

Sistem Alarm Motor Berbasis *Iot* Untuk Mencegah Pencurian Sepeda Motor Pada Area Kawasan Umum Di Purwokerto

Bramansyah Muhammad Rivai
Teknik Informatika
Informatics and Computer Science
Group
Purwokerto, Indonesia
bramansyah@student.telkomuniversity.ac.id

Aulia Desy Nur Utomo, S.Kom., M.Cs
Teknik Informatika
Informatics and Computer Science
Group
Purwokerto, Indonesia
auliau@telkomuniversity.ac.id

Cahyo Prihantoro, S.Kom., M.Eng
Teknik Informatika
Informatics and Computer Science
Group
Purwokerto, Indonesia
cahyop@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Pencurian sepeda motor di Purwokerto, terutama di area parkir dan lingkungan sekitar, masih menjadi permasalahan utama. Untuk mengatasi hal ini, penelitian ini mengembangkan sistem alarm berbasis Internet of Things (IoT) yang terdiri dari sensor GPS untuk pelacakan lokasi, sensor RFID untuk autentikasi, dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi aktivitas mencurigakan. Sistem dikendalikan oleh mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang terhubung ke internet melalui jaringan MiFi, dengan notifikasi real-time yang dikirim ke pemilik kendaraan melalui aplikasi Telegram serta aktivasi buzzer sebagai alarm fisik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil berfungsi dengan baik, dengan notifikasi terkirim dalam rata-rata 5 detik setelah ancaman terdeteksi. GPS mampu mengirimkan data lokasi dengan akurasi baik, dengan waktu respons antara 5 hingga 7 detik setiap kali perintah dijalankan. Sistem RFID menunjukkan tingkat keberhasilan 80% hingga 100%, bahkan dengan adanya penghalang. Dalam simulasi pencurian, sistem berhasil memberikan peringatan dini dalam rata-rata 90%, membuktikan bahwa sistem ini efektif dan dapat diandalkan dalam meningkatkan peringatan dini serta memberikan respons cepat terhadap potensi pencurian.

Kata kunci— Keamanan sepeda motor, IoT, GPS, RFID, sensor ultrasonik

mengamankan 40 unit sepeda motor dan satu kendaraan roda empat sebagai barang bukti [2].

Pencurian sepeda motor sering terjadi akibat minimnya pengawasan di tempat parkir umum serta kelemahan sistem keamanan kendaraan. Salah satu kasus yang mencerminkan kondisi ini terjadi di Rita Supermall Purwokerto, di mana dua remaja berpura-pura menjadi teman korban untuk mencuri sepeda motor, mengakibatkan kerugian hingga Rp 8 juta [3]. Fenomena ini menegaskan bahwa curanmor bukan sekadar masalah keamanan lokal, tetapi juga tantangan sosial yang lebih luas.

Seiring dengan perkembangan teknologi, solusi keamanan berbasis Internet of Things (IoT) mulai diperkenalkan sebagai upaya untuk meningkatkan perlindungan terhadap kendaraan bermotor. IoT memungkinkan integrasi perangkat keamanan dengan jaringan internet sehingga sistem pengamanan dapat lebih canggih dan terkoneksi [3]. Selain itu, pengamatan terhadap pola perilaku pencuri menunjukkan bahwa mereka kerap memanfaatkan situasi di kawasan umum, baik saat tempat tersebut sepi maupun ketika masyarakat sedang sibuk. Oleh karena itu, pengembangan sistem keamanan yang mampu mengantisipasi pola kejahatan ini menjadi langkah krusial dalam meningkatkan perlindungan terhadap kendaraan dan keamanan masyarakat secara keseluruhan.

I. PENDAHULUAN

Purwokerto merupakan salah satu pusat pendidikan terkemuka di Jawa Tengah yang mengalami pertumbuhan pesat dalam beberapa tahun terakhir. Namun, di tengah perkembangan tersebut, masalah keamanan, khususnya pencurian sepeda motor (curanmor), masih menjadi perhatian serius [1]. Berdasarkan laporan Kepolisian Resor Kota Banyumas dalam Konferensi Pers Akhir Tahun 2023, terdapat 54 kasus curanmor yang terjadi di Purwokerto Utara. Untuk menanggulangi kasus tersebut, Polresta Banyumas menggelar Operasi Sikat Jaran Candi pada 18 Agustus hingga 6 September 2023, yang berhasil menangkap 24 pelaku serta

II. KAJIAN TEORI

A. Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk merancang dan menulis program (sketch) yang akan dijalankan pada board Arduino [9]. Perangkat lunak ini dirancang untuk memudahkan pengguna, terutama bagi pemula atau mereka yang tidak memiliki pengetahuan mendalam tentang bahasa pemrograman, karena menggunakan bahasa C++ yang telah disederhanakan melalui penggunaan library. Selain itu, Arduino IDE dapat diinstal pada berbagai sistem operasi

seperti Linux, Mac OS, dan Windows, sehingga memberikan fleksibilitas bagi pengguna di berbagai platform.

Arduino IDE juga mempermudah operasi input/output pada perangkat yang diprogram [4]. Secara umum, perangkat lunak ini berfungsi untuk memasukkan serangkaian perintah ke dalam mikrokontroler, yang kemudian diimplementasikan sesuai dengan instruksi yang telah diprogram. Dengan menggunakan bahasa pemrograman C, kode yang ditulis memungkinkan sistem bekerja sesuai dengan perintah yang telah ditetapkan dalam perangkat Arduino [5].

B. Modul GPS

Modul GPS Neo-6M adalah perangkat elektronik yang memainkan peran penting dalam aplikasi IoT berbasis lokasi. Dengan kemampuannya melacak hingga 22 satelit dan mengidentifikasi lokasi secara global, modul ini menjadi pilihan ideal bagi pengembang IoT, terutama pemula [6]. Modul ini memiliki konsumsi daya rendah, mudah dihubungkan, dan populer di kalangan penggemar elektronik [7]. Beberapa fitur unggulannya, seperti Time-To-First-Fix (TTFF) yang cepat dan Power Save Mode (PSM), membuatnya cocok untuk aplikasi yang membutuhkan akurasi serta efisiensi dalam penentuan lokasi.

Konsep program dalam modul GPS untuk memperoleh data koordinat melibatkan beberapa aspek penting. GPS memiliki kemampuan untuk menyediakan informasi posisi dengan cepat dan akurat di berbagai kondisi cuaca. Sistem ini merupakan satu-satunya teknologi navigasi saat ini yang dapat mencapai tingkat ketepatan hingga beberapa milimeter untuk posisi, beberapa sentimeter per detik untuk kecepatan, serta beberapa fraksi detik untuk informasi waktu. Akurasi tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti teknik penentuan posisi, geometri satelit, kualitas data, dan metode pengolahan informasi.

Dengan fitur dan keunggulan yang dimilikinya, modul GPS Neo-6M menjadi salah satu perangkat penting dalam sistem GPS yang berfungsi untuk memperoleh koordinat lokasi dengan tingkat ketepatan yang bervariasi. Teknologi ini sangat bermanfaat dalam berbagai aplikasi yang membutuhkan informasi posisi, kecepatan, dan waktu secara akurat [8].

C. HCSR-04

Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur jarak dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang dan mengukur waktu pantulan setelah mengenai objek. Gelombang yang dipancarkan memiliki frekuensi 20 KHz hingga 20 MHz, berada di luar jangkauan pendengaran manusia. Sensor ini terdiri dari dua komponen utama, yaitu pemancar (transmitter) yang mengirimkan gelombang ultrasonik dan penerima (receiver) yang menangkap pantulannya [9].

HC-SR04 dapat mendeteksi objek dalam rentang 2 cm hingga 400 cm dengan tingkat akurasi tinggi. Jarak dihitung berdasarkan waktu tempuh gelombang, di mana semakin jauh objek, semakin lebar pulsa keluaran yang dihasilkan, dan sebaliknya [5]. Dengan kemampuannya, sensor ini menjadi

pilihan andal dalam berbagai aplikasi pengukuran jarak [10].

D. ESP 32

ESP32 adalah mikrokontroler dari Espressif Systems yang dikembangkan sebagai peningkatan dari ESP8266. Mikrokontroler ini memiliki beberapa keunggulan, termasuk modul WiFi terintegrasi, jumlah pin I/O yang lebih banyak dibandingkan NodeMCU lain, dan kapasitas memori yang lebih besar. Dengan akses internet yang handal serta kemampuan untuk menghubungkan berbagai sensor dan perangkat lain, ESP32 sangat sesuai untuk penerapan Internet of Things (IoT), terutama pada sistem keamanan yang membutuhkan konektivitas dan kontrol jarak jauh secara langsung [11]. Salah satu keunggulan dari NodeMCU adalah kemampuannya untuk diprogram menggunakan Arduino IDE, yang membuatnya lebih mudah untuk dikembangkan.

ESP32 dilengkapi dengan port micro USB [12] yang memudahkan proses pemrograman dan penggunaan. Sebagai bagian dari keluarga mikrokontroler ESP, ESP32 dirancang khusus untuk aplikasi Internet of Things (IoT) dengan konektivitas internet bawaan. Walaupun memiliki fungsi dasar yang mirip dengan modul Arduino, ESP32 menawarkan kemampuan yang lebih optimal untuk proyek-proyek yang membutuhkan koneksi nirkabel melalui WiFi.

E. RFID RC522

Radio Frequency Identification (RFID) adalah sebuah sistem yang digunakan untuk mengidentifikasi objek melalui penggunaan gelombang radio. Sistem ini memerlukan minimal dua komponen utama agar dapat berfungsi, yaitu TAG dan READER [13]. TAG adalah perangkat yang membawa data unik yang akan dibaca oleh READER adalah perangkat yang memancarkan gelombang radio dan membaca data yang dikirimkan oleh TAG. Modul ini selain harganya relatif terjangkau, juga mudah digunakan secara langsung. Ketika READER memancarkan sinyal radio pada frekuensi tertentu, TAG yang berada dalam jangkauan akan merespons dengan mengirimkan data identifikasi uniknya kembali ke READER. READER kemudian menangkap sinyal ini dan mengubahnya menjadi data digital yang dapat diproses lebih lanjut oleh sistem. Pada proyek yang saya buat, fungsi RFID adalah untuk mengaktifkan dan menonaktifkan sistem alarm sepeda motor dengan cara memutus arus menggunakan bantuan relay

F. Buzzer

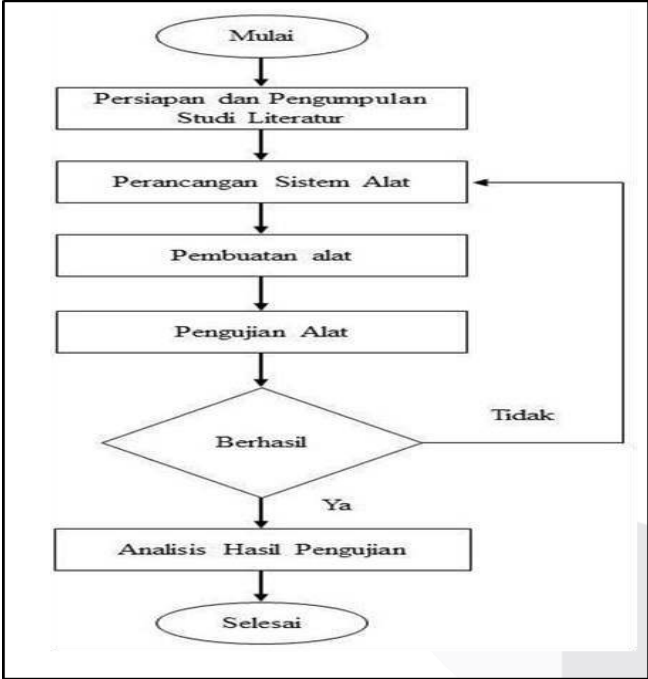
Buzzer adalah komponen penghasil bunyi yang digunakan sebagai indikator suara dalam berbagai aplikasi elektronik. Dalam penelitian ini, buzzer berfungsi sebagai alarm untuk memberi tahu bahwa sepeda motor berada dalam kondisi bahaya [14]. Selain itu, buzzer dipilih karena kemampuannya menghasilkan suara yang cukup nyaring sehingga dapat menarik perhatian pengguna maupun orang di sekitar. Dengan karakteristik suara yang khas, buzzer mampu memberikan peringatan yang cepat dan efektif. Pada sistem ini, buzzer bekerja secara terintegrasi dengan sensor, sehingga bunyi alarm akan aktif secara otomatis saat sensor mendeteksi ancaman. Penggunaan buzzer juga memastikan respons real-time, menjadikannya salah satu komponen vital dalam sistem alarm berbasis IoT

G. Pengujian fungsionalitas

Pengujian fungsionalitas adalah metode untuk mengevaluasi apakah suatu sistem bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Pengujian ini dilakukan dengan memfokuskan pada masukan dan keluaran sistem tanpa memperhatikan struktur internalnya. Tujuan utama dari pengujian ini adalah memastikan bahwa setiap fungsi utama sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna dan spesifikasi yang telah dirancang. Pengujian ini juga mencakup atribut yang mendukung keberadaan fungsi, seperti kesesuaian (suitability), ketepatan (accurateness), interoperabilitas, kepatuhan (compliance), dan keamanan (security), yang bertujuan memenuhi kebutuhan pengguna [15]. Dalam penelitian ini yang membahas sistem keamanan sepeda motor, pengujian fungsionalitas diterapkan pada komponen utama seperti sensor RFID, sensor ultrasonik, dan modul GPS. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan setiap komponen berfungsi sesuai dengan kegunaannya.

III. METODE

Dalam menyusun penelitian ini, terdapat beberapa langkah yang perlu dilaksanakan. Berikut ini adalah diagram alir yang menggambarkan tahapan-tahapan dalam penelitian.



GAMBAR 1
DIAGRAM ALUR PENELITIAN

Alur penelitian dimulai dengan studi literatur, kemudian dilanjutkan dengan perancangan sistem perangkat keras dan perangkat lunak. Setelah itu, dilakukan implementasi serta pengujian sistem yang telah dibuat. Jika sistem berfungsi dengan baik, proses berlanjut ke tahap pengambilan data, tetapi jika tidak, perlu dilakukan penyesuaian ulang pada perancangan sistem. Setelah pengambilan data selesai, tahap berikutnya adalah analisis data hingga akhirnya diperoleh kesimpulan.

Dalam pembuatan alat pencegahan pencurian sepeda motor, fokus utama adalah merancang sistem yang dapat mencegah tindakan pencurian. Sistem ini menggabungkan tiga sensor utama, yaitu GPS NEO-6M untuk pelacakan,

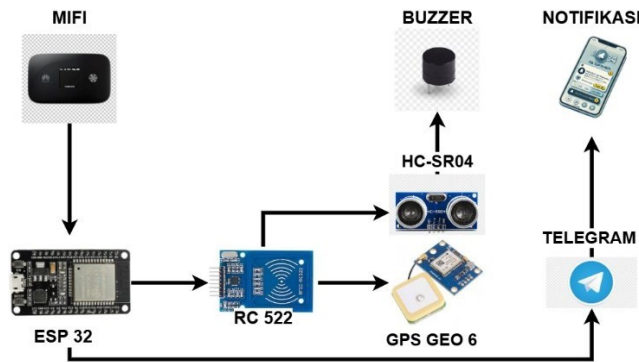
sensor getar untuk mendeteksi getaran mencurigakan, dan sensor RFID untuk verifikasi akses. Selain itu, perangkat ini dilengkapi dengan konektivitas WiFi guna mengirimkan data ke aplikasi Telegram, sehingga pengguna dapat memantau informasi keamanan kendaraan secara real-time.

Langkah berikutnya adalah perancangan sistem, yang dimulai dengan mengidentifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan. Tabel 2 menunjukkan kebutuhan perangkat keras

No	Jenis	Alat dan Bahan	Jumlah
1.	Hardware	Laptop	1
2.		Smartphone	1
3.		HC-SR04	1
4.		Mifi Portable	1
5.		Buzer	1
6.		RFID RC522	1
7.		ESP 32	1
8.		Step Down	1
9.		Lampu LED	1
10.		Jumper	10
11.		Aki Motor	1
12.		Saklar	1
13.	Software	Arduino IDE	1
14.		Telegram	1
15.		Frizting	1

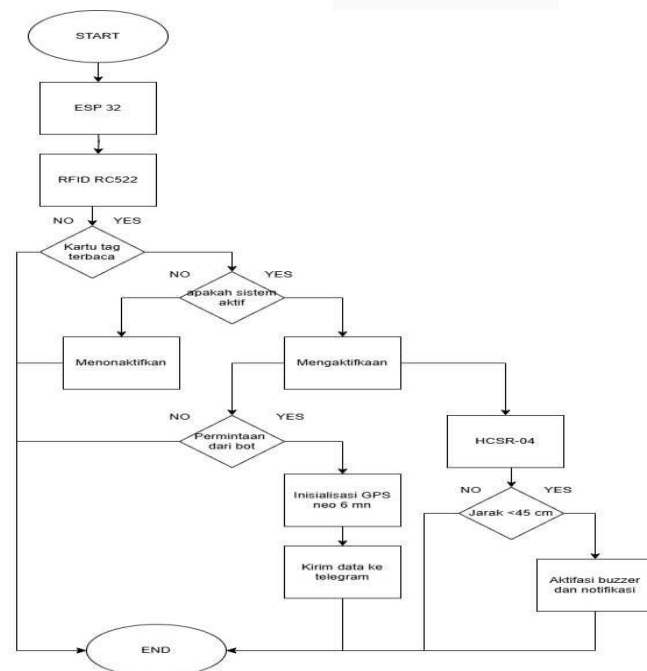
GAMBAR 2
DIAGRAM ALUR PENELITIAN

Langkah selanjutnya adalah merancang diagram blok sistem, yang bertujuan untuk menggambarkan secara visual komponen-komponen utama dari sistem serta hubungan antar komponen tersebut. Diagram blok ini akan menunjukkan bagaimana alur data dan kontrol mengalir antara berbagai bagian sistem, termasuk perangkat keras dan perangkat lunak yang telah diidentifikasi sebelumnya. Dengan demikian, diagram blok sistem ini memberikan pemahaman yang jelas tentang struktur keseluruhan dari sistem yang akan dibangun.



GAMBAR 3
BLOK DIAGRAM SISTEM

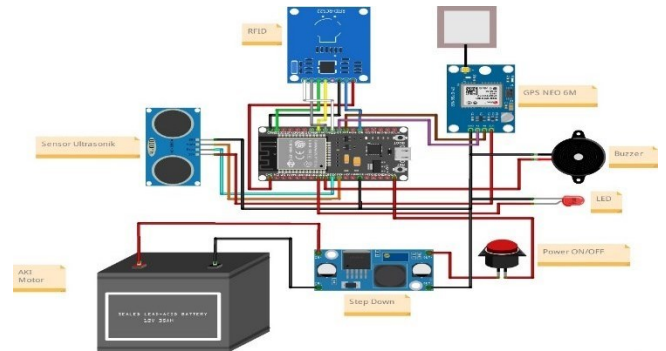
Gambar 3 menunjukkan blok diagram sistem alarm untuk sepeda motor. Diagram tersebut menggambarkan komponen-komponen yang digunakan dalam sistem serta bagaimana input dan output dari blok sistem tersebut diatur. Pada awalnya, input dari 3 sensor, yaitu sensor GPS, sensor jarak, dan sensor RFID, dikirimkan ke ESP32. Di dalam modul ini, terdapat fitur WiFi yang digunakan untuk menghubungkan ESP32 dengan akses internet untuk mengirimkan lokasi GPS secara real-time. Untuk dapat terhubung secara langsung dengan GPS, dibutuhkan jaringan internet. Koneksi internet ini diperoleh dari MiFi, yang kemudian data akan diteruskan ke output dengan notifikasi melalui aplikasi Telegram di smartphone dan buzzer pada alat. Fungsi sensor RFID adalah untuk mengaktifkan atau menonaktifkan sistem alarm sepeda motor.



GAMBAR 4
DIAGRAM ALUR PENELITIAN

Gambar 4 di atas Flowchart sistem alarm sepeda motor ini dimulai dengan "Start". Sensor RFID berfungsi untuk mengaktifkan sistem alarm sepeda motor. Ketika RFID terdeteksi, sistem alarm akan diaktifkan. Setelah itu, proses dilanjutkan dengan penggunaan sensor GPS NEO 6 dan sensor jarak HC-SR04. Sensor jarak HC-SR04 diinisialisasi

untuk mengukur jarak objek di sekitar sepeda motor. Jika sensor HC-SR04 mendeteksi objek dengan jarak lebih dari 45 cm, sistem akan mengaktifkan buzzer sebagai peringatan dan mengirimkan notifikasi melalui Telegram kepada pengguna.



GAMBAR 5

RANGKAIAN ALAT KEAMANAN MOTOR

ESP32 bertindak sebagai pusat kendali dalam sistem alarm sepeda motor berbasis IoT, menghubungkan berbagai sensor dan modul untuk memastikan perlindungan maksimal. Sensor HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi pergerakan di sekitar motor, dengan pin GND yang dihubungkan ke GND bersama (GPS, buzzer, dan ESP32), pin Echo dihubungkan ke GPIO 27 pada ESP32, pin Trig dihubungkan ke GPIO 26 pada ESP32, dan pin VCC dihubungkan ke VCC pada GPS Module [16]. Sensor RFID RC522 berfungsi sebagai sistem autentikasi untuk mengaktifkan atau menonaktifkan sistem keamanan motor, dengan pin GND dihubungkan ke GND bersama, pin SDA dihubungkan ke GPIO 5 pada ESP32, pin SCK dihubungkan ke GPIO 18 pada ESP32, pin MOSI dihubungkan ke GPIO 23 pada ESP32, pin MISO dihubungkan ke GPIO 19 pada ESP32, pin VCC dihubungkan ke 3.3V pada ESP32, dan pin RST dihubungkan ke GPIO 22 pada ESP32 [17]. Semua komponen ini bekerja bersama-sama untuk mengamankan sepeda motor dengan cara menghubungkan data dan informasi secara real-time ke jaringan.

Langkah selanjutnya adalah analisis data, di mana penelitian ini menggunakan pengujian fungsional untuk mengukur kinerja sistem. Parameter yang digunakan dalam pengujian meliputi persentase error dan jumlah keseluruhan error. Persentase error dihitung untuk menilai seberapa besar kesalahan yang terjadi selama pengujian terhadap total pengujian yang dilakukan, sementara jumlah keseluruhan error mencakup total kesalahan yang terjadi dalam seluruh rangkaian pengujian. Dengan analisis ini, diharapkan dapat diperoleh gambaran yang jelas mengenai tingkat keakuratan dan efektivitas sistem yang diuji

$$Error\ rate\ x = \frac{jumlah\ error}{jumlah\ pengujin} \times 100\% \quad (1)$$

$$Success\ rate\ x = \frac{jumlah\ error}{jumlah\ pengujin} \times 100\% \quad (2)$$

$$average\ success = \frac{\bar{a}s\ 1 + \bar{a}s\ 2 + \bar{a}s\ 3}{jumlah\ pengujin} \times 100\% \quad (3)$$

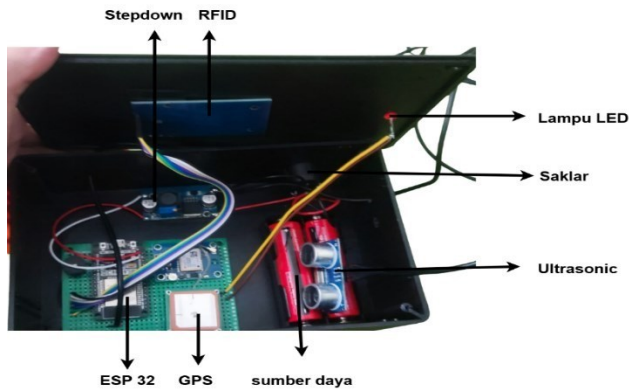
A. **Error Rate:** Menghitung persentase kesalahan dengan membagi jumlah error oleh jumlah pengujian, lalu dikalikan 100%.

B. **Success Rate:** Menghitung tingkat keberhasilan dengan membagi jumlah keberhasilan oleh jumlah pengujian, lalu dikalikan 100%.

C. **Average Success:** Menghitung rata-rata keberhasilan dari beberapa skenario pengujian dengan menjumlahkan

keberhasilan tiap skenario, lalu dibagi jumlah pengujian dan dikalikan 100%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



GAMBAR 6
RANGKAIAN SISTEM

Gambar 6 menunjukkan rangkaian sistem alarm sepeda motor yang dirakit dalam sebuah box. Sistem ini terdiri dari ESP32, GPS, sensor ultrasonik, modul step-down, RFID, saklar, dan lampu LED. Modul step-down digunakan untuk menyesuaikan tegangan dari aki motor agar sesuai dengan kebutuhan perangkat, sehingga sistem dapat berfungsi stabil dan aman.

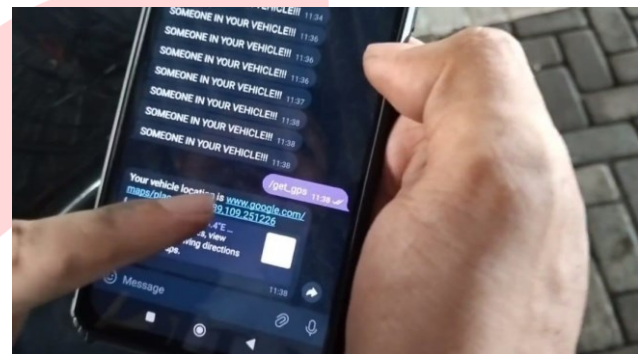


GAMBAR 7
PENEMPATAN ALAT ALARM

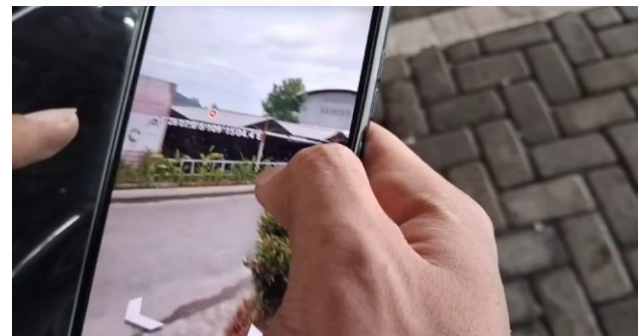
Gambar 7 menunjukkan alat yang telah dipasang pada sepeda motor dan terhubung ke aki sebagai sumber daya. Sebelum pemasangan, arus keluaran aki diperiksa dengan multimeter, lalu tegangan disesuaikan menggunakan modul step-down agar sesuai dengan kebutuhan ESP32. Setelah tegangan dipastikan aman, alat dihubungkan ke sistem, dan saklar dipasang untuk mengontrol daya. Saat saklar dinyalakan, sistem mulai bekerja, namun sensor ultrasonik dan GPS tetap nonaktif hingga RFID diaktifkan dengan kartu terdaftar. Indikator lampu menyala saat sistem aktif dan mati saat nonaktif.



GAMBAR 7
SIMULASI PENCURIAN MENDORONG MOTOR



GAMBAR 8
PERINGATAN BOT TELEGRAM



GAMBAR 9
LOKASI YANG SUDAH DI TAUKAN

Pada Gambar 7,8, dan 9, ditampilkan proses simulasi pencurian serta cara kerja sistem alarm keamanan berbasis IoT. Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi adanya objek dalam jarak lebih dari 45 cm, yang kemudian memicu buzzer sebagai alarm peringatan dan mengirimkan notifikasi melalui Telegram. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan modul GPS yang berfungsi untuk melacak lokasi kendaraan. Pengguna dapat mengetahui lokasi kendaraan secara real-time dengan memasukkan perintah `get_gps` pada bot Telegram, sehingga sistem ini mampu memberikan respons cepat terhadap potensi pencurian.

A. Skenario Pengujian

Pada skenario pengujian ini, sistem keamanan sepeda motor berbasis IoT diuji dalam berbagai kondisi untuk mengukur efektivitasnya dalam mendeteksi ancaman pencurian dan memberikan respons terhadap tindakan

mencurigakan. Pengujian dilakukan dengan beberapa skenario utama yang mencakup penggunaan sensor ultrasonik, RFID, GPS, dan bot Telegram sebagai sistem peringatan

1. Pengujian notifikasi telegram

Pengujian dilakukan untuk menguji kemampuan ESP32 dalam memproses perintah dari aplikasi Telegram, yaitu /start untuk verifikasi koneksi dan /get_gps untuk mendapatkan lokasi kendaraan secara real-time. Sistem merespons dengan cepat dan akurat, mengirimkan pesan sesuai perintah. Bot Telegram juga memberikan notifikasi tentang status sistem dan lokasi kendaraan melalui koneksi internet dari MiFi atau WiFi portable.

Pesan perintah telegram	Respon pesan telegram	Waktu respon	Keterangan
/start	Welcome	3 detik	Berhasil
/start	Welcome	3 detik	Berhasil
/start	Welcome	5 detik	Berhasil
/start	Welcome	-	Gagal
/start	Welcome	3 detik	Berhasil
/get_gps	Mengirim link google maps	-	Gagal
/get_gps	Mengirim link google maps	-	Gagal
/get_gps	Mengirim link google maps	5 detik	Berhasil
/get_gps	Mengirim link google maps	6 detik	Berhasil
/get_gps	Mengirim link google maps	5 detik	Berhasil

Berdasarkan pengujian, sistem alarm merespons dengan baik perintah melalui Telegram, terutama perintah /start untuk memverifikasi koneksi dan /get_gps untuk mendapatkan lokasi kendaraan. Sistem berfungsi stabil dengan rata-rata waktu respons 5 detik, meskipun ada 3 kegagalan dari 10 pengujian, menghasilkan error rate sebesar 30%.

2. Pengujian sensor HCSR-04

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan untuk mengukur akurasi deteksi jarak dan respons sistem, di mana sensor mengaktifkan buzzer dan mengirim notifikasi Telegram jika objek terdeteksi dalam jarak lebih dari 45 cm. Pengujian dilakukan dalam 10 percobaan dengan dua posisi objek, tegak dan bungkuk, untuk menguji pengaruh postur terhadap akurasi sensor. Hasil pengujian digunakan untuk memastikan sensor berfungsi dengan baik dalam berbagai kondisi.

NO	Posisi Duduk	Jarak cm	objek	Buzzer aktif	Notifikasi terkirim
1	Tegak	5		Ya	Ya
2	Tegak	10		Ya	Ya
3	Tegak	15		Ya	Ya
4	Tegak	20		Ya	Ya
5	Tegak	25		Ya	Ya
6	Bungkuk	30		Ya	Ya

7	Bungkuk	35	Ya	Ya
8	Bungkuk	40	Ya	Ya
9	Bungkuk	45	Tidak	Tidak
10	Bungkuk	50	Tidak	Tidak

menunjukkan hasil pengujian sensor ultrasonik pada posisi tegak dan bungkuk dengan berbagai jarak objek. Sensor berhasil mendeteksi objek dengan akurasi tinggi, sesuai dengan jarak yang diukur. Buzzer menyala dan notifikasi Telegram terkirim dengan benar saat objek terdeteksi dalam jarak kurang dari 45 cm. Sensor berfungsi baik dalam mendeteksi jarak dan memberikan respons yang diharapkan.

3. Pengujian sensor RFID

Pengujian dilakukan dengan berbagai jenis kartu, termasuk kartu tag asli yang terdaftar, KTP, dan KTM, untuk mengukur keakuratan pembacaan data oleh sistem RFID. Tujuannya adalah menganalisis pengaruh status pendaftaran kartu terhadap keberhasilan komunikasi antara RFID Reader dan mikrokontroler. Hasil pengujian dari masing-masing kartu dirangkum dalam tabel.

NO	Percobaan	Jenis	Hasil
1	Percobaan 1	Kartu tag asli	Terbaca
2	Percobaan 2	Kartu tag asli	Terbaca
3	Percobaan 3	Kartu tag asli	Terbaca
4	Percobaan 4	Kartu tag asli	Terbaca
5	Percobaan 5	KTP	Tidak terbaca
6	Percobaan 6	KTP	Tidak terbaca
7	Percobaan 7	KTP	Tidak terbaca
8	Percobaan 8	KTM	Tidak terbaca
9	Percobaan 9	KTM	Tidak terbaca
10	Percobaan 10	KTM	Tidak terbaca

Tabel ini menunjukkan hasil pengujian sistem RFID dengan menggunakan tiga jenis kartu: kartu tag asli, KTP, dan KTM. Kartu tag asli berhasil terbaca di semua percobaan, sedangkan KTP dan KTM tidak terbaca sama sekali. Dari 10 percobaan, tidak ada kesalahan dalam membaca kartu tag asli, sehingga tingkat keberhasilan pembacaan adalah 100%, dan error rate sebesar 0%.

4. Pengujian sensor RFID

Pengujian modul GPS Neo-6M dilakukan untuk memastikan akurasi dan ketepatan waktu dalam mengirimkan lokasi kendaraan melalui Telegram. Sistem diuji dengan mengirimkan perintah '/get_gps' melalui bot Telegram, yang kemudian mengirimkan tautan Google Maps dengan koordinat lokasi kendaraan. Pengujian menunjukkan bahwa modul GPS bekerja dengan baik, memberikan informasi lokasi secara real-time, memungkinkan pengguna untuk melacak posisi kendaraan dengan akurat di berbagai lokasi. Hasil pengujian menunjukkan sistem dapat mentransmisikan data lokasi dengan cepat dan akurat, memberikan tingkat keamanan tambahan bagi pemilik kendaraan.

NO	Lokasi	Latitude (DMS)	Longitude (DMS)	Waktu Respon
1	kantor Kecamatan Purwokero Timur	7°25'16.6"S	109°15'16.6"E	5

2	Fakultas Teknologi Pertanian unsoed	7°24'29.2"S	109°15'10.2"E	6
3	depan Madhang Maning Park	7°26'01.2"S	109°13'50.9"E	5
4	Kantin belakang Telkom	7°26'05.5"S	109°15'09.0"E	7
5	Dalam Rumah GSBN	7°27'43.1"S	109°14'17.9"E	7
6	Parkiran utama Telkom	7°26'07.0"S	109°15'04.4"E	6
7	Depan Bioskop Rajawali	7°25'57.1"S	109°14'37.6"E	5
8	Depan Polresta Banyumas	7°24'12.4"S	109°13'53.0"E	5
9	Depan UIN Prof. K.H. Saifuddin Zuhri	7°24'37.5"S	109°13'50.7"E	6
10	Depan Taman Andang Pangrenan	7°26'25.9"S	109°14'40.1"E	5

Hasil pengujian modul GPS Neo-6M menunjukkan akurasi 60% karena beberapa hasil pengukuran memiliki selisih posisi sekitar 5 meter. Meskipun demikian, modul ini mampu mengirimkan data lokasi dengan akurasi tinggi dan respons cepat (5 hingga 7 detik). Modul GPS Neo-6M menerima sinyal dari satelit untuk menentukan posisi perangkat dan mengolah data mentah menjadi koordinat yang dapat diproses lebih lanjut untuk menghasilkan tautan Google Maps yang akurat.

5. Pengujian skenario sistem

Pengujian skenario sistem dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas dan keandalan sistem keamanan berbasis IoT dalam mencegah pencurian sepeda motor. Pengujian mencakup deteksi dini menggunakan sensor ultrasonik, pengiriman peringatan melalui Telegram, dan permintaan lokasi kendaraan dengan GPS, yang diuji dalam 10 percobaan untuk memastikan konsistensi dan akurasi hasil.

N O	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Jumlah Percobaan	Keberhasilan
1	Seseorang mencoba menaiki motor tanpa mengetap kartu RFID	Sensor ultrasonik mendeteksi objek, buzzer berbunyi, dan sistem mengirimkan notifikasi ke Telegram	10	90%

2	Motor dipindahkan tanpa izin setelah sistem alarm diaktifkan	Sensor ultrasonik mendeteksi pergerakan, buzzer berbunyi, dan sistem mengirimkan notifikasi ke Telegram. Jika pemilik tidak berada di lokasi, pemilik dapat mengirimkan perintah <code>get_gps</code> untuk mendapatkan koordinat motor	10	80%
3	Pemilik mencoba melacak motor setelah terjadi pencurian	Pemilik menerima koordinat terbaru melalui Telegram setelah mengirim perintah <code>get_gps</code> dan dapat mengambil tindakan	10	100%

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem keamanan sepeda motor berbasis IoT ini memiliki tingkat keberhasilan rata-rata 90% dalam mendeteksi ancaman pencurian dan memberikan respons yang sesuai. Sensor ultrasonik berhasil mendeteksi objek saat seseorang mencoba menaiki motor tanpa izin dengan tingkat keberhasilan 90%, sementara deteksi pergerakan motor tanpa izin mencapai 80%. Fitur pelacakan GPS berfungsi optimal dengan keberhasilan 100%. Secara keseluruhan, sistem ini efektif dalam mengenali aktivitas mencurigakan, memberikan peringatan real-time melalui Telegram, dan membantu pemilik melacak kendaraan, meskipun deteksi pergerakan motor masih memiliki potensi kesalahan kecil.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian, sistem alarm sepeda motor berbasis IoT mengintegrasikan RFID, GPS, dan sensor ultrasonik untuk memberikan peringatan dini terhadap potensi pencurian. RFID memiliki tingkat keberhasilan 90% dalam autentikasi kartu, sensor ultrasonik mendeteksi objek dalam radius 45 cm dengan akurasi 90%, dan notifikasi Telegram terkirim dalam rata-rata 5 detik. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama, GPS Neo-6M dengan akurasi 60%, serta buzzer untuk alarm. Meskipun dapat mendeteksi aktivitas mencurigakan dan melacak kendaraan dengan kesalahan 5 meter, sistem ini tidak memiliki mekanisme penguncian fisik, sehingga efektivitasnya dalam mencegah pencurian bergantung pada kecepatan respons pemilik.

REFERENSI

- [1] D. K. Paath and R. Manurung, <Analisis Persepsi Pengguna Layanan Transaksi Digital Terhadap Financial Technology (Fintech) Dengan Model E-Money (Studi kasus: layanan Go-Pay 8Gojek9 di Purwokerto),= *OPEN ACCESS*, 2019.
- [2] Suprianto, <Selama 20 Hari Polresta Banyumas, Ringkus 24 Pelaku Curanmor,= *rri.co.id*, Oct. 2023, [Online]. Available: <https://www.rri.co.id/purwokerto/kriminalitas/393722/selama-20-hari-polresta-banyumas-ringkus-24-pelaku-curanmor>
- [3] J. S. Saputra and S. Siswanto, <PROTOTYPE SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN PADA KANDANG AYAM BROILER BERBASIS INTERNET OF THINGS,= *Prosisko*, vol. 7, no. 1, Mar. 2020, doi: 10.30656/prosisko.v7i1.2132.
- [4] A. H. H. Jabastian, K. Erwansyah, M. S. Wahyuni, and S. N. Arif, <Monitoring Anti Maling Sepeda Motor Menggunakan IOT Berbasis NodeMCU,= *j. sist. kompEul,t. trig. dhar. JURSIK TGD*, vol. 2, no. 1, pp. 34–42, Jan. 2023, doi: 10.53513/jursik.v2i1.7045.
- [5] S. Samsugi, Z. Mardiyansyah, and A. Nurkholis, <SISTEM PENGONTROL IRIGASI OTOMATIS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO,= *JTST*, vol. 1, no. 1, p. 17, Aug. 2020, doi: 10.33365/jtst.v1i1.719.
- [6] T. Suryana, <Antarmuka ublox NEO-6M GPS Module dengan NodeMCU ESP8266=.
- [7] Yosef Doly Wibowo, <Implementasi Modul GPS Ublox 6M Dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Motor Berbasis Internet Of Things,= *ELE*, vol. 15, no. 2, pp. 107–115, May 2021, doi: 10.23960/elc.v15n2.2173.
- [8] A. Setiawan, A. T. Prastowo, and D. Darwis, <SISTEM MONITORING KEBERADAAN POSISI MOBIL BERBASIS GPS DAN PENYADAP SUARA MENGGUNAKAN SMARTPHONE,= *JTIKOM*, vol. 3, no. 1, pp. 35–44, Sep. 2022, doi: 10.33365/jtikom.v3i1.1644.
- [9] M. J. Elly *et al.*, <Pelatihan Aplikasi Untuk Industri Berbasis Arduino di SMK Letris Tangerang Selatan,= *JS*, vol. 8, no. 2, p. 278, Oct. 2019, doi: 10.29405/solma.v8i2.3345.
- [10] M. P. Kashfuzzun and I. H. Santoso, <Perancangan Dan Implementasi Alat Pendeteksi Kecepatan Pada Kendaraan Bermotor Berbasis Internet Of Things Menggunakan Sensor HC-SR 04=.
- [11] A. Imran and M. Rasul, <PENGEMBANGAN TEMPAT SAMPAH PINTAR MENGGUNAKAN ESP32,= vol. 17, no. 2, 2020.
- [12] A. R. M. Maldini, <Rancang Bangun Sistem Keamanan Kendaraan Bermotor Roda Dua Berbasis Internet of Things dengan Modul NodeMCU ESP8266 V3 dan ESP32-CAM,= *ELE*, vol. 16, no. 2, pp. 215–222, May 2022, doi: 10.23960/elc.v16n2.2291.
- [13] S. P. Agustanti and D. A. Nugraha, <PERANCANGAN SISTEM KEAMANAN SEPEDA MOTOR BERBASIS RFID MIKROKONTROLER ESP8266,= vol. 8, no. 1, 2023.
- [14] L. F. Ishak, <(MOTORCYCLE SECURITY SYSTEM FINGERPRINT BASED),= 2023.
- [15] S. Ahdan and E. Redy Susanto, <Implementasi dashboard smart energy untuk pengontrolan rumah pintar pada perangkat bergerak berbasis internet of things,= *JTI*, vol. 15, no. 1, p. 26, Jan. 2021, doi: 10.33365/jti.v15i1.954.
- [16] F. W. Perdana, S. D. Ayuni, A. Wisaksono, and S. Syahririni, <Prototype Social Distancing Reminder Using HC-SR04 Sensor At The Payment Counter Via A Smartphone,= *PELS*, vol. 1, no. 2, Jul. 2021, doi: 10.21070/pels.v1i2.952.
- [17] A. M. Afandi, <IMPLEMENTASI TEKNOLOGI RFID SEBAGAI SISTEM KEAMANAN SEPEDA MOTOR BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 328,= *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, no. 2, 2021.