

Sistem Pengaman Brankas Dengan *Password* Menggunakan *Touch Sensor* Berbasis Atmega 32

Hartono¹, Yb. Praharto², Wahyu Anggoro³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo Purwokerto
email: hartono.sttw@gmail.com¹

Abstrak

Dalam perkembangan sistem pengaman sudah banyak digunakan berbagai metode. Metode tersebut diantara lain adalah dengan menggunakan handphone dengan mengirimkan sebuah pesan sms, ada juga yang menggunakan gelombang radio atau RFID, menggunakan tombol atau metode yang lama dengan memutar kode untuk membuka sebuah brankas. Karena dunia elektronik terus mengalami kemajuan maka sistem pengaman juga dikembangkan untuk sebuah brankas dengan menggunakan touch sensor atau sensor sentuh untuk membuka dan menutup pintu sekaligus. Sistem pengaman brankas ini dirancang dengan menggunakan microcontroller ATmega32 dan program bahasa C sebagai sistem pemrogramannya. Prinsip kerja alat ini adalah alat akan selalu dalam keadaan aktif apabila dihubungkan dengan sumber tegangan. Dan alat ini juga memanfaatkan touch sensor sebagai inputan kata sandi atau password yang dalam sistem kerjanya adalah apabila kita memasukkan kata sandi dengan benar maka alat ini akan secara otomatis terbuka dan apabila sandi yang dimasukkan salah maka tidak akan terbuka dan LCD akan menampilkan sandi yang dimasukkan salah ataupun benar. Dari hasil pengujian yang dilakukan, seperti pengujian touch sensor, pengujian driver motor DC, rangkaian komparator serta rangkaian mikrokontroler menunjukkan bahwa pintu brankas dapat membuka pintu setelah memasukkan password. Dan pintu brankas akan menutup secara otomatis ketika sensor infra merah mendeteksi adanya benda yang masuk kedalam brankas.

Kata Kunci : Sistem pengaman brankas, sensor sentuh, mikrokontroler ATmega32

Abstract

In the development of security systems many methods have been used. Among other methods are using cellphones by sending an SMS message, some using radio waves or RFID, using old buttons or methods by rotating the code to open a safe. Because the world of electronics continues to progress, the safety system is also developed for a safe using a touch sensor or touch sensor to open and close the door at once. This safe deposit system is designed using ATmega32 microcontroller and C language program as the programming system. The working principle of this tool is that the device will always be active when connected to a voltage source. And this tool also utilizes the touch sensor as a password input or password that in the system works is that if we enter the password correctly then this tool will automatically open and if the password entered is incorrect it will not open and the LCD will display the password entered incorrectly or true. From the results of tests conducted, such as testing of touch sensors, testing of DC motor drivers, comparator circuits and microcontroller circuits indicate that the safe door can open the door after entering the password. And the safe door will close automatically when the infrared sensor detects an object entering the safe.

Keywords: safe security system, touch sensor, ATmega32 microcontroller

1. Pendahuluan

Dasar sistem pengaman pada pintu loker dengan password menggunakan touch screen mengacu pada beberapa karya ilmiah yang dibuat sebelumnya antara lain: Pada bulan Juli 2008, Andre Gunawan membuat Sistem Keamanan Pada Sebuah Pintu Berbasis Mikrokontroler AT89S51 ini memanfaatkan *remote control (keypad)* pemancar sinar infra merah sebagai alat yang berfungsi memasukkan nomor pin berupa password yang dapat membuka dan menutup pintu, [1],[2]. Pada 2011, sistem pengamanan kunci pintu otomatis via sms berbasis mikrokontroler yang memanfaatkan

sistem sms dan *keypad* menggunakan mikrokontroler untuk menggantikan sebuah kunci sebagai akses membuka pintu otomatis, dan akan mengirim sms ketika pintu terbuka atau dibuka secara paksa, [3],[4]. Semakin berkembangnya sebuah sistem pengaman banyak digunakan berbagai metode, salah satunya yaitu dengan menggunakan sensor sentuh untuk sebuah pengaman yaitu penerapannya kedalam sebuah brankas, [5]. Karena pada umumnya brankas menggunakan sistem pengaman yang menggunakan kode dengan memutar tombol untuk memasukkan kata sandi. Dalam kehidupan manusia, keamanan adalah hal yang sangat penting karena menyangkut privasi kebutuhan hidupnya. Dalam perancangan dan pembuatan sistem pengaman antara lain meliputi penjelasan tentang perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras meliputi rangkaian elektronik yang terdiri dari rangkaian pengendali mikro yang menggunakan IC pengendali mikro Atmega32 dan rangkaian *touch sensor*. Sedangkan pada perancangan perangkat lunak meliputi perancangan sistem pemrograman pengamannya, [6],[7].

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan pada tugas akhir ini Bagaimana merancang pintu brankas secara otomatis, mengolah data program sensor sentuh agar dapat digunakan sebagai *password* untuk membuka dan menutup pintu brankas dengan memfungsikan sensor sentuh sebagai sistem pengaman untuk brankas.

2. Metode Penelitian

2.1. Alur Penelitian

Langkah awal yang dilakukan adalah membuat konsep yang mencakup penentuan spesifikasi dari sensor sentuh, motor DC dan mikrokontroler yang akan digunakan. Setelah rancangan terkonsep maka selanjutnya adalah mendesain hardware dan software yang meliputi bahasa pemrograman yang digunakan dan menentukan beberapa komponen tambahan yang diperlukan dalam melengkapi desain *hardware*. Kemudian langkah selanjutnya adalah tahap pembuatan *hardware* yang meliputi mekanik untuk gerak pintu, motor DC sebagai penggerak pintu, dan rangkaian mikrokontroler. Setelah beberapa *hardware* tersebut dibuat, maka langkah selanjutnya adalah menggabungkan *hardware* tersebut terhubung dengan yang lainnya menjadi satu sesuai dengan fungsi dari masing-masing *hardware* tersebut. Setelah menggabungkan *hardware* maka selanjutnya adalah merancang program dan kemudian merealisasikan program yang telah dirancang.

A. Alat Perancangan

Dalam penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir ini, alat-alat yang dibutuhkan antara lain sebagai berikut ini.

1. Gergaji, Obeng, Tang, Bor listrik, sebagai alat pendukung pembuatan mekanik.
2. Solder dan Ataktor, sebagai alat pembantu pemasangan komponen ke PCB.
3. 1 Unit computer, sebagai alat tulis dan pemrograman.
4. *Microsoft Windows 7*, sebagai program windows yang digunakan pada computer.
5. *Microsoft Office*, sebagai aplikasi program dalam penulisan tugas akhir.
6. *AVR Studio 4*, sebagai aplikasi pemrograman mikrokontroler.
7. *ISIS* dan *ARES (Proteus)*, sebagai aplikasi pembuatan gambar skematik dan layout PCB rangkaian.

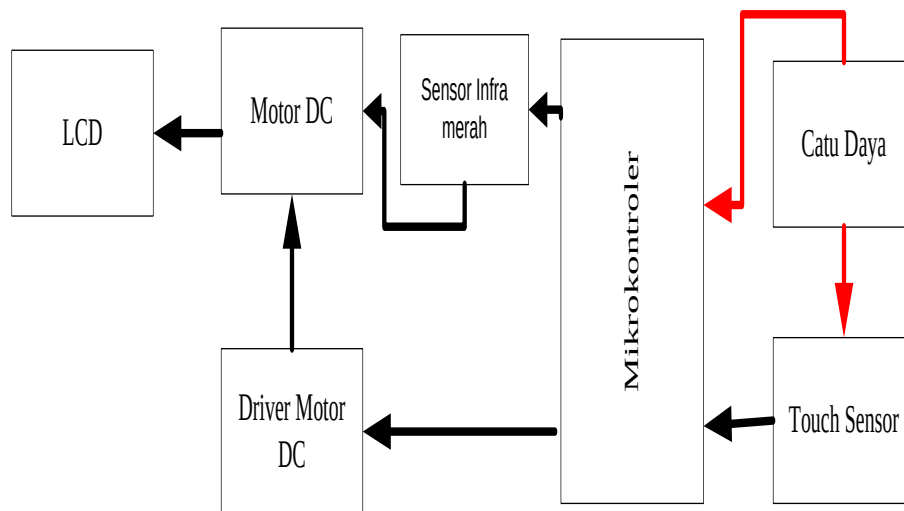
B. Bahan Perancangan

Selain alat-alat yang digunakan bahan atau material yang digunakan untuk membuat sebuah sistem pengaman brankas dengan *touch sensor* adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler ATmega32 sebagai alat kontrol sebuah pemrograman
2. Motor DC dan mekanik dvd sebagai pembuka dan penutup pintu secara otomatis pada brankas
3. Sebagai penyuplay tegangan kedalam sistem brankas menggunakan catu daya
4. Dan komponen pendukung lainnya.

C. Perancangan Hardware

Perancangan sistem pengaman dengan *touch sensor* ini adalah untuk sistem keamanan yang lebih mutakhir. Dimana dalam proses perancangan ini menggunakan touch sensor sebagai alat untuk membuka pintu yang diberikan sebuah password. Kemudian setelah *inputan* yang diminta benar, maka mikrokontroler akan bekerja dengan menggerakkan motor dc sebagai mesin penggerak dan pengunci brankas tersebut, dan LCD akan memonitor hasil yang diberikan apabila *inputan* itu benar maupun salah, [8],[9].



Gambar 2.1. Blok diagram sistem, [10]

Adapun fungsi dari tiap blok dari gambar tersebut adalah sebagai berikut:

- Catu Daya, Catu daya disini berfungsi sebagai *power supply* utama dari sistem pengaman brankas. Dimana rangkaian utama yang disuplai adalah mikrokontroler dan motor *touch sensor*
- Mikrokontroler, Mikrokontroler pada sistem ini merupakan komponen yang mengatur kerja dari sistem
- Motor DC; Motor dc berfungsi sebagai penggerak pintu pada sistem pengaman brankas
- LCD; Menampilkan data dari sebuah program mikrokontroler dan memonitoring apa sandi yang dimasukkan salah atau tidak.

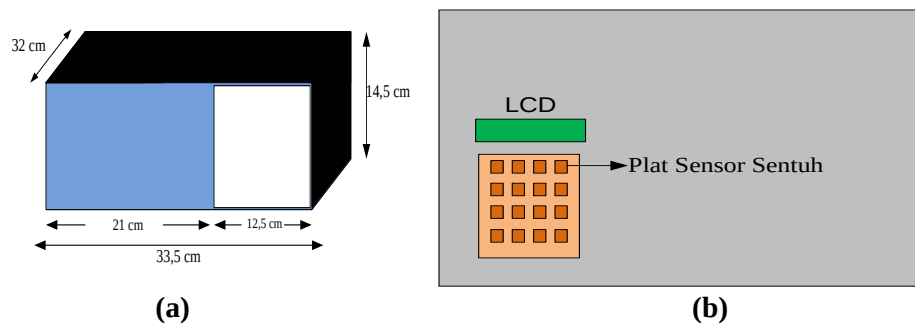
3. Hasil Dan Pengujian

3.1 Sistem Mekanik

Mekanik merupakan alat peraga yang menggerakkan motor untuk membuka dan menutup pintu brankas yang sudah dikontrol. Dalam tahap pembuatan sistem mekanik terdapat beberapa bagian yang perlu diperhatikan. Berikut adalah tahap dalam pembuatan mekanik.

a. Kerangka Utama Brankas

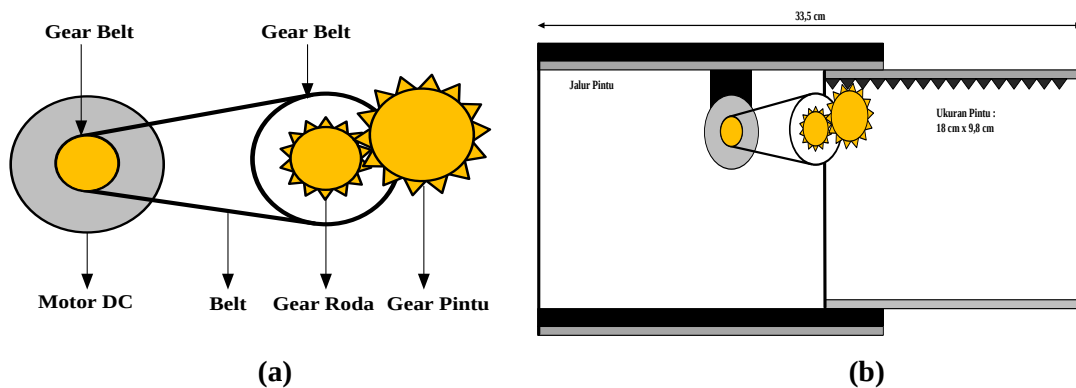
Brankas ini memiliki dimensi panjang 33,5cm, lebar 14,5cm, tinggi 14,5cm dan berat 1970gram. Sedangkan bahan yang digunakan untuk membuat brankas ini adalah plat dengan ketebalan 0,4mm dan untuk kerangkanya menggunakan kerangka plat berat 0,8gram. Brankas pada pembuatan alat ini menggunakan satu buah motor DC yang bertujuan sebagai sistem penggerak pintu untuk membuka dan menutup pintu brankas. Dengan memanfaatkan dua buah limit switch sebagai pemutus arus listrik agar motor DC berhenti berputar. Gambar 10 dan gambar 3.1, merupakan gambar kerangka utama brankas.



Gambar 3.1. (a) Pintu brankas tampak depan (b). Brankas nampak atas

B. Mekanik Penggerak Pintu Brankas

Untuk mengatasi masalah dalam menggerakkan pintu brankas agar dapat membuka dan menutup secara otomatis maka digunakan satu buah motor dc. Pada alat ini terdapat dua buah *gear* yang digunakan untuk menggerakkan pintu brankas agar berfungsi membuka dan menutup. Kemudian *belt* berfungsi sebagai penghubung antara *gear* motor dc dan *gear* roda pada pintu agar arah pintu bisa bergerak searah dan satu tujuan atau dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. (a) Mekanik penggerak pintu brankas, (b). Mekanik Pintu

C. Mekanik Pintu

Pintu brankas pada rangkaian tugas akhir ini memanfaatkan sistem kerja yang ada pada sebuah pembuka kaset cd dengan memodifikasinya sedikit sehingga dapat digunakan sebagai pintu brankas yang dapat dikontrol untuk membuka dan menutup secara otomatis. Bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatan pintu brankas ini menggunakan akrilik dengan ketebalan 3mm. Pintu brankas ini memiliki jalur tersendiri untuk pergerakan membuka dan menutup selain itu juga untuk menahan pintu agar tetap seimbang dalam pergerakannya.

D. Bagian Hardware

Sebuah pintu brankas tentunya terdapat rangkaian *hardware* sebagai pengontrol gerak pintu untuk membuka dan menutup. Dalam pembuatan alat ini terdapat rangkaian *hardware* seperti rangkaian *touch sensor*, sistem minimum mikrokontroler, rangkaian driver motor DC, dan rangkaian catu daya.

1. Rangkaian Touch Sensor

Touch Sensor merupakan bagian pengontrol pada sistem keamanan pintu brankas. Prinsip kerja dari *touch sensor* itu sendiri seperti sebuah saklar yang memanfaatkan arus listrik dari tubuh manusia. Dalam rangkaian ini hanya menggunakan transistor BC 547 sebagai *switching* untuk menjalankan sistem penyaklaran dari sentuhan tubuh manusia kedalam sensor sentuh tersebut, atau bisa kita lihat pada gambar 3.3



Mikrokontroler yang digunakan pada pembuatan pengaman brankas ini adalah mikrokontroler Atmel Tipe AVR Seri Atmega32. Rangkaian sistem minimum yang dibuat memfungsikan sebagian besar pinnya sebagai input, sehingga pada rangkaian hanya diberi soket untuk menghubungkan ke input atau sensor sentuh. Rangkaian sistem minimum dapat dilihat pada gambar 3.4.



50

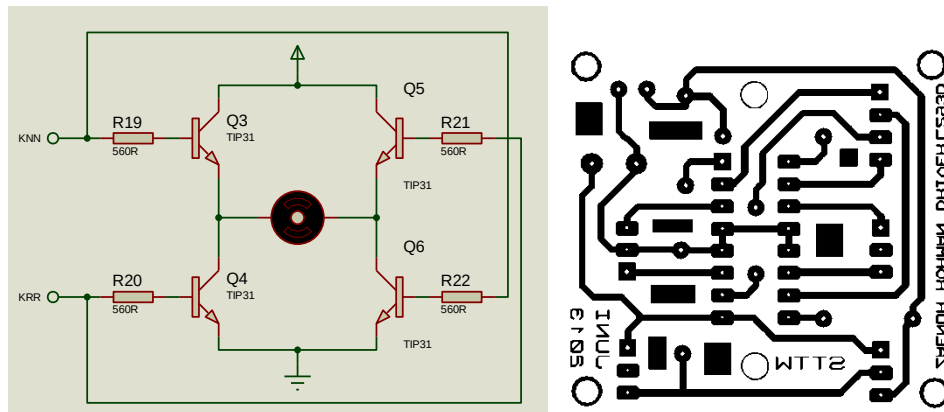
Penggunaan port pada sistem minimum ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Penggunaan Port Pada Mikrokontroler ATmega32

Pin Mikrokontroler Atmega32	Fungsi I/O	Digunakan Untuk
PortA0-PortA7	Output	LCD
PortC0-PortC7	Input	Sensor sentuh
PortD0-PortD7	Input	Sensor Sentuh
PortB (0,1)	Output	Motor DC

3. Rangkaian Driver Motor DC

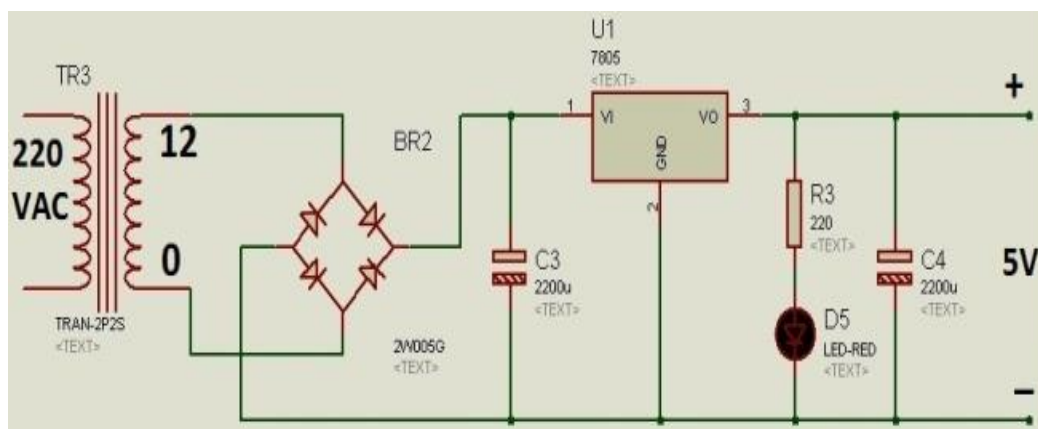
Rangkaian *driver* motor DC digunakan untuk mengendalikan putaran motor DC. Rangkaian ini menggunakan TIP31 dan juga beberapa komponen pendukung lainnya. Pada gambar 3.5 menunjukkan rangkaian *driver* motor DC dan gambar 17 menunjukkan *layout* PCB *driver* motor DC.



Gambar 3.5. (a) Rangkaian driver motor DC, (b). Layout PCB

4. Rangkaian Catu Daya

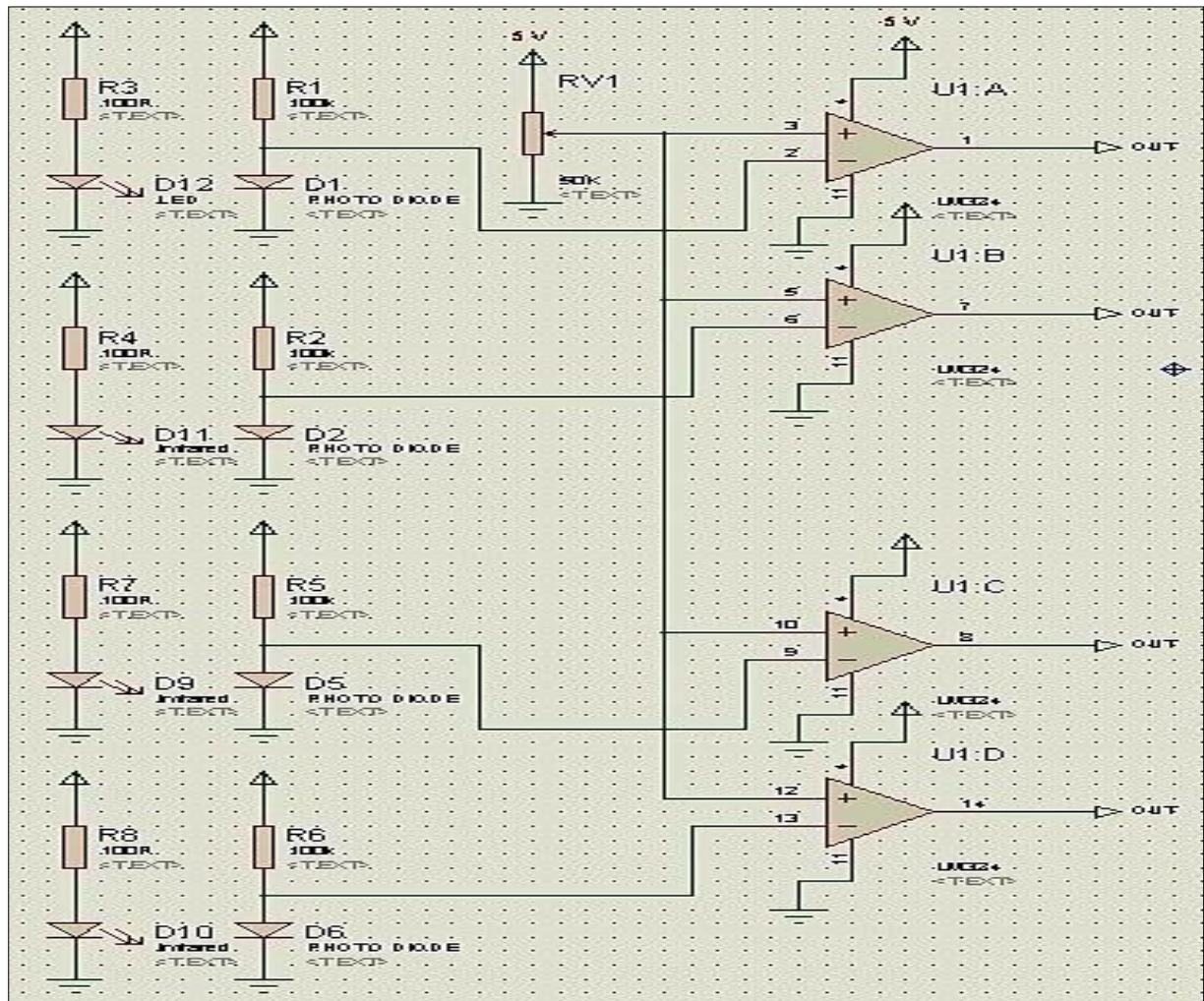
Catu daya atau *power supply* digunakan untuk memberikan daya serta tegangan kedalam perangkat pengaman brankas. Rangkaian ini menggunakan regulator LM7805 dan beberapa pendukung lainnya. Atau bisa dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Rangkaian catu daya

5. Rangkaian Komparator

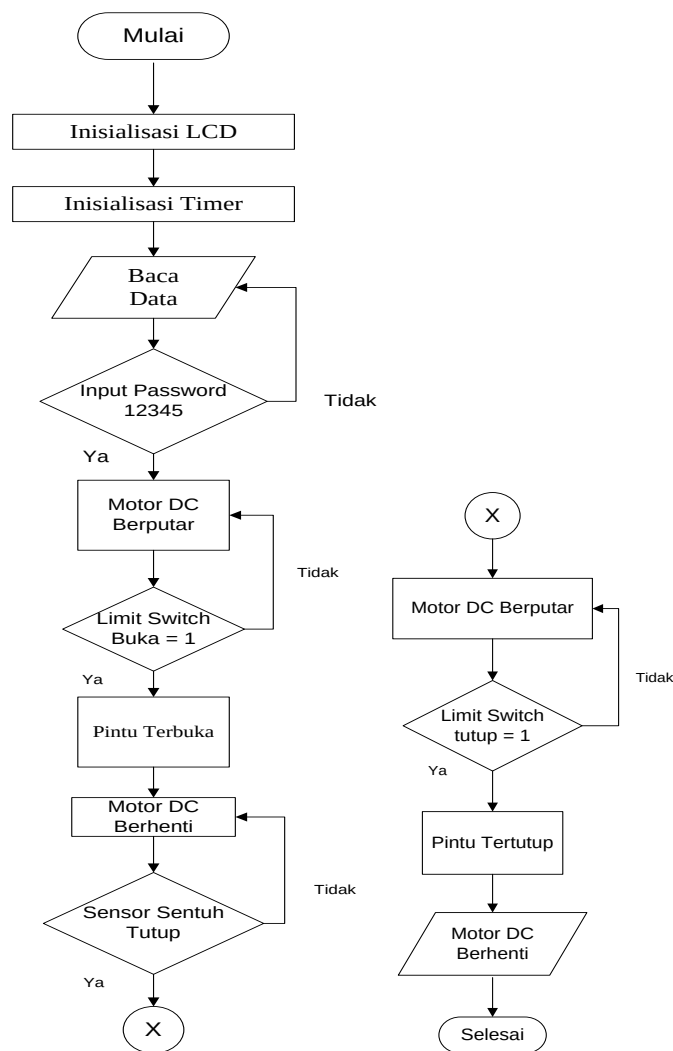
Penggunaan sensor inframerah difungsikan untuk mendeteksi adanya benda yang masuk kedalam brankas, baik itu barang ataupun tangan manusia. Rangkaian sensor inframerah ini menggunakan phototransistor sebagai penerima dan inframerah sebagai pengirim cahaya. Rangkaian ini adalah rangkaian komparator tegangan berupa op-amp (LM324) yang dapat diatur dengan menggunakan potensiometer RV1. Potensiometer RV1 tersebut dapat diatur untuk memberikan tegangan referensi kepada masing-masing op-amp (diparalel) sehingga semua op-amp mendapatkan tegangan referensi yang sama. Rangkaian komparator ditunjukkan pada gambar 3.7 berikut.



Gambar 3.7. Rangkaian komparator

E. Bagian Software

Setelah melakukan penyusunan pada bagian hardware, kemudian dilakukan penyusunan bagian software untuk mengendalikan peralatan yang dibuat. Bahasa pemrograman pada tugas akhir ini adalah dengan menggunakan bahasa C. Proses inisialisasi merupakan hal penting dalam sebuah program, dimana pada saat proses inisialisasi mikrokontroler menseting parameter yang akan digunakan dalam program. Ketika satu parameter tidak diinisialisasi, namun dipakai dalam program maka program tersebut akan terjadi error. Ketelitian pada saat inisialisasi mulai dari pemilihan *chip*, penentuan clock untuk timer, deklarasi *variable*, fungsi dan prosedur juga harus dilakukan dengan teliti. Penggunaan PORT juga harus melewati proses inisialisasi baik penggunaan sebagai input maupun output.



Gambar 3.8. Flowchart buka tutup brankas

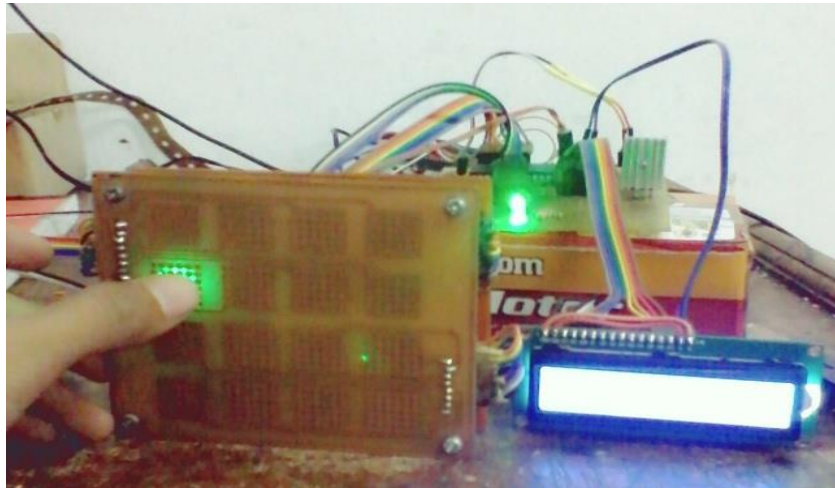
Pada gambar 3.8 menunjukkan bahwa saat keadaan *on* maka LCD akan langsung menampilkan dan memonitor data, kemudian perintah untuk membuka pintu adalah dengan memasukkan kata sandi berjumlah 6 digit. Setelah memasukkan kata sandi yang benar maka motor dc akan berputar dan membuka pintu brankas secara otomatis sampai menyentuh limit switch untuk memutuskan tegangan pada motor dc sehingga motor dc akan berhenti berputar. Untuk menutup pintu brankas hanya dengan menyentuh sensor sentuh perintah untuk menutup pintu, sehingga motor dc akan berputar kearah yang sebaliknya dan menutup pintu sampai menyentuh limit switch sehingga motor berhenti dan menutup pintu brankas. Pada gambar 22 tidak jauh berbeda dengan gambar 21, yang membedakan hanya sistem penutup pintunya yang menggunakan phototransistor untuk mendeteksi adanya barang yang masuk. Kemudian pada saat kondisi phototransistor tidak mendeteksi adanya barang yang masuk dalam 30 detik maka secara otomatis motor dc akan berputar untuk menutup pintu brankas secara otomatis.

F. Pengujian Sistem

Secara garis besar terdapat dua hal yang perlu diujikan yaitu sistem yang mengendalikan dan sistem yang dikendalikan. Sehingga dari pengujian tersebut dapat diketahui beberapa kelemahan dan kekurangan yang ada pada alat tersebut. Sehingga pada pembuatan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) dapat dikembangkan lagi untuk tujuan dan pemanfaatan secara nyata.

1. Pengujian Touch Sensor

Pada pengujian *touch sensor* dilakukan dengan sentuhan-sentuhan pada setiap plat sensor sentuh masing-masing. Ketika terjadi sentuhan antara jari tangan pada sensor sentuh ditandai dengan adanya lampu LED yang menyala dan pada LCD juga akan memonitoring bahwa sensor sentuh tersebut bekerja dengan benar. Untuk pengujian sensor sentuh ditunjukkan pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. Pengujian sensor sentuh

Langkah yang dilakukan dalam pengujian *touch sensor* sebagai berikut:

- Menyiapkan sensor sentuh
- Memasukkan program sensor sentuh yang telah dibuat kedalam mikrokontroler
- Menggabungkan *hardware* yaitu mikro kontroler, LCD, dan sensor sentuh
- Menghidupkan catu daya dan menyentuh plat pada sensor sentuh
- Apabila tidak ada kesalahan maka LCD akan menampilkan hasil yang sesuai dengan apa yang disentuh pada plat sensor sentuh dan lampu Led akan menyala hijau
- Mengulangi percobaan 2-3 kali untuk meyakinkan bahwa tidak ada kesalahan pada sensor sentuh.

2. Pengujian Driver Motor DC

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah driver motor DC dapat mengontrol putaran motor DC dengan baik. Langkah-langkah pengujian sebagai berikut:

- Menyiapkan rangkaian driver motor DC dan 1 buah motor DC
- Menghubungkan kabel ke kaki output IC7805 pada rangkaian driver motor
- Menghubungkan driver motor DC pada tegangan dan diberikan arus tegangan positif (+5DCV) ke pin 1 input menggunakan kabel yang terhubung ke output IC7805
- Mengamati putaran motor DC
- Ulangi langkah d dengan input yang berbeda.

3. Pengujian Rangkaian Komparator

Tabel 3.2. Pengujian jarak deteksi sensor *infrared*

Percobaan ke	Jarak	Led	Keterangan
1	5 cm	Nyala	Baik
2	10 cm	Nyala	Baik
3	15 cm	Nyala	Baik
4	20 cm	Nyala	Baik
5	> 20 cm	Mati	Buruk

a. *Pengujian Rangkaian Mikrokontroler*

Pengujian Rangkaian mikrokontroler bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian mikrokontroler dan programnya bisa berfungsi sesuai dengan perancangan atau tidak sebelum dipasang ke dalam sistem pengaman brankas. Kemudian langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan alat dan bahan
- Menghubungkan downloader ke Port USB PC/Laptop dan ke rangkaian mikrokontroler
- Menghubungkan Rangkaian mikrokontroler dengan baterai
- Memasang masing-masing LED pada Port C pin 0 – pin 3 pada tiap-tiap pin tersebut
- Membuka software AVR Studio kemudian men-download program yang telah dirancang ke dalam mikrokontroler.

Contoh listing program untuk pengujian mikrokontroler sebagai berikut:

```
#include <avr/io.h> //
input/output
#include <avr/signal.h>
#define F_CPU 18000000UL // clock
#include <util/delay.h> // delay

//***** inialisasi aliansi port
#ifndef cbi
#define cbi(sfr, bit) (_SFR_BYTE(sfr) &= ~_BV(bit))
#endif
#ifndef sbi
#define sbi(sfr, bit) (_SFR_BYTE(sfr) |= _BV(bit))
#endif

//*****aliansi port high
#define led1_on sbi (PORTC, PC0)
#define led2_on sbi (PORTC, PC1)
#define led3_on sbi (PORTC, PC2)
#define led4_on sbi (PORTC, PC3)
#define led5_on sbi (PORTC, PC4)
#define led6_on sbi (PORTC, PC5)
#define led7_on sbi (PORTC, PC6)
#define led8_on sbi (PORTC, PC7)

#define led1_of cbi (PORTC, PC0) //aliansi port low
#define led2_of cbi (PORTC, PC1)
#define led3_of cbi (PORTC, PC2)
#define led4_of cbi (PORTC, PC3)
#define led5_of cbi (PORTC, PC4)
#define led6_of cbi (PORTC, PC5)
#define led7_of cbi (PORTC, PC6)
#define led8_of cbi (PORTC, PC7)

//*****Program Utama
void main(void){
DDRA = 0x00;
PORTA = 0xff;
DDRC = 0xff;
```

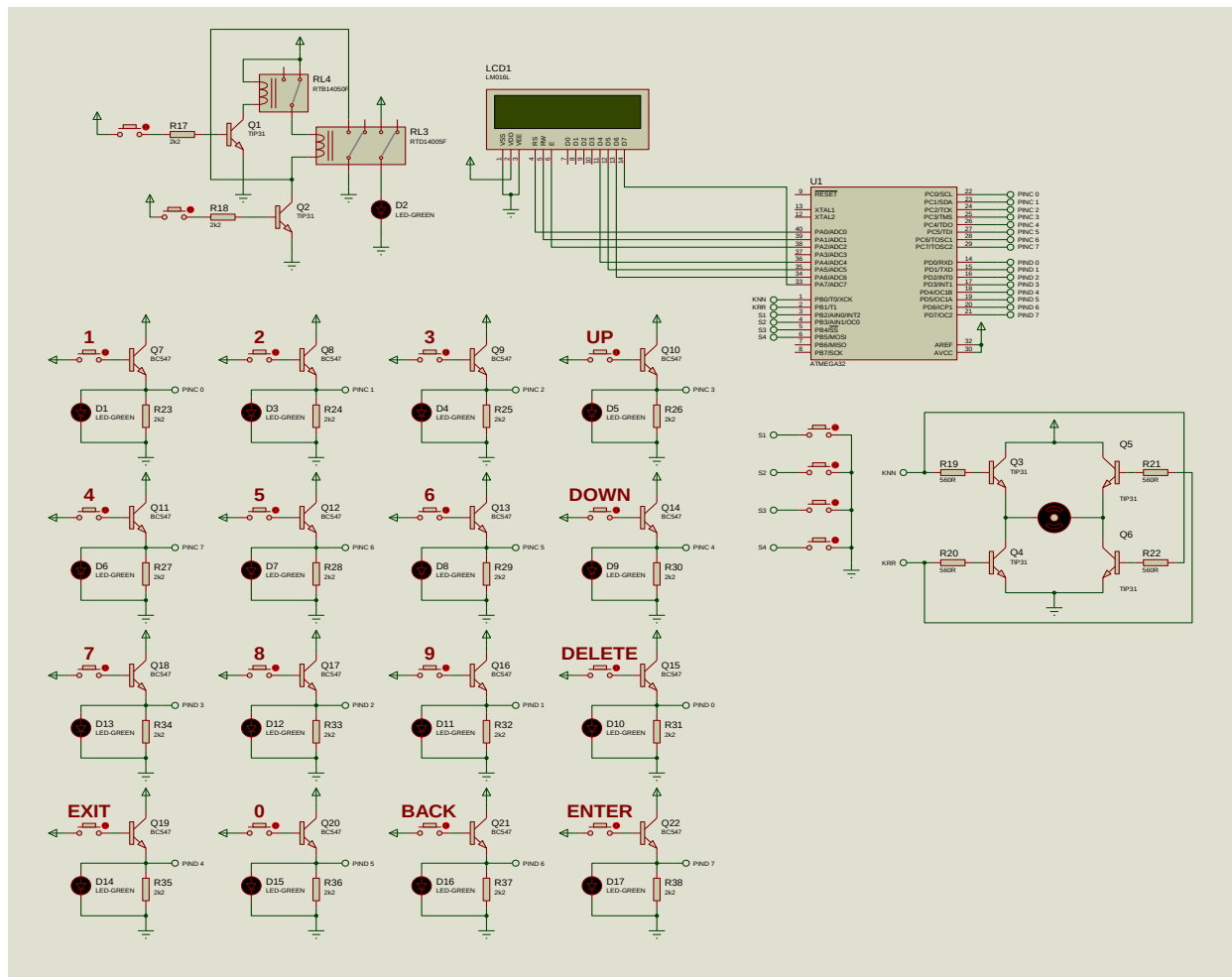
```
PORTC = 0x00;
while (1){
    if ((PINA & 0x01)==0x00){
        led1_on;        //prosedur menyalakan led
    }
    else {
        led1_of;        //prosedur mematikan led
    }
    if ((PINA & 0x02)==0x00){
        led2_on;
    }
    else {
        led2_of;
    }
    if ((PINA & 0x04)==0x00){
        led3_on;
    }
    else {
        led3_of;
    }
    if ((PINA & 0x08)==0x00){
        led4_on;
    }
    else {
        led4_of;
    }
    if ((PINA & 0x08)==0x00){
        led5_on;
    }
    else {
        led5_of;
    }
    if ((PINA & 0x08)==0x00){
        led6_on;
    }
    else {
        led6_of;
    }
    if ((PINA & 0x08)==0x00){
        led7_on;
    }
    else {
        led7_of;
    }
    if ((PINA & 0x08)==0x00){
        led8_on;
    }
    else {
        led8_of;
    }
}
```

- }
}
- Menghubungkan rangkaian pengujian, lalu lakukan pengujian dengan menekan tombol untuk menyalakan led.
 - Mengubah program untuk menukar input dan outputnya
 - Ulangi langkah 4-6
- Hasil pengujian dari rangkaian mikrokontroler ditunjukkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Hasil pengujian mikrokontroler

INPUT	OUTPUT
Tombol PINA.0 ditekan	LED PORTC.0 Menyala
Tombol PINA.1 ditekan	LED PORTC.1 Menyala
Tombol PINA.2 ditekan	LED PORTC.2 Menyala
Tombol PINA.3 ditekan	LED PORTC.3 Menyala
Tombol PINA.4 ditekan	LED PORTC.4 Menyala
Tombol PINA.5 ditekan	LED PORTC.5 Menyala
Tombol PINA.6 ditekan	LED PORTC.6 Menyala
Tombol PINA.7 ditekan	LED PORTC.7 Menyala

Untuk rangkaian secara keseluruhan ditunjukkan pada gambar 3.11. berikut.



Gambar 3.10. Skematik rangkaian keseluruhan

4. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pembuatan dan pengujian yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- a. Sistem pengaman brankas menggunakan *touch sensor* mampu mengoperasikan motor DC untuk membuka dan menutup pintu otomatis dengan memasukkan *password* sebagai pengaman dan sesuai dengan fungsi dan tujuan perancangan.
- b. Perancangan bagian *software* mengacu pada diagram alir (*flow chart*) dan perangkat lunak (*software*) telah dapat mengendalikan sistem dan bekerja sesuai rencana
- c. Jarak maksimal pada sensor pengirim dan penerima dalam rangkaian pengkondisi sinyal adalah sejauh 20 cm.

Referensi

- [1] Texas Instrument. 2004. *L293DDatasheet*. <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/l293d.pdf> Diakses tanggal 13 Maret 2014.
- [2] Diredja, Denny Darmawan, 2010. *Perancangan Sistem Pengaman Pintu Menggunakan RFID TAG Card dan PIN Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega8535*, Konferensi Nasional Sistem dan Informatika 2010; Bali, November 13, 2010.
- [3] Fuad, Rahmat. 2010. *Prototype Pengendalian Rotasi Motor DC Menggunakan Labview 7.1*. Tugas Akhir D3. Universitas Sumatera Utara. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/17511/3/Chapter%20II.pdf> Diakses tanggal 07 Maret 2014.
- [4] Manurung, Dewi Citra. 2012. *Sistem Monitoring Ruangan Menggunakan Kamera Webcam Tipe Sf-1007 Berbasis Rangkaian Elektronik Arduino*.
- [5] Setiawan, Iwan. 2009. **Buku Ajar Sensor dan Transduser**. In: Sensor dan Transduser. Faculty of Engineering, Diponegoro University.
- [6] Atmel, 2011. *Datasheet Atmega32*. http://www.Atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc8159.pdf. Tanggal akses: 01 Mei 2014..
- [7] Winoto, Ardi. 2008. *Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*. Bandung. Informatika.
- [8] Prima. 2011. *Dasar Pengendalian Putaran Motor DC*.
- [9] <http://blackbox86.blogspot.com/2011/03/dasar-pengendalian-putaran-motor-dc.html>, Diakses tanggal 08 Maret 2014.
- [10] Shafawi, hasbullah. 2012. *Power-Supply-Motor Driver*. <http://hasbullahshafawi.blogspot.com/2011/11/power-supplymotor-driver.html>, Diakses tanggal 13 Maret 2013.
- [11] Motor DC. [http://staff.ui.ac.id/internal/040603019/material/DC MotorPaperandQA.pdf](http://staff.ui.ac.id/internal/040603019/material/DC%20MotorPaperandQA.pdf). Diakses tanggal 25 juni 2016.