

Keamanan Brankas Berbasis *Fingerprint*

Agus Haryawan¹, Taufik Nurhidayat²

¹Teknik Elektronika, Politeknik Pratama Mulia Surakarta

²Teknik Komputer, Politeknik Pratama Mulia Surakarta

email: ¹aharyawan@gmail.com, ²taufikppm@gmail.com

ABSTRACT

Safe is a tool for storing important documents, money, or items that should not be haphazardly accessed by people in knowing or knowing. To limit access to a person or safety deposit system, it is necessary to have a security system that is in accordance with current technological developments. Safes with manual key access or keys using numeric codes are both still accessible to other parties without the knowledge of the parties concerned, to overcome this, the authors designed a safe with a security system using a fingerprint or fingerprint with a control system using the Arduino Nano ATmega328. The method employed is to create a fingerprint-based safe using a fingerprint sensor 305 which functions to record fingerprints or scan fingerprints. The Arduino Nano ATmega 328 component is used to programmatically control mechanics, such as being able to open a solenoid, turn on an LED light and buzzer as an indicator. The results achieved are the Arduino Nano ATmega 328 able to be used to control the solenoid device on the safe door via the Fingerprint 305 sensor as its input media. Fingerprint recording system that is carried out directly through a safe for access rights to only one fingerprint. While the fingerprint recording system through a PC / computer is able to record approximately 100 fingerprints for access rights to the safe.

INTISARI

Brankas adalah alat untuk menyimpan dokumen-dokumen penting, uang, atau barang-barang yang tidak boleh sembarangan orang dalam mengakses atau mengetahui. Untuk membatasi akses seseorang atau sistem keamanan brankas tersebut maka diperlukan adanya sistem keamanan yang sesuai perkembangan teknologi sekarang. Brankas dengan akses kunci manual atau kunci menggunakan kode angka keduanya masih dapat diakses pihak lain tanpa sepengetahuan pihak yang terkait, untuk mengatasi hal tersebut maka penulis merancang brankas dengan sistem keamanan menggunakan fingerprint atau sidik jari dengan sistem kendali menggunakan Arduino Nano ATmega328. Metode yang dikerjakan adalah membuat keamanan brankas berbasis fingerprint menggunakan sensor sidik jari 305 yang berfungsi merekam sidik jari atau memindai sidik jari. Komponen Arduino Nano ATmega 328 digunakan untuk mengendalikan mekanik secara terprogram, seperti mampu membuka solenoid, menyalakan lampu LED serta buzzer sebagai indikator. Hasil yang dicapai adalah Arduino Nano ATmega 328 mampu digunakan untuk mengendalikan perangkat solenoid pada pintu brankas melalui sensor Fingerprint 305 sebagai media inputannya. Sistem rekam sidik jari yang dilakukan langsung melalui brankas untuk hak akses hanya satu sidik jari. Sedangkan sistem rekam sidik jari melalui pc/komputer mampu merekam kurang lebih 100 sidik jari untuk hak akses pada brankas.

Kata kunci: Brankas, Fingerprint 305, ATmega328, Arduino Nano, solenoid

I. Pendahuluan

Pada zaman sekarang tingkat kriminalitas semakin tinggi, khususnya pada tingkat kriminalitas pencurian. Pesatnya kemajuan teknologi dengan segala fasilitasnya serta alat elektronika yang terus mengalami perkembangan untuk mencegah pencurian maka diciptakan suatu alat yang disebut brankas. Brankas adalah alat ataupun tempat untuk menyimpan barang berharga seperti uang, dokumen penting, perhiasan ataupun aset-aset berharga lainnya. Brankas dinilai sebagai tempat penyimpanan yang praktis namun berisiko tinggi, karena brankas dengan sistem yang sederhana mampu dengan mudah dibobol oleh pencuri. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukannya suatu sistem pengamanan brankas sesuai dengan kemajuan teknologi saat ini.

Kemajuan teknologi pada bidang keamanan, khususnya keamanan pada pintu brankas dapat memberikan manfaat untuk keamanan barang berharga yang berada di dalam brankas tersebut. Karena teknologi pada sistem keamanan ini akan menjadi kebutuhan sekunder personal ataupun orang secara universal yang dapat membantu pengguna lebih nyaman melakukan aktivitas di luar tanpa khawatir dengan barang berharga di dalam brankas yang ia tinggalkan.

Brankas dengan sistem yang sederhana atau masih dikendalikan secara konvensional dengan identifikasi menggunakan *keypad* dan tanpa ada batasan orang yang dapat mengaksesnya maka brankas tersebut memiliki sistem keamanan yang rendah atau rawan dibobol oleh pencuri. Pencuri biasanya merusak sistem keamanan dengan merusak kuncinya. Untuk menjaga dokumen, uang atau barang berharga lainnya dari kehilangan atau kerusakan diperlukan sistem keamanan dengan akses membuka dan menutup yang ketat. Seiring dengan perkembangan teknologi ini terdapat bagian-bagian tubuh yang dapat digunakan untuk sistem keamanan. Sistem keamanan akses dengan metode ini cukup bagus karena metode ini mampu mengenali ciri-ciri fisik pemilik saat membuka dan menutup brankas.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah sistem keamanan brankas yang canggih menggunakan sistem keamanan buka tutup kunci brankas berbasis *fingerprint* dengan menggunakan Arduino Nano ATmega328 sehingga mampu meningkatkan sistem keamanan pada brankas. Alat ini dirancang menggunakan sensor sidik jari sebagai verifikasi orang yang akan mengakses brankas, sehingga hanya orang dengan sidik jarinya tersimpan yang dapat mengakses brankas. Orang yang akan membuka dan menutup brankas perlu menempelkan

sidik jari pada sensor sidik jari, kemudian brankas akan terbuka dan terkunci kembali. Jika sidik jari tidak cocok dengan data sidik jari yang tersimpan maka solenoid tidak akan melakukan perintah apa pun.

Sistem keamanan berbasis *fingerprint* ini diharapkan akan lebih menjamin keamanan brankas, karena tidak semua orang dapat mengakses brankas tersebut.

II. Tinjauan Pustaka

Dari Wikipedia (*Locks, Safes, and Security*) dijelaskan bahwa kata brankas adalah berasal dari bahasa Belanda, terdiri dari kata *branden* dan *kast*. *Branden* artinya membakar dan *kast* artinya lemari, jadi lemari tahan kebakaran. Sedangkan dalam bahasa Indonesia lemari besi, yaitu lemari yang terbuat dari besi. Dalam bahasa Inggris disebut *Safes*. Berdasarkan ketahanannya brankas dibagi menjadi 3 jenis:

1. Steel Safes (brankas yang terbuat dari plat besi/baja saja). Brankas seperti ini tidak tahan api dan biasanya hanya dipergunakan untuk penyimpanan uang yang relatif sedikit untuk kebutuhan operasional usaha skala kecil.
2. Fire Safes (brankas yang sudah dilengkapi dengan fitur tahan api). Brankas jenis ini terlihat dari ketebalan body brankas dan bila diketuk terasa ada isi dari body brankas tersebut.
3. Fire and Burglar Safes (Brankas yang masuk klasifikasi Tahan Api dan Tahan Dobrak). Brankas jenis ini sangat direkomendasikan untuk digunakan karena sudah memiliki keamanan yang relatif tinggi.



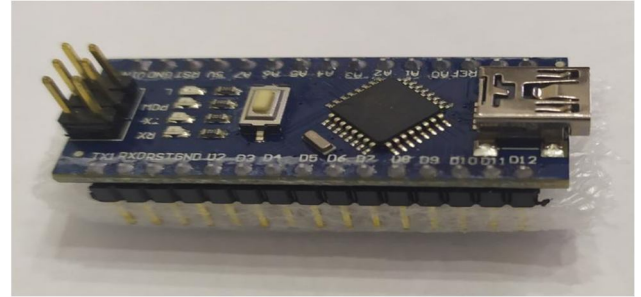
Gambar 1. Brankas

A. Mikrokontroler

Menurut Sumardi (2013:1) Mikrokontroler adalah mikroprosesor yang dikhususkan untuk instrumentasi dan kendali. Contoh aplikasi pada kendali motor, berperan seperti PLC (*Programmable Logic Controller*), pengaturan pengapian dan injeksi bahan bakar pada kendaraan bermotor atau alat pengukur suatu besaran, seperti suhu, tekanan, kelembaban dan lain-lain. Mikrokontroler merupakan suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data.

Arduino Nano adalah salah satu varian dari produk *board mikrokontroler* keluaran Arduino. Arduino Nano adalah *board* Arduino terkecil, menggunakan mikrokontroler ATmega328 untuk Arduino Nano 3.x dan

Atmega168 untuk Arduino Nano 2.x. Varian ini mempunyai rangkaian yang sama dengan jenis Arduino *Duemilanove*, tetapi dengan ukuran dan desain PCB yang berbeda. Arduino Nano tidak dilengkapi dengan soket catudaya, tetapi terdapat pin untuk catu daya luar atau dapat menggunakan catu daya dari *mini* USB port. Arduino Nano didesain dan diproduksi oleh Gravitech.



Gambar 2. Arduino Nano Sidik Jari

Menurut Komarinski (2005:3), *fingerprint* atau sidik jari adalah sebuah *biometric* yang tidak berubah serta mudah diambil yang secara sistemik dijadikan sebagai alat identifikasi. Umumnya pola pada sidik jari terdiri dari 3 tipe pola yakni :

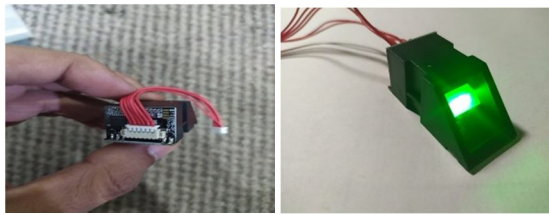
1. *Whorl* bisa berbentuk sebuah *Spiral*, *Bulls-eye*, atau *Double Loop*. *Whorl* adalah titik-titik menonjol dan kontras, dan dapat dilihat dengan mudah. Cetakan *Spiral* dan *Bulls-eye* adalah persis sebangun dalam interpretasinya, serta yang kedua memberikan lebih banyak fokus.
2. *Arch* pola ini bisa terlihat sebagai sebuah *Flat Arch*, atau *Tented Arch*. Pola *Arch* ini biasa dipercaya menandakan nilai-nilai tradisional dan akhlak yang tinggi.
3. *Loop* dapat menaik ke arah ujung jari, atau menjatuh ke arah pergelangan tangan. *Common Loop* bergerak ke arah ibu jari, sementara *Radial Loop* (*Loop* terbalik) bergerak mengarahkan ujung pemukulnya ke sisi lengan.

Menurut Barnes (2010:7), telapak tangan adalah tanda yang mutlak untuk identitas selama bertahun-tahun dengan cara yang berbeda. Telapak tangan dan telapak kaki merupakan fitur kulit yang terkemuka yang membedakan antara laki-laki dengan perempuan. Fitur yang terdiri dari kulit ini akan meninggalkan jejak bentuknya ketika bersentuhan dengan benda. Jejak dari lipatan jari terakhir dikenal sebagai sidik jari, yang pada umumnya digunakan untuk sistem identifikasi.

Sidik jari adalah bagian tubuh yang tiap orang memiliki bentuk yang berbeda sehingga sidik jari dapat digunakan sebagai alat untuk *lock* pada sistem keamanan untuk membatasi publik dalam mengakses suatu hal yang bersifat rahasia ataupun berharga. Untuk sistem keamanan menggunakan sidik jari diperlukannya sensor *fingerprint*. Sensor *fingerprint* merupakan alat elektronik yang berfungsi sebagai alat *scanning*. Sensor *fingerprint* bekerja dengan cara merekam sidik jari lalu untuk mengetahui sidik jari seseorang dilakukan dengan cara verifikasi identitas. Saat ini sensor *fingerprint* sudah

digunakan di berbagai peralatan elektronik seperti *handphone*, pintu masuk, absen karyawan dan alat elektronik yang memerlukan sistem keamanan yang tinggi. Sekarang dengan ditemukannya metode menggunakan sensor *fingerprint*, metode dengan menggunakan kode password dan pola mulai ditinggalkan, dikarenakan masih mampu diakses oleh orang lain yang bersifat kurang personal.

Penerapan *fingerprint* pada sebuah pintu seperti brankas meminimalisir untuk akses, karena dengan menggunakan *fingerprint* akses dari suatu pintu brankas hanya bisa dibuka oleh orang-orang tertentu saja, bahkan sangat memungkinkan untuk hanya dapat diakses oleh satu orang saja, sehingga keamanan barang yang berada di dalam brankas terjamin.



Gambar 3. Sensor *Fingerprint*

B. Solenoid

Solenoid merupakan sebuah perangkat elektronik yang dapat mengubah energi listrik menjadi gerakan. Solenoid mampu menghasilkan gerakan mendorong dan menarik. Solenoid hanya terdiri dari kumparan listrik yang dililitkan di sekitar tabung silinder dengan aktuator *ferro-magnetic* atau sebuah *plunger* yang bebas bergerak “masuk” dan “keluar” dari bodi kumparan.

Aktuator (*actuator*) merupakan peralatan mekanis yang dapat bergerak atau mengontrol suatu mekanisme.



Gambar 4. Solenoid *Doorlock*

C. Buzzer

Buzzer merupakan komponen elektronika yang mampu mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Buzzer terdiri dari kumparan yang di letakan pada diafragma, kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnetik, kumparan tersebut akan tertarik ke dalam atau keluar sesuai dengan arus dan polaritas magnetnya, karena letak kumparan tersebut di dalam diafragma maka setiap gerakan kumparan tersebut menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga mampu membuat udara bergetar yang menghasilkan

suara. Pada pembuatan brankas berbasis *fingerprint* ini, buzzer berfungsi sebagai indikator untuk memulai suatu proses atau proses telah usai.

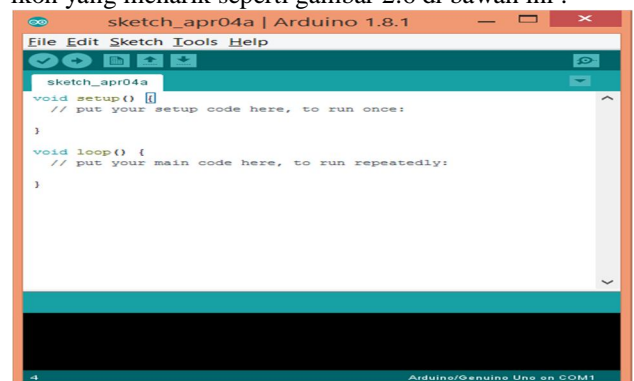


Gambar 5. Buzzer

D. Software IDE

Integrated Development Environment atau disingkat IDE yang artinya menurut bahasa adalah lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Dikatakan lingkungan karena melalui *software* inilah Arduino diprogram untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui *sintaks* pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Proses pembuatan IC mikrokontroler Arduino ditanamkan program yang disebut *bootlader* berfungsi untuk penengah antara *compiler* arduino dengan mikrokontroler.

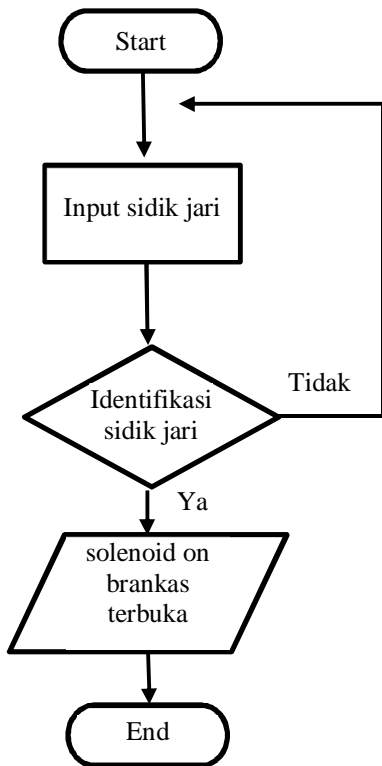
Arduino IDE dibuat dengan menggunakan JAVA. Arduino IDE juga menyediakan *library* C/C++ yang disebut *wiring* berfungsi untuk membuat operasi *input* dan *output* menjadi lebih mudah. Arduino IDE dikembangkan dari *software processing* yang diubah menjadi Arduino IDE khusus untuk Arduino. *Software* IDE ini juga menyediakan contoh-contoh program serta program ini dibuat dengan sederhana yang memungkinkan pengguna mudah dalam pengoperasiannya, *software* IDE ini juga terdapat ikon-ikon yang menarik seperti gambar 2.6 di bawah ini :



Gambar 6. Tampilan *Software* IDE

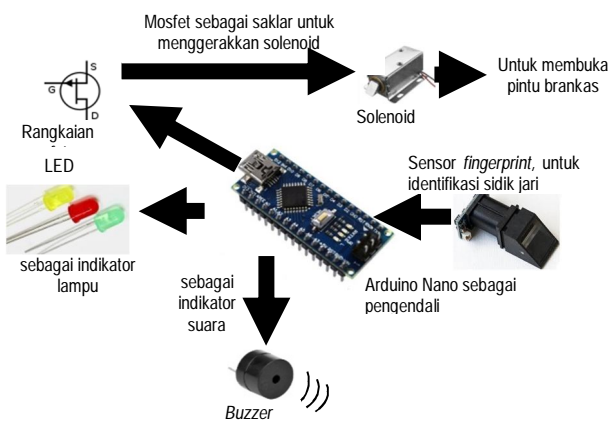
III. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini diperlukan adanya perancangan sistem keseluruhan sebagai alur pembuatan keamanan brankas berbasis *fingerprint*. Sistem keamanan sidik jari yang akan dirancang ditunjukkan pada Gambar 7 di bawah ini:



Gambar 7. Flowchart Perancangan Sistem

Pada Gambar 7 dapat dijelaskan, (a) ketika program keamanan brankas berbasis *fingerprint* ini dihidupkan atau program tersebut sudah siap, maka lampu sensor sidik jari hidup. (b) kemudian pengguna melakukan rekam sidik jari, jika sidik jari cocok maka lampu LED warna hijau akan hidup dan pintu brankas terbuka. (c) Namun jika sidik jari pengguna yang dimasukkan tidak cocok maka lampu LED warna merah hidup, dan pintu brankas tidak terbuka.



Gambar 8. Ilustrasi *Layout* Sistem Keamanan

Dari ilustrasi pada Gambar 8 terdapat komponen Arduino Nano yang berperan sebagai sistem kendali untuk program brankas berbasis *fingerprint* ini. Komponen yang terhubung dengan Arduino Nano adalah (a) sensor *fingerprint* yang berfungsi sebagai media masukan (*input*) untuk identifikasi sidik jari yang kemudian akan diolah oleh program yang terdapat dalam Arduino Nano untuk membuka brankas. (b) Selain sensor terdapat juga solenoid. Solenoid adalah media keluaran yang berfungsi untuk membuka dan mengunci pintu

brankas. (c) dalam mekanik brankas berbasis *fingerprint* ini terdapat juga rangkaian mosfet, yang berfungsi sebagai saklar untuk solenoid. (d) Pada sistem pembuatan brankas berbasis *fingerprint* ini juga terdapat Buzzer yang terhubung dengan Arduino Nano sebagai indikator suara dan (e) serta komponen lain yang terhubung oleh Arduino Nano adalah LED yang berfungsi untuk indikator berupa lampu, seperti lampu LED berwarna hijau menandakan brankas berhasil dibuka, selanjutnya lampu LED warna merah menandakan bahwa pintu brankas tidak dapat terbuka karena sidik jari yang dimasukkan tidak sesuai dan lampu LED warna kuning menandakan brankas siap merekam sidik jari baru dengan syarat persetujuan admin.

Alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat brankas berbasis *fingerprint* dibutuhkan alat dan bahan antara lain :

- Board Arduino nano : 1 buah
- Brankas : 1 buah
- Sensor fingerprint : 1 buah
- Mosfet : 1 buah
- Solenoid : 1 buah
- Buzzer : 1 buah
- LED : 3 buah
- Kabel : Secukupnya
- Kabel Jumper : Secukupnya
- Mur baut : Secukupnya
- Tenol : Secukupnya
- Solder : Secukupnya

IV. Implementasi dan Pengujian

Pada tahap ini menghasilkan dua bagian, yang pertama adalah perangkat lunak (*software*) yang berisi program untuk menjalankan kendali sistem keamanan siapa saja yang dapat mengakses brankas *fingerprint* tersebut. Bagian kedua adalah perangkat keras (*hardware*) yang berisi rangkaian kendali pada Arduino Nano ATmega328, sensor *fingerprint* dan mekanik pada brankas. Setelah selesai membuat *software* dan *hardware*, selanjutnya melakukan pengujian dan pembahasan kinerja alat. Pengujian dilakukan dalam keseluruhan alat yang bertujuan agar alat mampu beroperasi dan dapat digunakan dengan baik.

A. Blok Diagram Rangkaian

Alat ini terdiri dari lima komponen, komponen yang pertama adalah sensor *fingerprint* 305 yang berfungsi merekam serta mengidentifikasi sidik jari untuk mengakses brankas berbasis *fingerprint*. Komponen yang kedua adalah mikrokontroler ATmega328 yang berfungsi untuk mengendalikan seluruh sistem mekanik. Komponen ketiga adalah solenoid yang berfungsi sebagai pengunci pintu brankas dan juga merupakan media keluaran (*output*) dari mikrokontroler. Komponen keempat adalah LED yang fungsinya sebagai tanda status pintu brankas dan juga peringatan sesuai atau tidak sesuai sidik jari berupa nyala lampu. Komponen kelima adalah buzzer yang fungsinya sebagai tanda peringatan berupa bunyi yang menandakan pintu dapat terbuka, sensor siap merekam sidik jari baru dan sesuai atau tidak sesuai

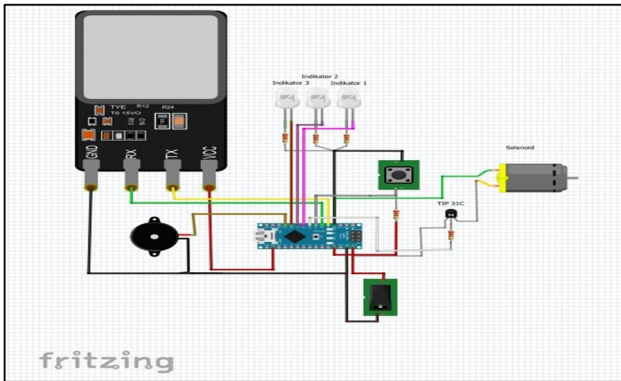
sidik jari yang dimasukkan. Blok diagram rangkaian diperlihatkan Gambar 9.



Gambar 9. Blok Diagram Alur Kunci Brankas

B. Skema Rangkaian

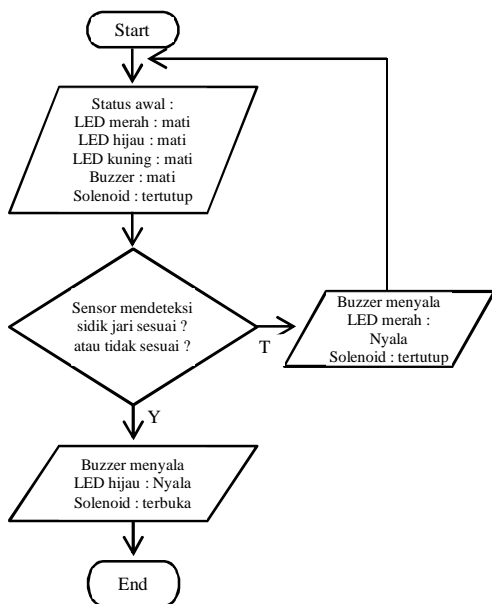
Rangkaian mekanik sistem keamanan brankas berbasis *fingerprint*, rancangan mekanik adalah desain yang dirancang oleh penulis untuk memudahkan memahami alur mekanik dari sistem keamanan brankas berbasis *fingerprint*, yang dapat dilihat pada Gambar 10.



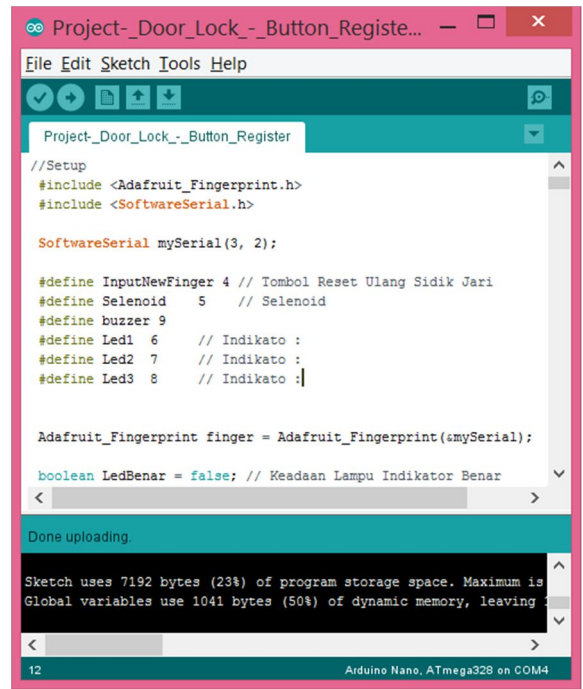
Gambar 10. Skema Rangkaian Sistem Keamanan Brankas

C. Pemrograman Arduino Nano

Pemrograman pada Arduino Nano agar dapat membuka pintu brankas menggunakan *fingerprint* dengan bantuan *software* Arduino IDE. Pemrograman Arduino akan dibuat *flowchart* agar pembuatan *software* lebih mudah dan sesuai konsep yang diinginkan, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Flowchat Kendali Pintu Brankas Berbasis *Fingerprint*



Gambar 12. Tampilan Sukses Upload Program

D. Pengujian Alat

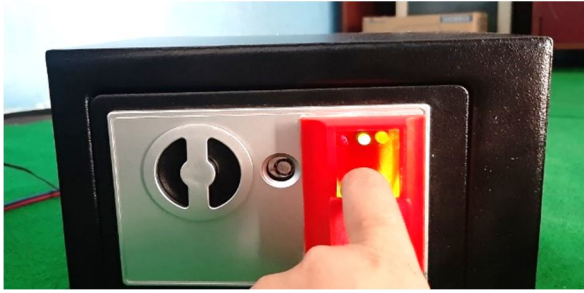
Pada tahap pengujian keseluruhan ini terdiri dari pengujian mekanik dan juga pengujian program. Jika program masih terdapat kesalahan maka pada saat program di “*compile*” atau “*verify*” tidak muncul kata “*Done compiling*”. Namun jika program sudah benar tetapi mekanik masih *trouble* atau tidak dapat beroperasi berarti *trouble* terdapat pada mekanik atau rangkaian. Hasil dari pengujian keseluruhan adalah sebagai berikut :

1. Kondisi pertama adalah kondisi brankas siap digunakan, ditandai dengan lampu sensor *fingerprint* hidup, seperti pada Gambar 13.



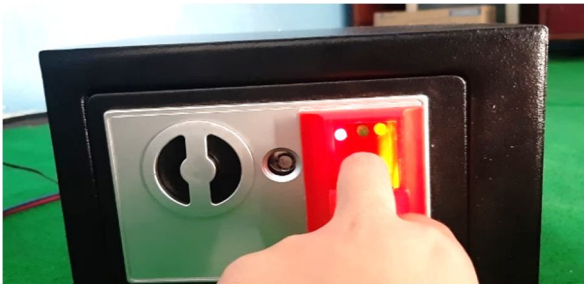
Gambar 13. Tampilan Brankas Siap Digunakan

2. Kondisi kedua, pada saat mengidentifikasi sidik jari dan sidik jari sesuai atau cocok maka solenoid on, indikator LED warna hijau hidup dan buzzer berbunyi, seperti pada Gambar 14.



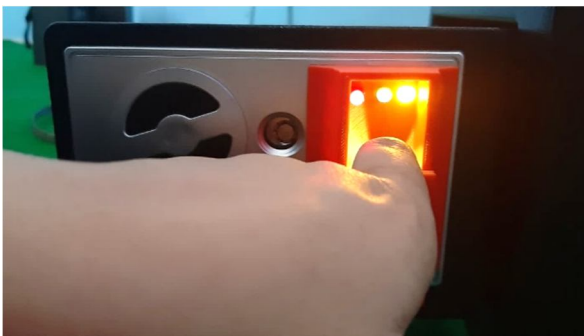
Gambar 14. Tampilan Sidik Jari Cocok Atau Sesuai

3. Kondisi ketiga adalah kondisi pada saat mengidentifikasi sidik jari dan sidik jari tidak sesuai atau tidak cocok maka solenoid off atau pintu tetap tertutup, indikator LED warna merah akan hidup dan buzzer akan berbunyi, seperti pada Gambar 15 di bawah ini.



Gambar 15. Tampilan Sidik Jari Tidak Cocok Atau Sesuai

4. Kondisi keempat adalah kondisi di mana brankas siap merekam sidik jari baru dengan cara menekan tombol *pushbutton* dan indikator LED warna kuning hidup dan *buzzer* berbunyi seperti pada Gambar 16.



Gambar 16. Tampilan Brankas Siap Merekam Sidik Jari Baru

V. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan dan saran yang dirumuskan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

A. Kesimpulan

Hasil dari perancangan dan uji coba sistem brankas berbasis *fingerprint*, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Arduino Nano ATmega328 mampu digunakan untuk mengendalikan perangkat solenoid pada pintu brankas melalui sensor *fingerprint* 305 sebagai media inputannya.
2. Sistem rekam sidik jari yang dilakukan langsung melalui brankas untuk hak akses hanya satu sidik jari.
3. Sedangkan sistem rekam sidik jari melalui PC/komputer mampu merekam kurang lebih 100 sidik jari untuk hak akses pada brankas.
4. Terdapat kunci mekanik untuk mengatasi jika terjadi kerusakan sistem pada brankas.

B. Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut maka penulis memberikan saran yang bermanfaat untuk pembuatan laporan untuk masa yang akan datang, sebagai berikut :

1. Terdapat LED pada brankas yang berfungsi sebagai indikator berupa lampu, untuk pengembangan alat diperlukan adanya indikator berupa tampilan text menggunakan LCD.
2. Kunci mekanik yang terdapat pada brankas saat ini merupakan kunci mekanik manual, untuk meningkatkan sistem keamanan diperlukan adanya kunci mekanik yang menggunakan kombinasi angka. Rekam sidik jari melalui *pushbutton* hanya bisa merekam satu sidik jari, sehingga perlu ada penambahan program rekam sidik jari untuk bisa merekam beberapa sidik jari.

REFERENSI

- Kilian, Christopher T., 1996. *Modern Control Technology*. West Publishing Co.
- Komarinski, Peter. 2005. *Automated Identification Fingerprint System*. California : Elsevier Academic Press.
- Locks, Safes, and Security: An International Police Reference*, published by Charles Thomas Publishers, Springfield, Illinois, United States. (2000) ISBN 0-398-07079-2.
- Prasetyo, D.E. 2014. *Sistem Keamanan Berlapis untuk Lemari Brankas dengan Menggunakan 3 Kombinasi Password*. Skripsi. Yogyakarta : AMIKOM.
- Setianingrum, E.C. dan Purnama, B.E. 2013. "Sistem Pengaman Brankas dengan Menggunakan Handphone Berbasis Mikrokontroler AT89S51". Seminar Riset Unggulan Nasional Informatika dan Komputer FTI UNSA. Vol. 2, No. 1, pp. 1–7.
- Sumardi. 2013. *Mikrokontroler Belajar AVR Mulai Dari Nol*. Yogyakarta : Graha Ilmu.