dapat berkomunikasi antar manusia dengan manusia, manusia ke benda dan hal ke benda, yang ada di dunia dengan memberikan detail informasi unik dari setiap objek tersebut (F. Saputra, 2022).

2.3 Gelombang Ultrasonik

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang dengan frekuensi yang tinggi, yaitu mencapai 20 kilo Hz. Gelombang ini tidak dapat terdengar oleh telinga manusia, tetapi ada beberapa hewan yang bisa mendengarnya, seperti kelelawar, kucing, lumba-lumba, dan tikus. Gelombang ultrasonik pada penelitian ini digunakan karena tikus memiliki pendengaran sensitif pada gelombang frekuensi tertentu. Gelombang ultrasonik yang tidak dapat terdengar manusia dapat mengganggu kenyamanan tikus, yang menyebabkan tikus meninggalkan area tersebut. Tikus dapat mendengarkan suara hingga 90kHz. Gelombang ultrasonik yang dipancarkan bertujuan untuk mengganggu pendengaran tikus, karena tikus memiliki jangkauan pendengaran antara 5-60 kHz (Ningsih dkk., 2021).

2.4 ESP32-CAM



Gambar 1. ESP32-CAM

ESP32-CAM adalah sebuah modul elektronik yang dikembangkan oleh perusahaan elektronik Cina, Ai-Thinker, yang terdiri dari sebuah mikrokontroler ESP32 dan sebuah sensor gambar OV2640. Modul ini mendukung fitur pengiriman data melalui wifi. Prosesor yang digunakan

modul ini yaitu Dual-core 32-bit Tensilica LX6 mikroprosesor dengan kecepatan sampai 240 MHz. Modul ini juga dilengkapi dengan slot microSD yang dapat menyimpan data gambar dan video. Gambar yang ditangkap kamera pun dapat mencapai resolusi resolusi 1600x1200 pixel dengan 15 FPS. Karena keunggulan ini, modul ESP32-CAM semakin populer dalam berbagai konteks pengembangan, menjadi pilihan yang efektif dan efisien (Salikhov dkk., 2021).

2.5 Sensor PIR



Gambar 2. Sensor PIR

Sensor PIR atau *Passive Infrared* merupakan jenis sensor yang mendeteksi perubahan radiasi inframerah yang dihasilkan oleh objek di sekitarnya. Sensor ini biasanya digunakan dalam sistem keamanan dan otomatisasi untuk mendeteksi gerakan manusia atau hewan. Ketika sensor mendeteksi perubahan suhu yang mencirikan pergerakan, ia akan menghasilkan sinyal listrik yang dapat digunakan untuk memicu tindakan tertentu.. Keunggulan utama dari sensor PIR adalah sensitivitasnya terhadap perubahan suhu. Berdasarkan penjabaran diatas dibuatlah alat pengusir ini dilengkapi dengan sensor PIR (Pasive Infra Red) yang berguna untuk mendeteksi keberadaan tikus (Yuliana dkk., 2023).

2.6 Buzzer



Gambar 3. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik atau sebaliknya berdasarkan efek *piezoelektrik*. Buzzer biasanya digunakan pada sistem alarm yang berfungsi sebagai sumber suara. Buzzer dapat bekerja dengan baik dalam menghasilkan frekuensi di kisaran 1 – 5 kHz hingga 100 kHz untuk aplikasi Ultrasound. Koneksi operasional buzzer yang umum biasanya berkisar diantara 3 Volt hingga 12 Volt (Iqbal & Rahayu., 2022).

2.7 Motor Servo



Gambar 4. Stepper Motor

Motor servo adalah jenis aktuator putar atau perangkat mekanis yang menggunakan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup. Fungsinya adalah untuk mengatur dan mengontrol sudut poros *output* motor secara tepat, memastikan posisinya sesuai dengan pengaturan yang ditentukan.

Motor servo terdiri dari beberapa komponen utama, termasuk motor DC, *gear*, rangkaian kontrol, dan potensiometer. Sebuah serangkaian *gear*

terhubung dengan poros motor DC, mengurangi kecepatan putarannya sambil meningkatkan torsi motor servo. Potensiometer pada motor servo mengalami perubahan resistensi selama putaran poros motor DC, berfungsi sebagai penentu batas posisi. Penerapan sistem kontrol *loop* tertutup pada motor servo berguna untuk mengawasi dan mengendalikan pergerakan serta posisi akhir dari porosnya (Wiguna A., 2020).

2.8 Arduino IDE

Arduino IDE atau *Integrated Development Environment* adalah software yang digunakan untuk memprogram kode untuk papan arduino. Arduino IDE ini mengizinkan pengguna untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah kode program ke mikrokontroler dengan mudah, tidak hanya itu *platform* ini juga menyediakan pustaka dan contoh kode yang dapat mempercepat proses pengembangan. Skema Arduino gratis untuk semua orang. Bebas mengunduh gambar, membeli komponen, membuat PCB, dan merakit sendiri tanpa membayar pembuat Arduino (Santoso & Wijayanto, 2022).

2.9 CallMeBot API WhatsApp

WhatsApp merupakan aplikasi pesan instan yang sangat populer yang mengizinkan pengguna untuk bertukar pesan teks, gambar, video, dan dokumen secara mudah dan cepat. WhatsApp memiliki antarmuka yang sederhana dan intuitif, ini yang menjadikan WhatsApp populer bagi jutaan orang di seluruh dunia. WhatsApp juga mengizinkan pengguna berkomunikasi tanpa ada batasan wilayah. Fitur keamanan *end-to-end encryption* membuat percakapan pengguna aman dan privasi.

CallMeBot API adalah salah satu API untuk mengirimkan pesan ke Whatsapp yang dapat digunakan untuk penggunaan pribadi secara gratis dengan fitur yang terbatas. Ketika menggunakan layanan berbayar

pengguna dapat mengirimkan panggilan suara ke penerima (Ciptaningtyas dkk., 2023).

2.10 Website

Website dapat diartikan sebagai suatu kumpulan halaman yang dapat menampilkan berbagai macam informasi teks, data, gambar yang diam maupun bergerak, data animasi, suara, video maupun gabungan dari semuanya, baik itu yang bersifat statis maupun dinamis, yang dimana membentuk satu rangkaian bangunan yang saling berhubungan dimana masing-masing dihubungkan menggunakan jaringan halaman atau *hyperlink* (Athallah & Kraugusteeliana, 2022). Tujuan dari penggunaan web *service* adalah *client* yang menggunakan berbagai macam *platform* baik itu *desktop*, *website*, *mobile apps* dapat mengakses layanan yang berada di web *service* (Kardiansyah, 2021). *Website* sendiri dalam pembuatannya terdapat banyak Bahasa pemrograman yang dapat dipakai, salah satunya *JavaScript*.

2.11 JavaScript

JavaScript merupakan salah satu bahasa script website yang paling banyak digunakan untuk menambah manipulasi script HTML dan CSS pada sisi client/browser. JavaScript mampu memberikan fungsionalitas lebih pada website, seperti validasi form, berkomunikasi dengan server serta membuat website lebih interaktif dan animatif. JavaScript digunakan pada banyak browser seperti Internet Explorer, Firefox, Chrome, Opera, Safari dan lain sebagainya. Hampir seluruh browser mendukung JavaScript sehingga tidak perlu khawatir kode JavaScript yang digunakan pada website tidak berfungsi (Martini I, 2019).

2.12 BlackBox Testing

Blackbox testing adalah metode pengujian perangkat lunak di mana pengujian dilakukan tanpa memperhatikan detail internal atau struktur kode sumber aplikasi. *Blackbox testing* menguji fungsionalitas eksternal dan

respon sistem terhadap input yang diberikan, jadi para penguji tidak memiliki pengetahuan tentang bagaimana aplikasi diimplementasikan secara internal. Pemodelan *blackbox* tergantung pada akurasi yang diinginkan serta struktur opsional dipilih untuk memetakan data yang diukur dari sistem termasuk input dan output (Parlika dkk., 2020).

Blackbox testing memiliki kelebihan dan kelemahan dalam penerapannya. Salah satu keunggulannya adalah membantu mengidentifikasi aspek yang belum terpenuhi dari spesifikasi kebutuhan dalam pengembangan perangkat lunak. Namun, kelemahannya adalah keterbatasan pengetahuan penguji tentang perangkat lunak yang diuji, sehingga pengujian tidak dapat dilakukan secara menyeluruh (Praniffa dkk., 2023).

2.13 Metode *Component-Based Development*

Metode *Component-Based Development* (CBD) merupakan pendekatan pengembangan sistem yang memanfaatkan komponen yang sudah ada. Dalam metode ini, pengembangan sistem dimulai dengan mengidentifikasi komponen-komponen yang tersedia dan sesuai dengan kebutuhan proyek. Komponen-komponen ini diintegrasikan ke dalam arsitektur sistem yang dirancang, dan sistem diuji secara menyeluruh untuk memastikan semuanya berfungsi dengan baik. Metode ini dapat menghemat waktu dan biaya karena komponen yang sudah ada bisa lebih diarahkan pada integrasi dan pengujian daripada pembuatan dari awal. Dengan pendekatan *component-based development*, suatu aplikasi dapat terbentuk dari komponen-komponen yang dibentuk secara independen, dan *reusable* (Junaedi & Hartomo, 2009).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium RPL (Rekayasa Perangkat Lunak) di Gedung MIPA T Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Lampung. Penelitian ini mulai dilaksanakan pada Semester Genap Tahun Akademik 2023/2024.

3.2 Perangkat Penelitian

Berikut adalah perangkat yang digunakan pada penelitian.

3.2.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Berikut adalah perangkat keras yang digunakan pada penelitian :

- a. Laptop Asus Vivobook A409jb Intel Core i3-1005G1, RAM 4GB, SSD 256GB.
- b. ESP32
- c. ESP32-CAM
- d. Sensor PIR
- e. Buzzer
- f. Breadboard
- g. Kabel Jumper
- h. Motor Servo

3.2.2 Perangkat Lunak (*Software*)

Berikut adalah perangkat lunak yang digunakan pada penelitian :

- a. Sistem Operasi Windows 11 64 Bit.
- b. *Web browser* (Microsoft Edge).
- c. Arduino IDE
- d. WhatsApp
- e. XAMPP

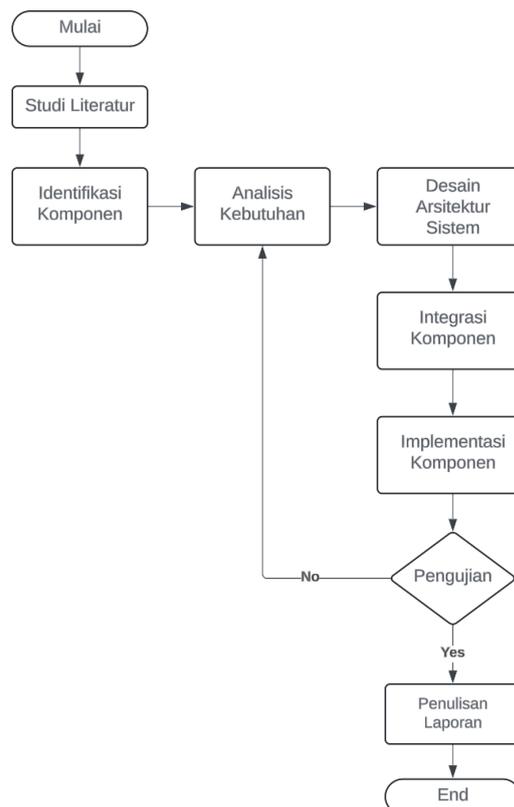
3.2.3 Alat dan Bahan Pendukung

Berikut adalah alat dan bahan pendukung yang digunakan pada penelitian :

1. Tikus mencit
2. Makanan tikus mencit
3. Kardus
4. Gunting
5. solatip

3.3 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode *Component-Based Development*, ada beberapa tahap yang dilaksanakan yaitu, studi literatur, identifikasi komponen, analisis kebutuhan, desain arsitektur sistem, integrasi komponen, implementasi komponen, pengujian, dan penulisan laporan.



Gambar 5. Tahapan Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Tahapan studi literatur dilaksanakan untuk mempelajari konsep, materi, dasar ilmu dari teknologi yang berkaitan dengan judul penelitian yaitu “Pengembangan Sistem Pengiriman Pesan Notifikasi dari Alat Pengusir Tikus Berbasis ESP32-CAM dengan mengintegrasikan API WhatsApp”. Studi literatur dilakukan dengan cara observasi dan studi pustaka melalui referensi dan sumber-sumber yang relevan.

3.3.2 Identifikasi Komponen

Pada tahapan ini, dilakukan identifikasi terhadap komponen-komponen yang relevan dan sesuai dengan tujuan sistem. Komponen-komponen tersebut meliputi ESP32, ESP32-CAM, sensor PIR, buzzer, breadboard, kabel jumper, dan motor servo. Setiap komponen dianalisis secara menyeluruh untuk memastikan integrasi yang baik ke dalam sistem yang akan dikembangkan. Proses ini melibatkan pemeriksaan spesifikasi dan fungsi masing-masing komponen dengan mengacu pada data dan hasil penelitian sebelumnya.

3.3.3 Analisis Kebutuhan

Pada tahapan ini, informasi dikumpulkan secara menyeluruh untuk memahami dengan detail kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Proses ini mencakup identifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional yang harus dipenuhi oleh sistem. Kebutuhan fungsional meliputi fungsi-fungsi khusus yang harus dijalankan oleh sistem, sedangkan kebutuhan non-fungsional berkaitan dengan aspek kinerja, keandalan, dan keamanan.

3.3.3.1 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional dari hasil diskusi terdapat pada table dibawah.

Tabel 1. Kebutuhan Fungsional

No.	Nama	Deskripsi
1.	<i>Live Streaming</i> oleh Kamera OV2640 pada ESP32-CAM	Mikrokontroler pada ESP32-CAM terhubung ke WiFi saat sistem aktif, lalu kamera OV2640 aktif melakukan <i>live streaming</i> secara <i>real-time</i> .
2.	Deteksi Gerakan oleh Sensor PIR	Sensor PIR mendeteksi Gerakan dan memberikan “HIGH” atau “LOW”, untuk menyatakan apakah sistem akan berjalan atau tidak berdasarkan deteksi gerakan tersebut.
3.	Kirim Pesan Notifikasi API WhatsApp	Sistem mengirimkan pesan notifikasi melalui API WhatsApp berupa link <i>website</i> alat pengusir tikus.
4.	<i>Website Alat Pengusir Tikus</i>	<i>Website</i> dapat menampilkan <i>live streaming</i> dan kontrol pergerakan kamera.
5.	Kontrol Gerakan Motor Servo pada Alat Pengusir Tikus Melalui <i>Website</i>	Motor Servo dapat dikontrol melalui <i>website</i> untuk menggerakkan kamera kanan atau kiri dari alat pengusir tikus.

3.3.3.2 Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional dari hasil diskusi terdapat pada tabel dibawah.

Tabel 2. Kebutuhan non-fungsional

No.	Nama	Deskripsi
1.	Kualitas Streaming	Kamera OV2640 pada ESP32-CAM harus memaksimalkan kualitas gambar <i>live streaming</i> sesuai dengan

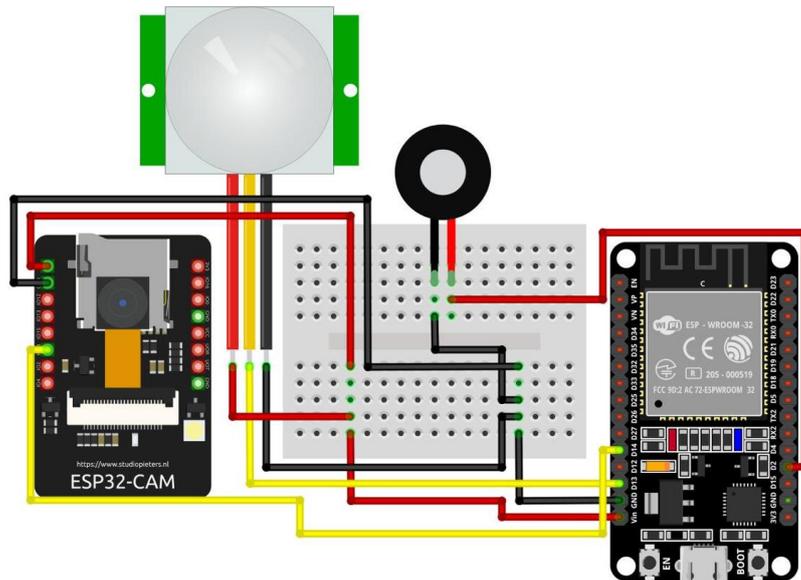
		spesifikasi, dan dapat terhubung ke WiFi dengan stabil.
2.	Keandalan Deteksi Gerakan	Sensor PIR harus dapat mendeteksi gerakan dengan akurasi tinggi dan memastikan sistem berfungsi dengan baik dalam berbagai kondisi.
3.	Keandalan API WhatsApp	API WhatsApp harus dapat mengirimkan pesan notifikasi secara langsung.
4.	Akses Website Alat Pengusir Tikus	<i>Website</i> alat pengusir tikus dapat diakses dan juga dapat menampilkan live streaming.
5.	Keandalan Motor Servo	Motor Servo dapat digerakkan melalui <i>website alat pengusir tikus</i> .

3.3.4 Desain Arsitektur Sistem

Perancangan sistem yang dilakukan adalah sebagai berikut.

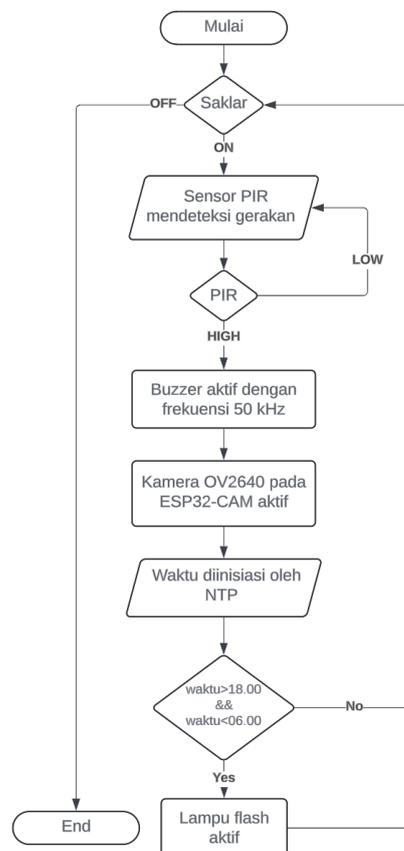
3.3.4.1 Perancangan Alat Pengusir Tikus dengan ESP32-CAM

Tahap perancangan alat pengusir tikus ini dibuat dengan ESP32-CAM sebagai komponen utama, ESP32, buzzer, sensor PIR, breadboard, kabel jumper dan motor servo. ESP32-CAM ini merupakan wadah bagi data yang diolah, agar alat pengusir tikus ini dapat bekerja sedemikian rupa. Data yang diolah kemudian akan menghasilkan *output* yang akan mengirimkan pesan notifikasi ke WhatsApp. Berikut ini merupakan rancangan keseluruhan dari alat pengusir tikus.



Gambar 6. Rancangan Alat Pengusir Tikus

Berikut ini merupakan *flowchart* dari alat pengusir tikus.



Gambar 7. Flowchart Alat Pengusir Tikus

3.3.4.2 Perancangan Sistem Pengiriman Notifikasi WhatsApp

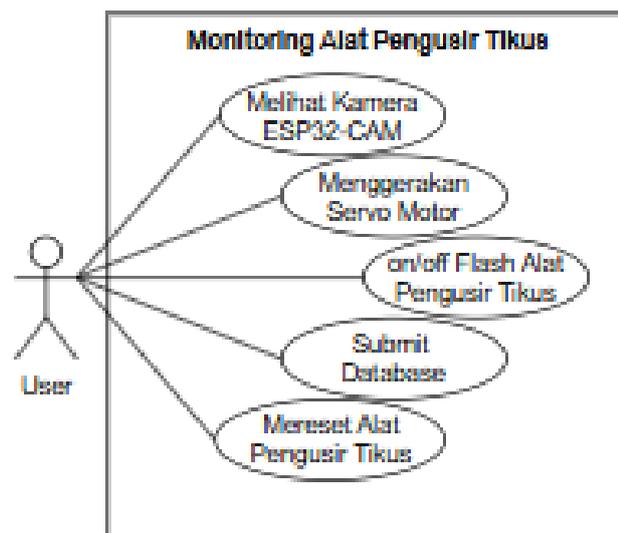
Tahap pembuatan sistem pengiriman pesan notifikasi ini menggunakan CallMeBot API WhatsApp. CallMeBot API ini akan mengirimkan kunci API yang dibutuhkan agar WhatsApp dapat mengirimkan pesan notifikasi menggunakan API.

3.3.4.3 Perancangan Website

Perancangan desain sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) dengan menggunakan *use case diagram* dan *activity diagram*. Pada tahap ini juga merancang tampilan dari sistem.

3.3.4.4 Use Case Diagram

Use Case diagram digunakan sebagai gambaran sistem dari sudut pandang pengguna. Pada sistem alat pengusir tikus ini hanya terdapat satu level *user* yaitu *user*. Pada *use case* ini terdapat fungsi melihat kamera ESP32-CAM, menggerakkan servo motor, hidup/matikan *Flash* alat pengusir tikus, memasukkan data ke *database*, mereset alat pengusir tikus. Berikut ini adalah *use case* dari sistem alat pengusir tikus.



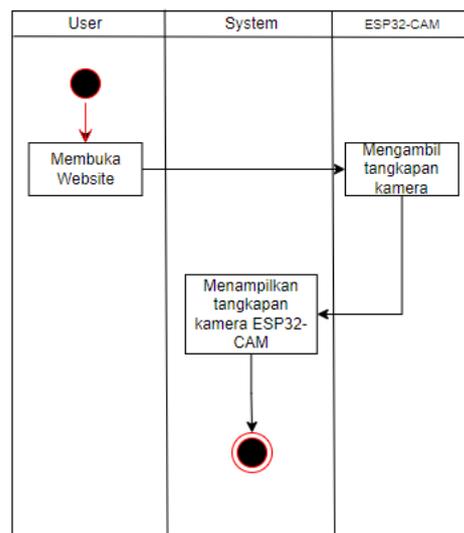
Gambar 8. Use Case Diagram

3.3.4.5 Activity Diagram

Activity diagram digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas dari sistem yang mendeskripsikan aktivitas yang terjadi pada sistem. Berikut merupakan *activity diagram* sistem yang akan dibuat.

3.3.4.5.1. Activity Diagram Melihat Kamera ESP32-CAM

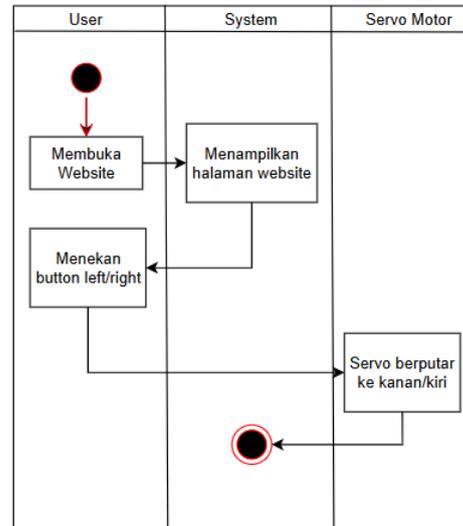
Activity diagram digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas dari sistem yang mendeskripsikan aktivitas yang terjadi pada sistem. Pada *activity diagram* ini bermula dengan pengguna membuka *website*, kemudian ESP32-CAM mengambil tangkapan gambar secara *real-time*, dan sistem menampilkan tangkapan kamera ESP32-CAM pada *website*. Berikut ini adalah *activity diagram* dari sistem alat pengusir tikus.



Gambar 9. Activity Diagram Melihat kamera ESP32-CAM

3.3.4.5.2. Activity Diagram Menggerakkan Motor Servo

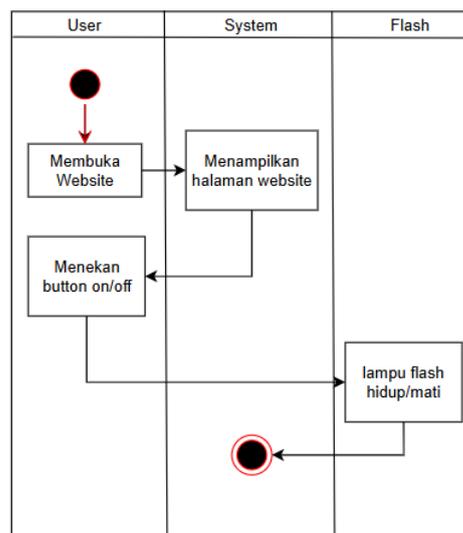
Activity diagram digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas dari sistem yang mendeskripsikan aktivitas yang terjadi pada sistem. Pada *activity diagram* ini bermula dengan pengguna membuka *website*, kemudian sistem menampilkan halaman *website*, pengguna menekan tombol *left/right*, dan servo motor pun berputar ke kiri/kanan sesuai dengan yang pengguna tekan. Berikut ini adalah *activity diagram* dari sistem alat pengusir tikus.



Gambar 10. *Activity Diagram* menggerakkan motor servo

3.3.4.5.3. *Activity Diagram on/off Flash Alat Pengusir Tikus*

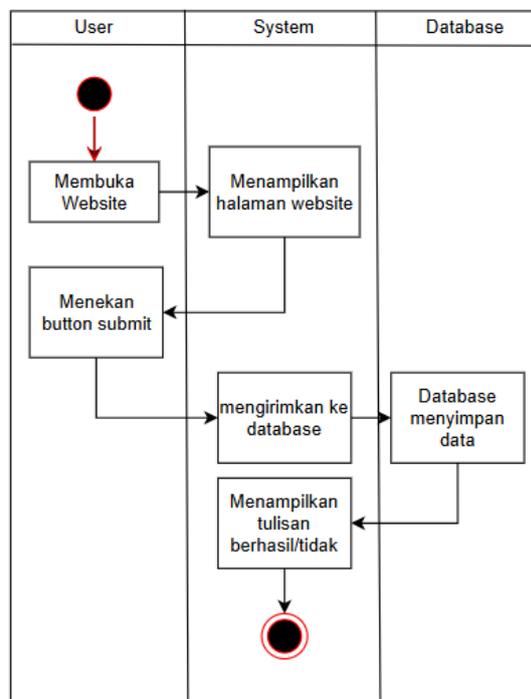
Activity diagram digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas dari sistem yang mendeskripsikan aktivitas yang terjadi pada sistem. Pada *activity diagram* ini bermula dengan pengguna membuka *website*, kemudian sistem menampilkan halaman *website*, pengguna menekan tombol *on/off*, dan lampu *flash* pun hidup/mati sesuai dengan yang pengguna tekan. Berikut ini adalah *activity diagram* dari sistem alat pengusir tikus.



Gambar 11. *Activity Diagram* on/off flash alat pengusir tikus

3.3.4.5.4. Activity Diagram Submit Database

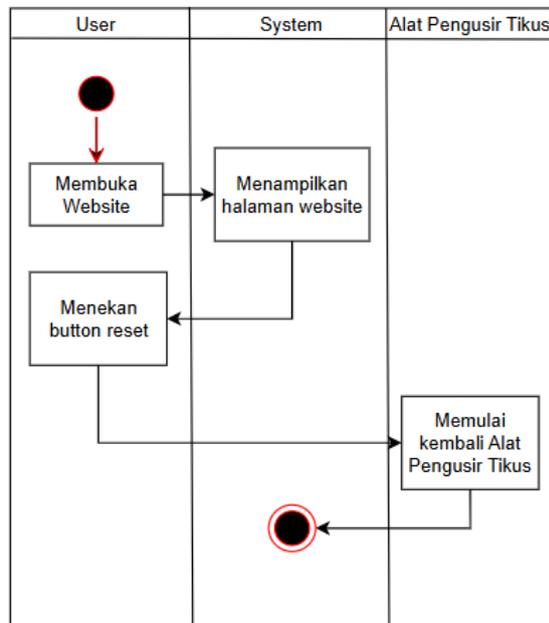
Activity diagram digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas dari sistem yang mendeskripsikan aktivitas yang terjadi pada sistem. Pada *activity diagram* ini bermula dengan pengguna membuka *website*, kemudian sistem menampilkan halaman *website*, pengguna menekan tombol *submit*, sistem akan mengirimkan data ke *database*, dan *database* akan menyimpan data tersebut, sistem akan menampilkan tulisan apakah data berhasil atau tidak disimpan. Berikut ini adalah *activity diagram* dari sistem alat pengusir tikus.



Gambar 12. Activity Diagram submit database

3.3.4.5.5. Activity Diagram Mereset Alat Pengusir Tikus

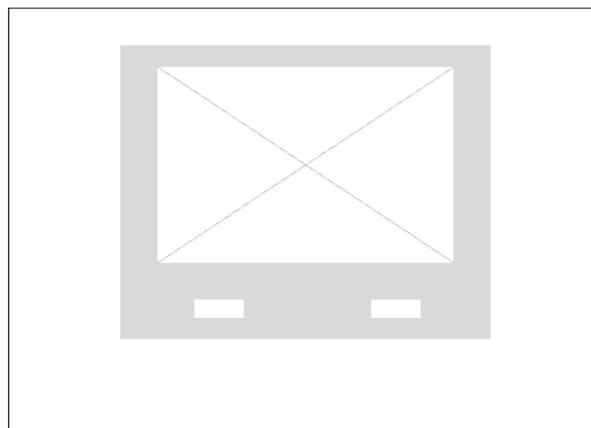
Activity diagram digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas dari sistem yang mendeskripsikan aktivitas yang terjadi pada sistem. Pada *activity diagram* ini bermula dengan pengguna membuka *website*, kemudian sistem menampilkan halaman *website*, pengguna menekan tombol reset, dan alat pengusir tikus akan memulai kembali. Berikut ini adalah *activity diagram* dari sistem alat pengusir tikus.



Gambar 13. *Activity Diagram* mereset alat pengusir tikus

3.3.4.6 Wireframe

Wireframe digunakan untuk menggambaran skema atau cetak biru suatu halaman *website*. Berikut ini adalah *wireframe* dari sistem alat pengusir tikus.



Gambar 14. *Wireframe*

3.3.5 Integrasi Komponen

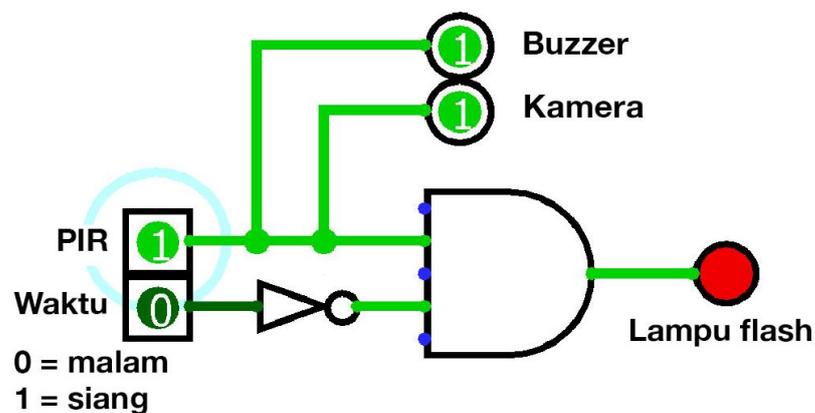
Berikut merupakan integrasi komponen.

3.3.5.1 Perancangan Keseluruhan Alat Pengusir Tikus

Rangkaian keseluruhan merupakan integrasi semua komponen yang membentuk suatu kesatuan sistem, yang terdiri dari komponen masukan, proses, dan keluaran. Perancangan keseluruhan alat pengusir tikus bertujuan untuk memastikan setiap komponen berinteraksi dan berfungsi dengan baik. Berikut adalah tabel dan rangkaian logika keseluruhan sistem

Tabel 3. Masukan dan Keluaran Logika Alat Pengusir Tikus

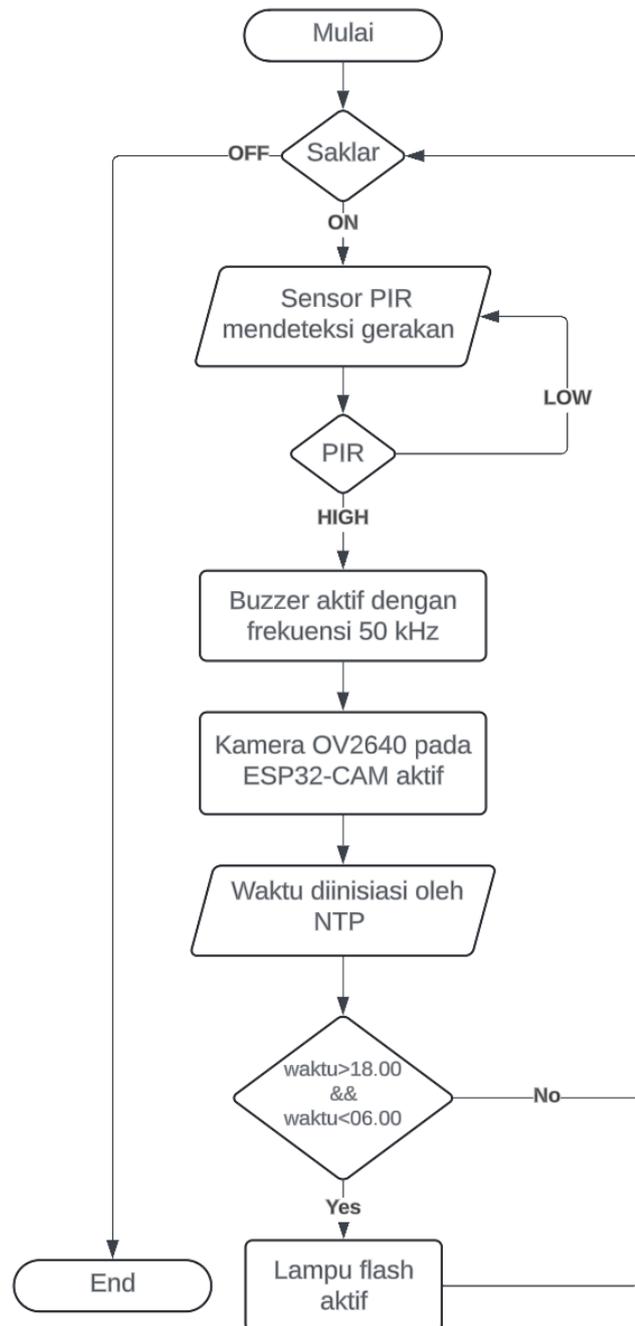
Masukan		Keluaran		
WAKTU	PIR	Lampu flash	Buzzer	Kamera
0	0	0	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	1	0	1	1



Gambar 15. Rangkaian Logika Keseluruhan Alat Pengusir Tikus

Sistem ini memiliki dua masukan, yaitu sensor PIR dan NTP. Nilai masukan 1 pada sensor PIR artinya terdeteksi adanya gerakan, sedangkan jika bernilai 0, maka tidak ada gerakan. Nilai masukan 0 pada NTP menunjukkan waktu malam, sementara nilai masukan 1 menunjukkan waktu siang hari. Ketika sensor PIR mendeteksi gerakan, buzzer dan kamera akan diaktifkan.

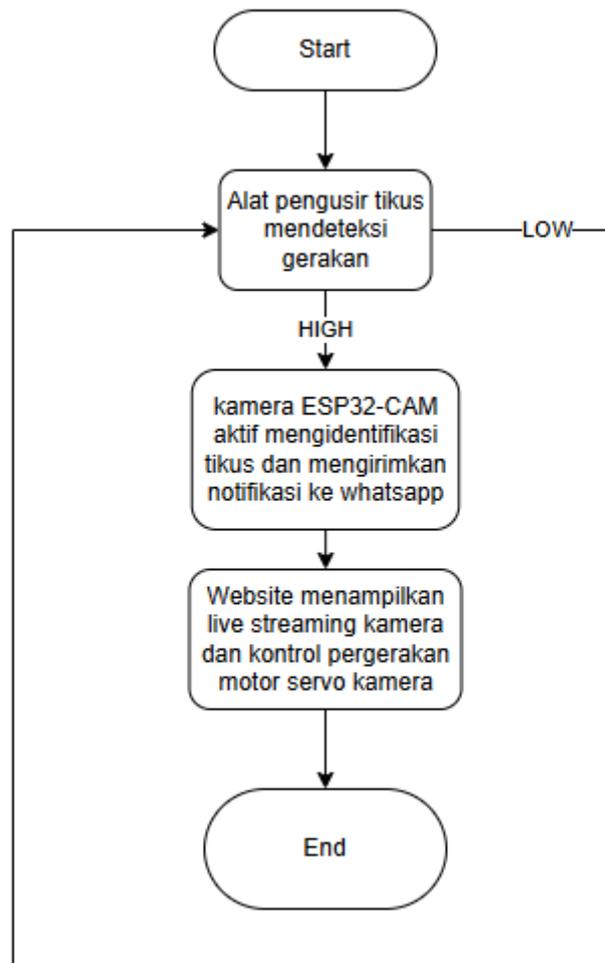
Namun, lampu *flash* hanya akan menyala ketika sensor PIR memberi masukan 1 dan NTP memberi masukan 0. Berikut adalah *flowchart* alat pengusir tikus.



Gambar 16. *Flowchart* Alat Pengusir Tikus

3.3.5.2 Perancangan Keseluruhan Sistem Pengiriman Notifikasi WhatsApp

Integrasi seluruh sistem yang membentuk kesatuan yang terdiri dari masukan, proses, dan keluaran. Perancangan keseluruhan sistem bertujuan untuk memastikan seluruh sistem berfungsi dengan baik. Berikut *flowchart* sistem pengiriman notifikasi WhatsApp



Gambar 17. *Flowchart* sistem pengiriman notifikasi whatsapp

Sistem ini menggunakan API whatsapp dalam pengiriman notifikasi, yang dimana sistem akan mengirimkan notifikasi berupa link *website* ketika alat pengusir tikus mendeteksi gerakan atau memberi masukan “HIGH”, dan jika memberikan masukan “LOW” maka tidak akan mengirimkan notifikasi dan sistem akan dimulai dari awal Kembali.

Setelah sistem mengirimkan notifikasi berupa link *website*, maka pengguna dapat membuka link *website* yang diberikan untuk melihat *live streaming* dari kamera OV2640 pada ESP32-CAM, dan juga dapat mengontrol pergerakan motor servo yang diletakan pada ESP32-CAM untuk menggerakkan kamera kanan atau kiri.

3.3.6 Implementasi Komponen

Pada tahap ini, setelah semua komponen berhasil diintegrasikan menjadi satu kesatuan sistem, dilakukan proses pengkodean dan konfigurasi untuk memastikan setiap komponen berfungsi sesuai dengan perannya. Pengkodean mencakup pemrograman ESP32, ESP32-CAM, API WhatsApp, dan juga *website* agar mampu mendeteksi keberadaan tikus melalui sensor PIR, mengirimkan pesan notifikasi API WhatsApp, serta menampilkan *website live streaming* dan kontrol servo motor.

3.3.7 Pengujian Sistem

Pada pengembangan sistem ini, dilakukan pengujian menggunakan metode *blackbox testing*. Metode ini berfokus menguji spesifikasi dan persyaratan sistem tanpa mengetahui struktur internal. Pengujian dirancang sebagai kriteria batas penilaian apakah sistem sudah memenuhi persyaratan untuk digunakan.

Tabel 4. Pengujian Semua Komponen

No.	Kasus Uji	Detail Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil
1.	<i>Live Streaming</i> oleh Kamera OV2640 pada ESP32-CAM	Kamera aktif untuk <i>live streaming</i>	Kamera pada ESP32-CAM aktif untuk <i>live streaming</i>	
2.	Sensor PIR	Mendeteksi gerakan	Sensor dapat mendeteksi gerakan.	

3.	API WhatsApp	Mengirimkan notifikasi ke WhatsApp	Sistem dapat mengirimkan notifikasi ke WhatsApp
4.	<i>Website</i>	Mengakses <i>website</i>	<i>Website</i> dapat diakses
5.	Motor Servo	menggerakkan motor servo melalui <i>website</i>	Motor servo dapat dikontrol melalui <i>website</i>

3.4 Penulisan Laporan

Penulisan laporan dengan tujuan mendokumentasikan semua tahapan dalam pembuatan sistem, mulai dari tahap awal hingga tahap akhir sistem. Penulisan laporan ini menuliskan rincian seluruh proses pengembangan sistem pengiriman pesan notifikasi dari alat pengusir tikus berbasis ESP32-CAM dengan mengintegrasikan API WhatsApp. Laporan ini mencakup dokumentasi hasil implementasi untuk menyusun kesimpulan dan rekomendasi.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pengembangan sistem pengiriman pesan notifikasi dari alat pengusir tikus berbasis ESP32-CAM dengan mengintegrasikan API WhatsApp terbukti efektif dalam pemberitahuan dan pemantauan secara *real-time*. Sistem ini berhasil mengintegrasikan berbagai komponen seperti kamera OV2640, sensor PIR, dan motor servo, dan juga dengan bantuan sistem pengiriman pesan notifikasi melalui API WhatsApp dan juga *website* dengan tujuan pemantauan seperti yang diharapkan. Sistem ini bekerja dimulai dengan mengaktifkan alat yang kemudian sensor PIR akan aktif untuk mendeteksi gerakan, kamera pun aktif dan juga akan mengirimkan link *website Monitoring* melalui WhatsApp yang didaftarkan. *Website* dapat diakses dengan cara membuka link yang telah dikirim melalui WhatsApp. Pada *website*, dapat mengontrol motor servo untuk bergerak ke kiri atau ke kanan, dan juga dapat memulai ulang program yang terdapat pada esp32. Penelitian ini memberikan peningkatan efektifitas alat pengusir tikus dalam pemantauannya.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut dari sistem pengiriman pesan notifikasi dari alat pengusir tikus berbasis ESP32-CAM dengan mengintegrasikan API WhatsApp adalah sebagai berikut:

1. Disarankan untuk menyertakan gambar objek yang ditangkap dalam pengiriman pesan notifikasi, diharapkan dengan menyertakan gambar pengguna dapat mengetahui bahwasanya yang terdeteksi oleh sensor PIR adalah tikus.
2. Menambahkan fitur *object detection* dengan *machine learning* pada kamera yang dapat mendeteksi objek yang tertangkap secara lebih akurat. Dengan menggunakan algoritma *machine learning* yang terlatih kamera dapat mengenali karakteristik tikus. Dengan adanya fitur ini dapat meningkatkan efektifitas sitem.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinda, P. R. (2022). Pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam Rencana Residential. *Portaldata.org* (Vol. 2, Nomor 9).
- Ciptaningtyas, H. T., Hariadi, R. R., Nathaniel, K. (2023). Sistem Monitoring Pencegahan Layu Fusarium pada Tanaman Allium Ascalonicum L. Berbasis IoT Menggunakan Fuzzy Logic. *Jurnal Sains dan Seni ITS* 12(3).
- Clara, Pratama, R. A. D., Setyanamurwan, A. O., Bhakti, Y. B. (2020). Alat Pengusir Tikus Via SMS Berbasis Arduino. *Schrödinger* 1(1).
- Fridayanthie, E. W., Haryanto, & Tsabitah, T. (2021). Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Informasi Penggajian Karyawan (Persis Gawan) Berbasis Web. *Paradigma - Jurnal Komputer dan Informatika*, 23(2).
<https://doi.org/10.31294/p.v23i2.10998>
- Iqbal, M., & Rahayu, A. U. (2022). Alat Pengusir Hama Tikus Sawah Berbasis Arduino Uno dan Gelombang Ultrasonik. *Journal of Energy and Electrical Engineering (JEEE)* (Vol. 1, Nomor 1).
- Junaedi, W. R., Hartomo, K. D. (2009). Analisis Desain CRM (Customer Relationship Management) pada SIM Hotel dengan Metode CBD (Component-Based Development). *Konferensi Nasional Sistem dan Informatika*.
- Martini, I. (2019). Aplikasi Monitoring Cuaca Jarak Jauh Menggunakan Internet of Thing Berbasis Web. *Jurnal Politeknik Negeri Sriwijaya (POLSRI) Repository*.

- Ningsih, S. W. S., Baskoro, F., Kholis, N., & Widodo, A. (2021). Studi Literatur: Pemanfaatan Gelombang Ultrasonik sebagai Perangkat Pengusir Tikus. *Journal Teknik Elektro* (Vol. 10, Nomor 2).
- Parlika, R., Nisaa, T. A., Ningrum, S. M., Haque, B. A. (2020). Studi Literatur Kekurangan dan Kelebihan Pengujian Black Box. *Teknomatika 10*(02) .
- Praniffa, A. C., Syahri, A., Sandes, F., Fariha, U., Giansyah, Q. A., & Hamzah, M. L. (2023). Pengujian Black Box dan White Box Sistem Informasi Parkir Berbasis Web. *Jurnal Testing dan Implementasi Sistem Informasi, 1*(1).
- Salikhov, R. B., Abdrakhmanov, V. K., & Safargalin, I. N. (2021). Internet of Things (IoT) Security Alarms on ESP32-CAM. *Journal of Physics: Conference Series, 2096*(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/2096/1/012109>
- Santoso, S. P., Wijayanto, F. (2022). Rancang Bangun Akses Pintu dengan Sensor Suhu dan Handsanitizer Otomatis Berbasis Arduino. *Jurnal Elektro 10*(1).
- Wiguna, A. R. (2020). Analisis Cara Kerja Sensor Ultrasonik dan Motor Servo Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno untuk Pengusir Hama di Sawah. *Research Gate*.
- Yuliana, D. E., Bismo Utomo, Y., & Erwanto, D. (t.t.). Penerapan IoT Pada Desain Alat Pengusir Tikus Rumah Menggunakan Sensor Pir. *JELC* (Vol. 9, Nomor 2).
- Yusuf, A., Andraini, L. (2022). Implementasi Internet of Things Pada Ruang Pengering Berbasis Web. *Portaldata.org 2*(10).