



**PENERAPAN SISTEM KEAMANAN DENGAN MULTI KAMERA PADA
PAKAN UDANG OTOMATIS BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

TUGAS AKHIR



Oleh:

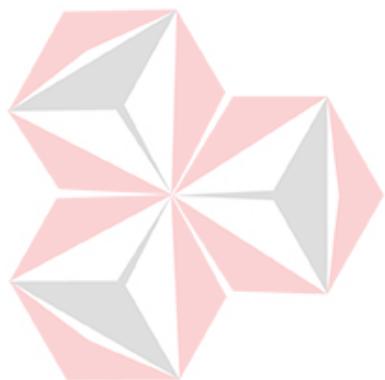
ARYA FADHIL ASSHIDQI
19410200026

FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS DINAMIKA
2023

**PENERAPAN SISTEM KEAMANAN DENGAN MULTI KAMERA PADA
PAKAN UDANG OTOMATIS BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana Teknik**



UNIVERSITAS
Dinamika
Disusun Oleh:

Nama : Arya Fadhil Asshidqi
NIM : 19410200026
Program Studi : S1 Teknik Komputer

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS DINAMIKA
2023**

TUGAS AKHIR

PENERAPAN SISTEM KEAMANAN DENGAN MULTI KAMERA PADA PAKAN UDANG OTOMATIS BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Dipersiapkan dan disusun oleh

Arya Fadhil Asshidqi

NIM: 19.41020.0026

Telah diperiksa, dibahas dan disetujui oleh Dewan Pembahasan

Pada: 7 Agustus 2023

Susunan Dewan Pembahasan

Pembimbing:

- I. Harianto, S.Kom., M.Eng.
NIDN: 0722087701

- II. Pauladie Susanto, S.Kom., M.T.
NIDN: 0729047501

Pembahasan:

- I. Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT.
NIDN: 0721047201

cn=Harianto Harianto,
ou=Universitas Dinamika, ou=Prodi
SI Teknik Komputer,
email=hari@dinamika.ac.id, c=ID
2023.08.07 09:08:13 +07'00'

cn=Pauladie Susanto, o=FTI Undika,
ou=Prodi SI TK,
email=pauladie@dinamika.ac.id, c=ID
2023.08.07 10:12:13 +07'00'

Universitas
Dinamika
2023.08.07
11:08:30 +07'00'

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

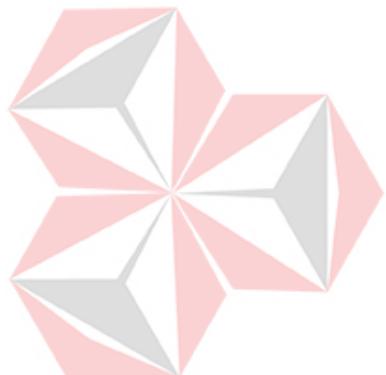
Digitally signed by
Universitas Dinamika
Date: 2023.08.08
08:38:35 +07'00'

Tri Sagirani, S.Kom., M.MT.
NIDN: 0731017601

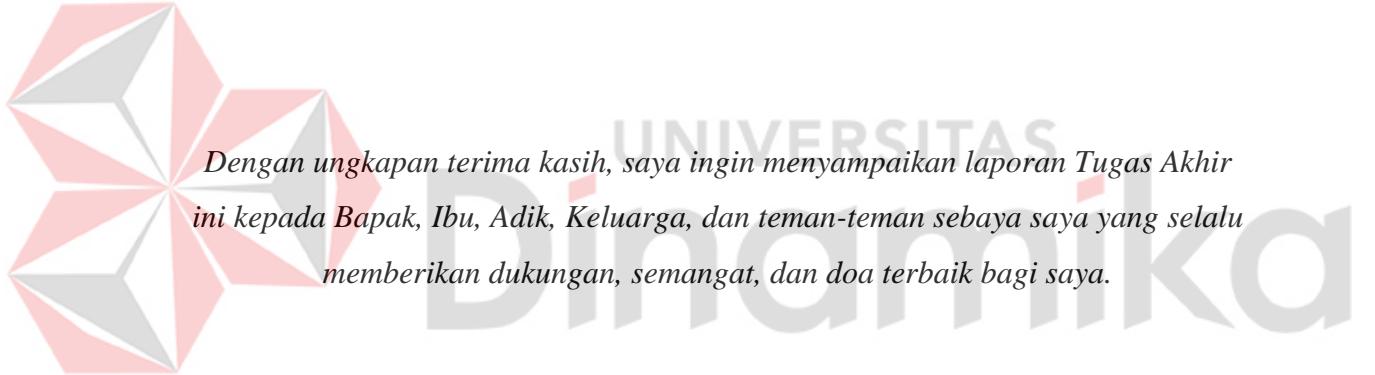
Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika
Universitas Dinamika

“Tidak apa mengeluh, tapi tetap dikerjakan.”

~ Arya Fadhil Asshidqi ~



UNIVERSITAS
Dinamika



Dengan ungkapan terima kasih, saya ingin menyampaikan laporan Tugas Akhir ini kepada Bapak, Ibu, Adik, Keluarga, dan teman-teman sebaya saya yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa terbaik bagi saya.

PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Sebagai mahasiswa **Universitas Dinamika**, Saya :

Nama : **Arya Fadhil Asshidqi**
NIM : **19410200026**
Program Studi : **S1 Teknik Komputer**
Fakultas : **Fakultas Teknologi dan Informatika**
Jenis Karya : **Tugas Akhir**
Judul Karya : **PENERAPAN SISTEM KEAMANAN DENGAN MULTI KAMERA PADA PAKAN UDANG OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, Saya menyetujui memberikan kepada **Universitas Dinamika** Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas seluruh isi/sebagian karya ilmiah Saya tersebut diatas untuk disimpan, dialihmediakan, dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama Saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
2. Karya tersebut diatas adalah hasil karya asli Saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya, atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini semata-mata hanya sebagai rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka Saya.
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiasi pada karya ilmiah ini, maka Saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar kesarjanaan yang telah diberikan kepada Saya.

Surabaya, 19 Juni 2023

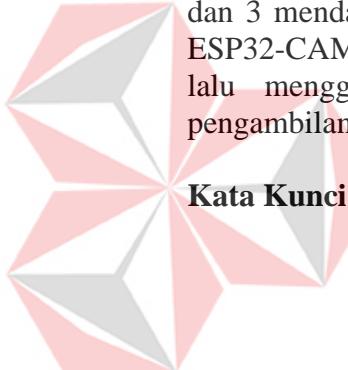


Arya Fadhil Asshidqi
NIM : 19410200026

ABSTRAK

Pencurian merupakan masalah yang sangat merugikan bagi orang-orang yang menjadi korban, contohnya pada petambak udang yang menggunakan alat pakan udang otomatis. Budidaya udang biasanya berada di area tambak. Karena tambak udang umumnya berlokasi jauh dari area permukiman penduduk, hal ini membuatnya rentan terhadap tindakan pencurian, maka sistem keamanan pada alat dibutuhkan agar mengurangi adanya pencurian. Pada penelitian ini penulis menambahkan jumlah 3 buah ESP32-CAM untuk memotret sekitar, 3 buah Sensor PIR untuk mendeteksi adanya gerakan, dan Lampu Sorot membantu penerangan. Lalu adanya fitur mengecek sisa pakan menggunakan sensor Ultrasonik. Dari keseluruhan alat bisa di monitoring dari jauh melalui fitur Telegram *bot*. Dari hasil pengujian sensor Ultrasonik mendapatkan *total error* sebesar 1.01%. Lalu pada 3 buah sensor PIR, dari sensor PIR 1 mendapatkan persentase deteksi 86.7%, sensor PIR 2 mendapatkan persentase deteksi 83.3%, sensor PIR 3 mendapatkan persentase deteksi 80%, kedua sensor PIR 1 dan 2 mendapatkan persentase deteksi 78.4%, kedua sensor PIR 1 dan 3 mendapatkan persentasi deteksi 80%, kedua sensor PIR 2 dan 3 mendapatkan persentase deteksi 71.1%, ketiga sensor PIR 1,2, dan 3 mendapatkan persentase deteksi 75.6%. Penempatan 3 arah berbeda pada ESP32-CAM sangat membantu keamanan alat yang lebih terjaga dari pencurian, lalu menggunakan lampu sorot dapat membantu meningkatkan kualitas pengambilan gambar.

Kata Kunci : *Monitoring, Keamanan, Telegram*



UNIVERSITAS
Dinamika

KATA PENGANTAR

Dengan rasa syukur, penulis ingin menyampaikan terima kasih atas rahmat dan kehendak Allah Yang Maha Esa, karena dengan anugerah dan bimbingan-Nya, penulis berhasil menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul "Penerapan Sistem Keamanan Dengan Multi Kamera Pada Pakan Udang Otomatis Berbasis *Internet of Things*" tepat waktu, sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik (S.T.).

Selama proses penulisan laporan ini, penulis mendapat banyak bantuan dan panduan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Allah SWT, yang dengan karunia dan petunjuk-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Selanjutnya, penulis juga ingin berterima kasih kepada kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan dukungan, baik secara materi maupun moral, yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ibu Tri Sagirani, S.Kom., M.MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika (FTI) Universitas Dinamika.
4. Tak lupa, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada Bapak Pauladie Susanto, S.Kom., M.T., selaku ketua Program Studi S1 Teknik Komputer dan dosen pembimbing penulis, yang telah memberikan waktu, dukungan, dan motivasi dalam setiap sesi bimbingan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Penulis juga ingin berterima kasih kepada Bapak Harianto S.Kom., M.Eng., selaku dosen pembimbing penulis, yang telah memberikan waktu, dukungan, dan motivasi dalam setiap sesi bimbingan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Selain itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Ibu Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT., selaku Dosen Pembahas serta Dosen Wali penulis, yang selalu menyediakan waktu, dukungan, dan motivasi dalam proses penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.

7. Terakhir, penulis ingin mengungkapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu dalam kesempatan ini, namun memberikan dukungan yang sangat berarti sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT memberikan berkah, rahmat, dan petunjuk-Nya kepada semua yang telah memberikan bantuan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat dengan mudah dipahami dan memberikan manfaat bagi siapa pun yang membacanya. Terakhir, penulis ingin meminta maaf jika terdapat kesalahan dalam pemilihan kata atau pengejaan. Terima kasih atas perhatian dan kerjasamanya.

Surabaya, 7 Agustus 2023

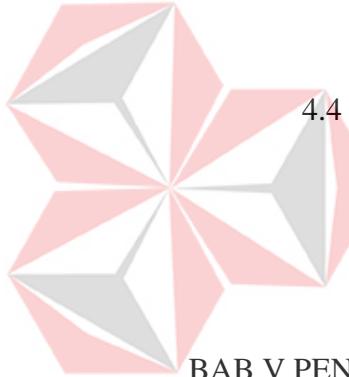
Penulis



DAFTAR ISI

Halaman

| | |
|--|------|
| ABSTRAK | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan | 2 |
| 1.5 Manfaat | 2 |
| BAB II LANDASAN TEORI | 3 |
| 2.1 Telegram | 3 |
| 2.2 Sensor Ultrasonik HC-SR04 | 4 |
| 2.3 ESP32-CAM | 4 |
| 2.4 Lampu Sorot LED | 6 |
| 2.5 Sensor PIR HC-SR501..... | 6 |
| 2.6 ESP32..... | 7 |
| 2.7 Relay | 8 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | 10 |
| 3.1 Diagram Perancangan | 10 |
| 3.2 <i>Flowchart</i> Sistem..... | 11 |
| 3.3 <i>Flowchart</i> Penerima Pesan Telegram | 14 |
| 3.4 Perancangan Skematik | 15 |
| 3.4.1 Rangkaian Skematik ESP32-CAM | 16 |
| 3.4.2 Rangkaian Skematik Sensor PIR HC-SR501 | 17 |
| 3.4.3 Rangkaian Skematik Sensor Ultrasonik HC-SR04 | 18 |
| 3.4.4 Rangkaian Skematik Lampu Sorot..... | 18 |
| 3.5 Desain Alat | 19 |



| | |
|---|----|
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 21 |
| 4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04..... | 21 |
| 4.1.1 Alat dan Aplikasi Yang Dibutuhkan untuk Pengujian | 21 |
| 4.1.2 Langkah - Langkah Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 .. | 21 |
| 4.1.3 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 | 22 |
| 4.2 Pengujian Sensor PIR dengan Relay Lampu dan ESP32-CAM | 24 |
| 4.2.1 Alat dan Aplikasi Yang Dibutuhkan untuk Pengujian | 24 |
| 4.2.2 Langkah - Langkah pengujian Sensor PIR dengan Lampu dan ESP32-CAM..... | 24 |
| 4.2.3 Hasil Pengujian Sensor PIR dengan Relay Lampu dan ESP32- CAM..... | 25 |
| 4.3 Pengujian pengambilan gambar pada ESP32-CAM..... | 36 |
| 4.3.1 Alat dan Aplikasi Yang Dibutuhkan untuk Pengujian | 36 |
| 4.3.2 Langkah - Langkah Pengujian ESP32-CAM | 36 |
| 4.3.3 Hasil Pengujian ESP32-CAM | 37 |
| 4.4 Pengujian Pengiriman Pesan melalui telegram..... | 38 |
| 4.4.1 Alat dan Aplikasi yang Dibutuhkan untuk Pengujian | 38 |
| 4.4.2 Langkah - Langkah Pengujian Pengiriman Pesan Melalui Telegram..... | 38 |
| 4.4.3 Hasil Pengujian Pengiriman Pesan Melalui Telegram | 39 |
| BAB V PENUTUP..... | 40 |
| 5.1 Kesimpulan | 40 |
| 5.2 Saran | 40 |
| DAFTAR PUSTAKA | 42 |
| LAMPIRAN | 44 |
| BIODATA PENULIS | 71 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2. 1 Telegram..... | 3 |
| Gambar 2. 2 Sensor Ultrasonik | 4 |
| Gambar 2. 3 ESP32-CAM | 4 |
| Gambar 2. 4 Pin ESP32-CAM | 5 |
| Gambar 2. 5 Lampu Sorot LED | 6 |
| Gambar 2. 6 Sensor PIR..... | 6 |
| Gambar 2. 7 ESP32 | 7 |
| Gambar 2. 8 Relay (Rizky Alief, 2023) | 8 |
| Gambar 3. 1 Blok Diagram Hardware | 10 |
| Gambar 3. 2 Flowchart Sistem..... | 12 |
| Gambar 3. 3 Flowchart Penerima Pesan Telegram | 14 |
| Gambar 3. 4 Rangkaian Skematik pada Rancangan Alat..... | 15 |
| Gambar 3. 5 Rangkaian Skematik ESP32-CAM | 16 |
| Gambar 3. 6 Rangkaian Skematik pada Sensor PIR HC-SR501 | 17 |
| Gambar 3. 7 Rangkaian Skematik pada sensor Sensor Ultrasonik HC-SR04 | 18 |
| Gambar 3. 8 Rangkaian Skematik pada Lampu Sorot | 18 |
| Gambar 3. 9 Desain Alat..... | 19 |



DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 4. 1 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 | 22 |
| Tabel 4. 2 Pengujian dari Sensor PIR 1 | 25 |
| Tabel 4. 3 Pengujian dari Sensor PIR 2 | 26 |
| Tabel 4. 4 Pengujian dari Sensor PIR 3 | 27 |
| Tabel 4. 5 Pengujian dari kedua Sensor PIR 1 dan 2 | 28 |
| Tabel 4. 6 Pengujian dari kedua Sensor PIR 1 dan 3 | 30 |
| Tabel 4. 7 Pengujian dari kedua Sensor PIR 2 dan 3 | 31 |
| Tabel 4. 8 Pengujian dari ketiga Sensor PIR 1,2 dan 3..... | 33 |
| Tabel 4. 9 Pengujian dari ESP32-CAM | 37 |
| Tabel 4. 10 Pengujian dari Pengiriman Pesan Telegram | 39 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| Lampiran 1 Kode Program..... | 44 |
| Lampiran 2 Bukti Pengecekan Plagiasi Buku TA..... | 64 |
| Lampiran 3 Bukti Pengecekan Plagiasi Jurnal | 68 |
| Lampiran 4 Bukti Bimbingan..... | 70 |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut (Adharda dkk., 2021) salah satu permasalahan yang sangat meresahkan saat ini adalah masalah pencurian. Pencurian merupakan masalah yang sangat merugikan bagi orang-orang yang menjadi korban. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), dari tahun 2015 hingga 2017, pencurian merupakan salah satu jenis kejahatan yang paling sering terjadi di Indonesia. Banyak kejadian pencurian ini terjadi pada malam hari ketika kewaspadaan masyarakat mulai menurun.

Budidaya udang umumnya dilakukan di area tambak. Namun, keberadaan tambak udang sering kali berjauhan dengan pemukiman penduduk, sehingga rawan terhadap pencurian pada alat pakan udang, maka sistem keamanan pada alat dibutuhkan agar mengurangi adanya pencurian.

Pada penelitian sebelumnya (Kurniawan, 2022) ingin mengembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur keamanan yang belum ada pada alat pakan udang otomatis di penelitian sebelumnya yaitu menggunakan 1 buah sensor PIR untuk membaca pergerakan jika ada orang yang dekat dengan alat. Selain sensor PIR juga menggunakan 1 buah ESP32-CAM yang berfungsi sebagai pengambil gambar dari hasil deteksi. Dengan tambahan lampu sorot yang berfungsi untuk membantu dalam pengambilan gambar pada malam hari dan menakut – nakuti seseorang yang akan berniat jahat pada alat, dan hasil pengambilan gambar dikirimkan melalui telegram.

Maka penulis disini berfokus mengembangkan penelitian dengan menambahkan jumlah kamera ESP32-CAM dan sensor PIR sebanyak 3 buah karena pada penelitian sebelumnya memiliki kekurangan pada bagian kamera ESP32-CAM dan sensor PIR sebanyak 1 buah, sehingga gambar yang di ambil hanya satu arah saja, dengan demikian menambahkan kamera ESP32-CAM dan sensor PIR, pengambilan gambar dan deteksi gerakan menjadi 3 arah dengan sudut lebar diagonal lensa kamera sebesar 52° .

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang menjadi fokus dalam Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bagaimana cara penerapan multi kamera untuk keamanan alat pakan udang otomatis?
2. Bagaimana cara untuk memantau alat pakan udang otomatis dengan menggunakan *bot* dari Telegram?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, pembahasan masalah dibatasi pada beberapa aspek berikut ini.:

1. Kamera yang digunakan adalah ESP32-CAM beresolusi 2 MP.
2. Kamera hanya mengambil sebanyak satu kali setiap ada kondisi pergerakan pada sensor PIR.

1.4 Tujuan

Berdasarkan dari latar belakang dan permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, tujuan utama dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Mampu mengambil gambar disekitar alat pakan udang otomatis dengan lebar diagonal lensa per kamera sebesar 52° .
2. Mampu memantau melalui pengambilan gambar disekitar alat pakan udang otomatis menggunakan aplikasi Telegram.

1.5 Manfaat

Berikut ini adalah manfaat dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Petambak udang merasa lebih tenang jika alat pemberian pakan udang tidak diawasi secara langsung di lokasi karena adanya sistem keamanan pada alat pakan udang.
2. Alat pakan udang dapat dipantau menggunakan aplikasi Telegram dan *Smartphone* sehingga memudahkan petambak udang.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Telegram



Gambar 2. 1 Telegram
(Sumber : telegram.org)

Telegram merupakan sebuah aplikasi pesan yang menekankan kecepatan dan keamanan. Aplikasi ini dapat digunakan di berbagai perangkat secara simultan, dan komunikasi dapat disinkronkan dengan lancar di beberapa ponsel, tablet, atau laptop dengan sistem operasi Windows, Mac, dan Linux.

Dengan menggunakan Telegram, semua orang dapat saling bertukar pesan, foto, video, dan file dengan berbagai jenis seperti dokumen, file kompresi, musik, dan lain sebagainya. Selain itu, semua orang juga dapat membuat grup dengan kapasitas hingga 100.000 orang atau saluran untuk melakukan siaran kepada pengguna dalam jumlah tak terbatas. Dalam Telegram, kita dapat menemukan orang berdasarkan nomor telepon atau nama pengguna mereka. Hal ini membuat Telegram memiliki kesamaan dengan pesan teks (SMS) dan surel (email) dalam mengakomodasi kebutuhan komunikasi pribadi dan bisnis (Mohamad Yusuf Efendi, 2019).

Salah satu fitur Telegram yang penulis manfaatkan dalam tugas akhir ini adalah fitur *bot*. *Bot* merupakan akun yang dikelola oleh Telegram sendiri dan dilengkapi dengan kemampuan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence). *bot* memiliki kemampuan untuk melakukan berbagai tindakan di internet, seperti membuat stiker dari foto. Dalam tugas akhir ini, penulis menggunakan fitur *bot* Telegram sebagai pengirim dan penerima data yang diperoleh dari perangkat tersebut.

2.2 Sensor Ultrasonik HC-SR04



Gambar 2. 2 Sensor Ultrasonik
(Sumber : Setiawan, 2022)

Menurut penelitian Sarmidi & Sidik Ibnu Rahmat, 2018), sensor ultrasonik memiliki kemampuan untuk mengubah gelombang suara menjadi sinyal listrik, yang selanjutnya diubah menjadi informasi tentang jarak. Sensor ultrasonik terdiri dari dua komponen utama, yaitu unit penerima dan unit pemancar. Kedua komponen ini memiliki konfigurasi dasar yang serupa, di mana mereka memiliki kristal piezoelektrik yang terpasang pada sebuah mekanisme penahan yang terhubung dengan membran getar. Membran logam ini kemudian diberikan tegangan bolak-balik dengan frekuensi kerja antara 40 KHz hingga 400 KHz. Akibat tegangan polaritas pada kristal piezoelektrik, terjadi kontraksi atau ekspansi dalam struktur atom, yang dikenal sebagai efek piezoelektrik. (Adri, dkk., 2015).

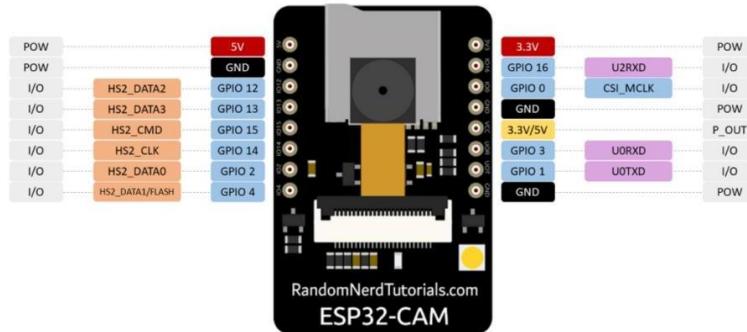
2.3 ESP32-CAM



Gambar 2. 3 ESP32-CAM
(Sumber : Kurniawan, 2022)

ESP32-CAM adalah alat pengembangan yang menggunakan teknologi WiFi dan Bluetooth, dilengkapi dengan mikrokontroler ESP32 dan kamera. Memiliki fitur yang bisa digunakan oleh siapa saja karena bersifat open source, salah satunya adalah kemampuan untuk mengambil gambar, mengenali wajah, dan mendeteksi

wajah. ESP32-Cam adalah modul yang cocok digunakan dalam berbagai proyek dan menyediakan segala yang dibutuhkan dengan mikrokontroler terintegrasi, sehingga dapat berfungsi secara mandiri. Selain memiliki konektivitas WiFi dan Bluetooth, modul ini juga dilengkapi dengan kamera video terintegrasi dan slot microSD untuk penyimpanan (Mukhaiyar. 2023).



Gambar 2. 4 Pin ESP32-CAM
(Sumber : Kurniawan, 2022)

Modul ESP32-CAM memiliki dua sisi yang berbeda. Bagian depan, terdapat slot dengan modul kamera, slot *SDcard*, dan lampu flash tambahan yang dapat digunakan untuk kamera jika dibutuhkan. Di bagian belakang, terdapat antena wifi dan bluetooth internal, konektor opsional untuk antena eksternal, pin male untuk input/output, serta ESP32S sebagai komponen utamanya. Berikut adalah spesifikasi dari modul ESP32-CAM:

- Kemampuan Wi-Fi 802.11b/g/n,
- Bluetooth 4.2 dengan BLE,
- Antarmuka UART, SPI, I2C, dan PWM,
- Kecepatan clock hingga 160 MHz,
- Daya komputasi hingga 600 DMIPS,
- 520 KB SRAM ditambah 4 MB PSRAM,
- Mendukung unggah gambar melalui Wi-Fi,
- Multiple Sleep mode, memungkinkan pembaruan Firmware Over the Air (FOTA),
- 9 port GPIO,
- Memiliki Flash LED terintegrasi,
- Kamera dengan resolusi maksimum 1600x1200 (UXGA) atau 2MP.
- Lensa standar dengan *View Angle* 52° (diagonal).

2.4 Lampu Sorot LED



Gambar 2. 5 Lampu Sorot LED
(Sumber : Suhardi, dkk., 2023)

LED, yang merupakan kependekan dari Light Emitting Diode, ialah suatu jenis lampu indikator yang digunakan dalam perangkat elektronika untuk menunjukkan status perangkat tersebut. Contohnya, dalam komputer, terdapat lampu indikator LED untuk menandakan status daya dan aktivitas prosesor, begitu juga pada monitor terdapat lampu LED yang menandakan status daya dan mode power saving. Lampu LED terbuat dari material semikonduktor yang akan menyala saat diberikan tegangan listrik sekitar 1,5 volt DC (Suhardi, dkk., 2023).

2.5 Sensor PIR HC-SR501

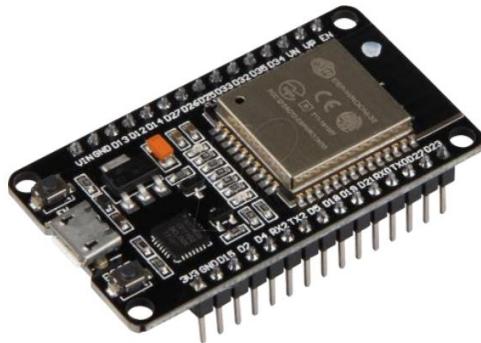


Gambar 2. 6 Sensor PIR
(Sumber : Monita & Hendri, 2021)

Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi sinar infra merah yang dipancarkan oleh benda. Sensor ini berperan secara pasif, artinya ia hanya menerima radiasi infra merah dari benda yang terdeteksi olehnya tanpa memancarkan sinar infra merah sendiri. Umumnya, sensor ini digunakan dalam perancangan detektor gerakan berbasis PIR. Sensor PIR sebenarnya terdiri dari pyroelectric sensor yang mampu mendeteksi berbagai tingkat radiasi infra merah. Namun, sensor PIR tidak akan

merespons pada benda yang diam, karena secara khusus dirancang untuk mendeteksi manusia (Ratri, dkk., 2017).

2.6 ESP32



Gambar 2. 7 ESP32

(Sumber : Putri Fatimah Zahrah, 2023)

ESP32 menurut (Muhammad Iqbal, 2022) merupakan salah satu jenis mikrokontroler dengan harga terjangkau yang dikembangkan oleh perusahaan bernama Espressif Systems. Perusahaan yang sama juga mengembangkan mikrokontroler ESP8266 yang terkenal bernama NodeMCU. ESP32 adalah generasi berikutnya dari ESP8266 dan menampilkan mikroprosesor Tensilica Xtensa LX6 32-bit. Selain itu, ESP32 juga memiliki fungsi bawaan yaitu WiFi dan Bluetooth. Keunggulan ESP32, mirip dengan ESP8266, termasuk memiliki komponen RF terintegrasi seperti penguat daya, penguat penerima derau rendah, sakelar antena, dan filter. Kehadiran fitur ini memudahkan perancangan perangkat keras dengan ESP32 karena banyak komponen eksternal tambahan yang tidak diperlukan. Yang patut diperhatikan dari ESP32 adalah proses pembuatannya menggunakan teknologi TSMC, yang memiliki ukuran 40nm berdaya sangat rendah. Ini memungkinkan ESP32 bekerja dengan baterai standar yang biasa digunakan pada perangkat seperti peralatan audio, layar, jam tangan pintar, dll.

Berikut ini adalah spesifikasi dari ESP32:

- Prosesor mikro yang digunakan adalah LX6 32-bit Single atau Dual-Core dengan frekuensi clock hingga 240 MHz.
- Memiliki 520 KB SRAM, 448 KB ROM, dan 16 KB RTC SRAM.
- Perangkat ini mendukung konektivitas Wi-Fi (802.11 b/g/n) dengan kecepatan hingga 150 Mbps.

- Kompatibel dengan spesifikasi Bluetooth Classic v4.2 dan BLE.
- Terdapat 34 GPIO yang dapat diprogram.
- Memiliki hingga 18 saluran SAR ADC 12-bit dan 2 saluran DAC 8-bit untuk input dan output analog.
- Opsi konektivitas serial meliputi 4 x SPI, 2 x I2C, 2 x I2S, dan 3 x UART.
- Untuk komunikasi LAN, diperlukan PHY eksternal bersama dengan Ethernet MAC bawaan.
- Memiliki 1 pengontrol host untuk SD/SDIO/MMC dan 1 pengontrol slave untuk SDIO/SPI.
- Perangkat ini mendukung Motor PWM dan hingga 16 saluran LED PWM.
- Fitur keamanan meliputi Secure Boot dan Enkripsi Flash.
- Tersedia akselerasi perangkat keras kriptografi untuk AES, Hash (SHA-2), RSA, ECC, dan RNG.



Gambar 2. 8 Relay (Rizky Alief, 2023)

Menurut (Rizky Alief, 2023) relay adalah sebuah perangkat *switch* yang bekerja dengan menggunakan listrik dan terdiri dari dua bagian utama, yaitu elektromagnet coil dan mekanikal (kontak *switch*). Fungsi utama relay adalah menggerakkan kontak *switch* untuk memungkinkan arus listrik yang kecil dapat mengalirkan listrik yang memiliki tegangan lebih tinggi.

Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan coil, terbentuklah medan elektromagnetik yang menyebabkan armature tertarik dan berpindah posisi. Hal ini menyebabkan saklar berfungsi untuk mengalihkan arus ke posisi yang lain. Saat armature berpindah, status relay menjadi terbuka, yang berarti tidak ada hubungan dalam rangkaian.

Namun, ketika arus listrik tidak mengalir melalui rangkaian, armature kembali ke posisi awalnya, sehingga saklar berada dalam posisi tertutup. Pada kondisi ini, arus yang mengalir sangat kecil atau bahkan tidak ada aliran listrik sama sekali.

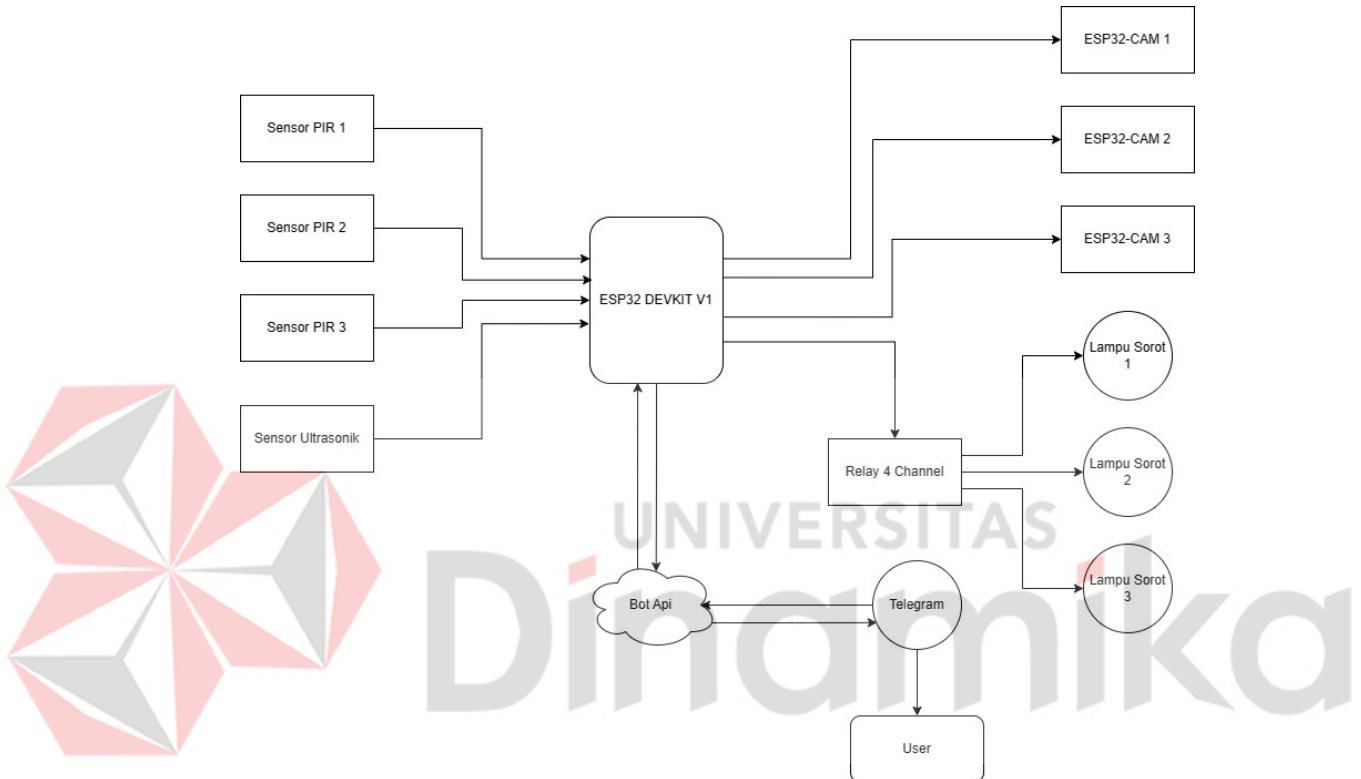


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Perancangan

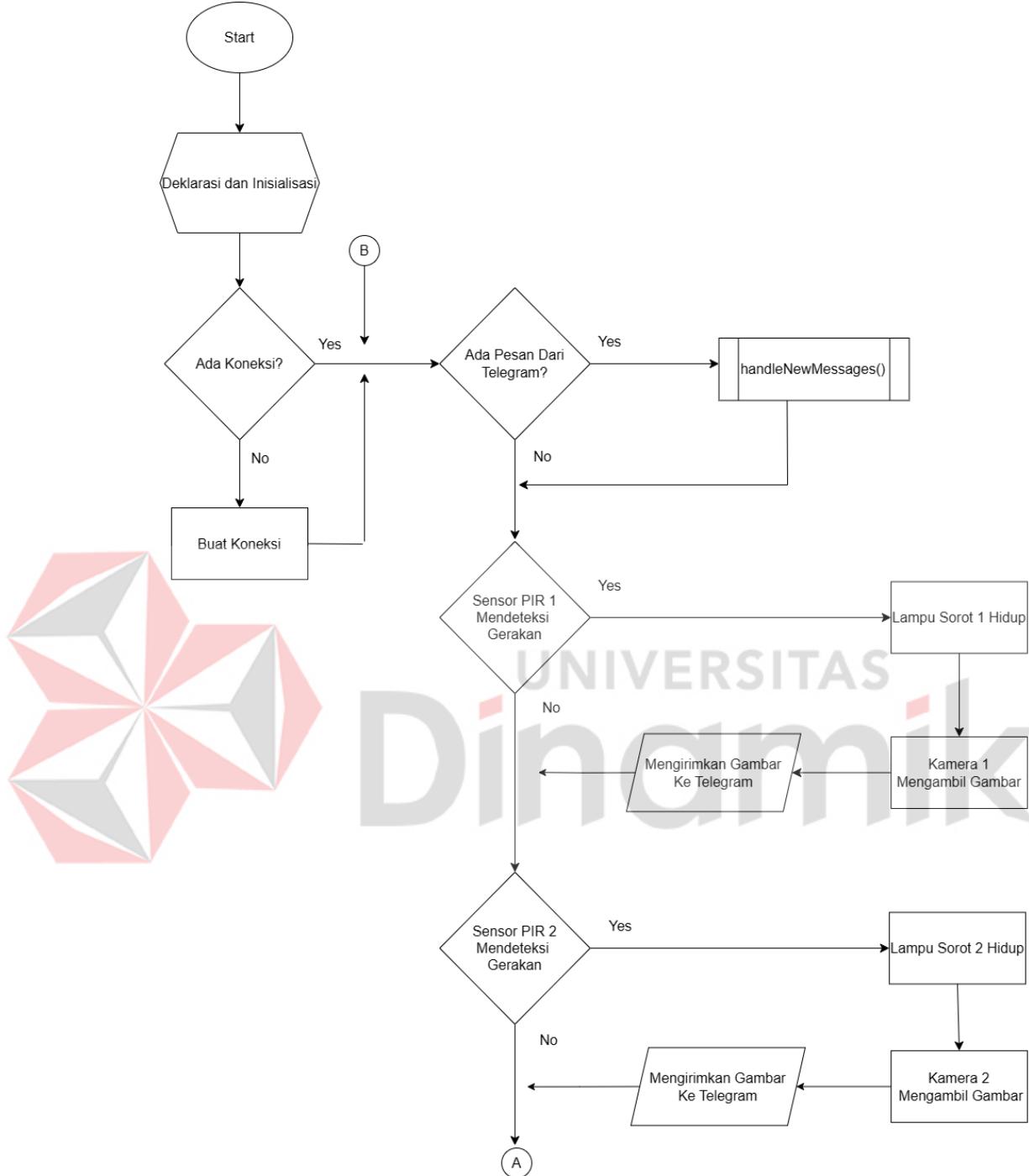
Berikut adalah blok diagram tentang bagaimana alat direncanakan dan dirancang.

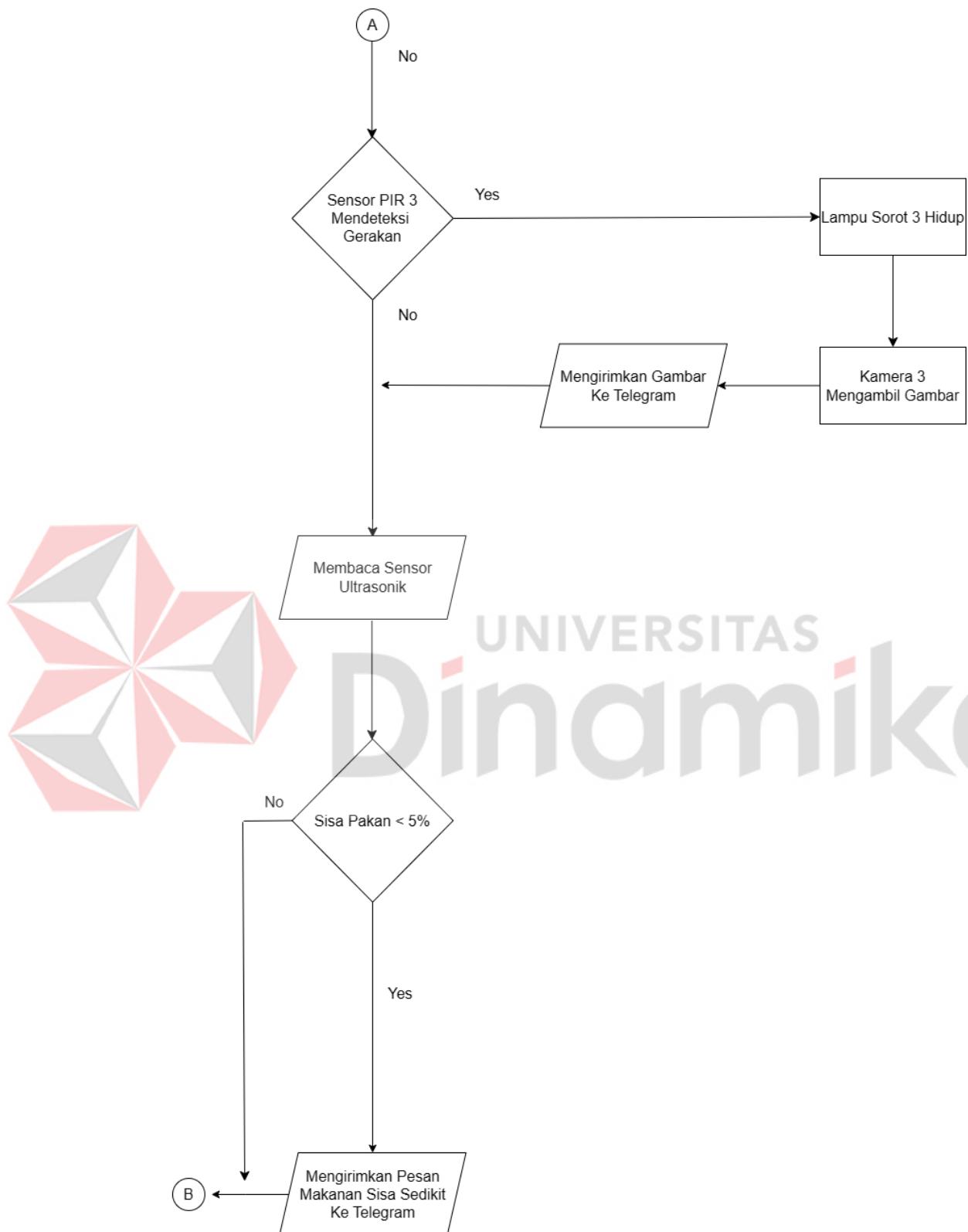


Gambar 3. 1 Blok Diagram Hardware

Pada Gambar 3.1 yang terdapat pada sistem keamanan pakan udang otomatis ini menunjukkan penggunaan 1 unit ESP32 yang dilengkapi dengan 3 sensor PIR dan 3 ESP32-CAM, 1 buah Relay 4 Channel dan 3 buah lampu sorot. Diagram ini merupakan representasi perancangan perangkat keras yang menerima input dari ESP32-CAM, sensor PIR, dan sensor Ultrasonik. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32 untuk mengontrol keseluruhan alat. Pada bagian output, digunakan ESP32-CAM untuk mengambil gambar dan lampu sorot untuk membantu proses pengambilan gambar dengan kualitas yang baik pada malam hari. Selain itu, sistem *Internet of Things* (IoT) menggunakan Bot API dari Telegram, sehingga Telegram berfungsi sebagai penerima hasil pengambilan gambar dari ESP32-CAM serta sebagai alat monitoring sisa pakan pada ESP32.

3.2 Flowchart Sistem

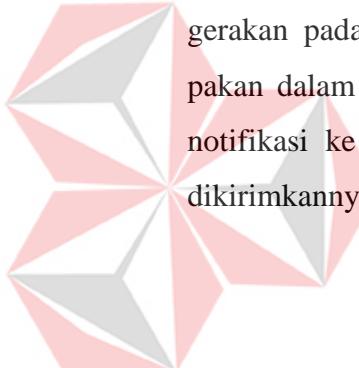




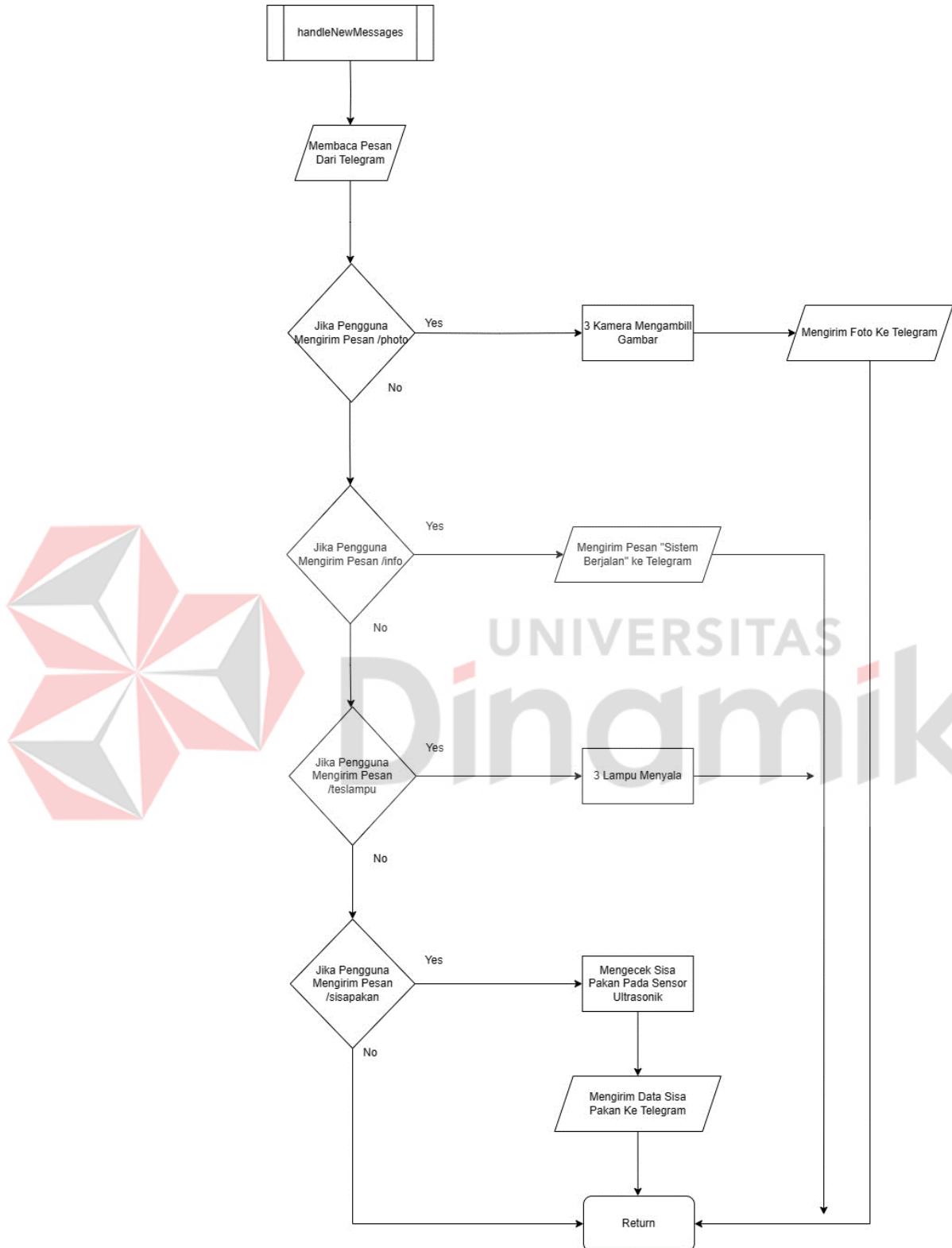
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem

Pada gambar *flowchart* diatas menjelaskan proses program pada sistem keamanan monitoring pakan otomatis. Langkah pertama adalah mendeklarasikan variabel dan menginisialisasinya untuk *input* dan *output*. ESP32 kemudian terhubung ke jaringan WiFi untuk mengakses internet. Jika tidak ada koneksi internet, maka ESP32 akan menunggu koneksi selama 5 detik untuk memastikan apakah ada atau tidak, jika tidak maka alat keamanan tetap berjalan tetapi tidak dapat terhubung dengan Telegram. Setelah terhubung, aplikasi berjalan dalam satu lingkaran untuk mengoperasikan sistem. Periksa apakah pesan telegram telah dikirim ke ESP32. Jika demikian, metode *handleNewMessages()* dipanggil untuk membaca pesan dan menjalankan perintah dari pengguna.

Lalu membaca setiap gerakan yang terdeteksi oleh sensor PIR untuk sistem keamanan. Jika sensor PIR mendeteksi gerakan, maka lampu sorot menyala dan kamera mengambil gambar lalu mengirimkannya ke telegram. Lalu jika tidak ada gerakan pada sensor PIR maka ultrasonik tetap melanjutkan membaca jumlah pakan dalam wadah untuk sistem pemantauan sisa pakan. ESP32 mengirimkan notifikasi ke telegram jika sisa pakan kurang dari 5% dari total yang dapat dikirimkannya.



3.3 Flowchart Penerima Pesan Telegram

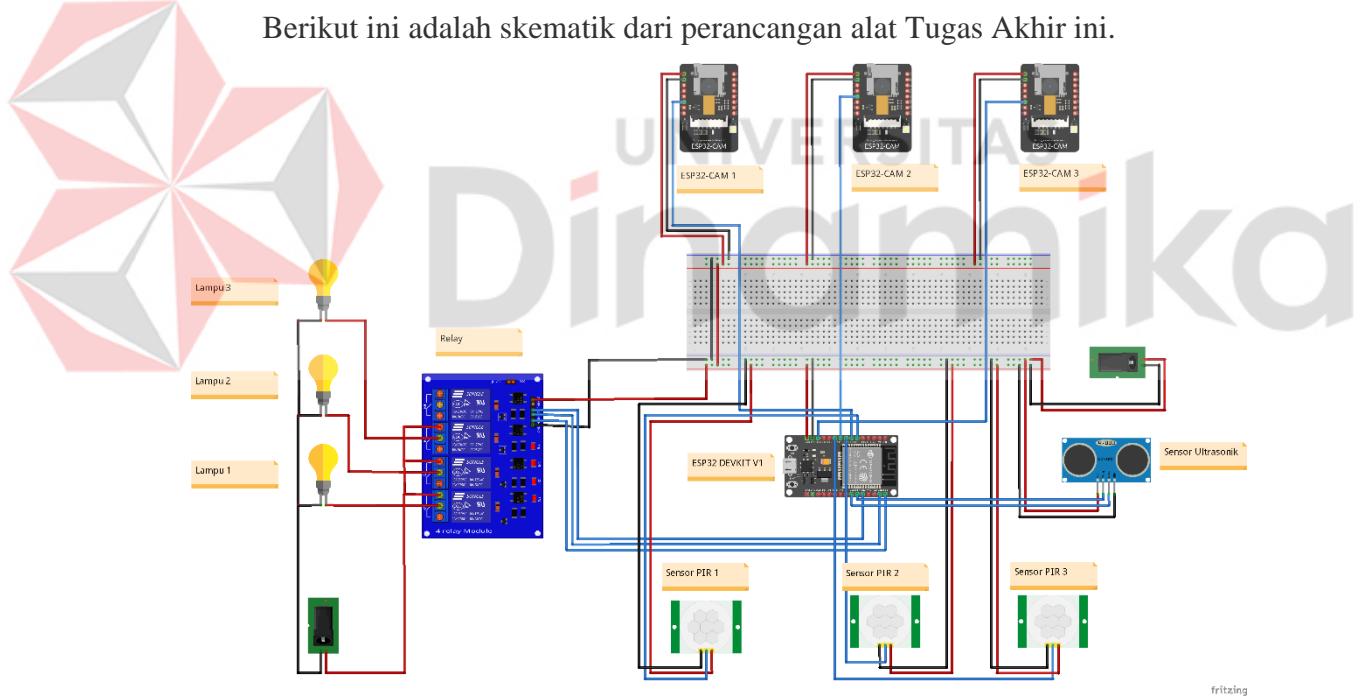


Gambar 3. 3 Flowchart Penerima Pesan Telegram

Pada gambar 3.3 terdapat fungsi `handleNewMessages()`, yang bertugas membaca serta menjalankan pesan yang telah diterima melalui Telegram. Yang pertama, program membaca pesan yang telah diterima. Selanjutnya, tergantung pada isi pesan tersebut, dilakukan pengecekan tertentu. Jika pesan yang diterima adalah ”/info”, ESP32 mengirim pesan ”Sistem Berjalan” ke Telegram yang berarti sistem sudah berjalan normal. Jika pesan adalah ”/photo”, maka kamera mengambil gambar dan mengirimkannya melalui Telegram. Jika pesan adalah ”/sisapakan”, ESP32 memeriksa persentase sisa pakan yang ada, lalu mengirimkan informasinya melalui Telegram. Jika pesan adalah ”/teslampa”, maka lampu sorot menyala agar memastikan lampu berjalan normal dan ESP32 mengirim pesan ”Tes Lampu” ke Telegram.

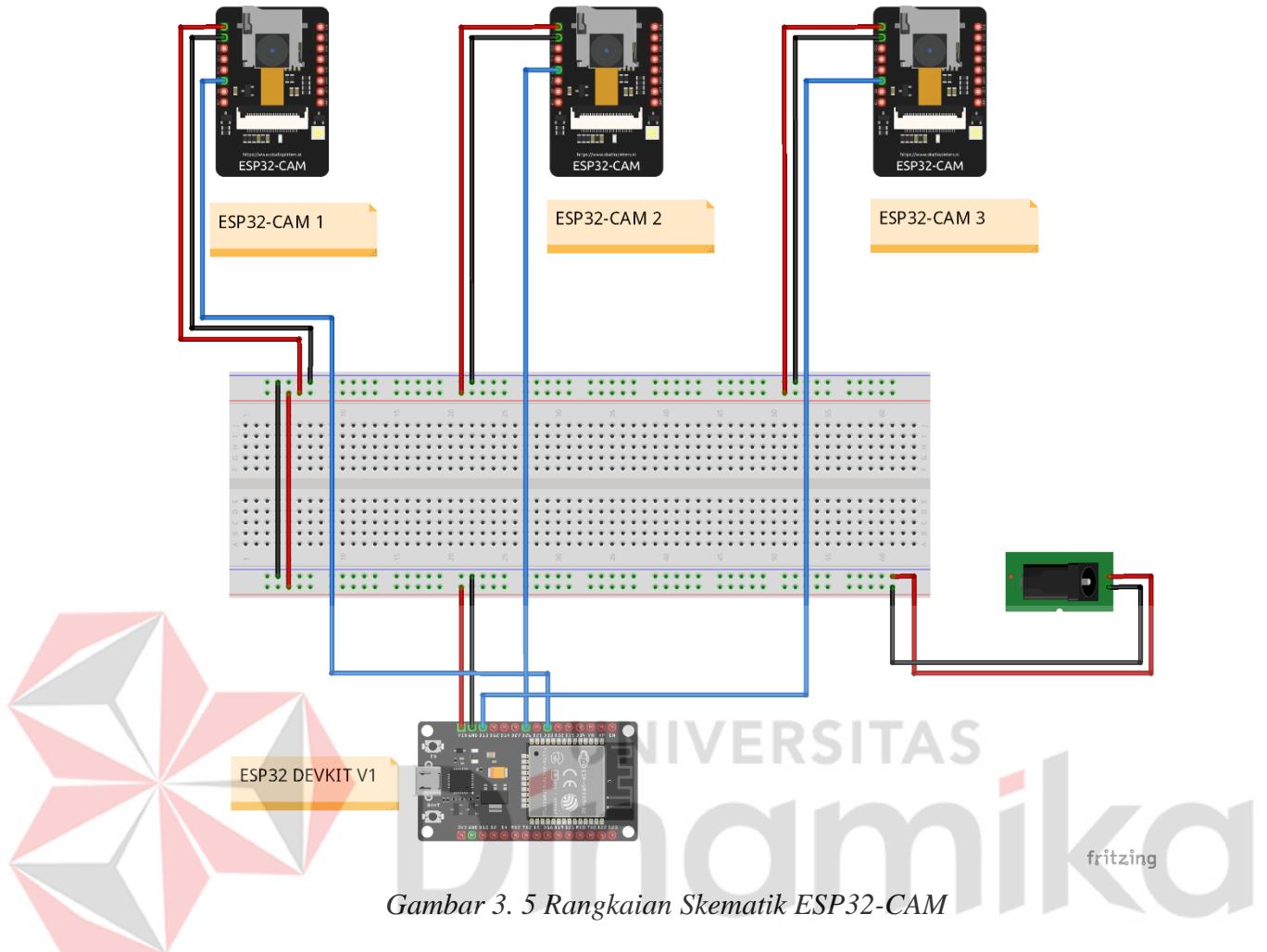
3.4 Perancangan Skematik

Berikut ini adalah skematik dari perancangan alat Tugas Akhir ini.



Gambar 3. 4 Rangakaian Skematik pada Rancangan Alat

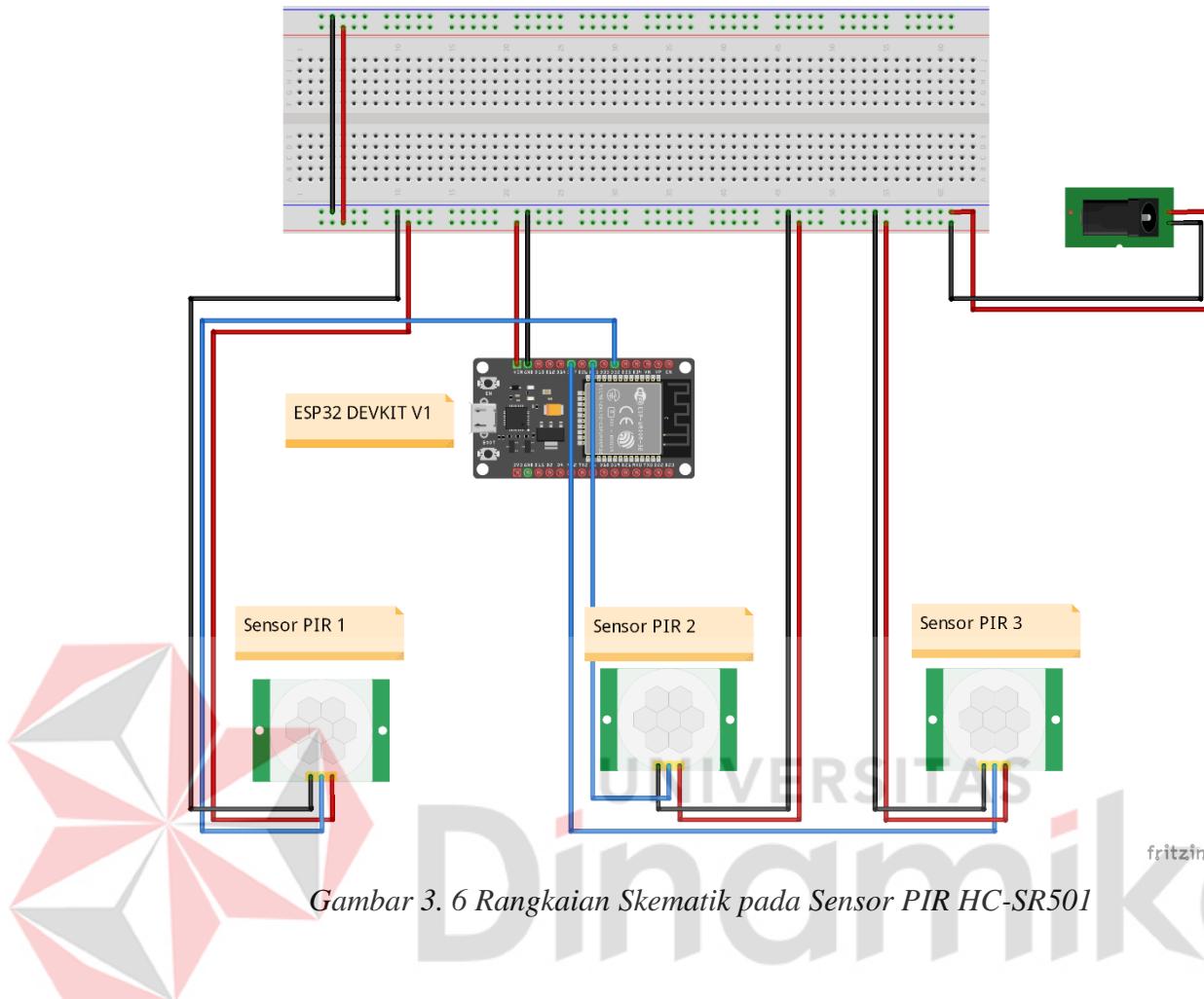
3.4.1 Rangkaian Skematik ESP32-CAM



Gambar 3. 5 Rangkaian Skematik ESP32-CAM

Pada gambar 3.5, terdapat tiga ESP32-CAM yang dihubungkan secara skematis. Pin 5v dari ESP32-CAM terhubung ke pin 5v pada ESP32, sedangkan pin GND terhubung ke pin GND pada ESP32. Untuk memicu ESP32-CAM agar mengambil gambar, pin I/O 14 dihubungkan ke pin 33, 26, dan 13 pada ESP32.

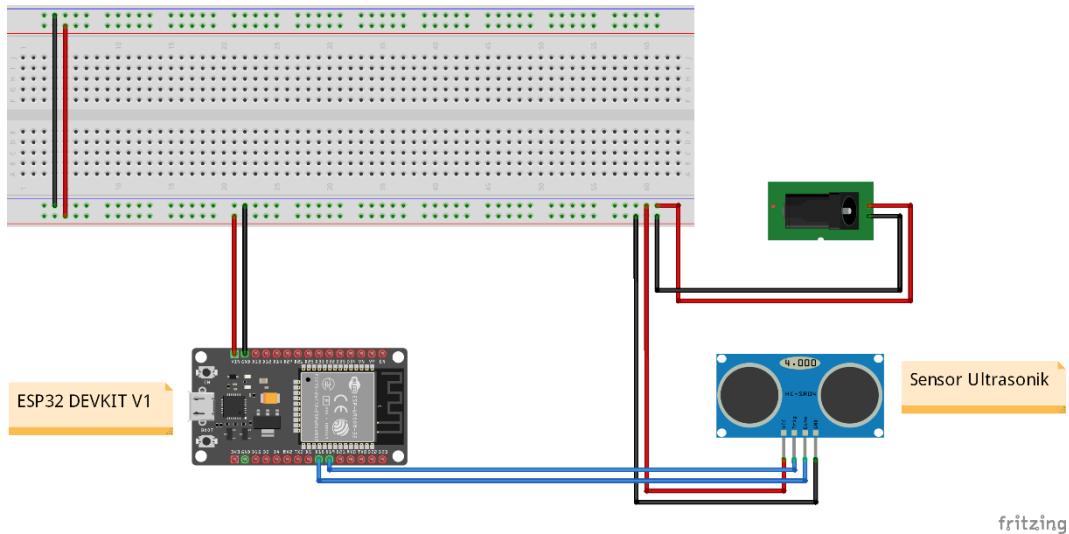
3.4.2 Rangkaian Skematik Sensor PIR HC-SR501



Gambar 3. 6 Rangkaian Skematik pada Sensor PIR HC-SR501

Pada gambar 3.6, terdapat tiga Sensor PIR HC-SR501 yang dihubungkan secara skematis. Pin VCC dan GND pada Sensor PIR HC-SR501 terhubung ke pin 5V dan GND pada ESP32. Selanjutnya, pin OUT pada Sensor PIR HC-SR501 dihubungkan ke pin 32, 25, dan 27 pada ESP32.

3.4.3 Rangkaian Skematik Sensor Ultrasonik HC-SR04

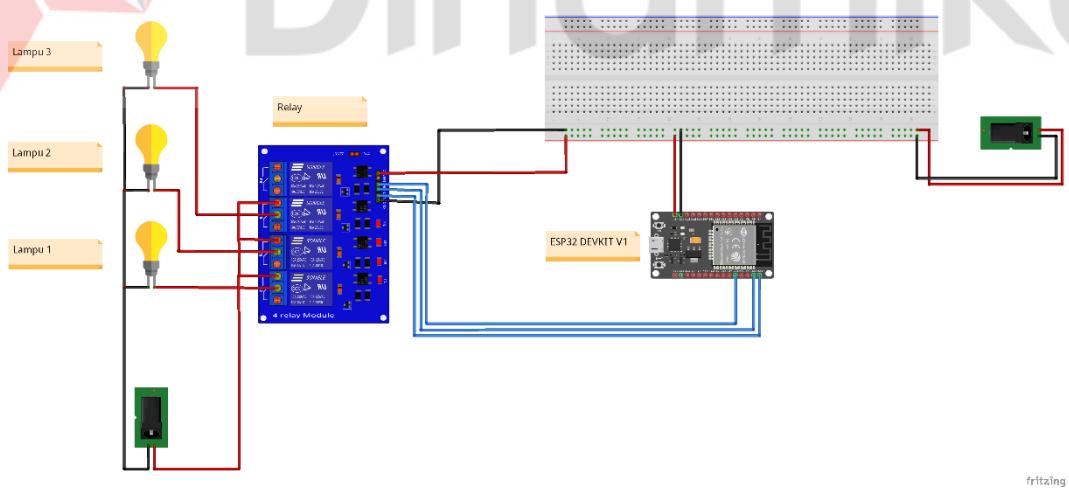


Gambar 3. 7 Rangkaian Skematik pada sensor Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pada gambar 3.7, terdapat skema rangkaian dari Sensor Ultrasonik HC-SR04.

Pada sensor tersebut, pin Trigger dihubungkan ke pin 19, pin Echo dihubungkan ke pin 18, serta pin VCC dan GND terhubung ke pin 5V dan GND pada ESP32.

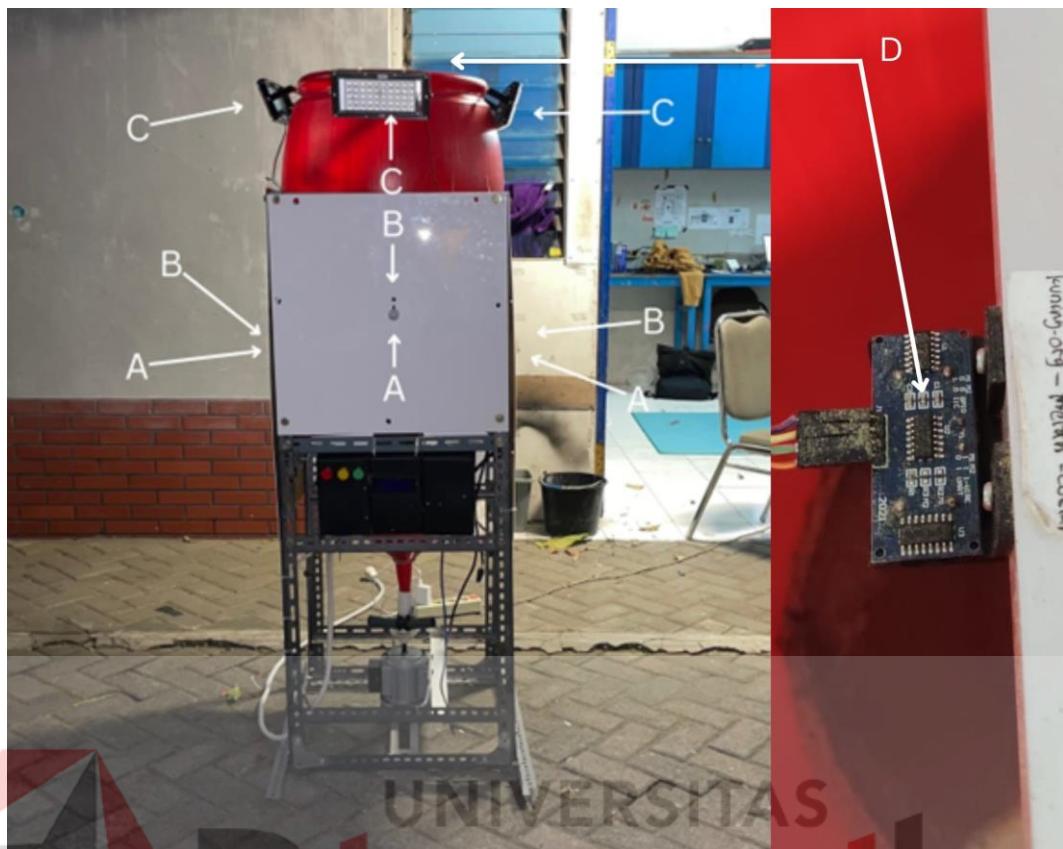
3.4.4 Rangkaian Skematik Lampu Sorot



Gambar 3. 8 Rangkaian Skematik pada Lampu Sorot

Pada gambar 3.8 adalah rangkaian skematik dari 3 buah Lampu sorot dan 4 channel relay. Yang dimana pin pada relay dihubungkan ke pin 23, 22 dan 21 pada ESP32, lalu pada relay dihubungkan 3 buah lampu sorot sebagai outputnya.

3.5 Desain Alat



Gambar 3. 9 Desain Alat

Di dalam gambar 3.9, terdapat desain dari “Penerapan Sistem Keamanan Dengan Multi Kamera Pada Pakan Udang Otomatis Berbasis *Internet of Things*”, Pada desain ini, inputnya menggunakan sensor PIR, sedangkan outputnya menggunakan ESP-32 CAM dan lampu sorot. Dan adanya fitur untuk mengetahui sisa pakan pada tabung menggunakan sensor Ultrasonik. Berikut adalah keterangan untuk masing-masing komponen dalam gambar:

Keterangan dan fungsi gambar:

A. Sensor PIR

Berfungsi untuk mendeteksi adanya gerakan di sekitar alat pakan udang. Sensor ini ditempatkan pada bagian depan dekat kotak box, kanan, dan kiri.

B. ESP32-CAM

Berfungsi untuk mengambil gambar ketika sensor PIR mendeteksi adanya gerakan. ESP32-CAM ini ditempatkan pada bagian depan dekat kotak box, kanan, dan kiri.

C. Lampu Sorot

Berfungsi untuk membantu penerangan pengambilan gambar pada ESP32-CAM. Lampu ini ditempatkan pada bagian depan di penampung pakan, kanan, dan kiri.

D. Sensor Ultrasonik

Berfungsi untuk mengetahui sisa pakan pada tabung penampung pakan, penempatan berada didalam tabung penampung pakan.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, dibahas hasil pengujian sistem deteksi yang mencakup dua parameter uji, yaitu pengujian deteksi gerakan dan pengujian akurasi hasil perhitungan data.

4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 ini dilakukan yang bertujuan untuk mengukur sisa makanan didalam penyimpanan menggunakan sensor ultrasonik lalu membandingkan hasil pembacaan dari sensor dengan jumlah pakan yang sebenarnya.

4.1.1 Alat dan Aplikasi Yang Dibutuhkan untuk Pengujian

Alat dan aplikasi yang dibutuhkan:

- a. Laptop
- b. Arduino IDE
- c. ESP32
- d. Sensor Ultrasonik HC-SR04

4.1.2 Langkah - Langkah Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Langkah - langkah yang harus dilakukan untuk melakukan pengujian:

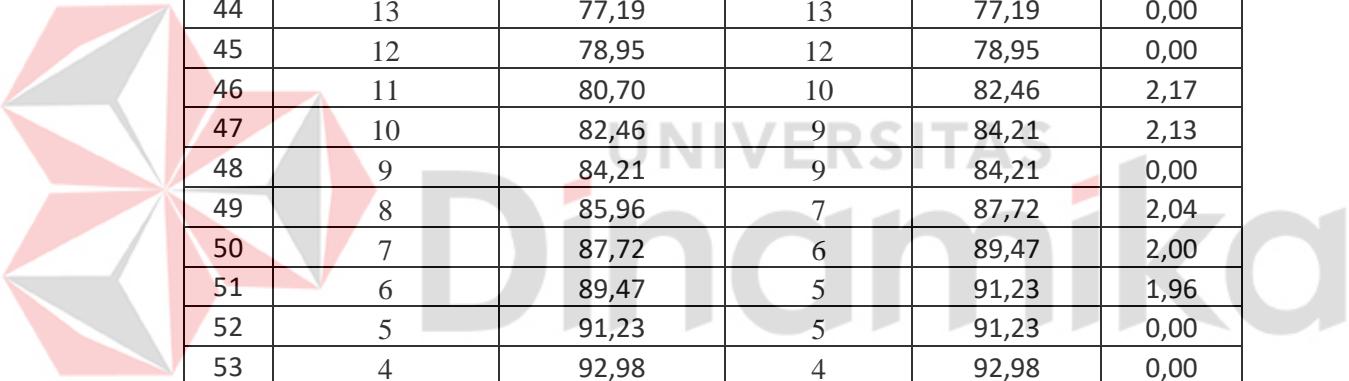
1. Memastikan ESP32 terhubung ke perangkat portabel.
2. Membuka program yang selesai dibuat di Arduino IDE.
3. Memastikan laptop Anda terhubung ke jaringan Wi-Fi.
4. Konfigurasikan WiFi pada program dengan memasukkan nama dan kata sandi WiFi yang terhubung ke laptop agar ESP32 juga dapat terhubung ke jaringan WiFi saat program sedang berjalan.
5. Menjalankan program dengan cara klik tombol download dan buka serial monitor untuk melihat apakah ESP32 sudah terhubung ke jaringan WiFi atau belum.

6. Saat ESP32 terhubung ke jaringan WiFi, ESP32 mengukur jarak antara input yang tersisa dan posisi sensor ultrasonik.
7. Tunggu sensor mengukur jarak antara sensor dengan pakan.
8. Jarak yang diukur oleh sensor ditampilkan pada layar serial.

4.1.3 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Tabel 4. 1 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

| No | Sisa Pakan Sesungguhnya (CM) | Sisa Pakan Sesungguhnya (%) | Sisa Pakan Pembacaan Sensor (CM) | Sisa Pakan Pembacaan Sensor (%) | Error (%) |
|----|------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------|
| 1 | 56 | 1,75 | 56 | 1,75 | 0,00 |
| 2 | 55 | 3,51 | 55 | 3,51 | 0,00 |
| 3 | 54 | 5,26 | 54 | 5,26 | 0,00 |
| 4 | 53 | 7,02 | 53 | 7,02 | 0,00 |
| 5 | 52 | 8,77 | 52 | 8,77 | 0,00 |
| 6 | 51 | 10,53 | 51 | 10,53 | 0,00 |
| 7 | 50 | 12,28 | 50 | 12,28 | 0,00 |
| 8 | 49 | 14,04 | 49 | 14,04 | 0,00 |
| 9 | 48 | 15,79 | 49 | 14,04 | 11,11 |
| 10 | 47 | 17,54 | 47 | 17,54 | 0,00 |
| 11 | 46 | 19,30 | 46 | 19,30 | 0,00 |
| 12 | 45 | 21,05 | 45 | 21,05 | 0,00 |
| 13 | 44 | 22,81 | 44 | 22,81 | 0,00 |
| 14 | 43 | 24,56 | 43 | 24,56 | 0,00 |
| 15 | 42 | 26,32 | 42 | 26,32 | 0,00 |
| 16 | 41 | 28,07 | 41 | 28,07 | 0,00 |
| 17 | 40 | 29,82 | 41 | 28,07 | 5,88 |
| 18 | 39 | 31,58 | 39 | 31,58 | 0,00 |
| 19 | 38 | 33,33 | 37 | 35,09 | 5,26 |
| 20 | 37 | 35,09 | 37 | 35,09 | 0,00 |
| 21 | 36 | 36,84 | 36 | 36,84 | 0,00 |
| 22 | 35 | 38,60 | 35 | 38,60 | 0,00 |
| 23 | 34 | 40,35 | 34 | 40,35 | 0,00 |
| 24 | 33 | 42,11 | 34 | 40,35 | 4,17 |
| 25 | 32 | 43,86 | 32 | 43,86 | 0,00 |
| 26 | 31 | 45,61 | 31 | 45,61 | 0,00 |
| 27 | 30 | 47,37 | 30 | 47,37 | 0,00 |
| 28 | 29 | 49,12 | 30 | 47,37 | 3,57 |
| 29 | 28 | 50,88 | 28 | 50,88 | 0,00 |



| No | Sisa Pakan Sesungguhnya (CM) | Sisa Pakan Sesungguhnya (%) | Sisa Pakan Pembacaan Sensor (CM) | Sisa Pakan Pembacaan Sensor (%) | Error (%) |
|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------|
| 30 | 27 | 52,63 | 27 | 52,63 | 0,00 |
| 31 | 26 | 54,39 | 26 | 54,39 | 0,00 |
| 32 | 25 | 56,14 | 24 | 57,89 | 3,13 |
| 33 | 24 | 57,89 | 24 | 57,89 | 0,00 |
| 34 | 23 | 59,65 | 23 | 59,65 | 0,00 |
| 35 | 22 | 61,40 | 22 | 61,40 | 0,00 |
| 36 | 21 | 63,16 | 22 | 61,40 | 2,78 |
| 37 | 20 | 64,91 | 20 | 64,91 | 0,00 |
| 38 | 19 | 66,67 | 19 | 66,67 | 0,00 |
| 39 | 18 | 68,42 | 18 | 68,42 | 0,00 |
| 40 | 17 | 70,18 | 17 | 70,18 | 0,00 |
| 41 | 16 | 71,93 | 16 | 71,93 | 0,00 |
| 42 | 15 | 73,68 | 14 | 75,44 | 2,38 |
| 43 | 14 | 75,44 | 14 | 75,44 | 0,00 |
| 44 | 13 | 77,19 | 13 | 77,19 | 0,00 |
| 45 | 12 | 78,95 | 12 | 78,95 | 0,00 |
| 46 | 11 | 80,70 | 10 | 82,46 | 2,17 |
| 47 | 10 | 82,46 | 9 | 84,21 | 2,13 |
| 48 | 9 | 84,21 | 9 | 84,21 | 0,00 |
| 49 | 8 | 85,96 | 7 | 87,72 | 2,04 |
| 50 | 7 | 87,72 | 6 | 89,47 | 2,00 |
| 51 | 6 | 89,47 | 5 | 91,23 | 1,96 |
| 52 | 5 | 91,23 | 5 | 91,23 | 0,00 |
| 53 | 4 | 92,98 | 4 | 92,98 | 0,00 |
| 54 | 3 | 94,74 | 3 | 94,74 | 0,00 |
| 55 | 2 | 96,49 | 6 | 89,47 | 7,27 |
| 56 | 1 | 98,25 | 2 | 96,49 | 1,79 |
| <i>Rata - Rata Error (%)</i> | | | | | 1.01 |

Tabel 4.1 menunjukkan hasil pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 yang dibuat dengan membandingkan sisa makanan aktual hasil pembacaan sensor dengan sisa makanan aktual dan persentase sisa makanan sebenarnya dan persentase sisa makanan hasil pembacaan sensor. Tabel juga menyertakan nilai *error* untuk setiap pengujian. Nilai *error* dihasilkan dari rumus:

$$\text{Error} = \left| \frac{(Sisa pakan sesungguhnya (\%) - Sisa pakan pembacaan sensor (\%))}{Sisa pakan sesungguhnya (\%)} \right| \times 100$$

Rumus yang diberikan digunakan untuk menghitung nilai error dalam setiap pengujian. Caranya adalah dengan mengurangi nilai sisa pakan yang sebenarnya dengan nilai sisa pakan yang terbaca dari sensor dalam persentase. Selisih dari kedua nilai ini merupakan hasil pengurangan. Selanjutnya, selisih tersebut dibagi dengan nilai sisa pakan yang sebenarnya, kemudian dikalikan dengan 100 untuk mendapatkan persentase *error* dari pengujian tersebut. Jadi, persentase *total error* dari pengujian di atas adalah 1.01%.

4.2 Pengujian Sensor PIR dengan Relay Lampu dan ESP32-CAM

Pengujian yang dilakukan pada sensor PIR HC-SR501 ini bertujuan untuk mengetahui seberapa sensitif sensor dapat mendeteksi gerakan dan hidup matinya lampu serta ESP32-CAM.

4.2.1 Alat dan Aplikasi Yang Dibutuhkan untuk Pengujian

Alat dan aplikasi yang dibutuhkan:

- a. Laptop
- b. Arduino IDE
- c. ESP32
- d. Sensor PIR HC-SR501
- e. Relay Lampu
- f. ESP32-CAM

4.2.2 Langkah - Langkah pengujian Sensor PIR dengan Lampu dan ESP32-CAM

Langkah - langkah yang harus dilakukan untuk melakukan pengujian:

1. Memastikan ESP32 telah terhubung dengan laptop.
2. Membuka program yang telah dibuat di Arduino IDE.
3. Memastikan laptop terhubung ke jaringan WiFi.
4. Lakukan konfigurasi WiFi pada program dengan memasukkan nama dan kata sandi WiFi yang terhubung ke laptop. Hal ini memungkinkan ESP32 terhubung ke jaringan WiFi saat program dijalankan.

5. Jalankan program dengan mengklik tombol "upload" dan buka "serial monitor" untuk memastikan apakah ESP32 telah terhubung ke jaringan WiFi.
6. Jika ESP32 telah terhubung ke jaringan WiFi, sensor PIR akan mendeteksi gerakan.
7. Lakukan gerakan berjalan mondar-mandir di depan sensor PIR.
8. Tambahkan aksi untuk lampu dan ESP32-CAM setiap kali pengujian dilakukan. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa lampu dan ESP32-CAM berfungsi dengan baik ketika sensor PIR mendeteksi gerakan.

4.2.3 Hasil Pengujian Sensor PIR dengan Relay Lampu dan ESP32-CAM

Pada pengujian ini, penulis menghitung persentase terdeteksi pengujian sensor PIR Sensor PIR dengan Relay Lampu dan ESP32-CAM. Perhitungan tingkat persentase deteksi menggunakan rumus:

$$\text{Persentase terdeteksi (\%)} = \left| \frac{\text{Jumlah terdeteksi}}{\text{Jumlah pengujian}} \right| \times 100\%$$

Selain itu, penulis juga melakukan perhitungan persentase terdeteksi dengan membagi jumlah hasil pengujian yang terdeteksi dengan jumlah total pengujian yang dilakukan. Berikut adalah hasil tingkat akurasi yang berhasil penulis dapatkan dalam pengujian ini:

Tabel 4. 2 Pengujian dari Sensor PIR 1

| Pengujian Ke- | PIR 1 | Lampu | Kamera |
|----------------------|------------------|--------------|---------------|
| 1 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 2 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 3 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 4 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 5 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 6 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 7 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 8 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 9 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 10 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 11 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 12 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 13 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 14 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |

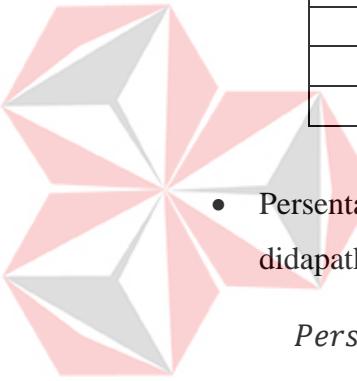
| Pengujian Ke- | PIR 1 | Lampu | Kamera |
|---------------|------------------|-------|--------|
| 15 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 16 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 17 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 18 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 19 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 20 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 21 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 22 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 23 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 24 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 25 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 26 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 27 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 28 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 29 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 30 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |

- Persentase deteksi pengujian Sensor PIR 1 pada adalah 86.7% yang didapatkan dari:

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase terdeteksi (\%)} &= \left| \frac{\text{Jumlah terdeteksi}}{\text{Jumlah pengujian}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{26}{30} \right| \times 100\% \\
 &= 86.7\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 3 Pengujian dari Sensor PIR 2

| Pengujian Ke- | PIR 2 | Lampu | Kamera |
|---------------|------------------|-------|--------|
| 1 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 2 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 3 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 4 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 5 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 6 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 7 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 8 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 9 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 10 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 11 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |



| Pengujian Ke- | PIR 2 | Lampu | Kamera |
|---------------|------------------|-------|--------|
| 12 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 13 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 14 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 15 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 16 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 17 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 18 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 19 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 20 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 21 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 22 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 23 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 24 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 25 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 26 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 27 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 28 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 29 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 30 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |

- Persentase deteksi pengujian Sensor PIR 2 pada adalah 83.3% yang didapatkan dari:

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase terdeteksi (\%)} &= \left| \frac{\text{Jumlah terdeteksi}}{\text{Jumlah pengujian}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{25}{30} \right| \times 100\% \\
 &= 83.3\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 4 Pengujian dari Sensor PIR 3

| Pengujian Ke- | PIR 3 | Lampu | Kamera |
|---------------|------------------|-------|--------|
| 1 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 2 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 3 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 4 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 5 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 6 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 7 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 8 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 9 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |

| Pengujian Ke- | PIR 3 | Lampu | Kamera |
|---------------|------------------|-------|--------|
| 10 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 11 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 12 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 13 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 14 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 15 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 16 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 17 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 18 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 19 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 20 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 21 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 22 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 23 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 24 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 25 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 26 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 27 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 28 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 29 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 30 | Terdeteksi | Hidup | Hidup |

- Persentase deteksi pengujian Sensor PIR 3 pada adalah 80% yang didapatkan dari:

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase terdeteksi (\%)} &= \left| \frac{\text{Jumlah terdeteksi}}{\text{Jumlah pengujian}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{24}{30} \right| \times 100\% \\
 &= 80\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 5 Pengujian dari kedua Sensor PIR 1 dan 2

| Pengujian Ke- | PIR 1 | Lampu 1 | Kamera 1 | PIR 2 | Lampu 2 | Kamera 2 |
|---------------|------------|---------|----------|------------|---------|----------|
| 1 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 2 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 3 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 4 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 5 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 6 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 7 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |

| Pengujian Ke- | PIR 1 | Lampu 1 | Kamera 1 | PIR 2 | Lampu 2 | Kamera 2 |
|---------------|------------------|---------|----------|------------------|---------|----------|
| 8 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 9 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 10 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 11 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 12 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 13 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 14 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 15 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 16 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 17 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 18 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 19 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 20 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 21 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 22 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 23 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 24 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 25 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 26 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 27 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 28 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 29 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 30 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |

- Persentase deteksi pengujian kedua Sensor PIR 1 dan 2 adalah 78.4% yang didapatkan dari:

$$\text{Persentase terdeteksi (\%)} = \left| \frac{\text{Jumlah terdeteksi}}{\text{Jumlah pengujian}} \right| \times 100\%$$

$$\text{sensor PIR 1} = \left| \frac{24}{30} \right| \times 100\%$$

$$\text{sensor PIR 1} = 80\%$$

$$\text{sensor PIR 2} = \left| \frac{23}{30} \right| \times 100\%$$

$$\text{sensor PIR 2} = 76.7\%$$

$$\text{Persentase Deteksi antar 2 sensor (\%)} = \frac{\text{Pir 1 (\%)} + \text{Pir 2 (\%)}}{2}$$

$$\text{sensor PIR 1 dan 2} = \frac{80\% + 76.7\%}{2}$$

$$\text{sensor PIR 1 dan 2} = 78.4\%$$

Tabel 4. 6 Pengujian dari kedua Sensor PIR 1 dan 3

| Pengujian Ke- | PIR 1 | Lampu 1 | Kamera 1 | PIR 3 | Lampu 3 | Kamera 3 |
|---------------|------------------|---------|----------|------------------|---------|----------|
| 1 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 2 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 3 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 4 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 5 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 6 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 7 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 8 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 9 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 10 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 11 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 12 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 13 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 14 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 15 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 16 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 17 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 18 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 19 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 20 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 21 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 22 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 23 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 24 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 25 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 26 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 27 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 28 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 29 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 30 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Terdeteksi | Hidup | Hidup |

- Persentase deteksi pengujian kedua Sensor PIR 1 dan 3 adalah 80% yang didapatkan dari:

$$\text{Persentase terdeteksi (\%)} = \left| \frac{\text{Jumlah terdeteksi}}{\text{Jumlah pengujian}} \right| \times 100\%$$

$$\text{sensor PIR 1} = \left| \frac{25}{30} \right| \times 100\%$$

sensor PIR 1 = 83.3%

$$\text{sensor PIR 3} = \left| \frac{23}{30} \right| \times 100\%$$

sensor PIR 3 = 76.7%

$$\text{Persentase Deteksi antar 2 sensor (\%)} = \frac{\text{Pir 1 (\%)} + \text{Pir 3 (\%)}}{2}$$

$$\text{sensor PIR 1 dan 3} = \frac{83.3\% + 76.7\%}{2}$$

sensor PIR 1 dan 3 = 80%

Tabel 4. 7 Pengujian dari kedua Sensor PIR 2 dan 3

| Pengujian Ke- | PIR 2 | Lampu 2 | Kamera 2 | PIR 3 | Lampu 3 | Kamera 3 |
|---------------|------------------|---------|----------|------------------|---------|----------|
| 1 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 2 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 3 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 4 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 5 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 6 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 7 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 8 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 9 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 10 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 11 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 12 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 13 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 14 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 15 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 16 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 17 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 18 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 19 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 20 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 21 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 22 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 23 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 24 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 25 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 26 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 27 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |

| Pengujian Ke- | PIR 2 | Lampu 2 | Kamera 2 | PIR 3 | Lampu 3 | Kamera 3 |
|---------------|------------|---------|----------|------------|---------|----------|
| 28 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 29 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 30 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |

- Persentase deteksi pengujian kedua Sensor PIR 2 dan 3 adalah 71.7% yang didapatkan dari:

$$\text{Persentase terdeteksi (\%)} = \left| \frac{\text{Jumlah terdeteksi}}{\text{Jumlah pengujian}} \right| \times 100\%$$

$$\text{sensor PIR 2} = \left| \frac{23}{30} \right| \times 100\%$$

$$\text{sensor PIR 2} = 76.7\%$$

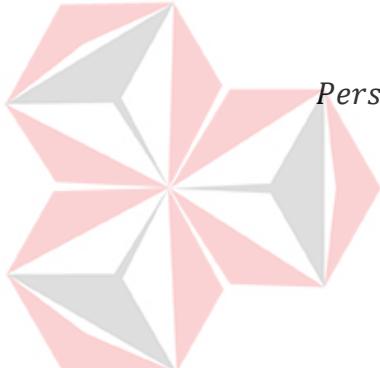
$$\text{sensor PIR 3} = \left| \frac{20}{30} \right| \times 100\%$$

$$\text{sensor PIR 3} = 66.7\%$$

$$\text{Persentase Deteksi antar 2 sensor (\%)} = \frac{\text{Pir 2 (\%)} + \text{Pir 3(\%)}}{2}$$

$$\text{sensor PIR 2 dan 3} = \frac{76.7\% + 66.7\%}{2}$$

$$\text{sensor PIR 2 dan 3} = 71.7\%$$



UNIVERSITAS
Dinamika

Tabel 4. 8 Pengujian dari ketiga Sensor PIR 1,2 dan 3

| Pengujian Ke- | PIR 1 | Lampu 1 | Kamera 1 | PIR 2 | Lampu 2 | Kamera 2 | PIR 3 | Lampu 3 | Kamera 3 |
|---------------|------------------|---------|----------|------------------|---------|----------|------------------|---------|----------|
| 1 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 2 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 3 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 4 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 5 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 6 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 7 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 8 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 9 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 10 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 11 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 12 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 13 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 14 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 15 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 16 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 17 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 18 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 19 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 20 | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 21 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 22 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 23 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |

| Pengujian Ke- | PIR 1 | Lampu 1 | Kamera 1 | PIR 2 | Lampu 2 | Kamera 2 | PIR 3 | Lampu 3 | Kamera 3 |
|---------------|------------|---------|----------|------------------|---------|----------|------------------|---------|----------|
| 24 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 25 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 26 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 27 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 28 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Tidak Terdeteksi | Mati | Mati |
| 29 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |
| 30 | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup | Terdeteksi | Hidup | Hidup |

- Percentase deteksi pengujian ketiga Sensor PIR 1, 2, dan 3 adalah 75.6% yang didapatkan dari:



$$\text{Percentase terdeteksi (\%)} = \left| \frac{\text{Jumlah terdeteksi}}{\text{Jumlah pengujian}} \right| \times 100\%$$

$$\text{sensor PIR 1} = \left| \frac{28}{30} \right| \times 100\%$$

$$\text{sensor PIR 1} = 93.3\%$$

$$\text{sensor PIR 2} = \left| \frac{23}{30} \right| \times 100\%$$

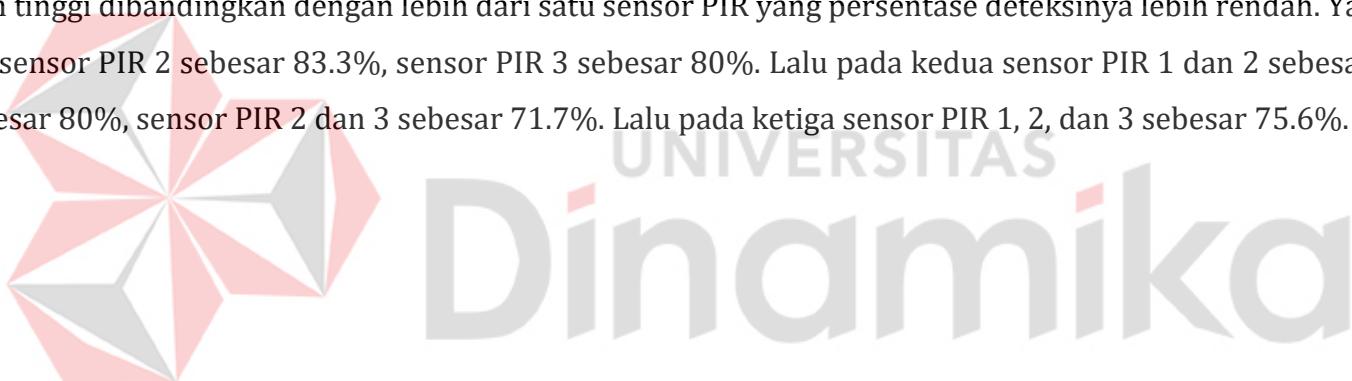
$$\text{sensor PIR 2} = 76.7\%$$

$$\text{sensor PIR 3} = \left| \frac{17}{30} \right| \times 100\%$$

$$\text{sensor PIR 3} = 56.7\%$$

$$\text{Persentase Deteksi antar 3 sensor (\%)} = \frac{\text{Pir 1 (\%)} + \text{Pir 2 (\%)} + \text{Pir 3(\%)}}{3}$$
$$\text{sensor PIR 1, 2 dan 3} = \frac{93.3\% + 76.7\% + 56.7\%}{3}$$
$$\text{sensor PIR 1, 2 dan 3} = 75.6\%$$

Kesimpulan dari keseluruhan pengujian sensor PIR adalah jika hanya satu sensor PIR saja yang mendeteksi, maka persentase deteksinya lebih tinggi dibandingkan dengan lebih dari satu sensor PIR yang persentase deteksinya lebih rendah. Yaitu sensor PIR 1 sebesar 86.7%, sensor PIR 2 sebesar 83.3%, sensor PIR 3 sebesar 80%. Lalu pada kedua sensor PIR 1 dan 2 sebesar 78.4%, sensor PIR 1 dan 3 sebesar 80%, sensor PIR 2 dan 3 sebesar 71.7%. Lalu pada ketiga sensor PIR 1, 2, dan 3 sebesar 75.6%.



4.3 Pengujian pengambilan gambar pada ESP32-CAM

Dalam pengujian ini, digunakan kamera ESP32-CAM untuk membandingkan hasil pengambilan gambar saat lampu sorot dinyalakan dan saat lampu sorot tidak digunakan. Hasil gambar kemudian dikirim melalui platform Telegram.

4.3.1 Alat dan Aplikasi Yang Dibutuhkan untuk Pengujian

Alat dan aplikasi yang dibutuhkan:

- a. Laptop
- b. Arduino IDE
- c. ESP32
- d. ESP32-CAM
- e. Telegram

4.3.2 Langkah - Langkah Pengujian ESP32-CAM

Langkah - langkah yang harus dilakukan untuk melakukan pengujian:

1. Memastikan ESP32-CAM telah terhubung dengan laptop.
2. Memastikan ESP32 sudah diprogram terlebih dahulu untuk *meng-trigger* ESP32-CAM agar mengambil gambar.
3. Membuka program yang telah dibuat di Arduino IDE.
4. Memastikan laptop terhubung ke jaringan WiFi.
5. Konfigurasikan program dengan memasukkan nama dan kata sandi WiFi yang terhubung ke laptop, sehingga ESP32-CAM dapat terhubung ke jaringan WiFi saat program dijalankan.
6. Menjalankan program dengan mengklik tombol "upload" dan buka "serial monitor" untuk memastikan apakah ESP32-CAM telah terhubung ke jaringan WiFi atau belum.
7. Di aplikasi Telegram, gunakan perintah "/photo" agar ESP32 *meng-trigger* ESP32-CAM untuk mengambil gambar.
8. Lalu hasil gambar yang diambil oleh ESP32-CAM dikirim ke Telegram.

4.3.3 Hasil Pengujian ESP32-CAM

Tabel 4. 9 Pengujian dari ESP32-CAM

| Kamera Ke- | Kamera Dengan Lampu Sorot | | Kamera Tanpa Lampu Sorot |
|------------|---------------------------|-------|--------------------------|
| | Siang | | Siang |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| Malam | | Malam | |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

Tabel 4.9 diatas merupakan hasil pengujian dari 3 buah kamera ESP32-CAM yang ditempatkan pada 3 tempat berbeda yaitu bagian depan alat diatas box mikrokontroler, bagian tengah kiri alat, dan bagian tengah kanan alat agar jangkauan pengambilan gambar bisa lebih lebar jadi keamanan bisa lebih terjaga, bisa dilihat dari tabel diatas bahwa gambar yang diambil tidak hanya satu arah saja melainkan 3 arah yang berbeda. Dan juga tabel diatas diketahui bahwa pengujian menggunakan lampu sorot dapat membantu meningkatkan hasil gambar pada kamera ESP32-CAM sedangkan tanpa menggunakan lampu hasil gambar terlihat tidak baik.

4.4 Pengujian Pengiriman Pesan melalui telegram

Pengujian yang dilakukan menggunakan Telegram bertujuan apakah pesan atau perintah yang dikirim melalui Telegram dapat ditampilkan di Serial Monitor juga.

4.4.1 Alat dan Aplikasi yang Dibutuhkan untuk Pengujian

Alat dan aplikasi yang dibutuhkan:

- a. Laptop
- b. ESP32
- c. Arduino IDE
- d. Telegram

4.4.2 Langkah - Langkah Pengujian Pengiriman Pesan Melalui Telegram

Langkah - langkah yang harus dilakukan untuk melakukan pengujian:

1. Memastikan ESP32 sudah terhubung dengan laptop.
2. Membuka program yang telah dibuat di Arduino IDE.
3. Memastikan laptop terhubung ke jaringan WiFi.
4. Lakukan konfigurasi WiFi pada program dengan memasukkan nama dan kata sandi WiFi yang digunakan di laptop. Ini memungkinkan ESP32 terhubung ke jaringan WiFi saat program dijalankan.
5. Menjalankan program dengan mengklik tombol "upload" dan buka "serial monitor" untuk memeriksa apakah ESP32 sudah terhubung ke jaringan WiFi.

6. Memeriksa apakah ESP32 sudah terhubung dengan WiFi.
7. Buka aplikasi Telegram di smartphone dan pilih bot Telegram yang telah dibuat.
8. Mengirim perintah ke ESP32 melalui bot Telegram dengan mengetikkan perintah yang telah ditentukan.
9. Pada serial monitor, pastikan bahwa perintah atau pesan yang dikirimkan dari bot Telegram dapat ditampilkan dengan baik.

4.4.3 Hasil Pengujian Pengiriman Pesan Melalui Telegram

Tabel 4. 10 Pengujian dari Pengiriman Pesan Telegram

| No. | Pesan | Serial Monitor |
|-----|------------|------------------|
| 1 | /info | Sistem Berjalan |
| 2 | /photo | Mengambil Gambar |
| 3 | /sisapakan | Sisa Pakan |
| 4 | /teslamu | Tes Lampu |

Pada Tabel 4.10 yang tertera di atas, terdapat hasil pengujian pengiriman data melalui telegram ke serial monitor. Dari hasil pengujian yang ditampilkan dalam tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengiriman pesan dari telegram ke serial monitor mencapai akurasi 100%. Hal ini menunjukkan bahwa keamanan alat pakan udang dapat berjalan dengan sangat akurat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil pengujian yang dilakukan penulis untuk penelitian Tugas Akhir ini dapat diperoleh beberapa sebagai berikut:

1. Penerapan dengan 3 buah kamera ESP32-CAM dapat membantu mengambil gambar dari arah yang berbeda, jadi keamanan alat lebih terjaga dibandingkan dengan 1 buah kamera ESP-32 CAM saja.
2. Penerapan alat pakan udang otomatis dapat memantau keamanan dengan memanfaatkan 3 buah sensor PIR sebagai pendekripsi gerakan dan 3 buah ESP32-CAM sebagai pengambil gambar dari hasil deteksi, lalu hasil gambar dikirimkan ke aplikasi Telegram. Bisa dilihat dari hasil pengujian pada sensor PIR yang dapat mendekripsi adanya gerakan, sensor PIR 1 mendapatkan persentase akurasi deteksi sebesar 86.7% sedangkan pada sensor PIR 2 mendapatkan persentase akurasi deteksi sebesar 83.3%, sedangkan pada sensor PIR 3 mendapatkan persentase akurasi deteksi sebesar 80%. Untuk pengujian menggunakan 2 sensor pada sensor PIR 1 dan 2 mendapatkan akurasi deteksi keduanya sebesar 78.4%, lalu pada sensor PIR 1 dan 3 mendapatkan akurasi deteksi keduanya sebesar 80%, lalu pada sensor PIR 2 dan 3 mendapatkan akurasi deteksi keduanya sebesar 71.7%. Untuk pengujian menggunakan 3 sensor pada Sensor PIR 1, 2, dan 3 mendapatkan persentase 75.6%. Pada saat pengujian terdapat kekurangan pada alat yaitu delay atau jeda waktu pada program sehingga menjadi tidak responsif.

5.2 Saran

Saran dari penulis untuk pengembangan Tugas Akhir ini agar menjadi lebih baik dari sebelumnya yaitu:

1. Untuk kedepannya meningkatkan kamera dengan kualitas yang lebih baik dari sebelumnya seperti 5MP SPI *Camera*.
2. Memperbaiki delay atau jeda waktu pada program ESP32-CAM agar tidak menunggu lama saat pengambilan gambar.

3. Memperbaiki *delay* atau jeda waktu pada program di ESP32 agar alat bisa bekerja lebih responsif. Karena pada saat sensor PIR mendeteksi gerakan membutuhkan waktu lama agar ESP32-CAM dan Lampu menyala, lalu beberapa pengujian sensor PIR tidak mendeteksi gerakan walaupun ada objek yang bergerak didepannya.
4. Jika alat dalam keadaan *offline*, kamera tetap dapat mengambil gambar lalu disimpan ke *microSD*, jika kembali *online* gambar yang sudah disimpan tadi dapat dikirimkan ke Telegram.



DAFTAR PUSTAKA

- Adharda, M. A., Somantri, M., Sudjadi, S. (2021). PERANCANGAN ANTARMUKA SMART SECURITY SYSTEM TAMBAK UDANG BERBASIS ANDROID. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 10(1), 106–113. <https://doi.org/10.14710/transient.v10i1.106-113>.
- Adri Achmad, F., Unang, S., & Ramadan, D. N. (2015). Perancangan dan Implementasi Alat Bantu Tunanetra dengan Sensor Ultrasonik dan Global Positioning System (GPS). *E-Proceeding of Applied Science*, 1(2), 1569–1576.
- Al-Gadri, Putri Fatimah Zahrah (2023). *Sistem Auto Light Dimmer pada Hidroponik Indoor Berbasis IOT menggunakan Fuzzy Logic Controller*. <https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/6856/>
- Arrahma, S., & Mukhaiyar, R. (2023). Pengujian Esp32-Cam Berbasis Mikrokontroler ESP32. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(1), 60–66. <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i1.347>.
- Febriansyah, Rizky Alief. (2023). Kendali Temperatur dan Pemantik sebagai Pengendali Nyala Api pada Sistem Pasteurisasi Susu. <https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/6913/>.
- Iqbal, Muhammad. (2022). Mikrokontroler ESP32. <https://miqbal.staff.telkomuniversity.ac.id/mikrokontroler-esp32/>
- Kurniawan, Hendrik. (2022). *Penerapan Internet of Things pada Sistem Keamanan Tambak dan Monitoring Pakan Udang Otomatis*. <https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/6603/>.
- Mohamad Yusuf Efendi. (2019). Implementasi Internet of Things Pada Sistem Kendali Lampu Rumah Menggunakan Telegram Messenger Bot Dan Nodemcu Esp 8266. *Global Journal of Computer Science and Technology*, 19, 15–25. <https://computerresearch.org/index.php/computer/article/view/1866>.
- Monita, M., Hendri, H. (2021). Sistem Kontrol Rumah Pintar Menggunakan Kamera Berbasis IoT. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 2(1), 107–112. <https://doi.org/10.24036/jtein.v2i1.141>.
- Ratri, L. C., Fitriyah, H., & Kurniawan, W. (2017). Deteksi Jumlah Penghuni Pada Ruangan Berpintu Untuk Smart Home Berbasis Arduino dan Sensor PIR. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(1), 36–43. Diambil dari <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/688>.

Sarmidi, & Sidik Ibnu Rahmat. (2018). Sistem Peringatan Dini Banjir Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Manajemen Dan Teknik Informatika*, 02(01), 181–190.

Setiawan, Dwi. (2022). *Mengenal Sensor Ultrasonik dan Cara Kerjanya*. <https://teknik-komputer-d3.stekom.ac.id/informasi/baca/Mengenal-Sensor-Ultrasonik-dan-Cara-Kerjanya/e5b259473d338ac5c15b9a868fb04f988847c289>.

Suhardi, Hidayati, R. ., & Nirmala, I. (2023). Smart Lamp: Kendali dan Monitor Lampu Berbasis Internet Of Things (IoT) . JUPITER: Jurnal Penelitian Ilmu Dan Teknologi Komputer, 14(2-c), 507–515. <https://doi.org/10.5281/5591/5.jupiter.2022.10>.

