

**SISTEM KEAMANAN KOTAK AMAL UANG DENGAN TERINTEGRASI
TELEGRAM BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32**

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Tim Penguji Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika

Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang Sebagai Salah Satu

Persyaratan Menempuh Gelar Sarjana Pendidikan



Disusun Oleh :

BIMA MAYESA JOFI PUTRA

NIM : 17065056/2017

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2023

**SISTEM KEAMANAN KOTAK AMAL UANG DENGAN TERINTEGRASI
TELEGRAM BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32**

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Tim Penguji Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika

Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang Sebagai Salah Satu

Persyaratan Menempuh Gelar Sarjana Pendidikan



Disusun Oleh :

BIMA MAYESA JOFI PUTRA

NIM : 17065056/2017

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

Judul

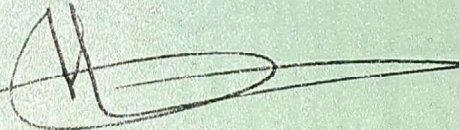
**Sistem Keamanan Kotak Amal Uang Dengan Terintegrasi Telegram
Berbasis Mikrokontroler ESP32**

Nama : Bima Mayesa Jofi Putra
NIM : 17065056
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Jurusan : Teknik Elektronika
Fakultas : Teknik

Padang, 17 Januari 2023

Disetujui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

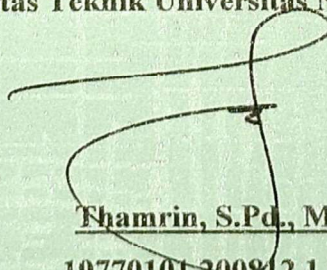


Drs. Almasri, MT

19640713 198803 1 016

Mengetahui,

**Ketua Departemen Teknik Elektronika
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**



Fhamrin, S.Pd., MT.

19770101 200812 1 001




HALAMAN PENGESAHAN

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tugas
Akhir Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Departemen
Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Judul : Sistem Keamanan Kotak Amal Uang Dengan Terintegrasi
Telegram Berbasis Mikrokontroler ESP32
Nama : Bima Mayesa Jofi Putra
NIM : 17065056
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Jurusan : Teknik Elektronika
Fakultas : Teknik

Padang, 17 Januari 2023

TIM PENGUJI

	Nama Penguji	Tanda tangan
1. Ketua	: Dr. Edidas, MT	
2. Anggota	: Drs. Almasri, MT	
3. Anggota	: Drs. Legiman S, MT	

Tanggal Ujian Komprehensif : 09 November 2022

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bima Mayesa Jofi Putra
NIM : 17065056
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Judul TA : Sistem Keamanan Kotak Amal Uang Dengan Terintegrasi
Telegram Berbasis Mikrokontroler ESP32

Menyatakan bahwa tugas akhir ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri, dan tidak berisi materi yang ditulis oleh orang lain sebagai persyaratan penyelesaian studi di Universitas Negeri Padang atau Perguruan Tinggi lain. Kecuali bagian-bagian tertentu saya ambil sebagai acuan dengan mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah yang benar. Jika ternyata terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Padang, 16 Januari 2023

Yang menyatakan,



Bima Mayesa Jofi Putra

NIM. 17065056

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

Kedua orangtua saya serta keluarga yang selalu mendo'akan, mendukung, memberikan semangat kepada saya hingga bisa menyelesaikan tugas akhir ini.

Kepada Irmanora Eka Putri yang terus memberikan semangat dan bantuan hingga saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini.

Teman-teman seperjuangan PTE grup E4, dari awal perkuliahan selalu ada kebersamaan dan membantu satu sama lain. Hingga sekarang telah banyak yang menyelesaikan studinya dan saya juga menyusul.

Tak lupa saya ucapkan terimakasih kepada Bapak/Ibu dosen yang telah memberi bimbingan dan masukan dalam pembuatan tugas akhir ini.

**Bima Mayesa Jofi Putra : Sistem Keamanan Kotak Amal Uang Dengan
Terintegrasi Telegram Berbasis Mikrokontroler
ESP32**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem keamanan kotak amal masjid yang pernah dirancang sebelumnya, agar dapat mempermudah takmir masjid memantau keamanan kotak amal berbasis *Telegram*. Sistem ini dirancang untuk mengetahui informasi dari kotak amal apakah ada gelagat pencurian atau tidak, sehingga dapat mengurangi kasus pencurian kotak amal masjid ataupun musala di Padang. Metode pembuatan alat dimulai dengan perancangan blok diagram, pemilihan spesifikasi komponen sesuai dengan blok diagram dan fungsinya, pembuatan flowchart, menginstalasi hardware dan rangkaian, dan pemrograman sistem. Perancangan dan pembuatan sistem keamanan kotak amal uang ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah data dari sensor dan Arduino NANO sebagai pengolah data dari modul MP3. Alat ini menggunakan dua buah sensor yaitu sensor getar SW-420 sebagai pendeteksi getaran pada kotak amal, sensor KY-036 sebagai pendeteksi logam yang sengaja dimasukkan pada lubang uang, serta RFID untuk membuka kunci otomatis penutup kotak amal. Sistem dibuat berbasis *Telegram*, yang berarti sistem terhubung ke jaringan internet dengan menggunakan modul WiFi ESP32. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dibuat mampu mengirim informasi ke Telegram berupa notifikasi pesan saat salah satu sensor aktif, serta mampu mengirim perintah untuk mengaktifkan MP3 suara "ada maling" di speaker masjid dan menghidupkan lampu darurat.

Kata kunci: *Sistem Keamanan, Kotak Amal, Mikrokontroler ESP32, Telegram.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, Tugas Akhir sebagai untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar Sarjana ini dapat diselesaikan yang tidak lepas dari bantuan dan kerja sama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Thamrin, S.Pd., M.T selaku Ketua Departemen Teknik Elektronika Universitas Negeri Padang.
3. Ibu Ilmiyati Rahmy Jasril, S.Pd., M.Pd.T selaku Dosen Penasehat Akademik.
4. Bapak Drs. Almasri, M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan dorongan dan bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Edidas, M.T selaku Dosen Penguji 1 Tugas Akhir ini.
6. Bapak Drs. Legiman Slamet, M.T selaku Dosen Penguji 2 Tugas Akhir ini.
7. Serta dosen dan staf yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama proses penyusunan proposal sampai dengan selesainya Tugas Akhir ini.
8. Kedua orang tua yang saya sayangi telah memberikan segalanya buat saya untuk bisa menggapai cita-cita.
9. Teman-teman mahasiswa Pendidikan Teknik Elektronika Angkatan 2017, terimakasih atas persahabatan dan kebersamaannya yang telah menambah semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Terakhir, semoga segala bantuan yang telah diberikan semua pihak diatas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT dan Tugas Akhir ini menjadi referensi yang bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkannya.

Padang, 17 Januari 2023

Penulis

Bima Mayesa Jofi Putra

NIM. 17065056

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan	4
F. Manfaat	5

BAB II LANDASAN TEORI

A. Mikrokontroler	7
B. Mikrokontroler ESP32	21
C. Arduino Nano	22
D. RFID (<i>Radio Frequency Identification</i>)	27
E. Sensor	32
F. Catu Daya (<i>Power Supply</i>)	36
G. Modul WiFi ESP32	41
H. Komunikasi Mobile	42
I. Relay	46
J. MP3 Player Module	48
K. Solenoid Door Lock	50
L. 3.5mm Jack Audio (<i>Male</i>)	52
M. Perangkat Lunak	55

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

A. Perancangan Alat	70
B. Perancangan Sistem	73
C. Langkah Pembuatan Alat	78
B. Dimensi Alat	82
C. Pengujian Alat	82

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

A. Hasil Realisasi Alat	85
B. Hasil Pengujian	86

C. Pembahasan	89
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	92
B. Saran	93
DAFTAR PUSTAKA	94
LAMPIRAN	96

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Arsitektur Mikrokontroler ATmega328	8
Gambar 2. Mikrokontroler ATmega328	8
Gambar 3. Pin Chip ATmega328	11
Gambar 4. Osilator Kristal	15
Gambar 5. Diagram Rangkaian Osilator	16
Gambar 6. Prinsip Kerja Osilator Kristal	17
Gambar 7. Rangkaian Sistem Minimum ATmega328	19
Gambar 8. Pinout Mikrokontroler ESP32	21
Gambar 9. Arduino Nano	23
Gambar 10. Konfigurasi Pin Arduino Nano	25
Gambar 11. Komponen Utama RFID	28
Gambar 12. Tampilan RFID Reader RC522	30
Gambar 13. Datasheet MFRC522	31
Gambar 14. Sensor KY-036	33
Gambar 15. Potensiometer Sensor KY-036	34
Gambar 16. Pin Out Sensor KY-036	34
Gambar 17. Sensor SW-420	35
Gambar 18. <i>Power Supply</i> (catu daya)	37
Gambar 19. Rangkaian <i>Power Supply</i>	38
Gambar 20. Transformator	38
Gambar 21. Bentuk Sinyal Penyearah Gelombang Penuh	39

Gambar 22. Bentuk Sinyal Penyearah Setengah Gelombang	40
Gambar 23. Penyaring (<i>Filter</i>)	40
Gambar 24. IC Voltage Regulator	41
Gambar 25. Modul WiFi ESP32	42
Gambar 26. Smartphone Android	46
Gambar 27. Relay dan Rangkaian Relay	47
Gambar 28. Modul MP3 DFPlayer	48
Gambar 29. Rangkaian I/O Mode	50
Gambar 30. Solenoid Lock	51
Gambar 31. Pin Out Audio Jack 3,5mm	52
Gambar 32. Konfigurasi Pin Out 3,5mm Audio Jack	53
Gambar 33. Pin Out Jack Audio Male Tipe TS	54
Gambar 34. Pin Out Jack Audio Male Tipe TRS	54
Gambar 35. Pin Out Jack Audio Male Tipe TRRS	55
Gambar 36. Tampilan Arduino IDE	62
Gambar 37. Alur Pengiriman dan Penerimaan Informasi	69
Gambar 38. Blok Diagram Rancangan Alat	70
Gambar 39. Program Arduino	74
Gambar 40. Rangkaian Keseluruhan	75
Gambar 41. Flowchart Membuka Penutup	77
Gambar 42. Flowchart Notifikasi	77
Gambar 43. Flowchart Kerja Sensor	78
Gambar 44. Membuat Desain Alat	80

Gambar 45. Skema Layout Rangkaian	80
Gambar 46. Menginstalasi Rangkaian	81
Gambar 47. Pengujian Koneksi Modul WiFi dan Telegram	81
Gambar 48. Dimensi Alat	82
Gambar 49. Wujud Fisik Alat	86
Gambar 50. Pengujian RFID	88

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Data survei terhadap 5 buah masjid di kota Padang yang pernah terjadi tindak pencurian kotak amal	2
Tabel 2. Konfigurasi Pin RFID Reader RC522	32
Tabel 3. Spesifikasi Sensor SW-420	36
Tabel 4. Spesifikasi Modul MP3	48
Tabel 5. Simbol-simbol Flowchart	59
Tabel 6. Daftar Komponen	79
Tabel 7. Rancangan Pengujian Catu Daya	83
Tabel 8. Rancangan Pengujian Sensor Getar SW-420	83
Tabel 9. Rancangan Pengujian Sensor Sentuh Logam KY-036	83
Tabel 10. Rancangan Pengujian RFID dan <i>Tag</i>	84
Tabel 11. Rancangan Pengujian Koneksi Modul WiFi ke Telegram	84
Tabel 12. Hasil Pengujian Catu Daya	86
Tabel 13. Hasil Pengujian Sensor Getar SW-420	87
Tabel 14. Hasil Pengujian Sensor Sentuh Logam KY-036	87
Tabel 15. Hasil Pengujian RFID dan <i>Tag</i>	88
Tabel 16. Hasil Pengujian Koneksi Modul WiFi ke Telegram	89

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Rangkaian Keseluruhan	96
Lampiran 2. Program Keseluruhan	97
Lampiran 3. Datasheet ESP32-WROOM-32	101
Lampiran 4. Datasheet Sensor KY-036 Metal Detector	102
Lampiran 5. Datasheet SW-420 Vibration Sensor	104
Lampiran 6. Datasheet Arduino Nano	106
Lampiran 7. Datasheet RC522 RFID Reader	108
Lampiran 8. Datasheet DFPlayer Mini Module	110

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan ilmu pengetahuan dan juga teknologi yang sangat cepat berkembang memberikan suatu dampak positif serta memberikan banyak sekali manfaat bagi manusia dalam berbagai aspek kehidupan. Hal ini dapat kita lihat dengan banyaknya teknologi-teknologi baru yang diciptakan manusia dengan berbagai jenis dan modelnya, bentuk dan juga kemampuan yang dimiliki relatif unggul ketimbang dengan peralatan-peralatan konvensional. Salah satu tujuan diciptakannya suatu teknologi adalah agar mempermudah manusia dalam melakukan sesuatu untuk memenuhi kebutuhan hidup. Dengan kemajuan teknologi pada saat sekarang ini telah banyak menghasilkan suatu inovasi dalam segala hal yang bertujuan untuk mempermudah berbagai aktifitas manusia. Salah satunya bermanfaat untuk masjid seperti dalam penggunaan kotak amal.

Kotak amal adalah suatu perangkat masjid berbentuk balok dan berfungsi sebagai penampung uang infak dari jama'ah sholat di masjid. Pada umumnya, kotak amal terdapat dua jenis, yakni kotak amal *movable* dan kotak amal *unmovable*. Kotak amal *movable*, sesuai sebutannya '*movable*' yang artinya dapat digerakkan (Echols, 2000), kotak amal ini merupakan kotak amal yang dikelilingkan ke para jama'ah di masjid. Biasanya ukurannya kecil dan sifat operasionalnya sporadis misalkan ketika sholat jum'at atau ketika ada

agenda galang dana. Kemudian, kotak amal *unmovable* merupakan kotak amal yang posisinya dipatenkan pada satu titik, misalkan di bagian depan masjid. Berbeda dengan yang sebelumnya, kotak amal ini beroperasi secara kontinyu. Ukurannya cukup besar karena digunakan sebagai penampung uang dalam kurun waktu yang cukup lama.

Masjid pada umumnya menggunakan kotak amal sebagai wadah penampung infak jama'ah masjid. Kotak amal yang disediakan ada yang *unmovable* maupun yang *movable*. Memiliki jama'ah yang tidak sedikit, jumlah uang infak masjid pada kotak amal setiap minggu ataupun setiap jum'at mencapai angka yang cukup tinggi. Sehingga memicu tingkat pencurian kotak amal yang sangat tinggi.

Tabel 1. Data survei terhadap 5 buah masjid di kota Padang yang pernah terjadi tindak pencurian kotak amal.

NO	Nama Masjid	Alamat	Kronologi
1	Masjid Asra Al-Bakrie	Jl. Olo Ladang, Padang Barat	Feb 2022 ~ Pelaku yang merupakan anak kecil, mendekati kotak amal yang terletak di teras masjid. Pelaku mencoba untuk melarikan kotak amal tersebut tetapi aksinya digagalkan oleh warga setempat.
2	Masjid Nurul Ihsan	Jl. Batang Sinamar, Alai Parak Kopi.	08/06/2022 ~ Sekitar pukul 01:25, seorang laki-laki mengambil 2 kotak amal di masjid dan 1 kotak amal yang di teras masjid. Masjid mengalami kerugian 3 juta.
3	Masjid Ar-Rahman	Simp. Kayu Kalek, Koto Tangah.	21/10/2021 ~ Pelaku saat itu masuk melalui pintu samping dan pura-pura duduk di dekat kotak infak. Pelaku

			membawa keluar kotak infak tersebut disaat takmir masjid lengah, kemudian memecahkan kotak infak tersebut dengan batu bata.
4	Masjid Mutathahirin	Cubadak Air, Lubuk Lintah, Kec. Kuranji	17/06/2022 ~ Siang sekitar jam sholat Jum'at. Pelaku masuk ke masjid dan duduk dekat kotak amal. Pelaku menggunakan kawat untuk mencuri uang di kotak amal. Kerugian masjid sekitar 1,5 juta.
5	Masjid Darul Jamil	Jl. Marapalam Indah, Kubu Marapalam	Des 2021 ~ Pelaku berpura-pura jadi juru parkir dan mencoba mencuri kotak amal dengan menggunakan gergaji besi. Aksi pelaku digagalkan oleh warga setempat.

Berdasarkan kasus diatas, bentuk keamanan kotak amal masjid saat ini kebanyakan menggunakan gembok pada penutupnya dan masih ada yang meletakkannya diluar masjid tetapi tidak dilengkapi dengan sistem keamanan yang memadai. Oleh karena itu penulis mencoba merancang dan membuat sistem pengamanan kotak amal dengan dilengkapi sistem peringatan dini.

Sistem peringatan dini pada kotak amal masjid ini sangat diperlukan dan dibutuhkan untuk masjid-masjid besar yang berjama'ah lumayan banyak. Sistem ini dapat berupa notifikasi hp, panggilan darurat, bunyi alarm darurat pada masjid, dan sebagainya. Sehingga dapat mencegah kemungkinan pencurian kotak amal di masjid.

Sistem pengamanan kotak amal ini sebenarnya sudah ada mahasiswa Universitas Negeri Padang yang membuatnya yaitu Arip Nugroho. Pada penelitian alat yang dilakukan oleh Arip Nugroho (2021), yang berjudul "Alat Keamanan Kotak Amal Untuk Mengatasi Pencurian Berbasis GSM"

dijelaskan bahwa sistem ini menggunakan modul *Global System for Mobile Communications* (GSM) yang menggabungkan beberapa sensor yang bertujuan untuk memonitoring posisi kotak amal dan letak penutupnya demi mencegah kemungkinan pencurian. Kelemahan dari alat ini adalah tidak adanya peringatan alarm yang lebih keras pada masjid.

Selanjutnya, penelitian alat yang dilakukan oleh Muchammad Abdul Baaqi dan Febri Riyadi Dito S.P (2019), dalam jurnal penelitiannya yang berjudul “Sistem Keamanan Kotak Amal Anti Maling Berbasis Arduino” mengatakan bahwa uang yang menumpuk didalam kotak amal meskipun berada dalam lingkungan masjid rupanya tetap menarik perhatian beberapa orang untuk mencurinya. Pada umumnya kotak amal yang ada sekarang kurang memiliki sistem keamanan yang baik dan penggunaan kunci gembok yang terkesan tidak praktis karena mudah untuk dibuka paksa atau dibobol.

Berdasarkan penjelasan dari alat yang sudah ada, maka penulis berinisiatif untuk merancang dan membuat sistem pengamanan kotak amal untuk di masjid atau mushola dengan judul “**Sistem Keamanan Kotak Amal Uang Dengan Terintegrasi Telegram Berbasis Mikrokontroler ESP32**”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka didapat identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Sistem alat keamanan kotak amal yang sudah ada masih tergolong rendah.
2. Belum lengkapnya sistem monitoring peringatan dini terhadap pencurian kotak amal masjid pada alat sebelumnya.

3. Tingkat pencurian kotak amal yang relatif tinggi karena letaknya yang mudah dijangkau seperti di bagian depan masjid dan dekat pintu.
4. Tidak memungkinkan untuk pengurus masjid selalu memantau dan memonitoring kotak amal agar tidak terjadi pencurian.

C. Batasan Masalah

Agar lebih terarahnya perancangan dalam pembuatan alat ini maka penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Membahas sistem keamanan kotak amal masjid berjenis *unmovable* menggunakan modul RFID untuk membuka akses kotak amal.
2. Membahas sistem pengendali alat yang digunakan yaitu ESP32.
3. Membahas sistem keamanan kotak amal masjid berjenis *unmovable* menggunakan sensor getar dan sensor sentuh logam sebagai pendeteksi kemalingan yang terintegrasi notifikasi telegram.
4. Menggunakan software Arduino IDE dan bahasa C untuk pemrogramannya.
5. Sistem keamanan ini dikhususkan untuk kotak amal yang berjenis *unmovable* atau tetap, dan lebih baiknya menempel ke dinding.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi, dan batasan masalah di atas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membuat *Sistem Keamanan Kotak Amal Uang Dengan Terintegrasi Telegram Berbasis Mikrokontroler ESP32?*

2. Bagaimana merancang dan membuat program ESP32 dan Arduino yang di compile ke dalam Software Arduino IDE?

E. Tujuan

Berdasarkan latar belakang, Identifikasi, Batasan masalah dan rumusan masalah di atas, maka tujuan akhir ini adalah untuk :

1. Dapat merancang dan membuat *Sistem Keamanan Kotak Amal Uang Dengan Terintegrasi Telegram Berbasis Mikrokontroler ESP32*.
2. Dapat merancang dan membuat program ESP32 dan Arduino yang di compile ke dalam Software Arduino IDE.

F. Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari perancangan tugas akhir ini adalah :

1. Meningkatkan keamanan pada kotak amal masjid berjenis *unmovable* sehingga meminimalisir terjadinya pencurian.
2. Memudahkan pengurus masjid dalam memonitor kotak amal, karena adanya sistem peringatan berupa notifikasi darurat via Telegram.
3. Secara keseluruhan diharapkan hasil Tugas Akhir ini dapat menjadi referensi untuk pengembangan selanjutnya.