

Pengembangan Sistem Keamanan Gerbang Rumah Smart Home Berbasis IoT dengan Metode RnD

Hilman Aziz^{*1}, Imam Suharjo²

^{1,2}Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Mercu Buana Yogyakarta
email: ^{*1}hilmanqr@gmail.com, ²imam@mercubuana-yogya.ac.id

Abstract – This research aims to develop a home security system based on the Internet of Things (IoT) using Arduino Nano and ESP32. The system is equipped with various sensors such as LDR, magnetic switch, and RFID module to enhance home security. This system can detect potential threats and provide real-time notifications through a Telegram bot. The development process includes hardware design and software programming to ensure seamless integration between all components. Testing shows that the system works well in detecting security disturbances, authorizing gate access, and providing remote control. With these features, the system not only enhances security but also provides convenience for users to monitor and control their home security from a distance. The implementation of this system is expected to be an effective solution to improve home security and provide peace of mind for homeowners through advanced IoT technology.

Keywords – Home gate security, Internet of Things, Telegram bot, Waterfall.

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem keamanan rumah berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan Arduino Nano dan ESP32. Sistem ini dilengkapi dengan berbagai sensor seperti LDR, magnetic switch, dan modul RFID untuk meningkatkan keamanan rumah. Sistem ini mampu mendeteksi adanya potensi bahaya dan memberikan notifikasi secara real-time melalui bot Telegram. Proses pengembangan mencakup perancangan perangkat keras dan pemrograman perangkat lunak untuk memastikan integrasi yang lancar antara semua komponen. Pengujian menunjukkan bahwa sistem ini bekerja dengan baik dalam mendeteksi gangguan keamanan, mengotorisasi akses pintu gerbang, dan memberikan kontrol jarak jauh. Dengan fitur-fitur tersebut, sistem ini tidak hanya meningkatkan keamanan tetapi juga memberikan kemudahan bagi pengguna untuk memantau dan mengendalikan keamanan rumah mereka dari jarak jauh. Implementasi sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan keamanan rumah dan memberikan ketenangan bagi pemilik rumah melalui teknologi IoT yang canggih.

Kata Kunci – Keamanan gerbang rumah, Internet of Things, Bot Telegram, Waterfall.

I. PENDAHULUAN

Sistem buka-tutup gerbang secara otomatis merupakan salah satu atribut keamanan pada rumah. Namun pagar gerbang dengan sistem tersebut masih kurang andal dalam mencegah potensi bahaya yang berpotensi terjadi pada rumah. Penghuni rumah sering kali tidak menyadari bahwa telah terjadi pembobolan pada pintu gerbang rumah. Pemilik rumah juga tidak mendapatkan peringatan secara cepat bila terdapat pelaku pencurian yang memanjat gerbang rumah. Sejalan dengan laju perkembangan teknologi modern yang semakin pesat, sistem keamanan rumah juga semakin meningkat, keamanan berbasis *smart home* adalah salah satunya. *Smart home* merupakan salah satu bentuk desain teknis yang dapat diterapkan dalam membangun sebuah rumah [1]. Sistem tersebut dirancang sedemikian rupa dengan menerapkan bantuan komputer yang pada umumnya berupa *microcontroller* sebagai alat integrasi dan kendali perangkat peralatan rumah secara otomatis dan efisien [2]. Implementasi sistem *smart home* sering didasarkan pada konsep *Internet of Things* (IoT) karena kemudahan dalam perancangannya. IoT merupakan sebuah teknologi baru yang memanfaatkan internet, peralatan untuk rumah dan mesin untuk tempat kerja adalah contoh dari perangkat yang dapat terhubung dalam sistem IoT [3]. Memungkinkan pengguna untuk

mengelola serta mengoptimalkan peralatan elektronik yang tersambung pada koneksi internet. Dengan hadirnya teknologi IoT, proses kerja sebuah sistem dapat dilakukan dalam jangkauan yang semakin luas, proses pengolahan dan pengolahan data terhadap sistem juga semakin bagus [4]. Pengadopsian konsep IoT akan memungkinkan komunikasi antara komputer dan peralatan elektronik bertukar informasi tanpa bantuan perantara manusia [5]. Walaupun bukan merupakan inovasi baru dalam bidang teknologi, *Internet of Things* sendiri adalah sebuah fenomena yang belakangan ini muncul sebagai sebuah fenomena baru [6]. Tujuan utama dilakukan penelitian ini adalah untuk melakukan pengembangan sistem keamanan gerbang rumah smart home dengan berbasis konsep IoT. Pengembangan difokuskan pada peningkatan sistem dengan penambahan fitur pendeteksi bahaya otomatis serta pemantauan dan pengendalian sistem secara jarak jauh, sehingga memungkinkan pemilik rumah dapat dengan mudah memantau keamanan rumah. Fitur keamanan baru ditambahkan dengan menggabungkan jenis sensor yang berbeda, modul sensor LDR digunakan untuk deteksi bahaya pencurian, modul sensor RFID untuk akses buka pintu gerbang, dan sensor *magnetic switch* untuk deteksi pembobolan pintu.

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Terdapat beberapa artikel penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian ini. Pada penelitian sebelumnya oleh Supiyandi dkk [2]. Melakukan penelitian terkait sistem keamanan smart home yang berfokus pada monitoring kondisi rumah serta pengendalian peralatan rumah. Penelitian tersebut berfokus pada pemantauan jarak jauh pada kondisi berikut: (1) pemantauan kebocoran gas; (2) pemantauan kebakaran; dan (3) pemantauan pergerakan didalam rumah. Laksono dan Fuadi (2023) [7], pada penelitiannya merancang sebuah sistem keamanan yang berfokus pada penggunaan gerbang otomatis yang dapat dikendalikan secara jarak jauh untuk memonitoring keamanan dari pencuri yang berniat membobol gerbang rumah. Pada penelitian lain Raditya dkk [8], melakukan penelitian terkait keamanan gerbang rumah yang bertujuan untuk membantu mengontrol pintu gerbang agar terhindar dari tindakan kriminal dan mampu memberikan pemberitahuan melalui telegram pada saat pintu gerbang tidak tertutup. Terdapat pula penelitian yang berfokus pada sistem penguncian pintu otomatis yang dilakukan oleh Prafanto dkk [9], penelitian tersebut berfokus pada penggunaan teknologi (*Bluetooth Low Energy*) sebagai pendeteksi kehadiran individu sebagai sinyal untuk membuka kunci pintu gerbang. Penulis menemukan juga penelitian dengan tema keamanan pintu portal perumahan dengan menggunakan modul sensor RFID dan NodeMCU [10].

III. METODE PENELITIAN

A. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa inggris adalah *Research and Development* (RnD). Metode RnD terbagi kedalam dua tahap: (1) Penelitian (*Research*); dan (2) Pengembangan (*Development*). RnD sendiri merupakan langkah-langkah yang digunakan dalam menghasilkan produk tertentu, mengkaji keefektifan produk tersebut atau untuk melakukan pengembangan sebuah produk atau penyempurnaan produk yang telah ada sebelumnya [11, 12]. Jenis metode penelitian ini mengacu pada proses kegiatan dalam melakukan proses pengembangan inovasi oleh suatu institusi atau perusahaan dalam rangka mengembangkan maupun meningkatkan produk atau layanan yang sudah ada [13]. Siklus penelitian dan pengembangan dapat diulang beberapa kali untuk memastikan bahwa produk telah mencapai tujuan yang ditetapkan sehingga hasilnya lebih akurat [14].

B. Tahap Penelitian (*Research*)

Pada tahap penelitian, penulis menerapkan metode studi literatur atau studi kepustakaan. Studi literatur adalah cara untuk menghimpun data atau sumber yang berhubungan dengan tema penelitian [15]. Metode studi literatur merupakan cara untuk mengevaluasi dan menginterpretasikan semua penelitian yang tersedia berdasarkan pertanyaan penelitian khusus, area topik, atau fenomena [16]. Metode studi literatur melibatkan serangkaian aktivitas yang berkaitan dengan pengumpulan data dari sumber pustaka, membaca dan mencatat informasi, serta mengolah bahan penelitian [17]. Proses studi literatur yang dilakukan mencakup langkah-langkah sebagai berikut:

a. Identifikasi Sumber Literatur

Penulis mengidentifikasi sumber literatur berupa sejumlah artikel ilmiah yang diperoleh melalui berbagai kanal penerbitan jurnal daring yang kredibel.

b. Pengumpulan data

Mengingat pentingnya penggunaan data dalam penelitian ini, maka kemudian dilakukan pengumpulan data dengan cara mempelajari penelitian terdahulu yang mempunyai kesamaan tema dengan penelitian ini. Metode pengumpulan ini diharapkan bisa memberikan tunjauan tentang pengembangan sistem keamanan pagar rumah dari berbagai artikel yang terbit dari tahun 2019 hingga tahun 2024.

c. Analisis Literatur

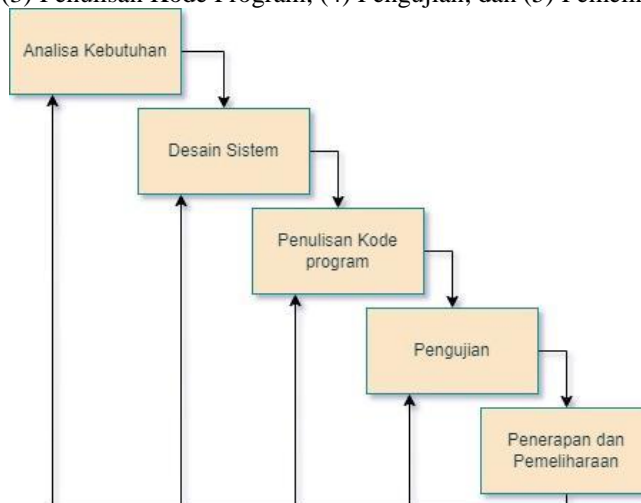
Setelah data terkumpul kemudian dianalisis untuk memahami teknologi dan metode yang telah digunakan dalam pengembangan sistem keamanan gerbang rumah sebelumnya.

d. Integrasi Informasi

Informasi yang relevan dengan penelitian ini diintegrasikan untuk mengidentifikasi gap atau kekurangan pada penelitian sebelumnya yang dapat disempurnakan melalui penelitian ini.

C. Tahap Pengembangan (Development)

Model pengembangan yang diterapkan pada metode penelitian ini sendiri mengadopsi dari *Waterfall Model*. *Waterfall* merupakan suatu *Software Development Life Cycle* (SDLC) yang membagi fase proses menjadi beberapa bagian seperti spesifikasi kebutuhan, rancangan perangkat lunak, implementasi, pengujian, dan lain-lain [16]. Metode *waterfall* menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara skematis atau terurut. Berikut adalah tahapan dalam metode *waterfall*: (1) Analisis Kebutuhan; (2) Desain; (3) Penulisan Kode Program; (4) Pengujian; dan (5) Pemeliharaan [18].



Gbr. 1 Siklus metode waterfall.

Metode waterfall telah diperkenalkan pada tahun 1970an, sehingga terkadang dianggap sebagai metode yang usang. Namun pada masa sekarang, model pengembangan semacam ini masih sering diterapkan dalam melakukan pengembangan Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) [19].

a. Tahap Analisis Kebutuhan

Dengan menggunakan acuan dari kumpulan karya ilmiah dan artikel yang digunakan sebagai referensi pada penelitian ini, ditemukan bahwa masih sedikit dari penelitian terkait perancangan sistem keamanan gerbang rumah smart home yang sepenuhnya berorientasi pada faktor keamanan. Sebagian besar dari penelitian tersebut pada umumnya mengedepankan faktor otomatisasi untuk mempermudah pekerjaan dan menghemat waktu, namun dengan penerapan sistem keamanan yang masih minim.

Dari hasil melakukan analisa kebutuhan, didapatkan data kebutuhan sistem yang diperlukan dalam penelitian ini. Kebutuhan sistem yang harus dipenuhi diantaranya adalah sebagai berikut:

- Sistem memiliki kemampuan mengotorisasi penghuni rumah untuk mengakses pintu gerbang.
- Sistem memberikan peringatan secara otomatis ketika pintu gerbang rumah dibuka secara paksa.
- Alarm akan berbunyi secara otomatis apabila terdapat potensi pencuri memanjat gerbang rumah.
- Pengiriman pemberitahuan otomatis melalui aplikasi Telegram ketika kondisi bahaya terdeteksi oleh sistem keamanan.
- Kontrol jarak jauh terhadap alarm dan penggantian mode keamanan sistem dengan memanfaatkan bot Telegram.

Berdasarkan data tersebut kemudian dipilih jenis komponen perangkat keras yang diperlukan dalam melakukan penyempurnaan prototipe sistem *smart home*. Seluruh komponen perangkat keras yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel I.

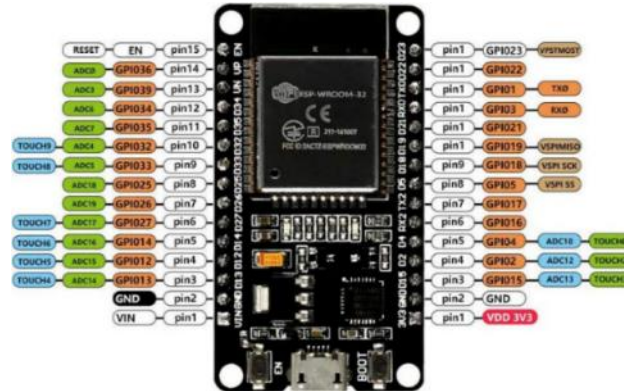
TABEL I
DAFTAR KEBUTUHAN KOMPONEN

Nama Komponen	Keterangan	Jumlah
ESP32 DEV KIT	Mikrokontroler	1
Arduino Nano V3	Mikrokontroler	1
Photosensitive LDR module	Sensor cahaya	3
Red Dot Laser Head	Pemancar laser titik	3
RFID RC522	Modul pembaca kartu	1
Magnetic Switch MC-38	Sensor <i>switch</i> pintu	1
Solenoid Door Lock	Pengunci pintu otomatis	1

LCD 16x2 I2C	Layar penampil informasi	1
Keypad 4x4	Papan penginput angka	1
Step Down LM2595-S	Pengatur tegangan DC	1
Power Supply 12v	Sumber tegangan DC	1
Relay 1 Channel	Komponen pendukung	1
Buzzer	Sumber suara alarm	1
Breadboard (Medium Size)	Papan rakit komponen	1

i. ESP32 Dev Kit

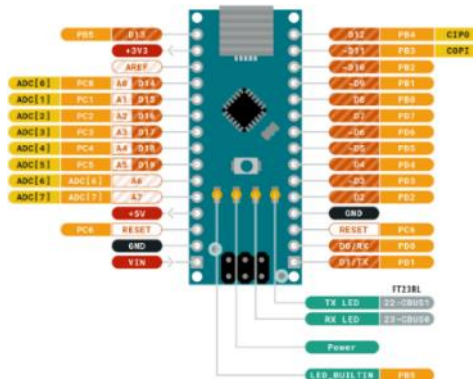
ESP32 merupakan penerus dari generasi sebelumnya yaitu ESP8266 yang mendapatkan perbaikan serta peningkatan kinerja dari generasi sebelumnya hampir pada semua aspek. Bukan hanya memiliki konektivitas WiFi, namun juga mendukung konektivitas *Bluetooth* rendah energi yang membuat mikrokontroler ini lebih fleksibel untuk digunakan pada berbagai jenis aplikasi. ESP32 memiliki jenis CPU yang sama dengan yang digunakan ESP8266 yaitu Xtensa LX6, namun pada ESP32 memiliki inti ganda [9].



Gbr. 2 Pin GPIO ESP32.

ii. Arduino Nano

Arduino Nano adalah sebuah mikrokontroler *open source* yang dikembangkan oleh Arduino.cc. Papan mikrokontroler ini dilengkapi dengan kumpulan pin input/output (I/O) dengan jenis digital dan analog yang dapat dihubungkan ke berbagai papan ekspansi ataupun mikrokontroler jenis lain [20]. Sebagai spesifikasi teknis, mikrokontroler ini dilengkapi dengan Atmega328P yang dikembangkan berdasarkan arsitektur Atmel AVR. Arduino nano memiliki ukuran Memori flash sebesar 32KB, dan SRAM sebesar 2KB [21].

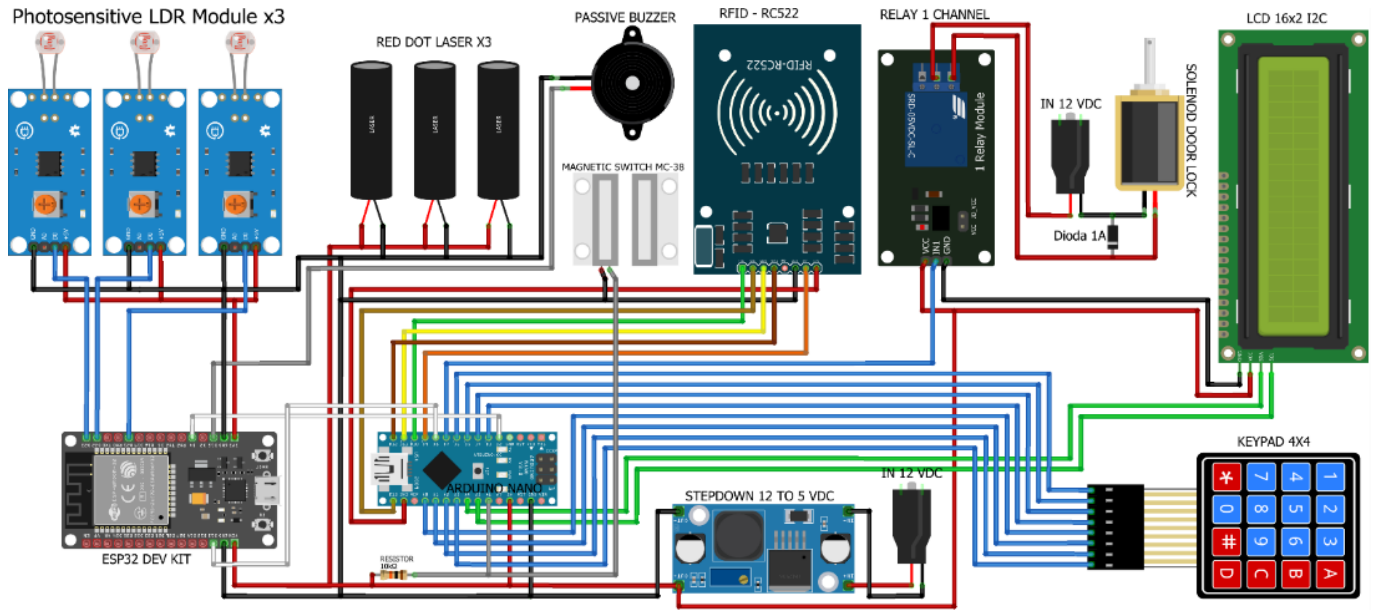


Gbr. 3 Pin GPIO Arduino Nano.

b. Tahap Desain Sistem

Proses desain sistem didalamnya termasuk melakukan desain rancangan rangkaian hardware dan desain alur kerja sistem. Dalam pengembangan sebuah sistem, tahap desain merupakan tahap mendefinisikan proses serta kebutuhan sistem yang akan digunakan dalam sistem [18]. Fungsi dari desain sistem adalah supaya memudahkan pada saat proses implementasi atau penulisan kode program, karena telah dibuat sebuah gambaran kerja sistem yang jelas [22].

Proses desain dimulai dengan merancang rangkaian semua komponen yang akan terhubung dengan Arduino Nano sebagai mikrokontroler utama. Dilanjutkan dengan melakukan desain skema rangkaian untuk menghubungkan Arduino Nano dengan ESP32. Kedua mikrokontroler tersebut harus terintegrasi ke dalam satu rangkaian sistem yang sempurna supaya mampu melakukan komunikasi tukar data satu sama lain. Proses desain rangkaian komponen perangkat keras dilakukan dengan menggunakan *software* Fritzing.

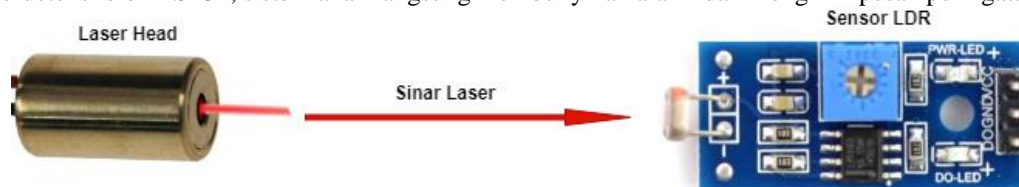


Gbr. 4 Desain rangkaian prototipe sistem.

Arduino Nano bertindak sebagai mikrokontroler utama yang berperan menjalankan keseluruhan kerja sistem keamanan pagar rumah. Seluruh proses kerja sistem yang berhubungan langsung dengan fungsi keamanan buka dan tutup pintu gerbang dilakukan pada Arduino Nano. Perangkat keras yang akan terhubung dengan Arduino Nano diantaranya adalah: (1) Modul RFID; (2) Keypad input angka; (3) Sensor magnetic switch; (4) Relay untuk solenoid door lock; dan (5) Lcd I2C 16x2.

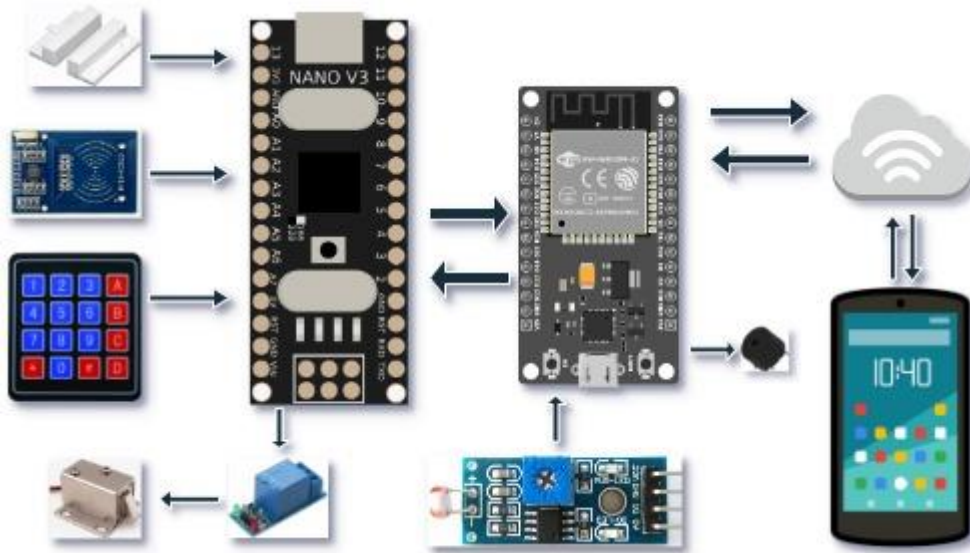
Papan input angka dan modul RFID berfungsi sebagai data input, data kemudian dikirimkan ke mikrokontroler utama untuk proses autentikasi pemberian hak akses terhadap pintu gerbang rumah. Solenoid door lock sebagai kunci otomatis untuk pintu gerbang. Sensor magnetic switch akan mendeteksi apakah pintu dalam keadaan tertutup atau terbuka, jika pintu dibuka secara paksa maka sistem akan secara otomatis mengeluarkan sinyal bahaya. Sementara layar Lcd sebagai penampil informasi kepada pengguna.

ESP32 akan melakukan pembacaan data yang diberikan oleh modul LDR. Sensor LDR bekerja dengan cara mendeteksi cahaya laser yang diarahkan pada sensor dan mengirim data ke mikrokontroler. Ketika seluruh sensor LDR tidak menangkap cahaya sinar laser karena terhalang oleh suatu objek, ESP32 akan membaca sinyal tersebut sebagai tanda bahaya. Pada saat sinyal bahaya terdeteksi oleh ESP32, sistem akan langsung membunyikan alarm dan mengirim pesan peringatan tanda bahaya.



Gbr. 5 Cara kerja sensor LDR.

Fungsi lain dari ESP32 adalah melakukan pengiriman notifikasi kepada pemilik rumah melalui koneksi internet, kemudian pesan akan diterima oleh pemilik rumah melalui bot Telegram. Pesan notifikasi yang dikirimkan berupa pemberitahuan jika terdapat potensi bahaya yang terdeteksi oleh sistem. Selain itu sistem juga akan mengirim pesan pemberitahuan ketika sistem mendeteksi input melalui keypad ataupun modul RFID.



Gbr. 6 Diagram alur kerja sistem.

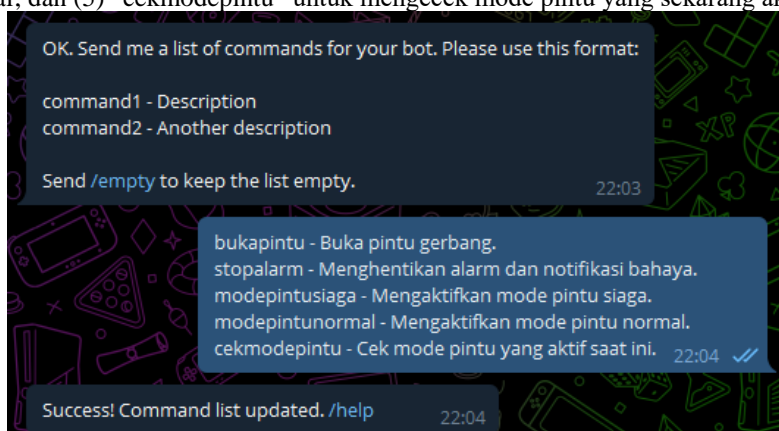
c. Tahap Penulisan Kode

Kode program untuk kedua mikrokontroler ditulis dengan mengikuti desain rangkaian komponen perangkat keras. Kode program untuk Arduino Nano difokuskan untuk menjadi pusat dari sistem keamanan yang akan memproses data dari input sensor hingga proses autentikasi user untuk melakukan akses terhadap pintu gerbang. Sedangkan kode program untuk ESP32 difokuskan pada pembacaan data input dari sensor LDR serta pemrosesan sinyal tanda bahaya untuk membunyikan alarm dan mengirimkan notifikasi melalui bot Telegram. Kode program ESP32 dirancang agar bisa berkomunikasi dengan bot Telegram melalui konektivitas internet dengan modul WiFi yang sudah tersedia pada ESP32. Bot Telegram berfungsi sebagai penerima notifikasi yang dikirimkan oleh sistem keamanan kepada pemilik rumah.

d. Tahap Pengujian dan Penyempurnaan Software

Perangkat keras dirakit dan kemudian dilakukan pengujian terhadap kinerja sistem dengan melakukan beberapa percobaan yang merepresentasikan keadaan pada dunia nyata. Proses pengujian adalah proses mencoba menemukan *bug* dalam perangkat lunak sebelum sistem dikirim kepada pengguna. Pengujian *software* merupakan langkah-langkah yang dilakukan untuk mengevaluasi fungsi dari program dan memastikan bahwa program bekerja sesuai dengan yang diharapkan [23]. Teknik pengujian yang dipakai adalah pengujian *White Box*. Pengujian *White Box* disebut juga dengan pengujian kotak kaca atau pengujian secara terstruktur dimana pengujian dilakukan berdasarkan kode sistem dengan menggunakan parameter yang sesuai [24].

Tahapan pengujian terhadap sistem menghasilkan data sementara untuk melakukan penyempurnaan sistem. Penyempurnaan yang dilakukan pada tahap ini berupa penambahan *command* atau perintah pada bot Telegram untuk melakukan kontrol sistem keamanan secara *remote*. Kontrol jarak jauh pada sistem dapat dilakukan dengan menggunakan perintah pada bot Telegram yang fungsinya telah disesuaikan dengan data kebutuhan sistem. Pada bot Telegram disediakan beberapa perintah sebagai berikut: (1) “bukapintu” untuk membuka pintu gerbang rumah; (2) “stopalarm” untuk menghentikan alarm bahaya; (3) “modepintusiaga” untuk mengubah mode pintu menjadi siaga; (4) “modepintunormal” untuk mengubah mode pintu menjadi normal; dan (5) “cekmodepintu” untuk mengecek mode pintu yang sekarang aktif.

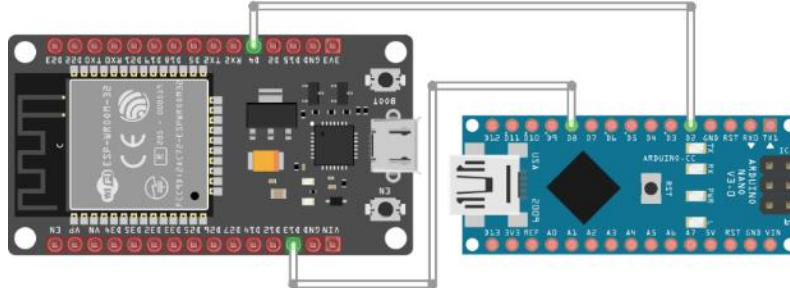


Gbr. 7 Proses penambahan perintah bot telegram.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Interkoneksi Arduino Nano dengan ESP32

Sistem keamanan *smart home* berbasis IoT ini dibangun dengan menggunakan Arduino Nano dan ESP32 sekaligus. Kedua mikrokontroler tersebut akan saling terkoneksi satu sama lain dengan menggunakan dua buah kabel yang terhubung dengan pin Tx (*Transmitter*) dan Rx (*Receiver*) pada masing-masing mikrokontroler, dimana kedua pin tersebut akan berfungsi sebagai pengirim dan penerima data serial antar mikrokontroler.



Gbr. 8 Interkoneksi ESP32 dan Arduino Nano.

Pin Tx dan Rx pada setiap mikrokontroler harus dideklarasikan pada proses penulisan kode program, pin mana saja yang akan berfungsi sebagai pin *Transmitter* dan *Receiver*. Proses pengiriman dan penerimaan sinyal dilakukan dengan menggunakan metode komunikasi serial. Komunikasi serial adalah proses pengiriman dimana setiap bit datanya dilakukan secara berurutan dan bergantian, sehingga lebih lambat dibandingkan dengan komunikasi paralel. Komunikasi ini memiliki kelebihan yaitu hanya membutuhkan satu buah kabel untuk melakukan transfer data [25].

B. Pengoperasian Sistem Keamanan

a. Menyalakan Sistem Keamanan

Sistem keamanan akan langsung menyala pada saat sistem dialiri arus listrik DC 5V. Desain sistem tersebut dilakukan karena sistem tidak membutuhkan saklar on/of, karena sistem keamanan dirancang supaya bisa selalu *stand by* selama terdapat arus listrik yang menjadi sumber tenaga pada sistem keamanan.



Gbr. 9 Tampilan awal sistem keamanan.

b. Membuka Kunci Pintu Gerbang

Untuk membuka kunci pintu gerbang terdapat tiga cara yang dapat dilakukan oleh pengguna: (1) Menggunakan kartu RFID; (2) Menggunakan password; dan (3) Menggunakan perintah pada bot Telegram. Perintah “bukapintu” pada bot telegram dapat digunakan jika pengguna perlu untuk membuka pintu namun sedang dalam kondisi jauh dari rumah. Selama sistem

keamanan tersambung kedalam jaringan internet maka opsi membuka pintu dengan perintah “bukapintu” tetap dapat dilakukan.



Gbr. 10 Proses membuka kunci gerbang dengan kartu rfid dan password.

c. Mengunci Pintu Gerbang

Untuk kembali mengunci pintu terbang, pengguna tidak perlu melakukan mekanisme khusus terhadap sistem keamanan gerbang rumah. *Solenoid door lock* akan secara otomatis menutup kembali dalam waktu 10 detik setelah pintu gerbang dibuka oleh pengguna, pengguna bisa langsung menutup kembali pintu gerbang dan secara otomatis pintu gerbang akan terkunci kembali.

d. Pengendalian Sistem Jarak Jauh

Pengendalian sistem secara jarak jauh dilakukan dengan menggunakan perintah pada bot Telegram. Langkah yang perlu dilakukan adalah dengan memilih perintah yang telah disediakan pada menu bot Telegram. Terdapat dua macam perintah untuk pengendalian sistem jarak jauh: (1) Dengan memilih perintah pada menu; dan (2) Mengetikkan perintah secara manual. Pengiriman perintah secara manual dimaksudkan untuk faktor keamanan sistem, sehingga apabila pengguna melakukan kesalahan memilih perintah pada bot Telegram, sehingga tidak akan menimbulkan kegagalan pada sistem keamanan.



Gbr. 11 Pengiriman perintah secara manual pada bot Telegram.

e. Pilihan Mode Pintu

Terdapat dua mode pintu yang dapat dipilih, mode siaga dan mode normal. Mode default yang akan aktif adalah mode pintu siaga. Pada mode pintu siaga, saat pintu gerbang dibuka secara paksa maka buzzer akan menyala dan notifikasi tanda

bahaya akan dikirim ke pemilik rumah. Sementara mode pintu normal tidak demikian, ini berguna jika pemilik rumah ingin membuka pintu gerbang dari dalam rumah tanpa terganggu oleh suara alarm.

C. Pengujian Sistem

Tahap pengujian dilakukan dengan cara mengamati respon sistem terhadap input dari perangkat keras guna memastikan bahwa semua komponen tersebut dapat bekerja sesuai dengan rancangan prototipe. Pengamatan juga dilakukan ketika sistem menerima perintah kendali jarak jauh dengan menggunakan bot telegram.

a. Input sensor dan keypad

Berikut ini adalah data hasil dari pengujian sensor dan keypad sebagai perangkat keras penginput pada sistem keamanan.

TABEL II
HASIL PENGUJIAN SENSOR DAN KEYPAD

Nama Komponen	Jenis Pengujian	Kasus Pengujian	Hasil Pengujian
Sensor <i>Magnetic Switch</i>	Deteksi buka tutup pintu	Pintu terbuka	Berhasil
		Pintu tertutup	Berhasil
Keypad Input Angka	Input nilai ke dalam sistem	Kesamaan nilai input dengan tombol yang ditekan	Berhasil
Modul Sensor RFID	Pembacaan kartu RFID	Baca kartu RFID	Berhasil
	Penghalang pada sensor	Terhalang material bahan plastik	Berhasil
		Terhalang material bahan logam	Gagal
	Jarak deteksi sensor	Jarak 2 cm	Berhasil
		Jarak 4 cm	Berhasil
Jarak 5 cm		Gagal	
Modul Sensor LDR	Deteksi sinar laser	Input 0 saat mendapat sinar laser	Berhasil
		Input 1 saat tidak mendapat sinar laser	Berhasil
	Intensitas cahaya lingkungan	Kondisi gelap (malam hari)	Berhasil
		Kondisi terang (siang hari)	Berhasil
	Jarak deteksi sensor	Jarak laser 1 meter	Berhasil
		Jarak laser 2 meter	Berhasil
		Jarak laser 3 meter	Berhasil
		Jarak laser 4 meter	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa hampir semua sensor bekerja dengan baik sesuai dengan kasus yang diujikan. Pada modul sensor RFID menunjukkan bahwa kinerja optimal sensor tersebut adalah pada jarak kurang dari 4 cm. Pengujian dengan kartu diletakkan dengan jarak lebih dari jarak 4 cm tidak dapat terbaca oleh sensor. Kondisi lain yaitu ketika modul RFID terhalang oleh material berjenis logam, sensor tidak dapat melakukan pembacaan terhadap kartu yang ditempelkan.

b. Pengujian Respon Sistem

Berikut ini adalah tabel hasil dari pengujian respon sistem terhadap input yang diberikan.

TABEL III
PENGUJIAN RESPON SISTEM TERHADAP KOMPONEN INPUT

Kategori pengujian	Komponen Input	Kasus pengujian	Reaksi Sistem	Hasil Pengujian
Respon terhadap hardware	Sensor <i>Magnetic switch</i>	Pintu dibuka paksa	Buzzer berbunyi & Kirim notifikasi bahaya	Sesuai
	Sensor RFID	Kartu RFID valid	Kunci pintu terbuka	Sesuai
		Kartu RFID invalid	Kunci pintu tetap menutup	Sesuai
	Keypad (papan input)	Password benar	Kunci pintu terbuka	Sesuai
		Password salah	Kunci pintu tetap menutup	Sesuai
	Sensor LDR	1 sensor LDR aktif	Tidak memberikan respon	Sesuai
		2 sensor LDR aktif	Tidak memberikan respon	Sesuai
3 sensor LDR aktif		Buzzer berbunyi & Kirim notifikasi bahaya	Sesuai	

Hasil pengujian kinerja respon sistem terhadap komponen input menunjukkan bahwa semua fungsi sistem keamanan dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

c. Pengujian Kendali Jarak Jauh

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian pengendalian sistem secara jarak jauh menggunakan perintah pada bot Telegram. Beberapa perintah kendali jarak jauh adalah perintah yang harus dituliskan secara manual oleh pengguna demi menjaga faktor keamanan sistem.

TABEL IV
PENGUJIAN RESPON SISTEM TERHADAP PERINTAH BOT TELEGRAM

Nama Perintah	Jenis Perintah	Fungsi Perintah	Reaksi Sistem	Hasil Pengujian
“bukapintu”	Otomatis	Peringatan akan membuka kunci pintu	Mengirim pesan peringatan kepada pengguna bahwa pintu akan dibuka.	Sesuai
“stopalarm”	Otomatis	Peringatan akan mematikan alarm	Mengirim pesan peringatan kepada pengguna bahwa alarm akan dihentikan.	Sesuai
“modepintusiaga”	Otomatis	Aktifkan mode pintu siaga	Mengaktifkan mode pintu siaga	Sesuai
“mdepintunormal”	Otomatis	Aktifkan mode pintu normal	Mengaktifkan mode pintu normal	Sesuai
“cekmodepintu”	Otomatis	Mengecek mode pintu yang aktif	Mengirim status mode pintu aktif ke pengguna	Sesuai
“Matikan Alarm”	Ketik Manual	Menghentikan alarm & pengiriman notifikasi tanda bahaya	Menghentikan alarm & notifikasi tanda bahaya	Sesuai
“Buka Pintu”	Ketik Manual	Membuka kunci pintu gerbang	Membuka kunci pintu gerbang	Sesuai

Hasil pengujian kinerja respon sistem terhadap perintah bot telegram untuk pengendalian sistem jarak jauh menunjukkan bahwa semua fungsi perintah dapat dieksekusi oleh sistem keamanan dan dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

V. KESIMPULAN

Sistem keamanan rumah berbasis IoT yang dikembangkan dengan menggunakan Arduino Nano dan ESP32 menunjukkan hasil yang memuaskan dalam merespon input yang diberikan oleh pengguna serta respon potensi terhadap ancaman yang ada. Sistem keamanan mampu memberikan notifikasi akurat yang dikirimkan melalui bot Telegram dan memungkinkan pemilik rumah untuk melakukan kendali jarak jauh pada sistem secara efektif. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, sistem mampu merespon semua input dengan baik. Namun meskipun demikian, masih terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dan membutuhkan penyempurnaan lebih lanjut.

Kelebihan:

- Deteksi Intrusi: Kinerja sistem keamanan efektif dalam mendeteksi intrusi melalui sensor LDR dan magnetic switch.
- Otorisasi Akses: Modul RFID dan Keypad bekerja dengan baik untuk mengotorisasi akses pintu gerbang.
- Notifikasi *Real-Time*: Notifikasi otomatis yang dikirimkan melalui bot Telegram kepada pemilik rumah dilakukan secara *real-time*.
- Kontrol Jarak jauh: Fitur pengendalian jarak jauh yang memungkinkan pemilik rumah mematikan alarm dan mengubah mode kerja sistem.
- Keandalan Sensor: Seluruh sensor yang digunakan menunjukkan kinerja yang baik di berbagai kondisi, seperti kondisi gelap dan terang.

Kekurangan:

- Batasan Jarak RFID: Modul RFID tidak dapat bekerja optimal pada jarak lebih dari 4 cm.
- Keterbatasan Sinyal: Pembacaan kartu oleh modul RFID mengalami gangguan saat sensor terhalang oleh bahan logam.
- Kompleksitas perakitan: Penggunaan dua mikrokontroler sekaligus menambah kompleksitas dalam perakitan dan penulisan kode sistem.

Sistem keamanan gerbang rumah berbasis IoT menunjukkan hasil yang baik dalam merespons seluruh input sensor dan potensi ancaman yang mungkin terjadi. Untuk penelitian selanjutnya, pengembangan yang dapat dilakukan adalah mencakup penyederhanaan proses perakitan dan penulisan kode sistem, hal tersebut bisa dicapai dengan cukup menggunakan satu

mikrokontroler, yaitu esp32 38 pin. Selain itu, penyempurnaan dapat dilakukan dengan penambahan modul keamanan lainnya, seperti kamera pengawas dan sensor kebakaran, sehingga akan semakin meningkatkan efektivitas dan proteksi keamanan pada rumah.

VI. UCAPAN TERIMAKASIH

Saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada dosen pembimbing, Bapak Imam Suharjo, yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan pengetahuan selama proses penyelesaian karya ilmiah ini. Tanpa arahan dan motivasi dari beliau penelitian ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik. Keterampilan dan wawasan yang diberikan sangat berharga dan membantu saya dalam menghadapi berbagai tantangan selama penelitian ini berlangsung. Terima kasih juga atas kesabaran dan waktu yang telah diberikan untuk membimbing dan mengoreksi setiap tahap penelitian ini. Saran dan masukan yang konstruktif dari Bapak Imam Suharjo sangat membantu dalam memperbaiki kualitas karya ilmiah ini. Semoga bimbingan dan dukungan yang telah diberikan menjadi bekal yang bermanfaat bagi saya dalam perjalanan akademik dan karir di masa depan.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. R. Mukti, W. C. Mukmin and E. K. Kasih, "Perancangan Smart Home Menggunakan Konsep Internet of Things (IoT) Berbasis Microcontroller," *JUPITER*, vol. 14, no. 2, pp. 516-522, 2022.
- [2] Supiyandi, C. Rizal, M. Iqbal, M. N. H. Siregar and M. Eka, "Smart Home Berbasis Internet of Things (IoT) Dalam Mengendalikan dan Monitoring Keamanan Rumah," *Journal of Information System Research (JOSH)*, vol. 4, no. 4, pp. 1302-1307, 2023.
- [3] A. G. Prawiyogi and A. S. Anwar, "Perkembangan Internet of Things (IoT) pada Sektor Energi: Sistematis Literatur Review," *Mentari: Manajemen Pendidikan dan Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 2, pp. 187-197, 2023.
- [4] Abdullah, Cholish and M. Z. Haq, "Pemanfaatan IoT (Internet of Things) Dalam Monitoring Kadar Kepekatan Asap dan kendali Camera Tracking," *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 86-92, 2021.
- [5] F. Adani and S. Salsabil, "Internet of Things: Sejarah Teknologi dan Penerapannya," *ISU TEKNOLOGI STT MANDALA*, vol. 14, no. 2, pp. 92-99, 2019.
- [6] R. E. A. Armya, L. M. Abdulrahman, N. M. Abdulkareem and A. A. Salih, "Web-based Efficiency of Distributed Systems and IoT on Functionality of Smart City Applications," *Journal of Smart Internet of Things*, vol. 2023, no. 2, pp. 142-161, 2023.
- [7] A. B. Laksono and M. D. Fuadi, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Gerbang Rumah Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal EL Sains*, vol. 5, no. 2, pp. 31-34, 2023.
- [8] W. Raditiya, Styawati, A. Surahman, A. Budiawan, F. Amanda, N. D. Putri and S. Yudha, "PENERAPAN SISTEM KEAMANAN GERBANG RUMAH BARBASIS TELEGRAM MENGGUNAKAN ESP8266," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer (JTikom)*, vol. 3, no. 2, pp. 93-103, 2022.
- [9] A. Prafanto, E. Budiman, P. P. Widagdo, G. M. Putra and R. Wardhana, "Pendeteksi Kehadiran Menggunakan ESP32 Untuk Sistem Pengunci Pintu Otomatis," *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, vol. 7, no. 1, pp. 37-43, 2021.
- [10] F. H. A. Mubarak and M. Subaldi, "SISTEM KEAMANAN PINTU PORTAL PADA PERUMAHAN DENGAN RFID MENGGUNAKAN NODEMCU BERBASIS WEBSITE," *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi STI&K (SeNTIK)*, vol. 4, no. 1, pp. 311-321, 2020.
- [11] Okpatrioka, "Research And Development (RnD) Penelitian yang Inovatif dalam Pendidikan," *Jurnal Pendidikan, Bahasa dan Budaya*, vol. 1, no. 1, pp. 86-100, 2023.
- [12] D. Afrizal, W. Kusniawan, F. Tartiburrohan, M. Fajrul, R. Munawarah and F. Setiawan, "Analisis Kebijakan Pendidikan Mengenai Perkembangan dan Peningkatan Profesional Profesi Guru," *PENSA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, vol. 3, no. 2, pp. 213-225, 2021.
- [13] W. Yuliani and N. Banjarnahor, "Metode Penelitian Pengembangan (RnD) dalam Bimbingan dan Konseling," *Quanta*, vol. 5, no. 3, pp. 111-118, 2021.
- [14] J. Ilham, E. H. Harun, A. Y. Dako and Y. Tamu, "Pengembangan Sistem Informasi Desa Bendungan sebagai Desa Digital," *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara (KPKMN)*, vol. 5, no. 2, pp. 1518-1524, 2024.
- [15] D. Parinata and N. D. Puspaningtyas, "Studi Literatur: Kemampuan Komunikasi Matamatis Mahasiswa pada Materi Integral," *Jurnal Ilmiah Matematika Realistik (JI-MR)*, vol. 3, no. 2, pp. 94-99, 2022.
- [16] Y. Wahyudin and D. N. Rahayu, "Analisis Metode Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Website: A Literatur Review," *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 15, no. 3, pp. 119-133, 2020.
- [17] M. R. Yana and D. Maielfi, "STUDI LITERATUR PENERAPAN GERAKAN LITERASI DI SEKOLAH DASAR," *Journal of Basic Education Studies*, vol. 5, no. 1, pp. 545-561, 2022.
- [18] Kurniawati and M. Badrul, "PENERAPAN METODE WATERFALL UNTUK PERANCANGAN SISTEM INFORMASI INVENTORY PADA TOKO KERAMIK BINTANG TERANG," *Jurnal PROSISKO*, vol. 8, no. 2, pp. 47-52, 2021.
- [19] Mantasia, Saharuddin and S. Suhaeb, "Development of an IoT-based Smart Home System to support a Comfortable and Safe Work Environment," *The International Conference on Science and Advanced Technology (ICSAT)*, pp. 906-916, 2020.
- [20] K. P. Kuria, O. O. Robinson and M. M. Gabriel, "Monitoring Temperature and Humidity using Arduino Nano and Module-DHT11 Sensor with Real Time DS3231 Data Logger and LCD Display," *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. IX, no. 12, pp. 416-422, 2020.
- [21] A. C. Gheorghe and C. I. Stoica, "Wireless Weather Station using Arduino Mega and Arduino Nano," *SCIENDO*, vol. 1, no. 44, pp. 35-38, 2021.
- [22] Hermansyah, R. F. Wijaya and R. B. Utomo, "Metode Waterfall dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Kegiatan Masjid Berbasis Web," *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, vol. 3, no. 5, pp. 563-571, 2023.

- [23] A. C. Praniffa, A. Syahri, F. Sandes, U. Fahira, Q. A. Giansyah and M. L. Hamzah, "Pengujian Black Box dan White Box Sistem Informasi Parkir Berbasis Web," *Jurnal Testing dan Implementasi Sistem Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 1-16, 2023.
- [24] A. C. Praniffa, A. Syahri, F. Sandes, U. Fariha, Q. A. Giansyah and M. L. Hamzah, "Pengujian Black Box dan White Box Sistem Informasi Parkir Berbasis Web," *Jurnal Testing dan Implementasi Sistem Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 1-16, 2023.
- [25] A. Triansah, "Authentifikasi Login User pada Perangkat Lunak Menggunakan Arduino dan Enkripsi AES 256," *JMSIT - Jurnal Management Sistem Informasi dan Teknologi*, vol. 7, no. 2, pp. 90-95, 2017.