

**SENSOR POSISI FARADAY UNTUK PENDETEKSI  
DINI GEMPA PADA GEDUNG**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Elektro



Disusun oleh :

Nama : Muhamad Khoirul Musta'an

No.Mahasiswa : 04524014

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

**2011**

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**SENSOR POSISI FARADAY UNTUK PENDETEKSI**

**DINI GEMPA PADA GEDUNG**

**Tugas Akhir**

Oleh :

Nama : Muhamad Khoirul Musta'an

No. Mahasiswa : 04524014

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, Juli 2011

Tim Penguji

Wahyudi Budi Pramono, ST., M.Eng.

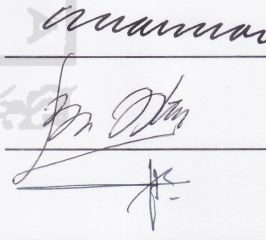
Ketua

Ir.Hj. Budi Astuti, MT.

Anggota I

Medilla Kusriyanto, ST., M.Eng.

Anggota II



Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Elektro

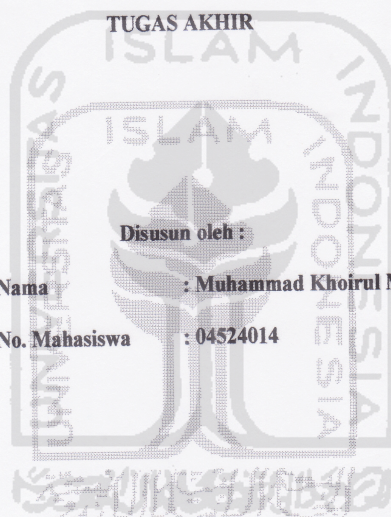
Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Tito Yuwono, ST., M.Sc.



LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING  
SENSOR POSISI FARADAY UNTUK PENDETEKSI DINI  
GEMPA PADA GEDUNG



Disusun oleh :

Nama : Muhammad Khoirul Musta'an

No. Mahasiswa : 04524014

Yogyakarta, Juni 2011

Pembimbing I

Pembimbing II

Wahyudi Budi Pramono, S.T, M.Eng.

Medilla Kusriyanto, S.T, M.Eng.

## *HALAMAN PERSEMBAHAN*



*Kupersembahkan karya ini untuk:  
Orang tua dan keluargaku tercinta  
yang telah mencurahkan kasih sayang, do'a dan dukungan\_nya  
yang telah mengajarkan keseimbangan dalam diriku  
kesungguhan, ketekunan, kesabaran, welas asih dan cara mencintai makhluk  
yang menjadikan aku merasa bersyukur diantara kelebihan dan kekuranganku  
yang tetap membuatku ingat untuk selalu menunduk dihadapan – Nya  
Semoga Allah SWT mencatatnya sebagai amal kebajikan.*

### MOTTO

كُتِبَ عَلَيْكُمُ الْقِتَالُ وَهُوَ كُرْهُ لَكُمْ وَعَسَىٰ أَن تَكْرَهُوا شَيْئًا  
وَهُوَ خَيْرٌ لَّكُمْ وَعَسَىٰ أَن تُحِبُّوا شَيْئًا وَهُوَ شَرٌّ لَّكُمْ وَاللَّهُ يَعْلَمُ  
وَأَنْتُمْ لَا تَعْلَمُونَ ﴿٣١﴾

Diwajibkan atas kamu berperang, padahal berperang itu adalah sesuatu yang kamu benci. Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.

(Q.S. Al Baqarah :216)

وَلَوْ أَنَّمَا فِي الْأَرْضِ مِن شَجَرَةٍ أَقْلَمٌ وَالْبَحْرُ يَمُدُّهُ مِن بَعْدِيهِ سَبْعَةُ  
أُبْحُرٍ مَّا نَفِدَتْ كَلِمَاتُ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ حَكِيمٌ ﴿٢٧﴾

Dan seandainya pohon-pohon di bumi menjadi pena dan laut, ditambahkan kepadanya tujuh laut sesudahnya, niscaya tidak akan habis-habisnya kalimat Allah. Sesungguhnya Allah Maha Perkasa lagi Maha Bijaksana.

(QS. Al Lukman 27)

**SELANGKAH LEBIH MAJU DALAM ILMU AMALIAH  
DAN AMAL ILMIAH**

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,*

*Alhamdulillah* rabbil'alam, segala puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai salah satu persyaratan program S-1 Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia. Shalawat dan salam semoga tercurah pada junjungan kita Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga, dan pengikutnya yang setia hingga akhir zaman.

Merupakan suatu kelegaan ketika akhirnya saya dapat menyelesaikan bagian akhir dari amanah yang panjang ini dengan begitu banyak kemudahan dan kekuatan yang Allah berikan melalui banyak pihak dengan bantuan, dukungan dan do'a. Untuk itulah, saya sangat ingin menghaturkan terima kasih kepada :

1. Bapak Wahyudi Budi Pramono, ST, M.Eng dan Bapak Medilla Kusriyanto, ST, M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Tito Yuwono, ST, M.Sc selaku ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.
3. Dekan fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak, Ibu (Almarhumah), Kakak dan kakak iparku serta adikku yang telah memberikan do'a serta dukungan, sehingga dapat menyelesaikan dan menyusun Tugas Akhir ini.

5. Sahabat-sahabatku (Gerombolan Pil-Biru Ahaa) dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.
6. Septa Aris Prasetya beserta keluarga, terimakasih banyak buat semuanya, semoga selalu diberi kemudahan dan rizkinya lancar. Amien.
7. Puguh Jatmiko Krisnaji, Asep Juliyansyah, Yanuar Hendyanto, Ikhsan Maulana, Muhamad Hafizh, Handi Alaina, Muhamad Azra'i Bin Bahrum, Aulia Candra, Anjar Pribadi, Muhamad Wahyudi dan teman2 lainnya yang tidak bisa saya sebut satu persatu, terimakasih banyak kawan atas semua fasilitas-fasilitas yang telah kalian semua berikan. Semoga Allah SWT membalas budi baik kalian, dilapangkan rizkinya. Amin.
8. Terkhusus Kakak dan Kakak Iparku, terimakasih banyak banyak banyak buat semuanya, semoga adikmu ini tidak mengecewakan kalian.

Saya menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini memiliki banyak kekurangan dan masih jauh dari idealisme seorang peneliti maupun karya ilmiah. Untuk itulah saya meminta maaf yang setulus-tulusnya dan menunggu masukan yang berguna untuk perbaikan selanjutnya.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi para pembacanya.

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Jogjakarta, Juni 2011

Muhamad Khoirul Musta'an

## ABSTRAK

Sensor posisi faraday untuk pendeteksi dini gempa pada gedung merupakan aplikasi dari hukum faraday, dimana perubahan fluks magnetik akan menyebabkan perubahan ggl induksi. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi gempa dan memberikan alarm saat terjadi gempa dengan sensor posisi faraday. Sesuai dengan konsep nya, maka alat ini mampu berfungsi sebagai pendeteksi gempa dengan input berupa sensor posisi faraday, mikrokontroler sebagai pengolah, keluarannya berupa alarm peringatan, pintu otomatis dan level gempa ditampilkan pada LCD. Kontrol sistem atau pengolah data tersebut menggunakan mikrokontroler ATmega8535. Sistem ini mampu memberikan informasi kepada penghuni dalam suatu gedung saat terjadi gempa bumi dengan memperlihatkan level terjadinya gempa. Dalam penelitian ini level gempa terbagi menjadi tiga yaitu gempa rendah, gempa sedang, dan gempa besar. Level gempa didapatkan dari perubahan tegangan keluaran yang dihasilkan ADC, dimana nilai data ADC setiap 1 sama dengan 0,00488 Volt.

Kata kunci : Hukum faraday, Gempa, LCD 16X2, Mikrokontroler ATmega8535.





## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>MOTTO</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>BAB I           PENDAHULUAN</b>	
1.1    Latar Belakang Masalah .....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	2
1.3    Batasan Masalah .....	2
1.4    Tujuan Penulisan.....	3
1.5    Metodelogi Penelitian.....	3
1.6    Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II        TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1    Kajian Pustaka .....	5
2.2    Hukum Faraday .....	6
2.2.1    Fluks Magnetik.....	8
2.3.    Gempa.....	9
2.4    Pembangkit Gelombang Sinus .....	11
2.4.1    Generator Fungsi Monolitik IC XR-2206 .....	11
2.5    Penguat Operasional.....	13
2.5.1    Pengenalan Penguat Operasional .....	13
2.5.2    Rangkaian Penguat Operasional.....	14
2.5.2.1    Inverting Amplifier .....	14

2.5.2.2	Non Inverting Amplifier.....	16
2.6	Driver Motor .....	17
2.7	Mikrokontroler .....	18
2.7.1	Mikrokontroler AVR ATmega8535 .....	19
2.7.2	Arsitektur ATmega8535 .....	19
2.7.3	Konfigurasi Pin ATmega8535 .....	20
2.8	Bahasa Pemrograman Mikrokontroler dan Tool Pendukung ....	21
2.8.1	Dasar Pemrograman Bahasa C .....	22
2.8.2	Struktur Penulisan Bahasa C .....	22
2.8.3	CodeVision AVR .....	23
<b>BAB III</b>	<b>PERANCANGAN</b>	
3.1	Perencanaan.....	24
3.2	Gambaran Umum Sistem .....	24
3.3	Perancangan Perangkat Keras .....	26
3.3.1	Rangkaian Catu Daya.....	26
3.3.2	Rangkaian Pembangkit Frekuensi .....	27
3.3.3	Rangkaian Penguat .....	27
3.3.4	Rangkaian Penyearah .....	28
3.3.5	Rangkaian Driver Motor .....	29
3.3.6	Mikrokontroler ATmega8535.....	30
3.3.6.1	Osilator .....	30
3.3.6.2	Reset.....	31
3.3.7	Rangkaian LED .....	32
3.3.8	Rangkaian Buzzer .....	33
3.3.9	Perancangan Prototipe Pintu .....	33
3.4	Perancangan Perangkat Lunak.....	34
3.4.1	Setting CodeVision AVR.....	35
3.4.2	Program Utama .....	37

<b>BAB IV</b>	<b>PENGUJIAN DAN ANALISIS KINERJA SISTEM</b>	
4.1	Metode Pengujian.....	39
4.2	Pengujian Fungsional .....	40
4.2.1	Pengujian Rangkaian Pembangkit Gelombang Sinus .....	40
4.2.2	Rangkaian Sensor Posisi Faraday .....	41
4.2.2.1	Solenoid Pada Posisi Tengah .....	41
4.2.2.2	Solenoid Pada Posisi Paling Atas.....	42
4.2.2.3	Solenoid Pada Posisi Paling Bawah.....	42
4.2.3	Pengujian Rangkaian Penguat.....	43
4.2.4	Pengujian Rangkaian Penyearah .....	44
4.2.4.1	Penyearah Saat Solenoid Pada Posisi Tengah .....	44
4.2.4.2	Solenoid Pada Posisi Simpangan Atas .....	45
4.2.4.3	Solenoid Pada Posisi Simpangan Bawah .....	46
4.2.5	Rangkaian Reset.....	47
4.2.6	Pengujian Rangkaian Led .....	47
4.2.7	Pengujian Rangkaian Driver Motor .....	48
4.2.8	Pengujian Rangkaian Buzer .....	49
4.3	Pengujian Dan Pembahasan Sistem Keseluruhan .....	49
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP</b>	
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran-saran .....	53

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hasil yang dicapai pada penelitian rancang bangun simulasi gempa .....	6
Tabel 3.1	Level tingkatan gempa .....	40
Tabel 4.1	Hasil keluaran rangkaian penguat .....	44
Tabel 4.2	Hasil pengujian rangkaian Led .....	47
Tabel 4.3	Hasil pengujian rangkaian driver motor.....	48
Tabel 4.4	Hasil pegujian rangkaian buzzer.....	49
Tabel 4.5	Penentuan nilai klasifikasi besarnya gempa.....	49
Tabel 4.6	Hasil pengujian secara keseluruhan .....	50



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Percobaan Faraday .....	6
Gambar 2.2 Lapisan Bumi .....	9
Gambar 2.3 Arah Pergerakan lempeng Tektonik.....	10
Gambar 2.4 Blok diagram XR-2206. ....	13
Gambar 2.5 Simbol penguat operasional .....	13
Gambar 2.6 Rangkaian pembalik ( <i>inverting amplifier</i> ) .....	15
Gambar 2.7 Rangkaian tidak membalik ( <i>non-inverting amplifier</i> ).....	16
Gambar 2.8 Konfigurasi Pin IC L293D .....	18
Gambar 2.9 Konfigurasi Pin ATMega8535 .....	20
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem .....	26
Gambar 3.2 Rangkaian Catu Daya .....	27
Gambar 3.3 Rangkaian Pembangkit Frekuensi.....	28
Gambar 3.4 Rangkaian Penguat Non-Inverting .....	29
Gambar 3.5 Rangkaian Penyearah .....	29
Gambar 3.6 Rangkaian Driver Motor .....	31
Gambar 3.7 Rangkaian Minimum ATMega8535 .....	32
Gambar 3.8 Rangkaian Led .....	33
Gambar 3.9 Rangkaian Buzer .....	34
Gambar 3.10 Prototipe 2 dimensi pintu dilihat dari sisi depan .....	35
Gambar 3.11 Setting CodeVision AVR untuk pemilihan mikrokontroler.....	36
Gambar 3.12 Pengaturan fungsi port mikrokontroler pada CodeVision AVR	36
Gambar 3.13 Setting ADC pada CodeVision AVR.....	37
Gambar 3.14 Setting LCD pada CodeVision AVR .....	37
Gambar 3.15 <i>Flowchart</i> program utama .....	38
Gambar 4.1 Gelombang sinus masukan sensor .....	41
Gambar 4.2 Keluaran sensor faraday pada posisi solenoid di tengah.....	42
Gambar 4.3 Keluaran sensor faraday pada posisi solenoid di atas .....	43
Gambar 4.4 Keluaran sensor faraday pada posisi solenoid di bawah .....	44
Gambar 4.5 Hasil dari rangkaian penyearah, posisi solenoid di tengah .....	45

Gambar 4.6 Hasil dari rangkaian penyearah, posisi solenoid di atas..... 46

Gambar 4.7 Hasil dari rangkaian penyearah, posisi solenoid di bawah..... 47



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara dengan potensi mengalami gempa besar. Letak Indonesia masuk dalam *Ring Of fire*. Cincin Api Pasifik atau Lingkaran Api Pasifik (*Ring of Fire*) adalah daerah yang sering mengalami gempa bumi dan letusan gunung berapi yang mengelilingi cekungan Samudra Pasifik. Daerah ini berbentuk seperti tapal kuda dan mencakup wilayah sepanjang 40.000 km. Daerah ini juga sering disebut sebagai sabuk gempa Pasifik. Sekitar 90% dari gempa bumi yang terjadi dan 81% dari gempa bumi terbesar terjadi di sepanjang cincin api ini. Daerah gempa berikutnya (5–6% dari seluruh gempa dan 17% dari gempa terbesar) adalah sabuk Alpide yang membentang dari Jawa ke Sumatra, Himalaya, Mediterania hingga ke Atlantika.

Dengan kenyataan Indonesia rawan gempa, maka penduduk Indonesia perlu berlatih untuk menghadapi bencana, karena kalau dilihat hampir seluruh wilayah Indonesia adalah di sekitar *Ring Of Fire*. Terutama Pulau JAWA bagian Selatan dan Pulau SUMATERA bagian Barat (pesisir pantai). Selain itu juga perlu mengembangkan peralatan yang dapat digunakan untuk mendeteksi gempa.

Selama ini masyarakat mengetahui hukum faraday hanya sebatas prinsip perubahan fluks magnetik yang dapat menyebabkan perubahan *ggl induksi* pada ujung kumparan. Dimana dari prinsip ini kita dapat mengembangkan ke berbagai macam aplikasi yang berguna dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya

digunakan untuk mendeteksi getaran gempa sekaligus mengontrol aksi pada sebuah gedung.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan menjadi pokok bahasan adalah bagaimana membangun dan merealisasikan suatu sensor posisi faraday untuk pendeteksi dini gempa pada gedung.

## 1.3 Batasan Masalah

Agar penulisan Tugas Akhir ini lebih terarah, maka perlu adanya batasan masalah yang dibahas. Diantaranya sebagai berikut :

1. Konstanta pegas diabaikan (memakai pegas yang memiliki kelenturan sebanding dengan berat solenoid).
2. Penggunaan *Atmega8535* sebagai kendali utama.
3. Ukuran *solenoid* (diameter email, panjang email, diameter inti ferit, dan panjang inti ferit) tidak ditentukan atau diabaikan.
4. Sensor yang digunakan hanya satu dan perubahan posisi *solenoid* hanya berada pada posisi vertikal (naik-turun).
5. Kebebasan getaran tidak melebihi jarak lintasan.
6. Led, buzzer, motor, dan LCD sebagai penampil hasil akhir aksi simulasi gedung.
7. Aksi simulasi gedung dikategorikan menjadi tiga (rendah, sedang, dan besar).



#### **1.4 Tujuan Penulisan**

Tujuan yang akan dicapai dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah membangun sebuah sensor yang dapat mendeteksi getaran dan mengontrol aksi simulasi gempa berbasis ATmega8535.

#### **1.5 Metodologi Penelitian**

Untuk melaksanakan tugas akhir ini dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Studi pustaka penelitian sejenis.
2. Perancangan sistem.
  - a) Perancangan perangkat keras (*hardware*) rangkaian penguat, sistem minimum mikrokontroler beserta penampilnya.
  - b) Perancangan perangkat lunak (*software*).
3. Pengujian dan analisa.

Melakukan pengujian dan pengambilan data terhadap rangkaian perangkat keras, serta melakukan analisa praktis terhadap hasil yang diperoleh.

4. Penulisan laporan.

Penulisan laporan dilakukan sesuai data yang diperoleh dari tugas akhir.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, sistematika penulisan laporannya adalah sebagai berikut:

## BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan berisi tentang Latar Belakang Masalah, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penulisan, Metode Penelitian, serta Sistematika Penulisan pada Laporan Tugas Akhir.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab studi pustaka membahas tentang penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan penjelasan secara terperinci mengenai teori-teori yang digunakan sebagai landasan untuk pemecahan masalah.

## BAB III PERANCANGAN SISTEM

Berisi pembahasan tentang perancangan perangkat keras yang meliputi sensor sebagai media pendeteksi getaran, operasional *amplifier*, *mikrokontroler* sebagai kendali utamanya dan program untuk mengontrol aksi simulasi gedung.

## BAB IV PENGUJIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menjelaskan tentang pengujian dan analisa terhadap hasil pengamatan dari sistem yang telah dibuat.

## BAB V PENUTUP

Bab penutup membahas tentang kesimpulan dan saran-saran yang menunjang agar alat tersebut dapat berkerja lebih optimal, sehingga tugas akhir ini dapat dikembangkan lebih lanjut, dengan harapan dapat digunakan untuk mendukung penerapannya dalam kehidupan masyarakat.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Pustaka

Netwin Lukas Lethulur 2009 melakukan penelitian tentang “Sistem Pemantau Getaran Gempa Dengan Aplikasi Datalogger Berbasis Borland Delphi”. Dalam penelitian ini disebutkan sistem merupakan bentuk aplikasi pendeteksi getaran gempa yang dikendalikan menggunakan sistem kontrol adaptif berbasis *mikrokontroler* dengan *datalogger* berbasis PC. Secara prinsip, sistem akan membaca sinyal getaran gempa melalui sensor *piezoelectric* dan menguatkan level sinyalnya agar dapat diolah menggunakan rangkaian *analog to digital converter* dan *mikrokontroler*. Dimana hasil penelitian yang telah didapat adalah proses pendeteksian sinyal getaran gempa terbukti dapat terdeteksi menggunakan *piezoelectric*. Dan data informasi gempa yang terdeteksi dimasukkan ke *datalogger* dibagian program pc.

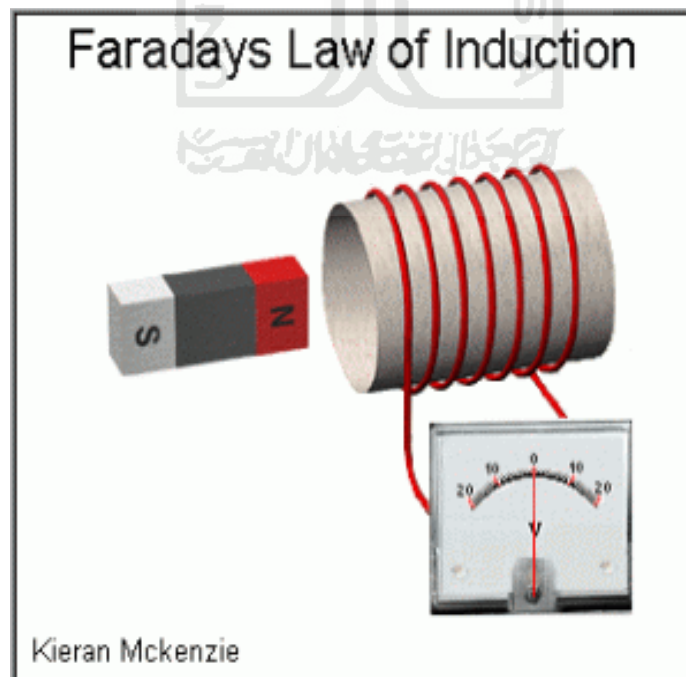
Gandhi Dewantoro 2010 melakukan penelitian tentang “Rancang Bangun Simulasi Gempa”. Sistem dirancang untuk mendeteksi suatu gempa yang akan terjadi dan sedang terjadi. Untuk mendeteksi gempa digunakan *geophone*. *Geophone* ini bekerja dengan *induksi* magnetik. Yang merupakan istilah untuk pembangkitan tegangan di dalam sebuah konduktor yang terkena medan magnet yang bervariasi. Hasil yang dicapai pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.1.

Table 2.1 Hasil yang dicapai pada penelitian Rancang Bangun

Simulasi Gempa

Hal yang diamati	Kondisi
sensor getaran	berfungsi
lampu indicator	berfungsi
Buzzer	berfungsi
setingan Vout	berfungsi
setingan level gempa	berfungsi

2.2 Hukum Faraday



Gambar 2.1 Percobaan Faraday

Melalui berbagai percobaan, Michael Faraday (1791-1867), seorang ilmuwan jenius dari Inggris berhasil membuktikan bahwa arus listrik memang dapat dihasilkan dari perubahan medan magnetik.

Peristiwa dihasilkannya arus listrik akibat adanya perubahan medan magnetik dinamakan *induksi elektromagnetik*, sedangkan arus yang dihasilkan dari *induksi elektromagnetik* dinamakan arus induksi.

Melihat dari gambar 2.1 maka kesimpulan percobaan Faraday antara lain:

1. Sewaktu magnet digerakkan (keluar-masuk) dalam kumparan, jarum pada galvanometer akan menyimpang
2. Ketika tidak digerakkan (berhenti) dalam kumparan, jarum galvanometer tidak menyimpang (menunjukkan angka nol)
3. Penyimpangan jarum galvanometer ini menunjukkan bahwa di dalam kumparan mengalir arus listrik (arus induksi)
4. Arus listrik timbul karena adanya perubahan jumlah garis gaya magnet, yang mengakibatkan pada ujung-ujung kumparan timbul beda potensial. Beda potensial ini disebut gaya gerak listrik induksi (*ggl induksi*)

Persamaan Ggl induksi ( $\epsilon_{ind}$ ) yang memenuhi hukum Faraday adalah sebagai berikut:

$$\epsilon_{ind} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

N = jumlah lilitan

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \text{laju perubahan fluks magnetik ( wb/s)}$$

### 2.2.1 Fluks Magnetik $\Phi$

*Fluks magnetik* ( $\Phi$ ) adalah kerapatan garis-garis gaya dalam medan magnet, artinya *fluks magnetik* yang berada pada permukaan yang lebih luas kerapatannya rendah dan kuat medan magnetik lebih lemah, sedangkan pada permukaan yang lebih sempit kerapatan *fluks magnet* akan kuat dan kuat medan magnetik lebih tinggi.

Satuan dari besaran *fluks magnetik* di ukur dalam Weber, disingkat Wb dan didefinisikan dengan:

“Suatu medan magnet serba sama mempunyai *fluks magnetik* sebesar 1 *weber* bila sebatang penghantar memotong garis-garis gaya magnetik selama 1 detik akan menimbulkan gaya gerak listrik (ggl) sebesar 1 Volt”

Weber = volt x detik atau ( $\Phi$ ) = 1 volt detik = 1 weber

Persamaan fluks magnetik ( $\Phi$ ) adalah :

$$\Phi = B.A \text{ Cos}\theta \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

B = medan magnetik

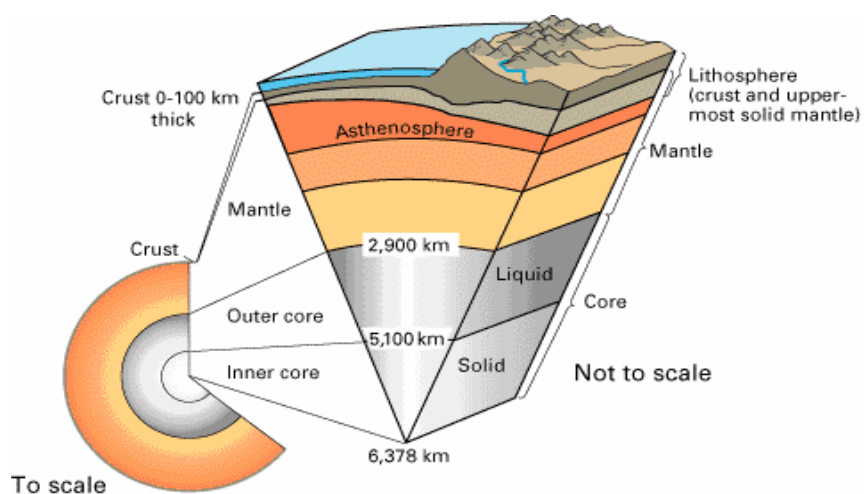
A = luas penampang

$\theta$  = sudut antara medan magnetik (B) dengan arah bidang normal (n)

### 2.3 Gempa

Gempa adalah pergeseran tiba-tiba dari lapisan tanah di bawah permukaan bumi. Ketika pergeseran ini terjadi, timbul getaran yang disebut gelombang seismik. Gelombang ini menjalar menjauhi fokus gempa ke segala arah di dalam bumi. Ketika gelombang ini mencapai permukaan bumi, getarannya bisa merusak atau tidak tergantung pada kekuatan sumber dan jarak fokus, disamping itu juga mutu bangunan dan mutu tanah dimana bangunan berdiri.

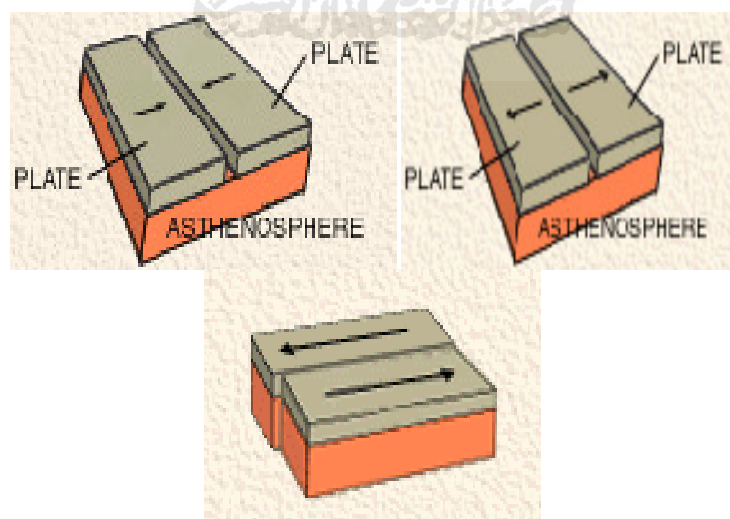
Gempa terjadi dilapisan litosfir bumi karena lapisan ini terdiri atas lempeng-lempeng tektonik yang kaku dan terapung diatas batuan yang relatif tidak kaku. Daerah pertemuan dua lempeng atau lebih disebut sebagai *plate margin* atau batas lempeng, disebut juga sesar. Gempa dapat terjadi dimanapun dibumi ini, tetapi umumnya gempa terjadi di sekitar batas lempeng dan banyak didapat sesar aktif disekitar batas lempeng. Titik tertentu di sepanjang sesar tempat dimulainya gempa disebut fokus atau *hyposenter* dan titik di permukaan bumi yang tepat di atasnya disebut *episenter*.



Gambar 2.2 Lapisan Bumi

Gempa terjadi dilapisan litosfir bumi karena lapisan ini terdiri atas lempeng-lempeng tektonik yang kaku dan terapung diatas batuan yang relatif tidak kaku. Daerah pertemuan dua lempeng atau lebih disebut sebagai *plate margin* atau batas lempeng, disebut juga sesar. Gempa dapat terjadi dimanapun dibumi ini, tetapi umumnya gempa terjadi di sekitar batas lempeng dan banyak didapat sesar aktif disekitar batas lempeng. Titik tertentu di sepanjang sesar tempat dimulainya gempa disebut fokus atau *hyposenter* dan titik di permukaan bumi yang tepat di atasnya disebut *episenter*.

Lapisan paling atas bumi, yaitu litosfir merupakan batuan yang relatif dingin dan bagian paling atas berada pada kondisi padat dan kaku. Di bawah lapisan ini terdapat batuan yang jauh lebih panas yang disebut mantel. Ada tiga kemungkinan pergerakan satu lempeng tektonik relatif terhadap lempeng lainnya, yaitu apabila kedua lempeng saling menjauhi (*spreading*), saling mendekati (*collision*), dan saling geser (*transform*).



Gambar 2.3 Arah Pergerakan Lempeng Tektonik



Jika dua lempeng bertemu pada suatu sesar, keduanya dapat bergerak saling menjauhi, saling mendekati, atau saling bergeser. Umumnya, gerakan ini berlangsung lambat dan tidak dapat dirasakan oleh manusia namun terukur sebesar 0-15 cm pertahun.

## **2.4 Pembangkit Gelombang Sinus**

Pembangkit gelombang sinus adalah suatu rangkaian yang berguna untuk membangkitkan gelombang sinus. Gelombang sinus tersebut selanjutnya digunakan untuk mengumpani induktor yang akan diukur induktansinya. Ada berbagai macam rangkaian pembangkit gelombang sinus, namun untuk memudahkan aplikasi digunakan suatu rangkaian yang terintegrasi dalam satu *chip*, yaitu XR-2206 dari EXAR Corporation.

### **2.4.1 Generator Fungsi Monolitik IC XR-2206**

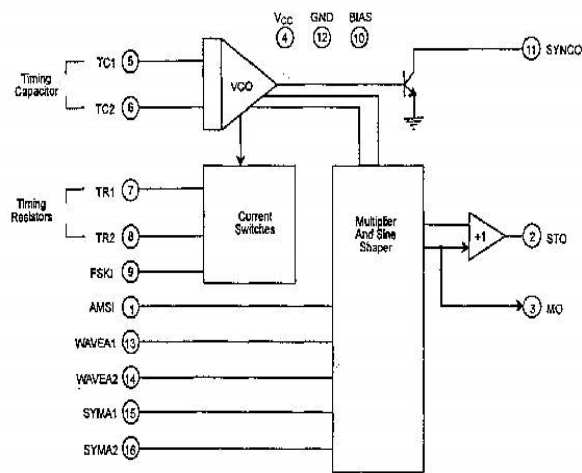
XR-2206 merupakan suatu rangkaian terintegrasi generator fungsi yang mampu menghasilkan gelombang sinus berkualitas tinggi, *square*, *triangle*, serta *ramp* dengan stabilitas dan akurasi tinggi dari pulsa bentuk gelombangnya. Keluaran dari bentuk gelombang yang dihasilkan dapat merupakan amplitudo dan termodulasi frekuensi oleh tegangan eksternal. Frekuensi operasi dapat dipilih dari 0,01 Hz hingga lebih dari 1MHz.

Rangkaian dengan XR-2206 sangat ideal untuk komunikasi, instrumentasi, dan aplikasi generator fungsi yang membutuhkan gelombang *sinusoidal*, AM,

FM, atau pembangkit FSK. XR-2206 mempunyai penyimpangan tipikal sebesar 20ppm/°C.

XR-2206 terdiri dari empat blok fungsional (gambar2.3) yaitu, sebuah osilator dikontrol tegangan (VCO(*Voltage Control Tegangan*)), sebuah pembagi analog (*analog multiplier*), sebuah *sine shaper*, sebuah *unity gain buffer amplifier* serta satu set saklar arus (*current switches*).

VCO menghasilkan keluaran frekuensi yang proporsional terhadap input, yang mana diset dengan sarana sebuah resistor dari terminal timing ke *ground*. Dengan dua pin timing, dua keluaran frekuensi diskrit dapat dihasilkan secara *independent* untuk aplikasi pembangkit FSK dengan menggunakan pin yang dikontrol tegangan (VCO *Voltage Controlled Osilator*), sebuah pembagi analog (*analog Multiplier*), sebuah *sine shaper*, sebuah *unity gain buffer amplifier* serta satu set saklar arus (*current switches*). VCO menghasilkan keluaran frekuensi yang proporsional terhadap arus input, yang mana di set dengan sarana sebuah resistor dari terminal timing kontrol input FSK. Kontrol input ini mengatur saklar arus (*current switchs*) yang akan menentukan *timing resistor current* , dan kemudian dialirkan ke VCO. Gambar blok diagram XR-2206 dapat dilihat pada gambar 2.4.

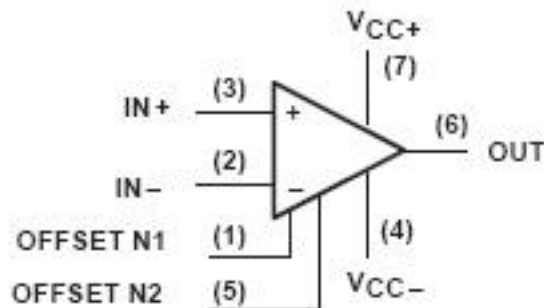


Gambar 2.4 Blok Diagram XR-2206

## 2.5 Penguat Operasional

### 2.5.1 Pengenalan Penguat Operasional

Penguat operasional adalah penguat dengan *gain* tinggi dan terhubung secara langsung. Penguat ini biasanya digunakan untuk menguatkan sinyal berjalur frekuensi lebar dan digunakan bersama jaringan umpan balik eksternal.



Gambar 2.5 Simbol penguat operasional

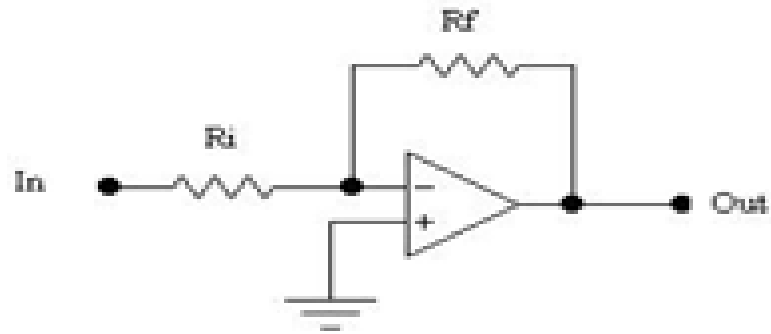
Penguat operasional memiliki lima terminal dasar, yaitu dua untuk mensuplai daya, dua untuk masukan dan satu untuk keluaran. Penguat operasional memiliki beberapa ketentuan ideal. Ketentuan-ketentuan ini tidak terdapat dalam praktek, namun asumsi-asumsi mengenai ini memungkinkan orang untuk melakukan analisa dengan cepat mengenai rangkaian umpan balik pada penguat operasional. Ketentuan-ketentuan ideal penguat operasional ini, antara lain :

1. Penguatan open loop besar ( $A \gg$ ).
2.  $V_o = 0$  jika  $V_1 = V_2$ .
3. Impedansi input tinggi ( $Z \gg$ ).
4. Impedansi output mendekati 0 ( $Z_o \ll$ ).
5. Tidak ada tegangan offset.

## 2.5.2 Rangkaian Penguat Operasional

### 2.5.2.1 Inverting Amplifier

Pada rangkaian *inverting amplifier*, input *non-inverting* dihubungkan ke *ground* sedangkan input *inverting* sebagai masukan. Dengan mengasumsikan, *op-amp* mempunyai *open loop gain* yang tidak berhingga, maka perbedaan tegangan antara input *inverting* dan input *non-inverting* sama dengan nol ( $E_d = 0$ ). Pada kondisi ini, input *inverting* disebut *virtual ground*. Arus yang mengalir pada  $R_1$  adalah  $V_{IN}/R_1$  dan arus pada  $R_F$  adalah  $V_{OUT}/R_F$ .



Gambar 2.6 Rangkaian pembalik (*Inverting Amplifier*)

Penguatan tegangan pada *inverting amplifier* sama dengan harga resistor *feedback* dibagi dengan harga resistor input. Tanda minus menunjukkan adanya perbedaan fasa antara input dan output.

$$\frac{-V_{in}}{R_{in}} = \frac{V_{out}}{R_f} \text{ atau}$$

$$V_{out} = -V_{in} \frac{R_f}{R_{in}} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$A = \frac{V_{out}}{V_{in}} = - \frac{R_f}{R_{in}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

$V_{in}$  = Tegangan masukan (V)

$V_{out}$  = Tegangan keluaran (V)

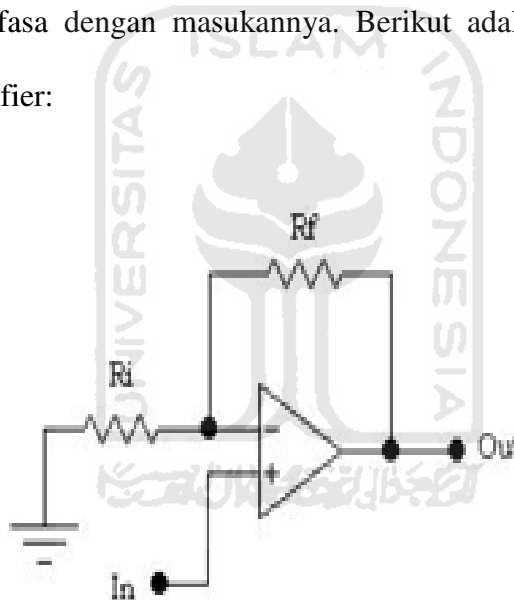
$R_{in}$  = Resistor input ( $\Omega$ )

$R_f$  = Resistor *feedback* ( $\Omega$ )

A = Penguatan ( kali)

### 2.5.2.2 Non-Inverting Amplifier

Sering kali dibutuhkan penguat yang memberikan keluaran sama besar dan sefasa dengan masukannya serta memenuhi hubungan  $R_f$  tertentu dengan  $R_i$ . Oleh karena itu digunakannya rangkaian *non inverting amplifier* untuk memperoleh penguatan yang sefasa dengan masukannya. Berikut adalah gambar rangkaian non-inverting amplifier:



Gambar 2.7 Rangkaian tidak membalik (*non-inverting amplifier*)

Dengan asumsi tegangan antara tegangan terminal *inverting* (-) dan *non-inverting* (+) adalah 0 volt, berarti tegangan di titik A sama dengan  $V_i$ . Arus yang mengalir pada  $R_i$  sama dengan arus yang mengalir pada  $R_f$ , yaitu:

$$I = \frac{V_{in}}{R_{in}} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$V_{out} = [1 + \frac{R_f}{R_{in}}] V_{in} \text{ atau}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = [1 + \frac{R_f}{R_{in}}] \dots\dots\dots(2.6)$$

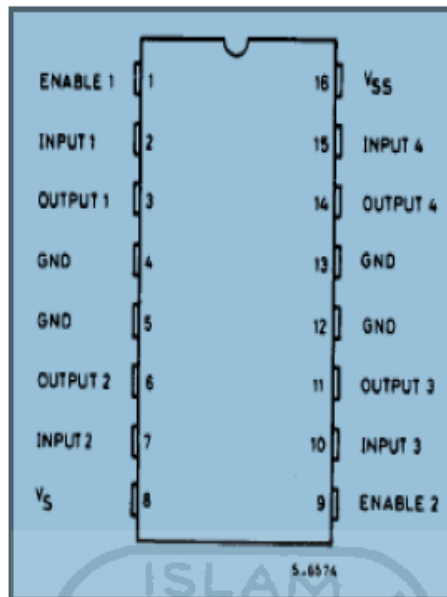
Dimana :

I = Arus (A)

## 2.6 Driver Motor

IC L293D adalah suatu komponen elektronika yang berfungsi sebagai *driver* (penggerak) yang di dalamnya merupakan gabungan dari beberapa transistor yang dikemas dalam bentuk sebuah chip IC (*integrated circuit*). IC L293D mampu beroperasi pada tegangan 4.5V ampai 36V. Besarnya arus yang ditarik adalah 600mA kondisi normal serta 1.2 A pada arus puncak (sesaat).

IC L293D memiliki 16 pin dimana 4 pin tengah sebagai *ground*, masukan data yang terletak di pin 2, 7, 10, dan 15. Sedangkan sebagai keluaran dari IC yang digunakan untuk menggerakkan motor dipakai dari pin 3, 6, 11, dan 14. Penggunaan IC ini lebih praktis jika dibandingkan dengan prinsip kerja dari *relay* maupun *switching transistor*. IC lebih tahan terhadap tegangan tinggi yang mengalir kedalam IC sampai tegangan 36V. Konfigurasi pin L293D dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Konfigurasi Pin IC L293D

## 2.7 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah otak dari suatu sistem elektronika seperti halnya mikroprosesor sebagai otak komputer. Namun mikrokontroler memiliki nilai tambah karena didalamnya sudah terdapat memori dan sistem input/output dalam suatu kemasan IC. Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's RISC processor*) standar memiliki arsitektur 8-bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. Berbeda dengan instruksi MCS-51 yang membutuhkan 12 siklus clock karena memiliki arsitektur CISC (seperti komputer).

Teknologi yang digunakan pada mikrokontroler AVR berbeda dengan mikrokontroler seri MCS-51. AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computer*), sedangkan seri MCS-51 berteknologi CISC (*Complex Instruction Set*



*Computer*). Mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi empat kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, Keluarga ATmega, dan AT89RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, kelengkapan periferan dan fungsi-fungsi tambahan yang dimiliki.

### **2.7.1 Mikrokontroler AVR ATmega8535**

ATmega8535 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit daya-rendah berbasis arsitektur RISC. Kebanyakan instruksi dikerjakan pada satu siklus clock, ATmega8535 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz, hal ini membuat ATmega8535 dapat bekerja dengan kecepatan tinggi walaupun dengan penggunaan daya rendah.

### **2.7.2 Arsitektur ATmega8535**

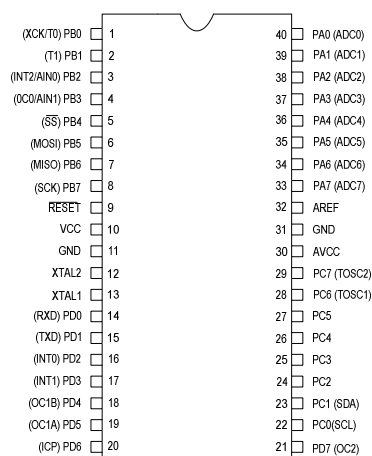
Mikrokontroler ATmega8535 memiliki beberapa fitur atau spesifikasi yang menjadikannya sebuah solusi pengendali yang efektif untuk berbagai keperluan. Fitur-fitur tersebut antara lain:

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yang terdiri atas Port A, B, C dan D
2. ADC (Analog to Digital Converter) dengan resolusi 10-bit sebanyak 8 saluran melalui Port A
3. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan
4. CPU yang terdiri atas 32 register
5. *Watchdog Timer* dengan osilator internal
6. SRAM sebesar 512 byte

7. Memori *Flash* sebesar 8 kb dengan kemampuan *Read While Write*
8. Unit Interupsi Internal dan Eksternal
9. Port antarmuka SPI untuk mendownload program ke flash
10. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi
11. Antarmuka komparator analog
12. Port USART untuk komunikasi serial

### 2.7.3 Konfigurasi Pin ATmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 mempunyai jumlah pin sebanyak 40 buah, dimana 32 pin digunakan untuk keperluan port I/O yang dapat menjadi pin *input/output* sesuai konfigurasi. Pada 32 pin tersebut terbagi atas 4 bagian (port), yang masing-masingnya terdiri atas 8 pin. Pin-pin lainnya digunakan untuk keperluan rangkaian osilator, *supply* tegangan, *reset*, serta tegangan referensi untuk ADC. Untuk lebih jelasnya, konfigurasi pin ATmega8535 dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.9 Konfigurasi Pin ATmega8535

Sumber : [www.atmel.com/atmel/acrobat/doc2502.pdf](http://www.atmel.com/atmel/acrobat/doc2502.pdf)

Berikut ini adalah susunan pin-pin dari ATmega8535 :

- VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya
- GND merupakan pin *ground*
- Port A (PA0..PA7) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC
- Port B (PB0..PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu Timer/Counter, Komparator Analog, dan SPI
- Port C (PC0..PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, Komparator Analog, dan *Timer Oscillator*
- Port D (PD0..PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu Komparator Analog, Interupsi Eksternal dan komunikasi serial USART
- Reset merupakan pin yang digunakan untuk mereset mikrokontroler
- XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan clock eksternal (osilator menggunakan kristal, biasanya dengan frekuensi 11,0592 MHz)

## **2.8 Bahasa Pemrograman Mikrokontroler dan Tool Pendukung**

Sebelum dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, pengembangan sebuah mikrokontroler harus melewati 3 tahapan, yaitu:

1. Pembuatan hardware untuk aplikasi.
2. Perancangan software aplikasi menggunakan bahasa pemrograman.
3. Pengisian software aplikasi yang sudah dibuat ke dalam mikrokontroler.

Bahasa pemrograman yang digunakan umumnya dapat berupa bahasa pemrograman tingkat rendah (Assembly Language), menengah (bahasa C) maupun bahasa tingkat tinggi seperti Pascal dan BASIC.

### **2.8.1 Dasar Pemrograman Bahasa C**

Akar dari bahasa C adalah bahasa BCPL yang dikembangkan oleh Martin Richards pada tahun 1967. Bahasa ini memberikan ide kepada Ken Thompson yang kemudian mengembangkan bahasa yang disebut dengan bahasa B pada tahun 1970. Perkembangan selanjutnya dari bahasa B adalah bahasa C oleh Dennis Ritchie sekitar tahun 1970-an di Bell Telephone Laboratories Inc (sekarang adalah AT&T Bell Laboratories). Bahasa C pertama kali digunakan pada Komputer Digital Equipment Corporation PDP-11 yang menggunakan sistem operasi UNIX.

### **2.8.2 Struktur Penulisan Bahasa C**

Program C pada hakikatnya tersusun atas sejumlah blok fungsi. Sebuah program minimal mengandung sebuah fungsi. Fungsi pertama yang harus ada dalam program C dan sudah ditentukan namanya adalah *main* (). Setiap fungsi terdiri atas satu atau beberapa pernyataan, yang secara keseluruhan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas khusus. Bagian pernyataan fungsi (sering disebut tubuh fungsi) diawali dengan tanda kurung kurawal buka ({} dan diakhiri dengan tanda kurung kurawal tutup (}). Diantara kurung kurawal itu dapat dituliskan statemen-statemen program C. Namun pada kenyataannya, suatu fungsi bisa saja tidak

mengandung pernyataan sama sekali. Walaupun tidak memiliki pernyataan, kurung kurawal haruslah tetap ada. Sebab kurung kurawal mengisyaratkan awal dan akhir definisi fungsi. Berikut ini adalah struktur dari program C :

```
main()
{
    statemen-statemen;
}
fungsi_fungsi_lain()
{
    statemen-statemen;
}
```

fungsi lain yang ditulis oleh pemrograman

Bahasa C dikatakan sebagai bahasa pemrograman terstruktur karena strukturnya menggunakan fungsi-fungsi sebagai program-program bagiannya (*subroutine*). Fungsi-fungsi yang ada selain fungsi utama (*main()*) merupakan program-program bagian. Fungsi-fungsi ini dapat ditulis setelah fungsi utama atau diletakkan di file pustaka (*library*). Jika fungsi-fungsi diletakkan di file pustaka dan akan dipakai di suatu program, maka nama file judulnya (*header file*) harus dilibatkan dalam program yang menggunakannya dengan *preprocessor directive* berupa *#include*.

### 2.8.3 CodeVision AVR

CodeVision AVR merupakan salah satu *software* kompiler yang khusus digunakan untuk mikrokontroler keluarga AVR. Dari beberapa *software* kompiler

C, CodeVision AVR merupakan yang terbaik bila dibandingkan dengan kompilerekompiler yang lain karena beberapa kelebihan yang dimiliki (Agus Bejo, 2008).

Kelebihan yang dimiliki CodeVision AVR antara lain:

1. Menggunakan IDE (*Integrated Development Environment*).
2. Fasilitas yang disediakan lengkap (mengedit program, mengkompil program, mendownload program) serta tampilannya terlihat menarik dan mudah dimengerti. Setingan editor dapat disetting sedemikian rupa sehingga membantu memudahkan dalam penulisan program.
3. Mampu membangkitkan kode program secara otomatis dengan menggunakan fasilitas CodeWizardAVR.
4. Memiliki fasilitas untuk mendownload program langsung dari CodeVision AVR dengan menggunakan hardware khusus seperti Atmel STK500, Kanda System STK200+/300 dan beberapa hardware lain yang telah didefinisikan oleh CodeVision AVR.
5. Memiliki fasilitas debugger sehingga dapat menggunakan *software compiler* lain untuk mengecek kode assemblernya, contohnya AVRStudio.
6. Memiliki terminal komunikasi serial yang terintegrasi dalam CodeVision AVR sehingga dapat digunakan untuk membantu pengecekan program yang telah dibuat khususnya komunikasi serial UART.

## **BAB III**

### **PERANCANGAN**

#### **3.1 Perencanaan**

Proses perencanaan sangat diperlukan sekali dalam pembuatan suatu alat, khususnya perancangan elektronika. Proses perencanaan alat sangat penting untuk memulai suatu pekerjaan dengan tujuan berikut:

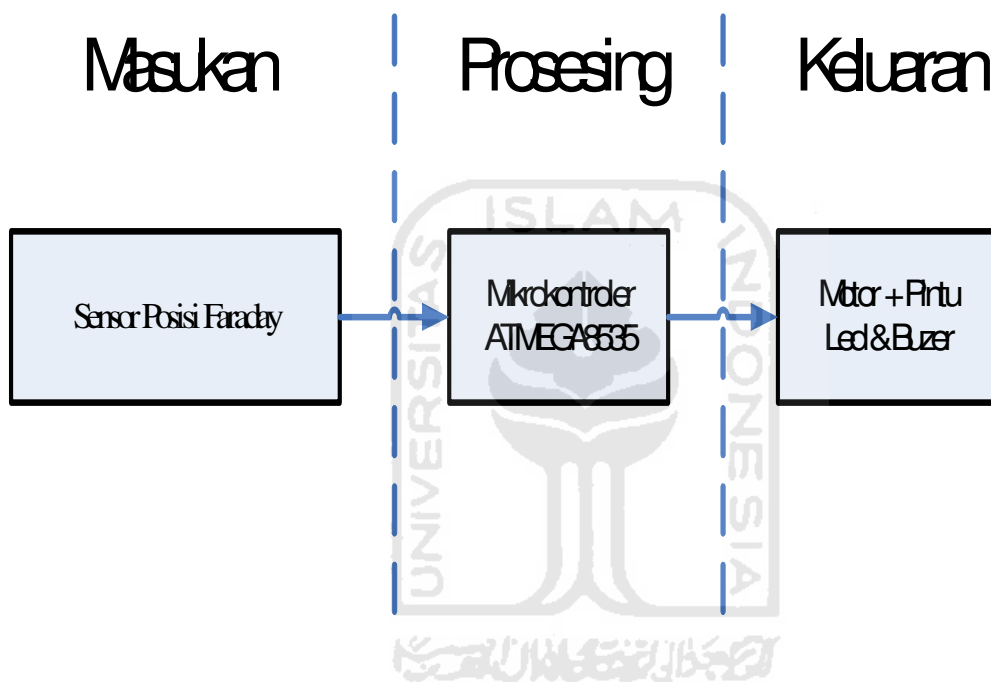
1. Agar alat yang dihasilkan nantinya sesuai dengan yang diharapkan.
2. Untuk memilih komponen-komponen elektronika yang paling tepat.
3. Untuk menekan error dalam proses pembuatan.
4. Menekan biaya pembuatan alat.

Perancangan dalam hal ini meliputi perancangan rangkaian, perancangan pemasangan tata letak komponen yang telah dirangkai pada kotak praktis. Perancangan awal memerlukan suatu kejelian dan ketelitian, karena perancangan awal akan sangat menentukan hasil akhir dari suatu proses pembuatan alat. Apabila perancangan awal salah maka proses selanjutnya akan mengalami suatu kesalahan, sehingga selain ketelitian dan kejelian juga diperlukan ketepatan dalam proses pembelian komponen di pasaran.

#### **3.2 Gambaran Umum Sistem**

Perangkat keras yang akan dibangun adalah sensor posisi faraday untuk pendeteksi dini gempa pada gedung. Input untuk sistem yang akan dibuat ini

berupa sensor posisi faraday. Untuk pengolahannya digunakan mikrokontroler ATmega8535 sedangkan untuk outputnya berupa motor yang difungsikan untuk membuka dan menutup pintu, led indikator dan buzzer. Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram blok sistem

Prinsip kerja dari sensor posisi faraday untuk pendeteksi dini gempa pada gedung yaitu bila terjadi gempa, getaran gempa akan menggerakkan kumparan yang menimbulkan *ggl induksi*. Keluaran dari sensor faraday dikuatkan dan diubah ke tegangan DC. Tegangan DC keluaran sensor dibaca oleh ADC mikrokontroler ATmega8535. Mikrokontroler memproses data sensor ke dalam 3 tingkatan gempa. Tingkatan gempa rendah indikatornya led nyala, tingkatan



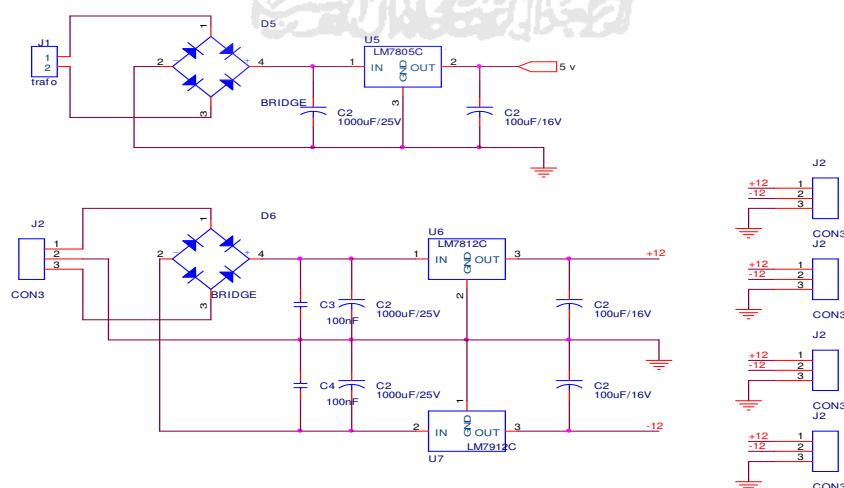
gempa sedang led nyala dan buzzer bunyi, sedangkan tingkatan gempa besar led nyala, buzzer bunyi dan pintu terbuka.

### 3.3 Perancangan Perangkat Keras

#### 3.3.1 Rangkaian Catu Daya

Sumber-sumber tegangan yang digunakan dalam alat ini adalah sebagai berikut :

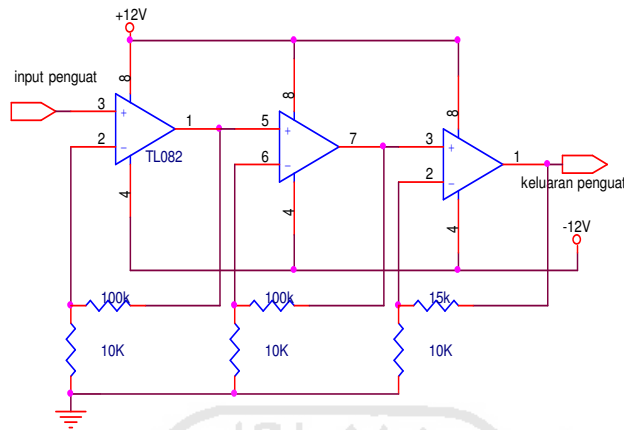
1. Sumber tegangan +12V dan -12V dengan menggunakan IC regulator 7812 dan 7915, yang digunakan untuk memberikan supply IC XR-2206, L293D (sebagai *driver motor*) (+12V, Ground), dan TL 082 (+12V, -12V, Ground).
2. Sumber tegangan +5V dengan menggunakan IC regulator 7805, yang digunakan untuk memberikan supply IC L293D (sebagai *driver buzzer*), mikrokontroler ATmega8535, Led, dan LCD.



Gambar 3.2 Rangkaian Catu Daya +5V, +12V, -12V



3 op amp didapatkan penguatan akhir 302,5 kali. Gambar rangkaian penguat non-inverting dapat dilihat pada Gambar 3.4.



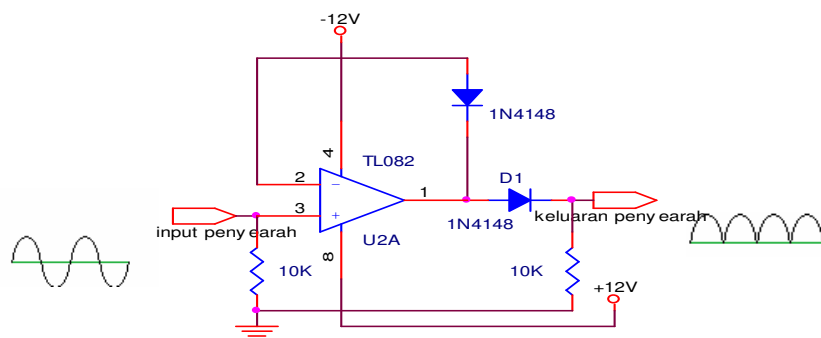
Gambar 3.4 Rangkaian penguat non-inverting

Persamaan untuk menghitung tegangan keluaran adalah:

$$V_{out} = V_{in} \frac{R1 + R2}{R2}, \text{ dimana } R1 = 100 \text{ K, } R2 = 10 \text{ K}$$

### 3.3.4 Rangkaian Penyearah

Rangkaian penyearah menggunakan IC OP Amp TL 082 dan dioda 1n4148 2 buah. Gambar rangkaian peyearah dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Rangkaian penyearah

### 3.3.5 Rangkaian Driver Motor

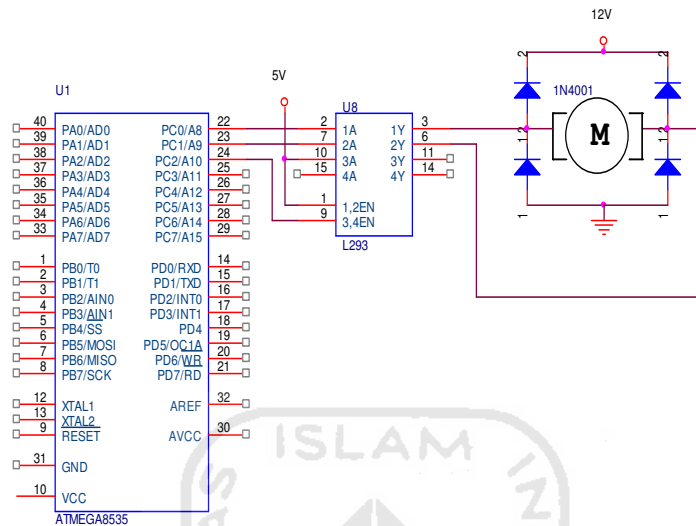
Motor adalah suatu alat yang dapat mengubah daya listrik menjadi tenaga mekanik dalam bentuk putaran. Dengan demikian pengaturan putaran motor mempunyai arti suatu usaha untuk mengatur gerakan putaran motor. Pada alat penggerak pintu, putaran motor digunakan untuk membuka dan menutup pintu. Putaran motor dapat ditinjau dari dua aspek: arah putaran motor (satu arah atau dua arah) dan kecepatan (konstan atau tidak konstan).

Untuk mengaktifkan atau menggerakkan motor, dibutuhkan arus yang cukup besar. Karena arus yang disediakan oleh port mikrokontroler tidak cukup untuk mengaktifkan motor maka diperlukan *driver* untuk menggerakkan motor, yaitu menggunakan IC L293D. IC L293D ini merupakan suatu IC khusus untuk keperluan antarmuka dari sistem digital dengan arus lemah ke sistem yang membutuhkan tegangan dan arus yang lebih tinggi yang diterapkan khusus untuk aplikasi motor. L293D dapat menggerakkan maksimal 2 motor.

Masukan IC L293D dihubungkan dengan port mikrokontroler, keluaran IC L293D dihubungkan ke motor, Vs (kaki 8 L293D) dihubungkan ke sumber tegangan 12 Vdc, Vcc (kaki 16) dihubungkan ke sumber level tegangan input, sedangkan kaki 4,5,12,13 dihubungkan ke *ground*.

Untuk menjalankan motor menggunakan L293D yaitu dengan memberi logika high di pin En (enable). Untuk memutar motor forward maka 1A yang dihubungkan ke mikrokontroler PortB.0 diberi logika high dan 2A yang dihubungkan ke mikrokontroler PortB.1 diberi logika low sedangkan untuk memutar motor reverse dengan membalik keadaan pada kaki 1A dan 2A. Untuk

menghentikan motor dilakukan dengan memberi logika yang sama pada input 1A dan 2A, selain itu juga dapat dilakukan dengan memberi logika low pada V en.



Gambar 3.6 Rangkaian *Driver Motor*

Gambar rangkaian L293D dapat dilihat pada gambar 3.6. IC L293D harus ditambah dengan dioda yang dipasang dengan bias negatif (*reverse bias*) pada keluaran dan com. Dioda ini berfungsi melindungi transistor yang ada dalam L293D dari tegangan induksi balik yang timbul dari lilitan motor saat diputar/dihentikan dan diputar balik.

### 3.3.6 Mikrokontroler ATmega8535

#### 3.3.6.1 Osilator

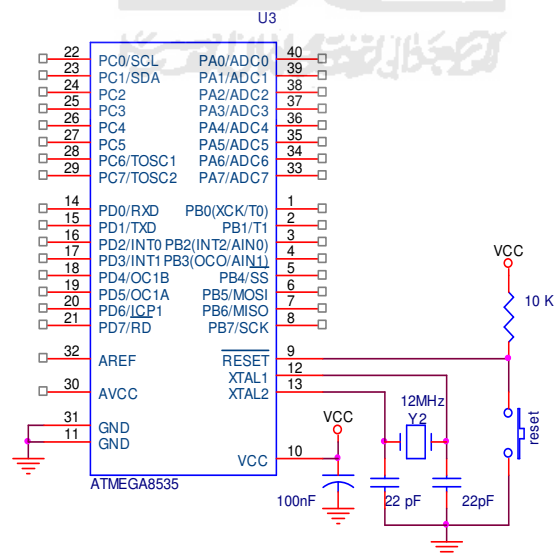
Pada rangkaian osilator ini digunakan kristal 11,059200 MHz seperti ditunjukkan Gambar 3.8. Menurut *datasheet* crystal yang bisa digunakan untuk mikrokontroller ATMEGA8535 adalah 0 – 16 MHz dan dua kapasitor 22 pF. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan eksekusi sebuah instruksi dinamakan

waktu siklus instruksi (instruction cycles time) yang nilainya tergantung pada kristal yang digunakan.

### 3.3.6.2 Reset

Rangkaian *reset* digunakan untuk menghentikan kerja mikrokontroler dengan kembali ke alamat 0000/reset. Rangkaian *reset* dapat dilihat pada Gambar 3.7. Untuk mereset mikrokontroler ATMEGA8535L yaitu dengan memberikan logika Low pada pin reset (pin 9) mikrokontroler ATMEGA8535L, logika low ini dibuat minimal 50 ns. Keadaan yang dapat membuat mikrokontroler masuk kedalam kondisi reset adalah:

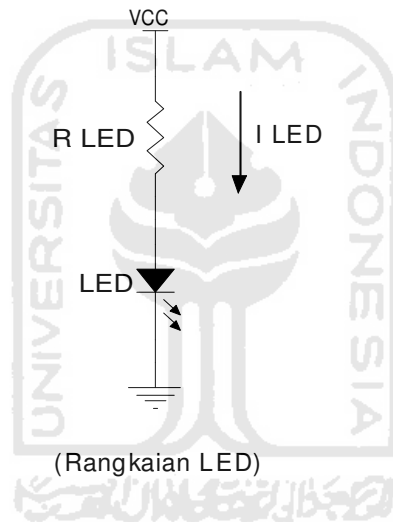
1. Pada saat Power On.
2. Saat reset eksternal terjadi, yaitu ketika pin reset diaktifkan.
3. Pada saat watchdog timer mencapai nilai maksimum (overflow).



Gambar 3.7 Rangkaian Minimum ATMEGA8535

### 3.3.7 Rangkaian LED

Untuk perancangan penyalan LED yang digunakan untuk indicator gempa rendah harus mengetahui karakteristik dari LED. LED mempunyai arus maju (ILED) berkisar di antara 10 mA – 20 mA dan tegangan majunya (VLED) berkisar antara 1,6 V – 2,2 V. Dalam perancangan ini digunakan ILED = 10 mA dengan VLED = 1,6 V. Dan untuk membatasi kuat arus ILED maka digunakan resistor (RLED) seperti Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Rangkaian LED

Untuk mendapatkan harga resistor LED maka dibuat perhitungan sebagai berikut:

$$R_{laser} = \frac{V_{cc} - V_{led}}{I_{led}}$$

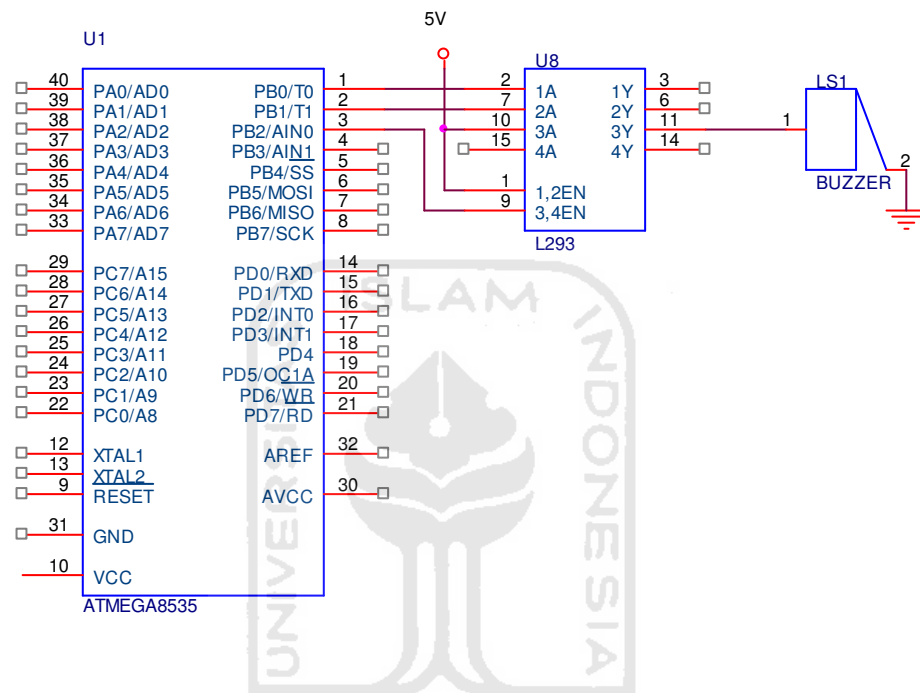
$$R_{laser} = \frac{5\text{Volt} - 2\text{Volt}}{20\text{mA}}$$

$$R_{laser} = 150\Omega$$

Jadi RLED indikator yang dibutuhkan adalah 150  $\Omega$ .

### 3.3.8 Rangkaian Buzer

Buzer yang digunakan dalam pembuatan sensor posisi faraday untuk pendeteksi dini gempa pada gedung bekerja pada tegangan 12 V DC. Gambar rangkaian dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Rangkaian Buzer

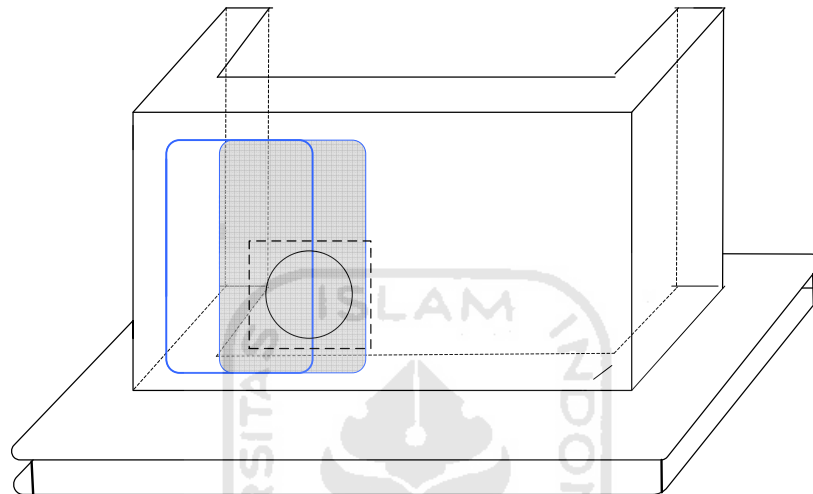
Pada rangkaian terlihat buzzer dihubungkan dengan L293D. pengendalian dilakukan pada kaki en L293D. Untuk menghidupkan buzzer dengan memberikan logika 0 pada kaki en L293D.

### 3.3.9 Perancangan Prototipe Pintu

Jenis pintu dalam aplikasi ini adalah pintu geser elektronik otomatis. Motor dan gerigi gigi reduksi menggunakan CD-Room. Torsi yang dihasilkan



besar, tetapi karena telah didesain sedemikian rupa dengan menggunakan roda gerigi yang berlapis maka kecepatan mekanik pendorong yang besar dapat ditekan sehingga proses buka atau tutup *lock* tidak begitu cepat.



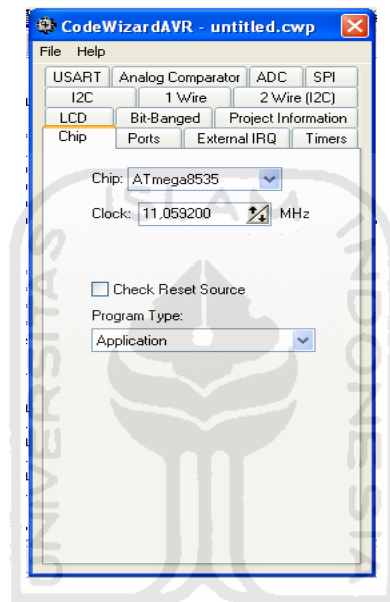
Gambar 3.10 Prototipe 2 dimensi pintu dilihat dari sisi depan

### 3.4 Perancangan Perangkat Lunak

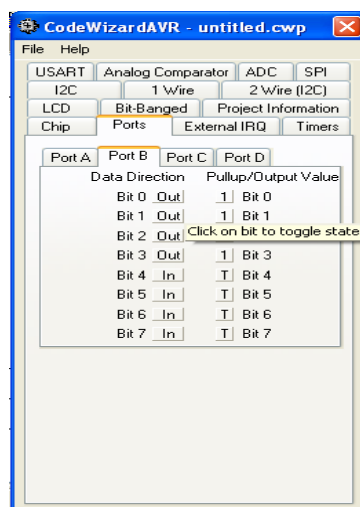
Agar sistem bekerja dengan sebagaimana mestinya, maka diperlukan perangkat lunak yang mengatur kerja dari keseluruhan rangkaian. Pertama-tama yang dibuat adalah diagram alir (*flowchart*) dan kemudian dilakukan pembuatan program. Pembuatan program ditulis dengan bahasa C menggunakan tool CodeVision AVR, dan program tersebut disimpan dalam memori flash mikrokontroler ATmega8535. Pada mikrokontroler ATmega8535 terdapat memori program sebesar 8 kbyte flash, EEPROM 512 byte dan memori data 512 byte RAM.

### 3.4.1 Setting CodeVision AVR

Setting awal CodeVision AVR dengan menentukan jenis IC Mikrokontroler yang digunakan. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega8535, crystal yang digunakan 11,059200 MHz. Pengaturan CodeVision AVR untuk pemilihan jenis mikrokontroler dapat dilihat pada Gambar 3.12.

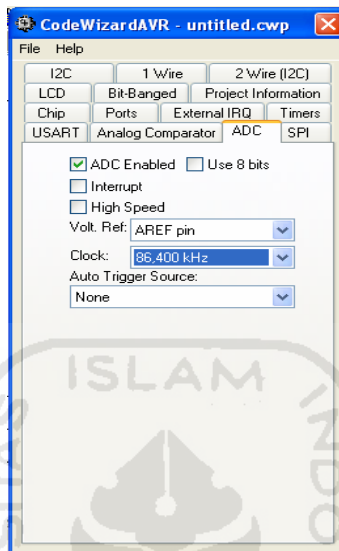


Gambar 3.11 Setting CodeVision AVR untuk pemilihan jenis mikrokontroler

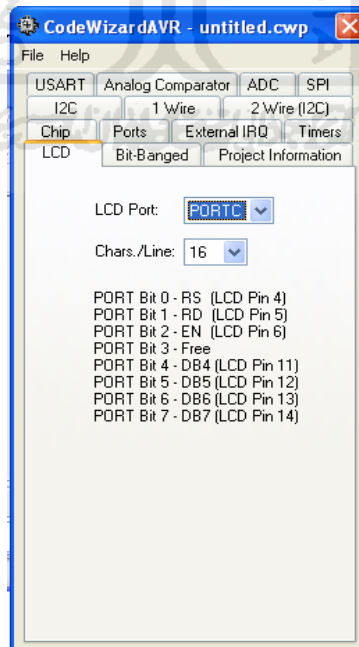


Gambar 3.12 Pengaturan fungsi port mikokontroler pada CodeVision AVR

Pengaturan fungsi Port mikokontroler pada CodeVision AVR dapat dilihat pada Gambar 3.12 Port B.0 , Port B.1, Port B.2, Port B.3 dijadikan sebagai output.



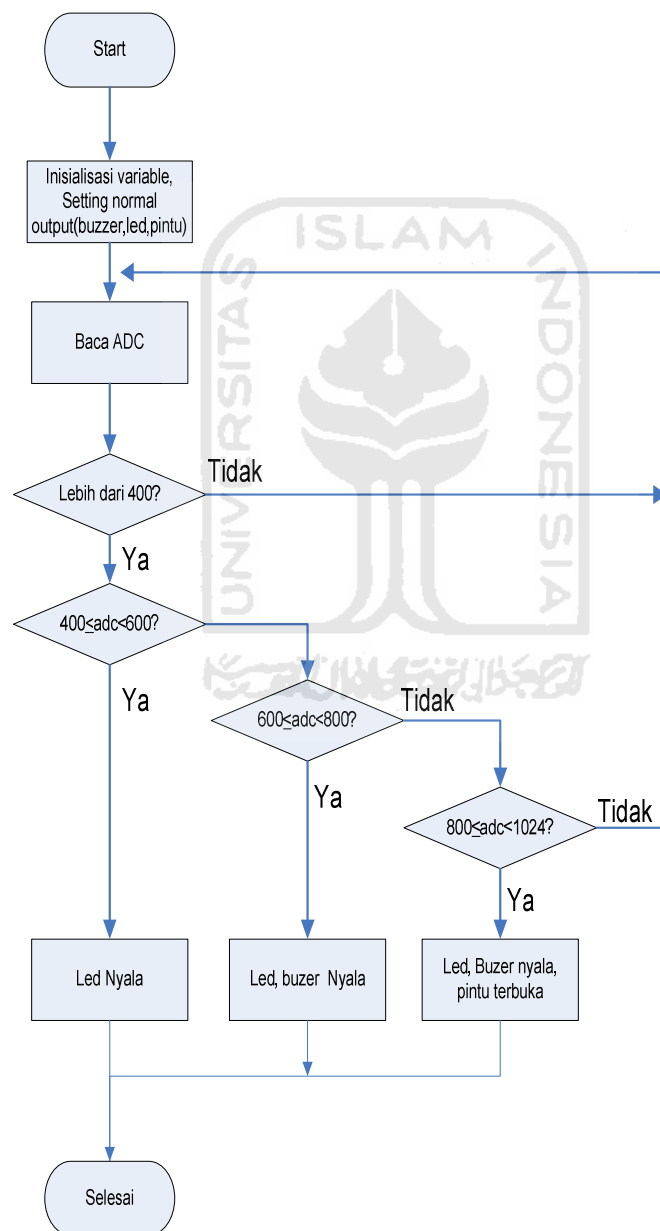
Gambar 3.13 Setting ADC pada CodeVision AVR



Gambar 3.14 Setting LCD pada Code Vision AVR

Selain itu disiapkan variabel yang akan digunakan. Berikut deklarasi tambahan pada pembuatan program sensor posisi faraday untuk pendeteksi dini gempa pada gedung (terlampir).

### 3.4.2 Program Utama



Gambar 3.15 Flowchart program utama

Program utama berisi program membaca data dari sensor faraday melalui ADC. ADC pada mikrokontroler ATMEGA8535 mempunyai resolusi 10 bit, atau  $((2 \text{ pangkat } 10)-1) = 1024$ . Dengan digital *output proporsional to analog input* ( $Q_{out}$ ) sebesar

$$Q_{out} = V_{in} / V_{ref}$$

$$Q_{out} = V_{in} / V_{cc},$$

Untuk  $V_{ref}$  ADC yang digunakan 5 Volt. Hal ini dengan  $V_{ref} = V_{cc} = 5$  Volt, jadi misalkan keluaran dari ADC adalah 01H. maka

$$V_{in} = (\text{nilai keluaran ADC}/1024) \times V_{ref},$$

$$V_{in} = (1/1024) \times 5 \text{ Volt}$$

$$V_{in} = 0,004882 \text{ Volt atau } 4,882 \text{ mVolt.}$$

Dari hasil pembacaan ADC kemudian diterjemahkan ke level tingkatan gempa (rendah, sedang dan besar). Level tingkatan gempa dapat dilihat pada table 3.1.

Tabel 3.1 Level tingkatan gempa

No	Posisi Selenoid	Nilai terbaca di ADC	Keterangan
1	Tanpa ada getaran	0-399	Led mati
			buzer mati
			pintu tertutup
2	Getaran rendah	400-599	led Hidup
			buzer mati
			pintu tertutup
4	Getaran sedang	600-799	led Hidup
			buzer hidup
			pintu tertutup
5	Getaran besar	800-1023	led Hidup
			buzer hidup
			pintu terbuka

## **BAB IV**

### **PENGUJIAN DAN ANALISIS KINERJA SISTEM**

#### **4.1 Metode Pengujian**

Berdasarkan spesifikasi sistem yang telah dijelaskan sebelumnya, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap sistem menggunakan beberapa metode pengujian. Tujuan pengujian ini untuk membuktikan apakah sistem yang diimplementasikan telah memenuhi spesifikasi yang telah direncanakan sebelumnya. Hasil pengujian akan dimanfaatkan untuk menyempurnakan kinerja sistem dan sekaligus digunakan dalam pengembangan lebih lanjut.

Metode pengujian dipilih berdasarkan fungsi operasional dan beberapa parameter yang ingin diketahui dari sistem tersebut. Data yang diperoleh dari metode pengujian yang dipilih tersebut dapat memberikan informasi yang cukup untuk keperluan penyempurnaan sistem.

Dalam penelitian ini dipilih dua macam metode pengujian, yaitu pengujian fungsional dan pengujian kinerja sistem. Pengujian fungsional digunakan untuk membuktikan apakah sistem yang diimplementasikan dapat memenuhi persyaratan fungsi operasional seperti yang direncanakan.

Pengujian kinerja sistem dimaksudkan untuk memperoleh beberapa parameter yang dapat menunjukkan kemampuan dan kehandalan sistem dalam menjalankan fungsi operasionalnya.

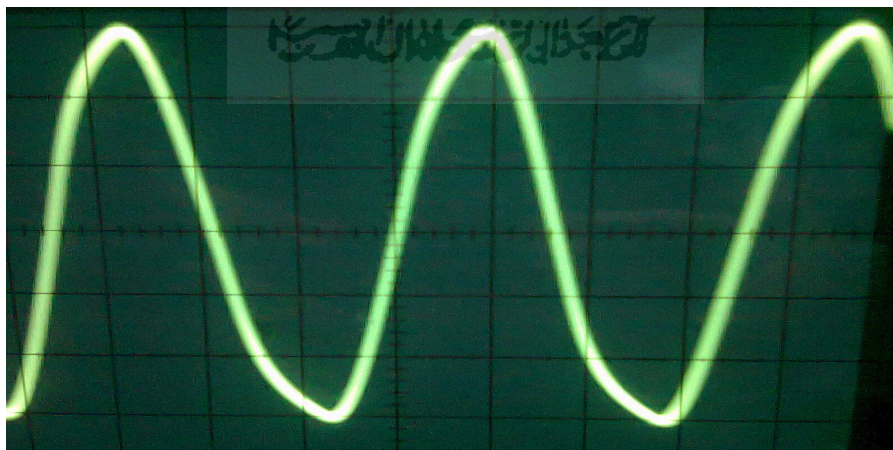
## 4.2 Pengujian Fungsional

Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, pengujian fungsional bertujuan untuk memeriksa fungsi operasional sistem yang diimplementasikan apakah telah sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan dan sistem menjalankan fungsinya sesuai dengan tujuan pengembangannya.

Ada dua macam metode pengujian fungsional yang dilakukan. Metode pertama adalah pengujian fungsional bagian demi bagian, sedangkan yang kedua adalah pengujian sistem secara keseluruhan.

### 4.2.1 Pengujian Rangkaian Pembangkit Gelombang Sinus

Pengujian rangkaian pembangkit gelombang sinus dilakukan dengan mengukur keluaran rangkaian pembangkit gelombang sinus dengan menggunakan osciloscop. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Gelombang sinus masukan sensor

Dari gambar 4.1 dapat dilihat frekuensi gelombang sinus adalah  $f=277,77$  Khz

$$f=1/t$$

$$f=1/3,6 \text{ us}$$

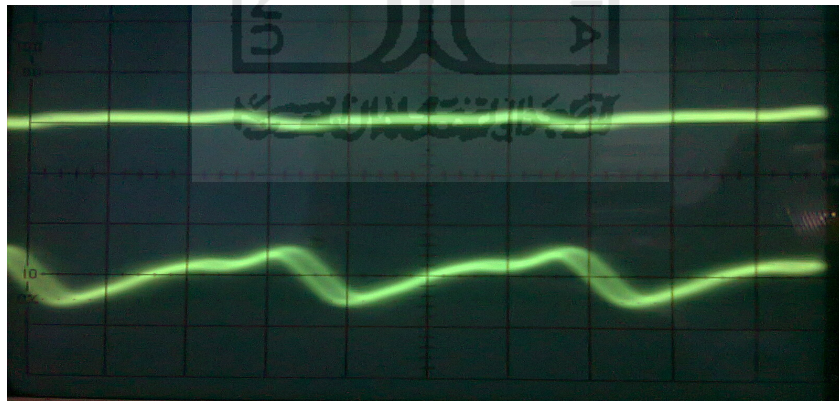
$$f=277,77 \text{ Khz}$$

Pengaturan besarnya frekuensi gelombang yang digunakan, berdasarkan tegangan keluaran terbaik dari sensor faraday yaitu pada frekuensi 277,77 Khz.

#### 4.2.2 Rangkaian Sensor Posisi Faraday

Pengujian rangkaian sensor faraday dengan mengukur tegangan keluaran dari sensor dengan posisi solenoid di tengah, puncak bawah dan puncak paling atas. Pengujian dengan mengukur keluaran menggunakan osiloskop.

##### 4.2.2.1 Solenoid Pada Posisi Tengah



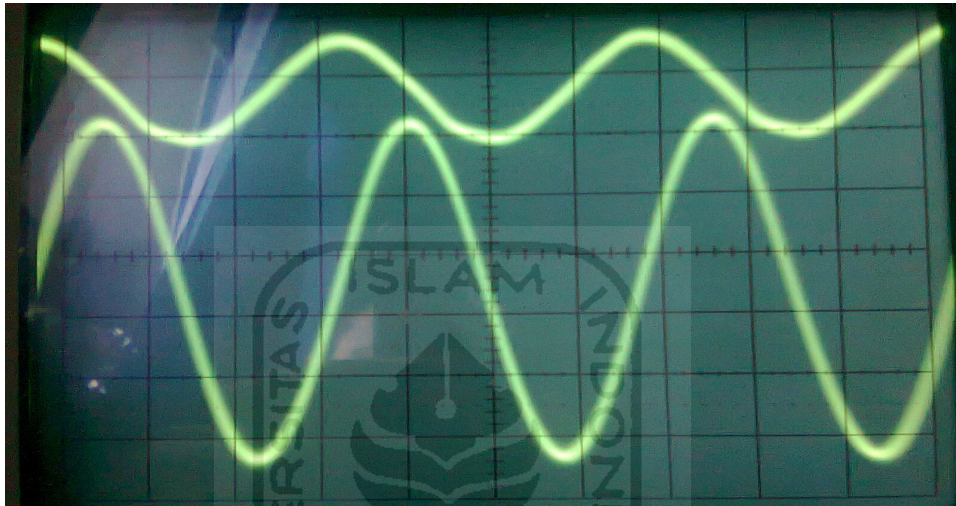
Gambar 4.2 Keluaran Sensor Faraday pada posisi solenoid di tengah

Dari Gambar 4.2 dapat dilihat gelombang atas adalah keluaran dari sensor yang belum dikuatkan, Tegangan peak to peak yang terbaca sekitar 5 mV.



#### 4.2.2.2 Solenoid Pada Posisi Paling Atas

Pengujian di lakukan dengan menarik solenoid ke atas, dan mengukur keluaran dari sensor. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Keluaran Sensor Faraday pada posisi solenoid di atas

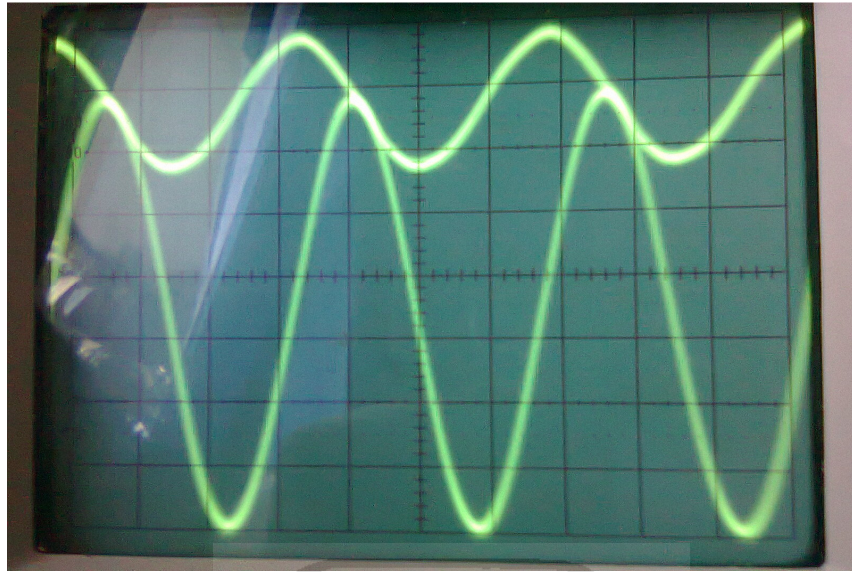
Dari Gambar 4.3 dapat dilihat pada gelombang atas adalah keluaran dari sensor yang belum dikuatkan. Tegangan yang terbaca adalah 38 mV

Amplitudo=  $1,9 \times 20$  mV

Amplitude= 38mV.

#### 4.2.2.3 Solenoid Pada Posisi Paling Bawah

Pengujian di lakukan dengan menarik solenoid ke bawah, dan mengukur keluaran dari sensor. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Keluaran Sensor Faraday pada posisi solenoid di bawah

Dari Gambar 4.4 dapat dilihat pada gelombang atas adalah keluaran dari sensor yang belum dikuatkan. Tegangan yang terbaca adalah 40 mV

Amplitudo=  $2 \times 20 \text{ mV}$

Amplitude= 40 mV

### 4.2.3 Pengujian Rangkaian Penguat

Rangkaian penguat yang digunakan adalah penguat non inverting dengan menggunakan op amp. Dengan menggunakan 2 op amp dalam 1 IC TL082 dibuat penguatan total sebesar 302,5 kali. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan sebelum dan sesudah rangkaian op amp. Hasil dapat dilihat pada Gambar 4.2 Gambar 4.3 dan Gambar 4.4. Ringkasan dari hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Table 4.1 Hasil keluaran rangkaian penguat

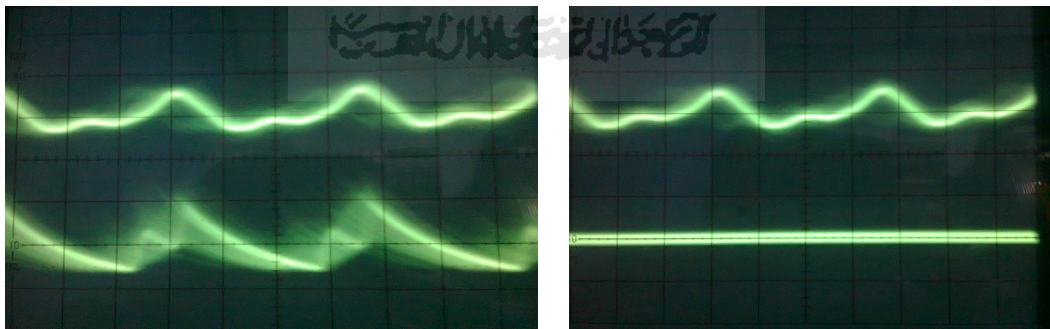
No	Posisi solenoid	Hasil Pengukuran		Gain
		Tegangan masukan (mV)	Tegangan keluaran (mV)	
1	Tengah	5	1500	300
2	Atas	38	11476	302
3	Bawah	40	12080	302

#### 4.2.4 Pengujian Rangkaian Penyearah

Rangkaian penyearah dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran dari sensor faraday yang sudah dikuatkan dan tegangan keluaran dari penyearah. Pengukuran dilakukan pada 3 posisi solenoid yaitu tengah, atas dan bawah.

##### 4.2.4.1 Penyearah Saat Solenoid Pada Posisi Tengah

Pengukuran dilakukan saat solenoid pada posisi tengah, hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.5.

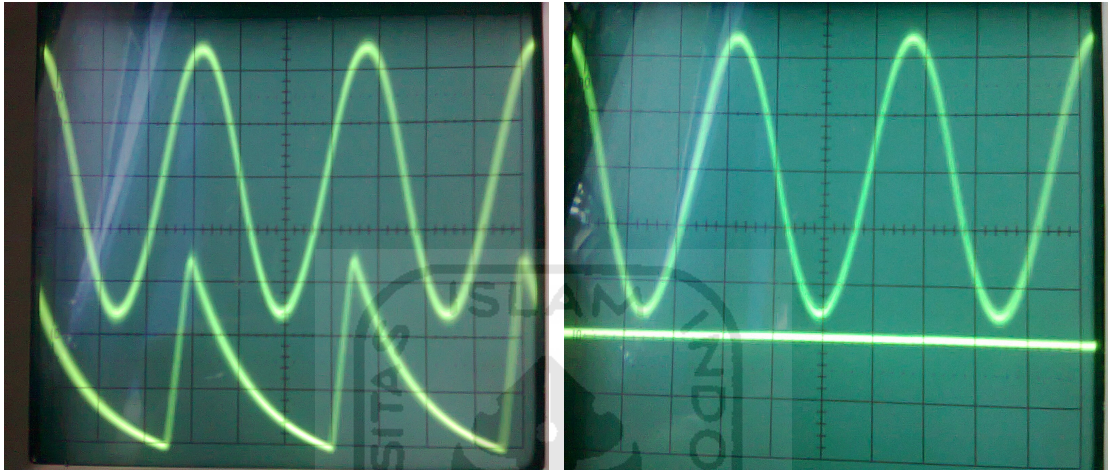


Gambar 4.5 Hasil dari rangkaian penyearah, posisi solenoid di tengah

Dari Gambar 4.5 kiri tegangan ac dirubah ke dc, belum diberi kapasitor. Masih terlihat bentuk gelombang yang belum berupa garis lurus. Pada Gambar sebelah kiri belum menggunakan kapasitor. Tegangan terbaca 1 volt.

#### 4.2.4.2 Solenoid Pada Posisi Ditarik ke Atas (simpangan atas)

Pengukuran dilakukan saat solenoid pada posisi tengah, hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.6.

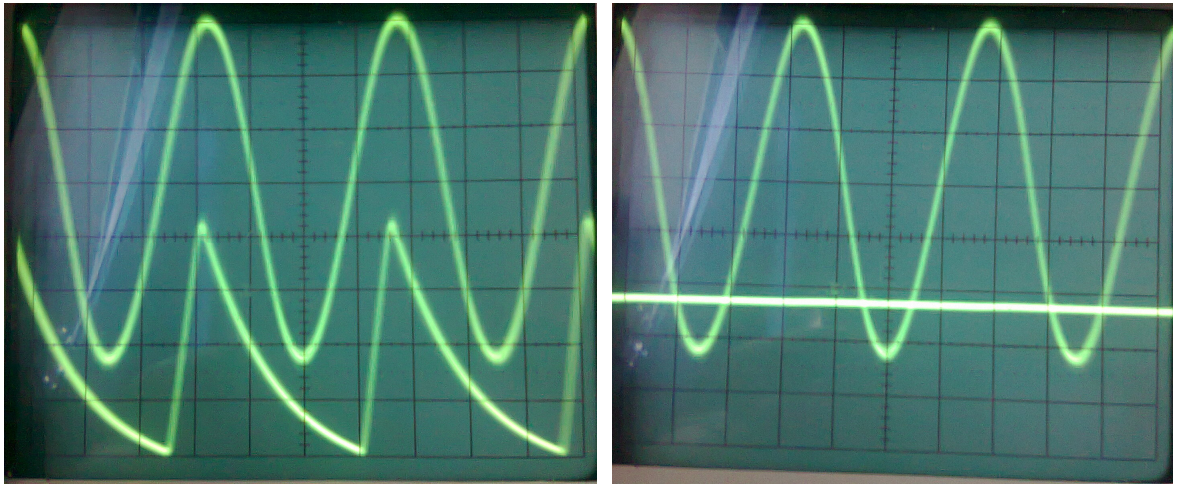


Gambar 4.6 Hasil dari rangkaian penyearah, posisi solenoid di atas

Dari Gambar 4.6 tegangan ac dirubah ke dc, Gambar sebelah kiri tegangan terbaca peak to peak adalah 10V, Penyearah yang digunakan adalah penyearah setengah gelombang. Terlihat pada Gambar 4.6 sebelah kiri peak bawah terpotong/hilang.. Pada Gambar sebelah kanan menggunakan kapasitor, tegangan terbaca 4 Volt. Terlihat bentuk gelombang yang sudah berupa garis lurus tanpa adanya ripple.

#### 4.2.4.3 Solenoid pada posisi ditarik ke bawah (simpangan bawah)

Pengukuran dilakukan saat solenoid pada posisi tengah, hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Hasil dari rangkaian penyearah, posisi solenoid di bawah

Dari Gambar 4.7 tegangan ac dirubah ke dc, Gambar sebelah kiri tegangan terbaca peak to peak adalah 12,4V. Penyearah yang digunakan adalah penyearah setengah gelombang. Terlihat pada Gambar 4.7 sebelah kiri peak bawah terpotong atau hilang.. Pada Gambar sebelah kanan menggunakan kapasitor, tegangan terbaca 5,8 Volt. Terlihat bentuk gelombang yang sudah berupa garis lurus tanpa adanya ripple.

#### 4.2.5 Rangkaian Reset

Rangkaian reset berfungsi menghentikan kerja CPU dan kemudian mengulang dari awal (program *counter* ke alamat 0000). Saat catu daya dihidupkan rangkaian reset menunda kerja dari CPU hingga tegangan stabil (*power on reset*). Reset pada mikrokontroler ATmega8535 adalah aktif tinggi.

Pengujian dilakukan dengan menghidupkan mikrokontroler mengamati kerja mikrokontroler. Dari hasil pengamatan dapat disimpulkan reset

mikrokontroler dapat berfungsi dengan baik, *power on reset* dapat berfungsi dengan baik, dengan tanda mikrokontroler dapat langsung bekerja ketika power dihidupkan. Begitu juga ketika dilakukan *reset* pada mikrokontroler melalui tombol maka mikrokontroler dapat melakukan *reset*.

#### 4.2.6 Pengujian Rangkaian Led

Pengujian dilakukan dengan cara memberikan kondisi berbeda pada port-port I/O mikrokontroler ATmega8535 dan melihat kondisi *led*. Tabel 4.4 berikut adalah hasil pengujian rangkaian *led*.

Tabel 4.2 Hasil pengujian rangkaian led

No	Port Mikrokontroler	Kondisi	Keterangan
1	PORTB.3	0	Led aktif
2	PORTB.3	1	Led tidak aktif

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa led akan menyala jika diberi logika 0 atau *low*, dan led akan mati jika diberi logika 1 atau *high*.

#### 4.2.7 Pengujian Rangkaian Driver Motor

Motor digunakan sebagai piranti untuk memutar pintu. Untuk menjalankan motor dibutuhkan rangkaian *driver* berupa L293D. Rangkaian *driver* ini akan bekerja ketika ada masukan tinggi dan rendah (5 Vdc) pada bagian masukan IC L293D, dan akan memberikan tegangan ke motor. Tegangan keluaran bisa sampai 26 volt. Dalam rangkaian ini menggunakan tegangan 12 volt untuk menggerakkan motor

Pengujian dilakukan dengan cara memberikan kondisi berbeda pada port-port I/O mikrokontroler ATmega8535 yang mengatur *masukan driver* dan melihat arah putaran motor. Hasil pengujian rangkaian *driver* motor ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengujian rangkaian driver motor

No	Pin Mikrokontroler	Logika	Keadaan
1	PB0 PB1	1 1	Berhenti
2	PB0 PB1	0 1	Kanan
3	PB0 PB1	1 0	Kiri
4	PB0 PB1	0 0	Berhenti

Dari Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa L293D dapat digunakan untuk memutar motor yang akan digunakan untuk piranti menggerakkan pintu.

#### 4.2.8 Pengujian Rangkaian Driver Buzzer

Pengujian dilakukan dengan cara memberikan kondisi berbeda pada port-port I/O mikrokontroler ATmega8535 dan melihat kondisi buzzer. Tabel 4.4 berikut adalah hasil pengujian rangkaian buzzer.

Tabel 4.4 Hasil pengujian rangkaian buzzer

No	Port Mikrokontroler	Kondisi	Keterangan
1	PORTB.2	0	Buzzer aktif
2	PORTB.2	1	Buzzer tidak aktif

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa buzzer akan menyala jika diberi logika 0 atau *low*, dan led akan mati jika diberi logika 1 atau *high*.

### 4.3 Pengujian dan Pembahasan Sistem Keseluruhan

Untuk memulai menjalankan alat ini yaitu dengan menghubungkan alat dengan sumber tegangan PLN. Konstanta yang digunakan untuk menentukan besarnya gempa dengan membagi dalam 3 kelompok, berdasarkan data yang diperoleh saat percobaan. Data keluaran sensor yang terbaca oleh ADC mikrokontroler ketika terjadi gempa adalah 400 – 1023. Pembagian dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Penentuan nilai klasifikasi besarnya gempa

No	Kondisi Gempa	Data acuan dari ADC	Tegangan(V)
1	Rendah	400-599	1,953125 - 2,924805
2	Sedang	600-799	2,929688 - 3,901367
3	Besar	800-1023	3,90625 - 5

Simulasi gempa dengan menggerakkan solenoid. Mengatur posisi solenoid ke beberapa posisi. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.6.

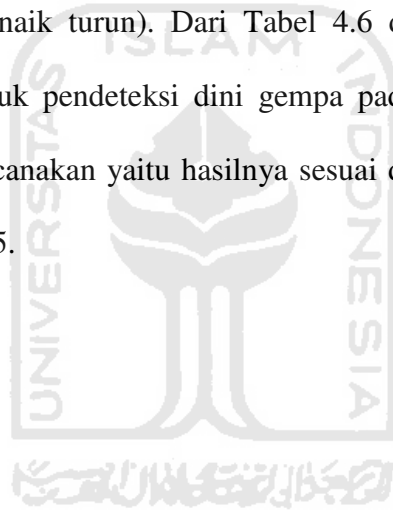
Tabel 4.6 Hasil pengujian secara keseluruhan

No	Posisi Solenoid	Keluaran adc	Tegangan (V)	Keterangan
1	Tanpa getaran	200	0,9765625	Led mati Buzer mati Pintu tertutup
		194	0,947265625	
		215	1,049804688	
		300	1,46484375	
		399	1,948242188	
2	Getaran rendah	403	1,967773438	Led nyala Buzer mati Pintu tertutup
		440	2,1484375	
		489	2,387695313	
		535	2,612304688	
		571	2,788085938	



3	Getaran sedang	610 668 721 766 798	2,978515625 3,26171875 3,520507813 3,740234375 3,896484375	Led nyala Buzer nyala Pintu tertutup
4	Getaran besar	802 856 963 1004 1023	3,916015625 4,1796875 4,702148438 4,90234375 4,995117188	Led nyala Buzer nyala Pintu terbuka

Guncangan gempa disimulasikan dengan menarik selenoid dengan gerakan secara vertikal (naik turun). Dari Tabel 4.6 dapat dilihat output dari sensor posisi faraday untuk pendeteksi dini gempa pada gedung dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan yaitu hasilnya sesuai dengan klasifikasi gempa yang dibuat pada Tabel 4.5.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan perancangan, pembuatan, pengujian alat, dan pembahasan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Rangkaian sensor posisi faraday untuk pendeteksi dini gempa pada gedung terdiri dari bagian *input* yaitu sensor faraday, bagian pengolah berupa mikrokontroler ATmega 8535 dan bagian *output* berupa LED, Buzer, dan motor untuk menggerakkan pintu.
2. Untuk kerja dari sensor posisi faraday untuk pendeteksi dini gempa pada gedung yaitu dapat memberikan output berupa led menyala ketika gempa rendah, led dan buzzer menyala ketika gempa sedang serta led dan buzzer menyala, pintu terbuka ketika gempa besar.
3. Rangkaian sensor posisi faraday dapat memberikan keluaran tegangan berdasarkan posisi solenoid. Posisi solenoid di gerakkan oleh gempa yang terjadi, efektif pada jenis gerakan gempa vertical. Tidak cocok untuk pendeteksi gerakan gempa horizontal.
4. Hasil pengujian keseluruhan mencantumkan perubahan tegangan yang dihasilkan ADC, dimana perubahan tegangan ini digunakan untuk

menentukan level gempa. Nilai data keluaran ADC tiap 1 bernilai sama dengan 0,00488 Volt.

## 5.2 Saran-saran

Penelitian ini dapat dikembangkan lagi untuk mencapai hasil yang lebih baik. Diantaranya dengan memodifikasi peemasangan sensor faraday agar bias mendeteksi terjadinya gempa yang sifat getarannya horizontal maupun vertikal.



## DAFTAR PUSTAKA

- Bejo, Agus, 2008, "*C dan AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATmega8535*" Graha Ilmu, Yogyakarta
- Atmel, 2011, "ATMEGA8535",  
<http://www.alldatasheet.com/datasheetpdf/pdf/164169/ATMEL/8535.html>
- Malvino, Albert Paul, 2003, "*Prinsip-prinsip Elektronika*" Terjemahan Alb Joko Sutoso, Salemba Teknik, Jakarta
- Malvino, Albert Paul, 2003, "*Elektronika komputer digital*" Terjemahan Alb Tjia may On, Erlangga, Jakarta
- Netwin Lukas Nethulur, 2009. *Sistem Pemantau Getaran Gempa dengan Aplikasi Datalogger Berbasis Borland Delphi*. Institut Sains&Teknologi Akprind. Yogyakarta
- Gandhi Dewantoro, 2010. *Rancang Bangun Simulasi Gempa*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- Scrib, 2011. "*Induksi Elektromagnetik*", "*Percobaan Faraday*".  
<http://www.scribd.com/doc/20922348/INDUKSI-ELEKTROMAGNETIK>  
<http://www.scribd.com/doc/49288568/Percobaan-Faraday>