

## Rancang Bangun Sistem Keamanan Kotak Amal Berbasis IOT

Abibillah Perades<sup>1</sup>, Thamrin<sup>2</sup>, Putra Jaya<sup>3</sup>, Rido Putra<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Pendidikan Teknik Elektronika, Universitas Negeri Padang

[habilperades@gmail.com](mailto:habilperades@gmail.com)

### Abstrak

Tingginya angka kejahatan pencurian kotak amal di masjid, yang umumnya diakibatkan oleh penggunaan sistem keamanan konvensional seperti gembok, menjadi latar belakang penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun purwarupa (*prototype*) sistem keamanan kotak amal cerdas berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu mendeteksi upaya pembobolan secara *real-time* dan memberikan peringatan dini kepada pihak keamanan melalui aplikasi Telegram.

Sistem ini dikembangkan menggunakan metode *Waterfall* dan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali utama. Sebagai media autentikasi untuk membuka dan menutup kotak amal (penggerak *Solenoid Doorlock*), sistem memanfaatkan pembaca *Radio Frequency Identification* (RFID) dan *Keypad Matrix* 4x4. Selain itu, sistem dibekali dengan sensor getar SW-11810P untuk mendeteksi getaran atau paksaan fisik pada kotak amal, serta ESP32-CAM untuk mendokumentasikan kejadian. Untuk indikator keluaran lokal, sistem menggunakan LCD 16x2, *Buzzer*, dan *Speaker* yang dikendalikan melalui modul DFPlayer.

Hasil pengujian perangkat keras dan perangkat lunak menunjukkan bahwa sistem terintegrasi dengan baik. Sensor RFID terbukti dapat membaca kartu pada jarak maksimal 2 cm dan mampu membedakan kartu yang terdaftar dengan yang tidak terdaftar. Modul *keypad* juga beroperasi normal dalam memproses kata sandi. Ketika sensor getar mendeteksi anomali getaran, sistem secara otomatis akan memicu alarm bunyi secara lokal dan memerintahkan ESP32-CAM untuk mengambil foto. Foto kejadian tersebut kemudian dikirimkan secara *real-time* ke ponsel pengurus atau pihak keamanan melalui Bot Telegram. Secara keseluruhan, rancang bangun ini berhasil menciptakan sistem keamanan kotak amal yang interaktif dan responsif terhadap tindak kejahatan.

**Kata Kunci:** Sistem Keamanan, Kotak Amal, *Internet of Things* (IoT), ESP32, Telegram.

### PENDAHULUAN

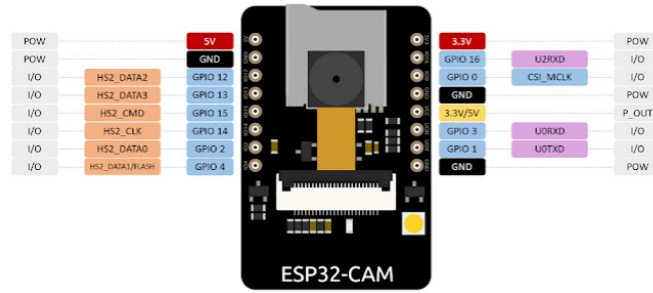
Saat ini, keamanan adalah perhatian utama dalam hidup. Banyaknya kerugian harta benda menyebabkan tingginya angka kejahatan khususnya pencurian uang, dimana salah satu sasaran pencuriannya adalah dana amal. Pada umumnya kotak amal yang ada saat ini belum memiliki sistem keamanan yang baik

Penelitian Fauzi Yasharsujud dan kawan-kawan (2023) yang berjudul “Sistem Keamanan Kotak Amal Berbasis Internet Of Things (IOT)”. Rancangan dibangun menggunakan SMS gateway dengan memanfaatkan mikrokontroler jenis Arduino uno R3, RFID –RC522, Sensor reed switch, Relay IRF520, Selenoid door lock, LCD 12C 16X2, dan SIM900 yang saling terintegrasi sesuai dengan fungsinya. Penggunaan sistem keamanan RFID via kartu ter-validasi sebagai kunci buka-tutup sebagai pengganti gembok.. Sensor ultrasonic HC-SR04, infrared digunakan untuk mendeteksi keberadaan jamaah, RFID-RC522 sebagai sensor yang terhubung dengan perangkat wifi dan Bluetooth untuk mengikuti pergerakan gerak objek. Perancangan dilengkapi dengan sensor getar untuk memicu alarm berupa bunyi dari buzzer terus mengirimkan pesan atau notifikasi ke aplikasi Telegram yang terpasang pada smartphone pengelola masjid serta menggunakan FingerPrint untuk buka-tutup kotak amal.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan perlu dilakukan pengembangan pada sistem pengiriman notifikasi bukan hanya untuk pengelola masjid tetapi melibatkan pihak keamanan (Bhabinkamtibmas). Rancang bangun keamanan kotak amal yang mampu memberikan peringatan secara *real-time* ketika terjadi pencurian. Notifikasi mengirimkan langsung kepada pihak keamanan (Bhabinkamtibmas). Pendekatan yang digunakan adalah dengan merancang prototipe sistem keamanan berbasis Internet of Things (IoT), yang dilengkapi Sensor *Radio Frequency Identification* (RFID) atau *Keypad* yang memberikan sebuah input berupa *Serial Number* (SN) yang akan ditampilkan di *Light Crystal Display* (LCD) dan menggunakan Mikrokontroler Esp32-Cam sebagai CCTV yang dapat dimonitoring menggunakan Telegram. Esp32 sebagai pengendali sistem berbasis *IoT* (*Internet of Things*) yang kemudian terhubung dengan *Solenoid doorlock* serta Telegram sebagai media pengiriman pesan secara *real-time* yang akan diterima oleh pihak keamanan (Bhabinkamtibmas) dari pihak kepolisian.



ESP32-CAM menggunakan library ESP-WHO dari Espressif untuk mengaktifkan deteksi dan pengenalan wajah. ESP-WHO mendukung pengembangan aplikasi deteksi dan pengenalan wajah di sekitar chip ESP32 sistem Espressif dengan cara yang paling nyaman. Dengan ESP-WHO, dapat dengan mudah membuat aplikasi fitur deteksi dan pengenalan wajah.



Gambar 2 ESP 32-Cam  
 Sumber: (<https://short-url.org/1bIul>)

Adapun spesifikasi ESP32-CAM antara lain :

1. Memiliki 520 KB SRAM dan 4 MB os PSRAM
2. Mendukung upload gambar WiFi LED Flash Built In
3. Sistem kamera dapat diupgrade In-Built Micro SD Card slot
4. Image transfer rate 15 hingga 60 frame per detik
5. Konektor antena eksternal untuk rentang yang ditingkatkan
6. Dukungan bawaan untuk IwIP dan FreeRTOS pendaftaran wajah dan dukungan pengenalan wajah

**C. RFID**

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan sebuah teknologi yang memanfaatkan frekuensi radio untuk identifikasi otomatis dengan memanfaatkan barcode atau magnetic card untuk mengambil data. Proses identifikasi pada RFID memanfaatkan gelombang elektromagnetik olehnya itu dalam proses identifikasinya RFID membutuhkan dua perangkat yaitu perangkat tag dan reader. RFID menggunakan tegangan DC sebesar 3.3Vn dengan arus yang mengalir sebesar 13 sampai dengan 26Ma



Gambar 3 RFID – MFRC522  
 Sumber: (<https://short-url.org/1gnxM>)

Tabel 1 Tabel pin pada modul RFID MFRC522

Nomor Pin	Nama Pin	Keterangan
1	Vcc	Pin Power yang menggunakan tegangan 3.3V.
2	RST	Pin reset yang digunakan untuk reset atau mematikan modul.
3	Ground	Merupakan pin GND (Ground).
4	IRQ	Pin interrupt yang digunakan untuk membangunkan modul saat perangkat masuk kejangkauan.
5	MISO	Pin MISO yang digunakan untuk komunikasi SPI.
6	MOSI	Pin MOSI yang digunakan untuk komunikasi SPI.
7	SCK	Pin Serial Clock yang digunakan untuk sinkronisasi agar terhindar dari kesalahan dalam komunikasi.

8	SDA	Digunakan sebagai input Serial (SS) untuk komunikasi SPI.
---	-----	---

**D. Keypad Matrix 4x4**

Keypad adalah saklar-saklar push button yang disusun secara matriks yang berfungsi untuk menginput data. Keypad berfungsi sebagai interface antara perangkat (mesin) elektronik dengan manusia atau dikenal dengan istilah HMI (Human Machine Interface). Pada dasarnya keypad adalah sejumlah tombol yang disusun sedemikian rupa sehingga membentuk susunan tombol angka dan beberapa menu lainnya

Keypad matrix diatas memiliki ukuran fisik 77 x 69 x 1mm dengan panjang kabel connector ± 80mm. Tegangan maksimum yang melintas pada setiap segment atau tombol adalah 24VDC dengan arus maksimum 30mA. Suhu pengoperasian antara 32 hingga 122°F (0 hingga 50°C). Tabel 2.9 menunjukkan pinyang ada pada keypad matrix 4x4.



Gambar 4 Keypad Matrix 4x4  
 Sumber: (<https://short-url.org/1gnyo>)

Tabel 2 Tabel pin pada Keypad Matrix 4x4

Nomor Pin	Nama Pin	Keterangan
1	ROWS	Pin 1 terhubung dengan ROW 1.
2	ROWS	Pin 2 terhubung dengan ROW 2.
3	ROWS	Pin 3 terhubung dengan ROW 3.
4	ROWS	Pin 4 terhubung dengan ROW 4.
5	COLUMN	Pin 5 terhubung dengan COLUMN 5.
6	COLUMN	Pin 6 terhubung dengan COLUMN 6.
7	COLUMN	Pin 7 terhubung dengan COLUMN 7.
8	COLUMN	Pin 8 terhubung dengan COLUMN 8.

**E. Liquid Crystal Display (LCD) 16x2**

LCD adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai suatu tampilan data, baik karakter, huruf atau grafik. LCD yang digunakan pada penelitian ini adalah LCD 16x2. LCD jenis ini hanya dapat menampilkan karakter saja

LCD 16x2 memiliki spesifikasi yang terdiri dari 16 kolom dan 2 baris, mempunyai 192 karakter yang tersimpan, bekerja pada tegangan kerja 5V, dan memiliki ukuran yang praktis.

LCD 16x2 diatas memiliki ukuran fisik 80mm x 36mm dengan ukuran tampilan 64.5mm x 13.8/16.0mm. Konsumsi saat beroperasi sebesar 1mA tanpa backlight. LCD ini juga dapat bekerja pada mode 8-bit dan 4-bit. Tabel 2.7 menunjukan pin yang ada pada LCD 16x2.



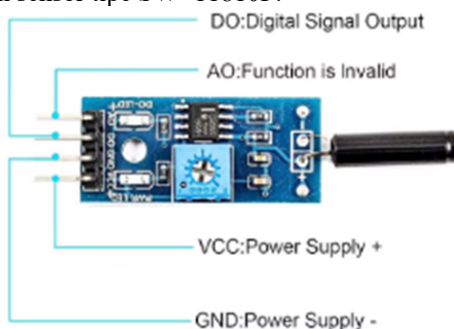
Gambar 5 LCD 16x2  
 Sumber: (<https://short-url.org/1goIH>)

Tabel 3 Tabel pin pada LCD 16x2

Nomor Pin	Nama Pin	Keterangan
1	VSS	Ground
2	VCC	+5V
3	VEE	Tegangan Kontras
4	RS	Register Select 0 = Register Instruksi 1 = Register Data
5	R/W	Read/Write 0 = mode tulis 1 = mode baca
6	E	Enable, 0 = enable, 1 = disable
7	DB0	Data bit 0 (LSB)
8	DB1	Data bit 1
9	DB2	Data bit 2
10	DB3	Data bit 3
11	DB4	Data bit 4
12	DB5	Data bit 5
13	DB6	Data bit 6
14	DB7	Data bit 7 (MSB)
15	BPL	Back Panel Light
16	GND	Ground

**F. Sensor Getar SW-11810P**

Sensor getar SW-11810P merupakan sensor yang dapat mengukur getaran suatu benda. Salah satu jenis sensor getaran yang saat ini sering di gunakan adalah accelerometer, alat ini merupakan alat yang dapat berfungsi untuk mengukur percepatan dari sebuah benda. Percepatan yang di ukur bukan dengan menggunakan koordinat dari percepatan tersebut, melainkan dengan mengukur percepatan berdasarkan fenomena pergerakan benda yang di hubungkan dengan perubahan massa. Sensor getar yang digunakan adalah sensor tipe SW- 11810P.



Gambar 6 Sensor Getar SW-11810P  
 Sumber: (<https://short-url.org/1bRoc>)

### G. Buzzer

Buzzer adalah speaker bulat 12mm kecil yang terdengar beroperasi dikisaran 2kHz. Speaker ini dapat digunakan untuk menghasilkan output nada dengan antarmuka yang mudah digunakan. Setiap speaker PTH solderable dan membutuhkan tegangan operasi 3.5-5V dengan rata-rata arus 35mA max. Speaker ini juga memiliki output suara khas dari 95 dBA dan resistensi koil dari  $42 \pm 6,3\text{ohm}$ .



Gambar 7 Buzzer

Sumber: (<https://short-url.org/1gwJ1>)

Prinsip kerja buzzer adalah sangat sederhana. Ketika suatu aliran listrik mengalir ke rangkaian buzzer, maka terjadi pergerakan mekanis pada buzzer tersebut. Akibatnya terjadi perubahan energi dari energi listrik menjadi energi suara yang dapat didengar oleh manusia. Umumnya jenis buzzer yang beredar di pasaran adalah buzzer piezoelectric yang bekerja pada tegangan 3 sampai 12 volt DC.

Berdasarkan gambar 7 kita dapat mengetahui bahwa spesifikasi komponen buzzer adalah sebagai berikut:

1. Piezoelectric, yaitu berbentuk tabung berwarna hitam yang menjadi sumber keluarnya bunyi.
2. Kaki pin negatif, yaitu kaki buzzer yang pendek untuk dihubungkan ke arus negatif atau GND.
3. Kaki pin positif, yaitu pin kaki buzzer yang panjang dan gunanya untuk dihubungkan ke arus positif atau VCC/5V.

### H. Speaker

Speaker adalah perangkat elektronika yang terbuat dari logam dan memiliki membran, kumparan, serta magnet sebagai bagian yang saling melengkapi. Tanpa adanya membran, sebuah speaker tidak akan mengeluarkan bunyi, demikian juga sebaliknya (Suyanto, 2013).



Gambar 8 Speaker

Sumber : (<https://short-url.org/1bRoR>)

Speaker pada umumnya dapat dibedakan menjadi 2 kategori, yaitu:

1. Speaker Pasif (Passive Speaker)
 

Speaker Pasif adalah Speaker yang tidak memiliki Amplifier (penguat suara) di dalamnya. Jadi Speaker Pasif memerlukan Amplifier tambahan untuk dapat menggerakannya. Level sinyal harus dikuatkan terlebih dahulu agar dapat menggerakkan Speaker Pasif. Sebagian besar Speaker yang kita temui adalah Speaker Pasif.
2. Speaker Aktif (Active Speaker)
 

Speaker Aktif adalah Speaker yang memiliki Amplifier (penguat suara) di dalamnya. Speaker Aktif memerlukan kabel listrik tambahan untuk menghidupkan Amplifier yang terdapat didalamnya.

### I. Solenoid Door Lock

Solenoid-Door Lock merupakan alat elektronik yang difungsikan khusus untuk pengunci pintu. Alat ini akan bekerja jika dialiri tegangan listrik DC 12 volt dengan arus minimal 600 mA dan mampu tetap aktif selama kurang dari 10 detik. Alat ini bekerja dengan memanfaatkan kumparan yang dialiri tegangan, sehingga akan terbentuk medan magnet, medan magnet inilah yang akan menggerakkan piston sehingga dapat bergerak (tertarik). Solenoid-Door Lock ini bersifat Normally Closed (dalam keadaan normal/tidak ada tegangan piston tidak ditarik)



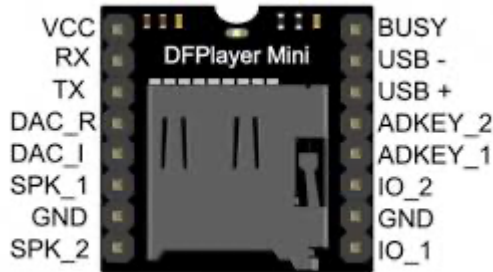
Gambar 9 Solenoid Door Lock  
Sumber: (<https://short-url.org/1gwJu>)

Konfigurasi pin Solenoid Door-Lock :

1. Kabel Berwarna Hitam (Ground) / kutub negatif dihubungkan dengan keluaran rangkaian pengontrol Solenoid Door-Lock.
2. Kabel Berwarna Merah (input supply) / kutub positif dihubungkan power supply 12V.

**J. Modul DFPlayer**

DFPlayer Mini merupakan module pemutar file audio / module soundplayer music dengan support format audio seperti file .mp3 yang sudah umumdikenal oleh khalayak umum. Bentuk fisik dari DFPlayer mini ini berbentuk persegi dengan ukuran 20 x 20 mm yang dimana memiliki 16 kaki pin. Output pada modulemp3 mini ini dapat langsung dihubungkan dengan speaker mini ataupun amplifierebagai penguat suaranya.



Gambar 10. Konfigurasi pin out modul DFPlayer  
Sumber : (<https://short-url.org/1c3ZB>)

**K. Internet of Things (IoT)**

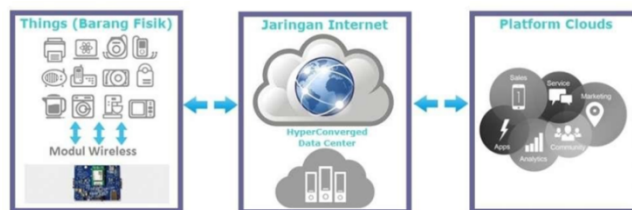
IoT menjadi sebuah bidang penelitian tersendiri semenjak berkembangnya teknologi internet dan media komunikasi lain, semakin berkembang keperluan manusia tentang teknologi,maka semakin banyak penelitian yang akan hadir, *internet of things* salah satu hasil pemikiran para peneliti yang mengoptimasi beberapa alat seperti media sensor, *radio frequency identification* (RFID), *wireless sensor network* serta *smart object* yang memungkinkan manusia mudah berinteraksi dengan semua peralatan yang terhubung dengan jaringan internet.

IOT muncul sebagai isu besar di Internet diharapkan bahwa miliaran hal fisik atau benda akan dilengkapi dengan berbagai jenis sensor terhubung ke internet melalui jaringan serta dukungan teknologi seperti tertanam sensor dan aktualisasi , frekuensi radio Identifikasi (RFID), jaringan sensor nirkabel, real-time dan layanan web, IOT sebenarnya cyber fisik sistem atau jaringan dari jaringan. Dengan jumlah besar hal / benda dan sensor / aktuator yang terhubung ke internet, besar-besaran dan dalam beberapa kasus aliran data real-time akan otomatis dihasilkan oleh hal-hal yang terhubung dan sensor.

IoT adalah perangkat yang memiliki kemampuan terhubung satu dengan yang lain, untuk mentransfer data melalui jaringan internet tanpa ada campur tangan manusia (Dewantoro, 2020).

1. Arsitektur *Internet of Things*

Seiring dengan berkembangnya Internet of Things ini diperlukannya sebuah arsitektur yang menunjang jalannya sebuah alat yang terkoneksi dengan Internet of Things. Berikut ini merupakan arsitekturnya .



Gambar 11 Arsitektur Internet of Things  
Sumber: ([myspsolution.com](https://myspsolution.com))

a. *Things*

*Things* merupakan objek yang dilengkapi dengan sensor yang mengumpulkan data yang akan ditransfer melalui jaringan dan aktuator yang memungkinkan sesuatu untuk bertindak (misalnya, untuk menghidupkan atau mematikan lampu, membuka atau menutup pintu, menambah atau mengurangi kecepatan putaran mesin dan banyak lagi).

b. *Gateways*

*Gateways* adalah sarana yang menyediakan konektivitas antara hal-hal dan bagian cloud dari solusi IoT, memungkinkan preprocessing dan pemfilteran data sebelum memindahkannya ke *cloud* (untuk mengurangi volume data untuk pemrosesan dan penyimpanan terperinci) dan mentransmisikan perintah kontrol dari *cloud* ke berbagai hal. Hal-hal kemudian menjalankan perintah menggunakan aktuatornya.

c. *Cloud gateway*

*Cloud gateway* memfasilitasi kompresi data dan transmisi data yang aman antara gateway bidang dan server cloud IoT. Ini juga memastikan kompatibilitas dengan berbagai protokol dan berkomunikasi dengan *gateway* lapangan menggunakan protokol yang berbeda tergantung pada protokol apa yang didukung oleh *gateway*.

d. *Streaming data processor*

*Streaming data processor* berfungsi untuk memastikan transisi input data yang efektif ke danau data dan aplikasi kontrol. Tidak ada data yang sesekali dapat hilang atau rusak.

e. *Data lake*

*Data lake* merupakan sebuah wadah yang digunakan untuk menyimpan data yang dihasilkan oleh perangkat yang terhubung dalam format alami. Data besar datang dalam “kumpulan” atau “aliran”. Ketika data diperlukan untuk wawasan yang bermakna, data itu diekstraksi dari danau data dan dimuat ke gudang data besar.

f. *Big data warehouse*

*Big data warehouse* merupakan data yang difilter dan diproses yang diperlukan untuk wawasan yang berarti diekstraksi dari danau data ke gudang data besar. Gudang data besar hanya berisi data yang dibersihkan, terstruktur, dan cocok (dibandingkan dengan danau data yang berisi semua jenis data yang dihasilkan oleh sensor). Juga, gudang data menyimpan informasi konteks tentang hal-hal dan sensor (misalnya, di mana sensor dipasang) dan aplikasi kontrol perintah mengirim ke hal-hal.

g. *Data analytics*

*Data analytics* dapat menggunakan data dari gudang data besar untuk menemukan tren dan mendapatkan wawasan yang dapat ditindak lanjuti. Ketika dianalisis (dan dalam banyak kasus – divisualisasikan dalam skema, diagram, infografis) data besar menunjukkan, misalnya, kinerja perangkat, membantu mengidentifikasi inefisiensi dan mencari cara untuk meningkatkan sistem IoT (membuatnya lebih dapat diandalkan, lebih banyak pelanggan-berorientasi). Selain itu, korelasi dan pola yang ditemukan secara manual dapat berkontribusi lebih lanjut untuk membuat algoritma untuk aplikasi kontrol.

h. *Machine learning and the models ML generates*

*Machine learning and the models ML generates* dengan pembelajaran mesin, ada peluang untuk membuat model yang lebih tepat dan lebih efisien untuk aplikasi kontrol. Model diperbarui secara berkala (misalnya, seminggu sekali atau sebulan sekali) berdasarkan data historis yang terakumulasi di gudang data besar. Ketika penerapan dan efisiensi model baru diuji dan disetujui oleh analisis data, model baru digunakan oleh aplikasi kontrol.

i. *User applications*

*User applications* adalah komponen perangkat lunak dari sistem IoT yang memungkinkan koneksi pengguna ke sistem IoT dan memberikan opsi untuk memantau dan mengontrol hal-hal cerdas mereka (sementara mereka terhubung ke jaringan hal-hal serupa, misalnya, rumah atau mobil dan dikendalikan oleh sistem pusat). Dengan aplikasi seluler atau web, pengguna dapat memantau keadaan barang-barang mereka, mengirim perintah untuk mengontrol aplikasi, mengatur opsi perilaku otomatis (pemberitahuan dan tindakan otomatis ketika data tertentu berasal dari sensor).

L. *Telegram*

Telegram adalah aplikasi perpesanan yang ringan, mudah digunakan, gratis, serta memungkinkan pengiriman pesan secara cepat dan aman. Aplikasi ini dapat digunakan pada smartphone, tablet, dan komputer. Telegram mendukung berbagai platform, seperti iOS, Android, Windows Phone, serta tersedia dalam versi Web dan Desktop untuk Windows, macOS, dan Linux. Telegram memungkinkan pengiriman pesan teks, foto, video, dan berbagai jenis dokumen, serta menyediakan fitur grup hingga 20.000 anggota dan channel untuk pesan siaran tanpa batas. Selain itu, Telegram mendukung panggilan suara dengan enkripsi end-to-end sebagai fitur keamanan tambahan (Telegram, 2015).

Bot Telegram merupakan akun khusus yang tidak memerlukan nomor telepon dan berfungsi sebagai antarmuka antara program dan server Telegram. Fitur bot ini memudahkan pengguna dalam membuat layanan atau aplikasi berbasis percakapan secara otomatis (Telegram, 2015).

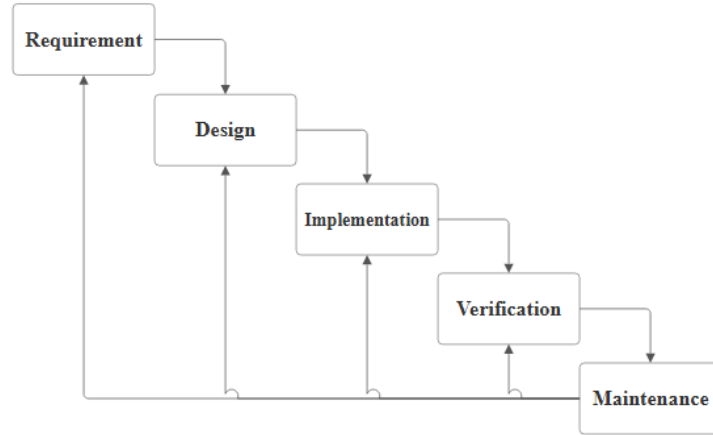


Gambar 12 logo Telegram

Sumber: (<https://url-shortener.me/9HQN>)

**METODE**

Dalam perancangan dan pembuatan alat sistem keamanan kotak amal berbasis *Internet of Things* penulis menggunakan *Metodologi Waterfall*. Metode Waterfall adalah metode pengembangan perangkat lunak atau yang biasa dikenal juga dengan istilah Software Development Life Cycle (SDLC). Metode Waterfall merupakan SDLC tertua sebab sifatnya yang natural dengan pendekatan yang sistematis, mulai dari tahap kebutuhan sistem lalu menuju ke tahap analisis (requirement), desain atau perencanaan, implementasi atau penulisan kode, testing/verification, dan maintenance



Gambar 13 Tahapan Metode Waterfall

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Pengujian Perangkat Keras**

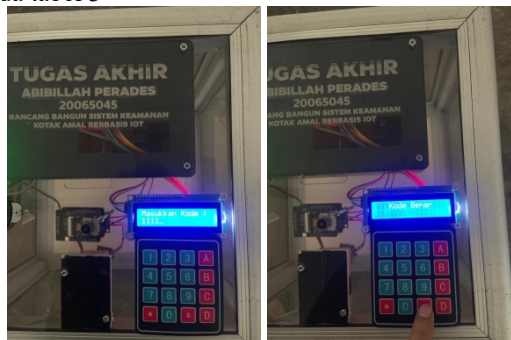
Pengujian adalah teknik untuk menguji perangkat atau komponen di alat, yang mempunyai mekanisme untuk menentukan data uji yang dapat menguji secara lengkap dan mempunyai kemungkinan tinggi untuk menemukan kesalahan. Pengujian ini sebagai pedoman bagaimana cara melakukan pengukuran pada rangkaian input, proses, dan output.

1. Rangkaian *input*

Rangkaian *input* meliputi keypad, sensor getar, Esp 32-Cam, dan RFID. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan setiap sensor berfungsi dengan baik dan memberikan data yang akurat.

a. Pengujian Keypad

Keypad yang akan dipakai dalam sistem seperti ditunjukkan pada gambar 20, hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 3



Gambar 20 Pengujian Keypad

Tabel 4 Pengujian Keypad

Pengujian Ke-	Password	Keterangan
1	1234(Passwor pemilik)	Kode benar
2	1209	Maaf ! Kode yang Dimasukkan Salah
3	2222	Maaf ! Kode yang Dimasukkan Salah
4	1223	Maaf ! Kode yang Dimasukkan Salah

5	5678	Maaf ! Kode yang Dimasukkan Salah
---	------	-----------------------------------

Berdasarkan hasil pengujian, keypad matriks 4x4 dapat dibaca dengan baik oleh ESP32. Setiap tombol yang ditekan menghasilkan karakter yang sesuai dan ditampilkan pada Serial Monitor. Hal ini menunjukkan bahwa proses pemindaian baris dan kolom keypad berjalan dengan normal.

Dengan demikian, keypad matriks dapat digunakan sebagai perangkat input pada sistem berbasis ESP32, seperti sistem keamanan, pengunci pintu digital, dan antarmuka menu.

b. Pengujian RFID

Kartu akses berperan penting untuk membuka kotak amal. kartu yang digunakan yaitu kartu RFID tag yang sudah di program. Berikut gambar kartu akses untuk membuka kotak amal yang sudah diprogramkan.



Gambar 20 Kartu Akses

Berikut pengujian RFID apabila kartu benar atau sudah di program maka kotak amal akan terbuka dan LCD menampilkan kode benar



Gambar 21 Membuka kotak amal dengan kartu terdaftar

Berikut ini pengujian RFID apabila kartu salah atau belum diprogram maka kotak tidak akan terbuka dan LCD menampilkan ID Kartu Tidak Ditemukan



Gambar 22 Membuka kotak amal dengan kartu tidak terdaftar  
Pengukuran jarak kartu dari RFID reader

Tabel 5 Pengecekan jarak RFID

NO	Jarak	Keterangan
1	0 cm – 2 cm	Kartu terdeteksi
2	≥ 2 cm	Kartu tidak terdeteksi

Berdasarkan hasil pengujian, modul RFID yang dihubungkan dengan ESP32 mampu membaca kartu RFID secara optimal pada jarak maksimal ±2 cm. Pada jarak lebih dari 2 cm, kartu tidak dapat terbaca karena keterbatasan daya pancar antenna modul RFID.

Hasil pembacaan menunjukkan bahwa sistem dapat membedakan kartu RFID terdaftar dan tidak terdaftar dengan membandingkan UID kartu dengan data yang telah disimpan di dalam program. Kartu terdaftar memberikan status akses (Valid ID), sedangkan kartu tidak terdaftar memberikan status akses (ID Kartu Tidak Ditemukan)

Faktor jarak sangat memengaruhi keberhasilan pembacaan RFID. Hal ini disebabkan oleh karakteristik komunikasi RFID frekuensi 13,56 MHz yang memiliki jangkauan terbatas. Dengan demikian, sistem RFID ini sesuai digunakan pada aplikasi keamanan jarak dekat seperti akses pintu, absensi, dan sistem autentikasi.

c. Pengujian Sensor Getar SW-11810P

Pengujian sensor getar SW-11810P dilakukan untuk mengetahui apakah sensor ini dapat mendeteksi dan membaca nilai getaran dengan baik dan benar sesuai dengan fungsinya. Jika sensor getar SW-420 berfungsi (membaca nilai getaran dengan benar) maka indikator lampu pendeteksi aktif (yang ditunjuk tanda merah pada gambar 23) dan begitu juga sebaliknya

Pengujian dilakukan dengan memasang sensor pada kotak amal sehingga memudahkan sensor untuk mendeteksi getaran saat ada terjadi kemalingan.



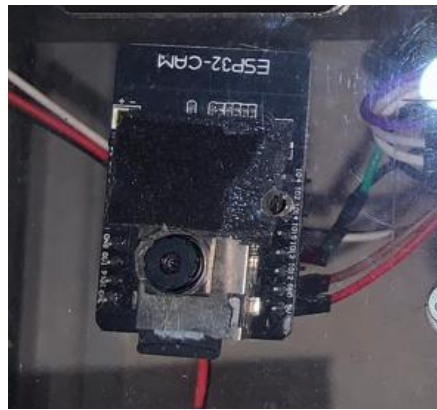
Gambar 23 Hasil pengujian sensor getar

Tabel 6 Pengujian sensor getar

Kondisi	Kesimpulan
Output berubah LOW ↔ HIGH	Sensor Normal
Selalu High	Sensitivitas terlalu tinggi / rusak
Selalu LOW	Sensor rusak / wiring salah
Tidak ada respon	Tegangan atau pin salah

d. Pengujian ESP 32-Cam

Pengujian kamera OV2640 seperti ditunjukkan pada gambar 24 bertujuan apakah kamera dapat bekerja serta dapat mengambil foto yang akan ditampilkan di Telegram apabila dapat input dari sensor getar. Kamera OV2640 ini dihubungkan langsung pada tempat yang disediakan oleh Esp 32-Cam sehingga modul kamera ini merupakan perangkat dari Esp 32-Cam Beriku hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 6



Gambar 21 Kamera OV2640

Tabel 7 Pengujian Kamera OV2640

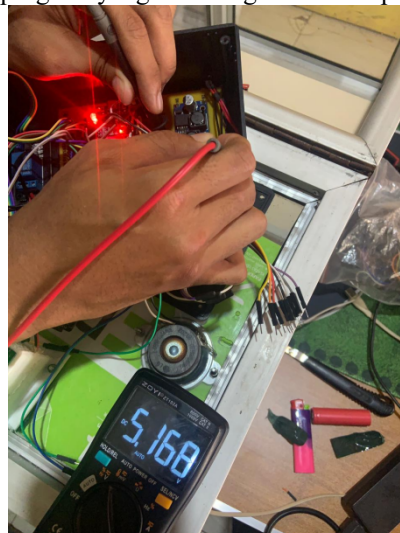
Wifi	Getaran	Kamera OV2640
Terhubung	Ada	
Tidak Terhubung	Tidak ada	-

2. Rangkaian Proses

Pengujian proses dilakukan menggunakan NodeMCU ESP32 untuk memastikan mikrokontroler mengintegrasikan seluruh sensor dan aktuator dengan benar.

a. Pengujian NodeMCU ESP32

Pengujian NodeMCU ESP32 dilakukan untuk memastikan mikrokontroler berfungsi optimal dalam menjalankan logika program yang dihubungkan ke komponen masukan dan keluaran.



Gambar 23 Pengujian NodeMCU ESP32  
Tabel 7 Pengujian NodeMCU ESP32

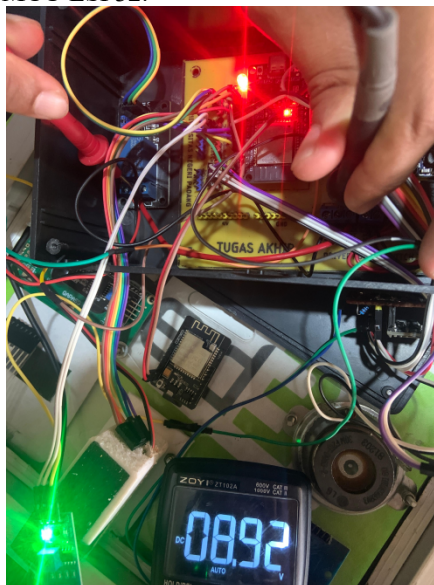
Komponen	Tegangan Ideal (V)	Toleransi ±10% (V)	Rentang Tegangan (V)	Tegangan Terukur (V)	Status
NodeMCU	5	±0.5	4.5 - 5.5	5.168	Normal

3. Rangkaian Aktuator

Aktuator yang digunakan dalam sistem ini adalah *relay* untuk mengatur *solenoid doorlock*.

a. Pengujian Relay

Relay diujikan untuk memastikan bahwa relay dapat mengontrol *solenoid doorlock* sesuai dengan perintah dari NodeMCU ESP32.



Gambar 24 Pengujian Relay  
Tabel 8 Pengujian Relay

Percobaan	Kondisi Relay	Tegangan Terukur	Keterangan
1	ON	8.92 V	<i>Solenoid doorlock</i> membuka
2	OFF	-	<i>Solenoid doorlock</i> mengunci

4. Rangkaian Output

Rangkaian output terdiri dari , LCD dan Telegram. LCD sebagai keluaran berupa menampilkan *serial number* dari input yang didapat dari sensor RFID dan ESP32-CAM sebagai monitoring yang akan dikirim ke Telegram.

a. Pengujian LCD

Pengujian LCD dilakukan menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan antarmuka I2C. LCD dihubungkan ke ESP32 melalui pin SDA dan SCL, kemudian diuji menggunakan program sederhana untuk menampilkan teks.



Gambar 25 Pengujian LCD

Tabel 9 Pengujian LCD

Kondisi	Kesimpulan
Baclair menyala + blok hitam	LCD hidup
Teks tampil jelas	LCD normal

Keberhasilan tampilan teks pada LCD menandakan bahwa komunikasi I2C antara ESP32 dan modul LCD berjalan dengan baik. Penyesuaian kontras menjadi faktor penting, karena kontras yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menyebabkan karakter tidak terlihat meskipun LCD dalam kondisi aktif.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa LCD berfungsi dengan baik dan layak digunakan sebagai perangkat tampilan informasi pada sistem berbasis ESP32

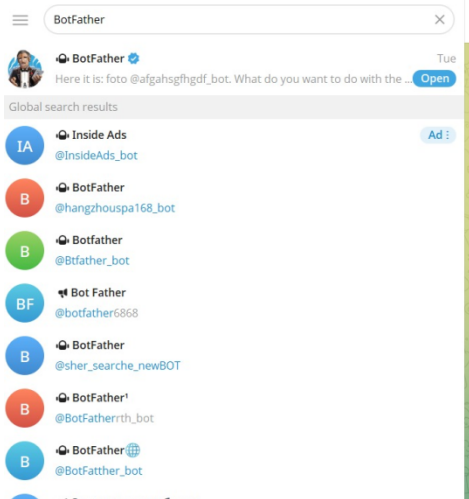
b. Speaker dan Buzzer

Perancangan dilengkapi dengan sensor getar untuk memicu alarm berupa bunyi dari buzzer terus mengirimkan pesan atau notifikasi ke aplikasi Telegram yang terpasang pada smartphone pengelola masjid

**B. Pengujian Perangkat Lunak**

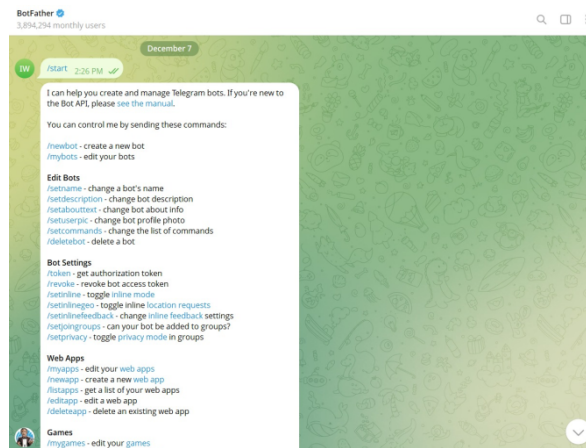
1. Pengujian bot Telegram

a. Pertama cari kolom search dengan mengetikkan **BotFather**



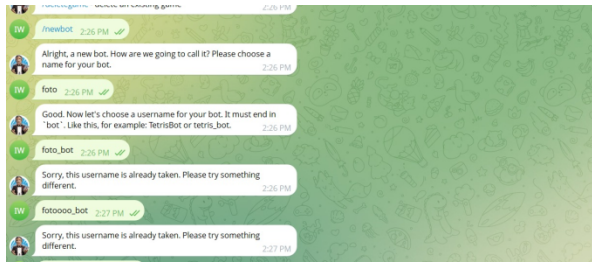
Gambar 26 Search BotFather

b. Kemudian klik /start



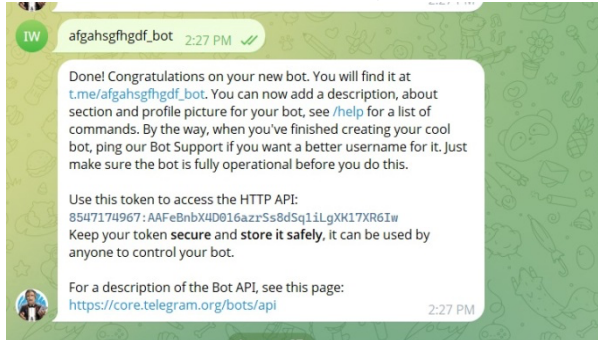
Gambar 27 Klik /start

c. Ketik /newbot kemudian bikin nama bot



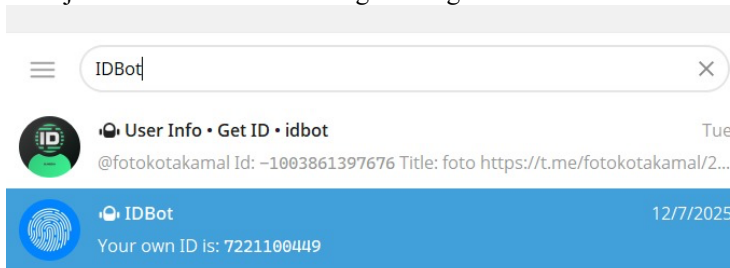
Gambar 28 Ketik /newbot kemudian bikin nama bot

d. Setelah menemukan nama bot , nanti akan dikirimkan api token untuk dimasukkan ke dalam program



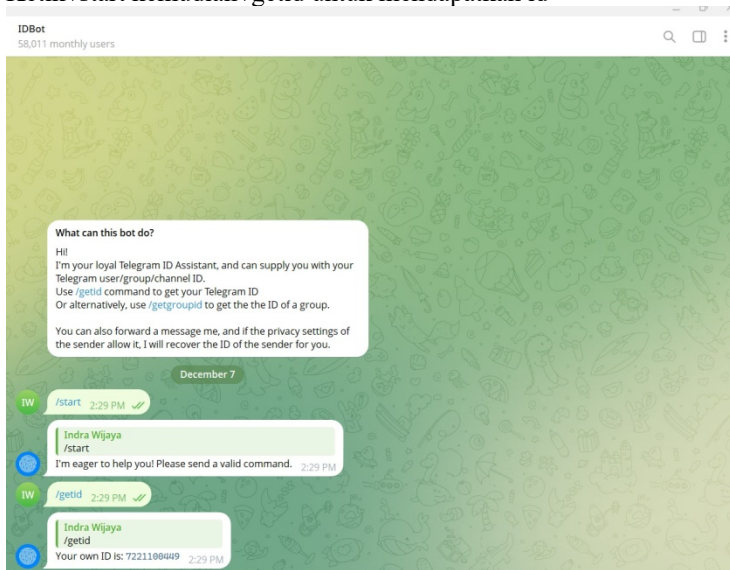
Gambar 29 Pengiriman api token untuk program

e. Selanjut cari dikolom search dengan mengetikkan IDBot



Gambar 30 Search IDBot

f. Ketik /start kemudian /getid untuk mendapatkan id



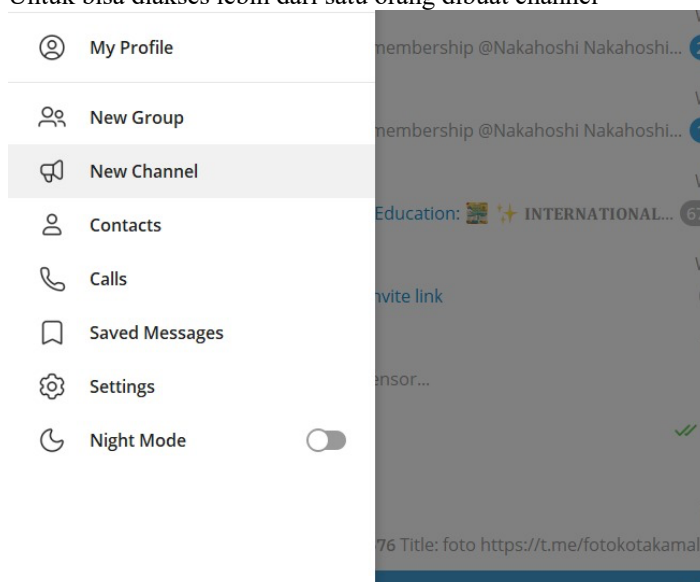
Gambar 31 Ketik /start kemudian /getid untuk mendapatkan id

g. Bot dapat diakses



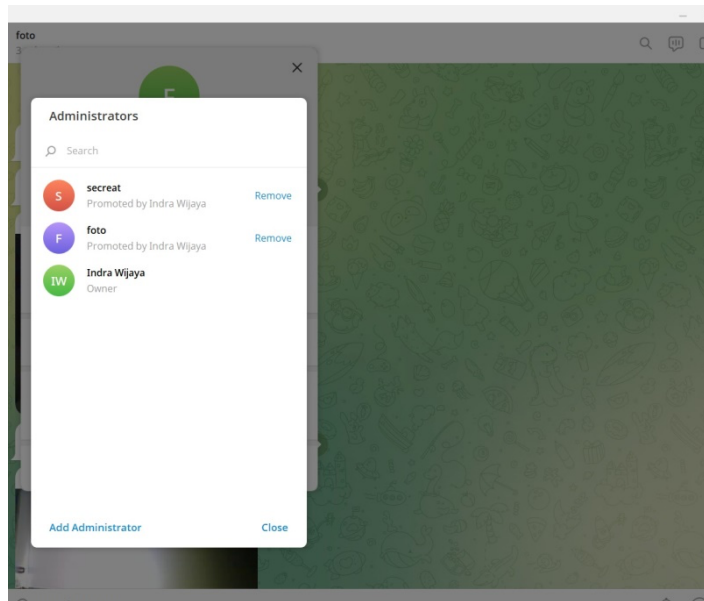
Gambar 32 Bot dapat diakses

h. Untuk bisa diakses lebih dari satu orang dibuat channel



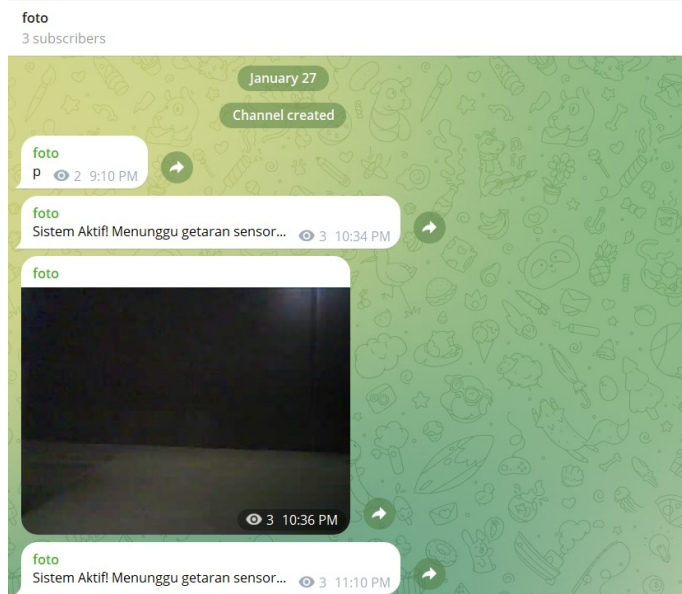
Gambar 33 Membuat channel

i. Langkah selanjutnya jadikan bot sebelumnya menjadi admin



Gambar 34 Menjadikan bot sebelumnya menjadi admin

j. Kemudian channel bot dapat digunakan



Gambar 35 Channel bot siap digunakan

### C. Bentuk Fisik Alat

Kotak amal pada penelitian ini dibuat menggunakan kombinasi beberapa bahan, yaitu rangka aluminium, akrilik transparan, dan papan pelindung bagian dalam. Penggunaan bahan tersebut bertujuan untuk menghasilkan prototipe yang kuat, ringan, serta memudahkan proses pengamatan terhadap komponen elektronika yang terpasang di dalam sistem.



Bagian rangka utama kotak amal menggunakan bahan aluminium berbentuk profil siku. Aluminium dipilih karena memiliki sifat ringan, tahan karat, dan cukup kuat untuk menopang seluruh struktur alat. Selain itu, aluminium juga mudah dibentuk dan dirakit sehingga sesuai digunakan sebagai kerangka prototipe sistem keamanan.

Pada bagian penutup atas digunakan bahan akrilik transparan. Akrilik berfungsi sebagai pelindung komponen sekaligus tempat pemasangan komponen seperti ESP32, RFID, keypad, LCD, sensor getar, speaker, dan ESP32-CAM. Serta memudahkan pengguna melihat susunan perangkat elektronika yang terdapat di dalam kotak amal tanpa harus membuka penutup alat. Penggunaan akrilik juga memberikan tampilan yang lebih rapi dan modern pada prototipe.

Secara keseluruhan, kombinasi bahan aluminium dan akrilik pada kotak amal menghasilkan desain prototipe yang kokoh, ringan, serta mendukung implementasi sistem keamanan berbasis Internet of Things (IoT).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian pada penelitian berjudul “*Rancang Bangun Sistem Keamanan Kotak Amal Berbasis Internet of Things (IoT)*”, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem keamanan kotak amal berbasis Internet of Things (IoT) berhasil dirancang dan dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama yang terintegrasi dengan berbagai komponen seperti RFID, keypad, sensor getar, ESP32-CAM, relay, dan solenoid doorlock.
2. Sistem mampu mendeteksi upaya pencurian secara real-time melalui sensor getar SW-11810P. Ketika terjadi getaran, sistem secara otomatis mengaktifkan alarm serta memicu ESP32-CAM untuk mengambil gambar sebagai bukti kejadian.
3. Sistem autentikasi menggunakan RFID dan keypad dapat berjalan dengan baik. RFID mampu membaca kartu dengan jarak efektif maksimal  $\pm 2$  cm serta dapat membedakan antara kartu terdaftar dan tidak terdaftar. Keypad juga dapat menerima input password dengan tingkat akurasi yang baik.
4. Sistem notifikasi berbasis aplikasi Telegram berhasil diimplementasikan. Sistem mampu mengirimkan pesan dan hasil tangkapan kamera secara real-time kepada pengguna, sehingga meningkatkan respon terhadap potensi tindakan pencurian.
5. Berdasarkan hasil pengujian perangkat keras dan perangkat lunak, seluruh komponen sistem seperti NodeMCU ESP32, sensor, LCD, relay, dan modul komunikasi bekerja sesuai dengan perancangan, sehingga sistem dinyatakan berjalan dengan baik dan sesuai tujuan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arianti, R., Azmi, Z., Ibutama, K., Komputer, S., Triguna Dharma, S., Arianti Program Studi, R., & Komputer STMIK Triguna Dharma, S. (2020). “Rancang Bangun Sistem Keamanan Kotak Infaq Dengan Fingerprint Berbasis IOT.” *Jurnal CyberTech*, 3(11), 1717–1727. <https://ojs.trigunadharmia.ac.id/>
- Edhy Sutanta (2003 9-10). (2003). Sistem Informasi Manajemen. *Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu*, 8–35.
- Fakhrudin, A. (2024). Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Rumah Berbasis Internet of Things Dengan Esp32 Dan Aplikasi Blynk. *E-Link: Jurnal Teknik Elektro Dan Informatika*, 19(1), 53. <https://doi.org/10.30587/e-link.v19i1.7600>
- Gushardi, H., & Faiza, D. (2022). Perancangan Dan Pembuatan Alat Penghitung Jumlah Uang Otomatis Terintegrasi Internet Of Things. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 2996–3005.

- Ii, B. A. B. (2022). *Ii. bab ii landasan teori 2.1*. 32, 1–18.
- Mualim, D. (2021). Rancang Bangun Sistem Keamanan Kotak Amal. *Program Studi Informatika S1, Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus Surabaya*.
- Prasetya, A. N. (2019). *Sistem Rekomendasi Penilaian Risiko Keamanan Informasi Infrastruktur Ti Dengan Metode Rule Based Reasoning Dan Iso27002:2013*. II2–II33. <https://repository.uin-suska.ac.id/19925/>
- Qalbi, N. I., Rasyid, C. W. P., Nurdinah, N. I. D., Muhira, Arfiana AR, W., Kaswar, A. B., & Parenreng, J. M. (2020). Rancang Bangun Kotak Amal Cerdas Sebagai Solusi Ketidak Efisienan Pendistribusi Kotak Amal Di Masjid. *Jurnal Media Elektrik*, 17(2), 25–32.
- Setiawan, A., & Purnamasari, A. I. (2019). Pengembangan Smart Home Dengan Microcontrollers ESP32 Dan MC-38 Door Magnetic Switch Sensor Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Meningkatkan Deteksi Dini Keamanan Perumahan. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 3(3), 451–457. <https://doi.org/10.29207/resti.v3i3.1238>
- Tri Saputra, H., Muhaimin, A., & Kurniawan, B. (2023). Integrasi Sensor Fingerprint Android Dan Sensor Optik Sebagai Sistem Keamanan Cerdas Pada Kotak Infak Berbasis Internet of Things. *Jurnal Jaringan Sistem Informasi Robotik (JSR)*, 7(2), 212–216. <http://ojsamik.amikmitragama.ac.id>
- TribunPadang. (2022, 13 Juni). *Kotak amal Masjid Nurul Ihsan Padang pernah kebobolan 3 bulan silam, berbeda modus aksi pencurian*. [tribunnews.com](http://tribunnews.com). Diakses pada [25 September 2024], dari
- Unique, A. (2016). *Rancang Bangun Sistem Informasi Pelayanan Keluhan Jaringan dan Komputer Berbasis Website Pada Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Tangerang*. 2(0), 1–23.
- Yasharsujud, F., Ruslianto, I., & . S. (2023). Sistem Keamanan Kotak Amal Berbasis Internet of Things (Iot). *Coding Jurnal Komputer Dan Aplikasi*, 11(1), 51. <https://doi.org/10.26418/coding.v11i1.58035>
- Yulita, W., & Afriansyah, A. (2022). Alat Pemantau Keamanan Rumah Berbasis Esp32-Cam. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 3(2), 2–10. <https://doi.org/10.33365/jtst.v3i2.2197>