

**PERANCANGAN SISTEM KEAMANAN ANTI CURANMOR
PADA SEPEDA MOTOR DENGAN MENGGUNAKAN MODUL ESP 32
TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi dan Melengkapi Persyaratan Akademik
Mata Kuliah Tugas Akhir Pada Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

Disusun Oleh:

RAKA NURSALAM

2115237017



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP BANDUNG**

2025

	UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP	FORMULIR LEMBAR PENGESAHAN	
	Jl. PH.H. Mustofa No 68, Cikutra, Cibeunying kidul, Bandung 40124	No. Revisi	
		Berlaku Efektif	

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN SISTEM KEAMANAN ANTI CURANMOR PADA SEPEDA MOTOR DENGAN MENGGUNAKAN MODUL ESP 32

Disusun Oleh :

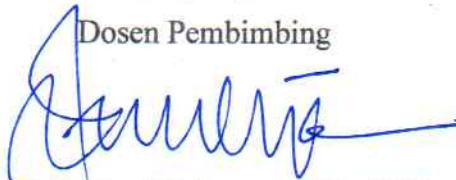
RAKA NURSALAM

2115237017

Telah disetujui dan disahkan sebagai Tugas Akhir Program S1 Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Jejen Jaelani Frihatna, S.T., M.T.

NIDN. 0411067902

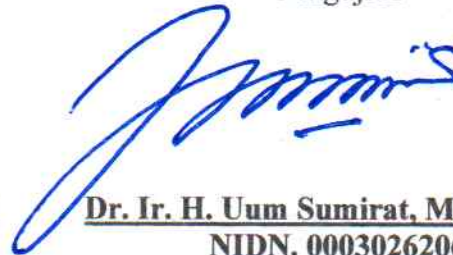
Penguji I



Dr. Ir. Agus Solehudin, S.T., M.T., IPM

NIDN. 0018026802

Penguji II



Dr. Ir. H. Uum Sumirat, M.Pd., M.T.

NIDN. 0003026206

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Wisnu Wijaya, S.T., M.T.

NIDN. 0420117101

	UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP	FORMULIR PERNYATAAN ORISINALITAS	
	Jl. PH.H. Mustofa No 68, Cikutra, Cibeunying kidul, Bandung 40124	No. Revisi	
		Berlaku Efektif	

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Nama : Raka Nursalam
 NIM : 2115237017
 Alamat : Kp. Karangsari No. 8, Kab. Bandung Barat, Jawa Barat
 40559
 No. Telp/Hp : +62895365511816
 Email : raka.nurslm20@gmail.com

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya orisinal saya sendiri, dengan judul :

PERANCANGAN SISTEM KEAMANAN ANTI CURANMOR PADA SEPEDA MOTOR DENGAN MENGGUNAKAN

MODUL ESP 32

Designing An Anti-Theft Security System On Motorcycles Using

Esp Module 32

Atas pernyataan ini, saya siapa menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila di kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini, atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidak aslian karya ini.



Bandung, Juli 2025



Raka Nursalam
 NIM. 2115237017

ABSTRAK

Tingginya angka pencurian sepeda motor mendorong perlunya sistem keamanan yang lebih modern dan andal. Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji sistem keamanan sepeda motor berbasis modul ESP32 dengan teknologi Bluetooth Low Energy (BLE) yang memungkinkan kendaraan hanya dapat dinyalakan jika perangkat BLE milik pengguna terdeteksi. Sistem ini menggunakan modul ESP32 sebagai mikrokontroler utama, dengan dukungan relay NodeMCU, buzzer, dan LED sebagai indikator status. Perangkat BLE yang digunakan adalah iTag dan smartwatch.

Metodologi yang digunakan berupa eksperimen di laboratorium dengan tiga tahap pengujian, yaitu uji jangkauan, uji waktu respons (delay), dan uji pada kondisi nyata. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi perangkat BLE hingga pada jangkauan 5 meter dengan nilai RSSI sekitar -70 dBm, serta memiliki waktu respons 1–2 detik untuk mengaktifkan atau menonaktifkan sistem saat perangkat masuk atau keluar dari jangkauan. Sistem juga berhasil mencegah kendaraan dinyalakan apabila perangkat BLE tidak terdeteksi, sehingga mampu meningkatkan keamanan sepeda motor secara signifikan.

Sistem ini tidak hanya memberikan alternatif pengganti kunci konvensional, tetapi juga membuka peluang pengembangan lebih lanjut seperti integrasi GPS, notifikasi real-time, dan kontrol jarak jauh berbasis IoT.

Kata kunci: ESP32, sistem keamanan, sepeda motor, Bluetooth Low Energy, keyless, iTag, smartwatch.

ABSTRACT

The high rate of motorcycle theft highlights the need for a more modern and reliable security system. This study aims to design and evaluate a motorcycle security system based on the ESP32 module using Bluetooth Low Energy (BLE) technology, which allows the vehicle to start only when the user's registered BLE device is detected. The system utilizes the ESP32 as the main microcontroller, supported by a NodeMCU relay, buzzer, and LED as status indicators. The BLE devices used in this study are an iTag and a smartwatch.

The methodology involved laboratory-based experiments, consisting of three testing stages: range testing, response time (delay) testing, and real-condition implementation. The results showed that the system could detect BLE devices within a range of up to 5 meters with an RSSI value of approximately -70 dBm, and respond within 1–2 seconds when the device enters or leaves the detection range. The system also successfully prevented the motorcycle from starting when the BLE device was not detected, significantly enhancing vehicle security.

This system not only serves as an alternative to conventional keys but also offers potential for further development, such as GPS integration, real-time notifications, and remote control via IoT.

Keywords: *ESP32, security system, motorcycle, Bluetooth Low Energy, keyless, iTag, smartwatch.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Teknik Mesin, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung. Adapun judul dari Tugas Akhir ini adalah:

“Perancangan Sistem Keamanan Anti Curanmor pada Sepeda Motor dengan Menggunakan Modul ESP32.”

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari berbagai kendala dan tantangan. Meskipun demikian, dengan dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, laporan ini akhirnya dapat terselesaikan. Penulis juga menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa yang akan datang.

Bandung, Juli 2025

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Didin Saepudin, S.E., M.Si. selaku Rektor Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
2. Bapak Dr. Teguh Nurhadi Suharsono, S.T., M.T. Selaku Wakil Rektor I Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
3. Bapak Bambang Susanto, S.E., M.Si. Selaku Wakil Rektor II Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
4. Ibu Nurhaeni Sikki, S.A.P., M.A.P. Selaku Wakil Rektor III Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
5. Bapak Assoc. Prof. Slamet Risnanto, S.T., M.Kom., Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
6. Bapak Wisnu Wijaya, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
7. Bapak Jejen Jaelani Frihatna, S.T., M.T. Selaku Pembimbing Tugas Akhir Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
8. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah banyak memberikan do'a dan dukungan serta materi selama menempuh pendidikan Sarjana S1 di Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.

DAFTAR ISI

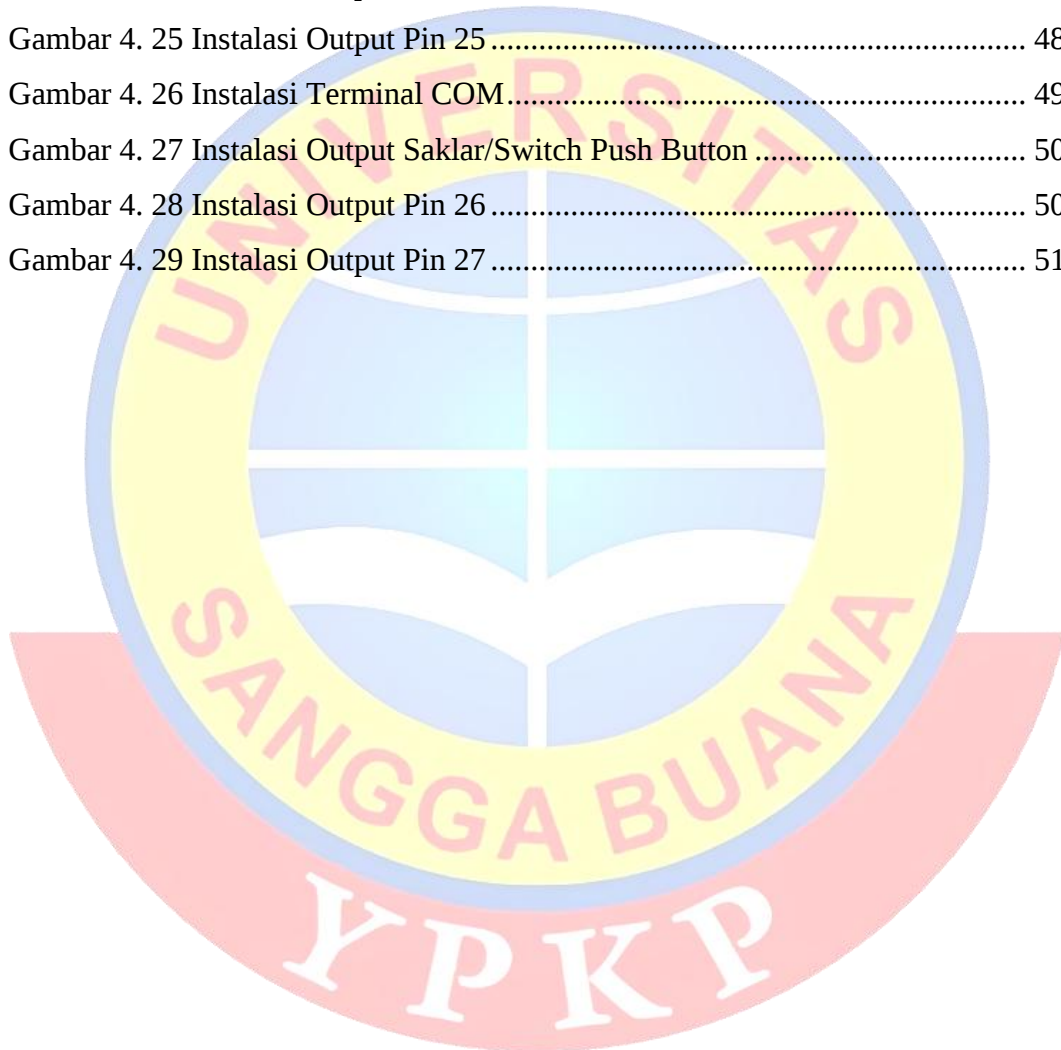
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	12
1.1 Latar Belakang.....	12
1.2 Identifikasi Masalah	13
1.3 Rumusan Masalah	13
1.4 Batasan Masalah.....	13
1.5 Tujuan Penelitian.....	14
1.6 Manfaat Penelitian.....	14
1.7 Sistematika Penulisan.....	14
BAB II LANDASAN TEORI	15
2.1 Sejarah Modul ESP 32.....	15
2.1.1 Evolusi Modul ESP 32.....	16
2.1.2 Fitur Modul ESP 32	19
2.1.3 Implementasi Modul ESP 32 pada IoT.....	20
2.2 Sistem keamanan sepeda motor menggunakan Modul ESP 32.....	21
2.2.1 Definisi Sistem keamanan sepeda motor menggunakan Modul ESP 32	21
2.2.2 Fungsi Sistem keamanan sepeda motor menggunakan Modul ESP 32	22
2.2.3 Contoh Sistem keamanan sepeda motor menggunakan Modul ESP 32	22
2.3 Sistem Keyless	22
2.4 Komunikasi Gelombang Radio	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Lokasi Penelitian	24

3.2 Konsep Penulisan	24
3.2.1 Sumber dan Jenis Data.....	24
3.2.2 Pengumpulan Data.....	24
3.2.3 Analisis Data.....	24
3.2.4 Penarikan Kesimpulan	24
3.3 Kerangka Berfikir	25
3.3.1 Alur Tugas Akhir	25
3.3.2 Alur Kerja Penelitian	26
3.4 Jadwal Pelaksanaan	27
BAB IV DATA DAN ANALISIS	28
4.1 Bagaimana cara kerja sistem keamanan sepeda motor dengan menggunakan modul ESP 32	28
4.1.1 Perangkat Keras yang Digunakan.....	28
4.1.2 Flowchart Sistem	29
4.1.3 Wiring Diagram Sistem	30
4.1.4 Alur Kerja Sistem	31
4.1.5 Implementasi Program.....	32
4.1.6 Analisis Hasil Pengujian.....	36
4.2 Bagaimana cara menerapkan sistem keamanan menggunakan modul ESP 32 pada sepeda motor	40
4.2.1 Fungsi dan Cara Kerja Tiap – Tiap Komponen.....	40
4.2.2 Perancangan Sistem Keamanan Menggunakan Modul ESP 32 Pada Sepeda Motor.....	43
4.3 Implementasi Sistem Keamanan Menggunakan Modul ESP 32 Dalam Bentuk Prototype.....	46
BAB V PENUTUP.....	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perbedaan Modul ESP 32 dan 8266.....	16
Gambar 2. 2 ESP32-DevKitC	17
Gambar 2. 3 ESP32 WROOM 32	17
Gambar 2. 4 ESP32-S2	18
Gambar 2. 5 ESP32-C3 dan ESP32-C6	18
Gambar 3. 1 Flowchart Tugas Akhir.....	25
Gambar 3. 2 Flowchart Penelitian.....	26
Gambar 4. 1 Wiring Diagram Modul Keyless ESP 32	30
Gambar 4. 2 Library BLE	32
Gambar 4. 3 MAC iTag & Smartwatch	32
Gambar 4. 4 Konfigurasi Pin	33
Gambar 4. 5 Variable Status	33
Gambar 4. 6 Inisialisasi BLE	33
Gambar 4. 7 Fungsi setup ().....	34
Gambar 4. 8 Fungsi Loop Pemindaian.....	34
Gambar 4. 9 Looping perangkat ditemukan.....	34
Gambar 4. 10 Aktivasi & Deaktivasi Sistem	35
Gambar 4. 11 Activate keyless.....	35
Gambar 4. 12 Deactivate Keyless	35
Gambar 4. 13 Fungsi Buzzer.....	36
Gambar 4. 14 Wiring Diagram Implementasi Sistem.....	40
Gambar 4. 15 Pengukuran Tegangan Baterai/Accu	43
Gambar 4. 16 Pemasangan Kabel (+) dan (-).....	44
Gambar 4. 17 Penyambungan Arus Positif Dari Kunci Kontak Menuju Terminal Positif Stepdown	44
Gambar 4. 18 Penyambungan Ground Stepdown & Terminal COM Relay Ke Sasis/Rangka	45
Gambar 4. 19 Output Terminal NO Disambungkan Ke Ground CDI	45
Gambar 4. 20 Instalasi Arus Negatif Pada Saklar/Switch.....	46

Gambar 4. 21 Instalasi Output Arus Negatif Saklar/Switch ke Terminal Negatif Stepdown.....	46
Gambar 4. 22 Instalasi Output Arus Positif Baterai ke Terminal Positif Stepdown	47
Gambar 4. 23 Instalasi Output Positif dan Negatif Stepdown ke Pin 5v dan GND pada ESP32	47
Gambar 4. 24 Instalasi Output Pin GND	48
Gambar 4. 25 Instalasi Output Pin 25	48
Gambar 4. 26 Instalasi Terminal COM.....	49
Gambar 4. 27 Instalasi Output Saklar/Switch Push Button	50
Gambar 4. 28 Instalasi Output Pin 26	50
Gambar 4. 29 Instalasi Output Pin 27	51



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Schedule	27
Tabel 4. 1 Perangkat keras yang digunakan.....	28
Tabel 4. 2 Flowchart Sistem	29
Tabel 4. 3 Keakuratan Deteksi BLE	36
Tabel 4. 4 Waktu Respon Sistem	37



DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

Istilah/Singkatan	Kepanjangan	Halaman
BLE	Bluetooth Low Energy	13, 14
digitalisasi	bentuk digital	15
efektif	berdaya guna	14
ESP32	Espressif Systems Platform 32-bit	13, 14, 15, 16, 44, 45
fleksibel	mudah menyesuaikan diri	14
individu	yang tak terbagi	13
inovatif	memperbaharui	14
IoT	Internet of Things	16
konvensional	cara lama	14
korporasi	sekelompok orang	13
prototipe	model awal atau bentuk percobaan	14
prototype	rancangan pertama	14
smartkey	kunci cerdas.	14
upgrade	Meningkatkan ke versi yang lebih tinggi.	14, 15

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Proses Implementasi Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Menggunakan Modul ESP 32	55
Lampiran 2 Proses Instalasi Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Menggunakan Modul ESP 32	55
Lampiran 3 Proses Tahap Pengujian Serta Penelitian Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Menggunakan Modul ESP 32	56



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan transportasi di Indonesia menunjukkan bahwa sepeda motor menjadi moda transportasi yang paling banyak digunakan oleh masyarakat. Selain harganya yang relatif terjangkau, sepeda motor juga dianggap praktis dan efisien untuk menunjang aktivitas sehari-hari. Seiring dengan meningkatnya jumlah pengguna, produsen sepeda motor terus berinovasi dalam menghadirkan produk dengan kualitas yang semakin baik, baik dari segi desain, performa, maupun kenyamanan.

Namun, meningkatnya jumlah pengguna sepeda motor juga diiringi dengan maraknya tindak kejahatan, khususnya pencurian kendaraan bermotor (curanmor) dan tindakan perampasan kendaraan (begal). Kejahatan tersebut tidak hanya terjadi di lokasi parkir, tetapi juga kerap berlangsung di jalan raya, sehingga menimbulkan keresahan bagi masyarakat. Oleh karena itu, sistem keamanan tambahan pada kendaraan bermotor sangat dibutuhkan guna meminimalisasi risiko kehilangan dan meningkatkan rasa aman bagi pengendara.

Salah satu teknologi yang berpotensi digunakan untuk meningkatkan keamanan kendaraan adalah Bluetooth Low Energy (BLE). Teknologi ini dapat diimplementasikan pada mikrokontroler modern, salah satunya ESP32, yang telah terintegrasi dengan modul BLE. Keunggulan ESP32 dibandingkan penggunaan modul terpisah terletak pada kemudahan implementasi, biaya yang lebih rendah, serta konsumsi daya yang relatif kecil, yaitu sekitar 3,7 volt (Jonas et al., 2022).

Pemanfaatan ESP32 dengan teknologi BLE memungkinkan terciptanya sistem keamanan yang cerdas, efisien, dan fleksibel. Dengan dukungan komunikasi nirkabel serta kemampuan pemrograman yang luas, ESP32 dapat dirancang untuk mendeteksi dan mencegah upaya pencurian sepeda motor. Hal

ini selaras dengan kebutuhan masyarakat akan sistem keamanan tambahan yang mampu memberikan kontrol lebih terhadap kendaraan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis merancang sistem keamanan anti-curamnor berbasis ESP32 dengan teknologi BLE sebagai solusi inovatif untuk membantu mencegah tindak pencurian dan pembegalan sepeda motor.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Banyaknya tindakan kriminal curamnor dengan cara merusak kunci kontak dengan kunci T atau cairan kimia.
2. Penerapan sistem smartkey hanya pada sepeda motor keluaran terbaru.
3. Sistem keamanan sepeda motor lawas kurang maksimal.

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara kerja sistem keamanan sepeda motor menggunakan modul ESP 32?
2. Bagaimana cara menerapkan sistem keamanan menggunakan modul ESP 32 pada sepeda motor?
3. Bagaimana cara implementasi sistem keamanan menggunakan modul ESP 32 dalam bentuk prototipe?

1.4 Batasan Masalah

1. Penjelasan modul ESP 32 serta program hanya pada prosedur pengaplikasian.
2. Membahas secara lengkap bagaimana melakukan upgrade sistem keamanan konvensional.
3. Penerapan sistem keamanan menggunakan modul ESP 32 hanya berbentuk prototipe.

1.5 Tujuan Penelitian

1. Dapat merancang sistem keamanan sepeda motor menggunakan modul ESP 32.
2. Dapat mengetahui cara kerja sistem keamanan sepeda motor menggunakan modul ESP 32.
3. Dapat melakukan upgrade sistem keamanan konvensional pada sepeda motor.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Modul ESP 32 yang telah diaplikasikan pada sepeda motor sebagai sistem keamanan sepeda motor, mampu memberikan pemahaman betapa pentingnya menjaga keamanan sepeda motor.
2. Pada penelitian ini memberikan pemahaman tentang perkembangan teknologi.
3. Memperkaya ilmu pengetahuan dalam era digitalisasi.

1.7 Sistematika Penulisan

BAB I : Pendahuluan. Menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : Tinjauan Pustaka, Landasan Teori, menjelaskan mengenai sistem keamanan sepeda motor menggunakan modul ESP 32 dan fungsinya

BAB III : Metodologi, menjelaskan mengenai waktu dan tempat penelitian, serta menjelaskan tentang sistem keamanan sepeda motor menggunakan modul ESP 32.

BAB IV : Hasil dan pembahasan.

BAB V : Kesimpulan dan saran.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sejarah Modul ESP 32

ESP32 bukanlah teknologi yang hadir secara tiba-tiba, melainkan merupakan hasil perjalanan panjang dan inspiratif dari perusahaan Espressif Systems yang didirikan di Shanghai, Tiongkok pada tahun 2004. Sejak awal, perusahaan ini memfokuskan diri pada pengembangan solusi Wi-Fi berdaya rendah untuk perangkat mobile. (*Sejarah Dan Evolusi ESP32 Dalam Dunia IoT - Indobot Academy*, n.d.)

Tonggak penting dalam perjalanan Espressif terjadi pada tahun 2014, ketika mereka merilis ESP8266—sebuah mikrokontroler kecil dengan modul Wi-Fi terintegrasi dan harga yang sangat terjangkau. Kehadiran ESP8266 mengubah lanskap teknologi IoT dengan memungkinkan konektivitas nirkabel yang lebih mudah diakses oleh banyak pengembang dan produsen.

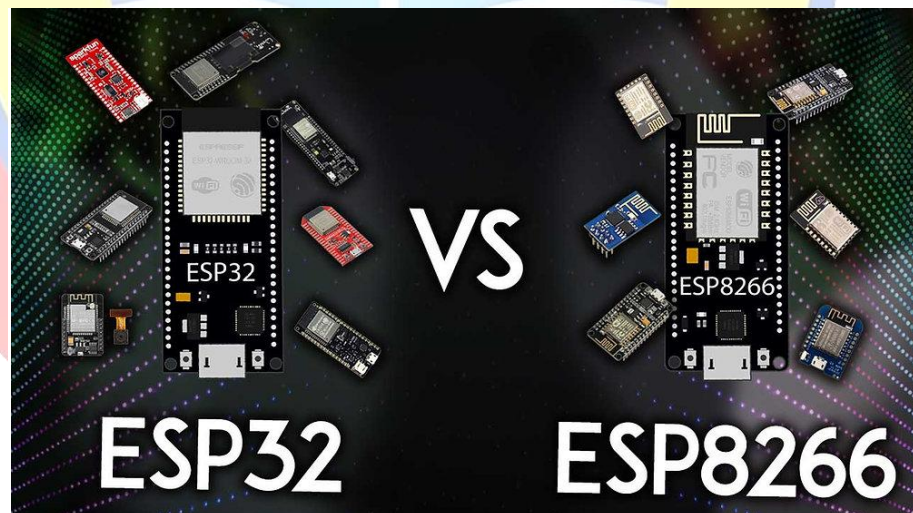
Keberhasilan tersebut menjadi batu loncatan bagi peluncuran ESP32 pada tahun 2016. Dibekali arsitektur yang lebih canggih dan fleksibel, ESP32 menjadi generasi penerus yang menawarkan peningkatan signifikan. Mikrokontroler ini menggabungkan prosesor dual-core Tensilica Xtensa LX6, koneksi Wi-Fi dan Bluetooth yang stabil, berbagai antarmuka periferi yang lengkap, efisiensi daya yang tinggi, serta tetap mempertahankan harga yang kompetitif—menjadikannya pilihan utama dalam pengembangan perangkat IoT.

Lebih dari sekadar versi lanjutan, ESP32 berhasil menetapkan standar baru dalam dunia mikrokontroler berbasis IoT. Kapabilitasnya membuka peluang bagi berbagai inovasi, mulai dari sistem otomasi rumah pintar, pelacakan berbasis lokasi yang akurat, perangkat wearable berteknologi tinggi, hingga implementasi pertanian cerdas yang efisien dan berkelanjutan.

2.1.1 Evolusi Modul ESP 32

Sejak pertama kali diperkenalkan pada tahun 2016, ESP32 telah mengalami perkembangan signifikan yang menjadikannya sebagai salah satu platform IoT yang semakin maju dan adaptif. Perjalanan evolusinya ditandai oleh sejumlah pencapaian penting yang menunjukkan peningkatan kapabilitas dan fleksibilitas dari waktu ke waktu.

A. Pada Gambar 2.1. Tahun 2016 menjadi titik awal kemunculan ESP32, yang menandai babak baru dalam perkembangan teknologi Internet of Things (IoT). Mikrokontroler ini hadir dengan prosesor dual-core yang menawarkan peningkatan signifikan dibandingkan generasi sebelumnya, yaitu ESP8266. Dengan dukungan konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth yang lebih stabil, beragam antarmuka periferan yang terintegrasi, efisiensi konsumsi daya yang tinggi, serta harga yang tetap ekonomis, ESP32 menjadi solusi yang lebih unggul dan kompetitif di ranah perangkat IoT.



Gambar 2. 1 Perbedaan Modul ESP 32 dan 8266

B. Pada Gambar 2.2. Tahun 2017, Espressif Systems merilis ESP32-DevKitC, yaitu papan pengembangan resmi pertama untuk modul ESP32. Kehadiran perangkat ini mempercepat adopsi ESP32 secara lebih luas, khususnya di kalangan pengembang dan komunitas IoT,

karena memberikan kemudahan dalam proses prototyping dan pengembangan aplikasi berbasis IoT.



Gambar 2. 2 ESP32-DevKitC

- C. Pada Gambar 2.3. Tahun 2018 menjadi momentum peluncuran ESP32-WROOM-32, sebuah modul yang telah dilengkapi dengan antena Wi-Fi terintegrasi di dalam papan sirkuitnya. Inovasi ini memberikan kemudahan dalam proses integrasi, serta meningkatkan fleksibilitas dalam perancangan berbagai perangkat IoT yang efisien dan ringkas.



Gambar 2. 3 ESP32 WROOM 32

- D. Pada Gambar 2.4. Tahun 2019, Espressif Systems merilis ESP32-S2, varian baru dari keluarga ESP32 yang dirancang dengan efisiensi daya yang lebih tinggi dan harga yang lebih ekonomis. Modul ini sangat cocok untuk aplikasi IoT yang bergantung pada daya baterai, karena

mampu mengoptimalkan konsumsi energi tanpa mengorbankan kinerja inti.



Gambar 2. 4 ESP32-S2

E. Pada Gambar 2.5. Tahun 2020 menandai peluncuran ESP32-C3 dan ESP32-C6, dua varian baru dari seri ESP32 yang mengusung arsitektur prosesor RISC-V. Kedua modul ini menawarkan efisiensi daya yang lebih baik serta performa yang andal, menjadikannya pilihan ideal untuk pengembangan perangkat IoT yang membutuhkan konsumsi energi rendah namun tetap memiliki kapabilitas komputasi yang tinggi.



Gambar 2. 5 ESP32-C3 dan ESP32-C6

F. Pada tahun 2021, Espressif Systems memperluas kemampuan seri ESP32 dengan menambahkan dukungan terhadap Bluetooth 5.0 dan Wi-Fi 6. Pembaruan ini menghadirkan konektivitas nirkabel yang lebih

cepat, stabil, dan efisien, sehingga semakin memperkuat posisi ESP32 sebagai solusi unggulan dalam pengembangan perangkat IoT modern.

G. Pada tahun 2022, Espressif Systems memperkenalkan ESP32-S3, varian terbaru dari lini ESP32 yang dirancang dengan penekanan khusus pada aspek keamanan dan perlindungan data. Fitur-fitur keamanan yang ditingkatkan menjadikan modul ini sangat cocok untuk implementasi aplikasi IoT yang memerlukan tingkat privasi dan integritas data yang tinggi.

H. Pada tahun 2023, ekosistem ESP32 mengalami pertumbuhan yang signifikan, ditandai dengan semakin besarnya komunitas pengembang dan pembuat perangkat IoT yang aktif berkontribusi. Kolaborasi dan berbagi pengetahuan dalam komunitas ini turut mendorong percepatan inovasi dan adopsi ESP32 di berbagai bidang aplikasi.

2.1.2 Fitur Modul ESP 32

ESP32 bukanlah mikrocontroller umum. Kombinasi fitur-fitur canggih yang dimilikinya memberikan ruang bagi imajinasi bagi para developer dan pencipta perangkat IoT. Berikut adalah beberapa keunggulan utama dari ESP32:

- A. Prosesor Dual-Core Tensilica Xtensa LX6: Memfasilitasi multitasking dan mempercepat pemrosesan data.
- B. Konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth yang Handal: Memungkinkan koneksi mudah kepada berbagai alat dan jaringan.
- C. Beragam Antarmuka Periferal: Mendukung berbagai sensor, aktuator, serta benda eksternal lainnya.
- D. Penggunaan Energi yang Efisien: Cocok untuk aplikasi IoT yang bergantung pada baterai.
- E. Biaya yang Terjangkau: Pilihan yang hemat biaya untuk menciptakan perangkat IoT.

- F. Komunitas Pengguna yang Dinamis: Menawarkan beragam sumber daya untuk mendukung pengguna.
- G. Keberagaman Software dan Perpustakaan Pendukung: Mensimplifikasi proses pengembangan serta pemrograman.

Kombinasi dari semua fitur ini menjadikan ESP32 sebagai platform ideal untuk menciptakan gagasan-gagasan inovatif, mendorong digitalisasi di berbagai bidang, serta membuka peluang tak terbatas untuk masa depan yang saling terhubung. Prosesor Dual-Core Tensilica Xtensa LX6: Memfasilitasi multitasking dan mempercepat pemrosesan data.

2.1.3 Implementasi Modul ESP 32 pada IoT

ESP32 telah mengubah lanskap IoT dengan memberikan peluang baru untuk aplikasi kreatif di berbagai industri. Berikut adalah beberapa contoh penggunaan ESP32 yang mengesankan:

- A. Otomasi Rumah Pintar: ESP32 berfungsi sebagai pusat pengendali untuk rumah pintar, memungkinkan otomatisasi dalam pengelolaan pencahayaan, suhu, peralatan elektronik, dan sistem keamanan.
- B. Sistem Pengawasan dan Kontrol Industri: ESP32 berperan dalam pemantauan aspek-aspek krusial dalam proses industri, seperti suhu, tekanan, dan aliran, serta mengendalikan aktuator untuk meningkatkan efisiensi proses.
- C. Perangkat Wearable dan Kesehatan Digital: Dengan ESP32, pengguna dapat memantau kesehatan serta aktivitas fisik, mentransmisikan data detak jantung, dan mengumpulkan data biometrik untuk mempromosikan kesehatan dan kebugaran.
- D. Pertanian Cerdas: ESP32 mendukung petani untuk memperbaiki sistem irigasi, memantau keadaan tanaman, mengotomatiskan pengaplikasian pupuk, dan mendongkrak hasil pertanian.

- E. Kota Pintar: Dalam konteks ini, ESP32 dimanfaatkan untuk manajemen lalu lintas, penerangan jalan yang cerdas, pengumpulan data tentang lingkungan, dan pengelolaan limbah, serta berkontribusi pada peningkatan kualitas hidup di area perkotaan.
- F. Logistik dan Rantai Pasokan: Dengan bantuan ESP32, pelacakan aset dan barang selama pengiriman dapat dilakukan secara efisien, termasuk memantau keadaan lingkungan dalam proses pengiriman, serta meningkatkan efektivitas rantai pasokan.
- G. Keamanan dan Pengendalian Akses: ESP32 diterapkan dalam sistem kontrol akses, sistem perlindungan rumah, dan pelacakan aset untuk meningkatkan keamanan dan mencegah tindakan pencurian.
- H. Penelitian dan pengembangan: ESP32 digunakan di berbagai proyek penelitian dan pengembangan untuk menciptakan solusi IoT yang inovatif di banyak bidang.

2.2 Sistem keamanan sepeda motor menggunakan Modul ESP 32

2.2.1 Definisi Sistem keamanan sepeda motor menggunakan Modul ESP 32

Sistem keamanan sepeda motor menggunakan modul ESP 32 adalah sistem yang menggunakan mikrokontroler ESP 32 untuk meningkatkan keamanan sepeda motor. Modul ESP 32 memiliki beberapa keunggulan, seperti:

- A. Prosesor *dual-core* dengan kecepatan hingga 240 MHz.
- B. Konektivitas Wi-Fi b/g/n untuk komunikasi internet yang handal.
- C. Dukungan Bluetooth 4.2 dan BLE untuk komunikasi nirkabel dengan perangkat lain.

2.2.2 Fungsi Sistem keamanan sepeda motor menggunakan Modul ESP 32

Sistem keamanan sepeda motor menggunakan modul ESP 32 dapat memiliki beberapa fungsi, seperti:

- A. Mengontrol ON dan OFF serta starter sepeda motor
- B. Membantu menanggulangi masalah maraknya kriminal curanmor
- C. Menjaga keamanan sepeda motor

2.2.3 Contoh Sistem keamanan sepeda motor menggunakan Modul ESP 32

Sistem keamanan sepeda motor dapat menggunakan modul ESP 32. Berikut beberapa contoh sistem keamanan sepeda motor yang menggunakan modul ESP 32:

- A. Alat kontrol dan pengaman sepeda motor berbasis Telegram
- B. Alat dapat mengontrol sepeda motor tanpa kontak fisik dan mengirim data ke smartphone. Alat ini menggunakan ESP 32 Cam untuk mengenali wajah pemilik motor.
- C. Sistem keamanan kendaraan bermotor dengan ESP 32
- D. Sistem menggunakan kontrol Android untuk mengunci motor saat terjadi pembobolan atau pencurian kunci. Motor tetap dapat diaktifkan melalui aplikasi Android.
- E. Sistem smart key pada sepeda motor menggunakan modul ESP 32

2.3 Sistem Keyless

Sistem keyless adalah sistem keamanan pada sepeda motor, sistem ini bekerja ketika sepeda motor terkunci atau dihidupkan, sistem ini merupakan evolusi dari sistem alarm konvensional yang sudah lebih dulu beredar di masyarakat.

Pengoperasian alarm konvensional sama dengan proses transmisi sinyal dan proses pengiriman sinyal, dimana remot kontrol digunakan untuk mengontrol modul pada sepeda motor, sehingga motor dapat dibuka dan dihidupkan. (Sajiah et al., 2024)

2.4 Komunikasi Gelombang Radio

Komunikasi gelombang radio adalah jenis komunikasi tanpa kabel, yang memakai udara sebagai media transmisi dan pengiriman sinyal data melalui perambatan gelombang radio.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang akan dijadikan objek penelitian adalah pada SMK-PK PUSDIKHUBAD CIMAHY yang beralamat di Jl. Kalidam Komp. Microwave No. 1 Kel. Karang Mekar Kec. Cimahi Tengah - Kota Cimahi 40523.

3.2 Konsep Penulisan

3.2.1 Sumber dan Jenis Data

Data yang diuraikan dalam pembuatan Tugas Akhir ini bersumber dari berbagai literatur yang relevan dengan isu yang dikaji. Berbagai referensi utama yang dipakai meliputi jurnal penelitian dalam bentuk cetak maupun digital, serta artikel ilmiah yang ditemukan secara daring. Tipe data yang dikumpulkan sangat beragam, mencakup baik aspek kualitatif maupun kuantitatif.

3.2.2 Pengumpulan Data

Metode penulisan menggunakan pendekatan kajian pustaka. Data dikumpulkan dari berbagai sumber literatur dan diorganisir berdasarkan hasil analisis dari informasi yang didapat. Penulisan berusaha untuk saling terhubung satu sama lain dan sesuai dengan tema yang sedang dibahas.

3.2.3 Analisis Data

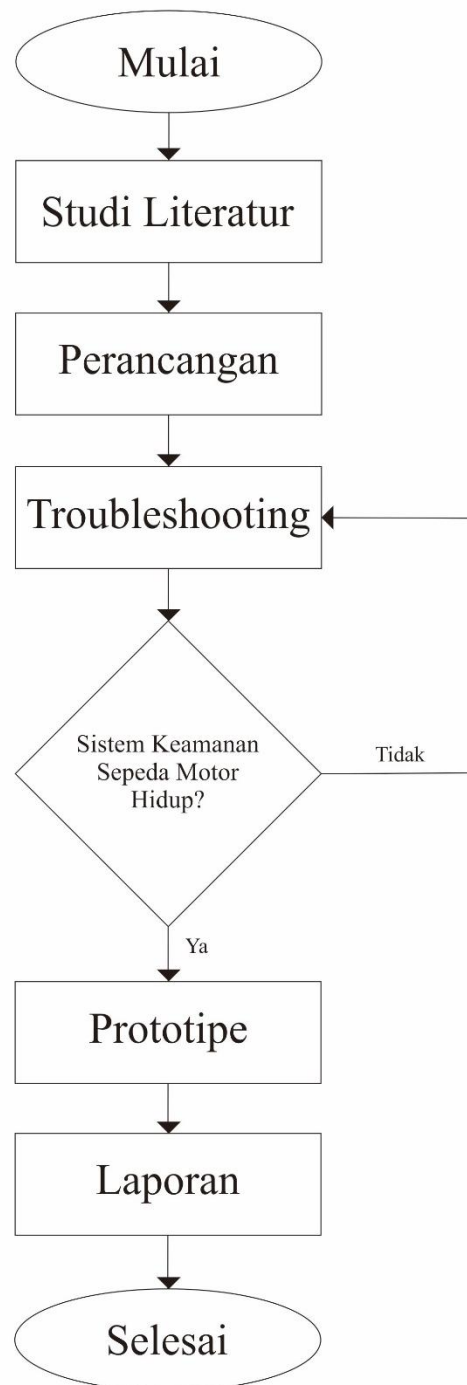
Data yang telah diperoleh disaring dan disusun sesuai dengan tema penelitian. Selanjutnya, disusunlah Tugas Akhir berdasarkan data yang telah disiapkan dengan cara yang terstruktur dan logis. Metode analisis data yang digunakan bersifat deskriptif dan argumentatif.

3.2.4 Penarikan Kesimpulan

Kesimpulan diperoleh setelah meneliti kembali pertanyaan penelitian, tujuan penulisan, dan analisis yang telah dilakukan. Kesimpulan yang diambil menggambarkan inti dari topik Tugas Akhir, juga dilengkapi dengan saran praktis sebagai rekomendasi untuk langkah selanjutnya.

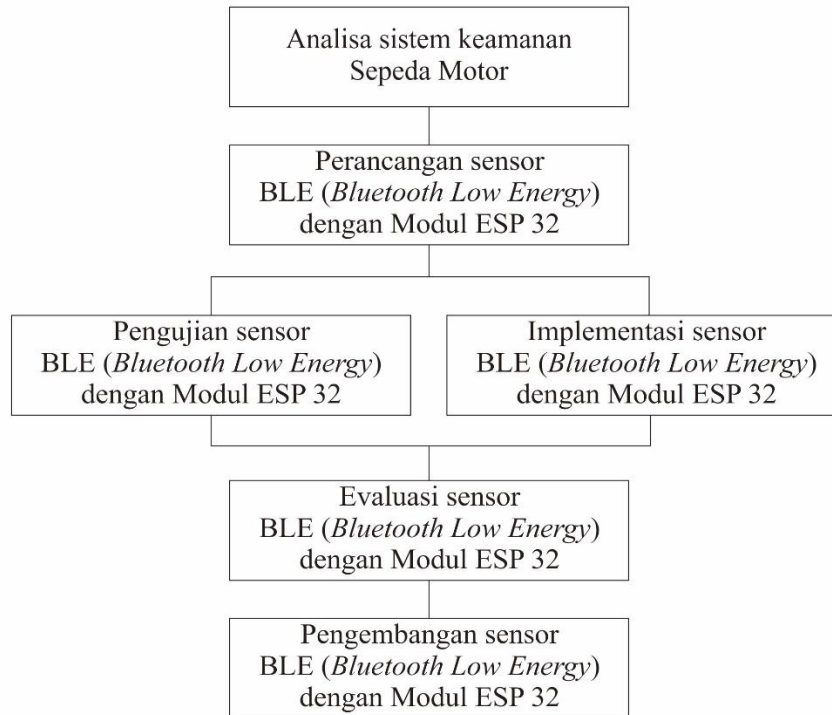
3.3 Kerangka Berfikir

3.3.1 Alur Tugas Akhir



Gambar 3. 1 Flowchart Tugas Akhir

3.3.2 Alur Kerja Penelitian



Gambar 3. 2 Flowchart Penelitian



3.4 Jadwal Pelaksanaan

Tabel 3. 1 Schedule

NO	KEGIATAN	DESEMBER 2024				JANUARI 2025				FEBRUARI 2025				MARET 2025			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur																
2	Pengolahan Data																
3	Penelitian																
4	Pengujian																
5	Penyusunan TA																
6	Sidang TA																
NO	KEGIATAN	APRIL 2025				MEI 2025				JUNI 2025				JULI 2025			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur																
2	Pengolahan Data																
3	Penelitian																
4	Pengujian																
5	Penyusunan TA																
6	Sidang TA																
NO	KEGIATAN	AGUSTUS 2025															
		1				2				3				4			
1	Studi Literatur																
2	Pengolahan Data																
3	Penelitian																
4	Pengujian																
5	Penyusunan TA																
6	Sidang TA																

BAB IV DATA DAN ANALISIS

4.1 Bagaimana cara kerja sistem keamanan sepeda motor dengan menggunakan modul ESP 32

Sistem keamanan anti curanmor ini dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 Wroom-32D yang memanfaatkan teknologi *Bluetooth Low Energy* (BLE). Perangkat *Bluetooth Low Energy* yang digunakan adalah iTag dan smartwatch Teevo, yang berfungsi sebagai "kunci digital" untuk mengaktifkan sistem pengaman kendaraan bermotor.

Ketika salah satu perangkat *Bluetooth Low Energy* milik pengguna berada dalam jangkauan dan terdeteksi oleh sistem, maka ESP32 akan mengaktifkan relay untuk menghidupkan mesin. Sebaliknya, jika tidak ada perangkat *Bluetooth Low Energy* yang tidak sesuai terdeteksi, sistem akan mematikan mesin secara otomatis.

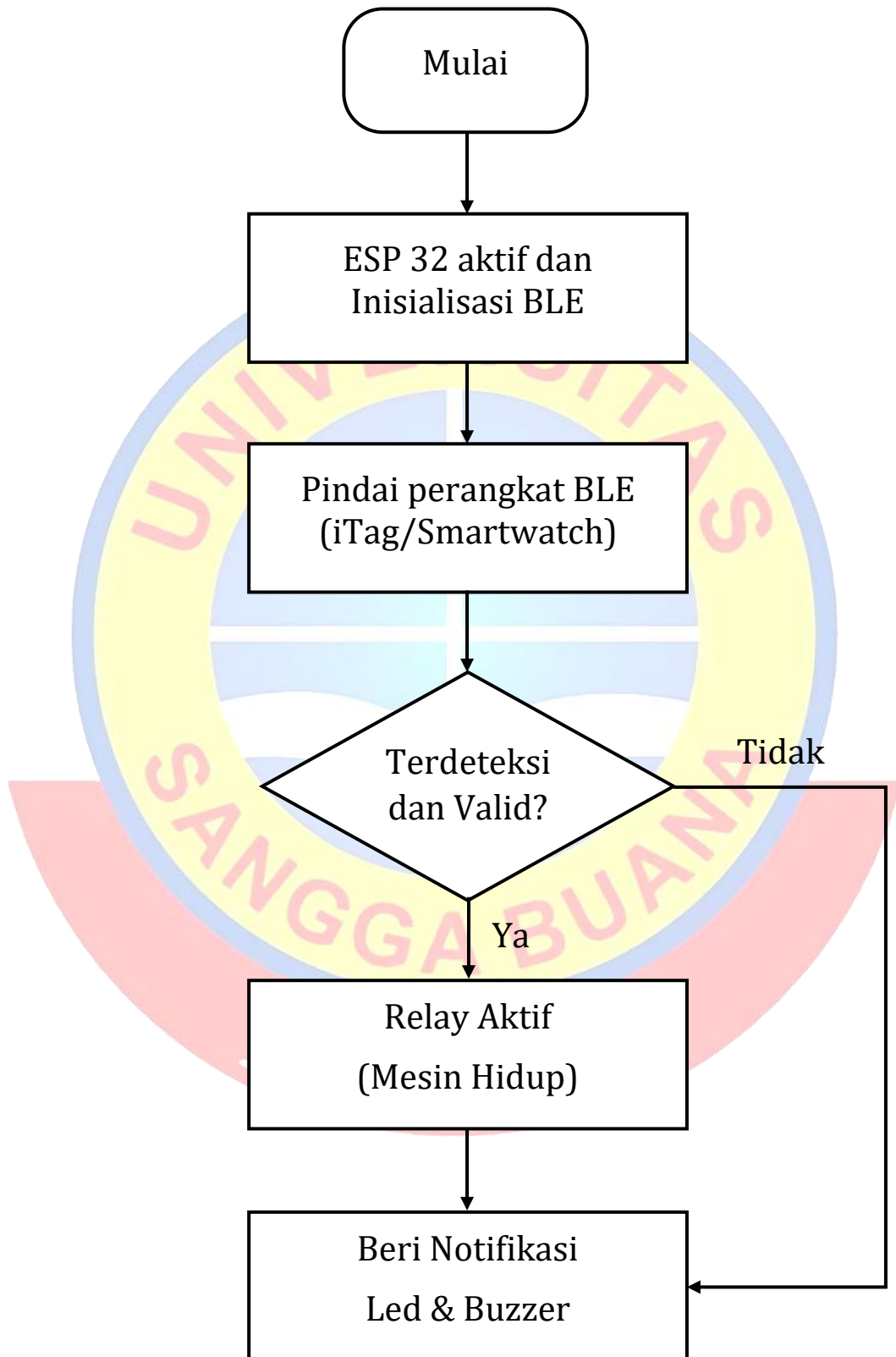
4.1.1 Perangkat Keras yang Digunakan

Tabel 4. 1 Perangkat keras yang digunakan

No	Nama Komponen	Spesifikasi/Fungsi
1	ESP32 Wroom-32D	Mikrokontroler utama yang mendukung komunikasi BLE
2	iTag BLE	Perangkat BLE sebagai kunci akses
3	Smartwatch	Alternatif perangkat BLE untuk akses
4	Relay 1 channel	Mengontrol aliran listrik ke sistem pengapian motor
5	LED	Indikator status sistem
6	Buzzer	Memberikan sinyal suara sebagai notifikasi
7	Aki 12 Volt	Sumber daya utama dari kendaraan
8	Step-down module	Menurunkan tegangan ke 5V/3.3V sesuai kebutuhan ESP32

4.1.2 Flowchart Sistem

Tabel 4. 2 Flowchart Sistem

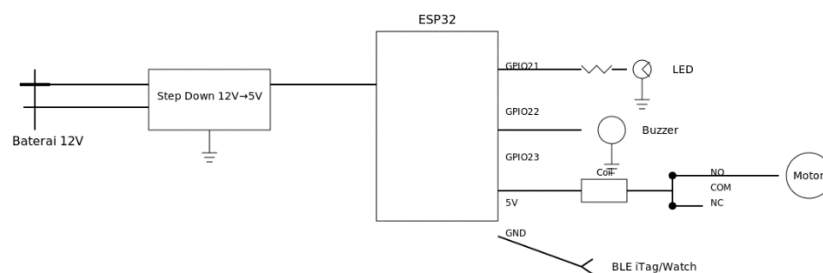


Berdasarkan flowchart yang telah digambarkan di atas, langkah-langkah kerja dari alat yang diusulkan adalah sebagai berikut:

- A. ESP32 memperoleh suplai arus listrik dari aki yang tegangannya telah diturunkan oleh modul *step-down*, sehingga perangkat dapat menyala.
- B. ESP32 melakukan pemindaian terhadap perangkat *Bluetooth Low Energy* (*smartwatch* atau *iTag*) yang telah terdaftar.
- C. Apabila perangkat *Bluetooth Low Energy* berhasil terdeteksi dan sesuai dengan data yang terdaftar (*valid*), maka relay diaktifkan sehingga sistem atau mesin dapat menyala.
- D. Apabila perangkat *Bluetooth Low Energy* gagal terdeteksi atau tidak sesuai dengan data yang terdaftar (*tidak valid*), maka relay akan dinonaktifkan sehingga sistem atau mesin tidak dapat menyala.
- E. Baik saat perangkat *Bluetooth Low Energy* terdeteksi maupun tidak terdeteksi, serta *valid* maupun tidak *valid*, sistem akan memberikan notifikasi melalui LED dan buzzer.

4.1.3 Wiring Diagram Sistem

Agar penulis dapat lebih mudah dalam menguraikan perancangan sistem dari aspek perangkat keras, alur dan fungsi perangkat keras digambarkan melalui diagram blok seperti Gambar 4.1:



Gambar 4. 1 Wiring Diagram Modul Keyless ESP 32

Penjelasan dan keterangan mengenai diagram blok yang terdapat pada Gambar 4.1 disajikan sebagai berikut:

- A. Aki 12V digunakan sebagai catu daya utama yang menyediakan arus listrik untuk mendukung operasional seluruh komponen sistem.
- B. ESP32 berperan sebagai pusat pengendali dan unit pemrosesan utama (*core controller*) yang mengatur keseluruhan sistem.
- C. *Step-down converter* berfungsi untuk menurunkan tegangan dari sumber aki 12V menjadi 3,7V sesuai kebutuhan sistem.
- D. Relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang mengendalikan aliran arus listrik menuju kunci kontak.
- E. Smartwatch dan iTag berfungsi sebagai perangkat kendali untuk mengaktifkan atau menonaktifkan relay.
- F. Buzzer digunakan untuk memberikan sinyal audio sebagai indikator ketika koneksi *Bluetooth Low Energy* berhasil terhubung atau terputus.
- G. LED digunakan sebagai indikator visual untuk menunjukkan status konektivitas *Bluetooth Low Energy*, sama seperti fungsi buzzer sebagai indikator audio.

4.1.4 Alur Kerja Sistem

Berikut adalah langkah kerja sistem secara umum:

- A. ESP32 melakukan inisialisasi modul *Bluetooth Low Energy*.
- B. ESP32 memindai perangkat *Bluetooth Low Energy* di sekitar.
- C. Jika iTag atau smartwatch Teevo terdeteksi dengan sinyal kuat:
 - Relay aktif, mesin bisa dinyalakan.
 - LED menyala dan buzzer berbunyi 2 kali.
- D. Jika perangkat *Bluetooth Low Energy* tidak terdeteksi:
 - Relay nonaktif, mesin mati.
 - LED mati dan buzzer berbunyi 1 kali.
- E. Proses pemindaian berlangsung secara terus-menerus setiap beberapa detik.

4.1.5 Implementasi Program

Program menggunakan Arduino IDE dengan library *Bluetooth Low Energy*. Sistem memindai alamat MAC perangkat *Bluetooth Low Energy* dan mengatur output berdasarkan hasil deteksi tersebut, berikut penjelasan mengenai program :

A. Library yang digunakan

```
#include <BLEDevice.h>
#include <BLEUtils.h>
#include <BLEScan.h>
#include <BLEAdvertisedDevice.h>
```

Gambar 4. 2 Library BLE

Gambar 4.2 Library ini memungkinkan ESP 32 untuk melakukan komunikasi *Bluetooth Low Energy* (BLE) :

1. **<BLEDevice.h>** dan **<BLEUtils.h>** : Inisialisasi dan utilitas dasar BLE.
2. **<BLEScan.h>** : Untuk melakukan proses pemindaian (scanning) perangkat BLE.
3. **<BLEAdvertisedDevice.h>** : Untuk menangani informasi dari perangkat BLE yang ditemukan.

B. Inisialisai Alamat MAC BLE

```
const char* itagMAC = "f4:12:fa:12:34:56";
const char* smartwatchMAC = "04:da:28:8f:b9:81";
```

Gambar 4. 3 MAC iTag & Smartwatch

Gambar 4.3 Menentukan alamat MAC dari perangkat BLE yang diotorisasi, yaitu :

1. iTag BLE tracker
2. Smartwatch Pengguna

ESP 32 akan mencari kedua perangkat ini untuk mengizinkan akses.

C. Inisialisasi Pin GPIO

```
const int relayPin = 25;  
const int ledPin = 26;  
const int buzzerPin = 27;
```

Gambar 4. 4 Konfigurasi Pin

Gambar 4.4 Mendefinisikan pin GPIO pada ESP32:

1. relayPin untuk **menghidupkan/mematikan mesin**
2. ledPin sebagai **indikator status**
3. buzzerPin untuk **notifikasi suara**

D. Variable Status

```
bool isAuthorized = false;  
bool deviceDetected = false;
```

Gambar 4. 5 Variable Status

Gambar 4.5 Mendeskripsikan:

1. **isAuthorized** : Menyimpan status apakah perangkat BLE yang sah telah terdeteksi.
2. **deviceDetected** : Digunakan dalam proses scanning untuk mengetahui apakah ada perangkat BLE yang sah di dekat ESP 32.

E. Pengaturan BLEScan

```
BLEScan* pBLEScan;  
const int scanTime = 2;  
const int rssiThreshold = -70;
```

Gambar 4. 6 Inisialisasi BLE

Gambar 4.6 Mendeskripsikan:

1. **pBLEScan** : Objek untuk melakukan pemindaian BLE.
2. **scanTime** : Waktu scanning (dalam detik) setiap siklus loop.
3. **rssiThreshold** : Batas minimum kekuatan sinyal (RSSI) untuk validasi jarak (semakin tinggi nilai, semakin dekat jarak).

F. Fungsi setup()

```
void setup() {  
  ...  
  BLEDevice::init("");  
  pBLEScan = BLEDevice::getScan();  
  pBLEScan->setActiveScan(true);  
  ...  
}
```

Gambar 4. 7 Fungsi setup ()

Gambar 4.7 Menjelaskan fungsi setup:

1. Menyiapkan komunikasi serial, mode pin (output), dan inisialisasi BLE.
2. **setActiveScan(true)** : Aktifkan mode scanning aktif agar ESP 32 dapat menerima lebih banyak informasi dari perangkat BLE.

G. Fungsi loop (): Pemindaian & Deteksi Perangkat

```
BLEScanResults scanResults = pBLEScan->start(scanTime, false);
```

Gambar 4. 8 Fungsi Loop Pemindaian

Gambar 4.8 Menjelaskan fungsi loop:

1. Memulai pemindaian BLE selama scanTime detik.
2. Mendapatkan daftar perangkat yang ditemukan.

```
for (int i = 0; i < scanResults.getCount(); i++) {  
  ...  
  String macStr = device.getAddress().toString().c_str();  
  ...  
  if (rssi >= rssiThreshold &&  
      (macStr.equalsIgnoreCase(itagMAC) || macStr.equalsIgnoreCase(smartwatchMAC))) {  
    deviceDetected = true;  
    break;  
  }  
}
```

Gambar 4. 9 Looping perangkat ditemukan

Gambar 4.9 Looping perangkat:

1. Iterasi setiap perangkat BLE ditemukan.
2. Mengambil alamat MAC dan RSSI.
3. Cek apakah perangkat tersebut sesuai dan berada dalam jangkauan (RSSI cukup kuat).
4. Jika valid, ubah `deviceDetected = true`.

H. Aktivasi & Deaktivasi Sistem

```
if (deviceDetected && !isAuthorized) {  
    activateKeyless();  
}  
else if (!deviceDetected && isAuthorized) {  
    deactivateKeyless();  
}
```

Gambar 4. 10 Aktivasi & Deaktivasi Sistem

Gambar 4.10 Aktivasi & Deaktivasi :

1. Jika perangkat sah baru terdeteksi → Aktifkan sistem (nyalakan relay dan LED).
2. Jika perangkat tidak lagi terdeteksi → Nonaktifkan sistem.

I. Fungsi activateKeyless()

```
void activateKeyless() {  
    isAuthorized = true;  
    digitalWrite(relayPin, HIGH);  
    digitalWrite(ledPin, HIGH);  
    buzzNotification(2);  
    Serial.println("✅ Perangkat terotorisasi. Mesin dihidupkan.");  
}
```

Gambar 4. 11 Activate keyless

Gambar 4.11 Fungsi activate Keyless :

1. Mengatur isAuthorized = true.
2. Mengaktifkan relay dan LED.
3. Memberi bunyi buzzer 2 kali sebagai tanda keberhasilan.

J. Fungsi deactivateKeyless()

```
void deactivateKeyless() {  
    isAuthorized = false;  
    digitalWrite(relayPin, LOW);  
    digitalWrite(ledPin, LOW);  
    buzzNotification(1);  
    Serial.println("⚠️ Perangkat tidak terdeteksi. Mesin dimatikan.");  
}
```

Gambar 4. 12 Deactivate Keyless

Gambar 4.12 Fungsi deactivate Keyless:

1. Set isAuthorized = false.
2. Mematikan relay dan LED.
3. Memberi bunyi buzzer 1 kali sebagai peringatan.

K. Fungsi buzzNotification(int times)

```
void buzzNotification(int times) {  
    for (int i = 0; i < times; i++) {  
        digitalWrite(buzzerPin, HIGH);  
        delay(300);  
        digitalWrite(buzzerPin, LOW);  
        delay(200);  
    }  
}
```

Gambar 4. 13 Fungsi Buzzer

Fungsi sederhana Gambar 4.13 untuk membunyikan buzzer kali sesuai status (2x = hidupkan, 1x = matikan)

4.1.6 Analisis Hasil Pengujian

A. Keakuratan Deteksi Bluetooth Low Energy (BLE)

Pengujian dilakukan dengan meletakkan perangkat BLE (iTag dan smartwatch) pada berbagai jarak dari mikrokontroler ESP32. Sistem secara konsisten dapat mendeteksi perangkat BLE dalam radius ± 5 meter. Konfigurasi nilai `rssiThreshold = -70 dBm` menjadi acuan batas jangkauan, di mana perangkat hanya dianggap dalam jangkauan jika kekuatan sinyalnya lebih besar atau sama dengan -70 dBm.

Tabel 4. 3 Keakuratan Deteksi BLE

Jarak (meter)	RSSI iTag (dBm)	RSSI Smartwatch (dBm)	Status Deteksi
1	- 42	- 48	Terdeteksi
3	- 59	- 61	Terdeteksi
5	- 69	- 68	Terdeteksi
6	- 74	- 76	Tidak Terdeteksi
8	- 80	- 83	Tidak Terdeteksi

Kesimpulan: Sistem bekerja akurat dan sesuai dengan logika kode. Pada nilai RSSI di atas -70 dBm, perangkat dikenali dan relay aktif. Ketika nilai RSSI turun di bawah -70 dBm, sistem otomatis menonaktifkan relay.

B. Keandalan Sistem Otomatisasi

Waktu respon sistem terhadap perubahan status perangkat BLE sangat cepat. Berdasarkan pengujian:

Tabel 4. 4 Waktu Respon Sistem

Kondisi	Waktu Respon
iTag masuk jangkauan	± 1.8 detik
iTag keluar dari jangkauan	± 2.5 detik
Smartwatch masuk jangkauan	± 2.0 detik
Smartwatch keluar dari jangkauan	± 2.8 detik

Kesimpulan: Sistem mampu beradaptasi terhadap masuk/keluarnya perangkat BLE dalam waktu kurang dari 3 detik, yang sangat baik untuk keperluan otomasi keyless kendaraan bermotor.

C. Kelebihan Sistem

1. Tanpa Tombol (Keyless)

Sistem tidak memerlukan tombol atau kunci fisik, cukup mendekatkan iTag atau smartwatch untuk mengaktifkan motor.

2. Privasi dan Keamanan Tinggi

Hanya perangkat BLE yang terdaftar (berdasarkan MAC dan RSSI) yang bisa mengaktifkan motor. Sulit dipalsukan karena memakai alamat dan kekuatan sinyal asli perangkat BLE.

3. Efisiensi Energi

ESP32 dan BLE dirancang hemat daya, cocok untuk penggunaan jangka panjang pada kendaraan dengan sumber daya dari aki 12 Volt.

D. Kekurangan Sistem

1. Terbatas oleh Jangkauan BLE

Jangkauan optimal BLE adalah ± 5 meter tergantung kondisi lingkungan. Di luar jangkauan ini, perangkat tidak akan terdeteksi.

2. Perlu Pengaturan Ulang untuk Tambah Perangkat Baru

MAC perangkat BLE yang ingin dikenali harus ditulis secara manual ke dalam kode, sehingga untuk penambahan perangkat baru, pemrograman ulang diperlukan.

E. Daya & Konsumsi Bahan Bakar Tambahan Akibat Pemasangan Keyless pada Sepeda Motor

1. Asumsi yang dipakai

- Tegangan sistem = 12.0 V
- Efisiensi alternator (η_{alt}) = 60% (0.60)
- Efisiensi mesin (η_{eng}) = 25% (0.25)
- Energi bensin = 34.2 MJ/L = 34,200,000 J/L
- Pemakaian untuk konversi tahunan = 2 jam/hari $\times$ 365 hari = 730 jam/tahun
- Resistansi internal aki (R_{int}) = 0.02 Ω

2. Tabel Ringkasan

Tabel 4. 5 Konsumsi Daya dan Bahan Bakar

Skenario	Arus rata-rata (mA)	Tambahan bensin $\approx$ (L/tahun)	Arus puncak (A)	Durasi puncak (s)	Tegangan drop saat puncak (V)
Low (BLE)	10	0.0615	0.06	0.05	0.0012
Typical Keyless	30	0.1844	0.10	0.05	0.0020
Active sensors / beberapa modul	100	0.6147	0.50	0.10	0.0100
Heavy (GPS / sirene)	500	3.0737	2.00	5.00	0.0400

3. Rumus Yang Dipakai

- $P_{elec} = V \times I_{avg}$
- $P_{mech} = \frac{P_{elec}}{\eta_{alt}}$
- $P_{fuel} = \frac{P_{mech}}{\eta_{eng}}$
- $Liter/jam = \frac{P_{fuel}}{E_{perL}} \times 3600$
- $Liter/tahun = Liter/jam \times 730$
- $\Delta V = I_{peak} \times R_{int}$

4. Contoh Perhitungan

A. Konversi arus: $30 \text{ mA} = 0.030 \text{ A}$

B. Daya listrik: $P_{elec} = 12.0 \times 0.030 = 0.360 \text{ W}$

C. Daya mekanik: $P_{mech} = 0.360 \div 0.60 = 0.600 \text{ W}$

D. Daya dari bahan bakar: $P_{fuel} = 0.600 \div 0.25 = 2.400 \text{ W}$

E. Konsumsi bensin per jam:

$$\frac{2400}{34,200,000} \times 3600 = 0.0002526 \text{ L/jam}$$

F. Konsumsi bensin per tahun:

$$0.0002526 \times 730 = 0.1844 \text{ L/tahun}$$

G. Tegangan drop puncak:

$$\Delta V = 0.10 \times 0.02 = 0.0020 \text{ V}$$

5. Ringkasan perhitungan semua skenario

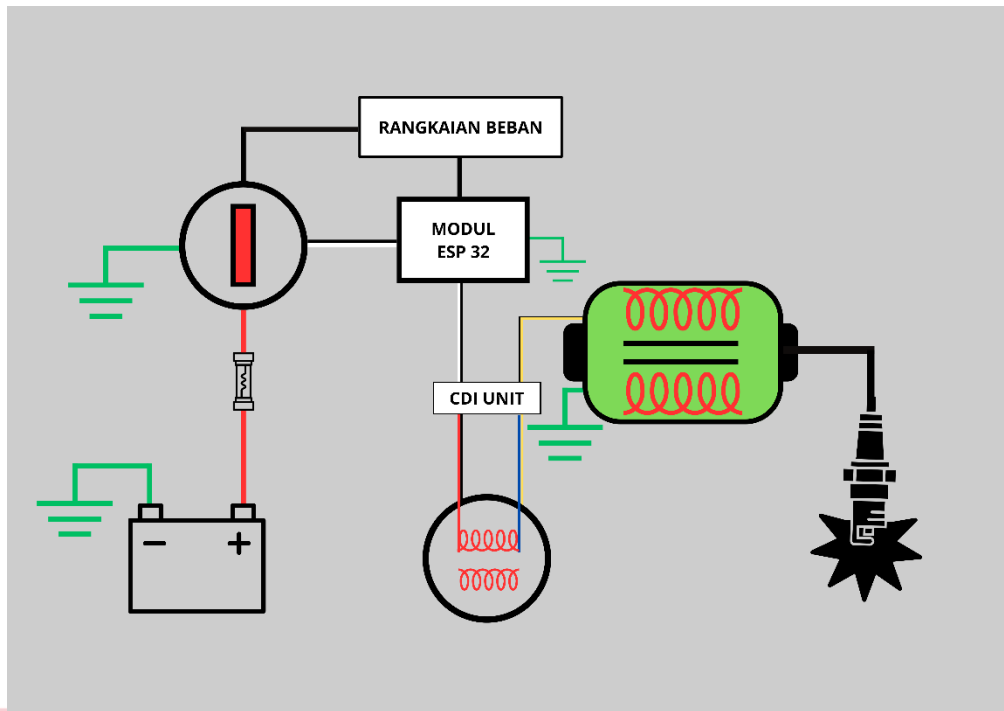
- Low (BLE) $\rightarrow 0.0615 \text{ L/tahun}$, $\Delta V = 0.0012 \text{ V}$
- Typical Keyless $\rightarrow 0.1844 \text{ L/tahun}$, $\Delta V = 0.0020 \text{ V}$
- Active sensors $\rightarrow 0.6147 \text{ L/tahun}$, $\Delta V = 0.0100 \text{ V}$
- Heavy (GPS/sirene) $\rightarrow 3.0737 \text{ L/tahun}$, $\Delta V = 0.0400 \text{ V}$

6. Kesimpulan

- Perhitungan berbasis efisiensi alternator & mesin realistis.
- Konsumsi tambahan sangat kecil untuk keyless tipikal (ratusan ml/tahun).
- Baru terasa signifikan bila perangkat berarus besar (GPS, sirene aktif lama).
- Tegangan drop saat arus puncak relatif kecil, signifikan hanya bila aki lemah.

4.2 Bagaimana cara menerapkan sistem keamanan menggunakan modul ESP 32 pada sepeda motor

Gambar 4.14 Penerapan sistem keamanan ini memanfaatkan fitur Bluetooth Low Energy (BLE) yang terintegrasi dalam modul ESP32. Implementasinya dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:



Gambar 4. 14 Wiring Diagram Implementasi Sistem

4.2.1 Fungsi dan Cara Kerja Tiap – Tiap Komponen

A. Accu

(*Accumulator*) adalah perangkat penyimpan energi listrik dalam bentuk arus searah (DC) yang dapat diisi ulang. Dalam sistem kelistrikan, terutama pada sepeda motor atau sistem mikrokontroler. Dalam sistem keamanan anti curanmor berbasis ESP32 dan BLE, accu 12V digunakan untuk:

1. Menyuplai arus listrik 12V menuju rangkaian beban sepeda motor.
2. Menyuplai arus listrik ke modul step-down yang menurunkan tegangan dari 12V ke 5V atau 3.3V untuk ESP32, modul relay, dan sensor lainnya walau mesin motor mati.

3. Memastikan ESP32 tetap aktif dalam mode standby (deep sleep atau normal) agar dapat mendeteksi perangkat BLE (iTag atau smartwatch).

B. Kunci Kontak

Kunci kontak (ignition switch) adalah komponen utama dalam sistem kelistrikan kendaraan bermotor yang berfungsi sebagai penghubung dan pemutus arus listrik ke berbagai sistem kendaraan. Fungsinya tidak hanya untuk menyalakan mesin, tetapi juga mengatur distribusi daya ke sistem lain seperti lampu, dashboard, dan sistem pengaman (Keyless Modul ESP 32).

C. Modul ESP 32

Keyless Modul berbasis ESP32 adalah sistem pengganti kunci kontak konvensional yang menggunakan komunikasi nirkabel Bluetooth Low Energy (BLE) untuk mengidentifikasi pengguna yang sah (authorized user). Dalam sistem ini, perangkat BLE seperti iTag atau smartwatch digunakan sebagai "*kunci digital*". Fungsi Spesifik Modul ESP32 dalam Sistem Keyless adalah :

1. Mendeteksi Perangkat BLE Terdaftar

- ESP32 melakukan pemindaian (scanning) terhadap sinyal BLE di sekitarnya.
- Modul akan mencari MAC address dari perangkat yang telah didaftarkan sebelumnya (iTag/smartwatch pengguna).
- Jika perangkat dikenali dan berada dalam jangkauan (misalnya <5 meter), sistem menganggap pengguna sah hadir.

2. Autentikasi Otomatis

- Tanpa perlu menekan tombol atau menggunakan kunci fisik, sistem secara otomatis memverifikasi kehadiran perangkat BLE yang sah.
- Ini berfungsi sebagai pengganti aksi memutar kunci kontak secara manual.

3. Mengaktifkan dan Menonaktifkan Sistem Kelistrikan

- Jika autentikasi berhasil, ESP32 mengaktifkan **relay** atau transistor untuk mengalirkan arus dari aki ke sistem kelistrikan sepeda motor (seperti sistem pengapian, starter, dll).
- Jika perangkat BLE keluar dari jangkauan, ESP32 otomatis memutuskan arus, seperti saat kunci kontak diputar ke posisi OFF.

4. Fitur Keamanan Otomatis

Jika perangkat BLE tidak terdeteksi, ESP32 akan:

- Menjaga sistem dalam kondisi mati (relay tidak aktif).
- Mencegah kendaraan dinyalakan, sehingga berfungsi sebagai sistem anti-pencurian (anti curanmor).
- Dapat dilengkapi dengan alarm atau notifikasi jika upaya pencurian terdeteksi (opsional).

5. Monitoring dan Logging (Opsional)

- ESP32 dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mencatat waktu masuk/keluar perangkat BLE.
- Dapat pula dikombinasikan dengan modul IoT (WiFi/MQTT) untuk pelacakan jarak jauh atau kontrol melalui aplikasi.

D. CDI

CDI adalah sistem pengapian elektronik pada sepeda motor yang berfungsi untuk menghasilkan percikan api di busi, yang diperlukan untuk pembakaran campuran udara dan bahan bakar di dalam ruang bakar mesin. Dalam sistem keamanan menggunakan modul ESP 32 arus yang di putus yaitu grounding dari CDI dikarenakan CDI mengatur timing pengapian pada kendaraan bermotor sehingga saat di putus arus yang masuk ke CDI maka sistem pengapian pada sepeda motor akan terputus/mati secara langsung.

E. Ignition Coil

Ignition coil atau koil pengapian adalah komponen dalam sistem pengapian yang berfungsi untuk mengubah tegangan rendah dari aki atau CDI menjadi tegangan sangat tinggi (ribuan volt) yang dibutuhkan untuk menciptakan percikan api di busi.

F. Busi

Busi adalah komponen utama dalam sistem pengapian kendaraan bermotor yang berfungsi untuk menghasilkan percikan api di ruang bakar mesin. Percikan ini digunakan untuk menyalakan campuran bahan bakar dan udara, sehingga menghasilkan pembakaran yang mendorong piston sehingga merubah energi panas menjadi gerak.

4.2.2 Perancangan Sistem Keamanan Menggunakan Modul ESP 32 Pada Sepeda Motor.

- A. Pastikan arus baterai 12V diukur menggunakan Avo Meter/Multi Meter, seperti pada Gambar 4.15



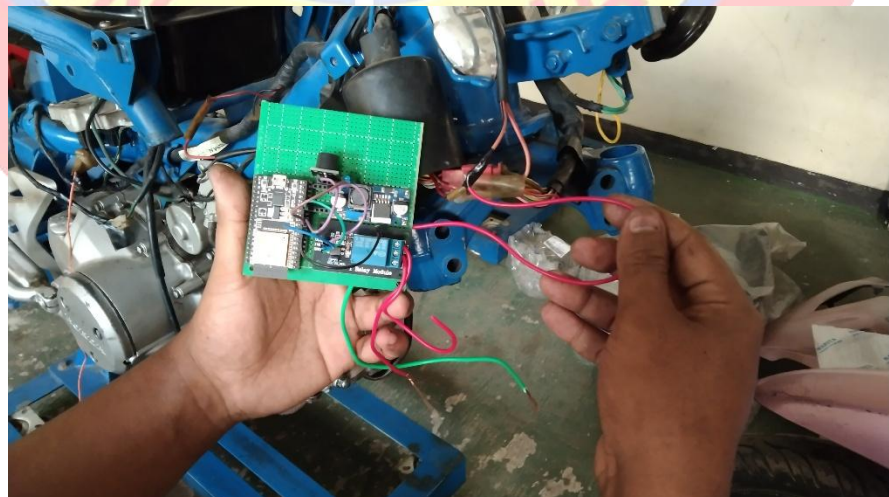
Gambar 4. 15 Pengukuran Tegangan Baterai/Accu

- B. Hubungkan arus baterai pada sepeda motor pastikan terminal (+) dan (-) jangan sampai terbalik, seperti pada Gambar 4.16



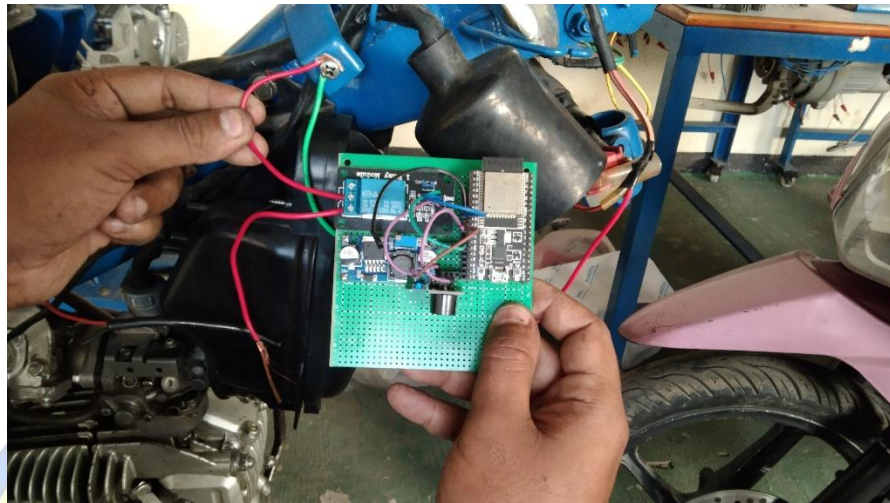
Gambar 4. 16 Pemasangan Kabel (+) dan (-)

- C. Turunkan tegangan listrik baterai yang masuk ke stepdown dari 12V menjadi 3V-5V tergantung kebutuhan modul ESP 32.
- D. Jumper arus positif yang keluar dari kunci kontak menuju rangkaian beban, hubungkan ke terminal (+) pada stepdown, seperti pada Gambar 4.17



Gambar 4. 17 Penyambungan Arus Positif Dari Kunci Kontak Menuju Terminal Positif Stepdown

- E. Ground pada sasis sepeda motor dihubungkan ke terminal (-) pada stepdown dan COM pada relay, seperti pada Gambar 4.18



Gambar 4. 18 Penyambungan Ground Stepdown & Terminal COM Relay Ke Sasis/Rangka

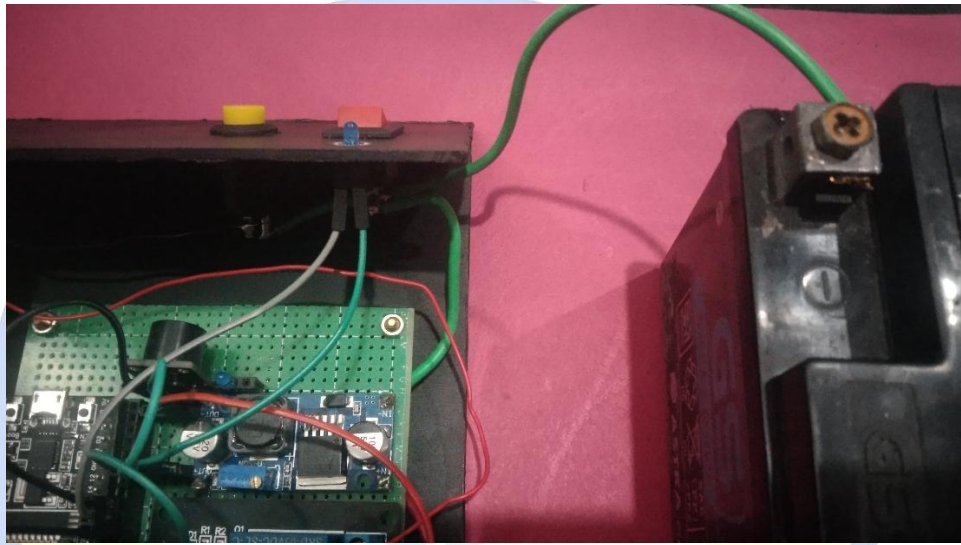
- F. Cabut kabel ground pada soket CDI.
G. Output pada relay kode NO (Normaly Open) dihubungkan pada kabel Ground CDI, seperti pada Gambar 4.19



Gambar 4. 19 Output Terminal NO Disambungkan Ke Ground CDI

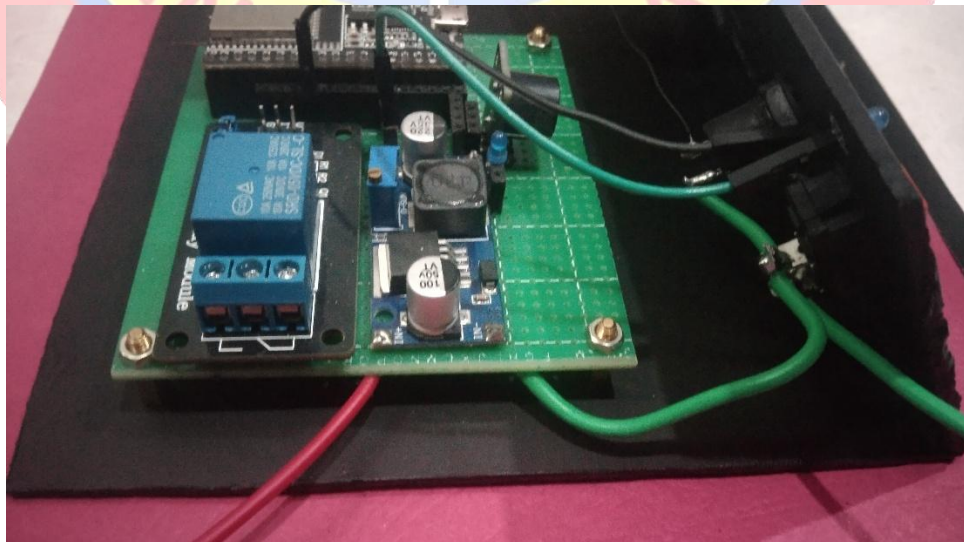
4.3 Implementasi Sistem Keamanan Menggunakan Modul ESP 32 Dalam Bentuk Prototype.

- A. Menyiapkan baterai 12V sebagai sumber arus listrik untuk menghidupkan modul sistem keamanan sepeda motor dengan menggunakan modul ESP 32.
- B. Pada Gambar 4.20 hubungkan terminal (-) baterai 12V ke saklar dua kaki sebagai pengganti kunci kontak dan saklar push button sebagai pengganti switch stater.



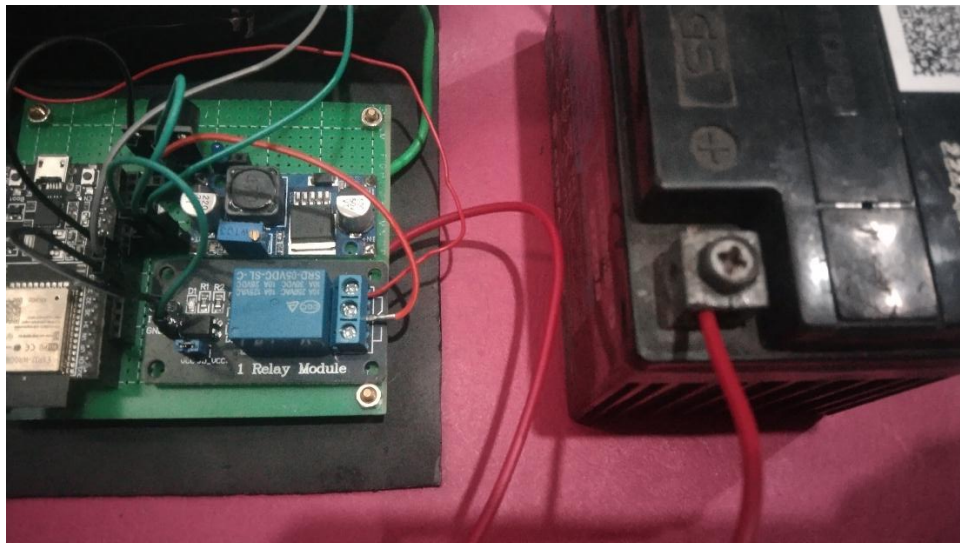
Gambar 4. 20 Instalasi Arus Negatif Pada Saklar/Switch

- C. Output (-) pada saklar hubungkan ke terminal (-) stepdown, seperti pada Gambar 4.21



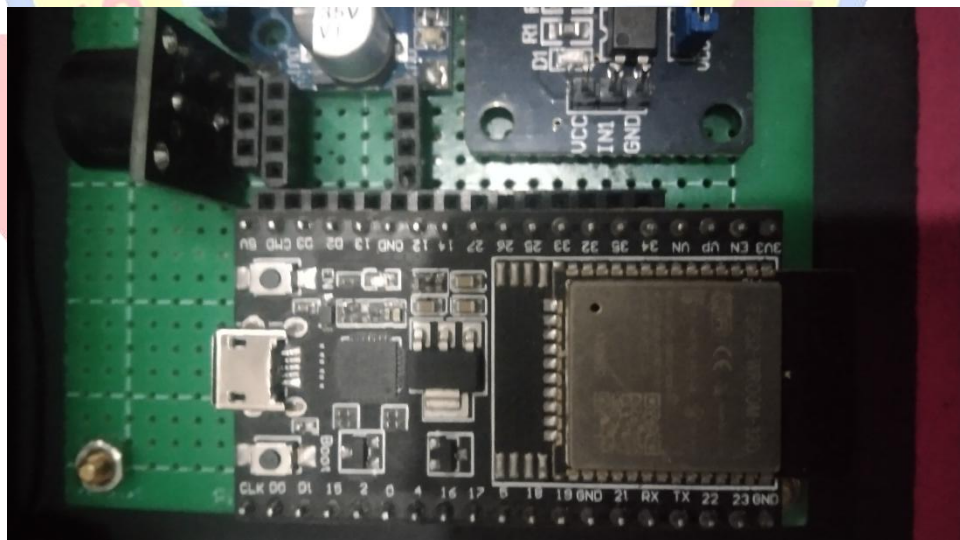
Gambar 4. 21 Instalasi Output Arus Negatif Saklar/Switch ke Terminal Negatif Stepdown

- D. Hubungkan terminal (+) baterai 12V ke terminal (+) stepdown, seperti pada Gambar 4.22



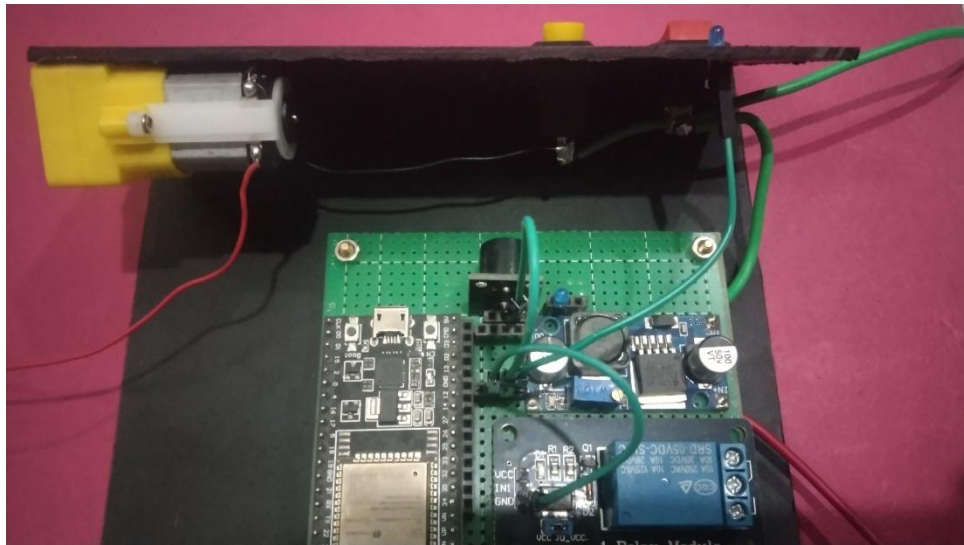
Gambar 4. 22 Instalasi Output Arus Positif Baterai ke Terminal Positif Stepdown

- E. Turunkan tegangan baterai 12V menjadi 3-5V pada stepdown.
F. Output (+) pada stepdown hubung ke pin 5V pada modul ESP 32, dan output (-) pada stepdown hubungkan ke pin GND pada modul ESP 32, seperti pada Gambar 4.23



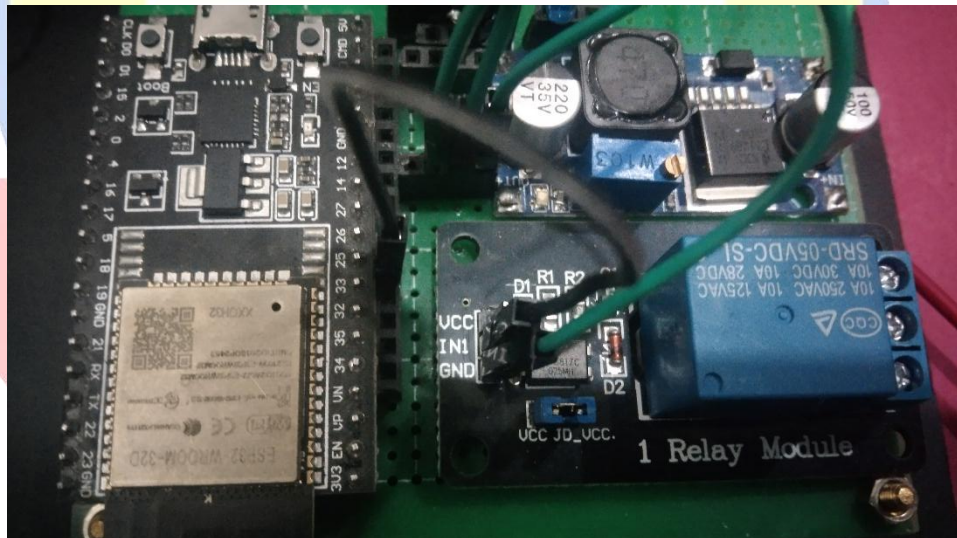
Gambar 4. 23 Instalasi Output Positif dan Negatif Stepdown ke Pin 5v dan GND pada ESP32

G. Output pin GND hubungkan ke (-) led, Buzzer dan relay, seperti pada Gambar 4.24



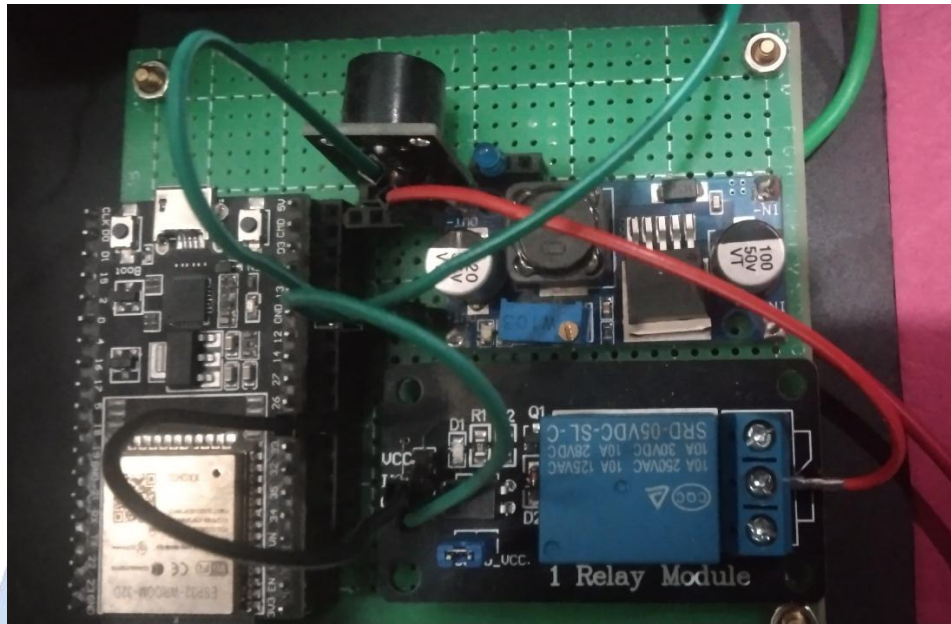
Gambar 4. 24 Instalasi Output Pin GND

H. Output pin 25 pada modul ESP 32 hubungkan ke pin IN pada relay, seperti pada Gambar 4.25



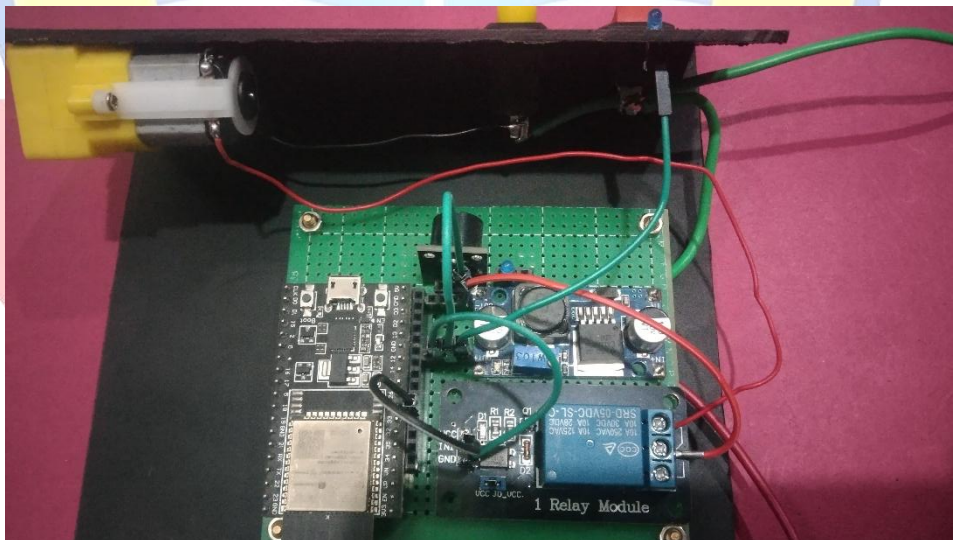
Gambar 4. 25 Instalasi Output Pin 25

- I. Terminal COM pada relay hubungkan ke pin 5V atau terminal output (+) pada stepdown, seperti pada Gambar 4.26



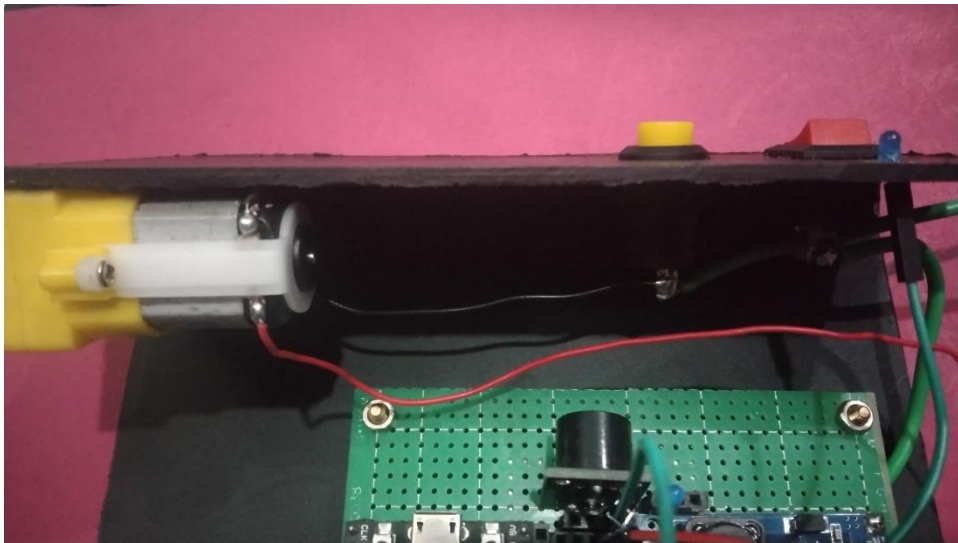
Gambar 4. 26 Instalasi Terminal COM

- J. Output terminal NC hubungkan ke input (+) dinamo sebagai pengganti engine sepeda motor, seperti pada Gambar 4.27



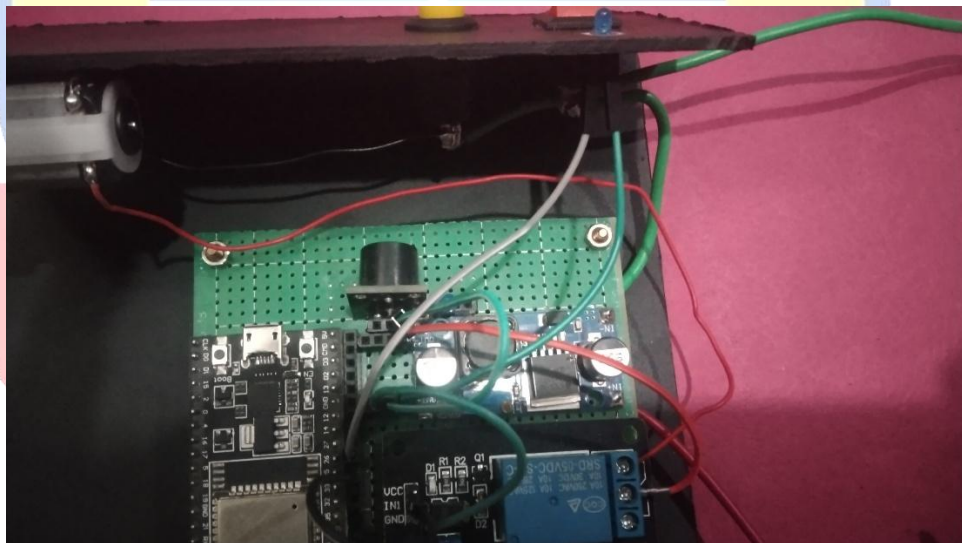
Gambar 4. 27 Dinamo Pengganti Engine Sepeda Motor

- K. Output saklar push button dihubungkan ke terminal (-) dinamo sebagai pengganti engine sepeda motor, seperti pada Gambar 4.28



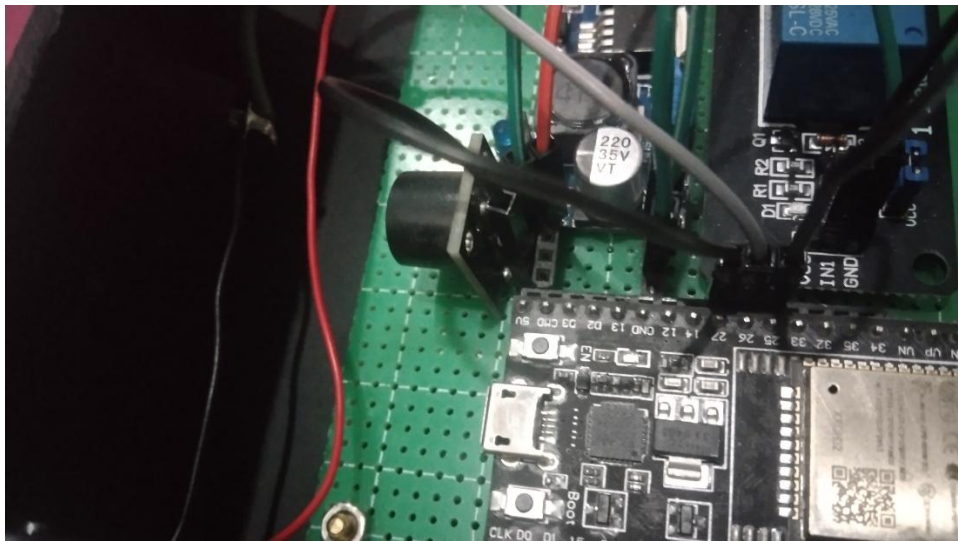
Gambar 4. 28 Instalasi Output Saklar/Switch Push Button

- L. Pin 26 pada modul ESP 32 dihubungkan ke terminal (+) led indikator, seperti pada Gambar 4.29



Gambar 4. 29 Instalasi Output Pin 26

M. Pin 27 pada modul ESP 32 dihubungkan ke pin signal pada buzzer, seperti pada Gambar 4.30



Gambar 4. 30 Instalasi Output Pin 27



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan implementasi sistem keamanan sepeda motor berbasis modul ESP32, dapat disimpulkan bahwa:

- A. Sistem keamanan keyless berbasis BLE (Bluetooth Low Energy) berhasil dibangun menggunakan modul ESP32 yang mampu mendeteksi keberadaan perangkat iTag atau smartwatch secara otomatis sebagai pengganti kunci konvensional.
- B. Sistem ini memberikan tingkat keamanan tambahan dengan hanya mengizinkan kendaraan menyala saat perangkat BLE yang telah dipasangkan berada dalam jangkauan yang telah ditentukan, sehingga dapat mencegah tindakan pencurian motor tanpa harus menggunakan kunci fisik.
- C. ESP32 terbukti efektif dan efisien sebagai mikrokontroler utama karena memiliki fitur Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi, serta mampu menjalankan proses pemindaian dan pengendalian output secara real-time dengan konsumsi daya yang relatif rendah.
- D. Dengan sistem ini, kenyamanan dan keamanan pengguna meningkat, karena pengguna tidak perlu lagi menggunakan kunci kontak secara manual dan lebih terlindungi dari risiko kehilangan kunci atau kunci dicuri.
- E. Sistem ini juga bersifat fleksibel dan dapat dikembangkan lebih lanjut, misalnya dengan penambahan fitur pelacakan GPS, notifikasi melalui aplikasi, atau integrasi dengan sistem alarm dan sensor getar.

5.2 Saran

A. Pengembangan Fitur Tambahan

Untuk meningkatkan keamanan, sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur seperti notifikasi melalui aplikasi smartphone, sistem pelacakan GPS, alarm berbasis sensor getar, atau pemblokiran mesin jarak jauh melalui internet (IoT).

B. Penggunaan Enkripsi Komunikasi BLE

Disarankan untuk menerapkan enkripsi pada komunikasi Bluetooth agar sistem lebih aman dari upaya peretasan atau penyadapan sinyal oleh pihak yang tidak bertanggung jawab.

C. Perlindungan Perangkat Keras

Komponen seperti ESP32 dan modul relay sebaiknya dipasang di tempat yang tersembunyi dan terlindung dari air, panas berlebih, dan getaran, agar sistem lebih awet dan tidak mudah dirusak oleh pencuri.

D. Pengujian di Berbagai Kondisi Lingkungan

Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut di berbagai kondisi lingkungan seperti cuaca ekstrem, area padat sinyal, atau lokasi tanpa jaringan, untuk memastikan keandalan sistem dalam segala situasi.

E. Pengembangan Aplikasi Pendukung

Untuk meningkatkan kenyamanan pengguna, disarankan agar sistem dilengkapi dengan aplikasi mobile pendukung yang dapat menampilkan status koneksi, riwayat pemakaian, serta pengaturan sistem keamanan secara langsung dari ponsel.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Putra Kirana, C. (2023). Sistem Keamanan Sepeda Motor Menggunakan Aplikasi Smartphone Android Berbasis IoT Menggunakan Modul ESP32 CAM dan Modul ESP32. *Risenologi*, 8(2), 59-67.
- Agus Jafar, N. (2018). Sistem Keamanan Sepeda Motor Menggunakan Sidik Jari. 3(1), 90-100.
- Aryatama, F. A. (2024). Sistem Keamanan Kendaraan Bermotor Dengan ESP32 Menggunakan Kontrol Android. *Smatika Jurnal*, 14(01), 167-181.
- Atin, S. (2023). Sistem Keamanan Kendaraan Roda Dua Berbasis Internet Of Things (IOT). *Jurnal Media Infotama*, 19(2), 272-277.
- Jabastian, A. H. (2023). Monitoring Anti Maling Sepeda Motor Menggunakan IOT Berbasis NodeMCU. *Jurnal Sistem Komputer Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, 2(1), 34-42.
- Jonas, D., Supriyono, I. A., & Junianto, H. (2022). Perancangan Sistem Pencegahan Pencurian Kendaraan Bermotor Berbasis ESP32 pada PT. Suwarna Dwipa Maju. *Technomedia Journal*, 7(2), 216–230. <https://doi.org/10.33050/tmj.v7i2.1748>
- Maulana, I. (2024). Motorcycle Safety System Using RFID and GPS Based on ESP32 Internet of Things. *Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering*, 5(2), 712-721.
- Rivai, B. M. (2025). Sistem Alarm Motor Berbasis Iot Untuk Mencegah Pencurian Sepeda Motor Pada Area Kawasan Umum Di Purwokerto. 12(2), 3590-3597.
- Sajiah, A. M., Informatika, J. T., Teknik, F., Halu, U., & Transposition, C. (2024). SISTEM KEAMANAN KEYLESS PADA SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN ALGORITMA CIPHER. 2(2), 11–17.
- Sejarah Dan Evolusi ESP32 Dalam Dunia IoT - Indobot Academy. (n.d.). Diambil 15 Desember 2024, dari <https://indobot.co.id/sejarah-dan-evolusi-esp32-dalam-dunia-iot/>
- Somantri, S. (2024). Pengembangan Sistem Keamanan Kendaraan Bermotor Menggunakan Teknologi Fingerprint dengan Metode Prototype Berbasis Internet Of Things. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(1), 593-602.
- Wuarbanaran, I. L. (2022). Perancangan Sistem Smart Key Sepeda Motor Berbasis NodeMCU ESP8266. ... *Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati ...*, 3(2), 105-114.

LAMPIRAN



Lampiran 1 Proses Implementasi Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Menggunakan Modul ESP 32



Lampiran 2 Proses Instalasi Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Menggunakan Modul ESP 32



Lampiran 3 Proses Tahap Pengujian Serta Penelitian Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Menggunakan Modul ESP 32

