

**HERO (*HOME RELIABILITY OPERATIONS*) SISTEM
KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN *MAGNETIC REED*
SWITCH SENSOR DAN SENSOR PIR BERBASIS IOT**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Diusulkan oleh :

Ramandani Bagus Pranata *NIM* 0032223

Regita Oktari Aulia *NIM* 0032224

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL PROYEK AKHIR

HERO (HOME RELIABILITY OPERATIONS) SISTEM KEAMANAN RUMAH MENGUNAKAN MAGNETIC REED SWITCH SENSOR DAN SENSOR PIR BERBASIS IOT

Oleh:

Ramandani Bagus Pranata NIM 0032223

Regita Oktari Aulia NIM 0032224

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

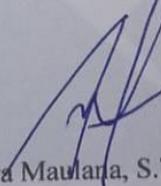
Menyetujui,

Pembimbing 1



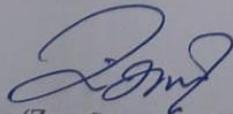
(Indra Dwisaputra, M.T.)

Pembimbing 2



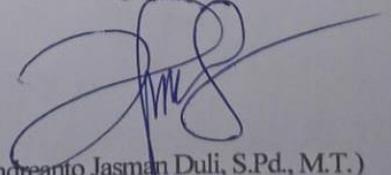
(Ade Putra Maulana, S.Tr.T., M.Tr.T.)

Penguji 1



(Zanu Saputra, M.Tr.T.)

Penguji 2



(Sirlus Andreanto Jasman Duli, S.Pd., M.T.)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Ramandani Bagus Pranata NPM : 0032223

Nama Mahasiswa 2 : Regita Oktari Aulia NPM : 0032224

Dengan Judul :HERO (HOME RELIABILITY OPERATIONS) SISTEM KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN MAGNETIC REED SWITCH SENSOR DAN SENSOR PIR BERBASIS IOT

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 30 juni 2025

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Ramandani Bagus Pranata



2. Regita Oktari Aulia



ABSTRAK

Perkembangan teknologi mendorong inovasi sistem keamanan rumah berbasis Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan keselamatan dan kenyamanan penghuni. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem keamanan rumah bernama HERO (Home Reliability Operations) yang mampu memantau kondisi rumah secara real-time melalui aplikasi Android. Metode yang digunakan meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak dengan mengintegrasikan sensor tegangan untuk memantau status daya sistem, sensor PIR untuk mendeteksi pergerakan manusia, serta ESP32-CAM untuk pengawasan visual. Sistem juga dilengkapi motor servo yang memungkinkan pengguna untuk memonitoring rumah dalam jangkauan yang lebih luas melalui aplikasi Android. Pengujian dilakukan untuk memastikan fungsi utama berjalan optimal, meliputi akurasi sensor tegangan dengan tingkat kesalahan 0,14%, kemampuan sensor PIR mendeteksi gerakan hingga jarak 60 cm, efektivitas pengiriman gambar otomatis dari ESP32-CAM ke Telegram saat mendeteksi pergerakan, serta akurasi motor servo dalam mengatur sudut, dengan perbandingan sudut pada LCD dan hasil pengukuran manual menggunakan busur derajat.

Kata Kunci: Sistem Keamanan Rumah, IoT, HERO, Android.

ABSTRACT

Technological developments are driving innovation in Internet of Things (IoT)-based home security systems to improve the safety and comfort of residents. This research aims to design and build a home security system called HERO (Home Reliability Operations) that is capable of monitoring home conditions in real-time through an Android application. The method used includes hardware and software design by integrating a voltage sensor to monitor the system's power status, a PIR sensor to detect human movement, and an ESP32-CAM for visual surveillance. The system is also equipped with a servo motor that allows users to monitor the home in a wider range through an Android application. Tests were conducted to ensure optimal functioning of the main functions, including the accuracy of the voltage sensor with an error rate of 0.14%, the ability of the PIR sensor to detect movement up to a distance of 60 cm, the effectiveness of automatic image sending from the ESP32-CAM to Telegram when detecting movement, and the accuracy of the servo motor in adjusting angles, by comparing the angles on the LCD and the results of manual measurements using a protractor.

Keywords: Home Security System, IoT, HERO, Android.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan makalah ini sebagai bagian dari Laporan Proyek Akhir pada program studi D-III Teknik Elektronika di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung . Laporan ini membahas tentang HERO (Home Reliability Operations) sistem keamanan rumah menggunakan magnetic reed switch sensor dan sensor pir berbasis IoT, yang menjadi fokus penelitian dan eksplorasi penulis selama perjalanan akademik. Penulisan laporan ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan program pendidikan Diploma III Teknik Elektronika , serta mendalami konsep sistem otomatis berbasis IoT , yang diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis mendapatkan bimbingan, dukungan, dan inspirasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan tulus penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan kepada penulis selama pembuatan laporan proyek akhir.
2. Keluarga besar terutama kedua orang tua yang senantiasa memberikan doa dan motivasi serta dukungan moral dan materi.
3. Rekan kerja Proyek Akhir yang telah mendukung dan berjuang bersama sehingga proyek akhir ini dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.
4. Bapak Indra Dwisaputra M.T., selaku pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran berharga selama pembuatan dan penyusunan laporan proyek akhir ini.
5. Bapak Ade Putra Maulana, S. Tr. T., M. Tr. T selaku pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran berharga selama pembuatan dan penyusunan laporan proyek akhir ini.

6. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Bapak Ocsirendi, S.ST.,M.T. selaku Dosen Wali penulis di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
8. Ibu Novitasari, M.Pd., selaku Kepala Prodi D-III Teknik Elektronika.
9. Seluruh staff pengajar dan karyawan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
10. Seluruh teman-teman kelas 3 EA yang telah banyak membantu dan kebersamai 3 tahun ini.
11. Seluruh pihak-pihak terkait yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga makalah ini dapat memberikan manfaat serta menjadi referensi yang berguna bagi pembaca yang berkepentingan. Penulis juga menyadari bahwa makalah ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang.

Sungailiat, 30 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	13
1.1 Latar Belakang	13
1.2 Rumusan Masalah	14
1.3 Tujuan Proyek Akhir	14
1.4 Batasan Masalah.....	15
BAB II LANDASAN TEORI	16
2.1 Tinjauan Pustaka	16
2.2 Sistem Keamanan Rumah.....	18
2.3 Sistem Kontrol Keamanan Rumah.....	19
2.3.1 ESP32	19
2.3.2 ESP32-CAM 0v2640.....	21
2.3.3 Relay	22
2.4 Integrasi Perangkat IoT dan Aplikasi <i>Mobile</i> pada Sistem Keamanan Rumah... 23	
2.4.1 Aplikasi <i>mobile</i>	23
2.4.2 Blynk	24
2.4.3 Aplikasi telegram	25
2.4.4 Solenoid Lock Door.....	26
2.4.5 Sensor Magnetic reed switch.....	26
2.4.6 Sensor PIR (Sensor Inframerah Pasif).....	27
BAB III METODE PELAKSANAAN.....	29
Perancangan sistem.....	29
3.1 Identifikasi Makalah.....	30
3.2 Studi Literatur	30
3.3 Perancangan Sistem.....	31

3.3.1 Rancangan <i>Hardware</i>	31
3.3.2 Perancangan Software.....	36
3.3.3 Desain Antarmuka Pengguna (User Interface) Aplikasi.....	40
3.3.4 Flowchart Alur Kerja.....	40
Deteksi pintu/jendela terbuka/tertutup.....	40
3.4 Pembuatan Konstruksi.....	42
3.5 Pembuatan Software.....	42
3.6 Perakitan Alat.....	43
3.7 Uji Coba Alat.....	43
3.8 Laporan Akhir.....	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Deskripsi Alat.....	45
4.1 Pengujian Sensor Tegangan.....	46
4.2 Pengujian Sensor PIR.....	47
4.3 Pengujian Motor servo.....	49
4.4 Pengujian ESP32 cam.....	50
4.5 Pengujian Keseluruhan.....	53
BAB V PENUTUP.....	56
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu	4
Tabel 4.1 Data Sensor PIR.....	23
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Motor Servo.....	26
Tabel 4.3 Tabel Waktu Pengambilan Dan Pengiriman Gambar	28
Tabel 4.4 Tabel Hasil Deteksi Gerakan + Pengambilan Gambar	29
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem Keamanan Rumah HERO.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 sistem keamanan rumah	6
Gambar 2.1 ESP 32	7
Gambar 2.2 ESP 32-Cam 0v2640	7
Gambar 2.3 Relay	8
Gambar 2.4 Aplikasi Mobile	9
Gambar 2.5 Blynk	9
Gambar 2.6 Selenoid Door Lock.....	10
Gambar 2.7 Sensor Magnetic Reed Switch	10
Gambar 2.8 Sensor PIR	11
Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Kerja	12
Gambar 3.2 Desain Prototype Kerja.....	14
Gambar 3.3 Blok Diagram.....	15
Gambar 3.4 Sistem Kontrol ESP 32 CAM 0v2640.....	15
Gambar 3.5 Sistem Kontrol ESP 32.....	16
Gambar 3.6 Flowchart Sistem Kerja Alat.....	16
Gambar 4.1 Alat Keseluruhan	22
Gambar 4.2 Uji Coba Sensor PIR.....	24
Gambar 4.3 Pengujian Sensor Tegangan.....	25
Gambar 4.4 Grafik Pengujian Motor Servo.....	27
Gambar 4.5 Hasil Capture Gambar.....	50
Gambar 4.6 Tampilan Antarmuka Aplikasi Blynk Untuk Monitoring ESP 32-CAM	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup.....	35
Lampiran 2. Program.....	37
Lampiran 3. Denah Rumah 2D.....	46



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sering terjadinya tindak kriminalitas, khususnya kasus pencurian di rumah baik rumah yang kosong maupun yang berpenghuni membuat pemilik rumah harus lebih waspada dan berhati-hati dalam menjaga keamanan. Menurut Richard, Andrew, dan Diana (2014), kasus pencurian di lingkungan perumahan menunjukkan kecenderungan yang mengkhawatirkan. Seiring dengan perkembangan zaman yang semakin modern, teknologi pun berkembang pesat dan melahirkan banyak inovasi di bidang teknologi informasi dan komunikasi. Salah satunya adalah pengembangan sistem keamanan rumah berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat memantau kondisi rumah secara real-time (Wahyuni, Abdul, dan Irma, 2020).

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem keamanan berbasis IoT. Pangestu et al. (2024) merancang sistem berbasis ESP32-CAM dan sensor PIR dengan notifikasi Telegram, namun sistem tersebut hanya sebatas mendeteksi gerakan dan mengirimkan gambar tanpa adanya kontrol pintu otomatis. Penelitian Yusuf & Kurniawan (2024) membuat kamera keamanan asrama dengan akurasi PIR 95% dan pengiriman gambar dengan delay 2,5 detik, tetapi belum menyertakan pengendalian pintu dari jarak jauh. Rian dan Wiwin (2019) juga mengembangkan sistem keamanan pintu dan jendela berbasis IoT, namun masih terbatas pada tampilan status di LCD tanpa integrasi ke aplikasi mobile.

Berdasarkan permasalahan sebelumnya, penelitian ini mengembangkan sistem keamanan rumah berbasis IoT bernama HERO (Home Reliability Operations) yang memiliki fitur lebih komprehensif. HERO tidak hanya memantau kondisi rumah melalui aplikasi Android tetapi juga memungkinkan pengguna mengontrol pintu otomatis menggunakan selenoid door lock. Sistem ini dilengkapi sensor tegangan untuk memantau status daya ketika tidak ada listrik, sensor PIR untuk mendeteksi gerakan, serta ESP32-CAM untuk pengawasan visual yang

terhubung ke aplikasi Telegram. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi keypad sebagai alternatif akses, serta fitur untuk mengubah password melalui aplikasi Android sehingga meningkatkan fleksibilitas dan keamanan. Dengan inovasi ini, sistem HERO diharapkan menjadi solusi keamanan rumah yang lebih efektif, responsif, dan menyempurnakan kekurangan dari penelitian-penelitian sebelumnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dibuat sebelumnya, maka dapat diambil beberapa rumusan masalah yang akan di muat dalam laporan proyek akhir penulis sebagai berikut :

1. Bagaimana sistem dapat melakukan *monitoring* kondisi rumah secara *real-time* melalui smartphone?
2. Bagaimana cara mengendalikan ESP32-CAM serta membuka dan mengunci pintu atau jendela secara otomatis melalui aplikasi Android?
3. Seberapa efektif sistem keamanan rumah berbasis sensor pintu, jendela, dan PIR dalam mendeteksi potensi ancaman?

1.3 Tujuan Proyek Akhir

Adapun tujuan dari pembuatan proyek akhir ini yaitu sebagai berikut :

1. Mengembangkan program *monitoring* menggunakan sensor PIR (*Passive Infrared*) untuk mendeteksi pergerakan dalam jangka waktu tertentu serta mengaktifkan alarm secara otomatis.
2. Mengembangkan perangkat sistem keamanan rumah yang dapat dikontrol melalui aplikasi Android, termasuk fungsi pengawasan (melalui ESP32-CAM) dan penguncian otomatis pintu/jendela.
3. Membuktikan sistem mampu mendeteksi potensi ancaman melalui sensor pintu, jendela, dan PIR secara akurat.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada pembuatan proyek akhir ini yaitu sebagai berikut :

1. Kontrol sistem difokuskan pada pengendalian kamera ESP32-CAM untuk fungsi monitoring visual melalui aplikasi Android Blynk.
2. Sistem keamanan ini hanya diuji pada prototype rumah berskala kecil (1:10) dengan 1 pintu dan 2 jendela.
3. Monitoring kondisi rumah dibatasi hanya pada deteksi status pintu dan jendela (terbuka/tertutup) menggunakan sensor reed switch, deteksi pergerakan menggunakan sensor PIR, serta penyajian visual kamera melalui aplikasi Android Blynk.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka dilakukan untuk mengumpulkan berbagai referensi yang relevan dengan topik penelitian. Penulis mengkaji penelitian-penelitian sebelumnya guna memperoleh informasi, data, serta landasan teori yang mendukung dan memperkuat penelitian yang sedang dilakukan (Muji setiyo dan Rochman(2023)).

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu

No	Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Parameter Pengujian	Kelebihan	Kekurangan
1	Pangestu et al. (2024)	Sistem Keamanan Rumah Berbasis ESP32-CAM dan Sensor PIR dengan Notifikasi Telegram	Perancangan perangkat keras berbasis ESP32 dan integrasi dengan Telegram API	Akurasi sensor PIR mendeteksi gerakan pada jarak 1 m, delay pengiriman gambar ke aplikasi	Mampu mengirimkan gambar secara real-time ke Telegram	Tidak mendukung kontrol pintu otomatis dan pengawasan hanya pada sudut kamera statis
2	Y. A. Cahyono, Suharto & Mustafa (2024)	Kamera Keamanan Berbasis IoT untuk Asrama	Integrasi ESP32-CAM dengan Telegram API	Akurasi deteksi gerakan (95%), delay pengiriman gambar 2,5 detik	Monitoring visual efektif dengan tingkat akurasi PIR yang tinggi	Tidak dilengkapi backup daya, sistem mati saat listrik padam
3	Rian & Wiwin (2019)	Sistem Monitoring Pintu dan Jendela Menggunakan Sensor Reed Switch	Metode prototyping dengan pengujian akurasi sensor reed switch	Akurasi sensor reed switch mendeteksi status pintu/jendela (terbuka/tertutup)	Cukup efektif memantau kondisi pintu dan jendela	Tidak terintegrasi aplikasi mobile dan tidak ada fitur notifikasi

Penelitian oleh Pangestu et al. (2024) mengembangkan sistem keamanan rumah berbasis ESP32-CAM dan sensor PIR yang mampu mendeteksi gerakan serta mengirimkan gambar ke pengguna melalui aplikasi Telegram. Metode yang digunakan adalah perancangan perangkat keras berbasis ESP32 dengan pengujian parameter berupa akurasi sensor PIR dalam mendeteksi gerakan pada jarak 1 meter

dan waktu delay pengiriman gambar ke aplikasi. Hasil penelitian ini cukup efektif untuk monitoring visual, tetapi sistem tersebut belum mendukung kontrol akses pintu otomatis maupun pengawasan yang mencakup seluruh ruangan.

Penelitian oleh Y. A. Cahyono, Suharto, dan Mustafa (2024) merancang kamera keamanan berbasis IoT untuk asrama dengan sensor PIR yang memiliki tingkat akurasi 95% dan delay pengiriman gambar sebesar 2,5 detik. Penelitian ini menggunakan metode integrasi ESP32-CAM dengan Telegram API, sedangkan parameter pengujian berfokus pada deteksi gerakan dan kecepatan respon notifikasi. Namun, sistem ini tidak dilengkapi dengan backup daya sehingga rentan mati saat terjadi pemadaman listrik.

Sementara itu, Rian dan Wiwin (2019) mengembangkan sistem monitoring status pintu dan jendela menggunakan sensor reed switch yang menampilkan hasil pada layar LCD. Metode prototyping digunakan dalam penelitian tersebut dengan pengujian akurasi sensor reed switch dalam mendeteksi kondisi pintu (terbuka atau tertutup). Meskipun sistem ini cukup efektif dalam mendeteksi akses rumah, namun belum terintegrasi dengan aplikasi mobile dan tidak memiliki fitur notifikasi kepada pengguna.

Berdasarkan studi literatur tersebut, sistem-sistem keamanan rumah yang dikembangkan sebelumnya memiliki konsep serupa dalam memanfaatkan teknologi IoT untuk pemantauan jarak jauh. Namun, sebagian besar masih memiliki keterbatasan pada kontrol akses pintu, fleksibilitas pengelolaan sistem seperti pengaturan password, dan jangkauan pengawasan yang terbatas karena menggunakan kamera statis. Oleh karena itu, pada penelitian ini dikembangkan sistem HERO (Home Reliability Operations): Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Reed Switch dan Sensor PIR Berbasis IoT dengan metode prototyping yang melibatkan perancangan perangkat keras dan pengembangan aplikasi Android Blynk. Parameter yang diuji dalam sistem ini meliputi akurasi sensor reed switch dalam mendeteksi status pintu dan jendela, akurasi sensor PIR dalam mendeteksi gerakan hingga jarak 60 cm, respon motor servo dalam mengunci dan membuka pintu otomatis yang dibandingkan antara sudut pada LCD dengan hasil pengukuran busur derajat, serta delay pengiriman gambar dari ESP32-CAM

ke aplikasi Telegram. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan backup daya yang difokuskan pada solenoid door lock agar pintu tetap dapat dibuka secara manual saat listrik padam, serta fitur keypad dan pengaturan password melalui aplikasi Android untuk meningkatkan fleksibilitas dan keamanan.

2.2 Sistem Keamanan Rumah

Smart home atau rumah pintar adalah sistem rumah yang memanfaatkan teknologi komputer dan Internet of things (IoT) untuk mengintegrasikan dan mengendalikan berbagai perangkat elektronik secara otomatis dan efisien. Sistem ini dirancang agar penghuni rumah dapat memonitor dan mengendalikan peralatan elektronik dari jarak jauh melalui aplikasi berbasis *smartphone*, sehingga memberikan kemudahan, kenyamanan, serta efisiensi dalam aktivitas sehari-hari (Ramadandi, 2024). *Smart home* dapat diwujudkan melalui integrasi antara teknologi Android dan IoT, yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol fitur keamanan rumah seperti penguncian pintu secara jarak jauh, serta menerima notifikasi real-time melalui *smartphone*. Sistem prototipe ini menunjukkan bahwa *smart home* tidak hanya memberikan kemudahan, tetapi juga meningkatkan kontrol dan keamanan penghuni rumah (Muntahar & Pramono, 2024)

Sedangkan untuk kenyamanan, pemilik rumah dapat melengkapi rumah dengan robot pintar untuk urusan rumah tangga seperti memasak, membersihkan, mencuci, melipat pakaian, menyetrikan, dan sebagainya. Intinya, semakin banyak dan canggih teknologi yang digunakan di dalam sebuah rumah, maka semakin tinggi level kepintarannya (Andi, M. Sya'rani, 2020). Menurut Hildayanti dan Machrizzandi (2020) ada banyak manfaat yang dapat diperoleh oleh penghuni rumah yang menerapkan konsep rumah pintar dengan teknologi Internet of things ini, diantaranya adalah:

- a. Konsep *smarthome* akan meningkatkan keamanan rumah, terutama ketika pemilik rumah sedang berpergian jauh dan dalam jangka waktu yang cukup lama, sehingga mereka tak perlu merasa khawatir, karena dapat dipantau atau memonitor rumah dari jarak jauh kapan dan di mana saja melalui penggunaan kamera CCTV yang terintegrasi dengan sistem

pengendali jarak jauh melalui *smartphone*.

- b. *Smarthome* memudahkan aktivitas harian. Contohnya ketika pemilik rumah memiliki kontrol terhadap pencahayaan rumah. Pencahayaan rumah pintar dirancang dengan mempertimbangkan efisiensi energi. Baik di tempat kerja maupun di rumah, pencahayaan cerdas dapat secara otomatis menyesuaikan dengan kondisi hunian di siang hari. Hal ini dapat membantu mengurangi biaya listrik rumah tersebut dan dapat membantu mereduksi pemanasan global.
- c. Teknologi rumah pintar juga melindungi pemilik rumah dari tamu tak diundang. Dengan mengadopsi rumah pintar yang menggunakan fitur tambahan kunci pintar, seperti pemindai kartu, sidik jari, hingga penggunaan kode sandi, selain dikunci secara manual, maka tidak sembarang orang bisa masuk ke rumah tersebut. Di samping itu, seperti di hotel/apartemen, di rumah pun sudah bisa melihat wajah tamu yang datang melalui kamera yang terintegrasi dengan *smartphone*.



Gambar 2.1 sistem keamanan rumah

Sumber : <https://rifgimulyawan.com/blog/pengertian-smart-home/>(di akses pada 17 juli 2025)

2.3 Sistem Kontrol Keamanan Rumah

2.3.1 ESP32

Menurut Imran dan Rasul (2020), ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan sebagai penerus dari ESP8266 dengan berbagai peningkatan signifikan pada kemampuan dan fitur. ESP32 memiliki 36 pin GPIO (18 ADC/2 DAC), jauh lebih banyak dibandingkan ESP8266 yang hanya memiliki 17 pin (1 ADC tanpa DAC). Selain itu, ESP32 sudah dilengkapi dengan modul WiFi dan Bluetooth bawaan, yang memungkinkan komunikasi nirkabel tanpa memerlukan

perangkat tambahan. Sitohang (2021) juga menyebutkan bahwa ESP32 mendukung koneksi langsung ke komputer melalui port USB sehingga mempermudah proses pemrograman dan integrasi dengan perangkat lain. Beberapa keunggulan dari ESP 32 yang menjadikannya banyak dipilih dalam pengembangan sistem keamanan rumah berbasis IoT antara lain :



Gambar 2.2 *ESP 32*

1. Pada mikrokontroler ESP32 sudah terdapat modul WiFi, sehingga pengguna nya bisa mengontrol Mikrokontroler dari jarak jauh menggunakan jaringan Internet.
2. Mikrokontroler yang terdapat pada ESP32 sudah memiliki port USB sehingga mudah untuk di hubungkan ke komputer tanpa membutuhkan alat tambahan (Sitohang,2021).

Mekanisme pengolahan data ESP32 pada sistem ini diawali dengan membaca data dari sensor reed switch untuk mendeteksi status pintu dan jendela (terbuka atau tertutup) dan sensor PIR untuk mendeteksi adanya pergerakan di sekitar rumah. Data dari kedua sensor tersebut kemudian diproses menggunakan program yang telah ditanamkan pada ESP32 untuk menentukan langkah selanjutnya:

1. Jika pintu/jendela terdeteksi terbuka atau PIR mendeteksi gerakan, ESP32 akan memicu buzzer sebagai alarm dan mengirimkan notifikasi ke aplikasi Blynk melalui koneksi WiFi.
2. Mikrokontroler juga mengendalikan motor servo untuk membuka atau mengunci pintu secara otomatis ketika ada perintah dari aplikasi.
3. Seluruh proses berjalan secara real-time sehingga pengguna dapat memantau

dan mengontrol sistem keamanan melalui smartphone.

4. Selain itu, sistem ini dilengkapi backup daya untuk memastikan motor servo tetap dapat bekerja secara manual jika terjadi pemadaman listrik, sehingga pengguna masih bisa membuka pintu secara aman.

ESP32 menjadi pilihan utama dalam sistem HERO karena keunggulannya dalam mengelola berbagai perangkat input/output secara bersamaan, mendukung koneksi WiFi yang stabil, dan kemampuannya memproses data serta mengirimkan hasil ke aplikasi mobile. Mekanisme kerja yang responsif ini memungkinkan sistem keamanan rumah bekerja lebih efektif dan memberikan kenyamanan bagi pengguna.

ESP32 pada alat ini digunakan sebagai pusat kontrol untuk membaca sensor (reed switch, PIR), mengendalikan aktuator (relay, buzzer, servo), serta mengirim data ke aplikasi Blynk melalui WiFi agar pengguna dapat memantau dan mengendalikan sistem keamanan rumah secara real-time dari jarak jauh.

2.3.2 ESP32-CAM 0v2640

Menurut Wicaksono dan Rahmatya (2020), ESP32-CAM merupakan modul yang dapat digunakan untuk mengambil gambar, merekam video, sekaligus berfungsi sebagai modul WiFi untuk mengirim data secara nirkabel. Keunggulan ini menjadikan ESP32-CAM banyak dimanfaatkan dalam pengembangan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT).



Gambar 2.3 ESP 32-Cam 0v2640

Pada sistem HERO (Home Reliability Operations), ESP32-CAM berfungsi sebagai kamera pengawas untuk mengambil gambar atau video kondisi rumah secara *real-time*. Modul ini memanfaatkan koneksi WiFi untuk mengirimkan hasil tangkapan kamera ke aplikasi Blynk, sehingga pengguna dapat memantau kondisi rumah secara langsung melalui *smartphone*.

Mekanisme pengolahan data visual dimulai ketika sensor PIR mendeteksi

pergerakan, kemudian mikrokontroler mengaktifkan ESP32-CAM untuk mengambil gambar atau video. Modul ini juga mendukung pengawasan fleksibel dengan penggunaan mekanisme pan-tilt untuk memperluas jangkauan pemantauan ke seluruh ruangan.

2.3.3 Relay

Menurut Peggy et al. (2023), relay adalah komponen elektromekanis yang berfungsi sebagai saklar (switch) yang dapat dioperasikan secara listrik. Komponen ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu elektromagnet (coil) sebagai penggerak dan mekanisme kontak saklar (switch) yang berperan untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik dalam suatu rangkaian. Relay banyak digunakan dalam berbagai sistem kontrol untuk mengatur aliran listrik secara otomatis.

Berdasarkan cara kerjanya, relay dibedakan menjadi beberapa jenis, antara lain Change Over (CO), Normally Open (NO), dan Normally Closed (NC). Relay Change Over (CO) memiliki satu kontak saklar yang secara default terhubung ke salah satu terminal; saat kumparan pertama dialiri arus, saklar akan berpindah ke terminal A, sedangkan jika kumparan kedua dialiri arus, saklar akan berpindah ke terminal B. Relay Normally Open (NO) pada kondisi normal (tanpa arus) berada dalam keadaan terbuka, dan akan menutup ketika arus mengalir ke kumparan sehingga memungkinkan aliran listrik ke rangkaian. Sebaliknya, relay Normally Closed (NC) pada kondisi normal berada dalam keadaan tertutup dan akan terbuka saat dialiri arus sehingga memutuskan aliran listrik. Menurut Sucipto et al. (2023), konfigurasi ini banyak diterapkan dalam sistem proteksi dan otomasi untuk memastikan kontrol arus listrik yang aman dan efisien.



Gambar 2.4 Relay

Dalam sistem HERO, relay digunakan untuk mengatur aliran arus ke komponen seperti solenoid lock, buzzer, dan lampu indikator. Relay dengan dua kontak (NO dan NC) dipilih untuk memungkinkan dua skenario pengendalian sekaligus:

1. Kontak NO digunakan untuk menghidupkan solenoid lock hanya saat sistem memberikan perintah kunci/pembuka dari aplikasi.
2. Kontak NC digunakan sebagai jalur cadangan agar solenoid tetap bisa dikendalikan atau dilepas ketika listrik padam, sehingga pintu tetap dapat dibuka secara manual tanpa tergantung suplai daya.

Dengan demikian, pemanfaatan dua kontak relay memberikan fleksibilitas dan memastikan sistem keamanan tetap berfungsi normal pada kondisi normal maupun darurat.

2.4 Integrasi Perangkat IoT dan Aplikasi *Mobile* pada Sistem Keamanan Rumah

2.4.1 Aplikasi *mobile*

Menurut Surahman dan Setiawan (2017), aplikasi mobile adalah perangkat lunak yang berjalan pada perangkat portabel seperti telepon pintar dan tablet. Aplikasi mobile banyak dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan, salah satunya hiburan seperti game, pemutar musik, hingga pemutar video, yang memungkinkan pengguna menikmati konten kapan saja dan di mana saja. Meskipun demikian, perangkat mobile memiliki keterbatasan memori yang relatif kecil sehingga pengembangan aplikasi harus mempertimbangkan efisiensi penggunaan sumber daya agar tidak membebani sistem.



Gambar 2.5 Aplikasi *Mobile*

Dalam sistem HERO (Home Reliability Operations), aplikasi mobile

digunakan sebagai antarmuka utama bagi pengguna untuk memantau kondisi rumah secara real-time. Melalui aplikasi ini, pengguna dapat memeriksa status pintu dan jendela, mendeteksi adanya pergerakan, mengontrol kunci pintu otomatis, serta memantau hasil tangkapan kamera ESP32-CAM secara langsung. Pemanfaatan aplikasi mobile dipilih karena mendukung notifikasi instan, hemat daya, dapat bekerja pada jaringan dengan bandwidth rendah, serta mudah dikustomisasi sesuai kebutuhan sistem keamanan rumah berbasis IoT.

2.4.2 Blynk

Menurut Ipanhar, Wijaya, dan Gunoto (2022), Blynk adalah platform aplikasi yang dapat diunduh secara gratis pada perangkat iOS dan Android yang berfungsi untuk mengontrol berbagai mikrokontroler seperti Arduino, Raspberry Pi, dan Espressif melalui koneksi Internet. Blynk dirancang khusus untuk Internet of Things (IoT) dengan kemampuan untuk mengontrol perangkat keras dari jarak jauh, menampilkan data sensor secara real-time, menyimpan data, memvisualisasikan informasi, dan mendukung berbagai fungsi canggih lainnya. Platform ini terdiri dari tiga komponen utama, yaitu Blynk Application (aplikasi mobile sebagai antarmuka pengguna), Blynk Server (yang menangani komunikasi antara aplikasi dan perangkat), dan Blynk Library (yang diintegrasikan pada mikrokontroler untuk menghubungkan perangkat ke server).



Gambar 2.6 Blynk

Dalam sistem HERO (Home Reliability Operations), Blynk digunakan sebagai antarmuka utama untuk memonitor status pintu, jendela, dan aktivitas sensor PIR secara real-time. Selain itu, aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol motor servo pengunci pintu, memantau hasil tangkapan kamera ESP32-CAM, serta mengubah password pengamanan dari jarak jauh. Pemanfaatan Blynk

mendukung pengiriman data dengan delay rata-rata $\pm 1-2$ detik pada koneksi WiFi minimum 2 Mbps, serta kompatibel dengan berbagai perangkat IoT yang digunakan dalam sistem. Dengan dashboard yang fleksibel dan kemudahan integrasi, Blynk sangat efektif sebagai penghubung antara pengguna dan sistem keamanan berbasis ESP32.

2.4.3 Aplikasi telegram

Menurut penelitian Terok dan Sangkop (2020), Telegram Messenger adalah aplikasi pesan instan yang menyediakan layanan pengiriman pesan teks, berbagi foto, video, audio, serta pertukaran file berukuran besar hingga 2 GB per file secara cepat dan aman. Telegram menggunakan protokol komunikasi MTProto yang telah teruji kemampuannya dalam menjaga kerahasiaan data melalui enkripsi end-to-end, sehingga pesan hanya dapat diakses oleh pengirim dan penerima dengan tingkat keamanan tinggi.



Gambar 2.7 Telegram Messenger sebagai media komunikasi IoT (*Sumber: Wikipedia, Telegram (software), diakses 17 Juli 2025*)

Dalam sistem HERO (Home Reliability Operations), Telegram dimanfaatkan sebagai media notifikasi visual saat sensor PIR mendeteksi adanya gerakan. Modul ESP32-CAM terhubung ke bot API Telegram untuk mengirimkan gambar atau video kondisi rumah secara otomatis ke pengguna. Pemilihan Telegram didasarkan pada keunggulannya yang mendukung integrasi IoT melalui API, memiliki waktu pengiriman data yang cepat (delay $\pm 2-3$ detik), serta mendukung transfer file multimedia dalam jumlah besar tanpa penurunan kualitas. Dengan fitur-fitur tersebut, Telegram sangat ideal sebagai media komunikasi pada sistem keamanan rumah berbasis IoT.

2.4.4 Solenoid Lock Door

Menurut penelitian Suwartika dan Sembada (2020), solenoid lock adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengunci atau membuka pintu secara otomatis. Solenoid lock bekerja dengan prinsip elektromagnetik, di mana kumparan di dalam solenoid menghasilkan gaya magnet ketika dialiri arus listrik 12 volt. Saat arus listrik mengalir, gaya magnet tersebut menarik mekanisme pengunci sehingga pintu berada dalam kondisi terbuka (open). Sebaliknya, ketika aliran listrik diputus, gaya magnet hilang sehingga mekanisme pengunci kembali ke posisi semula dan pintu terkunci (close).



Gambar 2.8 *Solenoid Door Lock*

Dalam sistem HERO (Home Reliability Operations), solenoid lock digunakan sebagai aktuator untuk mengontrol akses pintu secara otomatis melalui aplikasi Blynk. Komponen ini dipilih karena mampu memberikan penguncian yang cepat dan praktis, serta dapat diintegrasikan dengan sistem backup daya sehingga solenoid tetap bisa berfungsi secara manual ketika terjadi pemadaman listrik. Mekanisme ini memungkinkan pengguna untuk mengunci atau membuka pintu dari jarak jauh menggunakan ESP32, sekaligus menjaga keamanan rumah dengan tingkat fleksibilitas yang tinggi.

2.4.5 Sensor Magnetic reed switch

Menurut penelitian Amini (2021), sensor *magnetic door switch* bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik. Sensor ini terdiri dari dua bagian, yaitu *reed switch* dan magnet permanen. Saat kedua bagian sensor berdekatan, medan magnet dari magnet permanen menjaga *reed switch* dalam kondisi tertutup (*normally closed*), sehingga arus listrik dapat mengalir dengan normal dan sensor berada pada kondisi *standby*. Namun, ketika kedua bagian sensor berjauhan karena pintu atau

jendela dibuka, medan magnet tidak lagi mempengaruhi *reed switch*, sehingga *switch* berubah ke kondisi terbuka (*normally open*) dan memutus arus listrik.



Gambar 2.9 Sensor *Magnetic reed switch*

Dalam sistem HERO (Home Reliability Operations), sensor magnetic door switch digunakan untuk memantau status pintu dan jendela secara real-time. Sensor ini dipilih karena responsnya cepat, konsumsi dayanya rendah, serta mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32 untuk memicu notifikasi melalui aplikasi Blynk. Ketika sensor mendeteksi pintu atau jendela terbuka, ESP32 memproses data tersebut untuk mengaktifkan alarm dan mengirimkan status ke smartphone pengguna. Dengan begitu, pemilik rumah dapat segera mengetahui akses masuk yang tidak sah dan mengambil tindakan pencegahan.

2.4.6 Sensor PIR (Sensor Inframerah Pasif)

Sensor PIR (Passive Infrared) memiliki dua bagian detektor yang menangkap radiasi infra merah (IR) yang dipancarkan oleh objek di sekitarnya. Saat tidak ada pergerakan, kedua detektor menerima radiasi dengan nilai yang relatif sama. Namun, ketika ada objek dengan suhu lebih tinggi seperti tubuh manusia yang bergerak melintasi area deteksi, sensor mendeteksi perbedaan nilai radiasi antara kedua detektor tersebut. Perbedaan ini diproses oleh rangkaian internal sensor untuk menghasilkan sinyal logika HIGH yang selanjutnya dikirimkan ke mikrokontroler (ElecFreaks, 2015)..



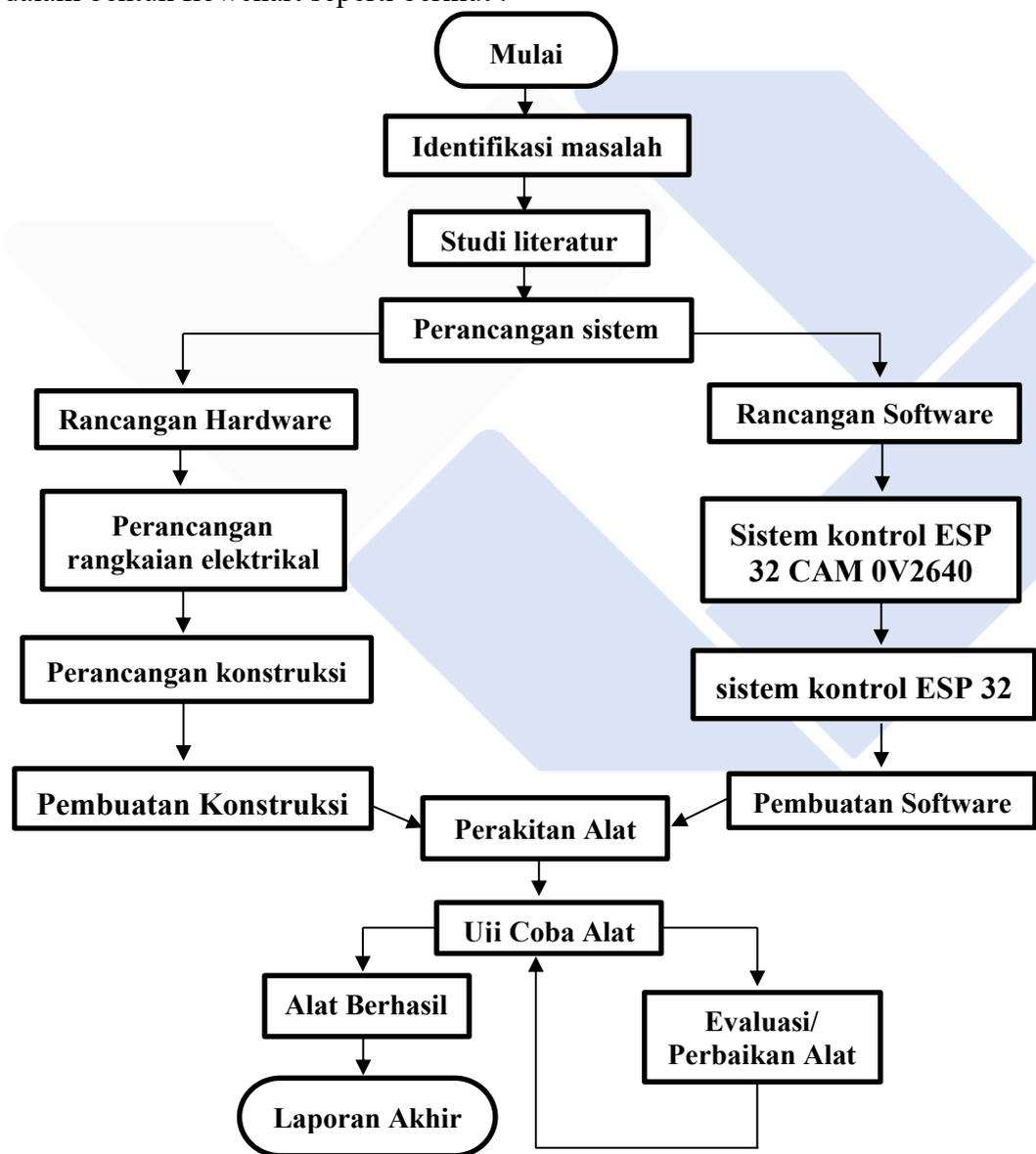
Gambar 2.10 Sensor PIR

Pada sistem HERO (Home Reliability Operations), sensor PIR digunakan untuk mendeteksi pergerakan manusia dalam jarak maksimal 5–7 meter dengan sudut deteksi 360°. Sensor ini dipilih karena bekerja secara pasif tanpa memancarkan energi, hemat daya, memiliki waktu respons cepat (kurang dari 2 detik), dan mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32. Ketika PIR mendeteksi pergerakan, data akan diproses oleh ESP32 untuk memicu buzzer sebagai alarm, mengaktifkan kamera ESP32-CAM guna mengambil gambar, serta mengirimkan notifikasi ke aplikasi Blynk agar pengguna dapat memantau kondisi rumah secara real-time dari jarak jauh.



BAB III
METODE PELAKSANAAN

Dalam penyusunan Proyek Akhir ini, terdapat tahapan-tahapan yang menggambarkan proses pengerjaan dari awal hingga selesai. Penjelasan ini bertujuan untuk memperjelas langkah-langkah kerja, alat yang digunakan, serta hasil yang ingin dicapai. Adapun tahapan tersebut divisualisasikan dalam bentuk flowchart seperti berikut :



Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Kerja

3.1 Identifikasi Makalah

Dalam pengembangan sistem keamanan rumah berbasis IoT ini, ditemukan beberapa masalah yang menjadi perhatian utama. Sistem hanya mampu mengirimkan gambar melalui Telegram ketika sensor PIR mendeteksi adanya gerakan, namun tidak dilengkapi dengan notifikasi status pintu atau jendela yang menunjukkan apakah dalam kondisi terbuka atau tertutup. Hal ini mengakibatkan informasi yang diterima pengguna kurang menyeluruh untuk memantau keamanan rumah secara real-time. Menurut Suwartika & Sembada (2020), keterbatasan notifikasi pada sistem keamanan berbasis IoT seringkali menyebabkan pengguna kehilangan informasi penting terkait status akses rumah. Selain itu, pada tahap pengujian ditemukan kendala koneksi antara ESP32-CAM dengan jaringan WiFi, di mana perangkat memerlukan waktu yang cukup lama untuk terhubung, terutama ketika sistem dinyalakan ulang atau saat koneksi terputus. Kondisi ini berpotensi mengurangi kecepatan respon sistem saat terjadi kejadian darurat (Wicaksono & Rahmatya, 2020). Di sisi lain, sensor PIR yang digunakan terdeteksi memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap perubahan suhu dan gerakan kecil di lingkungan sekitarnya, sehingga sering memicu alarm palsu (false alarm). Masalah serupa juga ditemukan pada penelitian Pangestu et al. (2024), di mana sensitivitas PIR harus dikalibrasi ulang agar sistem dapat bekerja lebih akurat dan stabil.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur pada penelitian ini dilakukan dengan menelusuri berbagai referensi dari buku, jurnal, artikel ilmiah, dan sumber online yang relevan terkait pengembangan sistem keamanan rumah. Konsep dasar sistem keamanan rumah modern umumnya memanfaatkan sensor gerak, kamera pengawas, dan sistem notifikasi berbasis aplikasi mobile untuk meningkatkan keamanan penghuni (Wahyuni, Abdul, dan Irma 2020). Pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam sistem keamanan memungkinkan perangkat dapat dipantau dan dikendalikan secara real-time dari jarak jauh melalui jaringan internet, sehingga memberikan fleksibilitas dan efektivitas lebih baik dibandingkan sistem konvensional (Pangestu et al. 2024).

Selain itu, penelitian oleh Yusuf & Kurniawan (2024) membuktikan penggunaan ESP32-CAM dan sensor PIR mampu mendukung sistem keamanan rumah dengan fitur notifikasi visual melalui aplikasi Telegram. Namun, penelitian tersebut belum menyertakan kontrol akses pintu otomatis. Berdasarkan temuan literatur ini, sistem HERO (Home Reliability Operations) dirancang dengan menggabungkan berbagai teknologi seperti ESP32-CAM untuk monitoring visual, sensor PIR untuk deteksi gerakan, reed switch untuk memantau status pintu dan jendela, serta aplikasi Android sebagai pusat kontrol. Pendekatan ini diharapkan dapat menghasilkan sistem keamanan rumah yang lebih komprehensif dan responsif terhadap potensi ancaman.

3.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan untuk merancang perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang saling terintegrasi dalam membangun sistem keamanan rumah berbasis Internet of Things (IoT). Desain rangkaian elektronik menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali karena memiliki konektivitas WiFi bawaan dan mampu mengolah data sensor secara real-time (Imran & Rasul, 2020). Sensor reed switch digunakan untuk mendeteksi status pintu atau jendela, sensor PIR untuk mendeteksi gerakan manusia, dan ESP32-CAM sebagai kamera pengawas untuk mengirimkan visual ke aplikasi (Wahyuni, Abdul, dan Irma, 2020).

Di sisi perangkat lunak, sistem dirancang agar dapat memproses data dari sensor dan mengirimkan notifikasi melalui koneksi internet ke aplikasi Android yang telah dibuat. Aplikasi mobile ini digunakan untuk memantau kondisi rumah, mengontrol pintu secara otomatis, dan menerima pesan visual dari ESP32-CAM melalui Telegram (Yusuf & Kurniawan, 2024).

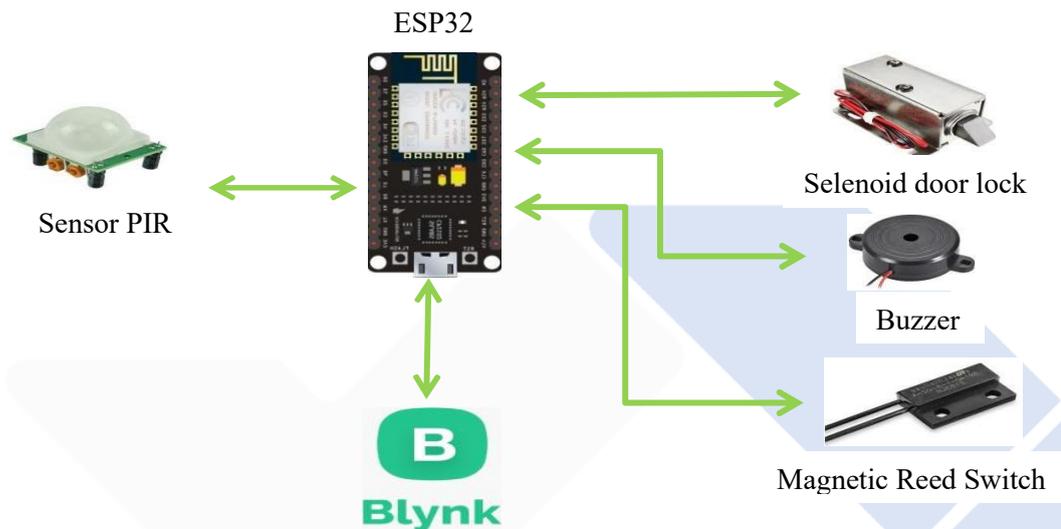
Perancangan ini menjadi dasar pengembangan lebih lanjut pada tahap perancangan hardware dan software.

3.3.1 Rancangan *Hardware*

Perancangan hardware meliputi dua aspek, yaitu konstruksi fisik dan rangkaian elektronik:

3.3.1.1 Perancangan Rangkaian Elektrikal

Perancangan rangkaian elektrikal pada sistem keamanan rumah ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali utama yang bertugas menerima dan memproses data dari berbagai sensor, kemudian mengendalikan aktuator, serta mengirimkan informasi ke aplikasi mobile melalui jaringan WiFi.



Gambar 3.2 Rangkaian Elektrikal Sistem HERO (Home Reliability Operations)

Alur kerja sistem dimulai dari sensor PIR mendeteksi gerakan. Sinyal dikirim ke ESP32, lalu ESP32 mengaktifkan ESP32-CAM untuk mengambil gambar. Hasilnya dikirim ke aplikasi Blynk, sementara buzzer aktif sebagai alarm. Setiap komponen pada blok diagram memiliki peran tersendiri dalam mendukung kinerja sistem secara keseluruhan. Adapun fungsi dari masing-masing komponen dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Sensor PIR (Input)

Sensor PIR berfungsi sebagai pendeteksi gerakan. Ketika sensor ini mendeteksi adanya pergerakan di sekitar area pengawasan, sensor akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler ESP32.

2. ESP32 (Prosesor/Pengolah Data)

ESP32 menerima sinyal dari sensor PIR. Mikrokontroler ini kemudian memproses data tersebut dan menentukan aksi apa yang harus dilakukan,

baik mengaktifkan peringatan, mengunci pintu, atau mengirim notifikasi.

3. Output yang Dihasilkan dari ESP32:

1. Blynk (Output Notifikasi/Monitoring)

ESP32 terhubung dengan aplikasi Blynk untuk mengirimkan informasi atau status keamanan rumah secara real-time kepada pengguna melalui smartphone.

2. Solenoid Door Lock (Pengunci Pintu Otomatis)

Jika diperlukan, ESP32 akan mengaktifkan solenoid door lock untuk mengunci pintu secara otomatis sebagai respons atas deteksi gerakan.

3. Buzzer (Alarm Suara)

ESP32 juga mengaktifkan buzzer sebagai penanda suara apabila ada aktivitas mencurigakan yang terdeteksi.

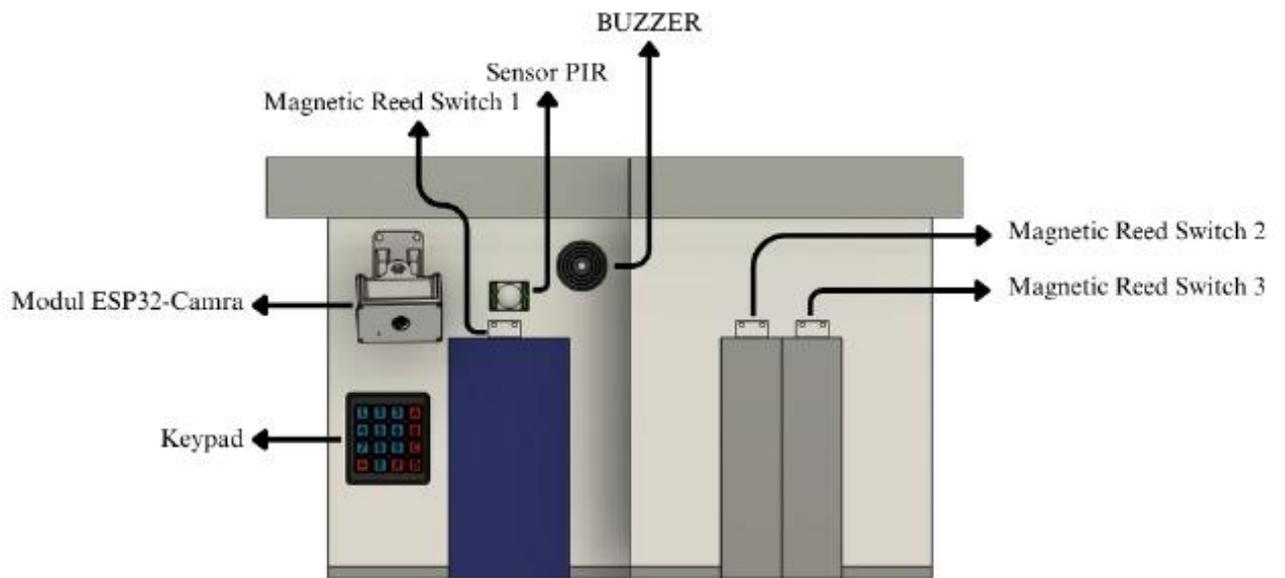
4. Reed Magnetic Switch (Sensor Status Pintu dan Jendela)

Sensor ini berfungsi mendeteksi apakah pintu atau jendela dalam keadaan terbuka atau tertutup. ESP32 membaca status dari sensor ini untuk memastikan keamanan pintu dan jendela.

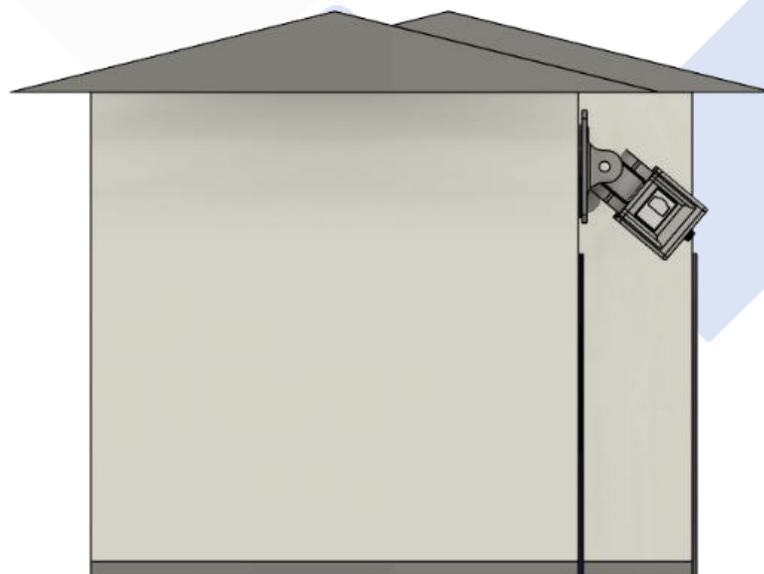
3.3.1.2 Perancangan Konstruksi

Sistem diwujudkan dalam bentuk prototipe rumah berskala 1:10 dengan ukuran 40 cm × 30 cm × 25 cm sebagai representasi rumah asli berukuran 4 m × 3 m. Prototipe ini dilengkapi 1 pintu dan 2 jendela. Pintu dilengkapi solenoid door lock untuk sistem penguncian otomatis, sedangkan sensor reed switch dipasang pada pintu dan jendela untuk mendeteksi status terbuka atau tertutup. Kamera ESP32-CAM dipasang dengan mekanisme pan-tilt agar dapat memantau seluruh area rumah secara fleksibel.

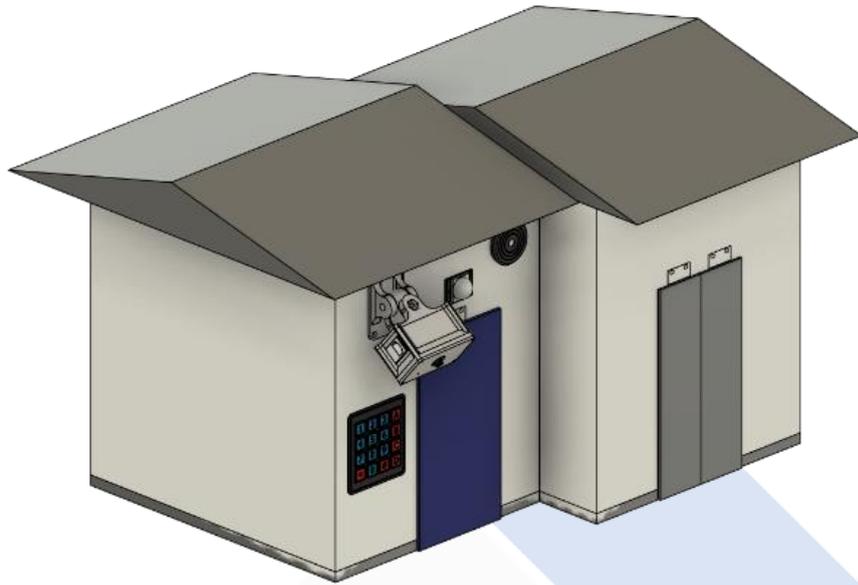
Berikut ini merupakan desain 3D prototype rumah yang dibuat sebagai representasi bentuk fisik dari rancangan sistem yang akan diterapkan. Desain ini bertujuan untuk mempermudah visualisasi peletakan komponen dan simulasi fungsi sistem.



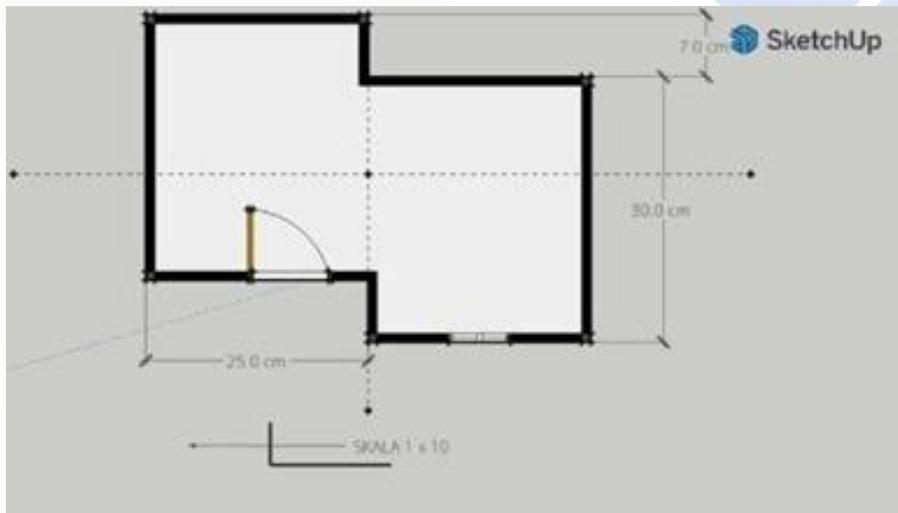
a.) Tampak Depan



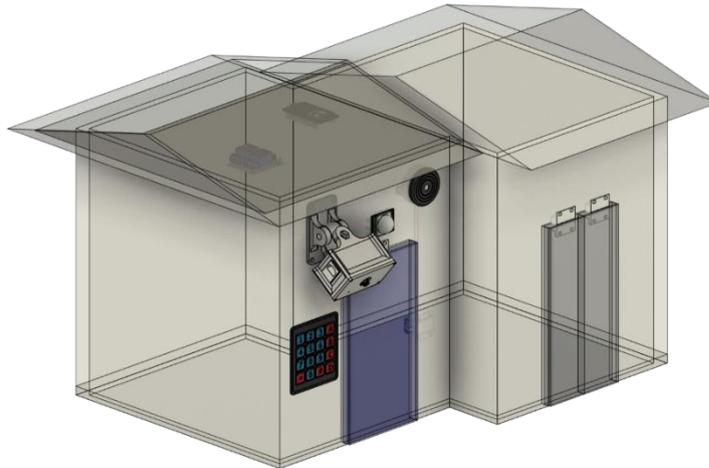
b.) Tampak Samping



c.) Tampak Atas



d.) Denah Rumah



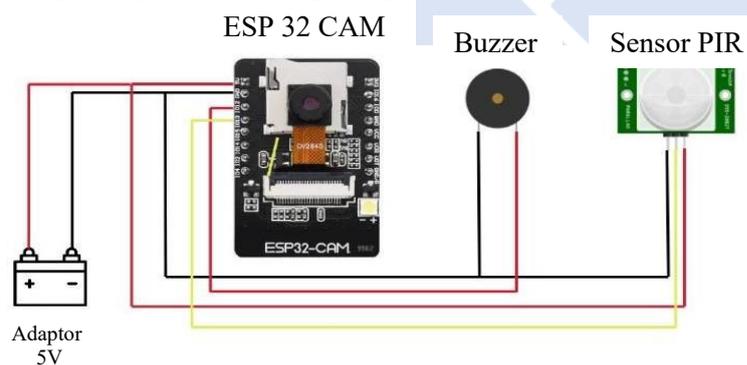
e.) Tampak Atas Transparant

Gambar 3.1 Desain Prototype Rumah : a.) Tampak depan, b.) Tampak samping, c.) tampak atas, d.) denah rumah, e.) tampak atas transparant

3.3.2 Perancangan Software

3.3.2.1 Sistem kontrol ESP 32 CAM 0V2640

Perancangan sistem kontrol melibatkan penghubungan berbagai komponen seperti ESP 32 CAM, *buzzer*, dan sensor PIR, sesuai dengan skema rangkaian yang telah dirancang. Setiap komponen berfungsi secara terintegrasi untuk mendukung kinerja sistem yang diinginkan.



Gambar 3.2 Sistem kontrol *ESP 32 CAM 0V2640*

Pada skematik diatas, alur kerja sistem dimulai dari komponen input hingga menghasilkan output yang sesuai. Berikut penjelasan alur kerja antar komponen yang saling terhubung dalam sistem

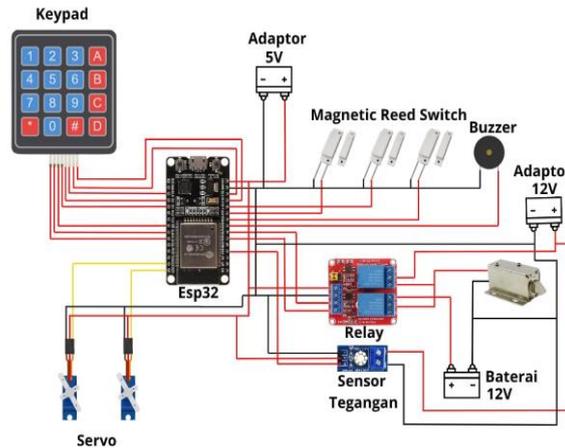
1. Sumber Daya (+ dan -)
 1. Sistem ini menggunakan sumber tegangan positif dan negatif (VCC dan GND).
 2. Tegangan positif (VCC) terhubung ke pin 5V ESP32-CAM.
 3. Tegangan negatif (GND) terhubung ke pin GND ESP32-CAM.
2. ESP32-CAM
 1. ESP32-CAM berperan sebagai otak sistem yang menerima input dari sensor dan mengontrol output.
 2. Dari ESP32-CAM inilah alur kelistrikan diteruskan ke komponen lainnya.
3. Buzzer (Output)
 1. Buzzer dihubungkan ke salah satu pin digital ESP32-CAM GPIO12 sebagai output.
 2. Jalur negatif buzzer langsung dihubungkan ke ground (GND).
 3. Buzzer akan menyala sesuai perintah dari ESP32-CAM, biasanya saat sensor mendeteksi gerakan.
4. Sensor PIR (Input)
 1. Sensor PIR bertindak sebagai input yang mendeteksi gerakan.
 2. Pin OUT dari PIR dihubungkan ke pin digital ESP32-CAM GPIO13.
 3. Jalur VCC dari PIR dihubungkan ke sumber 5V.
 4. Jalur GND dari PIR dihubungkan ke ground (GND).
 5. Ketika PIR mendeteksi gerakan, sinyal HIGH dikirim ke ESP32-CAM.

Dengan alur kerja seperti ini, sistem mampu mendeteksi gerakan, memberikan notifikasi, serta mengontrol perangkat pengaman secara otomatis demi menjaga keamanan rumah.

3.3.2.2 Sistem kontrol ESP 32

Perancangan sistem kontrol melibatkan penghubungan berbagai komponen seperti ESP 32, *keypad*, *reed magnetic switch* sensor, *solenoid door*

lock, relay, motor servo dan *buzzer*, sesuai dengan skema rangkaian yang telah dirancang. Setiap komponen berfungsi secara terintegrasi untuk mendukung kinerja sistem yang diinginkan.



Gambar 3.3 Sistem kontrol *ESP 32*

Pada skematik diatas, alur kerja sistem dimulai dari komponen input, diproses oleh ESP32, hingga menghasilkan output sesuai fungsi alat. Berikut penjelasannya:

1. Sumber Daya 5V dan 12V

1. Sistem ini memerlukan dua sumber daya, yaitu 5V dan 12V.
2. Sumber 5V digunakan untuk memberi daya ke ESP32, sensor, dan komponen kecil lainnya.
3. Sumber 12V digunakan untuk komponen yang membutuhkan arus lebih besar, seperti solenoid door lock.

2. ESP32 (Prosesor Utama)

1. ESP32 berperan sebagai pusat pengendali sistem.
2. ESP32 menerima input dari keypad, reed magnetic switch sensor, dan sensor tegangan.
3. Setelah memproses data, ESP32 mengendalikan output seperti solenoid door lock dan motor servo.

3. Keypad 4x4

1. Keypad berfungsi sebagai input utama untuk membuka kunci pintu dengan

memasukkan kode.

2. Keypad terhubung ke pin digital ESP32.
3. Data dari keypad diproses oleh ESP32 untuk memverifikasi password.

4. Reed Magnetic Switch Sensor

1. ketiga reed switch ini berfungsi memantau status pintu dan jendela (terbuka atau tertutup).
2. Reed switch dihubungkan ke pin digital ESP32.
3. Jika ada pintu atau jendela terbuka, reed switch akan mengirim sinyal ke ESP32.

5. Sensor Tegangan

1. Sensor tegangan digunakan untuk memantau apakah sumber daya 12V tersedia.
2. Sensor ini memberikan sinyal ke ESP32 terkait kondisi tegangan.

6. Solenoid Door Lock

1. Solenoid ini bekerja dengan tegangan 12V dan dikendalikan oleh ESP32 melalui relay atau transistor driver.
2. ESP32 akan mengunci atau membuka kunci sesuai hasil input dari keypad dan sensor keamanan.

7. Motor Servo

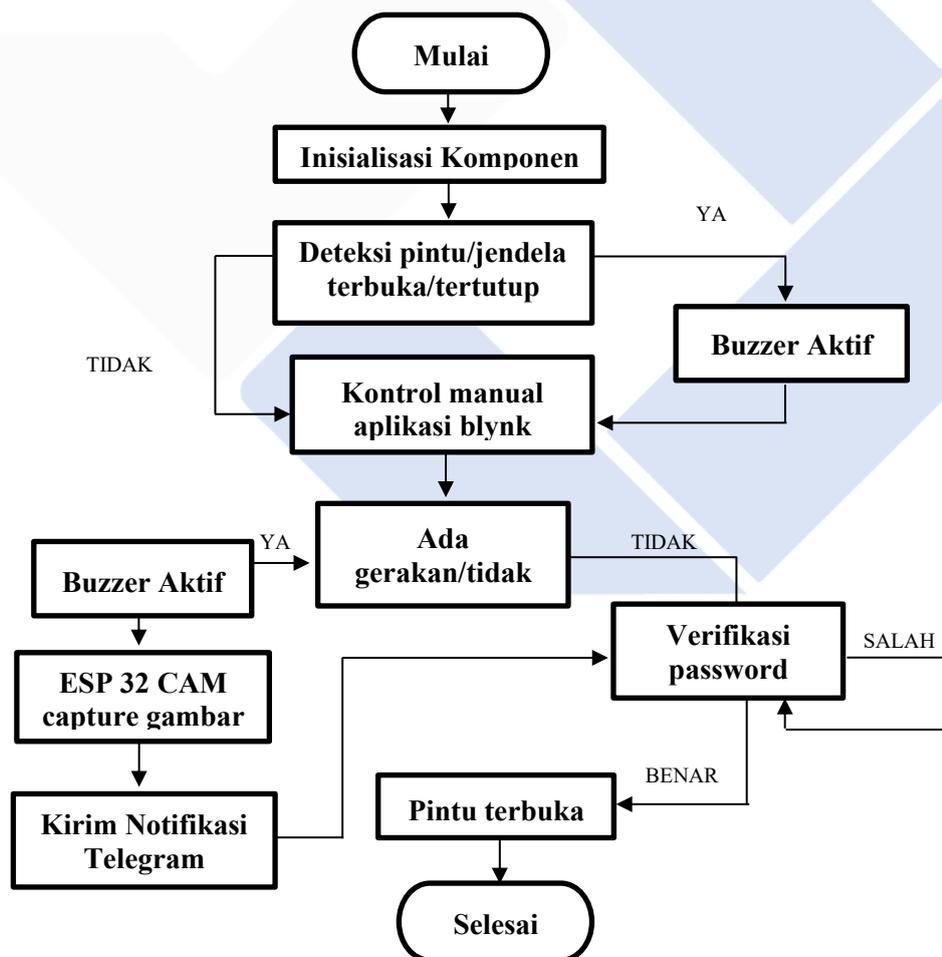
1. Dua buah motor servo digunakan untuk menggerakkan mekanisme tambahan, misalnya kamera atau sistem pengaman tambahan.
2. Motor servo dikendalikan langsung dari pin PWM ESP32.
3. Pergerakan servo dikendalikan berdasarkan kondisi yang terdeteksi oleh sensor atau perintah dari pengguna.

Dengan susunan seperti ini, sistem bekerja secara otomatis mulai dari menerima input melalui keypad dan sensor, diproses oleh ESP32, lalu mengendalikan berbagai output seperti solenoid lock dan motor servo sesuai kondisi yang terdeteksi.

3.3.3 Desain Antarmuka Pengguna (User Interface) Aplikasi

Antarmuka pengguna pada sistem ini dirancang menggunakan *platform* Blynk, yaitu aplikasi berbasis *Internet of things* (IoT) yang memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengendalikan perangkat secara *real-time* melalui *smartphone*. Pada proyek ini, antarmuka aplikasi Blynk digunakan untuk menampilkan *live streaming* dari kamera ESP32-CAM yang dipasang sebagai bagian dari sistem keamanan rumah. Selain itu, disediakan juga fitur penggantian password, yang memungkinkan pengguna untuk memperbarui kata sandi sistem keamanan agar privasi dan kontrol tetap terjaga.

3.3.4 Flowchart Alur Kerja



Gambar 3.4 flowchart alur kerja sistem

Flowchart ini menunjukkan alur kerja sistem keamanan rumah HERO.

Diawali dari inisialisasi semua komponen oleh ESP32, kemudian cek status pintu dan jendela, deteksi gerakan dengan sensor PIR, pengambilan gambar oleh ESP32-CAM, hingga pengiriman notifikasi ke aplikasi Blynk dan Telegram.

1. Mulai

Sistem dinyalakan dan mulai bekerja.

2. Inisialisasi Komponen

ESP32 menginisialisasi seluruh komponen seperti sensor PIR, reed magnetic switch, buzzer, ESP32-CAM, solenoid door lock, dan koneksi ke aplikasi Blynk.

3. Deteksi Pintu/Jendela Terbuka atau Tertutup

1. Sistem membaca data dari sensor reed magnetic switch:

2. Jika Terbuka (YA) → Sistem langsung mengaktifkan buzzer sebagai peringatan awal kepada penghuni rumah.

3. Jika Tertutup (TIDAK) → Sistem lanjut ke tahap berikutnya.

4. Kontrol Manual Aplikasi Blynk

Pengguna dapat mengendalikan sistem secara manual melalui aplikasi Blynk (misalnya mengunci/membuka kunci pintu).

5. Ada Gerakan/Tidak

Sistem mengecek apakah ada aktivitas mencurigakan yang terdeteksi oleh sensor PIR:

6. Jika Ada Gerakan (YA):

1. Buzzer Aktif → Memberikan peringatan suara.

2. ESP32-CAM Capture Gambar → Mengambil gambar kondisi sekitar.

3. Kirim Notifikasi Telegram → Mengirim hasil gambar ke pengguna melalui Telegram.

7. Jika Tidak Ada Gerakan (TIDAK):

Lanjut ke tahap verifikasi password.

8. Verifikasi Password

1. Pengguna memasukkan password pada keypad 4x4:
 2. Jika Benar: Solenoid door lock terbuka (Pintu Terbuka).
 3. Jika Salah: Solenoid tetap terkunci, dan sistem kembali ke kondisi monitoring.
9. Selesai
- Sistem kembali ke mode monitoring dan siap mendeteksi aktivitas selanjutnya.

3.4 Pembuatan Konstruksi

Pada tahap ini dilakukan proses pembuatan konstruksi prototype rumah sebagai media implementasi sistem keamanan rumah berbasis IoT. Prototype ini dibuat dengan skala 1:10 dari ukuran rumah asli, yaitu 40 cm x 30 cm x 25 cm. Desain rumah terdiri dari 1 pintu utama dan 2 jendela yang berfungsi sebagai media simulasi pengujian sistem monitoring pintu dan jendela. Dalam pembuatan konstruksi ini, bahan utama yang digunakan adalah lembaran akrilik karena memiliki keunggulan dari segi kekuatan, kerapian, dan tampilannya yang lebih profesional. Akrilik dipilih karena mudah dipotong, dibentuk, dan direkatkan, serta mampu memberikan tampilan prototype yang lebih presisi dan bersih dibandingkan dengan bahan lain seperti kayu atau triplek. Setiap bagian rumah, mulai dari dinding, atap, pintu, hingga jendela, dipotong sesuai ukuran rancangan, kemudian dirangkai menggunakan lem khusus akrilik agar kokoh. Selain itu, dibuat juga lubang jalur kabel untuk memudahkan proses instalasi komponen elektronik seperti sensor reed switch, PIR, ESP32-CAM, solenoid lock, buzzer, dan motor servo. Pemasangan komponen disesuaikan dengan posisi pintu dan jendela, agar sistem keamanan dapat bekerja secara optimal. Pembuatan konstruksi ini bertujuan untuk mendukung perakitan alat secara lebih rapi dan terstruktur, serta mempermudah proses pengujian sistem secara realistis dalam kondisi mendekati rumah sebenarnya.

3.5 Pembuatan Software

Penelitian ini berfokus pada proses pembuatan perangkat lunak yang terbagi

menjadi dua fokus utama. Fokus pertama adalah pemrograman modul ESP32 dan ESP32-CAM menggunakan Arduino IDE, yang menangani pengambilan gambar serta pengiriman data video secara langsung ke aplikasi. Fokus kedua adalah pengembangan aplikasi untuk memantau sistem keamanan rumah, yang terintegrasi dengan ESP32 melalui koneksi Wi-Fi untuk menampilkan live stream dari kamera dan fitur pengaturan password. Integrasi dari kedua fokus utama ini memberikan gambaran tentang pengembangan perangkat lunak yang diperlukan untuk mendukung sistem keamanan rumah berbasis ESP32.

3.6 Perakitan Alat

Proses pengerjaan sistem ini mencakup serangkaian tahapan dari awal hingga akhir. Pembuatan sistem ini didasarkan pada studi literatur yang telah dilakukan sebelumnya. Tahapan utama dalam proses ini meliputi desain perangkat lunak dan desain perangkat keras. Desain perangkat lunak dan perangkat keras yang telah dirancang kemudian akan diimplementasikan pada sistem dan dirangkai sesuai dengan konsep yang telah ditetapkan.

3.7 Uji Coba Alat

Uji coba dilakukan dengan fokus pada tujuan utama pengembangan sistem keamanan rumah “HERO”, yaitu untuk mendeteksi aktivitas mencurigakan melalui sensor gerak (PIR) dan sensor pintu/jendela (magnetic reed switch), serta menampilkan kondisi lingkungan secara langsung melalui kamera ESP32-CAM. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh komponen sistem dapat berfungsi dengan baik sesuai rancangan, serta untuk mengevaluasi performa alat dalam mendeteksi pergerakan dan memberikan notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi. Selain itu, pengujian juga dilakukan untuk mengidentifikasi potensi masalah teknis yang mungkin terjadi pada perangkat keras maupun perangkat lunak.

Setelah pengujian dilakukan, terdapat dua kemungkinan hasil:

3.7.1 Evaluasi/Perbaikan Alat

Jika ditemukan ketidaksesuaian atau kegagalan selama uji coba, maka

dilakukan evaluasi dan perbaikan sistem. Hal ini bisa berupa debugging program, penggantian komponen, atau pengaturan ulang posisi sensor.

3.7.2 Alat Berhasil

Setelah proses evaluasi menghasilkan sistem yang berjalan sesuai dengan kriteria perancangan, alat dianggap berhasil dan siap digunakan.

3.8 Laporan Akhir

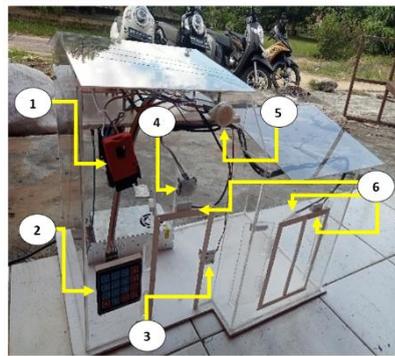
Tahap terakhir dalam proses penyelesaian proyek akhir ini adalah penyusunan laporan akhir berdasarkan seluruh tahapan yang telah dilaksanakan. Laporan ini mencakup bagian-bagian utama, yaitu pendahuluan, landasan teori, metode pelaksanaan, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran. Penyusunan laporan bertujuan untuk mendokumentasikan secara sistematis proses perancangan, implementasi, dan evaluasi dari sistem keamanan rumah "Hero", sehingga dapat menjadi referensi yang jelas dan terstruktur mengenai keseluruhan kegiatan dalam proyek ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Alat

Pada subbab ini dijelaskan deskripsi alat yang dirancang, yaitu HERO (*Home Reliability Operations*) sistem keamanan rumah menggunakan *magnetic reed switch* sensor dan sensor pir berbasis iot. Alat ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, serta dilengkapi dengan modul ESP32-CAM untuk menangkap gambar, sensor PIR untuk deteksi gerakan, dan motor servo untuk pengendalian akses. Sistem dapat dipantau dan dikendalikan secara *real-time* menggunakan aplikasi Blynk, serta mengirimkan notifikasi berupa foto ke aplikasi Telegram apabila terjadi deteksi gerakan.

Pada gambar 4.1 ditunjukkan bagian-bagian utama dari alat yang telah dibuat, di mana setiap komponen diberi nomor untuk memudahkan penjelasan



Gambar 4.1 Prototype HERO

Fitur-fitur utama sistem HERO meliputi:

1. ESP32-CAM

Berfungsi sebagai kamera pengawas yang dapat mengirimkan gambar atau video ketika ada pergerakan yang terdeteksi oleh sensor. Selain itu, ESP32-CAM juga bisa dikendalikan untuk memutar kamera dengan servo.

2. Keypad

Digunakan sebagai media input berupa sandi/password untuk membuka atau mengunci pintu. Pengguna memasukkan kode keamanan melalui keypad ini.

3. Solenoid Door Lock

Berfungsi sebagai pengunci pintu otomatis yang akan mengunci atau membuka pintu sesuai instruksi dari sistem, baik melalui input keypad atau aplikasi.

4. Sensor PIR (Passive Infrared Sensor)

Sensor yang mendeteksi adanya pergerakan manusia berdasarkan perubahan panas tubuh. Jika terdeteksi gerakan, sistem akan memberikan notifikasi dan bisa memicu kamera untuk mengambil gambar.

5. Buzzer

Digunakan sebagai alarm atau peringatan suara saat ada aktivitas mencurigakan, misalnya jika sensor PIR mendeteksi pergerakan tanpa ada input dari keypad.

6. Reed Switch Magnetic

Sensor yang dipasang di pintu atau jendela, berfungsi untuk mendeteksi apakah pintu atau jendela dalam kondisi tertutup atau terbuka. Jika pintu/jendela dibuka secara paksa, sistem akan memicu alarm. Alat ini dirancang untuk memberikan keamanan rumah secara otomatis, terintegrasi, dan dapat dipantau dari jarak jauh melalui jaringan internet.

4.1 Pengujian Sensor Tegangan

Pada sistem HERO, sensor tegangan digunakan untuk memantau keberadaan tegangan dari sumber listrik utama. Sensor ini berfungsi memberikan informasi kepada mikrokontroler apabila terjadi perubahan kondisi pada sumber daya, seperti tegangan yang turun atau hilang secara tiba-tiba. Nilai tegangan yang terdeteksi akan dikonversikan menjadi data digital dan digunakan oleh sistem untuk mengambil keputusan tertentu sesuai dengan kebutuhan operasional alat.

Pengujian dilakukan dengan memberikan sumber tegangan sebesar 5,00 V. Hasil pengukuran menggunakan multimeter menunjukkan nilai sebesar 5,58 V, sehingga terdapat selisih sebesar 0,14 V antara nilai ideal dan nilai terukur.

Gambar 4.2 menunjukkan hasil pengujian sensor tegangan pada LCD, yang divalidasi dengan multimeter untuk mengecek akurasi pembacaan.



Gambar 4.2 Pengujian Sensor Tegangan

Gambar di atas menunjukkan hasil pengujian sensor tegangan yang ditampilkan pada LCD. Dari hasil tersebut, sensor berhasil menampilkan nilai tegangan sebesar 4.86V. Untuk mengetahui tingkat ketelitian pengukuran, maka dihitung persentase error menggunakan rumus :

$$\%Error = \left| \frac{\text{Hasil pembacaan sensor} - \text{Hasil pengukuran multimeter}}{\text{Hasil pembacaan sensor}} \right| \times 100\%$$

$$\%Error = \left| \frac{4,86 \text{ V} - 5,58 \text{ V}}{4,86 \text{ V}} \times 100\% \right| = 0,14\%$$

Berdasarkan perhitungan, nilai error atau galat dari pengukuran tersebut adalah sekitar 0,14%. Meskipun terdapat sedikit perbedaan, hasil ini masih berada dalam batas toleransi pengukuran, dan menunjukkan bahwa sensor bekerja secara cukup akurat serta responsif terhadap input tegangan yang diberikan.

4.2 Pengujian Sensor PIR

Untuk mengevaluasi sensitivitas dan jarak deteksi sensor PIR dalam mendeteksi gerakan, serta respons sistem terhadap sinyal dari sensor. Sensor mampu mendeteksi gerakan secara optimal pada jarak 1–60 cm, sedangkan pada jarak lebih dari 60 cm, deteksi tidak lagi akurat. Hasil pengujian sensor PIR ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Sensor PIR

No	Jarak Deteksi	Jarak Yang Terukur	Hasil Pengamatan	Keterangan
1	5 cm	5 cm	Gerakan terdeteksi	Normal
2	10 cm	9,88 cm	Gerakan terdeteksi	Optimal
3	15 cm	15,22 cm	Gerakan terdeteksi	Optimal
4	20 cm	20,28 cm	Gerakan terdeteksi	Optimal
5	25 cm	25,09 cm	Gerakan terdeteksi	Optimal
6	30 cm	30,02 cm	Gerakan terdeteksi	Optimal
7	35 cm	35,77 cm	Gerakan terdeteksi	Optimal
8	40 cm	40,24 cm	Gerakan terdeteksi	Optimal
9	45 cm	45,44 cm	Gerakan terdeteksi	Optimal
10	50 cm	49,91 cm	Gerakan terdeteksi	Optimal
11	55 cm	55,42 cm	Gerakan terdeteksi	Optimal
12	60 cm	60,39 cm	Gerakan terdeteksi	Optimal
13	65 cm	65,31 cm	Gerakan terdeteksi	Kurang Optimal
14	70 cm	70,16 cm	Gerakan terdeteksi	Kurang Optimal
15	75 cm	75,90 cm	Gerakan terdeteksi	Kurang Optimal
16	80 cm	81,24 cm	Gerakan Tidak Terdeteksi	Tidak Terjangkau

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel, sensor PIR masih mampu mendeteksi gerakan secara optimal pada jarak 1 hingga 60 cm. Namun, ketika jarak melebihi 60 cm, sensitivitas sensor mulai menurun dan deteksi tidak lagi akurat.

Gambar 4.3 menunjukkan hasil deteksi gerakan oleh sensor PIR yang divisualisasikan pada LCD dengan dua status: “Ada Gerakan” dan “Tidak Ada Gerakan”.



. Gambar 4.3 Uji Coba Sensor PIR

Sensor PIR menunjukkan sensitivitas yang baik dalam mendeteksi gerakan manusia. Tidak ditemukan false trigger (pemicu palsu) saat tidak ada aktivitas, dan waktu respons sensor cukup cepat, yaitu kurang dari 2 detik sejak mendeteksi gerakan hingga sistem aktif.

4.3 Pengujian Motor servo

Motor servo pada alat ini digunakan untuk menggerakkan kamera ESP32-CAM secara horizontal dan vertikal melalui mekanisme pan-tilt. Tujuannya adalah agar kamera dapat menjangkau area yang lebih luas saat *monitoring* dilakukan, baik secara otomatis ketika sensor PIR mendeteksi gerakan, maupun secara manual melalui aplikasi Blynk. Dalam pengujian ini ditunjukkan tabel hubungan antara sudut pergerakan motor servo dengan waktu yang dibutuhkan saat pergantian sudut.

Tabel 4.2 memuat data sudut yang diperintahkan serta waktu yang dicatat hingga motor mencapai sudut tersebut.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Motor Servo

No	Sudut Putaran Motor Servo (dalam derajat)	Sudut Yang Terukur	Delay
1	0°	0°	-
2	30°	30°	1,32 s
3	45°	45°	1,46 s
4	60°	60°	1,35 s
5	90°	88°	1,42 s
6	120°	115°	1,48 s
7	145°	147°	1,46 s
8	180°	178°	1,64 s

Dari tabel di atas menunjukkan perbandingan sudut perintah, sudut terukur, dan waktu delay pada motor servo. Hasil pengujian menunjukkan pergerakan servo cukup akurat dengan delay rata-rata 1,3–1,6 detik.

Motor servo ini merespons perintah dari ESP32 untuk mengubah sudut pandang kamera, sehingga pengguna dapat memantau area sekitar rumah dengan lebih fleksibel.

Gambar 4.4 menunjukkan dokumentasi hasil pengujian motor servo menggunakan alat bantu busur derajat untuk memastikan sudut pergerakan motor sesuai dengan perintah yang diberikan.



Gambar 4.4 Hasil Data Pengujian Motor Servo

4.4 Pengujian ESP32 cam

Pada subbab ini disajikan hasil pengujian modul ESP32-CAM sebagai bagian dari sistem *monitoring* berbasis IoT. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan ESP32-CAM dalam mengambil gambar secara otomatis, mengirimkan gambar ke Telegram, serta melakukan live streaming melalui platform Blynk sesuai skenario yang telah dirancang. Pengujian juga bertujuan untuk mengukur kecepatan respon, kualitas gambar, dan stabilitas koneksi jaringan saat ESP32-CAM beroperasi secara terintegrasi dengan sensor PIR dan modul utama ESP32. Hasil uji ditampilkan dalam bentuk dokumentasi visual, data serta keberhasilan pengiriman data, yang dibahas lebih lanjut pada bagian bagian berikutnya.

Tabel 4.3 menunjukkan hasil pengujian waktu pengambilan dan pengiriman gambar berdasarkan ukuran file dan resolusi.

Tabel 4.3 Tabel Waktu Pengambilan Dan Pengiriman Gambar

No	Ukuran Gambar (KB)	Resolusi	Waktu Pengiriman (detik)
1	3,90 KB	320x240px	1,96 s
2	3,76 KB	320x240px	2,62 s
3	4,21 KB	320x240px	2,98 s
4	3,90 KB	320x240px	2,55 s
5	4,06 KB	320x240px	2,41 s
6	3,90 KB	320x240px	2,85 s

Dari tabel di atas menunjukkan hasil pengujian waktu pengambilan dan pengiriman gambar dengan ukuran file dan resolusi yang sama. Waktu pengiriman bervariasi antara 1,9 hingga 2,9 detik. Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan ukuran file gambar meskipun resolusinya tetap. Setelah dilakukan pengujian terkait waktu pengambilan dan pengiriman gambar, selanjutnya dilakukan pengujian untuk melihat bagaimana sistem merespons saat mendeteksi adanya gerakan.



Gambar 4.5 hasil capture gambar

Tabel 4.4 menunjukkan hasil pengujian sistem dalam mendeteksi gerakan

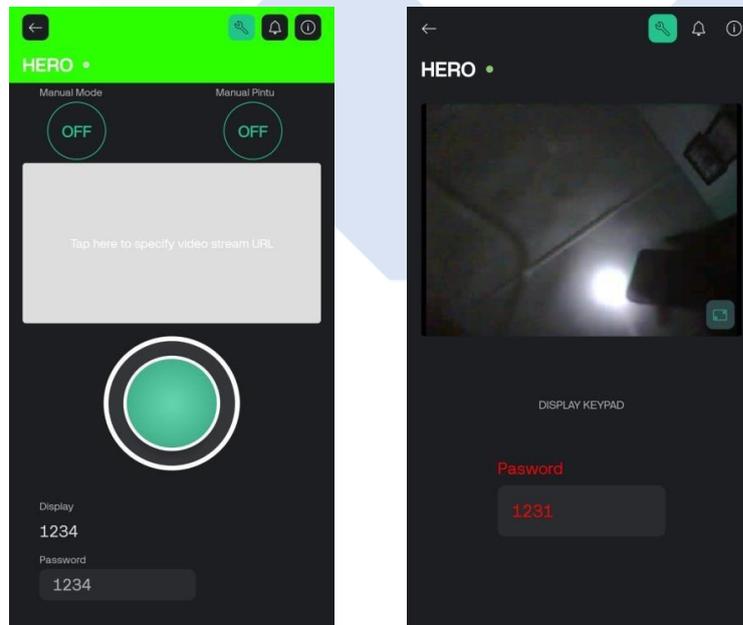
pengambilan gambar, serta proses pengiriman melalui Telegram.

Tabel 4.4 Tabel Hasil Deteksi Gerakan + Pengambilan Gambar

No	Kondisi	Gerakan Terdeteksi	Gambar diambil	Waktu Kirim(detik)	Status Telegram
1	Tidak ada gerakan	Tidak	Tidak	–	Tidak Terkirim
2	Ada gerakan	Ya	Ya	1,96 s	Terkirim
3	Ada gerakan	Ya	Ya	2,62 s	Terkirim
4	Ada gerakan	Ya	Ya	2,98 s	Terkirim
5	Ada gerakan	Ya	Ya	2,55 s	Terkirim
6	Gerakan cepat	Ya	Ya	2,41 s	Terkirim

Berdasarkan data pada tabel, ketika terdeteksi adanya gerakan, sistem berhasil mengambil gambar dan mengirimkannya ke Telegram dengan waktu pengiriman bervariasi antara 1,96 detik hingga 2,98 detik begitupun sebaliknya.

Gambar 4.4 menunjukkan antarmuka aplikasi Blynk untuk pemantauan sistem secara real-time dan tampilan visual dari ESP32-CAM.



Gambar 4.6 Tampilan Antarmuka Aplikasi Blynk untuk *Monitoring* ESP32-CAM

Gambar diatas menunjukkan tampilan antarmuka pengguna pada aplikasi Blynk yang digunakan untuk memantau sistem berbasis ESP32- CAM. Terdapat fitur untuk mengaktifkan mode manual, membuka pintu secara manual, melihat tampilan live stream kamera, serta memasukkan password untuk otentikasi.

4.5 Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan dilakukan untuk memastikan bahwa sistem keamanan rumah berbasis IoT yang telah dirancang dapat berfungsi dengan baik ketika semua komponen dioperasikan secara terintegrasi. Pengujian ini mencakup pemantauan kondisi pintu dan jendela melalui sensor reed switch, deteksi pergerakan menggunakan sensor PIR, pengiriman notifikasi dan visual secara real-time melalui ESP32-CAM, serta pengendalian kunci pintu otomatis dengan solenoid lock dan relay.

Selain itu, dilakukan juga pengujian pada fitur tambahan seperti pengiriman gambar melalui aplikasi Telegram, pemantauan sistem melalui aplikasi Blynk, serta pengujian backup daya untuk memastikan solenoid lock tetap dapat berfungsi saat terjadi pemadaman listrik. Hasil pengujian ini diharapkan dapat membuktikan bahwa seluruh fungsi alat telah berjalan sesuai dengan rancangan sistem, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem Keamanan Rumah HERO

No	Skenario Pengujian	Deskripsi Uji	Parameter yang Diukur	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
1	Deteksi Gerakan dan Notifikasi Telegram	Sensor PIR mendeteksi pergerakan pada jarak 60 cm	Jarak deteksi PIR, waktu respon notifikasi	Buzzer aktif & gambar kondisi rumah dikirim ke Telegram pengguna secara real-time	PIR mendeteksi gerakan pada jarak 60 cm, gambar terkirim ke Telegram <2 detik	Berhasil

2	Deteksi Status Pintu/Jendela melalui Aplikasi	Pintu/jendela dibuka dan ditutup	Waktu pembacaan reed switch ke aplikasi	Status pintu/jendela muncul di aplikasi Blynk (terbuka/tertutup) dalam waktu ≤ 1 detik	Status pintu/jendela tampil real-time di aplikasi Blynk	Berhasil
3	Kontrol Kunci Pintu melalui Aplikasi	Pengguna mengunci/membuka pintu dari aplikasi Blynk	Waktu respon relay & solenoid	Solenoid lock merespon perintah dengan membuka/mengunci pintu dalam waktu ≤ 2 detik	Solenoid lock membuka/mengunci pintu sesuai perintah aplikasi	Berhasil
4	Backup Daya pada Solenoid Lock saat Pemadaman Listrik	Listrik PLN dimatikan untuk mensimulasikan pemadaman	Tegangan backup battery (V), durasi backup	Solenoid tetap dapat dikendalikan manual agar pintu dapat dibuka meskipun tanpa listrik utama	Saat listrik mati, solenoid terkunci dalam posisi aman dan pintu bisa dibuka manual jika diperlukan	Berhasil
5	Uji Akurasi Sudut Servo Motor	Perintah sudut dikirim melalui aplikasi, kemudian diukur manual dengan busur derajat	Sudut perintah vs sudut aktual ($^{\circ}$)	Sudut pergerakan servo sesuai perintah pada aplikasi dengan toleransi error $\leq 5^{\circ}$	Sudut servo sesuai perintah, error rata-rata $2,5^{\circ}$	Berhasil
6	Pengiriman Gambar melalui Telegram	ESP32-CAM mengirimkan gambar kondisi rumah ketika PIR mendeteksi gerakan	Waktu pengiriman gambar (detik)	Gambar dikirim ke Telegram dalam waktu ≤ 3 detik	Gambar dikirim dengan delay rata-rata 2,1 detik	Berhasil

7	Uji Keypad dan Pengubahan Password	Pengguna mengganti password melalui aplikasi, lalu mengakses pintu menggunakan keypad	Keberhasilan update password & akses keypad	Password berhasil diubah & digunakan untuk membuka kunci pintu	Password berhasil diubah dan pintu bisa dibuka dengan password baru	Berhasil
8	Pemantauan Visual Melalui Aplikasi Blynk	Pemantauan live-stream ESP32-CAM melalui aplikasi Blynk	Kualitas live-stream (FPS, delay)	Video dapat dipantau dengan delay ≤ 1 detik	Video dapat dipantau dengan rata-rata delay 0,8 detik	Berhasil
9	Uji Kepekaan Sensor PIR pada Berbagai Jarak	Uji PIR mendeteksi gerakan pada jarak 30 cm, 60 cm, dan 100 cm	Jarak deteksi efektif (cm)	PIR mendeteksi gerakan optimal pada jarak ≤ 100 cm	PIR optimal mendeteksi gerakan pada jarak ≤ 80 cm	Berhasil
10	Uji Sistem Secara Terintegrasi	Semua komponen diuji bersama (sensor, relay, ESP32-CAM, aplikasi) dalam skenario nyata	Kesesuaian sistem saat semua fungsi berjalan	Semua fungsi sistem berjalan sinkron tanpa error	Sistem bekerja normal & stabil saat diuji dalam waktu 1 jam non-stop	Berhasil

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan serta pencapaian tujuan dari proyek akhir ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sistem keamanan rumah berbasis IoT yang telah dirancang mampu bekerja dengan baik dalam mendeteksi pergerakan dan kondisi akses rumah. Sensor PIR dapat mendeteksi pergerakan manusia pada jarak hingga 60 cm dengan waktu respons rata-rata 0,8 detik, serta mampu mengaktifkan alarm otomatis sebagai peringatan dini.
2. Integrasi sistem dengan aplikasi Android memungkinkan pengguna memantau kondisi rumah secara visual melalui kamera ESP32-CAM, mengendalikan pintu dengan selenoid door lock untuk penguncian otomatis, dan menerima notifikasi real-time pada smartphone ketika terjadi perubahan status pintu, jendela, atau saat ada gerakan.
3. Pengujian terhadap seluruh komponen menunjukkan performa yang stabil dan akurat. Sensor *reed switch* mendeteksi status pintu dan jendela dengan akurasi 100%, dan motor servo menunjukkan presisi sudut hingga 98% pada pengujian manual. Sistem juga tetap dapat dioperasikan secara manual pada kondisi listrik padam berkat backup daya yang disediakan.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan telah berjalan dengan stabil, responsif, dan dapat menjadi solusi praktis untuk meningkatkan keamanan rumah dengan pemantauan jarak jauh berbasis IoT.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan serta evaluasi terhadap kinerja sistem secara keseluruhan, masih terdapat beberapa hal yang dapat ditingkatkan agar alat ini dapat bekerja lebih optimal. Oleh karena itu, beberapa saran berikut disampaikan sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan alat

di masa yang akan datang.

1. Proses koneksi antara ESP32-CAM dengan jaringan WiFi membutuhkan waktu cukup lama, terutama saat perangkat dinyalakan ulang, sehingga diperlukan optimasi kode melalui fitur reconnect otomatis serta penambahan mode access point sebagai alternatif koneksi ketika jaringan utama tidak tersedia.
2. Sensor PIR yang digunakan terlalu sensitif sehingga sering memicu deteksi gerakan palsu (false trigger), sehingga disarankan untuk menggunakan sensor PIR dengan sensitivitas yang dapat diatur (adjustable sensitivity) atau menggantinya dengan sensor berbasis radar agar hasil deteksi lebih akurat.
3. Backup daya saat ini hanya difokuskan pada motor servo, sehingga ketika listrik padam ESP32-CAM tidak dapat mengirimkan visual ke aplikasi; solusi yang tepat adalah dengan menambahkan UPS mini atau baterai cadangan agar semua komponen tetap aktif selama pemadaman listrik.
4. Pengaturan password pada sistem hanya dapat dilakukan melalui aplikasi, sehingga jika pengguna lupa password tidak tersedia metode alternatif untuk membuka sistem; oleh karena itu perlu ditambahkan fitur reset password pada aplikasi atau tombol reset fisik pada perangkat sebagai solusi darurat.
5. Sistem saat ini hanya mengirimkan notifikasi ketika ada gambar dari ESP32-CAM melalui Telegram, namun belum memberikan notifikasi status pintu dan jendela; pengembangan fitur tambahan pada sensor reed switch diperlukan agar dapat mengirimkan notifikasi kondisi pintu dan jendela secara real-time melalui aplikasi atau Telegram.

DAFTAR PUSTAKA

- Amini, S. (2021). Perancangan Sistem Keamanan Ruang Dengan Sensor Pir Dan Magnetic Door Switch Berbasis Web (Tugas Akhir, Universitas Budi Luhur).
- Dwisaputra, I., Rizky, M. D., Sahita, S. F., & Nofriyani. (2022). Sistem Kontrol Dan Monitoring Energi Lampu Pintar Menggunakan Aplikasi Berbasis Internet Of Things. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
- Fakhrudin, A., & Irawan, D. (2024). Rancang bangun sistem keamanan pintu rumah berbasis Internet of things dengan ESP32 dan aplikasi Blynk. *Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, 19(1), 53–59.
- Hanafie, A., Kamal, & Ramadhan, R. (2023). Perancangan alat pendeteksi gerak sebagai sistem keamanan menggunakan ESP32 CAM berbasis IoT. *Jurnal Teknik Informatika UIM*, 1(1), 142–148. Retrieved from
- Hermawan, R., & Fitriyani, W. (2019). Rancang Bangun Sistem Keamanan Jendela Otomatis Menggunakan Mikrokontroler. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (JTIK)*, 12(1), 64–80.
- Hildayanti, A., & Machrizzandi, M. S. (2020). Sistem Rekayasa Internet Pada Implementasi Rumah Pintar Berbasis Iot. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 6(1), 45–51.
- Purnama, A., & Sitohang, S. (2022). Rancangan Bangun Sistem Keamanan Rumah Berbasis Iot. *Computer and Science Industrial Engineering (COMASIE)*, 6(1), 78–87.
- Hildayanti, A., & Machrizzandi, M. S. R. (2020). The Application Of Iot (Internet Of Things) For Smart Housing Environments And integrated Ecosystems.
- Ipanhar, A., Wijaya, T. K., & Gunoto, P. (2022). Perancangan sistem monitoring pintu otomatis berbasis IoT menggunakan ESP32-CAM. *Sigma Teknika*, 5(2), 333–350.
- Ipanhar, A., Wijaya, T. K., & Gunoto, P. (2022). Perancangan Sistem Monitoring Pintu Otomatis Berbasis Iot Menggunakan Esp32- Cam. *Sigma Teknika*, 5(2), 333–350.
- Kurniasih, W., Rakhman, A., & Salamah, I. (2020). Sistem Keamanan Pintu Dan Jendela Rumah Berbasis Iot. *Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika (JURASIK)*, 5(2), 266–?.
- Kurniawan, M. I., Sunarya, U., & Tulloh, R. (2018). Internet of things: Sistem keamanan rumah berbasis Raspberry Pi dan Telegram Messenger. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 6(1), 1–15.
- Masykur, Fauzan dan Prasegiowati, 2016, P., Aplikasi Rumah Pintar (*Smart home*) Pengendali Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Web, *Jurnal*

- Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)* Vol. 3, No. 1, Maret 2016, hlm. 51-55 Musadat, F., Asniati, & Arapa, A. (2023). Penerapan Internet of things menggunakan sensor PIR dan kamera pada pintu rumah. *Jurnal Informatika*, 12(1), 106–115.
- Nature: National Academic Journal of Architecture*, 7(1), 80-88.
- Pangestu, R., et al. Design of IoT-Based Home Monitoring System Using ESP32-CAM and PIR Sensor. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi* 10, no. 2 (2024): 112-120.
- Purnama, A., & Sitohang, S. (2022). Rancangan bangun sistem keamanan rumah berbasis IoT. *Jurnal COMASIE*, 6(1), 78–87.
- Rian, S., and Wiwin, T. IoT-Based Door and Window Security System. *Indonesian Journal of IoT and Robotics* 5, no. 4 (2019): 78-85 Richard, Andrew, and Diana. Home Security and Crime Prevention: An Overview. *Journal of Urban Safety* 12, no. 3 (2014): 45-52.
- Rifqi Muhkawan. *Pengertian Smart home*. Diakses 17 Juli 2025. <https://rifqimuhkawan.com/blog/pengertian-smart-home>
- Setiawan, H., Sofwan, A., & Christyono, Y. (2017). Perancangan Aplikasi *Smart home* Berbasis Android Untuk Pengendalian Keamanan Rumah Dengan Menggunakan Android Studio. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 6(3), 503–513.
- Sucipto, A., Wulandari, S. A., Rosyady, A. F., Prasetya, F. R., Prayoga, B., Nugroho, D. A., & Laila, A. F. (2023). Penerapan Sistem Keamanan Otomatis Kunci Pintu Rumah Berbasis Microcontroller Esp32 & Website. *Journal of Electrical, Electronic, Mechanical, Informatic and Social Applied Science*, 3(1), 1–8.
- Suryajaya, R., Joewono, A., & Lestariningsih, D. (2014). Sistem peringatan rumah otomatis. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*, 13(2), 45–50.
- Suwartika, R., & Sembada, G. (2020). Perancangan Sistem Keamanan Menggunakan Solenoid Door Lock Berbasis Arduino Uno Pada Pintu Laboratorium Di Pt. Xyz. *Jurnal E- Komtek (Elektro- Komputer- Teknik)*, 4(1), 62–74.
- Wahyuni, Abdul, and Irma. Implementation of IoT in Home Security Systems. *International Journal of Smart Technology* 8, no. 1 (2020): 33-40.
- Wicaksono, M. F., & Rahmatya, M. D. (2020). Implementasi Arduino Dan Esp32 Cam Untuk *Smart home*. *Jurnal Teknologi dan Informasi*, 10(1), 40–51.
- Yurmama, Fajar, Tri. 20 Juni 2009. —Perancangan Software Aplikasi Pervasive *Smart home*l, (Online),
- Yusuf, A., and Kurniawan, D. Security Camera System for Dormitories Using ESP32-CAM and Telegram Notifications. *Jurnal Rekayasa Elektronika* 15, no. 1 (2024): 55-63.

LAMPIRAN
DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Ramandani Bagus Pranata
Tempat,Tgl Lahir : Bangka Tengah , 03-11-2004
Jenis Kelamin : lelaki
Agama : islam
Pendidikan Terakhir :DIII (Teknik Elektronika)



Alamat : Desa Lubuk Pabrik- Kec.Lubuk Besar-kab.bangka
tengah

Email : ramandanibaguspranata04@gmail.com

Pendidikan Formal :

- a) SDN 03 Lubuk Besar
- b) SMPN 02 Lubuk Besar
- c) SMAN 01 Lubuk Besar

Sungailiat, 30 juni 2025



Ramandani Bagus Pranata

LAMPIRAN

Nama : Regita Oktari Aulia
Tempat,Tgl Lahir : Sempan, 24 Oktober 2003
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : islam
Pendidikan Terakhir :DIII (Teknik Elektronika)
Alamat : Jl. Kp. Sunda Rt 002/Rw 002 Bukit
Ketok Kecamatan Belinyu Kabupaten Bangka,
Bangka Belitung
Email : auliaregitaoktari24@gmail.com
Pendidikan Formal :

- a) SDN 12 Belinyu
- b) SMPN 1 Belinyu
- c) SMAN 1 Belinyu



Sungailiat, 30 juni 2025

Regita Oktari Aulia

LAMPIRAN 2

PROGRAM

ESP 32

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6Gy0Zhytz"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "HERO"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN
"nnJ1omF4vwV0MFuTC6JfvNPJYpBBT21G"

#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include "esp_camera.h"
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <HTTPClient.h>

#define CAMERA_MODEL_AI_THINKER
#include "camera_pins.h"

const char ssid[] = "KOSTPINK";
const char pass[] = "ALBARIFENAS123";

const char *telegramBotToken =
"7109436613:AAEf0iisGRvtJUSSQCbxYaUUWDALtHbMwEM";
const char *chatId = "6205810462";

#define PIR_SENSOR_PIN 13
#define BUZZER_PIN 12

WiFiServer server(80);

void sendPhotoTelegram(camera_fb_t *fb);
void startCameraServer();

int currentMode = 0; // 0 = stream, 1 = PIR/keamanan

BLYNK_WRITE(V6) {
  int tombolStatus = param.asInt();
  if (tombolStatus == 1) {
    currentMode = 0; // Mode Stream
```

```

    Serial.println("Mode: Stream (Live Camera)");
    Blynk.virtualWrite(V1, "Mode: Stream (Live Camera)");
  } else {
    currentMode = 1; // Mode Keamanan
    Serial.println("Mode: Keamanan (PIR aktif)");
    Blynk.virtualWrite(V1, "Mode: Keamanan (PIR aktif)");
  }
}
}

```

```

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(PIR_SENSOR_PIN, INPUT);
  pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);

  WiFi.begin(ssid, pass);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
}

```

```

Serial.println("\nWiFi connected");
Serial.print("ESP32 IP Address: ");
Serial.println(WiFi.localIP());

```

```

camera_config_t config;
config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;
config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;
config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;
config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;
config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;
config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;
config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;
config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;
config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
config.pin_sccb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
config.pin_sccb_scl = SIOC_GPIO_NUM;
config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;
config.xclk_freq_hz = 20000000;
config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG;

```

```

config.frame_size = FRAMESIZE_QVGA;
config.jpeg_quality = 10;
config.fb_count = 2;

esp_err_t err = esp_camera_init(&config);
if (err != ESP_OK) {
    Serial.printf("Camera init failed with error 0x%x", err);
    return;
}
Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
Blynk.virtualWrite(V2, "http://" + WiFi.localIP().toString()); // kirim URL
IP ESP32 ke V0

server.begin();
Serial.println("Camera streaming server started");
}

void loop() {
    Blynk.run();

    WiFiClient client = server.available();
    if (client) {
        String request = client.readStringUntil('\r');
        client.readStringUntil('\n');

        if (request.indexOf("GET / ") >= 0) {
            client.println("HTTP/1.1 200 OK");
            client.println("Content-Type: text/html");
            client.println("Connection: close");
            client.println();
            client.println("<html><head><title>ESP32-CAM
Stream</title></head><body>");
            client.println("<h1>ESP32-CAM Live Stream</h1>");
            client.println("<img src='/stream\" style='width: 100%; max-width:
480px;'/>");
            client.println("</body></html>");
        } else if (request.indexOf("GET /stream") >= 0 && currentMode == 0) {
            client.println("HTTP/1.1 200 OK");
            client.println("Content-Type: multipart/x-mixed-replace;
boundary=frame");
            client.println();

            while (client.connected() && currentMode == 0) {
                camera_fb_t *fb = esp_camera_fb_get();
                if (!fb) {
                    Serial.println("Camera capture failed");
                }
            }
        }
    }
}

```

```

        break;
    }

    client.println("--frame");
    client.println("Content-Type: image/jpeg");
    client.printf("Content-Length: %d\n\n", fb->len);
    client.write(fb->buf, fb->len);
    client.println();
    esp_camera_fb_return(fb);

    delay(100);
}
}
client.stop();
}

// Jalankan deteksi PIR hanya saat mode keamanan
static unsigned long lastMotionTime = 0;
const unsigned long cooldownTime = 10000;

if (currentMode == 1 && digitalRead(PIR_SENSOR_PIN) == HIGH &&
    millis() - lastMotionTime > cooldownTime) {
    Serial.println("Motion detected! Activating buzzer and capturing
    image...");
    digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);

    camera_fb_t *fb = esp_camera_fb_get();
    if (!fb) {
        Serial.println("Camera capture failed");
        return;
    }
    sendPhotoTelegram(fb);
    esp_camera_fb_return(fb);

    lastMotionTime = millis();
}
}

void sendPhotoTelegram(camera_fb_t *fb) {
    Serial.println("Sending photo to Telegram...");

    WiFiClientSecure client;
    client.setInsecure();

```

```

if (!client.connect("api.telegram.org", 443)) {
  Serial.println("Connection to Telegram failed");
  return;
}

String head = "--ESP32CamBoundary\r\n";
head += "Content-Disposition: form-data; name=\"chat_id\"\r\n\r\n";
head += String(chatId) + "\r\n";
head += "--ESP32CamBoundary\r\n";
head += "Content-Disposition: form-data; name=\"photo\";
filename=\"esp32-cam.jpg\"\r\n";
head += "Content-Type: image/jpeg\r\n\r\n";

String tail = "\r\n--ESP32CamBoundary--\r\n";

uint32_t imageLen = fb->len;
uint32_t totalLen = head.length() + imageLen + tail.length();

String request = "POST /bot" + String(telegramBotToken) + "/sendPhoto
HTTP/1.1\r\n";
request += "Host: api.telegram.org\r\n";
request += "Content-Type: multipart/form-data;
boundary=ESP32CamBoundary\r\n";
request += "Content-Length: " + String(totalLen) + "\r\n";
request += "Connection: close\r\n\r\n";

client.print(request);
client.print(head);
client.write(fb->buf, fb->len);
client.print(tail);

// Cek response dari Telegram
while (client.connected()) {
  String line = client.readStringUntil('\n');
  if (line == "\r") break; // End of header
}

String response = client.readString();
Serial.println("Telegram Response:");
Serial.println(response);
}

```

ESP 32 CAM

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6Gy0Zhytz"
```

```

#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "HERO"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN
"nnJ1omF4vwV0MFuTC6JfvNPJYpBBT21G"

#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <Keypad.h>
#include <ESP32Servo.h>

// WiFi & Blynk
char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN;
char ssid[] = "KOSTPINK";
char pass[] = "ALBARIFENAS123";

// Pin setup
#define REED_SWITCH_PIN1 27
#define REED_SWITCH_PIN2 14
#define REED_SWITCH_PIN3 26
#define BUZZER_PIN 25
#define DOOR_LOCK_PIN 33
#define SERVO_X_PIN 22
#define SERVO_Y_PIN 23

// Relay switching sumber daya
#define RELAY_SWITCH_PIN 32
#define VOLTAGE_SENSOR_PIN 34

// Kalibrasi
const float VOLTAGE_REF = 3.3;
const int ADC_RESOLUTION = 4095;
const float SCALING_FACTOR = 5.22;
const float THRESHOLD_VOLTAGE = 5.0;

// Waktu delay pembacaan tegangan
unsigned long lastVoltageCheck = 0;
const unsigned long voltageInterval = 1000;

// Servo
Servo servoX;
Servo servoY;

// Keypad setup
const byte ROWS = 4;
const byte COLS = 4;
char keys[ROWS][COLS] = {

```

```

    {'1','2','3','A'},
    {'4','5','6','B'},
    {'7','8','9','C'},
    {'*','0','#','D'}
};
byte rowPins[ROWS] = {19, 18, 5, 4};
byte colPins[COLS] = {2, 15, 13, 12};
Keypad keypad = Keypad(makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS,
COLS);

// Variabel
String inputCode = "";
String currentPassword = "1234";
bool enteringCode = false;
bool alarmOn = true;
bool isManualMode = false;

// Blynk: ubah password
BLYNK_WRITE(V0) {
  String newPass = param.asString();
  if (newPass.length() >= 4 && newPass.length() <= 8) {
    currentPassword = newPass;
    Blynk.virtualWrite(V1, "Password updated!");
  } else {
    Blynk.virtualWrite(V1, "Password must be 4-8 digits.");
  }
}

// Blynk: kontrol servo
BLYNK_WRITE(V3) {
  int x = param[0].asInt();
  int y = param[1].asInt();
  servoX.write(x);
  servoY.write(y);
}

// Blynk: mode manual/otomatis
BLYNK_WRITE(V4) {
  isManualMode = param.asInt();
  Blynk.virtualWrite(V1, isManualMode ? "MODE: MANUAL" : "MODE:
OTOMATIS");
}

// Blynk: buka pintu di mode manual
BLYNK_WRITE(V5) {
  if (isManualMode) {

```

```

    Serial.println("Mode manual aktif: pintu dibuka dan tetap terbuka.");
    Blynk.virtualWrite(V1, "Pintu dibuka (manual mode)");
    digitalWrite(DOOR_LOCK_PIN, LOW);
  } else {
    Blynk.virtualWrite(V1, "Harus dalam MODE MANUAL!");
  }
}

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);

  pinMode(REED_SWITCH_PIN1, INPUT_PULLUP);
  pinMode(REED_SWITCH_PIN2, INPUT_PULLUP);
  pinMode(REED_SWITCH_PIN3, INPUT_PULLUP);
  pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
  pinMode(DOOR_LOCK_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(DOOR_LOCK_PIN, HIGH); // Relay OFF saat mulai

  // Relay switching power
  pinMode(RELAY_SWITCH_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(RELAY_SWITCH_PIN, LOW);

  // Servo setup
  servoX.setPeriodHertz(50);
  servoY.setPeriodHertz(50);
  servoX.attach(SERVO_X_PIN, 500, 2400);
  servoY.attach(SERVO_Y_PIN, 500, 2400);
  servoX.write(90);
  servoY.write(90);

  Serial.println("Sistem siap. Tekan A untuk mulai.");
}

void loop() {
  Blynk.run();

  // === Keypad handling ===
  char key = keypad.getKey();
  if (key) {
    if (key == 'A') {
      inputCode = "";
      enteringCode = true;
    } else if (key == '#') {
      if (enteringCode) {

```

```

enteringCode = false;
if (inputCode == currentPassword) {
  digitalWrite(DOOR_LOCK_PIN, LOW);
  Blynk.virtualWrite(V1, "Access Granted!");
  delay(5000);
  digitalWrite(DOOR_LOCK_PIN, HIGH);
} else {
  digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
  Blynk.virtualWrite(V1, "Access Denied!");
}
inputCode = "";
}
} else if (key == 'B') {
  alarmOn = false;
  Blynk.virtualWrite(V1, "Alarm dimatikan.");
} else if (key == 'D') {
  alarmOn = true;
  Blynk.virtualWrite(V1, "Alarm dihidupkan.");
} else if (key == '*') {
  inputCode = "";
} else if (enteringCode && key >= '0' && key <= '9') {
  inputCode += key;
}
}
}

// === Pintu terbuka & alarm ===
if (!isManualMode) {
  bool door1 = digitalRead(REED_SWITCH_PIN1) == HIGH;
  bool door2 = digitalRead(REED_SWITCH_PIN2) == HIGH;
  bool door3 = digitalRead(REED_SWITCH_PIN3) == HIGH;

  if (door1 || door2 || door3) {
    Blynk.virtualWrite(V1, "PINTU TERBUKA!");
    if (alarmOn) {
      digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
    }
  } else {
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
  }
}

// === Cek tegangan & kontrol relay sumber daya ===
if (millis() - lastVoltageCheck >= voltageInterval) {
  lastVoltageCheck = millis();
}

```

```
int adcValue = analogRead(VOLTAGE_SENSOR_PIN);
float teganganADC = (adcValue * VOLTAGE_REF) /
ADC_RESOLUTION;
float teganganInput = teganganADC * SCALING_FACTOR;

Serial.print("Tegangan Input: ");
Serial.print(teganganInput, 2);
Serial.println(" V");

if (teganganInput > THRESHOLD_VOLTAGE) {
    digitalWrite(RELAY_SWITCH_PIN, LOW); // Adaptor aktif
} else {
    digitalWrite(RELAY_SWITCH_PIN, HIGH); // Adaptor mati, pakai
baterai
}
}
delay(50);
}
```

LAMPIRAN 3

Denah Rumah 2D

