

**SISTEM PENGAMAN OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER
AVR ATMEGA 16**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Elektro



Disusun oleh :

Nama : ABDUL GAFUR

No.Mahasiswa : 03524109

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2011

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
SISTEM PENGAMANAN OTOMATIS BERBASIS ATMEGA 16

TUGAS AKHIR



Pembimbing I

Dr. Eng. Hendra Setiawan ST, MT.

Pembimbing II

Dwi Ana Ratnawati ST, M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

SISTEM PENGAMANAN OTOMATIS BERBASIS ATMEGA 16

TUGAS AKHIR

OLEH :
Nama : **ABDUL GAFUR**
No.Mahasiswa : **03 524 109**

Telah di Pertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

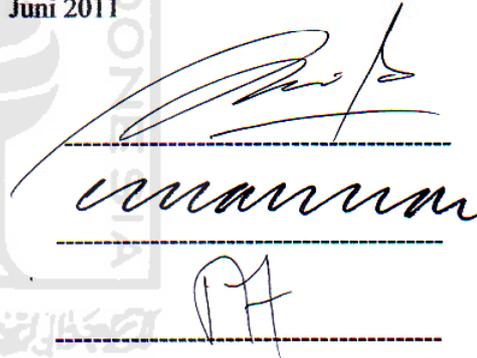
Yogyakarta, Juni 2011

Tim Penguji

Dwi Ana Ratnawati, ST., M.eng.
Ketua

Wahyudi Budi Pramono, ST., M.Eng.
Anggota I

Tito Yuwono, ST., M.Sc.
Anggota II



Three handwritten signatures in blue ink are present, each on a horizontal dashed line. The first signature is the most prominent, followed by a second, and a third, smaller signature below it.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia



(Tito Yuwono S.T., M.Sc.)

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Segala Puji bagi Allah SWT, atas Rahmat , Ridho dan Karunia-Nya
Atas kekuatan dan cahaya terang padaku
Semua cobaan dan kesabaran yang Aku syukuri dari-Nya
Segala sesuatu dalam karya yang sederhana ini dapat terselesaikan dengan
selalu beriman dan bertaqwakepada-Nya*

terima kasih,

Ayahku... dan Bundaku

*Atas segala doa, nasehat , cinta dan kasihnya, pengorbanan, dan
perhatiannya Yang telah diberikan takkan terbalas oleh apapun dan sampai
kapan pun Atas didikan, pengalaman, kepribadian dari yang kalian ajarkan...*

Aku bisa kuat dan berusaha untuk maju sampai sekarang.....

Atas segala doa , perhatiannya serta cinta kasihnya..

Seluruh keluarga besarku

*Atas segala harapan, doa dan dukungan yang diberikan dalam setiap
langkahku*

Sahabat-sahabat dan orang-orang terdekat

Atas segala pengalaman , ketulusan , bantuan dan kebersamaan.

MOTTO

Dan (ingatlah juga), tatkala Tuhanmu memaklumkan ; “Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti kami akan menambah (nikmat) kepadamu, dan jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), Maka Sesungguhnya azab-Ku sangat pedih”

(QS. Ibrahim : 7)

“ Sungguh bersama kesukaran itu pasti ada kemudahan. Sungguh, oleh karena itu jika kamu telah selesai dari suatu tugas, kerjakan tugas lain dengan sungguh-sungguh. Dan hanya kepada Tuhanmulah kehendaknya kamu memohon dan mengharap “

(QS. Asy-Syarh 5-8)

“ Jadilah sabar dan sholat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar “

(Q.S. Al Baqarah ayat 153).

“Manusia yang berguna adalah manusia yang mampu memberikan manfaat untuk orang banyak

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur yang sebesar-besarnya penulis haturkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpah rahmat dan hidayah-Nya, sehingga laporan tugas akhir yang berjudul **“SISTEM PENGAMANAN OTOMATIS BERBASIS ATMEGA16”** dapat terselesaikan dengan baik. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari bahwa dalam masa pembuatan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu ada dalam setiap niat dan pekerjaan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini, dan dengan izin dan kuasa-Nya di berikan kesempatan dan kemudahan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Nabi Muhammad SAW, yang membawa umatnya dari zaman kegelapan sampai zaman terang menderang sampai saat ini kita rasakan.

3. Ayahanda Baginda Guna Pohan dan Sanum Ritonga yang senantiasa memberikan dukungan baik moril maupun materil dan do'a. yang selalu memberikan kasih sayang yang tiada tara.
4. Ibu Dwi Ana Ratnawati ST, M.Eng, selaku Dosen pembimbing I, yang selalu memberikan arahan dan bimbingannya dalam pembuatan alat dan laporan tugas akhir.
5. Dr. Eng. Hendra Setiawan ST,MT, selaku dosen pembimbing II dan dosen Pengampu Akademik, yang telah memberikan saran dan masukan selama dalam pembuatan laporan tugas akhir.
6. Istri yang selalu memberikan semangat dan dorongan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir.
7. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, yang telah memberikan ilmu selama penulis duduk dibangku kuliah.
8. Rekan-rekan yang selalu mendukung dan membantu, serta teman teman angkatan 2003 dan terimakasih kepada sigit yang membantu memberikan ide dan bantuan selama dalam pembuatan alat dan laporan tugas akhir ini.
9. Serta semua pihak yang telah membantu, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan, yang ada pada laporan tugas akhir ini. Sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dan mengembangkan.

Akhir kata penulis sampaikan pula harapan semoga Tugas akhir ini dapat memberi manfaat yang cukup berarti khususnya bagi penulis dan bagi pembaca pada umumnya. Semoga Allah SWT senantiasa selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Amiin.

wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh



Yogyakarta, Juli 2011

(ABDUL GAFUR)

ABSTRAK

Sistem keamanan saat ini semakin dibutuhkan yang di karenakan semakin banyak nya modus kejahatan yang banyak terjadi di mana-mana, baik di tempat yang sepi maupun di tempat yang ramai kejahatan bisa terjadi disini setiap individu di tuntutan untuk dapat waspada dan menjaga keamanan baik diri sendiri maupun harta. Dengan adanya permasalahan tersebut dibutuhkan sebuah sistem keamanan secara otomatis dengan bantuan mikrokontroler sebagai pengendali keadaan sekitar yang akan di amankan dari kejahatan. Mikrokontroler yang saat ini berkembang pesat dan berbagai jenis nya di sesuaikan dengan kebutuhan alat yang akan di buat. Mikrokontroler Atmega 16 yang akan digunakan sudah dikategorikan cukup untuk rancangan alat *coil gun*.

Penelitian dan perancangan sebuah *coil gun* telah banyak dilakukan oleh berbagai kalangan, perancangan dan penelitian ini salah satunya untuk menciptakan sebuah persenjataan yang memiliki biaya rendah. Pada penelitian ini dirancang sebuah *coil gun* sebagai alat pengaman sederhana dengan mengkombinasikan dengan sensor ultrasonik SRF04 sebagai detektor keberadaan objek yang akan di tembak. untuk menggerakkan *coil gun* yang disupply arus dari kapasitor bank. Metode pengumpulan data yang digunakan sebagai metodologi pada penulisan ini yaitu penelitian alat. Berdasarkan hasil uji coba yang sudah dilakukan, baik kinerja sensor ultrasonik maupun kinerja *coil gun* secara keseluruhan berjalan dengan baik. Hasil yang didapatkan yaitu terlontarnya proyektil dengan kecepatan rendah yang tidak mematikan ketika sinyal ultrasonik sebagai detektor pintu yang di buka paksa. Dan dengan menggunakan proyektil sepanjang 7 cm dan bermasa 12 gram dapat menghasilkan kecepatan sebesar 3,5 meter per detik.

Kata kunci : sensor jarak, Coil Gun, kapasitor bank

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	.....	iv
MOTTO	.....	v
KATA PENGANTAR	.....	vi
ABSTRAKSI	.....	ix
DAFTAR ISI	.....	x
DAFTAR TABEL	.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN		
1.1 Latar Belakang	.....	1
1.2 Rumusan Masalah	.....	1
1.3 Batasan Masalah	.....	2
1.4 Tujuan Tugas Akhir	.....	2
1.5 Sistematika Penulisan	.....	3

Bab II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Studi Pustaka	5
2.2	Mikrokontroler	6
2.2.1.	Arsitektur Mikrokontroler Atmega16	7
2.2.2.	Fitur Atmega16	8
2.2.3.	Konfigurasi Atmega16	9
2.3	Sensor Jarak (SRF 04 Devantec Ring Finder)	11
2.4	LCD M162	14
2.5	Relay	15
2.6	Sistem Senjata Elektronik (Coil Gun)	16
2.6.1	Inductor	17
2.6.2	Dasar Elektronika	22
2.6.2.1	Hukum Bios Savart	22
2.6.2.2	Hukum Ampere	24
2.6.2.3	Medan Solenoid	25
2.6.2.4	Induksi Magnetik	25
2.6.2.5	Daya Lontar Pada Partikel	26
2.7	Kapasitor Bank	27

Bab III. PERANCANGAN SISTEM

3.1.	Perancangan Alat	29
3.2.	Perancangan Perangkat Keras	30

3.2.1.	Sensor Ultrasonik SRF04	30
3.2.2.	Rangkaian Penampil LCD	31
3.2.3.	Mikrokontroler ATmega16	31
3.2.4	Relay	34
3.2.5	Kapasitor Bank	36
3.2.6	Coil Gun	37
3.2.7	Catu Daya	38
3.3	Perancangan Program	39
3.3.1	Program Rutin Membaca Jarak	40
3.3.2	Program Printah Output	42
3.3.3	Program Keseluruhan Sistem	44

BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1.	Hasil Perancangan Perangkat Keras	48
4.1.1	Gambar Rangkaian Secara Keseluruhan	48
4.2.	Hasil Pengujian dan Perhitungan	49
4.2.1	Pengujian Sensor Ultrasonik SRF04	49
4.2.2	Hasil Pengujian Coil Gun	51
4.2.3	Pengujian Variabel	55
4.2.4	Induktansi Lilitan Coil Gun	56
4.2.5	Energi pada Lilitan	57
4.2.6	Induksi Magnet	58

BAB V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan	59
5.2. Saran	59

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Konfigurasi pin ATmega16	10
Tabel 2.2. Rumus rumus Induktansi	20
Tabel 2.3. Sistem Unit Hukum Sommerfield	22
Tabel 4.1. Data Pengukuran Sensor SRF-04	51
Tabel 4.2. Perbandingan Kecepatan dan masa Proyektil	54
Tabel 4.3. Pengujian dengan Proyektil 12 gram	55



DAFTAR GAMBAR

Gambar.2.1. Arsitekture AVR ATmega16	7
Gambar.2.2 Pin Mikrokontroler ATmega16	9
Gambar.2.3 Sensor Jarak SRF 04	12
Gambar.2.4 Pulsa Pantul Pada Diding	13
Gambar.2.5 Timing Diagram SRF04	14
Gambar.2.6 Desain Coil Gun Sederhana	16
Gambar.2.7 Grafik Hukum Bios Savart	22
Gambar.2.8 Medan Magnet dan Hubungan dengan Arus	23
Gambar.2.9 Medan Magnet Sirkuler	24
Gambar.2.10 Arus Pada benda bergerak dan kuat medan magnet	30
Gambar.2.11 Kapasitor Bank	28
Gambar.3.1 Diagram Blok Sistem	29
Gambar 3.2 Skematik LCD	31
Gambar.3.2 Skematik Sistem Minimum AVR	32
Gambar 3.4 Clock Extal dan Kapasitor	33
Gambar 3.5 Tombol Reset	34
Gambar 3.6 Skema Doble Relay	35
Gambar 3.7 Penggunaan Relay pada sistem	35
Gambar 3.8 Rangkaian Transformator dan Kapasitor bank	36
Gambar 3.9 Rangkaian Regulator Power supplay	38
Gambar 3.10 Lembar Kerja Pembuatan Program	40
Gambar 3.11 Flowchart Membaca Sensor jarak	41
Gambar 3.12 Flowchart Perintah Output	42
Gambar 3.13 Flowchart Keseluruhan Program	44
Gambar 4.1 Hasil Pengujian Tampilan LCD	49
Gambar 4.2 Tampilan recording sonsole	52

Gambar 4.3 Tampilan data Kecepatan Proyektil	52
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Kecepatan dan masa Proyektil	54
Gambar 4.5 Grafik kecepatan proyektil	55



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dengan perkembangan teknologi saat ini, terlebih dibidang elektronika, pekerjaan ringan dan monoton tetapi sangat penting dapat digantikan dengan berbagai alat bantu elektronis. Tidak terkecuali dalam hal keamanan, dimana suatu sensor yang dipadukan dengan beberapa senjata elektronis yang sederhana dapat digunakan untuk mengamankan suatu bidang daerah maupun suatu tempat yang penting. Sistem persenjataan otomatis ini dapat digunakan untuk mengamankan suatu daerah yang terbatas luasnya maupun untuk mengamankan tempat penyimpanan yang berisi sesuatu yang penting.

Dengan banyaknya kejadian tentang pencurian dan perampokan akhir akhir ini, kiranya diperlukan suatu sistem sederhana yang tidak membutuhkan dana yang besar untuk mengamankan suatu barang ataupun tempat agar tidak mudah untuk menjadi sasaran dari orang-orang yang tidak bertanggung jawab.

Dari contoh fakta diatas, penulis akhirnya berpikir untuk mengambil judul :

“ Sistem Pengaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega16”

1.2 Rumusan masalah

Dari latar belakang diatas maka permasalahan diatas dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana memanfaatkan teknologi untuk membuat sebuah sistem pengamanan sederhana?

2. Bagaimana memanfaatkan sistem sensor ultrasonik sebagai alat detektor keberadaan objek yang membuka paksa pada pintu keamanan.
3. Bagaimana merancang dan membuat rangkaian senjata elektronis yang mampu bekerja secara otomatis?

1.3 Batasan masalah

Dengan luasnya permasalahan yang timbul dari rumusan masalah tersebut maka penulis memberi batasan masalah dalam perancangan ini.

Batasan masalah dalam pembuatan tugas akhir ini adalah pembahasan hanya pada perancangan dan pembuatan alat pertahanan otomatis dengan menggunakan sensor ultrasonik sebagai pemicu utama dalam mendeteksi keberadaan objek yang akan di tembak, dengan fungsi dari senjata elektronis adalah untuk mengamankan sebuah brankas dan menembakkan proyektilnya setiap sinyal sensor ultrasonik membuka paksa pintu keamanan.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Merancang dan membuat alat untuk membantu pengamanan suatu benda maupun daerah yang penting. Dengan memanfaatkan teknologi, pengamanan dengan senjata elektronis ini dapat membantu dalam hal pengamanan *brankas* dari para perampok dan pelaku pencurian, serta memperkenalkan dan memfungsikan teknologi senjata elektronis yang jauh lebih aman dan jauh lebih ringan dalam biaya pembuatannya dibandingkan dengan senjata api.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari masing-masing bab yaitu antara lain :

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah yang akan diteliti, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan masalah, manfaat, sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini memuat teori-teori dan rumus-rumus yang berhubungan dengan elektromagnetik sebagai dasar dari senjata elektronis, perbandingan dengan berbagai penelitian lain tentang senjata elektronis (*Coil Gun*) yang telah dilakukan terlebih dahulu, serta prinsip-prinsip kerja dari berbagai komponen yang digunakan dalam perancangan ini

BAB III Perancangan Sistem

Bab ini menjelaskan metode-metode perancangan senjata elektronis yang digunakan, merancang dan menganalisa kinerja serta pengaturan posisi sistem sensor yang digunakan

BAB IV Analisis dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan tentang cara pengujian sistem yang dirancang serta menjelaskan tentang hasil pengujian sistem.

BAB V Penutup

Bab ini memuat kesimpulan-kesimpulan dan saran dari proses perancangan yang telah dilakukan dan juga analisis kerja dari hasil pengujian yang diperoleh dari rancangan sistem.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Pustaka

Berbagai penelitian telah dilakukan oleh sekelompok orang untuk membuat sebuah senjata elektronis yang mampu melumpuhkan sasarannya tetapi tidak mematikan, berbagai macam *prototype* dari senjata elektronis ini telah diciptakan. Seperti yang terdapat dalam situs www.coilgun.eclipse.co.uk.

Dengan didasari penemuan seperti ini, maka dikembangkanlah perancangan tersebut dengan menambahkan otomatisasi pada senjata elektronis ini dengan menambahkan sensor inframerah yang berfungsi sebagai *switching trigger* pada senjata elektronis ini, serta memberikan sistem alarm.

Pada perancangan sebelumnya yaitu dari penelitian dengan judul “*Sistem Pertahanan Otomatis Berbasis Senjata Elektris*” tugas akhir Yudi Handoko. Beberapa faktor kelemahan dalam tugas akhir tersebut sehingga penulis mencoba untuk mengembangkan dari tugas akhir tersebut. Pada alat sebelum nya sensor menggunakan infrared sebagai detektor adanya pembukaan paksa pada pintu, namun kelemahan pada sensor Infrared dapat terpengaruh oleh cahaya luar selain dari sinar infrared karena alat sebelumnya sebagai penangkap sinar infrared menggunakan photodiode, yang mana photodiode prinsip kerjanya dapat dipengaruhi oleh cahaya lain.

Pengembangan dari tugas akhir sebelumnya yaitu dengan mengganti sensor infrared menggunakan sensor jarak SRF04 sebagai detektor pada bagian

pintu dan menambahkan mikrokontroler sebagai pengendali dari keseluruhan sistem elektronik yang di buat.

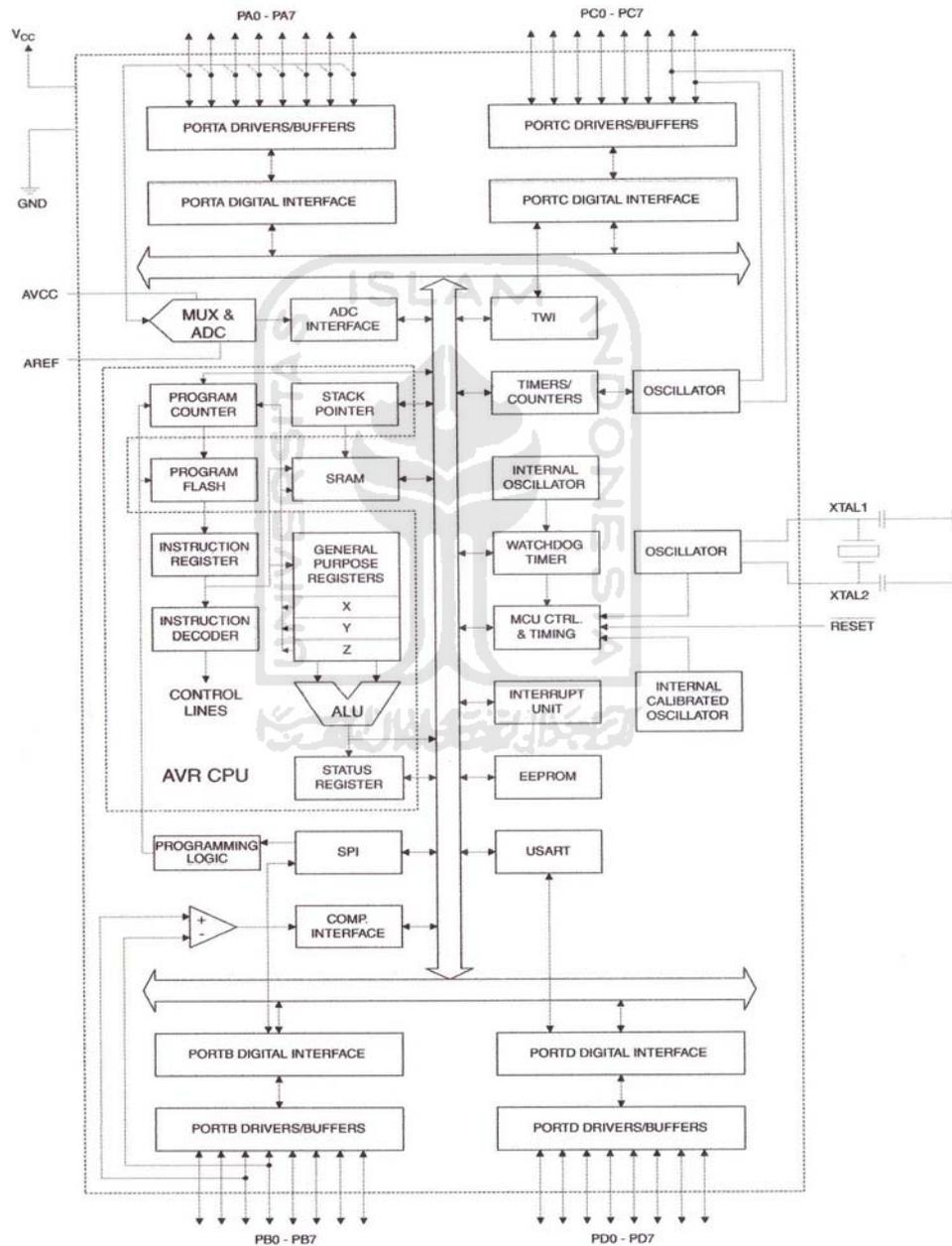
2.2 Mikrokontroler

Perkembangan mikrokontroler telah maju dengan pesat dalam berkembang dunia elektronika, khususnya sistem kendali menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler dengan berbahan semikonduktor dalam penemuan silikon menyebabkan pengembangan dalam bidang ini memberikan kontribusi yang sangat berharga bagi perkembangan teknologi dimasa modern sekarang ini. Pengembangan mikrokontroler yang dikembangkan oleh produsen ATMEL yang telah banyak memberikan kontribusi besar dalam mengembangkan dan memasarkan.

Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan ATmega16, yang merupakan generasi AVR (*Alf and Vegard's Risc Prosesor*). Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur *RISC* 8 bit, dimana dalam setiap instruksi dikemas dalam kode 16-bit (*16-bit works*) dan sebagian besar setiap instruksi dieksekusi dalam 1 siklus clock, dengan demikian banyaknya sintak program dan perhitungan yang dimiliki akan semakin cepat dalam penyelesaiannya. Fitur lain nya adalah memiliki clock internal yang sudah terpasang pada chip ATmega16 dan hal ini akan mempermudah para desainer yang menggunakan kendali mikrokontroler dapat memilih clock internal atau eksternal tergantung kebutuhan.

2.2.1 Arsitektur Mikrokontroler ATmega16

Blok diagram arsitektur ATmega16, hampir sama dengan yang dimiliki mikrokontroler AVR ATmega32, ATmega8535, dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.1. Arsitektur AVR ATmega16

Dari gambar blok diagram tersebut dapat dilihat ATmega16 memiliki :

1. Saluran Input dan output sebanyak 32 buah, yang dibagi menjadi 4 buah PORT yaitu Port A, Port B, Port C, Port D.
2. Memiliki ADC internal 10 bit dalam 8 chanel pada Port A.
3. Memiliki 3 buah *timer / counter* dalam kemampuan pembandingan.
4. CPU yang terdiri atas 32 register.
5. *Wachdog Timer* dengan osilator internal
6. Memori SRAM 2 kbyte
7. Memori Flash 16 kbyte dengan kemampuan *read while write*
8. Memori EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat beroperasi dan dapat diprogram tanpa menggunakan catu daya.
9. Unit interupsi internal dan eksternal.
10. PORT antarmuka SPI
11. Antarmuka komparator Analog
12. PORT USART komunikasi serial.

2.2.2 Fitur ATmega16

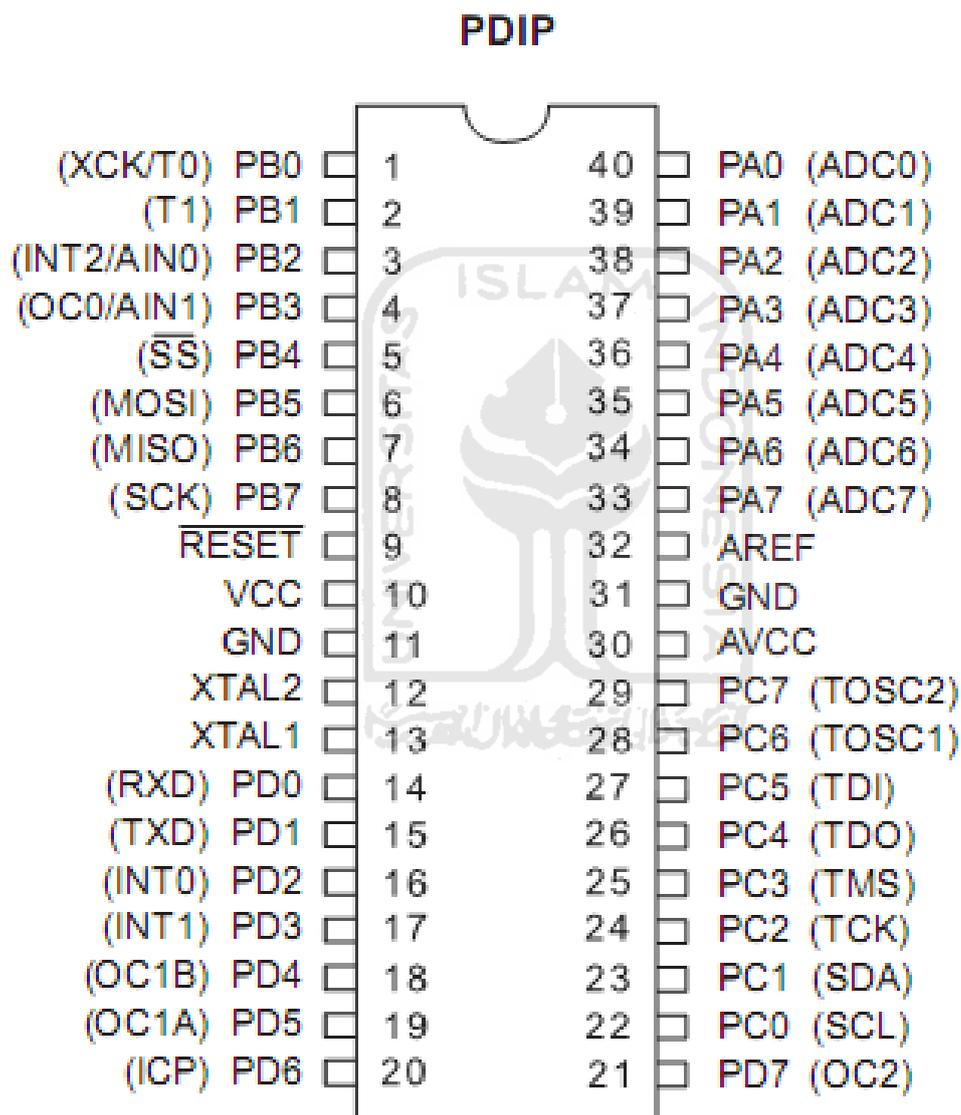
Kapabilitas data dari ATmega16 adalah sebagai berikut:

1. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis *RISC* dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
2. Kapasitas Memori flash 16 kb, SRAM 1024 byte, dan EEPROM 512 byte.
3. ADC 10 bit dalam 8 *chanel* pada Port A.
4. PORT USART komunikasi serial memiliki kecepatan 2,5 Mbps
5. Enam pilihan *mode sleep* untuk menghemat daya listrik.

2.2.3 Konfigurasi Pin ATmega16

Konfigurasi pin mikrokontroler dibagi menjadi 4 port yang terdiri dari Port A, Port B, Port C, Port D, masing masing port memiliki 8 jalur input dan output dan set pada setiap pin menurut kebutuhannya.

Konfigurasi pin Atmega16



Gambar 2.2. Pin Mikrokontroler ATmega16

Dari gambar tersebut dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin :

Tabel 2.1 Konfigurasi pin ATmega16

No Pin	Nama	Fungsi
1	PB0 (XCK/TO)	Port B.0 / <i>Timer-Counter</i> 0 dan <i>clock eksternal</i> untuk USART (XCK)
2	PB1 (T1)	Port B.1 / <i>Timer-Counter</i> 1
3	PB2 (INT2/AIN0)	Port B.2 / <i>Input (+)</i> Analog komparator (AIN0) dan interupsi eksternal 2 (INT2)
4	PB3 (OC0/AIN1)	Port B.3 / <i>Input (-)</i> Analog komparator (AIN1) dan <i>output</i> pembanding <i>timer/counter</i> (OC0)
5	PB4 (SS)	Port B.4 / SPI <i>Slave Select Input</i> (SS)
6	PB5 (MOSI)	Port B.5 / SPI Bus Master <i>Out Slave In</i>
7	PB6 (MISO)	Port B.6 / SPI Bus Master <i>In Slave Out</i>
8	PB7 (SCK)	Port B.7 / sinyal clock serial SPI
9	RESET	Me-reset Mikrokontroler
10	VCC	Catu daya (+)
11	GND	Sinyal ground terhadap catu daya
12 - 13	XTAL 2 - XTAL 1	Sinyal input <i>clock</i> eksternal (kristal)
14	PD0 (RXD)	penerima data serial
15	PD1 (TXD)	pengirim data serial
16	PD2 (INT0)	Interupsi eksternal 0
17	PD3 (INT1)	Interupsi eksternal 1
18	PD4 (OC1B)	Pembanding <i>Timer-Counter</i> 1
19	PD5 (OC1A)	Pembanding <i>Timer-Counter</i>
20	PD6 (ICP1)	<i>Timer-Counter</i> 1 <i>Input</i>
21	PD7 (OC2)	Pembanding <i>Timer-Counter</i> 2
22	PC0 (SCL)	Serial bus clock line
23	PC1 (SDA)	Serial bus data <i>input-output</i>
24 - 27	PC2 – PC5	Tidak ada pin khusus
28	PC6 (TOSC1)	Timer osilator 1
29	PC7 (TOSC2)	Timer osilator 2
30	AVCC	Tegangan ADC
31	GND	Sinyal ground ADC
32	AREFF	Tegangan referensi ADC
33 - 40	PA0 (ADC0) – PA7 (ADC7)	Port A.0 – Port A.7 dan input untuk ADC (8 channel : ADC0 – ADC7)

2.3 Sensor Jarak (SRF04 Devantec Ring Finder)

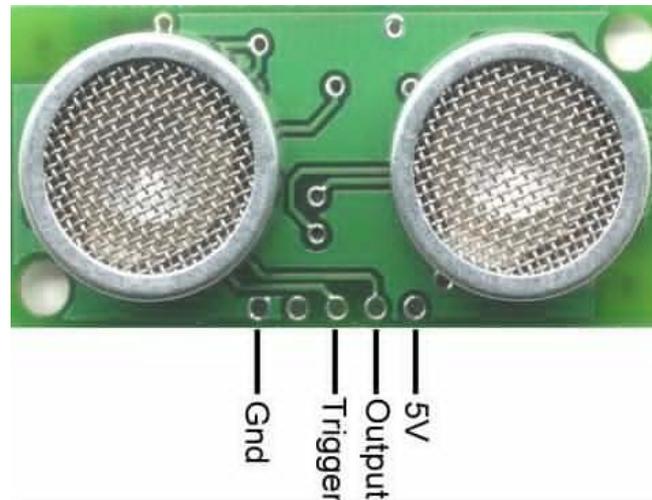
Sensor jarak menggunakan SRF04 dengan memanfaatkan pantulan suara ultrasonik yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik, sensor yang tidak terpengaruh oleh cahaya, magnet dan suara. Walaupun sensor ini memanfaatkan suara namun dalam prosesnya sensor ultrasonik menggunakan frekuensi tertentu dan dilengkapi komponen pemfilter suara sehingga suara yang tidak akan terpengaruh oleh suara yang biasa didengar oleh telinga manusia.

Pembagian frekuensi suara dapat dibedakan menjadi 3 bagian yaitu :

1. Suara Infrasonik : suara kurang dari 20 Hz
2. Suara Audio : suara sekitar 20 Hz sampai dengan 20 KHz
3. Suara Ultrasonik : suara yang lebih dari 20 kHz

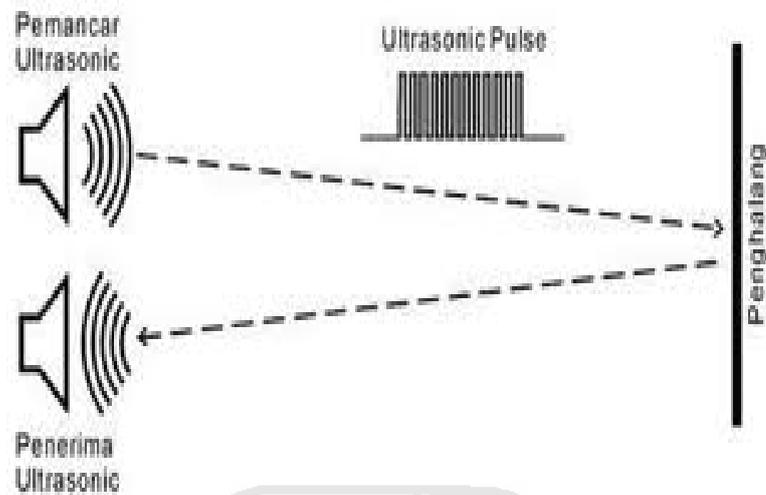
Telinga manusia hanya mampu mendengar suara dalam rentang frekuensi antara 20Hz sampai dengan 20kHz. Sedangkan sensor SRF04 menggunakan suara ultrasonik 40kHz sehingga dalam frekuensi ini sensor tidak terganggu oleh suara audio, dan tidak mengganggu indra pendengaran manusia.

Sensor merupakan piranti yang dapat mengubah besaran tertentu yang ada di lingkungan sekitar menjadi besaran lain yang dapat dibaca oleh transduser. Sensor ultrasonik adalah salah satu alat yang dapat memancarkan gelombang suara ultrasonik dan menerima kembali gelombang tersebut jika terjadi pantulan dari gelombang yang dipancarkan. Dengan pemanfaatan pantulan ini kita dapat menentukan jarak antara sensor dengan media pemantulan gelombang ultrasonik yang dipancarkan.



Gambar 2.3 Sensor jarak SRF04

Sensor SRF04 dapat dikelompokkan dalam sensor jarak yang akurat dalam pembacaan jarak yang memiliki keakuratan minimal ± 4 cm dan jarak maksimal 300 cm, sensor ini tidak terpengaruh pada cermin jika dibandingkan dengan sensor PING buatan Parallax. Pada sensor ini memiliki 2 buah I/O yang terpisah, yaitu terminal *Triger* atau pemicu gelombang ultrasonik 40 kHz dan terminal output pantulan penerima yang menghasilkan besaran elektris tertentu. Gelombang suara sebesar 40 kHz akan dipancarkan selama 200 μ s. Suara ini akan merambat diudara 344,424 m/detik (atau 1 cm setiap 29,034 μ s) mengenai suatu objek pantul atau dinding.



Gambar 2.4 Pulsa Pantul pada Dinding

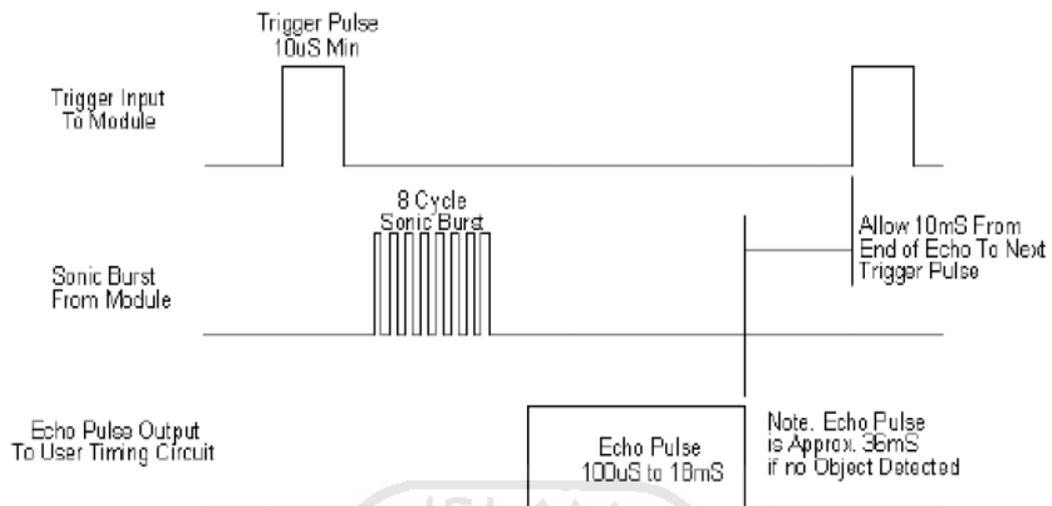
Selama menunggu pulsa pantulan sensor akan menghasilkan sebuah pulsa, pulsa ini akan berhenti (akan berkeadaan *low*) ketika suara pantulan terdeteksi oleh transduser penerima. Dari hasil pantulan tersebut menghasilkan lebar pulsa yang nantinya mikro dapat mengolah lebar pulsa yang dihasilkan oleh transduser penerima dan dikonversi dalam bentuk jarak dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Jarak} = (\text{lebar pulsa} \times 0,034442 \mu\text{s}) / 2 \text{ (dalam ukuran cm)}$$

$$\text{Jarak} = (\text{lebar pulsa} / 29,034 \mu\text{s}) / 2 \text{ (dalam ukuran cm)}$$

$$0,034442\mu\text{s} \text{ dan } 29,034\mu\text{s} \text{ dihasilkan dari } 1 / 29,034\mu\text{s} = 0,034442\mu\text{s}$$

SRF04 Timing Diagram



Gambar 2.5 Timing diagram SRF04

2.4 LCD M162

LCD (*Liquid Cristal Display*) buatan TOPWAY Instrument Inc. Terdiri dari dua bagian, yang pertama merupakan panel LCD sebagai media penampil informasi dalam bentuk huruf/angka dua baris, masing-masing baris bisa menampung 16 huruf/angka.

Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempelkan dibalik panel LCD, berfungsi untuk mengatur tampilan informasi serta berfungsi mengatur komunikasi M1632 dengan mikrokontroler yang memakai tampilan LCD tersebut. Dengan demikian pemakaian M1632 menjadi sederhana, sistem lain yang memakai M1632 cukup mengirimkan kode-kode ASCII dari informasi yang ditampilkan seperti layaknya memakai sebuah printer.

2.5 Relay

Pada perancangan ini, yang digunakan sebagai saklar adalah relay. Relay merupakan saklar elektromagnetik yang dapat membuka dan menutup arus listrik. Selain digunakan sebagai saklar, relay juga berfungsi sebagai isolator (pemisah) antara rangkaian digital yang bertegangan rendah dengan rangkaian listrik maupun elektronis yang bertegangan tinggi dan berdaya besar (arus yang melewatinya besar), sehingga apabila terjadi hubung singkat (*short*) pada rangkaian listrik maupun elektronis, rangkaian digital tidak rusak.

Pada relay terdapat nilai tegangan yang harus diberikan pada terminal kumparan agar relay dapat bekerja dengan nilai tegangan dan arus maksimum yang dapat melalui terminal saklar. Prinsip kerja relay secara umum adalah jika ada arus listrik yang mengalir dalam kumparan maka inti yang berada ditengah kumparan termagnetisasi, berubah menjadi magnet dan mampu menarik pelat logam (*armature*) yang terpasang pada sebuah tuas berpegas, sehingga terminal-terminal saklar yang awalnya *normally open* akan menutup dan sebaliknya terminal-terminal saklar yang awalnya *normally close* akan membuka.

Berdasarkan arus yang bekerja relay dapat dibedakan menjadi dua, yaitu relay AC dan relay DC. Sedangkan berdasarkan hubungan kontakannya, relay dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu :

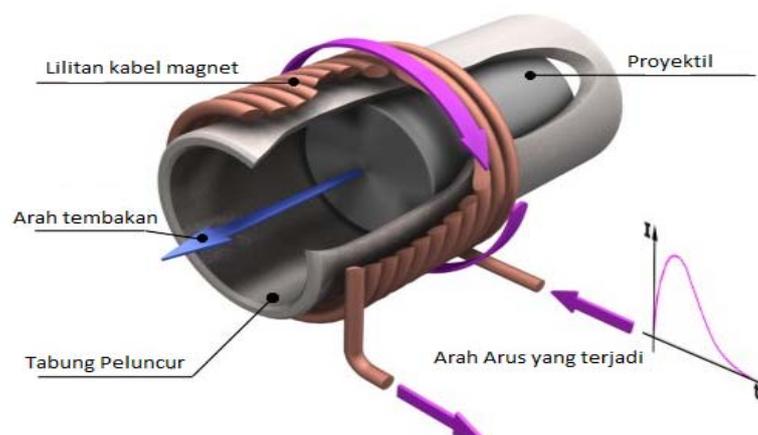
1. Relay dengan jenis SPST (*single-pole, single-throw*), merupakan relay yang hanya menyambungkan sebuah rangkaian listrik tunggal dan berada dalam keadaan menutup dan membuka.

2. Relay dengan jenis SPDT (*single-pole, double-throw*), merupakan relay yang bekerja secara dua arah (jalur arus bersama).
3. Relay dengan jenis DPDT (*double-pole, double-throw*), merupakan relay yang dapat digunakan untuk menyambungkan dua rangkaian pada saat yang bersamaan.

Di dalam rangkaian ini, digunakan relay DPDT dengan tegangan DC maksimum untuk pensaklaran sebesar 12 volt, dengan arus 10 A pada tegangan 220 V AC.

2.6 Sistem Senjata Elektronik (*Coil Gun*)

Sebuah coilgun sebenarnya merupakan sebuah *solenoid* lilitan atau induktor yang dapat meluncurkan sebuah proyektil berbahan besi ataupun logam yang terpengaruh oleh magnet dengan cara menggunakan gaya gerak listrik yang akan mengakibatkan gaya magnet yang terjadi dengan memberi *timing* waktu yang sempurna. Dibawah ini merupakan gambar dari desain paling sederhana dari sebuah coilgun



Gambar 2.6 Desain coilgun sederhana

Sebuah kabel magnet dililitkan kepada tabung peluncur yang bersifat *non-conducting* dan kemudian proyektil diposisikan pada bagian belakang tube. Jika sebuah arus dialirkan melalui lilitan maka proyektil akan mengalami akselerasi menuju lilitan dan jika arus pada lilitan dihentikan tepat pada saat proyektil berada pada tengah-tengah lilitan maka proyektil akan terlontarkan dengan kecepatan yang memadai

2.6.1 Induktor

Sebuah induktor atau reaktor adalah sebuah komponen elektronika pasif (kebanyakan berbentuk torus) yang dapat menyimpan energi pada medan magnet yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melintasinya. Kemampuan induktor untuk menyimpan energi magnet ditentukan oleh induktansinya, dalam satuan Henry. Biasanya sebuah induktor adalah sebuah kawat penghantar yang dibentuk menjadi kumparan, lilitan membantu membuat medan magnet yang kuat didalam kumparan dikarenakan hukum induksi Faraday. Induktor adalah salah satu komponen elektronik dasar yang digunakan dalam rangkaian yang arus dan tegangannya berubah-ubah dikarenakan kemampuan induktor untuk memproses arus bolak-balik.

Sebuah induktor ideal memiliki induktansi, tetapi tanpa resistansi atau kapasitansi, dan tidak memboroskan daya. Sebuah induktor pada kenyataanya merupakan gabungan dari induktansi, beberapa resistansi karena resistivitas kawat, dan beberapa kapasitansi. Pada suatu frekuensi, induktor dapat menjadi

sirkuit resonansi karena kapasitas parasitnya. Selain memboroskan daya pada resistansi kawat, induktor berinti magnet juga memboroskan daya didalam inti karena efek histeresis, dan pada arus tinggi mungkin mengalami nonlinearitas karena penjenuhan.

Induktansi (L) (diukur dalam Henry) adalah efek dari medan magnet yang terbentuk disekitar konduktor pembawa arus yang bersifat menahan perubahan arus. Arus listrik yang melewati konduktor membuat medan magnet sebanding dengan besar arus. Perubahan dalam arus menyebabkan perubahan medan magnet yang mengakibatkan gaya elektromotif lawan melalui GGL induksi yang bersifat menentang perubahan arus. Induktansi diukur berdasarkan jumlah gaya elektromotif yang ditimbulkan untuk setiap perubahan arus terhadap waktu. Sebagai contoh, sebuah induktor dengan induktansi 1 Henry menimbulkan gaya elektromotif sebesar 1 volt saat arus dalam induktor berubah dengan kecepatan 1 ampere setiap sekon. Jumlah lilitan, ukuran lilitan, dan material inti menentukan induktansi.

Sebuah induktor ideal tidak menimbulkan kerugian terhadap arus yang melewati lilitan. Tetapi, induktor pada umumnya memiliki resistansi lilitan dari kawat yang digunakan untuk lilitan. Karena resistansi lilitan terlihat berderet dengan induktor, ini sering disebut resistansi deret. Resistansi deret induktor mengubah arus listrik menjadi bahan yang menyebabkan pengurangan kualitas induktif. Faktor kualitas atau "Q" dari sebuah induktor adalah perbandingan reaktansi induktif dan resistansi deret pada frekuensi tertentu, dan ini merupakan

efisiensi induktor. Semakin tinggi faktor Q dari induktor, induktor tersebut semakin mendekati induktor ideal tanpa kerugian.

Faktor Q dari sebuah induktor dapat diketahui dari rumus berikut, dimana R merupakan resistansi internal dan ωL adalah resistansi kapasitif atau induktif pada resonansi:

$$Q = \frac{\omega L}{R} \dots\dots\dots 2.2$$

Dengan menggunakan inti feromagnetik, induktansi dapat ditingkatkan untuk jumlah tembaga yang sama, sehingga meningkatkan faktor Q. Inti juga memberikan kerugian pada frekuensi tinggi. Bahan inti khusus dipilih untuk hasil terbaik untuk jalur frekuensi tersebut. Pada VHF atau frekuensi yang lebih tinggi, inti udara sebaiknya digunakan. Lilitan induktor pada inti feromagnetik mungkin jenuh pada arus tinggi, menyebabkan pengurangan induktansi dan faktor Q yang sangat signifikan. Hal ini dapat dihindari dengan menggunakan induktor inti udara. Sebuah induktor inti udara yang didesain dengan baik dapat memiliki faktor Q hingga beberapa ratus.

Sebuah kondensator nyaris ideal (faktor Q mendekati tak terhingga) dapat dibuat dengan membuat lilitan dari kawat superkonduktor pada helium atau nitrogen cair. Ini membuat resistansi kawat menjadi nol. Karena induktor superkonduktor hampir tanpa kerugian, ini dapat menyimpan sejumlah besar energi listrik dalam lilitannya.

Tabel 2.2 Rumus-rumus Induktansi

Konstruksi	Rumus	Besaran (SI, kecuali disebutkan khusus)
Lilitan silinder	$L = \frac{\mu_0 K N^2 \pi r^2}{l}$	<p>L = Induktansi</p> <p>μ_0 = Permeabilitas ruang hampa</p> <p>K = Koefisien Nagaoka</p> <p>N = Jumlah lilitan</p> <p>r = Jari-jari lilitan</p> <p>l = Panjang lilitan</p>
Kawat lurus	$L = 200l \left(\ln \frac{4l}{d} - 1 \right) 10^{-9}$	<p>L = induktansi</p> <p>l = panjang kawat</p> <p>d = diameter kawat</p>
Lilitan silinder pendek berinti udara	$L = \frac{r^2 N^2}{9r + 10l}$	<p>L = induktansi (μH)</p> <p>r = jari-jari lilitan (in)</p> <p>l = panjang lilitan (in)</p> <p>N = jumlah lilitan</p>
Lilitan berlapis-lapis berinti udara	$L = \frac{0.8r^2 N^2}{6r + 9l + 10d}$	<p>L = induktansi (μH)</p> <p>r = rata-rata jari-jari lilitan (in)</p>

		$l =$ panjang lilitan (in) $N =$ jumlah lilitan $d =$ tebal lilitan (in)
Lilitan spiral datar berinti udara	$L = \frac{r^2 N^2}{(2r + 2.8d) \times 10^5}$	$L =$ induktansi (μH) $r =$ rata-rata jari-jari lilitan (in) $N =$ jumlah lilitan $d =$ tebal lilitan (in)
Inti toroid	$L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2 r^2}{D}$	$L =$ induktansi $\mu_0 =$ permeabilitas vakum $\mu_r =$ permeabilitas relatif bahan inti $N =$ jumlah lilitan $r =$ jari-jari gulungan $D =$ diameter keseluruhan

Energi yang tersimpan di induktor ekuivalen dengan usaha yang dibutuhkan untuk mengalirkan arus melalui induktor, dan juga medan magnet:

$$E = \frac{1}{2} Li^2 \dots\dots\dots 2.3$$

Dimana L adalah induktansi dan I adalah arus yang melalui induktor.

2.6.2 Dasar Elektromagnetik

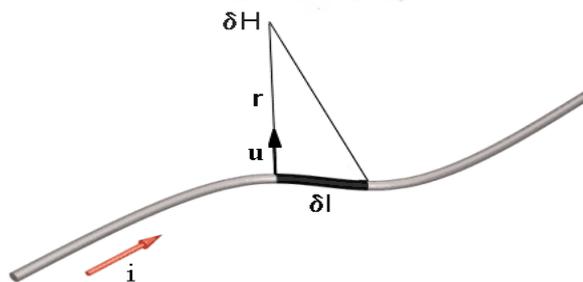
Dalam perancangan kali ini mengikuti hukum sommerfield dengan satuan yang bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.3 Sistem Unit Hukum Sommerfield

Parameter	Satuan	
Medan Magnet	H	Am ⁻¹
Flux	φ	Weber
Induksi Elektromagnetik	B	tesla (T)
Magnetisasi	M	Am ⁻¹
Intensitas Magnet	I	
momentum	m	Am ²

2.6.2.1 Hukum Bios-Savart

Untuk menghitung medan magnet yang dihasilkan dapat digunakan hukum bios savart



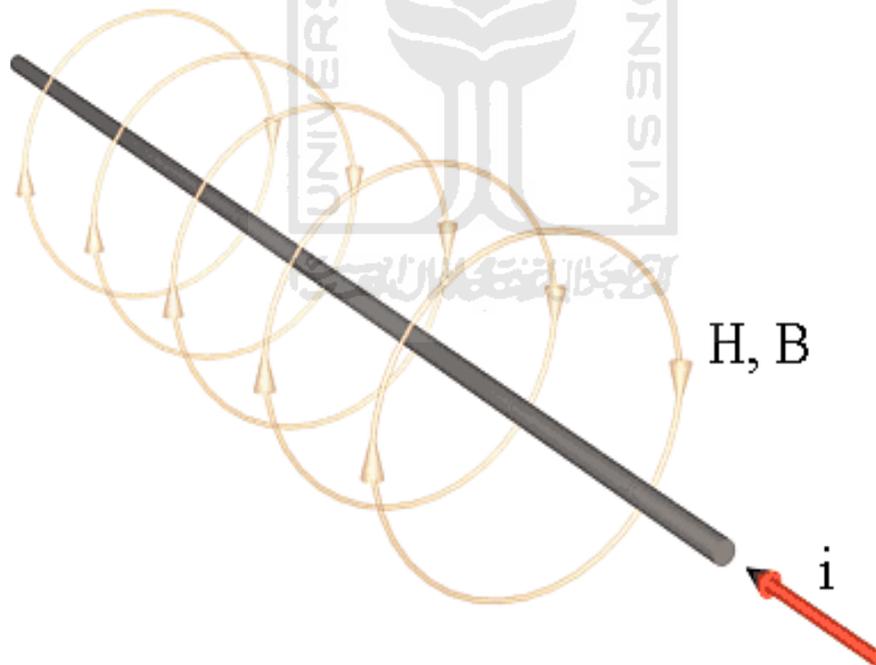
Gambar 2.7 Grafik Hukum Bios Savart

$$\delta H = \frac{1}{4\pi r^2} i \delta l \times u \dots\dots\dots 2.4$$

Dimana δH merupakan komponen medan pada jarak r yang dihasilkan oleh arus yang mengalir pada elemen sepanjang δl . U merupakan satuan vektor yang diarahkan secara radial dari δl .

Kuat medan magnet yang dihasilkan dapat diketahui oleh konfigurasi arus menggunakan hukum ini. Dengan memperhitungkan panjang median (dalam hal ini kabel) yang membawa arus i , dapat dihitung kuat medan pada jarak kabel tertentu. Rumus dasarnya adalah:

$$H = \frac{i}{2\pi r} \text{ Am}^{-1} \dots\dots\dots 2.5$$



Gambar 2.8 Medan magnet dan hubungannya dengan arus

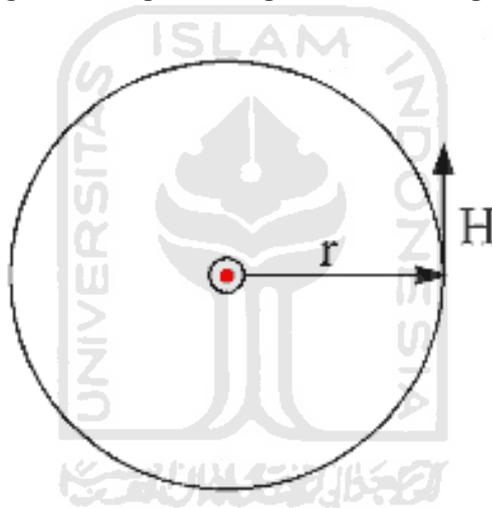
2.6.2.2 Hukum Ampere

Ada sebuah metode alternatif untuk menentukan kuatnya medan magnet pada sebuah rangkaian konduktor, yaitu:

$$Ni = \oint H \cdot dl \quad \dots\dots\dots 2.6$$

Dimana N merupakan jumlah konduktor yang membawa arus i dan l merupakan garis vektor.

Dengan melihat panjang kabel, dapat diterapkan hukum ampere sebagai berikut :



Gambar 2.9 Medan magnet sirkular

Medan magnet sirkular dan berisi arus, sehingga h dapat diintegrasikan diantara arus dengan jarak r untuk mendapatkan:

$$i = \oint H \cdot dl$$

$$i = 2\pi r H$$

$$H = \frac{i}{2\pi r} \quad \dots\dots\dots 2.7$$

2.6.2.3 Medan Solenoid

Ketika arus mengalir dalam kumparan, maka hal itu akan menghasilkan medan magnet yang arahnya merupakan arah dari hukum tangan kanan. Arah dari flux magnet bermula dari arah utara dan berakhir hingga ujung selatannya. Medan dan flux magnet membentuk sebuah loop di sekitar kumparan. Perlu diingat bahwa garis ini tidaklah nyata, tetapi hanya merupakan sebuah contoh dari nilai yang sama. Jika solenoid panjang dan tipis maka dapat diperkirakan medan magnet dalam kumparan memiliki nilai yang hampir seragam.

2.6.2.4 Induksi Magnetik

Sebuah medan magnet yang dihasilkan sangat berhubungan dengan besarnya flux magnet, dikenal sebagai induksi magnetik. Induksi B dihubungkan dengan magnet melalui *permeability* median

Besarnya induksi magnetik yang dihasilkan oleh lilitan dapat diperoleh dengan rumus :

$$B = \frac{\mu_0 \cdot iN}{2a} \dots\dots\dots 2.8$$

B = induksi magnetik (wb m⁻²)

μ_0 = $4\pi \times 10^{-7}$ (wb.A⁻¹ m⁻¹)

i = kuat arus (ampere)

a = jari-jari lilitan (meter)

N = jumlah lilitan

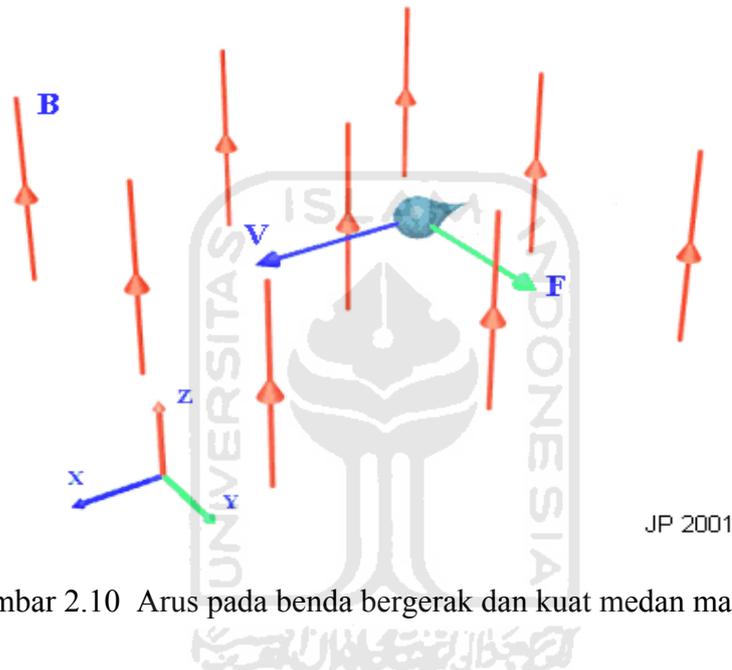
Dimana μ_0 merupakan *permeability* dari ruang kosong. Satuan induksi ini adalah tesla atau wb m⁻².

2.6.2.5 Daya Lontar Pada Partikel

Daya ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B} \quad \dots\dots\dots 2.9$$

Daya ini ditentukan oleh *Vector Cross Product* antara kecepatan \mathbf{v} , induksi magnetis \mathbf{B} dan dengan nilai harga q , misalnya $q = -1.6 \times 10^{-19}$ C, bergerak pada 500m/s dalam suatu induksi magnetik sebesar 0.1T, lihat gambar berikut:



Gambar 2.10 Arus pada benda bergerak dan kuat medan magnet

Daya lontar dapat dihitung seperti berikut:

Vektor kecepatan adalah $500\mathbf{i}$ m/s dan induksi sebesar 0.1 k T, sehingga:

$$\mathbf{v} \times \mathbf{B} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ v_x & v_y & v_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

$$= \begin{vmatrix} i & j & k \\ 500 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.1 \end{vmatrix}$$

$$= -50 j$$

$$\begin{aligned} F &= q v \times B \\ &= (-)1.6 \times 10^{-19} \times (-)50 j \\ &= 8 \times 10^{-18} j N \quad \dots\dots\dots 2.10 \end{aligned}$$

jika tidak ada hal yang menghalangi daya lontar ini maka partikel akan terlontar dengan daya sebesar $8 \times 10^{-18} \text{ j N}$

2.7 Capacitor Bank

Kapasitor adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik, kapasitor digunakan dalam berbagai keperluan dalam dunia elektronika. Kapasitor Bank merupakan rangkaian kapasitor yang digunakan untuk menstabilkan arus ketika ada overload dari beban terhadap sumber tegangan. Kapasitor Bank digunakan sebagai penyuplai arus untuk berbagai alat yang memerlukan suplai daya yang besar tetapi tidak memerlukan arus dan tegangan yang besar tersebut secara kontinyu. Kapasitor bank dalam skala kecil digunakan sebagai pembentuk arus magnet, sebagai generator, laser *pulse*, radar, dan percepatan sebuah partikel, sedangkan dalam skala besar digunakan sebagai pemicu ledakan dalam persenjataan berbasis nuklir dan berbagai senjata lainnya, serta digunakan untuk menyuplai arus pada sistem senjata berbasis elektromagnetik.



Gambar 2.11 Kapasitor bank

Energi yang terdapat dalam kapasitor (joule) dapat diketahui dengan rumus

$$E = \frac{1}{2}qV = \frac{1}{2}CV^2 \dots\dots\dots 2.11$$

Dimana nilai E merupakan energi yang memiliki satuan Joule, q merupakan muatan dengan satuan coulomb, beda tegangan potensial V dengan satuan volt dan C merupakan nilai kapasitansi dalam satuan farad.

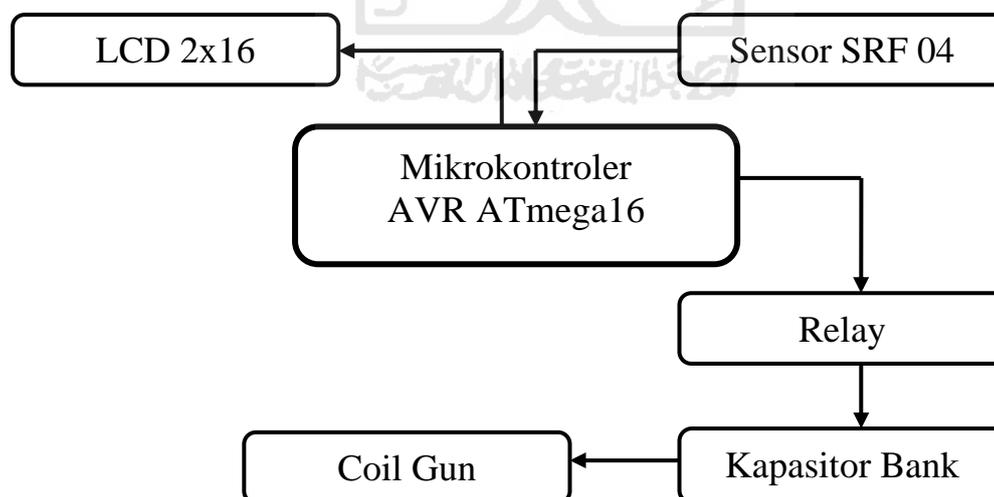
BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan

Alat yang akan dibuat sesuai dengan rumusan masalah dan batas permasalahan dengan menggabungkan beberapa rangkaian utama yang kemudian membentuk suatu sistem pertahanan otomatis berbasis senjata elektronis yang sederhana, sistem terdiri dari 3 bagian utama, yaitu sensor ultrasonik sebagai input masukan yang digabungkan dengan system minimum AVR ATmega16, rangkaian gabungan relay yang berfungsi sebagai *trigger switch* dan sistem senjata elektronis yang menggunakan kapasitor bank dan lilitan sebagai intinya.

Berikut ini merupakan diagram blok gambaran dari perancangan alat yang akan dibuat secara keseluruhan:



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Sistem ini memanfaatkan sensor ultrasonik SRF-04 yang berfungsi sebagai pendeteksi gerakan yang tidak diinginkan, yang kemudian sinyal output dari sensor ultrasonik SRF-04 ini akan diolah oleh mikrokontroler sebagai pengolah data sensor menjadi sebuah output instruksi, jika sensor ultrasonik SRF-04 mendeteksi adanya gerakan membuka paksa pada bagian pintu dengan jarak geser pintu yang sudah disetting maka akan memberikan sebuah perintah untuk mengaktifkan rangkaian relay. Relay yang berfungsi sebagai trigger switch akan menyambungkan kapasitor bank yang sudah terisi penuh kepada lilitan coil gun, yang kemudian akan melontarkan proyektilnya ke arah pintu brankas yang terbuka.

3.2 Perancangan Perangkat Keras

Untuk dapat menjalankan sistem, dibutuhkan penggabungan rangkaian dari beberapa rangkaian, yaitu:

3.2.1 Sensor Ultrasonik SRF-04

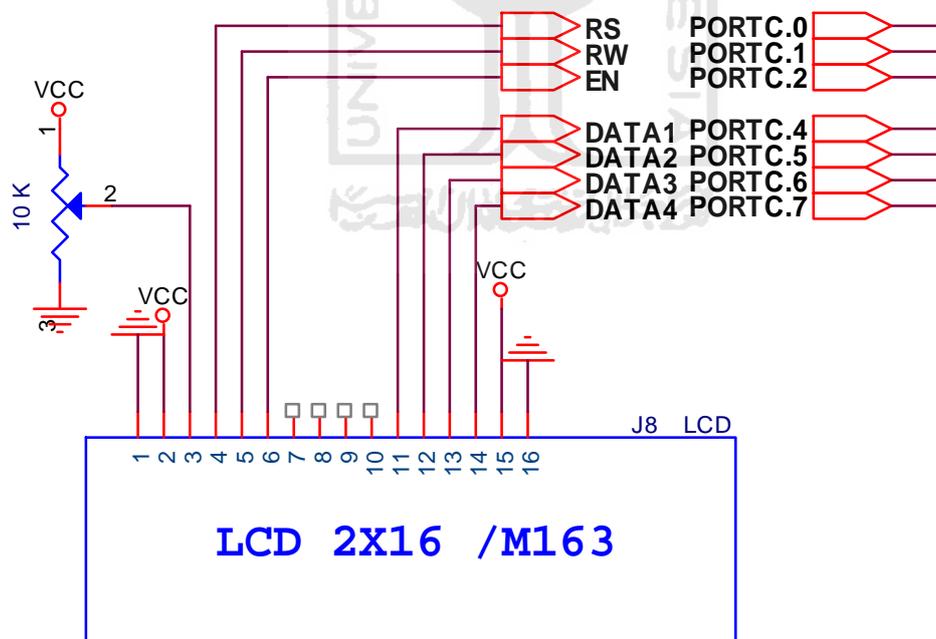
Sesuai perancangan sistem, dibutuhkan sensor ultrasonik SRF-04 untuk mendeteksi adanya gerakan dalam perubahan jarak baca sensor. Sensor ini memiliki karakteristik untuk mendeteksi adanya gerakan atau perubahan jarak pantul sinyal ultrasonik dan kemudian sinyal pantul tersebut diolah dengan mikrokontroler yang di program untuk memberikan intruksi atau perintah untuk melakukan intruksi selanjutnya. Ilustrasi sistem kerja dari sensor jarak SRF-04 pada gambar Gambar 2.4, menunjukkan pantulan suara ultrasonik pada dinding

pintu. Jika pintu berubah posisi atau adanya pergerakan pada bagian pintu maka akan terjadi perubahan pantulan pada penerima sensor ultrasonik.

3.2.2 Rangkaian Penampil LCD

LCD adalah piranti elektronik untuk menampilkan huruf, angka dan simbol, lcd menggunakan 2x16 karakter atau memiliki 2 baris dan 16 kolom untuk tiap baris nya. Piranti LCD digunakan untuk mengkalibrasi jarak sensor terhadap objek pantul pada pintu.

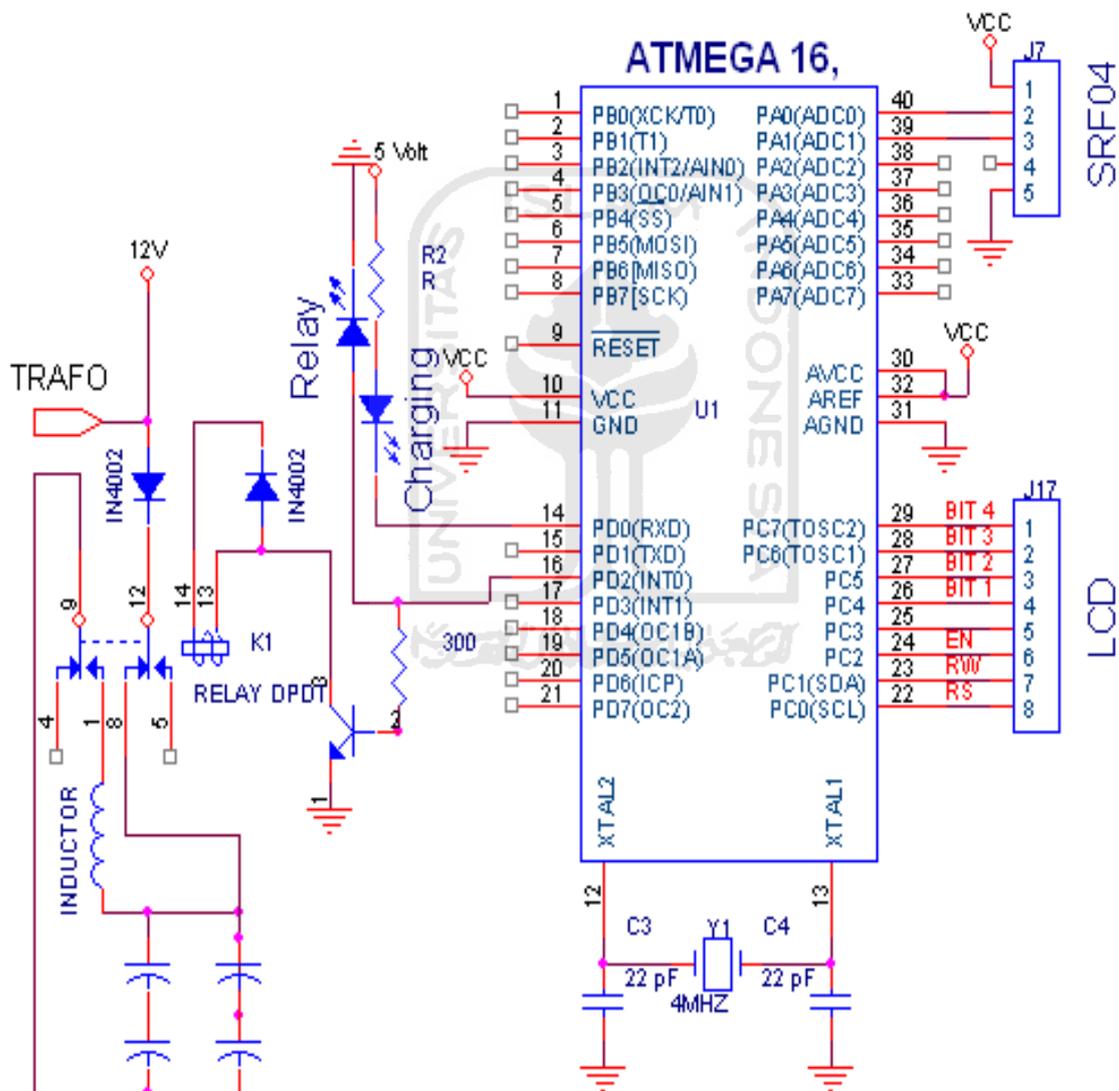
Lcd dikomunikasikan 4 buah jalur data dan 3 buah jalur kontrol RS, RW,EN dan pin data dihubungkan di PORTC.



Gambar 3.2 Skematik LCD

3.2.3 Mikrokontroler ATmega16

Rangkaian yang digunakan pada Pengendalian sistem pengamanan brangkas terdiri dari bagian kontrol yang di program yaitu pada bagian sistem minimum ATmega16, bagian rangkaian pada blok sistem minimum diantara rangkaian osilator, power On/Of, reset, dan beberapa port I/O.

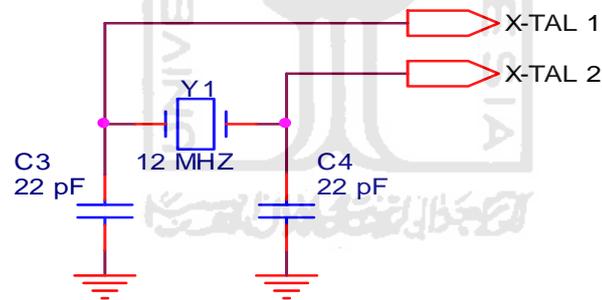


Gambar 3.3 Skematik Sistem Minimum AVR

Keterangan gambar :

Sensor SRF dihubungkan pada PORT.0 dan PORTA.1, sensor SRF-04 membutuhkan 2 buah pin mikrokontroler yang mana masing-masing pin berfungsi sebagai triger atau pemicu dan pin untuk output echo atau sinyal pantul sensor yang akan diolah oleh mikrokontroler. LCD dihubungkan pada PORTC.0 untuk RS, PORTC.1=RW, PORTC.2= ENABLE dan 4 buah jalur data LCD.

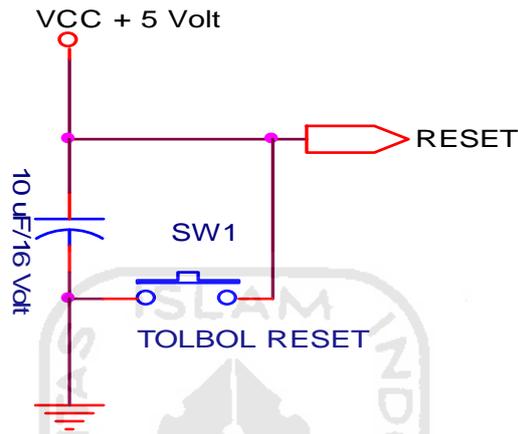
Sistem minimum membutuhkan osilator external sebagai pembangkit clock external yang berfungsi pembangkit dalam mengeksekusi intruksi program yang dituliskan dimemori program. Osilator eksternal menggunakan 11.059200 Hz dengan kapasitor masing 22 pF



Gambar 3.4 Clock Extal dan Kapasitor

Rangkaian *Reset* berfungsi untuk menjaga agar pada pin RST pada mikrokontroler selalu berlogika rendah saat mikro mengeksekusi program. Mikro direset pada transisi dari tegangan *low* ke tegangan *high*. Pada saat pin *reset* bernilai 1 (satu) saat pengisian kapasitor dan bernilai 0 (nol) saat kapasitor penuh. Pada saat sumber diaktifkan kapasitor terhubung singkat sehingga arus mengalir

dari VCC ke pin reset sehingga pin reset bernilai 1 (satu) atau *high*, kemudian kapasitor mengisi ulang sampai nilai tegangan sama dengan VCC. Dengan demikian pin *reset* akan berlogika 0 (nol).



Gambar 3.5 Tombol Reset

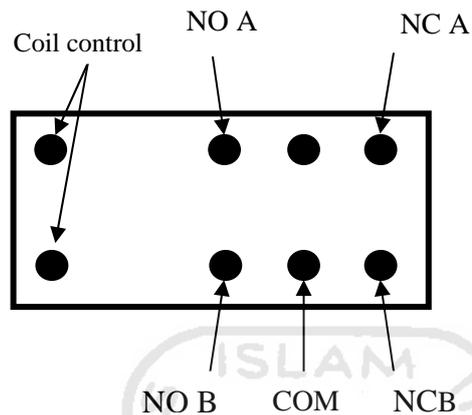
Pada tugas akhir ini, mikrokontroler digunakan sebagai pengolah data utama yang memiliki fungsi pengolah data input dan output. Pin-pin mikrokontroler memiliki fungsi khusus yang mendukung kinerja sistem pengamanan dalam menyelesaikan tugasnya.

3.2.4 Relay

Pada sistem ini, relay digunakan sebagai saklar untuk menghubungkan kapasitor bank dengan coil gun, dan untuk memutus arus recharging kapasitor bank saat muatan listrik yang ada pada kapasitor dilepaskan untuk melontarkan proyektil. Relay yang digunakan jenis DPDT (*Double Pole Double Throw*) yaitu relay yang memiliki dua NO, dua buah NC dan dua buah com dalam 1 buah coil

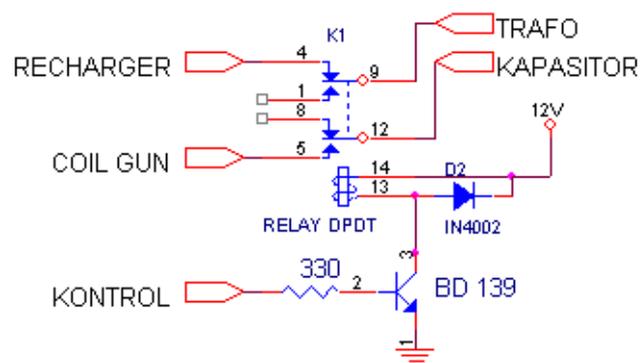
control, artinya jika coil magnet bekerja maka akan terjadi dua buah NO dan NC sekaligus dengan beda COM atau sumber.

Berikut merupakan skema dari relay DPDT



Gambar 3.6 Skema Double Relay

Relay yang digunakan jenis relay 12 Volt, relay ini membutuhkan tegangan 12 Volt untuk menggerakkan coil magnet, sedangkan pada mikrokontroler hanya dapat mengeluarkan tegangan 5 Volt, Agar dapat menggerakkan coil relay membutuhkan saklar swicing menggunakan transistor BD139 sebagai saklar tegangan untuk menyuplay tegangan ke relay yang akan dikendalikan.

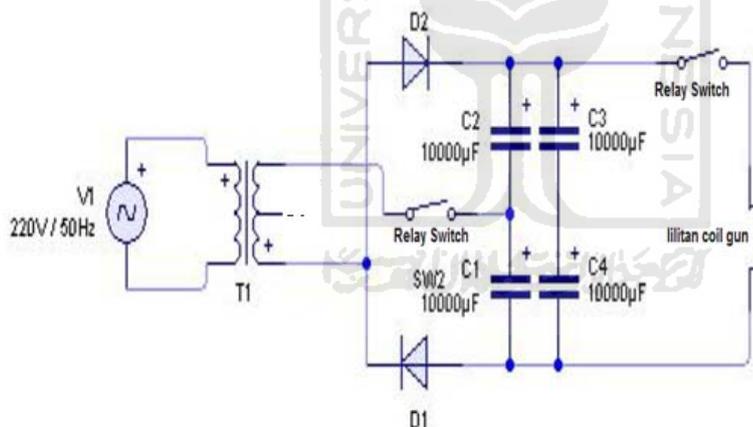


Gambar 3.7 Penggunaan Relay pada sistem

Relay coil gun dikendalikan oleh transistor BD139 yang mana transistor pemacu tersebut untuk memacu relay utama. Transistor BD139 sebagai penguat tegangan yang dikendalikan oleh mikrokontroler.

3.2.5 Kapasitor Bank

Kapasitor Bank berperan untuk menyuplai daya ke coil gun. Pada sistem ini digunakan 4 buah kapasitor bermuatan $10.000\mu\text{F}$ dan bertegangan 100V. Dua buah kapasitor digunakan sebagai penguat daya input, dan 2 buah lagi digunakan sebagai kapasitor bank yang dihubungkan secara seri. Lebih jelasnya dapat dilihat pada rangkaian transformer dan kapasitor berikut.



Gambar 3.8 Rangkaian transformer dan kapasitor bank

Spesifikasi komponen :

- 1 buah trafo 5 Amper merek ERA, output transformer yang digunakan 32 Volt
- 4 buah kapasitor bank $10000\mu\text{F}$ / 100V
- 2 buah dioda

Pada gambar 3.8 terlihat 4 buah kapasitor C1,C2.C3.dan C4. Kapasitor C1 berfungsi untuk menstabilkan arus yang lewat, dan C2,C3 dan C4 berfungsi sebagai penyimpan daya, tegangan output dari transformer sebesar 32 Volt akan menjadi $\pm 96V$. Tegangan output yang di hasilkan memiliki perhitungan dari 32 volt output transformer dikalikan sebanyak trafo yang menampung dengan memiliki perhitungan 3 buah kapasitor x 32 volt output transformer menjadi 96 V. Dengan daya yang di simpan dari 3 buah kapasitor tersebut sehingga akan menimbulkan daya yang cukup kuat untuk melontarkan proyektilnya. Untuk meningkatkan daya lontar pada *coil gun* cukup dibutuhkan kapasitor dengan nilai kapasitansi yang lebih besar dan tegangan yang lebih besar sehingga memiliki energi yang lebih besar untuk melontarkan proyektilnya, dan tentu saja catu daya yang digunakan akan lebih besar juga.

3.2.6 Coil Gun

Untuk mendapatkan sebuah *coil gun* yang baik, dibutuhkan lilitan yang panjangnya sebanding dengan proyektil yang digunakan. Dalam hal ini proyektil yang digunakan memiliki panjang 7 cm, sehingga dibuat lilitan sepanjang 7 cm. Setelah melakukan penglilitan kawat pada panjang 7 cm meter menghasilkan 35 lilitan untuk satu tumpukan kawat, dengan diameter 1.5 cm untuk tiap lingkaran membutuhkan pajang kawat 5 cm, sehingga untuk panjang 7 cm pada proyektil akan menghabiskan 35 kali lilitan untuk satu kali tumpukan. Dengan panjang

kawat yang dimiliki ± 15 meter akan mendapatkan 8 kali tumpukan kawat yang di lilitan pada panjang 7 cm.

Perhitungan kawat :

$7 \text{ cm (panjang proyektil)} \times 5 \text{ cm (panjang kawat 1 lilit)} = 35 \times \text{lilitan}$

$5 \text{ cm (panjang kawat 1 lilitan)} \times 35 \text{ kali lilitan} = 175 \text{ cm kawat}$

$8 \text{ kali tumpukan lilitan} \times 175 \text{ cm panjang kawat} = 1400 \text{ cm} / 14 \text{ meter}$

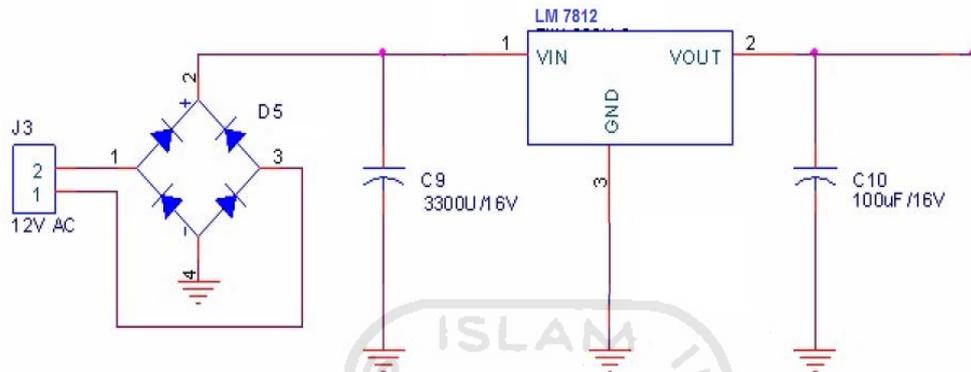
Jadi dengan panjang kawat yang dimiliki ± 15 akan mendapatkan 8 kali tumpukan lilitan pada panjang tube proyektil 7 cm. sisa 1 meter pada kawat di gunakan untuk menghubungkan pada rangkaian lain nya sehingga panjang ± 15 cukup untuk membuat sebuah *coil*.

3.2.7 Catu Daya

Catu daya merupakan bagian yang sangat penting dari rangkaian ini. Tanpa adanya catu daya, maka rangkaian tak akan pernah dapat bekerja. Dalam rangkaian ini digunakan 3 buah transformer yang masing masing digunakan untuk setiap rangkaian.

Transformer sebesar 12V 1A digunakan untuk menyuplai daya kepada sensor inframerah yang digunakan. Ketika output transformer ini dibebankan sekaligus untuk menyuplai daya pada relay dan sensor inframerah, daya yang dihasilkannya kurang, sehingga untuk rangkaian relay diberi transformer sendiri sebesar 12V 1A. Sedangkan untuk menyuplai daya kepada rangkaian kapasitor bank digunakan transformer step down dengan keluaran AC sebesar 32 V 5A.

Untuk catu daya sensor inframerah dan relay digunakan rangkaian regulator power suplai dengan rangkaian sebagai berikut :



Gambar 3.9 Rangkaian regulator power suplai

Gambar 3.9 menunjukkan rangkaian untuk mempertahankan suatu level tegangan yang konstan. Dengan demikian rangkaian catu daya pada perancangan alat ini menggunakan rangkaian regulator tegangan (*voltage regulator*) yang mengandung sejumlah rangkaian untuk tegangan referensi, alat pengontrol, penguat komparator, dan pelindung tegangan berlebih (*overload protection*).

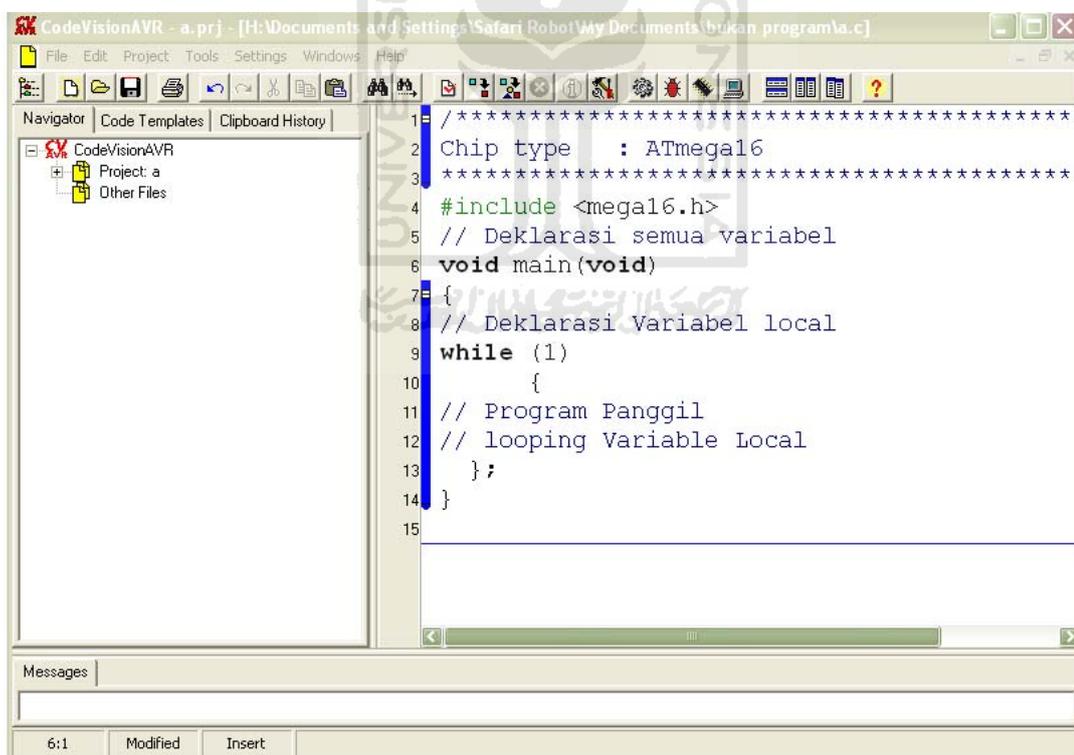
Dalam perancangan ini dipergunakan beberapa komponen seperti pada Gambar 3.9 dengan penjelasan sebagai berikut :

1. Dioda *Bridge*, merupakan penyearah yang mengubah arus AC dari transformator menjadi arus DC, namun sinyal keluarannya masih mengandung riak atau *ripple*.
2. Kapasitor elektrolit C9 dengan nilai 3300uF berfungsi untuk memperhalus dan menghilangkan riak keluaran dari penyearah dioda *bridge*.
3. IC LM7812 merupakan regulator tegangan yang berfungsi untuk menstabilkan keluaran menjadi 12V dengan input tegangan hingga 24V

4. Kapasitor elektrolit 100uF berfungsi untuk melakukan filtrasi keluaran dari LM7812 agar lebih halus sebelum diumpankan ke rangkaian inframerah dan relay.

3.3 Perancangan Program

Pemrograman mikrokontroler dibuat menggunakan program AVR *CodeVision* versi 1.24.6. Hasil pemrograman dari *CodeVision AVR* di-*compile* menjadi file berekstensi *.hex, yang akan di-*download* ke mikrokontroler ATmega16 dengan software PonyProg2000 atau sejenisnya.

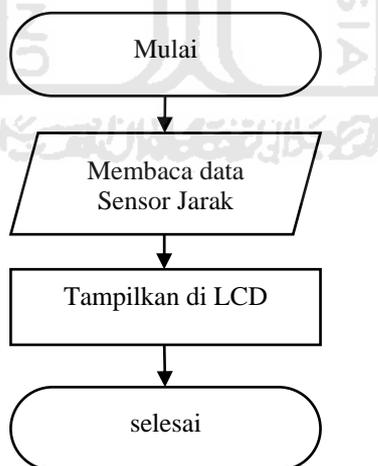


Gambar 3.10 Lembar Kerja pembuatan program

Perancangan program mikrokontroler dan diagram alir (*flowchart*) keseluruhan program dalam sistem pengaman coil gun meliputi program membaca sensor jarak untuk membaca gerakan pintu secara paksa dan program intruksi output kontrol relay untuk melepaskan muatan yang ada pada kapasitor bank. Program keseluruhan dapat dipecah atau dibagi beberapa bagian sesuai dengan Flowchart listing program.

3.3.1 Program Rutin Membaca Jarak

Program rutin membaca jarak adalah membaca jarak secara terus menerus dan ditampilkan dilayar LCD sebagai monitor jarak yang terukur oleh sensor. Jarak yang ditampilkan adalah jarak sebenarnya dengan ketentuan perhitungan rumu nya.



Gambar 3.11 Flowchart membaca sensor jarak

Listing Program

```

#include <mega16.h>
#include <stdio.h>
#include <delay.h>
#asm

```

```

.equ __lcd_port=0x15 ;PORTC
#endasm
#include <lcd.h>

unsigned int count=0;
unsigned char jrk;
unsigned char jrk_dpn;
unsigned char katal[16];

unsigned char baca_srf04(){
count=0;
PORTA.1=1;
delay_us(15);
PORTA.1=0; //menunggu hingga ECHO = 1
while(PINA.0==0){};
while(PINA.0==1)
{count++;
};
jrk=count*10/232;
return jrk; }

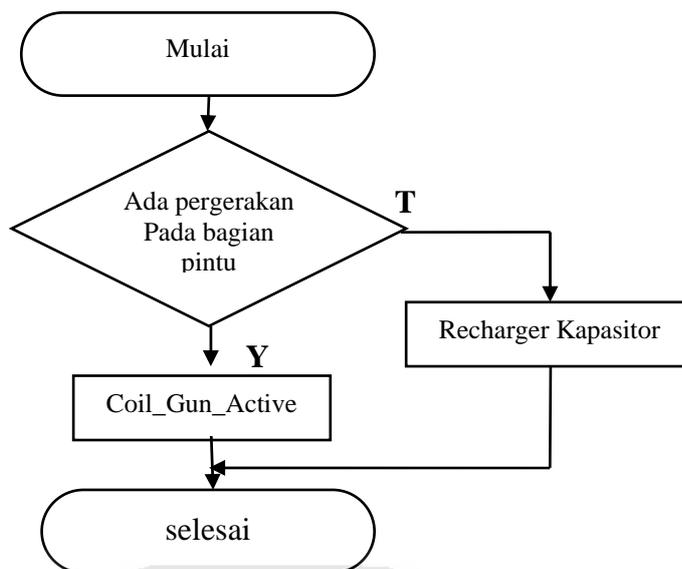
void main(void)
{
PORTA=0x01; DDRA=0x02;
PORTC=0x00; DDRC=0x00;
ACSR=0x80;
SFIO=0x00;
lcd_init(16);

while (1)
{
jrk_dpn=baca_srf04();// panggil data ukur
sprintf(katal,"%3d cm",jrk_dpn); // Tampilkan di LCD
};
}

```

3.3.2 Program Perintah Output

Dalam program perintah output terdapat percabangan perintah yang di dalamnya berupa logika keadaan jika terpenuhi syaratnya maka akan diselesaikan rutin program tersebut. Dua buah kondisi keadaan dalam 1 perintah program memiliki 2 buah output yang berbeda.



Gambar 3.12 Flowchart Perintah Output

Program perintah yang memiliki percabangan keadaan:

- Jika keadaan 1 terpenuhi maka mikrokontroler memberikan output perintah mengaktifkan coil gun dengan membrikan logika perintah mentrigger relay agar muatan pada kapasitor dapat di lepaskan untuk melontarkan proyektil.
- Jika keadaan tidak terpenuhi maka percabangan berikut adalah membaca ulang input sensor sekaligus memberikan perintah pada relay untuk menghubungkan saklar pengisian muatan pada kapasitor.

Kedua perintah tersebut bekerja secara berlawanan, yaitu jika keadaan terpenuhi maka perintah men recharger kapasitor di hentikan dan sebalik nya jika perintah membaca ulang sensor sekaligus merecharger kapasitor maka perintah untuk melontarkan atau melepaskan muatan pada kapasitor di hentikan.

Listing Program

```

#include <mega16.h>
#include <delay.h>

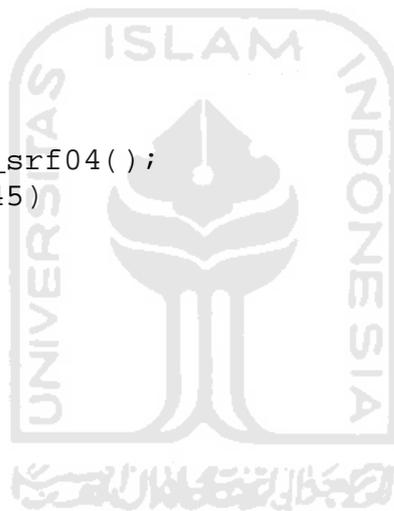
void main(void)
{

PORTA=0x00;
DDRA=0x00;
PORTB=0x00;
DDRB=0x00;
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;
PORTD=0xff;
DDRD=0xff;

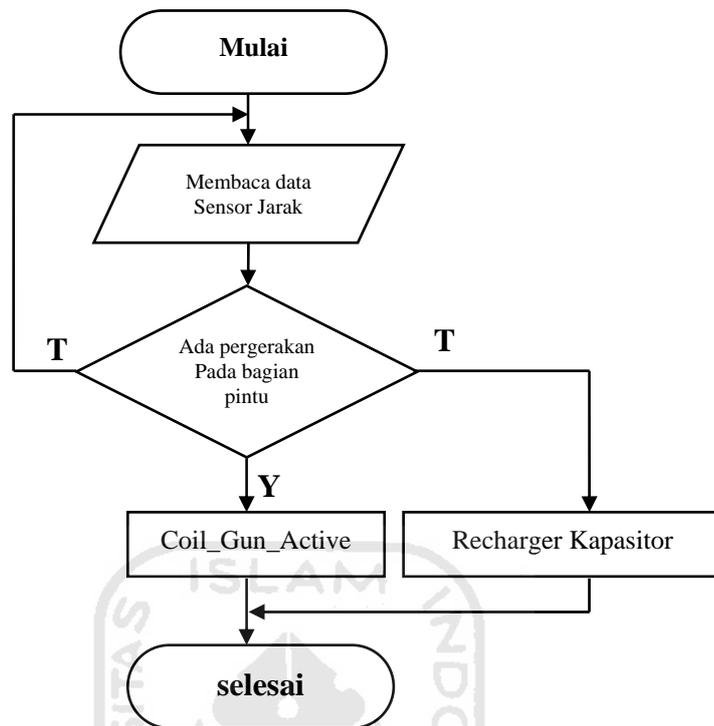
while (1)
{
    jrk_dpn=baca_srf04();
    if (jrk_dpn>45)
    {
        PORTD.0=1;
        PORTD.2=0;
    }
    else
    {
        PORTD.0=0;

        PORTD.2=1;
    };
}
}

```

**3.3.3 Program Keseluruhan Sistem**

Program keseluruhan disini adalah penggabungan beberapa blok program di jadikan kesatuan sub program, baik input dan outputnya sehingga keseluruhan program dapat berjalan sesuai rancangan program pada flowchart berikut:



Gambar 3.13 Flowchart Keseluruhan Program

Listing program

```

/*****
Chip type           : ATmega16
Program type       : Application
Clock frequency    : 4,00000 MHz
Memory model       : Small
External SRAM size : 0
Data Stack size    : 256
*****/
#include <mega16.h>
#include <stdio.h>
#include <delay.h>
#asm
.equ __lcd_port=0x15 ;PORTC
#endasm
#include <lcd.h>

unsigned int count=0;
unsigned char jrk;
unsigned char jrk_dpn;
unsigned char kata1[16];

```

```

unsigned char kata2[16];

unsigned char baca_srf04(){
count=0;
PORTA.1=1;
delay_us(15);
PORTA.1=0;          //menunggu hingga ECHO = 1
while(PINA.0==0){}; //mencacah untuk mengukur waktu
lamanya pulsa 1 dari ECHO
while(PINA.0==1)
{count++;
};
jrk=count*0.034442; return jrk;
}

void main(void)
{
PORTA=0x01; DDRA=0x02;
PORTC=0x00; DDRC=0x00;
PORTD=0xFF; DDRD=0xFF;
ACSR=0x80;
SFIO=0x00;
// LCD module initialization
lcd_init(16);
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("  TUGAS AKHIR  ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("  ABDUL GAFUR  ");
delay_ms(2000);
while (1)
{

jrk_dpn=baca_srf04(); // ukur jarak sensor
sprintf(kata1,"Jrk_Pintu=%3d cm",jrk_dpn);
if (jrk_dpn>13) // jika pintu buka paksa
{
PORTD.0=1;
PORTD.2=0;
sprintf(kata2,"Pintu Terbuka ");
} else {

PORTD.0=0;
PORTD.2=1;
sprintf(kata2,"Pintu Tertutup");

};
lcd_clear();

```

```
    lcd_gotoxy(0,0);  
    lcd_puts(kata1);  
    lcd_gotoxy(0,1);  
    lcd_puts(kata2);  
    delay_ms(500);  
};  
}
```



BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Perancangan Sistem Pengaman Otomatis ini menghasilkan data sebagai berikut:

4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras

4.1.1 Gambar Rangkaian Secara Keseluruhan

Rangkaian hasil dari perancangan pada Bab III dapat dibuat rangkaian keseluruhan sekaligus sebagai hasil perancangan dari alat yang dapat dibuat guna memenuhi kebutuhan sistem. Rangkaian secara keseluruhan yang telah dibuat ditunjukkan oleh gambar 3.3 pada bab III,

4.2 Hasil Pengujian dan Perhitungan

4.2.1 Pengujian Sensor Ultrasonik SRF04

Pengujian sensor jarak dilakukan untuk mendapatkan nilai ke akuratan dalam pembacaan yang sesuai antara robot dan objek, serta untuk mengetahui jangkauan minimal dan maksimal sensor ultrasonik dengan objek, Pengujian dilakukan dalam posisi berhadapan langsung dengan objek, hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai pantul yang sempurna. Untuk membantu dalam menganalisa dan menentukan jarak yang diukur, maka dalam pengujian ini menggunakan tampilan modul LCD.



Gambar 4.1 Hasil Pengujian Tampilan LCD

Pengujian sensor SRF04 secara langsung dengan memberikan halangan langsung pada sensor SRF04 dan diukur menggunakan penggaris untuk melihat hasil pengukuran sebenarnya dan nilai *counter* yang ditampilkan pada LCD.

LCD menampilkan code 1 untuk hasil pengukurannya dan disesuaikan dengan hasil pengukuran jarak menggunakan penggaris menunjukkan nilai yang sama, dan pada lcd baris ke 2 yaitu code 2 menampilkan hasil *counter* sensor terhadap pengukuran jarak. Untuk menghasilkan nilai pengukuran sebenarnya dapat menggunakan konversi :

$$\text{Pengukuran dalam cm} = \frac{\text{Nilai counter} \times 0,034442}{2} \dots \dots \dots 4.1$$

Keterangan :

Nilai counter = Lebar pulsa saat diberikan trigger

0.034442 = cepat rambat diudara saat mendapatkan pantulan mengenai objek atau dinding, 0.03442 didapat dari 344.424 m/detik (atau 1 cm setiap 29.034 us) saat memantul kembali.

Dari hasil data sheet SRF04 memiliki ketetapan tersendiri, untuk menghasilkan nilai ukur dalam cm memiliki rumus :

$$\text{Pengukuran dalam cm} = \frac{\text{Nilai counter}}{58} \dots \dots \dots 4.2$$

Tabel 4.1 Data Pengukuran SRF04

Data	Counter terukur (us)	Jarak pada LCD	Jarak sebenarnya (cm)	Jarak Dengan Rumus (cm)	Nilai error (Jarak sebenarnya – jarak dengan rumus)
1	298	5	5	5,1	-0,1
2	360	6	6	6,1	-0,1
3	585	10	10	10	0
4	705	12	12	12	0
5	878	15	15	15	0
6	996	17	17	17	0
7	1167	20	20	20	0
8	1281	22	22	22	0
9	1419	24	24	24	0
10	2323	40	40	40	0

Dari tabel data pengukuran sensor jarak SRF-04 dapat disimpulkan, sensor jarak SRF04 dikategorikan memiliki akurat yang cukup tinggi. Dari 10 kali pengujian jarak yang dihasilkan terdapat 2 data yang terjadi error. Dan memiliki perhitungan persentase akurasi sebagai berikut:

$$\frac{\sum_{i=1}^{\infty} (X_i)^2}{n}$$

$$\sqrt{\frac{(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2 + x_6^2 + x_7^2 + x_8^2 + x_9^2 + x_{10}^2)}{10}}$$

$$\sqrt{\frac{(0,01 + 0,01 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0)}{10}}$$

$$= 0,014$$

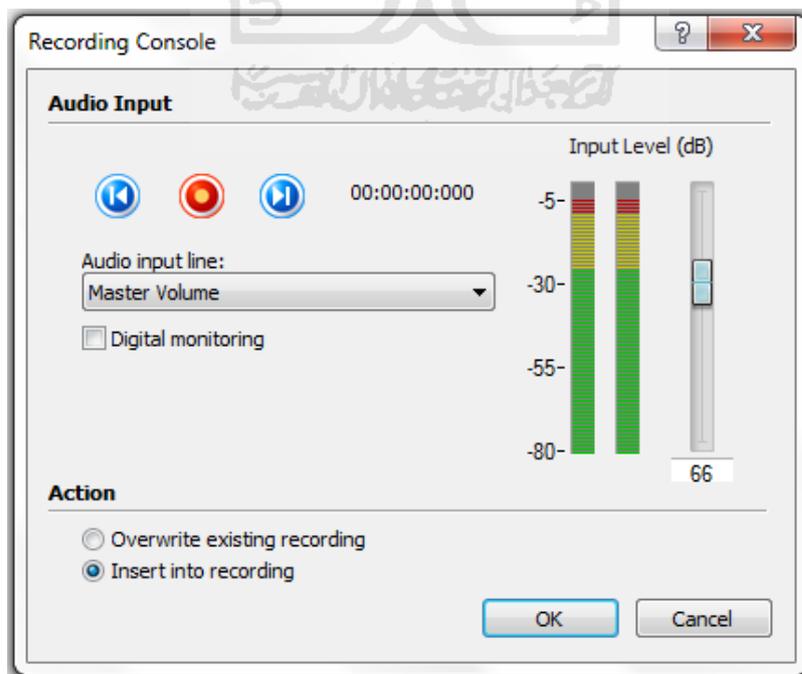
Dari perhitungan di atas, sehingga dapat disimpulkan nilai eror terjadi sebesar 0,014 % dari 10 kali pengujian jarak.

4.2.2 Hasil Pengujian Coil Gun

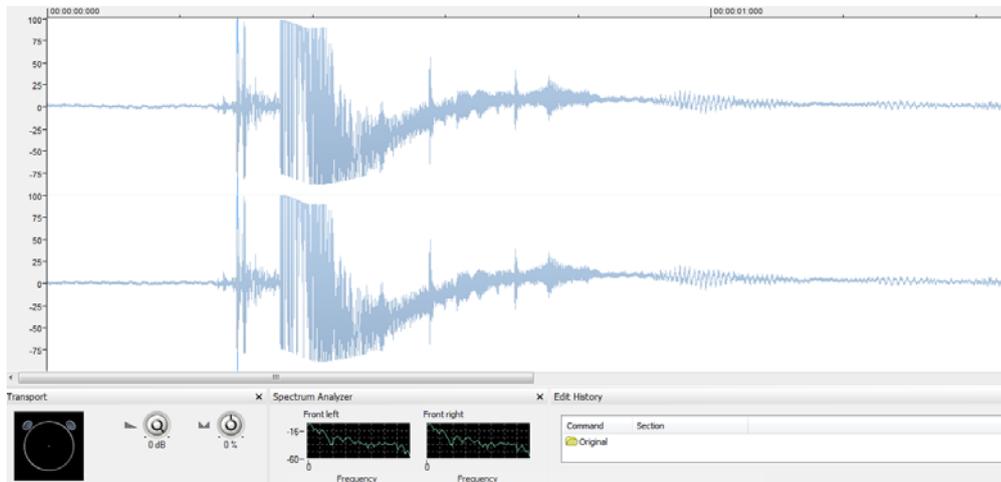
Setelah sistem telah dibuat secara keseluruhan, maka dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui apakah sistem ini telah bekerja sebagaimana yang diinginkan.

Untuk mengetahui kecepatan proyektil dari sistem ini, dilakukan pengambilan data kecepatan dengan menggunakan sebuah mic yang diposisikan tepat disamping sasaran coil gun, kemudian mic ini akan merekam suara yang ditimbulkan proyektil ketika mengenai sasarannya. Mic ini terhubung ke PC dan merekam dengan software editing audio standar. Dalam pengujian ini digunakan *Nero Wave Editor* untuk mengetahui kecepatan dari proyektil yang terlontar.

Berikut merupakan gambar *interface* dari software tersebut :



Gambar 4.2 Tampilan *recording console*



Gambar 4.3 Tampilan data kecepatan proyektil

Tombol *recording* pada gambar 4.2 ditekan untuk memulai proses perekaman audio, lalu dengan perkiraan 5 detik kemudian proyektil ditembakkan. Setelah suara yang dihasilkan oleh proyektil yang membentur sasaran yang berupa benda padat terekam seperti pada gambar 4.3 maka waktu 5 detik dikurangkan pada rekaman tersebut. Dalam pengamatan yang dilakukan dapat diketahui bahwa cara ini tidak terlalu akurat dengan adanya *error* pada perhitungan kecepatan, tetapi *error* hanya berkisar sepersekian detik saja akibat perkiraan 5 detik ketika mulai merekam dan menembakkan proyektilnya. Dalam hasil yang didapatkan pada percobaan dengan menggunakan proyektil seberat 12 gram, jarak antara ujung *coil gun* dan sasarannya sebesar 30 cm, didapatkan *spike* yang menandakan proyektil telah mengenai sasaran pada 00:00:05:084. Kemudian dengan dikurangi sebesar 5 detik maka timing yang didapatkan yaitu, 00:00:00:084 yang berarti 0.084 detik. Maka kecepatan proyektil adalah $30 \text{ cm}/0.084\text{s}$, kemudian dikonversi menjadi m/s dengan rumus:

$$v = \frac{l \cdot 10^{-2}}{t} \dots\dots\dots 4.3$$

Dimana v merupakan kecepatan dalam m/s, l merupakan jarak coil gun dan sasaran dalam cm, sedangkan t merupakan waktu yang diperoleh dalam detik, sehingga kecepatan pada proyektil adalah :

$$v = \frac{30 \cdot 10^{-2}}{0.084} \dots\dots\dots 4.4$$

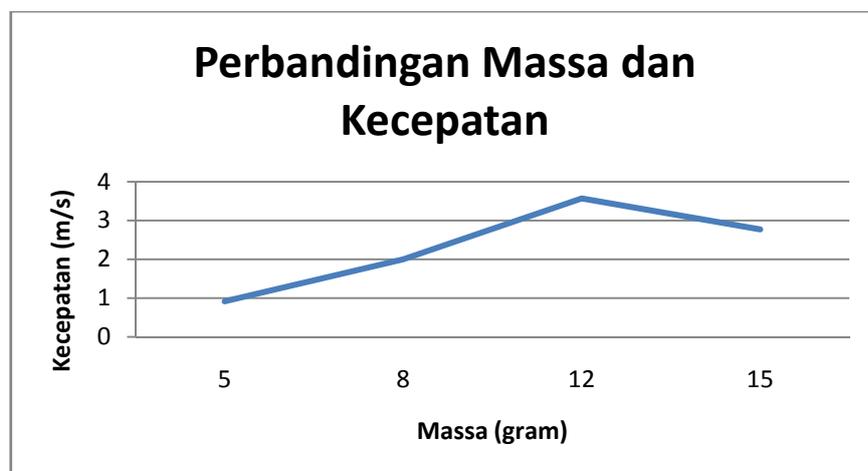
$$v = 3.57 \text{ m/s}$$

Berikut merupakan hasil pengujian dari beberapa proyektil yang digunakan :

Tabel 4.2 Perbandingan kecepatan dan massa proyektil

No	Berat Proyektil	Kecepatan
1	5 gram	0.916 m/s
2	8 gram	2 m/s
3	12 gram	3.57 m/s
4	15 gram	2.77 m/s

Data diatas dapat dirubah menjadi grafik seperti berikut:



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan kecepatan dan massa proyektil

Secara teori, berat proyektil yang lebih kecil seharusnya memberikan kecepatan yang lebih baik, tetapi pada kenyataannya tidak. Hal ini terjadi akibat adanya gaya tarik balik dari coil gun sehingga memperlambat laju kecepatan dari proyektil yang terlalu kecil. Perlu diketahui bahwa proyektil yang bermassa lebih kecil tersebut memiliki dimensi panjang yang lebih pendek, sehingga ketika proyektil terlontar melewati pertengahan lilitan arus dari kapasitor yang melewati lilitan belum habis sehingga menyebabkan daya tarik balik dari lilitan yang memperlambat kecepatan.

4.2.3 Pengujian Variabel

Untuk mengetahui kinerja dari sistem yang dibuat perlu dilakukan pengambilan data dengan proyektil yang sama selama beberapa kali, pada percobaan ini akan diambil pengambilan data kecepatan sebanyak 15 kali untuk proyektil seberat 12 gram. Data pengujian diperoleh sebagai berikut :

Tabel 4.3 Pengujian dengan proyektil 12 gram

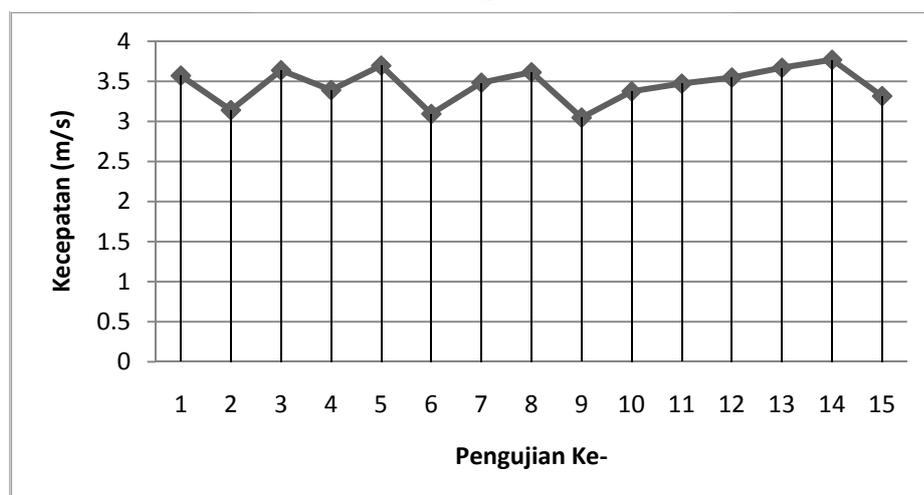
No	Kecepatan (m/s)
1	3.571
2	3.141
3	3.638
4	3.391
5	3.697
6	3.094

7	3.483
8	3.613
9	3.047
10	3.375
11	3.472
12	3.547
13	3.669
14	3.769
15	3.316

Dari tabel diatas didapatkan kecepatan dari setiap lontaran proyektil tidak jauh berbeda. Dengan rata-rata kecepatan sebesar :

$$\frac{51.823}{15} = 3.45 \text{ m/s} \dots\dots\dots 4.5$$

Hasil pengujian diatas dapat ditampilkan dengan grafik berikut :



Gambar 4.5 grafik kecepatan proyektil

4.2.4 Induktansi lilitan *Coil Gun*

Induktansi dari lilitan *coil gun* pada sistem ini dapat dihitung sebagai berikut:

$$L = \frac{0.8r^2N^2}{6r+9l+10d} \dots\dots\dots 4.6$$

$$L = \frac{0.8 \cdot 0,32^2 \cdot 560^2}{6 \cdot 0.32 + 9 \cdot 2.76 + 10 \cdot 0.078}$$

$$L = 932.83 \mu\text{H}$$

$$L = 0.93283 \text{ mH}$$

4.2.5 Energi pada lilitan

Dengan rumus berikut dapat diketahui energi yang terdapat pada lilitan :

$$E = \frac{1}{2}Li^2 \dots\dots\dots 4.7$$

Untuk mendapatkan nilai i digunakan rumus :

$$V = i \cdot r \dots\dots\dots 4.8$$

Dimana V merupakan tegangan pada kutub positif dan negatif kapasitor bank yang setelah diukur menunjukkan angka bervariasi dari 80 Volt hingga 90 Volt, sehingga diambil rata-rata nilai $V(t)$ sebesar 85 Volt, i merupakan arus yang mengalir pada lilitan, sedangkan r merupakan resistansi kawat yang diukur dengan menggunakan multimeter yaitu sebesar 10Ω , maka

$$85 = 10 \cdot i$$

$$i = \frac{85}{10}$$

$$i = 8.5 \text{ A}$$

Maka didapatkan besarnya energi pada lilitan tersebut sebesar :

$$E = \frac{1}{2} 0.93 \cdot 10^{-3} \cdot 8.5^2$$

$$E = 0.0336 \text{ Joule}$$

4.2.6 Induksi Magnetik

Besarnya induksi magnetik yang dihasilkan oleh lilitan dapat diperoleh dengan rumus :

$$B = \frac{\mu_0 \cdot iN}{2a} \dots\dots\dots 4.9$$

B = induksi magnetik (wb m⁻²)

μ_0 = $4\pi \times 10^{-7}$ (wb.A⁻¹ m⁻¹)

i = kuat arus (ampere)

a = jari-jari lilitan (meter)

N = jumlah lilitan

maka :

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 8.5 \cdot 560}{0.015}$$

$$B = 0.398 \text{ Tesla}$$

4.2.7 Kuat Medan Magnet Yang Dihasilkan

Dengan menggunakan hukum Bios-Savart didapatkan besarnya medan magnet yang dihasilkan adalah :

$$H = \frac{i}{2\pi r} \text{ Am}^{-1} \dots\dots\dots 4.10$$

Dimana H merupakan kuat medan magnet yang dihasilkan, i merupakan arus yang mengalir pada lilitan dalam ampere, serta r merupakan panjang lilitan dalam meter sehingga :

$$H = \frac{8.5}{2\pi 15}$$

$$H = 0.09 \text{ Am}^{-1}$$



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan dan pengujian sistem pengaman otomatis berbasis senjata elektronik, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem yang dibangun dapat bekerja dengan baik pada jarak tembak 0 cm hingga 30 cm mengingat perancangan ini ditujukan untuk mengamankan daerah tertutup yang sangat kecil
2. Senjata elektronik akan menembakkan proyektilnya setiap pintu di buka
3. Posisi proyektil sebelum ditembakkan sangat berpengaruh pada kecepatan yang didapatkan
4. Besar dimensi dari proyektil sangat berpengaruh pada kecepatan proyektil

2. Saran

Untuk pengembangan perangkat pada penelitian mendatang, penulis mengajukan beberapa masukan sebagai berikut :

1. Sistem senjata ini jika dikombinasikan dengan sistem yang auto reload atau pengisian amunisi secara otomatis.
2. Sistem dapat ditingkatkan kecepatan dan energinya dengan menggunakan kapasitor yang lebih tinggi muatan dan tegangannya serta power suplai yang lebih besar

3. Dapat ditambahkan beberapa sensor untuk menambah bidikan sasaran bergerak, sehingga tidak membuang amunisi secara percumah jika objek bergerak dan salah sasaran.



DAFTAR PUSTAKA

Chattopadhyay, D. Dkk. 1989. *Dasar Elektronika*. Penerbit Universitas Indonesia.
Jakarta.

Gould J. Robert. 2006. *Electromagnetic Processes*. Princeton University Press.

Schlessinger, Monroe dan Irving, J. Spiro. 1995. *Infrared technology
fundamental (2nd edition)*. Marcell Dekker Inc.

Sumisjokartono. 1985. *Elektronika praktis*. Multimedia Jakarta.

Sutojo, T. 2007. *Rangkaian Logika*. Ardana Media. Yogyakarta.

Yudi Handoko. 2010. *Sistem Pertahanan Berbasis Sennjata Elektronis*.
Yogyakarta.

<http://www.coilgun.eclipse.co.uk>.

<http://www.coilgun.info>.

<http://www.hobbyprojects.com>.

LAMPIRAN

Listing program

```
/******  
Chip type      : ATmega16  
Program type   : Application  
Clock frequency : 4,00000 MHz  
Memory model   : Small  
External SRAM size : 0  
Data Stack size : 256  
*****/  
  
#include <mega16.h>  
#include <stdio.h>  
#include <delay.h>  
#asm  
    .equ __lcd_port=0x15 ;PORTC  
#endasm  
#include <lcd.h>  
  
unsigned int count=0;  
unsigned char jrk;  
unsigned char jrk_dpn;  
unsigned char kata1[16];  
unsigned char kata2[16];  
  
unsigned char baca_srf040{  
count=0;  
PORTA.1=1;  
delay_us(15);  
PORTA.1=0; //menunggu hingga ECHO = 1  
while(PINA.0==0){}; //mencacah untuk mengukur waktu lamanya pulsa 1 dari  
ECHO  
while(PINA.0==1)  
{count++;  
};  
jrk=count*0.034442; return jrk;  
}  
  
void main(void)  
{  
PORTA=0x01; DDRA=0x02;  
PORTC=0x00; DDRC=0x00;  
PORTD=0xFF; DDRD=0xFF;  
ACSR=0x80;
```



```

SFIOR=0x00;
// LCD module initialization
lcd_init(16);
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf(" TUGAS AKHIR ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf(" ABDUL GAFUR ");
delay_ms(2000);
while (1)
{

jrk_dpn=baca_srf04(); // ukur jarak sensor
sprintf(kata1,"Jrk_Pintu=%3d cm",jrk_dpn);
if (jrk_dpn>13) // jika pintu buka paksa
{
PORTD.0=1;
PORTD.2=0;
sprintf(kata2,"Pintu Terbuka ");
} else {

PORTD.0=0;
PORTD.2=1;
sprintf(kata2,"Pintu Tertutup");

};
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_puts(kata1);
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_puts(kata2);
delay_ms(500);
};
}

```



LAMPIRAN RANGKAIAN

