



**RANCANG BANGUN SIMULATOR PENGUKUR GEMPA
MENGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC
BERBASIS MIKROKONTROLER**

Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencukupi Ujian Akhir
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer Pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi Medan

SKRIPSI

OLEH

NAMA : ELVI NURAINI
N.P.M : 1614370784
PROGRAM STUDI : SISTEM KOMPUTER

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN SIMULATOR PENGUKUR GEMPA
MENGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC BERBASIS
MIKROKONTROLER**

Ditinjau Oleh:

**Nama : Elvi Nursini
NPM : 1614370784
Program Studi: Sistem Komputer**

**Skripsi telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
Pada tanggal 06 April 2021 :**

Dosen Pembimbing I



Hamdani, ST., MT

Dosen Pembimbing II



Ranti Eka Putri, S.Kom., M.Kom

Mengetahui.

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Hamdani, ST., MT

**Ketua Program Studi Sistem
Komputer**



Eko Hariyanto, S.Kom., M.Kom

Plagiarism Detector v. 1857 - Originality Report 3/1/2021 10:08:45 AM

Reviewed document: **ELVI NURAINI_161437078_SISTEM KOMPUTER.doc** License: Universitas Pembangunan Panca Budi_License02

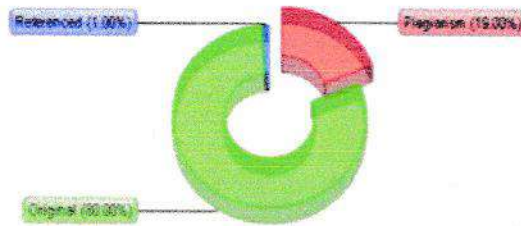
Comparison Phase: **Rewrite** Detected language:

Check type: **Internet Check**



Detected document analysis:

Plagiarism chart



Comparison graph

SURAT KETERANGAN PLAGIAT CHECKER

Dengan ini saya Ka.LPMU UNPAB menerangkan bahwa surat ini adalah bukti pengesahan dari LPMU sebagai pengesah proses plagiat checker Tugas Akhir Skripsi/Tesis selama masa pandemi **Covid-19** sesuai dengan edaran rektor Nomor : 7594/13.R.2020 Tentang Pemberitahuan Perpanjangan PBM Online.

Demikian disampaikan.

NB. Segala penyalahgunaan pelanggaran atas surat ini akan di proses sesuai ketentuan yang berlaku UNPAB.

Ka LPMU
UNIVERSITAS PERJARAN & TERPADU
UNPAB
Hasni Murniyaning Ritonga, BA, MSc

No. Dokumen : PM-UJMA-06-02	Revisi : 00	Tgl Eff : 25 Jan 2019
-----------------------------	-------------	-----------------------

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT DAN PUBLIKASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elvi Nuraini

N.P.M : 1614370784

Program Studi : Sistem Komputer

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Rancang Bangun Simulator Pengukur Gempa Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler” ini beserta seluruh isinya tidak plagiat dan publikasi.

Demikian Surat Pernyataan ini saya perbuat, apabila di kemudian hari terbukti terdapat pelanggaran, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 24 April 2021



g Membuat Pernyataan

Elvi Nuraini

1614370784



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

JL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808

MEDAN - INDONESIA

Website : www.pancabudi.ac.id - Email : admin@pancabudi.ac.id

LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : ELVI NURAINI
NPM : 1614370784
Program Studi : Sistem Komputer
Jenjang : Strata Satu
Pendidikan :
Dosen Pembimbing : Hamdani, ST., MT
Judul Skripsi : Rancang Bangun Simulator Pengukur Gempa Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler

Tanggal	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
01 September 2020	elvi, coba lanjutkan dulu bab 3, ada keterkaitan antara bab 3 dan bab 2, sehingga kita perlu bahan dulu konsep rancangan bab 3, selanjutnya teori-teori apasaja yang terkait kebutuhan perancangan ? itulah yang dituliakn pada Bab 2	Revisi	
30 September 2020	blok diagram dan flowchart agar digambar lebih besar, gambar alat dan bahan sebagiknya ditempatkan dilampiran saja,	Revisi	
13 Oktober 2020	bagaimana penerapan sistem fuzzy nya?, belum terlihat pada bab III, gambar blok diagram, flowchart agar diperbesar dan rangkaian keseluruhan agar diperbesar	Revisi	
04 November 2020	konsep fuzzy logic sudah terlihat pada bab 3, yaitu kekuatan gempa (sisi input) : yaitu too small, small, big dan too big , sebaiknya gunakan bahasa indonesia. namum disisi output belum terlihat pemetaan fuzzy logic nya (fast, average, low, to low), namum konsep fuzzy logic belum terlihat . fuzzy logic itu karakteristiknya adalah : adanya suatu nilai yang yang masuk dalam lebih dari 1 cluster. namum	Revisi	
24 November 2020	fuzzy outputnya mana ???, belum berisiran	Revisi	
24 November 2020	misal : lemah : 0 sd 10 agak kuat : 7,5 sd 17,5 kuat : 15 sd 20 sangat kuat ; 18 sd 40 pasti akan berisiran agak kuat	Revisi	
28 Januari 2021	grafik fuzzy logic nya agar ditampilkan pada bab 4	Revisi	
28 Januari 2021	sependapat dengan bu doping 2, seharusnya tampilan lcd menunjukkan kondisi fuzzy logic	Revisi	
02 Februari 2021	saya sudah ACC seminar hasil,	Disetujui	
26 Februari 2021	apakah miniatur sudah disesuaikann dengan araha seminar hasil ?, sepertinya belum ya ?	Revisi	
26 Februari 2021	apa yang bisa ditunjukkan bahwa itu alat tersebut adalah simulator gempa ?. karena yang ada hanya motor dan sejumlah rangkaian	Revisi	
26 Februari 2021	ACC sidang, saat sidang alat simulator harus sudah diperbaiki	Disetujui	
22 April 2021	setuju jilid	Revisi	

Medan, 05 Mei 2021
Dosen Pembimbing,



Hamdani, ST., MT



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

JL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808
MEDAN - INDONESIA

Website : www.pancabudi.ac.id - Email : admin@pancabudi.ac.id

LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : ELVI NURAINI
NPM : 1614370784
Program Studi : Sistem Komputer
Jenjang Pendidikan : Strata Satu
Dosen Pembimbing : Ranti Eka Putri, S.Kom., M.Kom
Judul Skripsi : Rancang Bangun Simulator Pengukur Gempa Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler

Tanggal	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
17 Agustus 2020	assalaam mualaikum, rapikan laporannya.. format penomoran ganti dan perbaiki..	Revisi	
06 Oktober 2020	assalaam mualaikum elvi, pada bab 2 ada sumber kutipan kamu.. (Pusat Studi Bencana UGM, 2010).. coba kamu cek lagi.. sumber seharusnya (nama penulis, th jumat).. kalo emg gk ssuai dari app mandeley nya, kamu ssuai kan aja secara manual dari app mandeley. Angka 3 pada tulisan bab 3 ganti dengan angka 3 romawi.. sesuai kan format penomoran pada bab 3 dg format penomoran yang saya kasi pada bimbingan sebelum nya vi..	Revisi	
06 Oktober 2020	no sub bab ad yang duplcat perhatikan lagi ya.. no 3.4 ada 2.. cek lagi ya	Revisi	
13 Oktober 2020	Lanjutkan ke bab selanjutnya vi..	Revisi	
04 November 2020	Walaikumus salaam, kembali ke bab 1 vi.. saya melihat pada rumusan masalah point 4, huruf a ada yang ketinggalan pada kata bagaimana.. pada bab 2 point 2.15 dibawahnya ada kata pengertian himpunan fuzzy saran saya dihapus saja.. cek bab 3 kamu point 3.1. paragraf ke 4.. saya membaca hal yang lain disana, kamu menjelaskan mengenai literature yang kamu baca dan pelajari mengenai merancang smartfood bukan mengenai judul kamu untuk simulator gempa.. saran saya pada halaman 40 dan 43 jgn kosong hampir stengah halamannya..	Revisi	
04 November 2020	untuk bab 4 gunakan angka romawi, tambahkan sub bab yang menjelaskan mengenai kebutuhan spesifikasi minimum hardware dan software yang digunakan.. source code lebih baik diletakkan dilampiran saja.. apakah pada sub bab 4.4 pengujian keseluruhan hnya berupa gambar aja yang kamu cantumkan ?	Revisi	
01 Desember 2020	penggunaan jenis font di laporan seragam kan, gunakan times new roman.. pada sub bab 4.1 ganti kata sistem menjadi spesifikasi dan cabarkan penjelasan sub 4.1 itu dengan point saja.. informasi yang ditampilkan di lcd alat kamu cm vib dan pwm, informasi mengenai output ny mana, tidak ada saya lihat.. misalkan vib = 0 pwm =60 dikategorikan dalam tingkat kekuatan gempa yang bagaimana.. lemah, sedang, kuat atau sangal kuat..	Revisi	
02 Februari 2021	Bab 4 sub bab 4.1 masih sistem minimum hardware dan software.. Sistem diganti dg spesifikasi vi..	Revisi	
03 Februari 2021	ACC seminar hasil	Disetujui	
26 Februari 2021	walaikumus salaam, hapus cover di halaman kedua kma cover kamu double, size lembaran pengesahan 14 samakan dengan size untuk judul.. gunakan bantu an hidden table supaya lembaran pengesahan rapi.. pada daftar isi, jangan buat bab I bab II saja.. tmbahkan BAB I PENDAHULUAN, BAB II LANDASAN TEORI, dan sterusnya.. untuk alet simulator gempa ssuaikan dengan arahan dari bpak hamdani ketika semhas..	Revisi	
26 Februari 2021	ACC Sidang Meja Hijau, Note : laporan yg udh diperbaiki / di revisi diupload kembali..	Disetujui	
21 April 2021	rapikan dlu vi lembar pengesahannya	Revisi	
21 April 2021	Acc Jifid	Disetujui	

Medan, 05 Mei 2021
Dosen Pembimbing,



Ranti Eka Putri, S.Kom., M.Kom



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
Jl. Jend. Gatot Subroto KM. 4,5 Medan Sunggal, Kota Medan Kode Pos 20122

SURAT BEBAS PUSTAKA
NOMOR: 3779/PERP/BP/2021

Kepala Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi menerangkan bahwa berdasarkan data pengguna perpustakaan
nama saudara/i:

Nama : ELVI NURAINI
P.M. : 1614370784
Tingkat/Semester : Akhir
Jurusan/Kelas : SAINS & TEKNOLOGI
Jurusan/Prodi : Sistem Komputer

Sejak tanggal 27 Februari 2021, dinyatakan tidak memiliki tanggungan dan atau pinjaman buku
juga tidak lagi terdaftar sebagai anggota Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 27 Februari 2021
Diketahui oleh,
Kepala Perpustakaan,



Sugiarjo, S.Sos., S.Pd.I



KARTU BEBAS PRAKTIKUM
Nomor. 1179/BL/LAKO/2021

Yang bertanda tangan dibawah ini Ka. Laboratorium Komputer dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : ELVI NURAINI
N.I.P.M. : 1614370784
Tingkat/Semester : Akhir
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
Jurusan/Prodi : Sistem Komputer

Yang bersangkutan telah menyelesaikan urusan administrasi di Laboratorium Komputer Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 04 Maret 2021
Ka. Laboratorium

Melva Sari Panjaitan, S. Kom., M.Kom.



Hal : Permohonan Meja Hijau

Medan, 04 Maret 2021
 Kepada Yth : Bapak/Ibu Dekan
 Fakultas SAINS & TEKNOLOGI
 UNPAB Medan
 Di -
 Tempat

Dengan hormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ELVI NURAINI
 Tempat/Tgl. Lahir : MEDAN / 05/10/1996
 Nama Orang Tua : ALM. USMAN
 N. P. M : 1614370784
 Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
 Program Studi : Sistem Komputer
 No. HP : 082272400342
 Alamat : Jln karya jaya Gg karya VIII no18 c

Datang bermohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat diterima mengikuti Ujian Meja Hijau dengan judul Rancang Bangun Simulator Pengukur Gempa Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler, Selanjutnya saya menyatakan :

1. Melampirkan KKM yang telah disahkan oleh Ka. Prodi dan Dekan
2. Tidak akan menuntut ujian perbaikan nilai mata kuliah untuk perbaikan indek prestasi (IP), dan mohon diterbitkan ijazahnya setelah lulus ujian meja hijau.
3. Telah tercap keterangan bebas pustaka
4. Terlampir surat keterangan bebas laboratorium
5. Terlampir pas photo untuk ijazah ukuran 4x6 = 5 lembar dan 3x4 = 5 lembar Hitam Putih
6. Terlampir foto copy STTB SLTA dilegalisir 1 (satu) lembar dan bagi mahasiswa yang lanjutan D3 ke S1 lampirkan ijazah dan transkripnya sebanyak 1 lembar.
7. Terlampir pelunasan kwintasi pembayaran uang kuliah berjalan dan wisuda sebanyak 1 lembar
8. Skripsi sudah dijilid lux 2 exemplar (1 untuk perpustakaan, 1 untuk mahasiswa) dan jilid kertas jeruk 5 exemplar untuk penguji (bentuk dan warna penjilidan diserahkan berdasarkan ketentuan fakultas yang berlaku) dan lembar persetujuan sudah di tandatangi dosen pembimbing, prodi dan dekan
9. Soft Copy Skripsi disimpan di CD sebanyak 2 disc (Sesuai dengan Judul Skripsinya)
10. Terlampir surat keterangan BKKOL (pada saat pengambilan ijazah)
11. Setelah menyelesaikan persyaratan point-point diatas berkas di masukan kedalam MAP
12. Bersedia melunaskan biaya-biaya uang dibebankan untuk memproses pelaksanaan ujian dimaksud, dengan perincian sbb :

1. [102] Ujian Meja Hijau	: Rp.	0
2. [170] Administrasi Wisuda	: Rp.	1,500,000
3. [202] Bebas Pustaka	: Rp.	100,000
4. [221] Bebas LAB	: Rp.	5,000
Total Biaya	: Rp.	1,605,000

Ukuran Toga : **M**

Diketahui/Disetujui oleh :

Hormat saya



Hamdani, ST., MT.
 Dekan Fakultas SAINS & TEKNOLOGI



ELVI NURAINI
 1614370784

Catatan :

- 1. Surat permohonan ini sah dan berlaku bila ;
 - a. Telah dicap Bukti Pelunasan dari UPT Perpustakaan UNPAB Medan.

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elvi Nuraini

N.P.M : 1614370784

Program Studi : Sistem Komputer

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Rancang Bangun Simulator Pengukur Gempa
Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis
Mikrokontroler

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya asli saya, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh penulis lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian Surat Pernyataan ini saya perbuat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, 24 April 2021



buat Pernyataan

Elvi Nuraini

1614370784



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI

Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Medan Fax. 061-8458077 PO.BOX : 1099 MEDAN

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI PETERNAKAN	(TERAKREDITASI)

PERMOHONAN JUDUL TESIS / SKRIPSI / TUGAS AKHIR*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : ELVI NURAINI
 Tempat/Tgl. Lahir : MEDAN / 05 Oktober 1996
 Nomor Pokok Mahasiswa : 1614370784
 Program Studi : Sistem Komputer
 Konsentrasi : Sistem Kendali Komputer
 Jumlah Kredit yang telah dicapai : 141 SKS, IPK 3.57
 Nomor Hp : 082272400342

Dengan ini mengajukan judul sesuai bidang ilmu sebagai berikut :

No.	Judul
1.	Rancang Bangun Simulator Pengukur Gempa Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler

Catatan : Diisi Oleh Dosen Jika Ada Perubahan Judul

*Coret Yang Tidak Perlu

Rektor I,

 (Cahyo Pramono, S.E., M.M.)

Medan, 03 Februari 2021

Pemohon,

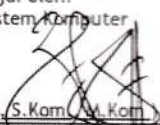

 (Elvi Nuraini)

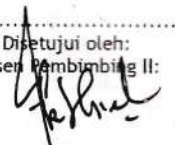
Tanggal :
 Disahkan oleh :
 Dekan

 (Hamdani, S.T., M.T., ST., MT.)

Tanggal :
 Disetujui oleh :
 Dosen Pembimbing I :

 (Hamdani, S.T., M.T., ST., MT.)

Tanggal :
 Disetujui oleh :
 Ka. Prodi Sistem Komputer

 (Eko Hariyanto, S.Kom., M.Kom.)

Tanggal :
 Disetujui oleh :
 Dosen Pembimbing II :

 (Ranti Eka Putri, S.Kom., M.Kom.)

No. Dokumen: FM-UPBM-18-02	Revisi: 0	Tgl. Eff: 22 Oktober 2018
----------------------------	-----------	---------------------------

ABSTRAK

ELVI NURAINI

Rancang Bangun Simulator Pengukur Gempa Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler 2021

Gempa yang terjadi merupakan fenomena alam yang dapat diukur kekuatan getarannya. Kebanyakan gempa yang memiliki gelombang yang cukup kuat biasanya berpotensi untuk menciptakan fenomena alam lainnya seperti tsunami. Pada penelitian ini, sebuah alat pengukur kekuatan gempa dirancang untuk mengetahui seberapa besar kekuatan gempa tersebut. Dengan menggunakan metode *soft computing* seperti *fuzzy logic* digunakan untuk menyatakan kekuatan gempa tersebut dengan istilah ukuran yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Kekuatan gempa yang umum digunakan dalam bahasa sehari-hari dibagi atas 3 ukuran kekuatan yaitu tidak kuat (TK), kuat (K), dan sangat kuat (SK). Jika terjadi gempa, kekuatannya juga akan diukur menggunakan satuan *numerical* (angka) berdasarkan satuan kekuatan gempa (*skala richter*). Dengan menggunakan sensor yang umum digunakan untuk mengukur getaran yaitu sensor SW-420 dan sebuah mikrokontroler yang sering disebut *Arduino Uno* yang dapat mendukung sistem untuk dapat bekerja mandiri tanpa bantuan dari sistem komputer yang lebih besar. Pada penampilnya juga digunakan sebuah *display* yang cocok untuk digunakan dengan *arduino uno* yaitu LCD 2x16 karakter dengan penampil waktu di dalamnya. Pewaktu dirancang menggunakan RTC DS1307 yang dapat memberikan perhitungan waktu yang cukup akurat. Diharapkan dengan adanya tampilan waktu yang digunakan, dapat memberikan informasi untuk mencatat waktu dari gempa yang terjadi.

Kata kunci : *Gempa, Arduino Uno, Fuzzy Logic, Sensor SW-420, RTC DS1307, LCD 2x16.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat ALLAH SWT, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunianya sehingga saya dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi ini. Skripsi yang merupakan salah satu syarat kelulusan diprogram Studi Teknik Sistem Komputer pada Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Panca Budi. Adapun judul skripsi ini adalah **"Rancang Bangun Simulator Pengukur Gempa Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler"** skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan guna menyelesaikan Program Strata Satu (S1) pada Universitas Pembangunan Panca Budi Medan. Dalam hal ini saya menyadari masih adanya keterbatasan kemampuan dan pengalaman saya yang terbatas. Untuk itu saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan dari skripsi ini.

Selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini saya dengan tulus dan ikhlas menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua penulis Ayahanda Usman dan Ibunda Elmi yang sangat penulis sayangi dan cintai. Semoga selalu mendapat ridha disisi Allah SWT dan selalu diberi petunjuk oleh-Nya.
2. Bapak Dr. H. Muhammad Isa Indrawan, SE., MM selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi.
3. Bapak Cahyo Pramono, S.E., M.M selaku Rektor I Universitas Pembangunan Panca Budi.
4. Bapak Hamdani, ST., MT selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
5. Bapak Eko Hariyanto, S.Kom., M.Kom selaku Ketua Program Studi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
6. Bapak Hamdani, ST., MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan penuh kesabaran dalam memberikan bimbingan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Ibu Ranti Eka Putri, S.Kom., M.Kom, selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan penuh kesabaran dalam memberikan bimbingan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Abang dan Kakak tercinta Ermawan, Feri Syahputra, dan Elva Nuraina yang telah memberikan doa, semangat, bantuan baik moral dan material kepada penulis
9. Kliwandi Prayugi seorang suami yang telah memberikan doa, dukungan, semangat, dan waktunya menemani serta selalu mengingatkan dalam hal kebaikan kepada penulis dalam terselesaikannya skripsi.
10. Teman-teman di Fakultas Sains dan Teknologi yang tidak dapat disebut namanya satu persatu yang telah banyak membantu menyelesaikan tugas akhir ini.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Dasar Pengukuran	5
2.1.1 Metode Pengukur Gempa	6
2.2 Gempa Bumi	7
2.3 Cara Mengukur Gempa	8
2.4 Mikrokontroler	13
2.5 Arduino Uno.....	16
2.6 Bahasa Pemrograman C	18
2.7 Pengertian Power Supply	19
2.8 Modul DC to DC <i>Step Down</i> LM2596.....	19
2.9 Sensor Getaran	21
2.10 Prinsip Kerja Sensor Getaran	22
2.11 Sensor Getar SW-420.....	23
2.12 <i>Liquid Cristal Display</i> (LCD)	24
2.13 Motor DC	27
2.14 Logika <i>Fuzzy</i>	29
2.15 Konsep Himpunan <i>Fuzzy</i>	29
2.16 Sistem <i>Inferensi Fuzzy</i>	32
2.17 Pengertian Simulator	37
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis dan Metodologi Penelitian.....	38
3.2 Alat Pengukur Gempa	42
3.3 Perancangan <i>Hardware</i>	42
3.4 Skematik Rancangan	44
3.5 Analisa Kebutuhan Sistem	46
3.5.1 Kebutuhan Fungsional Sistem.....	47
3.5.2 Kebutuhan Nonfungsional Sistem.....	47

3.6	Perancangan <i>Software</i>	48
3.6.1	Flowchart Program	48
3.6.2	Flowchart Sistem <i>Fuzzy</i>	50
3.6.3	Penentuan <i>Variabel Fuzzy</i>	53

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Spesifikasi Minimum <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	57
4.2	Pengujian <i>Hardware</i>	58
4.2.1	Pengujian <i>Power Supply</i>	59
4.2.2	Pengukuran Tegangan <i>Supply</i> Pada Komponen.....	60
4.2.3	Pengukuran Tegangan <i>Supply</i> Pada Mikrokontroler.....	61
4.2.4	Pengukuran Tegangan <i>Supply</i> Pada Display LCD 2X16.....	62
4.2.5	Pengukuran Tegangan <i>Supply</i> Pada Sensor SW-420	63
4.2.6	Pengukuran Tegangan <i>Supply</i> Pada Driver Motor Vibrator	64
4.3	Pengujian <i>Software</i>	65
4.3.1	Pengujian LCD dan Mikrokontroler Arduino Uno	66
4.3.2	Pengujian Pewaktu DS1307	68
4.3.3	Pengujian Driver Motor	71
4.3.4	Pengujian Sensor <i>Vibrator</i> SW-420	73
4.4	Penerapan Logika Fuzzy Pada Pemrograman	75
4.5	Pengujian Secara Keseluruhan	80

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	85
5.2	Saran.....	86

DAFTAR PUSTAKA

BIOGRAFI PENULIS

LAMPIRAN-LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk dalam lingkungan cincin api (*ring of fire*) yang memiliki potensi bencana alam cukup tinggi karena berada di wilayah lintasan dua jalur pegunungan, yaitu pegunungan Sirkum Pasifik dan Sirkum Mediterania. Selain itu, posisi geologis Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng aktif, yaitu lempeng Indo-Australia di bagian selatan, lempeng Euro-Asia dibagian utara dan lempeng Pasifik di bagian timur. Hal ini mengakibatkan Indonesia adalah Negara yang rawan akan keadaan seismik. Gempa bumi terjadi apabila terjadi patahan akibat bergesernya lempengan.

Gempa yang terjadi merupakan fenomena alam yang dapat diukur kekuatan getarannya. Kebanyakan gempa yang memiliki gelombang yang cukup kuat biasanya berpotensi untuk menciptakan fenomena alam lainnya seperti tsunami. Dalam penelitian ini, sebuah alat pengukur kekuatan gempa dirancang untuk mengetahui seberapa besar kekuatan gempa tersebut (Jamal, 2011). Sebuah metode *soft computing* seperti *fuzzy logic* digunakan untuk menyatakan kekuatan gempa tersebut dengan istilah ukuran yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Kekuatan gempa dibagi atas 3 yaitu tidak kuat (TK), kuat (K), dan sangat kuat (SK). Jika terjadi gempa, kekuatannya juga akan diukur menggunakan satuan *numerical* (angka) berdasarkan satuan kekuatan gempa (*skala richter*).

Sebuah sensor yang dapat mendeteksi getaran digunakan untuk mendapatkan data dari getaran yang terjadi. Sensor SW-420 dipilih untuk dapat memberikan data getaran yang terjadi sehingga data tersebut dapat diproses untuk diketahui ukurannya dengan istilah kehidupan sehari-hari seperti tidak kuat, kuat, dan sangat kuat. Sistem yang dirancang diharapkan dapat berdiri sendiri (*stand alone*). Untuk itu digunakan sebuah mikrokontroler berjenis *arduino uno* yang dapat mendukung sistem tersebut untuk bekerja tanpa bantuan dari komputer.

Dari kondisi yang diceritakan diatas, penelitian ini dibuat untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Untuk itu penelitian ini diberi judul “**Rancang Bangun Simulator Pengukur Gempa Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* Berbasis *Mikrokontroler*”**. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi titik ukur untuk penelitian selanjutnya dan diharapkan dapat memenuhi permintaan pada latar belakang sebelumnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang simulator pengukur gempa menggunakan mikrokontroler?
2. Bagaimana memilih sensor yang tepat untuk dapat mengukur getaran gempa dan mengkonversi data yang didapat ke dalam satuan yang sering digunakan dalam istilah bahasa dan satuan *numerical*?

3. Bagaimana mengimplementasikan metode *fuzzy logic* untuk mengukur gempa?
4. Bagaimana mengukur tingkat akurasi dari sistem yang dirancang?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari penyimpangan pembahasan dari tujuan penulisan skripsi, maka perlu diambil beberapa batasan masalah, yaitu :

1. Sistem yang dirancang hanya menggunakan mikrokontroler bawaan Arduino Uno yang berbasis mikrokontroler ATmega328P.
2. Bahasa pemrograman yang digunakan menggunakan Bahasa C dengan Compiler Arduino IDE.
3. Sistem ini hanya bekerja untuk mengukur tingkat kekuatan gempa menggunakan metode *fuzzy logic*.
4. Sensor yang digunakan adalah sensor *vibration* dengan tipe SW-420.
5. Tampilan yang digunakan untuk memberikan informasi adalah LCD Character 16x2.
6. Rancangan sistem adalah simulator yang menggunakan *motor DC vibration* sebagai sumber getaran (gempa).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam skripsi adalah :

1. Merancang sebuah sistem yang dapat mengukur tingkatan gempa dengan mengimplementasikan metode *fuzzy logic* didalam penerapannya.

2. Mengukur tingkatan gempa menggunakan sebuah sensor *vibration* dengan tipe SW-420.
3. Menampilkan data yang didapat pada LCD *Display Character* 16x2.
4. Membuat bahasa pemrograman yang mengimplementasikan metode *fuzzy logic* menggunakan bahasa pemrograman C dengan *Compiler Arduino IDE (Integrated Development Environment)*.
5. Mengetahui tingkat akurasi dari sistem yang dirancang.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian penyusunan skripsi ini adalah

1. Untuk penulis :

Penambah wawasan dan meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam melakukan perancangan sistem menggunakan mikrokontroler dan komponen elektronika serta mengimplementasikan sebuah metode *soft computing* pada pemrograman dikawasan mahasiswa jurusan teknik informatika komputer dan *embedded system*.

2. Untuk pengguna :

- a. Berfungsi sebagai simulator untuk mengetahui besaran kekuatan gempa dengan menggunakan satuan-satuan yang telah dikodekan dengan besaran gempa yang menggunakan istilah bahasa sehari-hari.
- b. Terdapat tambahan informasi waktu pada display yang ditujukan untuk mengetahui kejadian gempa pada simulator gempa yang dirancang.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Dasar Pengukuran

Pada dasarnya pengukuran bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai sifat-sifat fisik, kimia dan biologi dari suatu benda atau suatu keadaan/proses, atau untuk mengatur sesuai dengan informasi yang diinginkan. Bantuan alat atau dalam hal ini alat ukur dan instrumen yang diperlukan untuk mentransformasikan informasi tersebut secara kualitatif dan kuantitatif untuk ditanggapi oleh indera manusia. Tidak diketahui secara pasti sejak kapan kegiatan pengukuran dimulai. Akan tetapi tidak dapat dipungkiri bahwa gejala dan kegiatan alam hanya diketahui melalui kegiatan pengukuran, meskipun dimulai dengan cara yang masih sederhana dengan menggunakan panca indera penglihatan.

Kegiatan pengukuran banyak sekali dilakukan. Baik dalam bidang teknik, industri, maupun untuk mengetahui gejala fenomena alam. Sedangkan alat ukurnya sendiri banyak sekali jenisnya, tergantung dari banyak faktor, misalnya objek yang diukur serta hasil yang diinginkan. Yang perlu diperhatikan dalam melakukan pengukuran adalah :

1. Standart yang dipakai harus memiliki ketelitian yang sesuai dengan standart yang telah ditentukan.
2. Tata cara pengukuran dan alat yang digunakan harus memenuhi persyaratan.

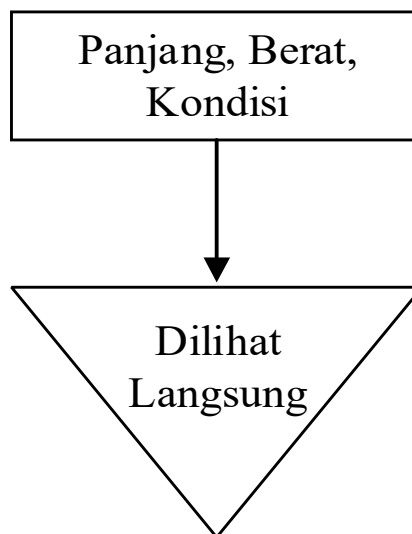
Pengetahuan yang harus dimiliki adalah bagaimana menentukan besaran yang akan diukur, bagaimana mengukurnya dan mengetahui dengan apa besaran tersebut harus diukur. Ketiga hal tersebut harus mutlak dimiliki oleh orang yang akan melakukan pengukuran.

2.1.1 Metode Pengukuran

Dalam pengukuran dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu :

1. Metode Pengukuran Langsung

Pengukuran dikatakan pengukuran langsung bila alat ukurnya atau pembandingnya standart, yaitu suatu pengukuran yang mempunyai nilai standart, misalnya ukuran panjang dan berat.



Gambar 2.1 : Metode Dilihat Langsung

Sumber: (Riskawati, 2017)

2. Metode Pengukuran Tidak Langsung

Pengukuran dikatakan tidak langsung bila pembandingnya adalah suatu yang telah dikalibrasikan terhadap besaran standart, misalnya transmitter.

Karena sulitnya untuk mendapatkan alat ukur standar, sedangkan besaran yang akan diukur banyak sekali macamnya, maka teknologi telah menghasilkan banyak cara untuk menghasilkan alat ukur tidak langsung. Berdasarkan pada peranan dalam fungsinya dapat dibedakan :

- a. Alat ukur penunjuk : misalnya ammeter, voltmeter, thermometer, dan lain-lain.
- b. Alat ukur perekam/rekorder : misalnya rekorder temperatur, rekorder tekanan dan lain-lain.
- c. Alat ukur pengendali : misalnya pengendali temperatur (*thermostat*) pada pemanas air, strika dan lain-lain.



Gambar 2.2 : Metode Tidak Langsung
Sumber: (Riskawati, 2017)

2.2 Gempa Bumi

Gempa adalah gerakan keras dan terjadi secara tiba-tiba dibawah permukaan bumi. Kadang kala bumi berguncang hebat, sehingga bangunan rumah dan gedung-gedung runtuh, jalan dan jembatan rusak serta saluran air dan kawat listrik putus (Desmonda et al., 2014).

Hingga kini, peneliti-peneliti dari beragam universitas di Indonesia masih belum banyak untuk meneliti alat pengukur gempa yang sederhana dan terjangkau serta mudah diterapkan masyarakat di wilayah rawan gempa. Bencana gempa masih berpotensi terus terjadi dikarenakan *setting* geologi Indonesia.

2.3 Cara Mengukur Gempa Bumi

Para ilmuwan mengukur kekuatan gempa dengan dua cara. Pertama menggunakan alat pengukur yang disebut *Skala Richter*. Mereka mengukur jumlah energy gempa yang dilepaskan dengan member skala 0 sampai dengan 9. Gempa berkekuatan *skala richter* berarti 100 juta kali kuatnya dari gempa berskala 1. *Skala richter* ini ditemukan oleh seseorang yang bernama Charles Francis Richter. Charles Francis Richter adalah seseorang yang dilahirkan di sebuah peternakan Ohio, Amerika Serikat, pada 26 April 1900. *Skala Richter* atau SR didefinisikan sebagai logaritma (basis 10) dari amplitude maksimum, yang diukur dalam satuan micrometer, dari rekaman gempa oleh instrument pengukur gempa (*seismometer*) *Wood-Anderson*, pada jarak 100 km dari titik pusat gempunya. Sebagai contoh, misalnya kita mempunyai rekaman gempa (seismogram) dari seismometer yang terpasang sejauh 100 km dari pusat gempunya, amplitude maksimumnya sebesar 1 mm, maka kekuatan gempa tersebut adalah $\log (10 \text{ pangkat } 3 \text{ mikrometer})$ sama dengan 3.0 *Skala Richter*.

Sekarang tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh gempa dengan perkiraan intensitas gempa pada *Skala Richter* (Anwaruddin, 2019):

1. Skala Richter 1 tidak terasa

2. Skala Richter 2 terasa oleh orang dalam keadaan istirahat, terutama jika berada di tingkat atas atau tempat tinggi.
3. Skala Richter 3 terasa di dalam rumah, tetapi banyak yang tidak menyangka kalau ada gempa bumi. Getaran terasa seperti ada truk kecil yang lewat.
4. Skala Richter 4 terasa di dalam rumah seperti ada truk berat lewat atau terasa seperti ada barang berat menabrak dinding rumah. Barang-barang yang tergantung bergoyang-goyang dan barang-barang yang berdiri bergerak. Pintu-pintu berderak dan gelas-gelas gemerincing. Dinding-dinding rumah dan rangka rumah berbunyi.
5. Skala Richter 5 dapat dirasakan di luar rumah. Orang tidur terbangun, cairan tampak bergoyang-goyang dan dapat tumpah sedikit. Barang perhiasan rumah yang kecil bergerak atau jatuh. Pintu-pintu terbuka-tertutup. Pigura-pigura dan dinding bergerak. Jarum jam (jarum bandul) ukuran besar akan mati atau tidak cocok lagi.
6. Skala Richter 6 terasa oleh semua orang. Banyak yang lari keluar karena terkejut dan takut. Pejalan kaki terganggu. Kaca jendela, barang pecah-belah akan pecah. Barang-barang kecil dan buku-buku jatuh dari tempatnya. Gambar-gambar jatuh dari dinding. Mebel-mebel bergerak dan berputar. Plesteran dinding yang lemah akan pecah atau retak.
7. Skala Richter 7 dapat dirasakan oleh supir yang sedang mengendarai kendaraan. Orang-orang yang berjalan kaki susah untuk berjalan dengan baik. Cerobong asap atau menara yang lemah akan runtuh.

Terjadi pergeseran dan lekukan pada tumpukan pasir dan kerikil. Air jadi keruh dan saluran air rusak.

8. Skala Richter 8 pengemudi mobil terganggu. Bangunan-bangunan yang kuat mengalami kerusakan dan ada bagian yang runtuh. Terjadi kerusakan pada dinding yang dibuat yang dirancang tahan terhadap getaran-getaran horizontal. Beberapa bagian dari dinding runtuh. Cerobong asap, menara, dan tangki air berputar atau jatuh. Cabang-cabang pohon patah dan tanah basah juga lereng-lereng yang curam terbelah.
9. Skala Richter 9 terjadi kepanikan umum. Bangunan-bangunan yang tidak kuat hancur dan mengalami kerusakan berat. Terjadi kerusakan pada pondasi dan rangka-rangka rumah. Pipa-pipa didalam tanah putus dan lumpur serta pasir keluar dari tanah.
10. Skala Richter 10 pada umumnya semua tembok dan rangka rumah rusak. Bangunan kayu dan jembatan-jembatan yang kuat rusak, tanggul dan bendungan juga tampak jebol, terjadi tanah longsor yang besar. Air kolam, danau dan sungai meluap. Jalan-jalan dan rel kereta api bengkok.
11. Skala Richter 11 pipa-pipa di dalam tanah rusak total. Rel kereta api bengkok.
12. Skala Richter 12 seluruh bangunan mengalami kehancuran. Batu-batu barang-barang besar berpindahan. Barang-barang terlempar ke udara.

Dan tidak kalah pentingnya sejauh mana pengaruh radius gempa dengan *Skala Richter* (Howel & Mulyo, 2004):

1. Skala Richter 1 radius pengaruh gempa 25 km
2. Skala Richter 2 radius pengaruh gempa 50 km
3. Skala Richter 3 radius pengaruh gempa 100 km
4. Skala Richter 4 radius pengaruh gempa 200 km
5. Skala Richter 5 radius pengaruh gempa 400 km
6. Skala Richter 6 radius pengaruh gempa 700 km

Dilansir dari situs resmi BMKG di www.bmkg.go.id tentang skala intensitas gempa bumi (SIG) BMKG. Intensitas gempa terbagi sebagai berikut :

Tabel 2.1 : Skala Intensitas Gempa Bumi

Skala SIG BMKG	Warna	Deskripsi Sederhana	Deskripsi Rinci	Skala MMI	PGA (gal)
I	Putih	TIDAK DIRASAKAN (Non Felt)	Tidak dirasakan atau dirasakan hanya oleh beberapa orang tetapi terekam oleh alat	I-II	< 2.9
II	Hijau	DIRASAKAN (Felt)	Dirasakan oleh orang banyak tetapi tidak menimbulkan kerusakan. Benda-benda ringan yang digantung bergoyang dan jendela kaca bergetar.	III-V	2.9-88

Tabel 2.1 : Skala Intensitas Gempa Bumi (Lanjutan)

Skala SIG BMKG	Warna	Deskripsi Sederhana	Deskripsi Rinci	Skala MMI	PGA (gal)
III	Kuning	DIRASAKAN RINGAN (Slight Damage)	Bagian non struktur bangunan mengalami kerusakan ringan, seperti retak rambut pada dinding, atap bergeser ke bawah dan sebagian berjatuhan.	VI	89-167
IV	Jingga	KERUSAKAN SEDANG (Moderate Damage)	Banyak retakan terjadi pada dinding bangunan sederhana, sebagian roboh, kaca pecah. Sebagian plester dinding lepas. Hampir sebagian besar atap bergeser ke bawah atau jatuh. Struktur bangunan mengalami kerusakan ringan sampai sedang.	VII-VIII	168-564
V	Merah	KERUSAKAN BERAT (Heavy Damage)	Sebagian besar dinding bangunan permanen roboh. Struktur bangunan mengalami kerusakan berat. Rel kereta api melengkung.	IX-XII	>564

(Sumber : <https://www.bmkg.go.id/gempabumi/skala-intensitas-gempabumi.bmkg>)

2.4 Mikrokontroler

Saat ini perkembangan teknologi semakin pesat berkat adanya teknologi mikrokontroler, sehingga rangkaian kendali atau rangkaian kontrol semakin banyak dibutuhkan untuk mengendalikan berbagai peralatan yang digunakan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Dari rangkaian kendali inilah akan terciptanya suatu alat yang dapat mengendalikan sesuatu.

Rangkaian kendali atau rangkaian kontrol adalah rangkaian yang dirancang sedemikian rupa sehingga dapat melakukan fungsi–fungsi kontrol tertentu sesuai dengan kebutuhan.

Bermula dari dibuatnya *Integrated Circuit* (IC). Selain IC, alat yang dapat berfungsi sebagai kendali adalah *chip* sama halnya dengan IC. *Chip* merupakan perkembangan dari IC, dimana *chip* berisikan rangkaian elektronika yang dibuat dari artikel *silicon* yang mampu melakukan proses logika. *Chip* berfungsi sebagai media penyimpan program dan data, karena pada sebuah *chip* tersedia RAM dimana data dan program ini digunakan oleh logic *chip* dalam menjalankan prosesnya.

Chip lebih di identikkan dengan dengan kata mikroprosesor. Mikroprosesor adalah bagian dari *Central Processing Unit* (CPU) yang terdapat pada computer tanpa adanya memory, I/O yang dibutuhkan oleh sebuah system yang lengkap. Selain mikroprosesor ada sebuah *chip* lagi yang dikenal dengan nama mikrokomputer. Berbeda dengan mikroprosesor, pada mikrokomputer ini telah tersedia I/O dan memory.

Dengan kemajuan teknologi dan dengan perkembangan *chip* yang pesat sehingga saat ini didalam sekeping *chip* terdapat CPU memory dan control I/O. *Chip* jenis ini sering disebut *microcontroller*.

Mikrocontroller merupakan sebuah sistem komputer di mana seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC (*Integrated Circuit*), sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. Mikrocontroller ini juga merupakan sebuah sistem komputer yang memiliki satu atau beberapa tugas yang spesifik, berbeda dengan PC yang memiliki beragam fungsi. Perbedaan yang lain adalah perbandingan RAM dan ROM yang sangat besar antara mikrocontroller dengan komputer. Dalam mikrocontroller ROM jauh lebih besar dibanding RAM, sedangkan dalam komputer atau PC RAM jauh lebih besar dibanding ROM.

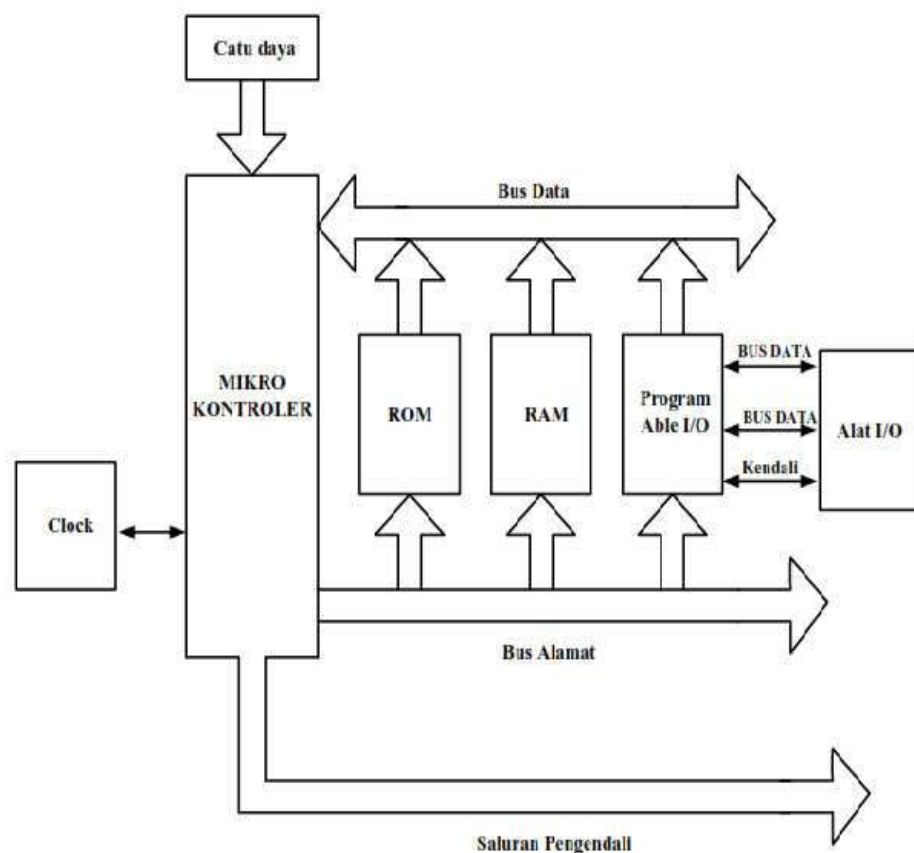
Mikrocontroller memiliki kemampuan untuk mengolah serta memproses data sekaligus juga dapat digunakan sebagai unit kendali, maka dengan sekeping *chip* yaitu mikrocontroller kita dapat mengendalikan suatu alat. Mikrocontroller mempunyai perbedaan dengan mikroprosesor dan mikrokomputer.

Suatu mikroprosesor merupakan bagian dari CPU tanpa memori dan I/O pendukung dari sebuah komputer, sedangkan mikrocontroller umumnya terdiri atas CPU, memory, I/O tertentu dan unit – unit pendukung lainnya.

Pada dasarnya terdapat perbedaan sangat mencolok antara mikrocontroller dan mikroprosesor serta mikrokomputer yaitu pada aplikasinya, karena mikrocontroller hanya dapat digunakan pada aplikasi tertentu saja. Kelebihan lainnya yaitu terletak pada perbandingan *Random Access Memory* (RAM) dan *Read Only Memory* (ROM).

Sehingga ukuran *board* mikrokontroller menjadi sangat ringkas atau kecil, dari kelebihan yang ada terdapat keuntungan pemakaian mikrokontroller dengan mikroprosesor yaitu pada mikrokontroller sudah terdapat RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga tidak perlu menambahnya lagi. Pada dasarnya struktur dari mikroprosesor memiliki kemiripan dengan mikrokontroller.

Mikrokontroller biasanya dikelompokkan dalam satu keluarga, masing-masing mikrokontroller memiliki spesifikasi tersendiri namun cocok dalam pemrogramannya misalnya keluarga MCS-51 yang diproduksi ATMEL seperti AT89C51, AT89S52 dan lainnya sedangkan keluarga AVR seperti Atmega 8535 dan lain sebagainya.



Gambar 2.3 : Blok Diagram Mikrokontroller Secara Umum
Sumber: (Aprianah, 2013)

2.5 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan sebuah terobosan yang dikeluarkan oleh sebuah perusahaan pembuat mikrokontroler ATMEL yang didesain agar lebih mudah digunakan. Arduino merupakan sebuah *platform hardware open source* yang mempunyai *input/output (I/O)* yang sederhana.

Menggunakan Arduino sangatlah membantu dalam membuat suatu *prototyping* ataupun untuk melakukan pembuatan proyek. Arduino memberikan I/O yang sudah lengkap dan bisa digunakan dengan mudah.

Arduino dapat digabungkan dengan modul elektro yang lain sehingga proses perakitan jauh lebih efisien.

Arduino merupakan salah satu pengembang yang telah banyak digunakan. Keistimewaan Arduino adalah *Hardware yang open source*. Hal ini sangatlah memberi keleluasan bagi orang untuk bereksperimen secara bebas dan gratis. Secara umum, Arduino terdiri atas dua bagian utama, yaitu :

1. Bagian *Hardware*

Berupa papan yang berisi I/O, seperti gambar dibawah ini :



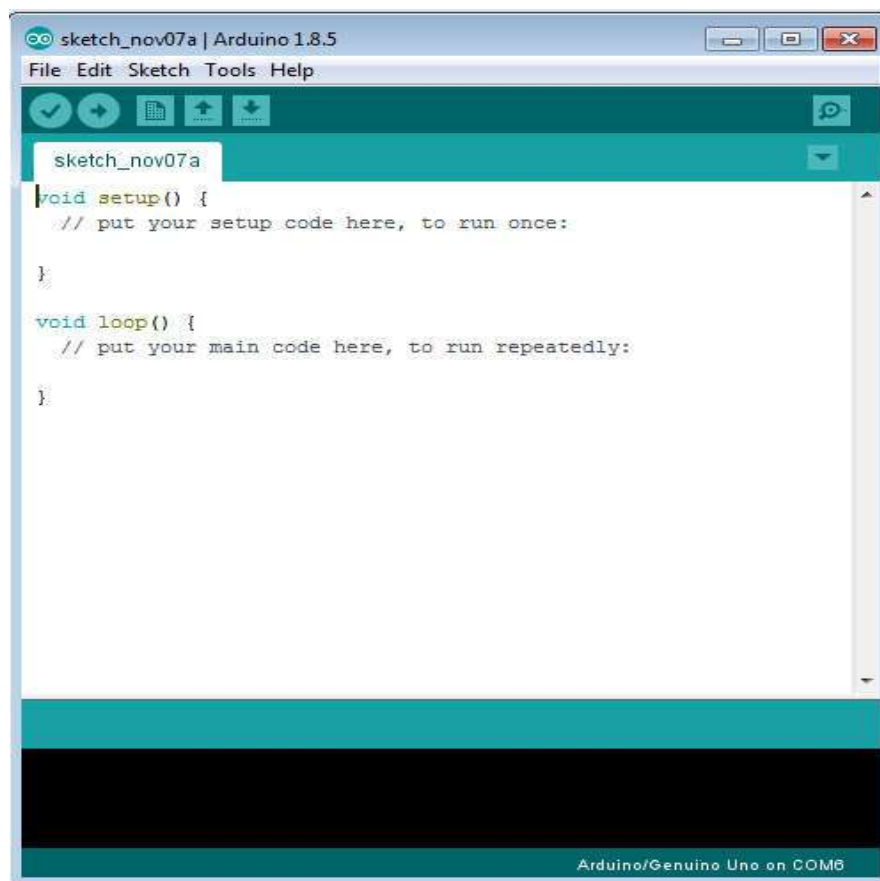
Gambar 2.4 : Board Arduino Uno

Sumber: (<https://www.Arduino.cc>)

2. Bagian *Software*

Berupa *software* Arduino yang meliputi *Integrated Development Environment* (IDE) untuk menulis program. Arduino memerlukan instalasi *driver* untuk menghubungkan dengan komputer. Pada IDE terdapat contoh program dan *library* untuk pengembangan program.

IDE *software* Arduino yang digunakan diberi nama *sketch*. Seperti gambar dibawah :



Gambar 2.5 : Arduino IDE versi 1.8.5

Sumber: (<https://www.Arduino.cc>)

2.6 Bahasa Pemrograman C

Bahasa C adalah Bahasa pemrograman yang dapat dikatakan berada diantara bahasa tingkat rendah (bahasa yang berorientasi pada mesin) dan bahasa tingkat tinggi (bahasa yang berorientasi pada manusia). Seperti yang diketahui, bahasa tingkat tinggi mempunyai kompatibilitas antara *platform*.

Pembuat bahasa C adalah Brian W. Kernighan dan Dennis M. Ritchie pada tahun 1972. C adalah bahasa pemrograman terstruktur, yang membagi program dalam bentuk blok.

Tujuannya untuk memudahkan dalam pembuatan dan pengembangan program. Program yang ditulis dengan bahasa C mudah sekali dipindahkan dari satu jenis program ke bahasa program lain.

Hal ini karena adanya standarisasi bahasa C yaitu berupa ANSI (*American National Standar Institut*) yang dijadikan acuan oleh pada pembuat kompilernya jenis mesin.

Adapun Kelebihan lain dari Bahasa C ialah :

1. Bahasa C tersedia hampir di semua jenis komputer.
2. Kode bahasa C sifatnya adalah *portable* dan *fleksibel* untuk semua jenis komputer.
3. Bahasa C hanya menyediakan sedikit kata-kata kunci. Hanya terdapat 32 kata kunci.
4. Proses *executable* program bahasa C lebih cepat.
5. Dukungan pustaka yang banyak.
6. C adalah bahasa yang terstruktur.

7. Bahasa C termasuk bahasa tingkat menengah.

Penempatan ini hanya menegaskan bahwa C bukan bahasa pemrograman yang berorientasi pada mesin yang merupakan ciri bahasa tingkat rendah, melainkan berorientasi pada obyek tetapi dapat diinterpretasikan oleh mesin dengan cepat, secepat bahasa mesin. Inilah salah satu kelebihan C yaitu memiliki kemudahan dalam menyusun programnya semudah bahasa tingkat tinggi namun dalam mengeksekusi program secepat bahasa tingkat rendah.

Namun bahasa C juga mempunyai kekurangan yaitu :

1. Banyaknya operator serta fleksibilitas penulisan program kadang-kadang membingungkan pemakai.
2. Bagi pemula pada umumnya akan kesulitan menggunakan *pointer*.

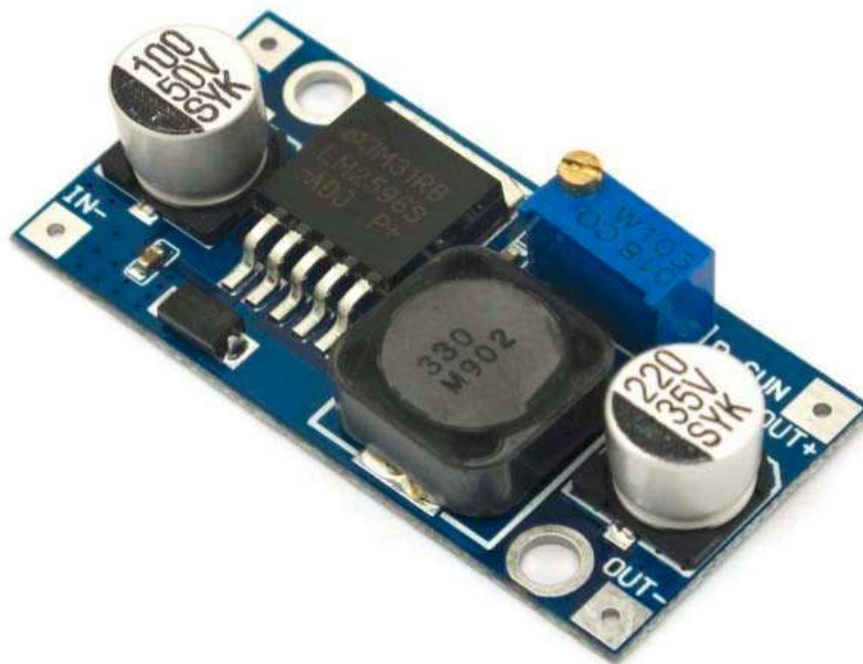
2.7 Pengertian Power Supply

Power supply atau sumber tegangan/catu daya adalah suatu alat atau sistem yang dapat menghasilkan energi listrik. *Power supply* mempunyai beragam jenis sesuai dengan kebutuhannya.

2.8 Modul DC to DC Step Down LM2596

Modul *DC to DC Step Down* adalah modul penurun tegangan DC ke DC yang bekerja pada frekuensi 300Khz. Modul ini mampu melewati arus beban hingga maksimal 3 ampere dengan efisiensi yang tinggi, nois yang rendah, serta pengaturan saluran beban keluaran.

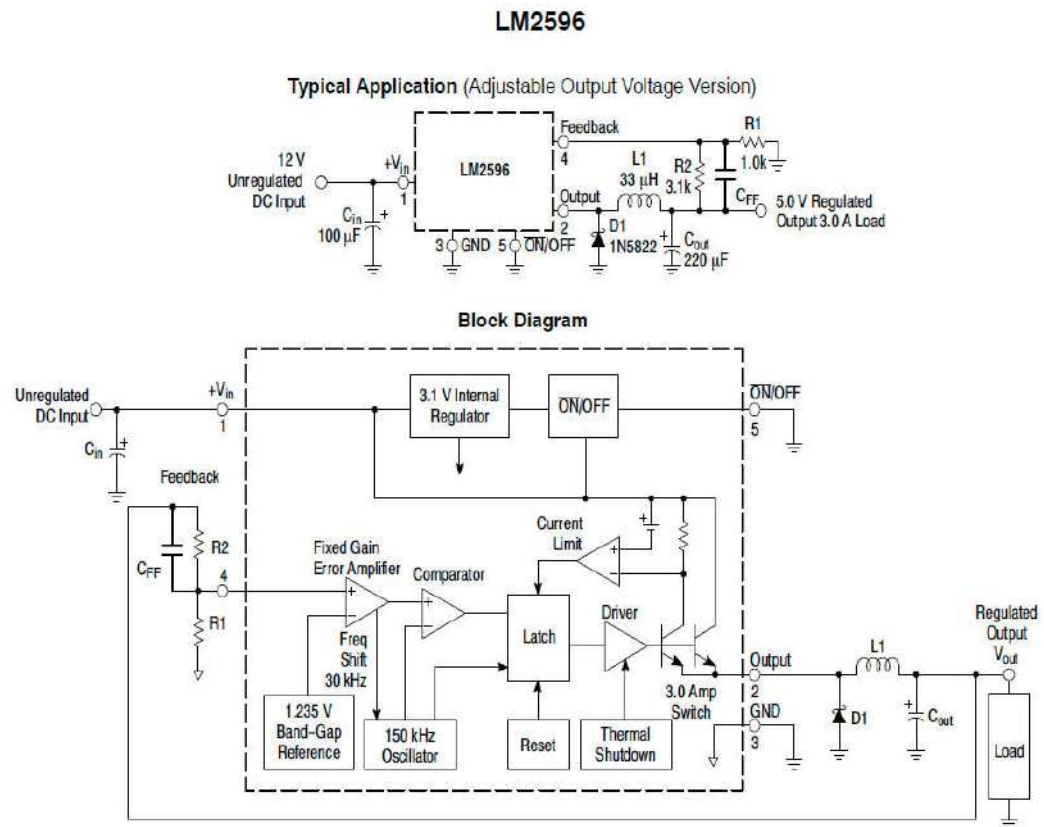
IC LM2596 adalah sirkuit terpadu / *integrated circuit* yang berfungsi sebagai *step-down DC converter* dengan *current rating* 3A. Terdapat beberapa varian dari IC seri ini yang dapat dikelompokkan dalam dua kelompok yaitu versi *adjustable* yang keluarannya dapat diatur, dan versi *fixed voltage output* yang tegangan keluarannya sudah tetap/*fixed*.



Gambar 2.6 : Modul DC Step-Down LM2596

Sumber: (<https://www.alldatasheet.com>)

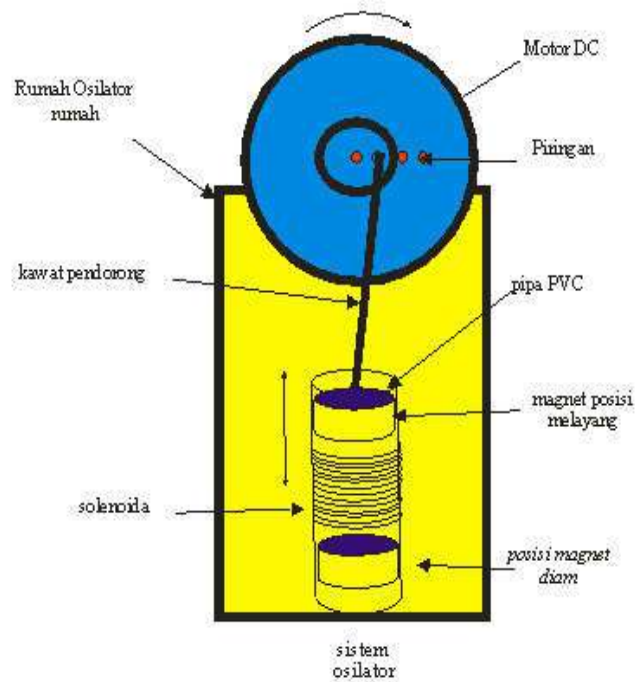
Skematik dan blok diagram sistem kerja dari IC LM2596 dapat terlihat pada gambar dibawah :



Gambar 2.7 : Skematik dan Blok Diagram Sistem Kerja IC LM2596
 Sumber: (<https://www.alldatasheet.com>)

2.9 Sensor Getaran

Sensor getaran adalah suatu alat yang berfungsi untuk mendeteksi adanya getaran dan diubah kedalam sinyal listrik. Adapun pembentuk dari sensor getaran terlihat seperti pada gambar dibawah :



Gambar 2.8 : Pembentuk Sensor Getar

Sumber: (academica.edu)

2.10 Prinsip Kerja Sensor Getaran

Sensor getar mempunyai prinsip kerja yang sederhana seperti membalikkan fungsi dari sebuah *loud-speaker*. Sebaliknya sewaktu *loud-speaker* tersebut digunakan sebagai sensor, susunan membran pada *loud-speaker* berperan sebagai getaran.

Saat ada getaran datang pada membran, maka membran tersebut pun turut bergetar (*beresonansi*).

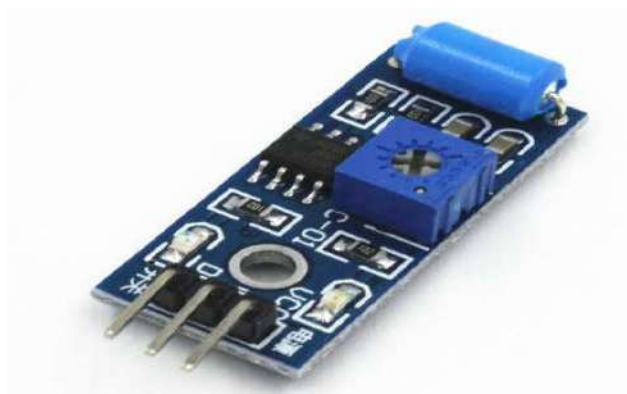
Bergetarnya membran akan menyebabkan lilitan membran bergerak relative pada inti magnet tetap dan menghasilkan sinyal listrik. Pembatasan daerah resonansi pada membran harus diatur agar membran tidak merespon getaran dengan frekuensi yang tidak diinginkan.

Untuk menurunkan tanggapan pada membran digunakan penambahan material yang berfungsi menyerap sinyal atau getaran yang memiliki frekuensi tinggi seperti susunan spon pada daerah diseputar membrannya.

Penambahan tersebut dikerjakan dengan sangat berhati-hati agar kumparan tetap bisa merespon getaran dengan baik. Untuk memperkuat sinyal listrik yang dihasilkan biasanya digunakan penguat seperti Op-Amp.

2.11 Sensor Getar SW-420

Sensor getaran menggunakan modul SW-420 tipe NC dengan tegangan kerja 3.3v sampai 5v. Format *output* 0 dan 1 (rendah dan tinggi). Cara kerja dari modul sensor getar apabila tidak ada getaran (lemah), sensor getaran terhubung dan nilai *output* rendah, maka lampu indikator menyala. Namun bila terdeteksi getaran (kuat), sensor getaran segera terputus dan nilai *output* tinggi, maka lampu indikator tidak menyala. Outputnya dapat langsung dihubungkan ke mikrokontroler untuk mendeteksi nilai rendah dan tinggi tersebut sehingga dapat diketahui apakah sedang terjadi getaran atau tidak.



Gambar 2.9 : Sensor Getar SW-420

Sumber: (<https://www.alldatasheet.com>)

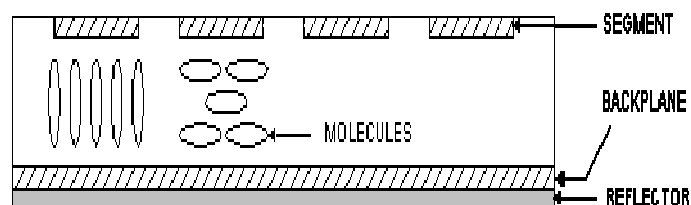
Sensor getar SW-420 mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

1. Menggunakan sensor SW-420 *normally closed*
2. Menggunakan IC OP-AMP LM393 dengan *output* komparator yang bersih dan gelombang yang baik.
3. *Output* keluaran lebih dari 15 mA.
4. Tegangan kerja 3.3 Volt hingga 5 Volt.
5. Format *output* 0 dan 1 (digital, rendah dan tinggi)
6. Dimensi 3.2cm x 1.4cm.

2.12 Liquid Cristal Display (LCD)

Untuk menampilkan informasi kadar asap maupun suhu pada ruangan, rancangan ini menggunakan LCD 2x16 karakter. LCD menggunakan bahan yang disebut *liquid cristal* atau kristal cair. Kristal cair ini memiliki molekul-molekul yang berbentuk seperti cerutu dan sangat peka terhadap medan listrik. Kristal cair ini dikemas dalam suatu wadah transparan yang pada sisi belakangnya diberi penghantar transparan dan *reflektor*.

Pada sisi depan dari wadah ini diberi penghantar-penghantar transparan yang berbentuk seperti segmen yang ingin ditampilkan.

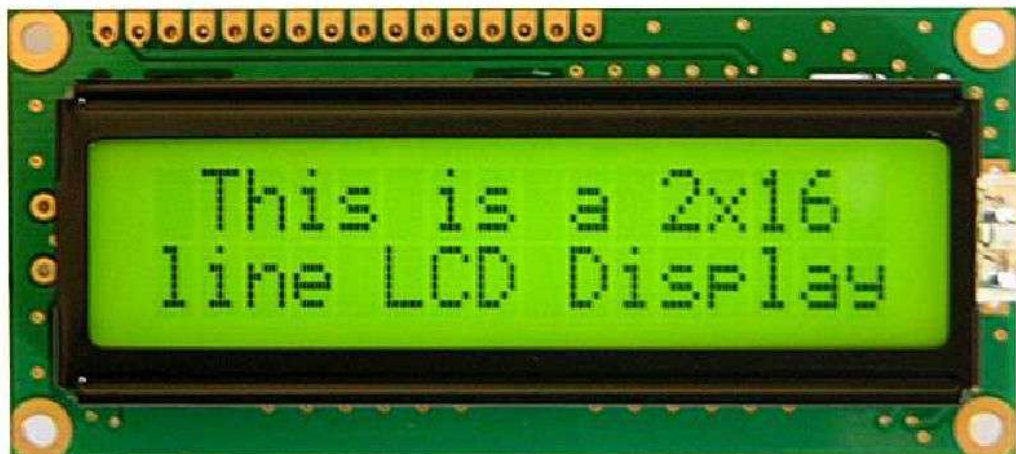


Gambar 2.10 Struktur LCD.
Sumber: (<https://www.alldatasheet.com>)

Salah satu kelebihan LCD dari LED adalah konsumsi dayanya yang sangat rendah, yaitu hanya beberapa microwatt. Modul LCD dapat dengan mudah dihubungkan dengan mikrokontroler seperti ATmega 16.

LCD yang akan digunakan penulis mempunyai lebar *display* 2 baris 16 kolom atau biasa disebut sebagai LCD 2x16 karakter.

Modul LCD terdiri dari sejumlah memori yang digunakan untuk *display*. Semua teks yang dituliskan ke modul LCD disimpan di dalam memori ini dan modul LCD secara berurutan membaca memori ini untuk menampilkan teks ke modul LCD itu sendiri.



Gambar 2.11 Modul LCD 2 x 16 karakter

Sumber: (<https://www.alldatasheet.com>)

Untuk keterangan Pin yang ada pada LCD 2 x 16 karakter bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.2 Keterangan Pin LCD 2x16 Karakter

PIN	Name	Function
1	VSS	Ground Voltage
2	VCC	+5 V
3	VEE	Contrast voltage
4	RS	Register Select 0 = Instruction Register 1 = Data Register
5	R/W	Read/Write, to choose write or read mode 0 = write mode 1 = Data Register
6	E	Enable 0 = Start to lacht data to LCD character
7	DB0	LSB
8	DB1	-
9	DB2	-
10	DB3	-
11	DB4	-
12	DB5	-
13	DB6	-
14	DB7	MSB
15	BPL	Backplane Light
16	GND	Ground voltage

Sumber: (<https://www.alldatasheet.com>)

Tabel 2.3 Set alamat memori DDRAM

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	1		A	A	A	A	A	A

Sumber: (<https://www.alldatasheet.com>)

Catatan :

A : Alamat RAM yang akan dipilih.

Sehingga alamat RAM LCD adalah 000 0000 s/d 111 1111 b atau 00 s/d 7Fh.

Display karakter pada LCD diatur oleh pin *Enable* (EN), *Register Select* (RS) dan *Read/Write* (RW). Jalur EN digunakan untuk memberitahu LCD bahwa ada data yang dikirim. Untuk mengirimkan sebuah data ke LCD, maka melalui program EN harus diberi logika *low* “0” dan atur pada dua jalur control yang lain RS/RW. Ketika dua jalur yang lain telah siap, EN diberi logika *high* “1” dan tunggu beberapa saat (sesuai dengan *datasheet* dari LCD tersebut) dan berikutnya EN kembali ke logika *low* “0” lagi.

Jalur RS adalah jalur register select. Ketika RS berlogika *low* “0” data dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus seperti *clear screen*, posisi kursor dan lain-lain.

Ketika RS logika *high* “1” data yang kirim adalah data teks yang akan ditampilkan pada *display* LCD. Sebagai contoh, untuk menampilkan huruf “T” pada layar LCD maka RS harus diatur logika *high* “1”.

Jalur RW adalah jalur kontrol *Read/Write*. Ketika RW berlogika *low* (0), maka informasi pada *data bus* akan dituliskan pada layar LCD. Ketika RW berlogika *high* “1” maka program akan melakukan pembacaan memori dari LCD. Sedangkan pada aplikasi umum pin RW selalu diberi logika *low* “0”.

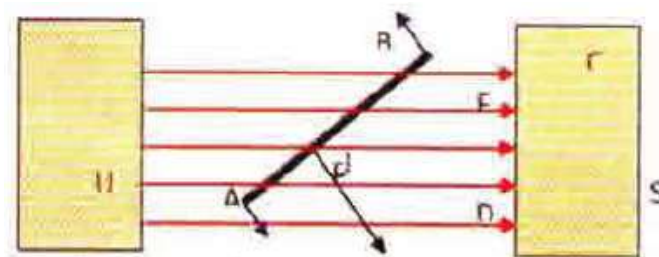
Pada akhirnya, *data bus* terdiri dari 4 atau 8 jalur (tergantung pada mode operasi yang dipilih oleh *user*).

2.13 Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik.

Energi mekanik ini digunakan untuk memutar *impeller* pompa, *fan*, *blower* atau *vibrator*. Pada penelitian ini motor DC digunakan sebagai sumber getaran. Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik.

Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas diantara kutub-kutub magnet permanen.



Gambar 2.12 : Prinsip Kerja Motor DC

Sumber: (Syamsuar et al., 2011)

Catu tegangan DC dari baterai menuju ke lilitan melalui sikat yang menyentuh komutator, dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan. Kumparan satu lilitan pada gambar diatas disebut angker dynamo. Angker dynamo adalah sebutan untuk komponen yang berputar diantara medan magnet.

2.14 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing*. Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 (Kusumadewi, 2013). Dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy*. Pada teori himpunan *fuzzy*, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau *membership function* menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika *fuzzy* tersebut.

Menurut (Setiadji, 2009), *fuzzy* merupakan suatu nilai yang dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Namun seberapa besar nilai kebenaran dan kesalahannya tergantung pada derajat keanggotaan yang dimilikinya. Derajat keanggotaan dalam *fuzzy* memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1 (satu). Hal ini berbeda dengan himpunan tegas yang memiliki nilai 1 atau 0 (ya atau tidak).

2.15 Konsep Himpunan Fuzzy

Pada himpunan tegas setiap elemen dalam semestanya selalu ditentukan secara tegas apakah elemen itu merupakan anggota himpunan tersebut atau tidak. Tetapi dalam kenyataannya tidak semua himpunan terdefinisi secara tegas. Misalnya himpunan siswa pandai, dalam hal ini bisa dinyatakan dengan tegas karena tidak ada yang dijadikan ukuran untuk tingkat kepandaian seseorang. Oleh karena itu perlu didefinisikan suatu himpunan *fuzzy* yang bisa menyatakan kejadian tersebut. Himpunan *fuzzy* didefinisikan sebagai berikut :

Himpunan *fuzzy* A didalam semesta pembicaraan U didefenisikan sebagai himpunan yang mencirikan suatu fungsi keanggotaan $\mu_A(x)$ yang mengawankan setiap $x \in U$ dengan bilangan real didalam interval $[0,1]$ dengan nilai $\mu_A(x)$ menyatakan derajat keanggotaan x didalam A . Suatu himpunan *fuzzy* A dapat dinyatakan dengan dua cara, yaitu :

$$1. A = \frac{\int U \mu_A(x)}{x} \quad (2.1)$$

Dimana notasi integral melambangkan himpunan semua $x \in U$ bersama dengan derajat keanggotaannya pada himpunan *fuzzy* A . Cara ini digunakan pada himpunan *fuzzy* yang anggotannya bernilai kontinu.

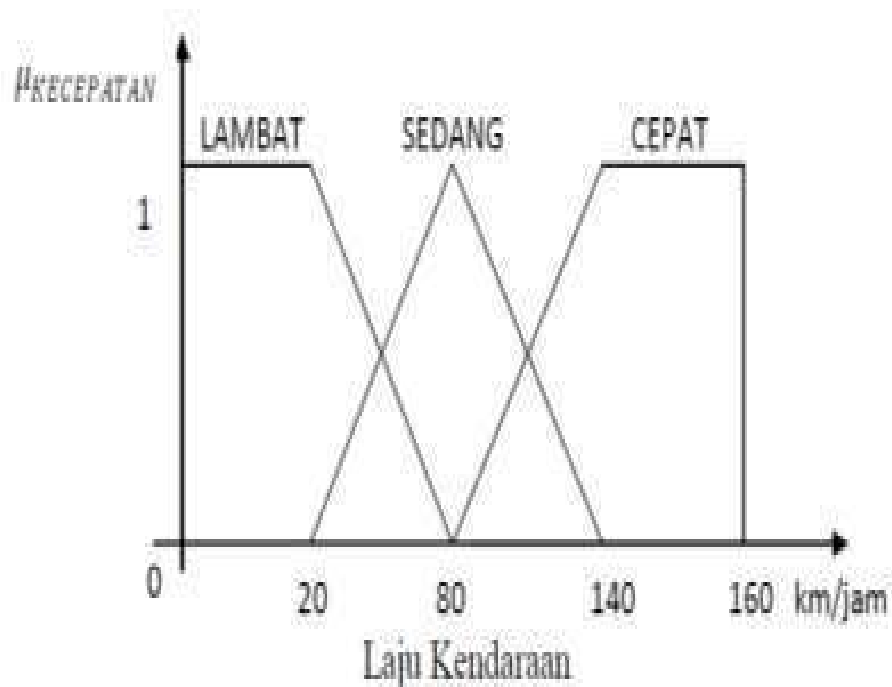
$$2. A = \frac{\sum U \mu_A(x)}{x} \quad (2.2)$$

Didalam notasi sigma melambangkan himpunan semua $x \in U$ bersama dengan derajat keanggotaannya pada himpunan *fuzzy* A . Cara ini digunakan pada himpunan *fuzzy* yang anggotannya bernilai diskrit. Menurut Kusumadewi (2004), himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu :

- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti : LAMBAT, SEDANG, CEPAT.
- b. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti : 40, 50, 60, dan sebagainya.

Hal-hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu :

1. Variabel *fuzzy* yang merupakan variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*, seperti : umur, berat badan, tinggi badan, dan sebagainya.
2. Himpunan *fuzzy* yang merupakan suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.



Gambar 2.13 : Himpunan *fuzzy* untuk Laju Kendaraan
Sumber: (Arifin, 2015)

Dari gambar 2.13 dapat diketahui bahwa, laju kendaraan 50 km/jam termasuk dalam himpunan LAMBAT dengan $\mu_{LAMBAT}[50] = 0,5$, dan dia juga termasuk dalam himpunan SEDANG dengan $\mu_{SEDANG}[50] = 0,5$.

3. Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*.

Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Sebagai contoh, semesta pembicaraan untuk variabel laju kendaraan adalah $[0,160]$.

4. Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Sebagai contoh, domain dari himpunan *fuzzy* kecepatan adalah sebagai berikut :
 - a. LAMBAT : $[0,80]$
 - b. SEDANG: $[20,140]$
 - c. CEPAT: $[80,160]$

2.16 Sistem Inferensi *Fuzzy*

Salah satu aplikasi logika *fuzzy* yang telah berkembang amat luas dewasa ini adalah sistem inferensi *fuzzy* (*Fuzzy Inference System/FIS*), yaitu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* berbentuk *IF THEN*, dan penalaran *fuzzy*. Misalnya dalam penentuan status gizi, produksi barang, sistem pendukung keputusan, penentuan kebutuhan kalori harian, dan sebagainya. Ada tiga metode dalam sistem inferensi *fuzzy* yang sering digunakan, yaitu metode *Tsukamoto*, metode *Mamdani*, dan metode *Takagi sugeno*.

Metode *Mamdani* sering dikenal dengan nama metode *Min-Max*. metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output*, diperlukan 4 tahapan

:

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*

Pada Metode *Mamdani*, baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

2. Aplikasi fungsi *implikasi*

Pada metode *Mamdani*, fungsi implikasi yang digunakan adalah *Min*.

3. Komposisi Aturan

Apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari gabungan antar aturan. Ada tiga metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu : *max*, *additive* dan *probabilistik OR (probor)*.

a. Metode *Max (Maximum)*

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator *OR (union)*. Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka *output* akan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan :

$$U_{sf} [xi] = \max(U_{sf} [xi], U_{kf} [xi]) \quad (2.3)$$

Keterangan :

$U_{sf} [xi]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke – i;

$U_{kf} [xi]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke – i.

b. Metode *Additive (Sum)*

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan *bounded-sum* terhadap semua *output* daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan :

$$U_{sf} [xi] = \min(1, U_{sf} [xi] + U_{kf} [xi]) \quad (2.4)$$

Keterangan :

$U_{sf} [xi]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke – i;

$U_{kf} [xi]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke – i.

c. Metode *probabilistic OR (probor)*

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan *product* terhadap semua *output* daerah *fuzzy*.

Secara umum dituliskan :

$$U_{sf} [xi] = (U_{sf} [xi] + U_{kf} [xi] - (U_{sf} [xi] U_{kf} [xi])) \quad (2.5)$$

Keterangan :

$U_{sf} [xi]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke – i.

$U_{kf} [xi]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke – i.

4. Penegasan (*defuzzifikasi*)

Input dari proses *defuzzifikasi* adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari suatu komposisi aturan – aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai *output*. Menurut Kusumadewi (2013:41), ada beberapa metode *defuzzifikasi* pada komposisi aturan *Mamdani*, antara lain :

a. Metode *Centroid (Composite Moment)*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan :

$$Z_0 = \frac{\int_b^a Z \cdot \mu_{(Z)} dZ}{\int_a^b \mu_{(Z)} dZ}, \text{ untuk domain kontinu} \quad (2.6)$$

Keterangan :

Z = nilai domain ke – i

$\mu_{(Z)}$ = derajat keanggotaan titik tersebut

Z_0 = nilai hasil penegasan (*defuzzifikasi*)

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot U_{Ai}(di)}{\sum_{i=1}^n U_{Ai}(di)}, \text{ untuk diskret} \quad (2.7)$$

Keterangan :

Z = nilai hasil penegasan (*defuzzifikasi*)

d_i = nilai keluaran pada aturan ke – i

$U_{A_i}(d_i)$ = derajat keanggotaan nilai keluaran pada aturan ke – i

n = banyaknya aturan yang digunakan

b. Metode *Bisektor*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan :

$$U_{(d)} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n U_{A_i}(d_i) \quad (2.8)$$

Keterangan :

d = nilai hasil penegasan (*defuzzifikasi*),

d_i = nilai keluaran pada aturan ke – i,

$U_{A_i}(d_i)$ = derajat keanggotaan nilai keluaran pada aturan ke – i.

n = banyak aturan yang digunakan

c. Metode *Mean of Maksimum (MOM)*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

d. Metode *Largest of Maximum (LOM)*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

e. Metode *Smallest of Maximum (SOM)*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

2.17 Pengertian Simulator

Simulator merupakan suatu alat yang digunakan sebagai media pembelajaran yang mempunyai bentuk dan fungsi sama seperti alat atau unit yang aslinya. Penggunaan alat simulator sebagai sarana pembelajaran ataupun sebagai bahan contoh alat yang sebenarnya merupakan salah satu cara pembelajaran ataupun cara untuk mendapatkan nilai atau situasi yang sebenarnya untuk mengetahui alat yang dirancang dapat bekerja sebagaimana mestinya.

Pada penelitian ini dirancang suatu alat pengukur yang dapat mengukur gempa dengan bantuan sensor yang dapat mengukur getaran serta dengan bantuan alat penghasil getar yang dalam hal ini menggunakan *motor vibrator*. Diharapkan alat yang dirancang nantinya dapat berfungsi sebagaimana layaknya alat yang sesungguhnya digunakan pada lapangan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Metodologi Penelitian

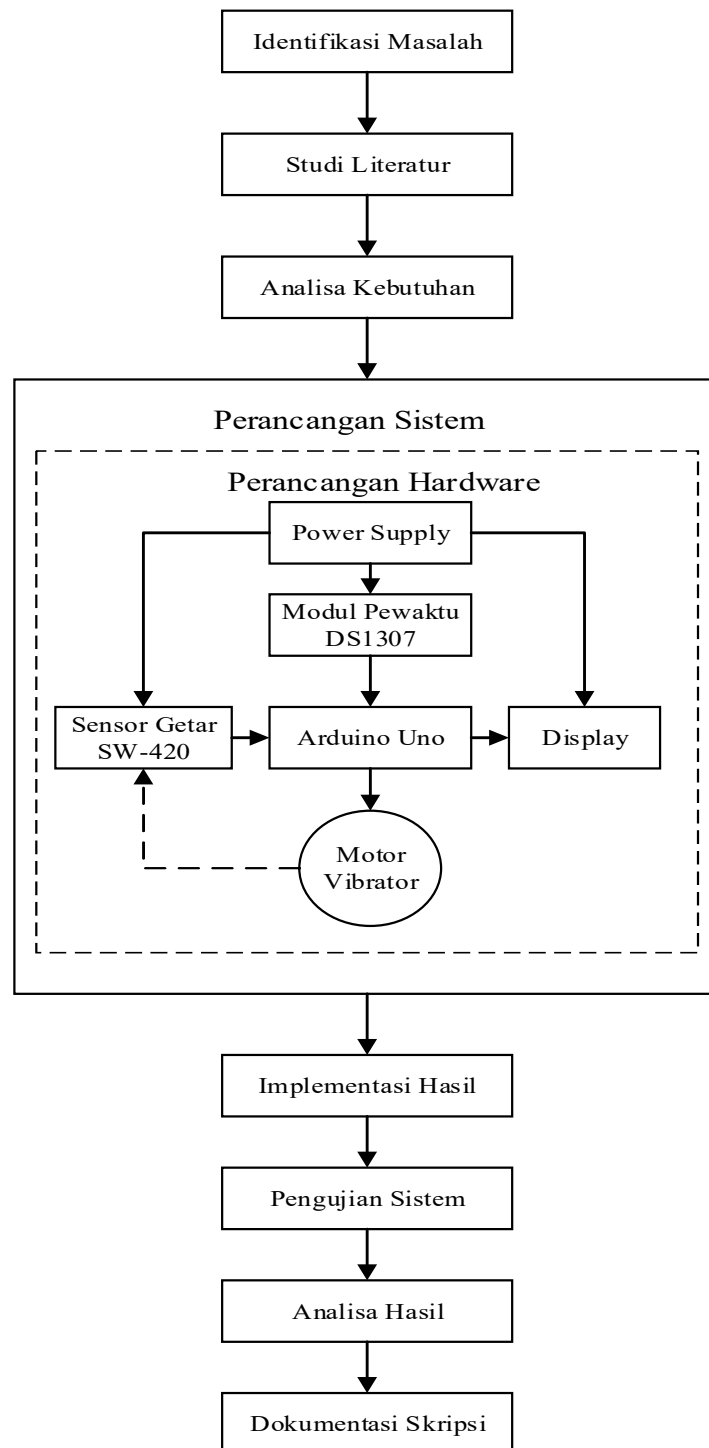
Jenis penelitian yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah penelitian experimental (*Experimental Research*). Penelitian eksperimental adalah jenis penelitian yang digunakan untuk melihat hubungan sebab-akibat. Penelitian eksperimental merupakan kegiatan penelitian yang bertujuan untuk menilai pengaruh suatu perlakuan atau tindakan dibandingkan dengan tindakan lain.

Penelitian eksperimental menggunakan suatu percobaan yang dirancang secara khusus guna membangkitkan data yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan penelitian. Penelitian eksperimental dilakukan secara sistematis, logis, dan teliti didalam melakukan kontrol terhadap kondisi.

Pada penelitian ini dilakukan penghubungan komponen alat-alat yang berbeda karakteristik. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari sesuatu dengan memvariasikan beberapa kondisi dan mengamati efek yang akan terjadi.

Penelitian ini ditunjang dengan studi literatur (*literatur research*), yaitu dengan membaca dan mempelajari lietarur tentang bagaimana merancang *Simulator Pengukur Gempa Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler*.

Metodologi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

Berdasarkan Gambar 3.1 dapat dijelaskan tahap-tahap yang akan dilakukan untuk menyelesaikan penelitian ini, yaitu :

1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan dengan cara pengumpulan materi berupa masalah melalui jurnal atau penelitian sebelumnya sehingga dengan melakukan pembuatan skripsi ini diharapkan dapat memberikan solusi dengan memenuhi kekurangan yang ada pada penelitian sebelumnya.

2. Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan dengan mencari serta mengumpulkan teori – teori yang mendukung dan berkaitan dengan pembuatan penelitian ini. Teori – teori tersebut meliputi bagaimana cara menggunakan *Sensor Getar SW-420, Arduino IDE, Pewaktu DS1307, Display LCD 16x2*, serta metode *Fuzzy Logic*.

3. Analisa Kebutuhan

Untuk memenuhi kebutuhan sistem ini, maka sistem yang dirancang memenuhi 2 fungsionalitas sistem yaitu menampilkan pengukuran getaran (gempa) pada *display lcd 2x16* karakter serta memberikan informasi waktu dan tanggal yang berfungsi untuk memberikan keterangan waktu kejadian atau adanya getaran yang terukur oleh sensor.

4. Perancangan Sistem

Perancangan Sistem dibagi menjadi 2 tahap, yaitu :

a. Perancangan *Hardware*

Sistem membutuhkan sebuah ruangan lingkungan sistem (*plant*).

Untuk menerapkan sistem pengukuran secara digital, dibutuhkan perangkat keras yang terdiri dari *Arduino Board*, *Sensor Getar SW-420*, *Pewaktu DS1307*, *Display 16x2*, sumber getaran berupa *motor DC vibrator* dan *Sumber bunyi berupa Buzzer*.

b. Perancangan Software

Perancangan *Software* meliputi proses pengukuran getaran sebagai acuan untuk memenuhi fungsi sebagai pengukur gempa yang menggunakan metode *soft computing* berupa metode *fuzzy logic* yang nantinya dapat memberikan informasi berupa bahasa yang sering digunakan sehari-hari seperti gempa kuat, sedang, dan lemah.

5. Implementasi Sistem

Tahapan implementasi Sistem menggambarkan proses implementasi perancangan penelitian yaitu, sistem yang dapat mengukur tingkat kekuatan gempa dan mengubahnya dengan bahasa yang lebih akrab menggunakan metode *fuzzy logic*.

6. Pengujian Sistem

Serangkaian pengujian terhadap sistem dilakukan untuk menguji kinerja dari masing-masing komponen yang digunakan untuk membangun sebuah alat pengukur gempa.

7. Analisa Hasil

Dari pengujian sistem, dilakukan analisis kinerja sistem dan data-data yang didapatkan selama pengujian.

8. Dokumentasi Skripsi

Dokumentasi dilakukan sebagai pelaporan hasil penelitian skripsi.

3.2 Alat Pengukur Gempa Bumi

Dalam kondisi yang sebenarnya, alat pengukur gempa atau getaran yang terjadi pada tanah menggunakan *seismometer*. Hasil pengukuran dari *seismometer* disebut dengan *seismogram*. Jika skala pengukuran besaran gempa adalah *skala richter*, maka skala pengukuran untuk intensitas gempa adalah *skala mercali*. Dan yang paling sering digunakan adalah *skala richter* yang diperoleh dari hasil pengamatan *seismogram* hasil *seismometer*.

Pada penelitian ini, alat pengukur skala kekuatan getaran gempa yang akan dirancang adalah alat pengukur digital dengan menggunakan metode *fuzzy logic* sebagai penerjemah kekuatan getaran gempa yang terukur. Sensor yang digunakan adalah sensor getaran dengan tipe SW-420 yang telah dijelaskan pada bab 2.

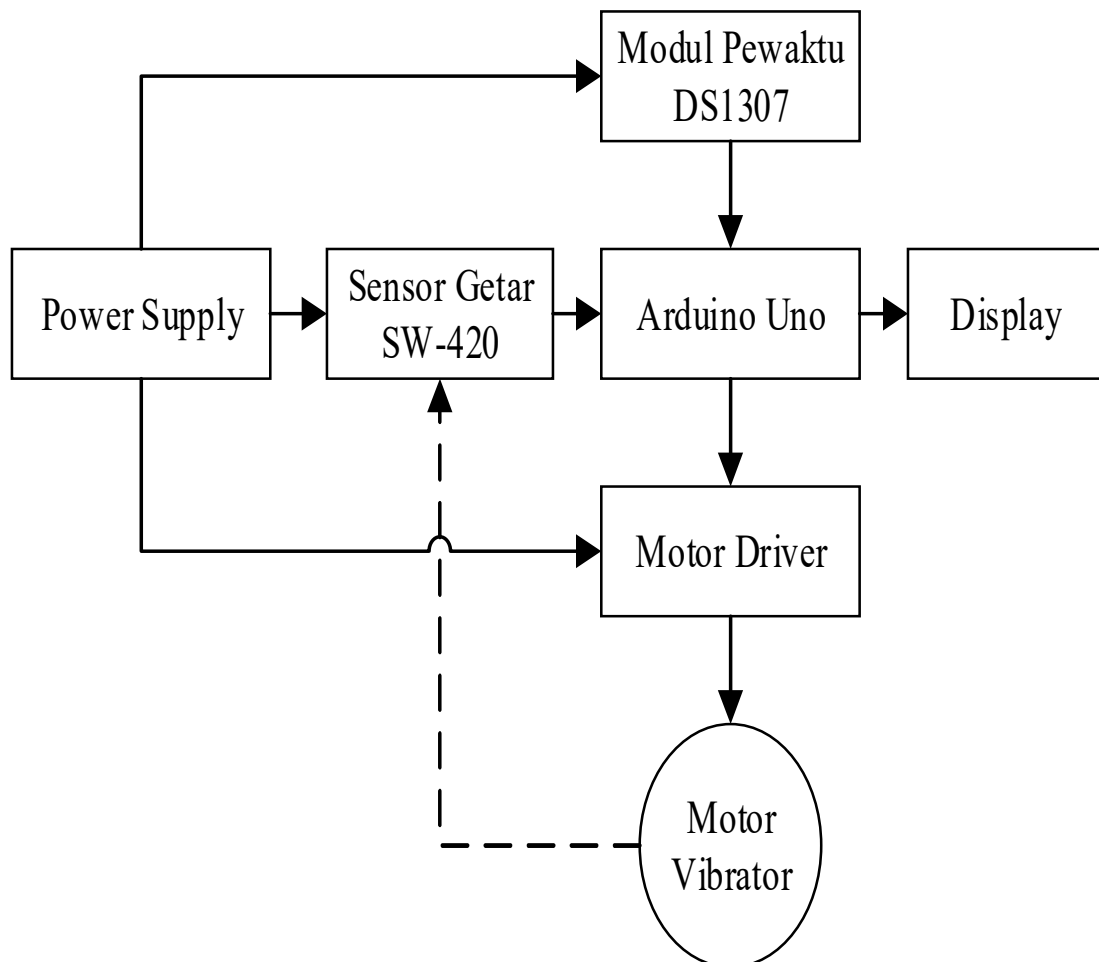
3.3 Perancangan hardware

Untuk memulai suatu perancangan, baik itu aplikasi, *software* dan *hardware*, penulis memulai perancangan tersebut dengan merancang blok diagram.

Blok diagram merupakan penyederhanaan dari rangkaian yang menyatakan hubungan berurutan dari satu atau lebih rangkaian yang memiliki kesatuan kerja tersendiri. Blok diagram tidak mempunyai bentuk atau ukuran yang khusus.

Blok diagram yang tertera di bawah adalah blok diagram yang digunakan hanya untuk perancangan *hardware*. Berbeda dengan blok diagram sebelumnya yang digunakan untuk perancangan keseluruhan.

Perancangan Hardware



Gambar 3.2 Blok Diagram Hardware

Berikut ini adalah prinsip kerja blok diagram pada gambar diatas :

1. Pada penelitian ini, *power supply* memiliki peranan untuk mensupply 2 besaran tegangan. Tegangan 5 volt DC dan 12 volt DC.

Tegangan 5 volt DC digunakan untuk mensupply blok mikrokontroler arduino uno, *lcd display* 2x16 karakter, modul pewaktu DS1307, dan sensor getar SW-420. Sedangkan tegangan 12 volt DC digunakan untuk menyalakan *motor DC vibrator* yang bekerja dengan tegangan maksimal 12 volt DC.

2. Modul DS1307 digunakan untuk mendapatkan perhitungan waktu dan tanggal secara akurat. Modul ini bekerja dengan komunikasi I2C dengan mikrokontroler arduino uno.

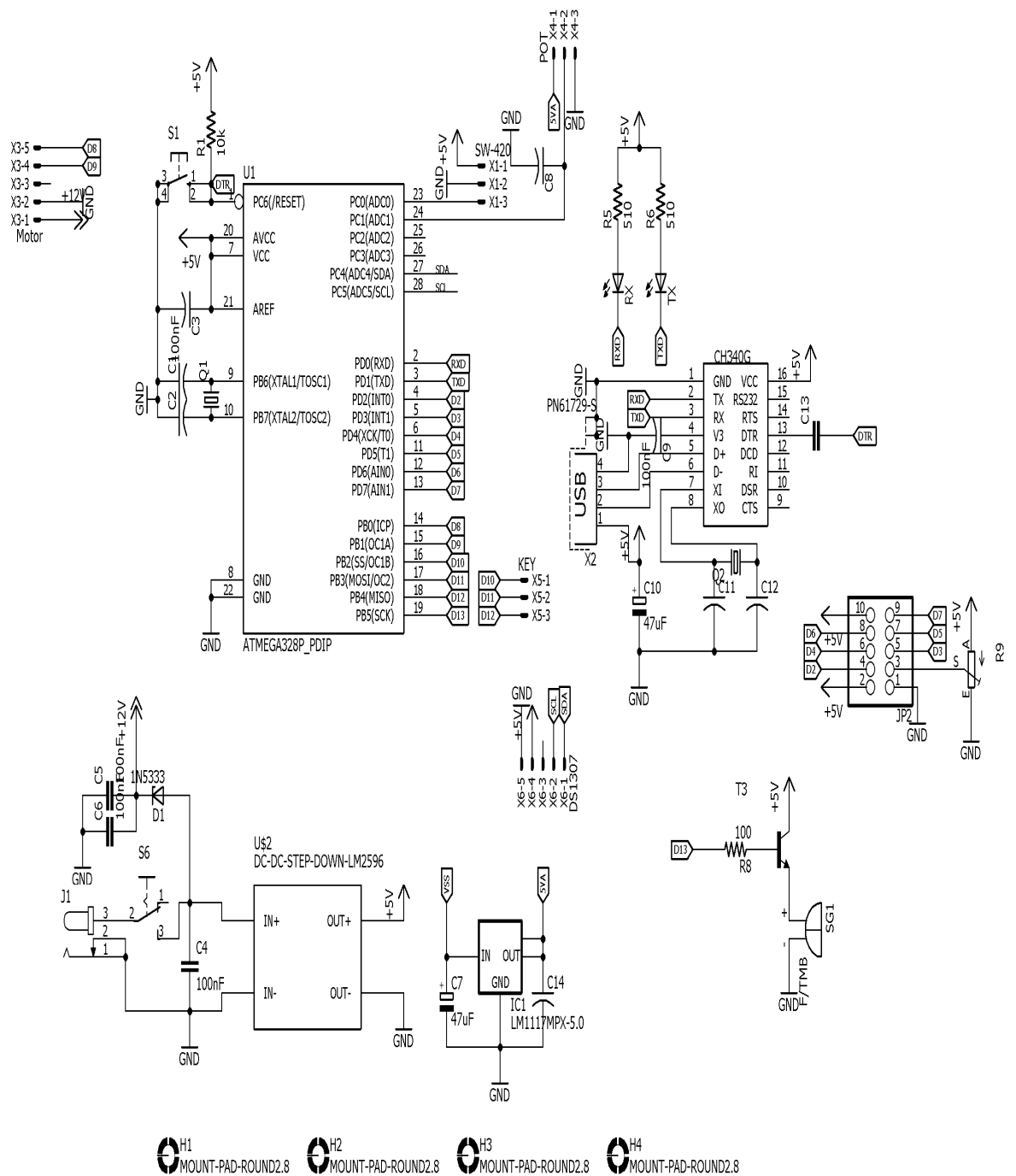
3. *Display lcd* 2x16 karakter digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran, serta menampilkan waktu dan tanggal.

4. *Motor driver* digunakan untuk mengubah kecepatan putaran motor DC.

3.4 Skematik Rancangan

Pada penelitian ini, walaupun rancangan menggunakan mikrokontroler arduino yang telah dikemas dalam *board* yang lengkap dengan *power supply* dan pendukung lainnya layaknya sebuah mikrokontroler, tetapi tetap dirancang kembali sebuah *board* yang tujuan sebenarnya adalah untuk mengurangi penggunaan kabel *jumper* yang banyak.

Untuk itu semua komponen dikemas dalam satu *board* untuk menghindari hal tersebut dan juga tentunya untuk mengurangi *error* yang sering terjadi jika menggunakan kabel *jumper*. Skematik rancangan terlihat pada gambar dibawah :



Gambar 3.3 Skematik Rancangan

Gambar diatas adalah gambar rangkaian utama dari rancangan. Rangkaian utama mengambil rancangan dari sebuah *board Arduino Uno* dengan menambahkan sebuah modul *power supply* LM2596S yang dimaksudkan untuk *mensupply* keseluruhan komponen yang digunakan.

Seluruh kebutuhan komponen yang digunakan dirancang dalam 1 papan yang dimaksudkan untuk mengurangi penggunaan kabel *jumper* yang sering digunakan jika menggunakan papan Arduino Uno yang sebenarnya.

Penggunaan kabel *jumper* yang terlalu banyak dikhawatirkan akan memperbesar resiko kesalahan dikarenakan hubungan antara kabel *jumper* tidak terlalu baik. Untuk itu dirancang rangkaian dalam 1 papan dengan tidak mengurangi fungsi dari sebuah Arduino Uno pada umumnya.

3.5 Analisa Kebutuhan Sistem

Untuk mempermudah dalam menganalisis kebutuhan sistem, dibutuhkan dua jenis kebutuhan. Yaitu kebutuhan fungsional dan kebutuhan nonfungsional. Kebutuhan fungsional adalah kebutuhan yang berisi proses-proses apa saja yang nantinya dilakukan dan dibutuhkan sistem untuk dapat berkerja. Sedangkan kebutuhan nonfungsional adalah kebutuhan yang menitik-beratkan pada properti perilaku yang dimiliki oleh sistem.

3.5.1 Kebutuhan Fungsional Sistem

Pada bagian ini akan dijelaskan kebutuhan dari sistem berupa hal yang dapat dilakukan oleh *user* nantinya. Kebutuhan fungsional ini diantaranya :

1. *User* dapat mengetahui hasil dari pengukuran getaran atau gempa yang ditampilkan oleh *display lcd karakter 2x16*.
2. *User* dapat juga mengetahui hasil dari pengukuran getaran atau gempa dalam hasil yang berupa istilah yang sering digunakan sehari-hari apakah sangat kuat, kuat, lemah, dan sangat lemah.

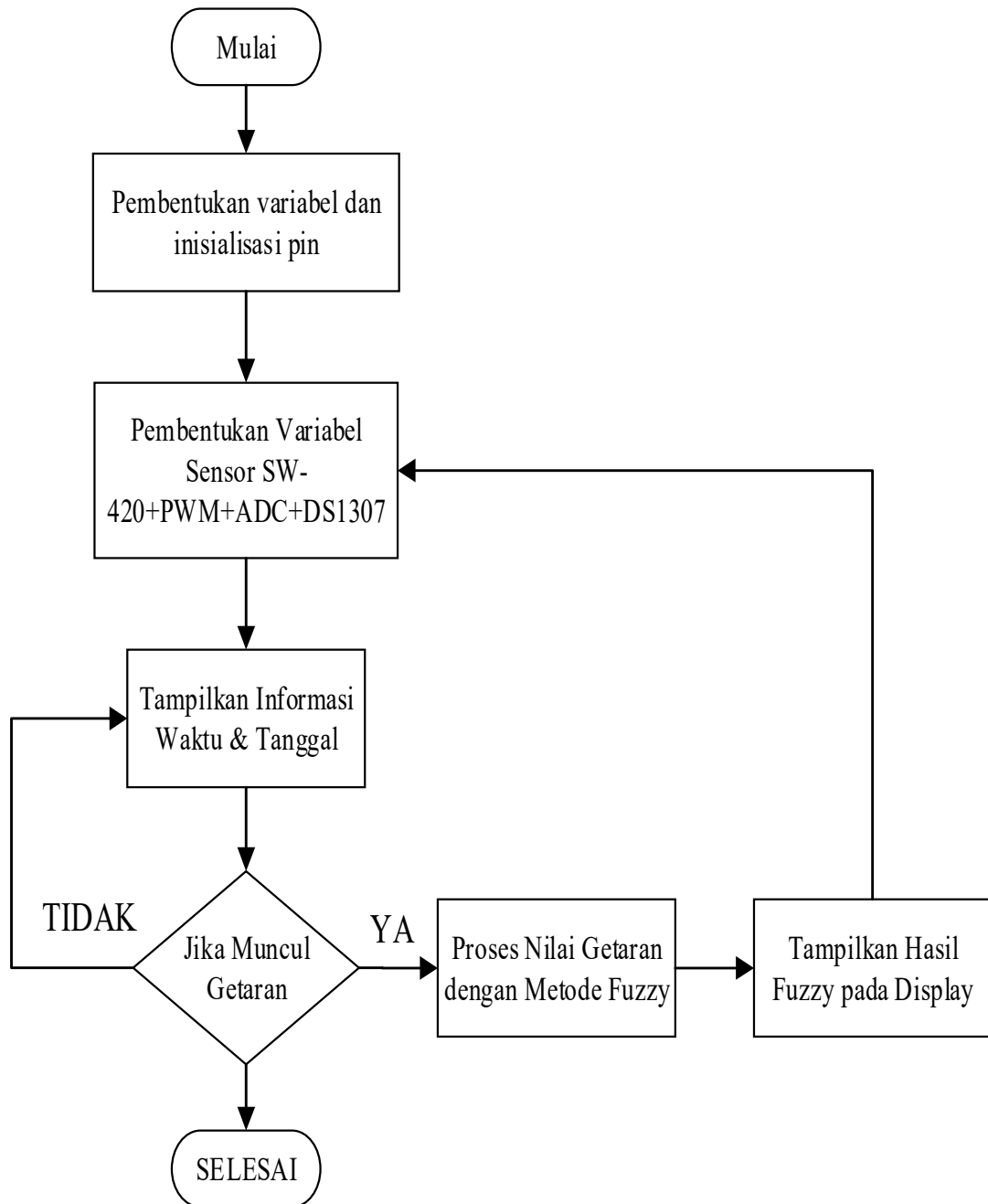
3.5.2 Kebutuhan Nonfungsional Sistem

Kebutuhan non fungsional berupa batasan layanan atau fungsi yang ditawarkan oleh sistem. Kebutuhan non fungsional dari sistem ini diantaranya :

1. Getaran dihasilkan dengan menggunakan *motor DC vibrator* dengan kecepatan putar yang dapat diubah-ubah.
2. *User* dapat melihat informasi waktu dan tanggal pada *display lcd karakter 2x16* agar waktu kejadian gempa dapat dicatat.

3.6 Perancangan Software

3.6.1 Flowchart Program



Gambar 3.4 Flowchart Program

Flowchart program adalah sekumpulan gambar-gambar tertentu untuk menyatakan alur dari suatu program yang akan diterjemahkan ke salah satu bahasa pemrograman. Kegunaan *flowchart* sama seperti halnya algoritma yaitu untuk menuliskan alur program tetapi dalam bentuk gambar atau simbol.

Pada gambar diatas terlihat proses program. Untuk lebih jelasnya proses program tersebut akan saya jabarkan di bawah :

1. Setelah aplikasi diberi tegangan, mikrokontroler akan memulai program yang akan dieksekusi dari alamat 0000H. Pada pemrograman, yang pertama kali untuk memulai adalah inisialisasi *type* mikrokontroler dan dilanjutkan dengan inisialisasi variable-variabel, kemudian prosedur dan function.
2. *Procedure* dan *function* dibuat untuk menentukan perintah-perintah atau *event-event* yang akan dilaksanakan. Kita harus menentukan arah kerja dari program sebelum kita mengeksekusi program yang akan dilaksanakan pada void main.
3. Pembentukan variabel dan inisialisasi pin berguna untuk menentukan pin-pin mana saja dari mikrokontroler yang terhubung pada komponen pendukung dan sensor serta menentukan fungsi dari pin-pin mikrokontroler yang telah dipilih apakah berfungsi sebagai *input* ataupun *output*.

4. Inisialisasi komunikasi I2C berguna untuk komunikasi antara mikrokontroler dan pewaktu DS1307. DS1307 adalah sebuah *chip* RTC (*Realtime Counter*) yang dapat memberikan data waktu secara tepat ke mikrokontroler. Secara *default* RTC DS1307 akan memberikan data dalam komunikasi yang disebut I2C. Untuk itu mikrokontroler harus menyesuaikan agar dapat menerima data dari RTC DS1307.
5. Tahapan selanjutnya adalah pengukuran getaran yang dilakukan oleh sensor SW-420. Sensor ini akan memberikan data berupa angka dalam bilangan integer (bulat). Selanjutnya data angka tersebut akan diolah menggunakan metode *fuzzy logic* untuk mendapatkan hasil dengan istilah gempa sangat kuat, gempa kuat, gempa lemah, dan gempa sangat lemah.
6. Jika getaran tidak ditemukan ataupun dalam nilai 0, maka program hanya akan mengeksekusi perhitungan waktu dan tanggal.

3.6.2 Flowchart Sistem Fuzzy

Dalam penerapannya, sistem *fuzzy* mempunyai sistem penyelesaian yang terpisah oleh fungsi utama didalam pemrograman. Walaupun sebenarnya sistem secara sekaligus memproses keseluruhan dari perintah yang diterapkan didalam pemrograman. Untuk metode *fuzzy logic*, *flowchart* terlihat pada gambar dibawah:



Gambar 3.5 Flowchart Sistem Fuzzy

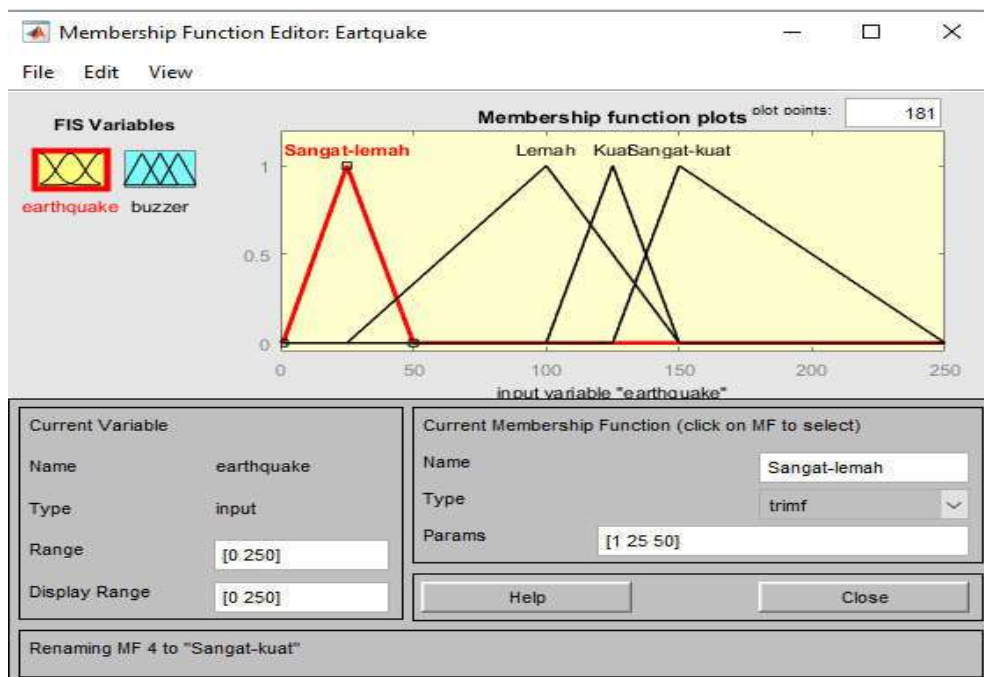
Pada gambar *flowchart* diatas, dapat dijelaskan seperti berikut :

1. Langkah pertama yang harus ditentukan adalah penentuan variabel. Variabel adalah nilai yang menjadi acuan untuk perhitungan dalam sistem *fuzzy*. Dalam penelitian ini, variabel yang ditentukan adalah nilai getaran yang terukur pada sensor.
2. Langkah selanjutnya adalah menentukan derajat keanggotaan. Untuk menentukan nilai derajat keanggotaan, nilai yang ditentukan dalam keadaan gempa sangat kuat, gempa kuat, gempa lemah, dan gempa sangat lemah ditentukan dengan memilih nilai acuan tersendiri. Tentu dalam hal ini pemilihan nilai berdasarkan dengan cara mencoba terlebih dahulu dan mencuplik nilai getaran yang terukur secara manual. Selanjutnya adalah pemilihan kurva yang akan digunakan untuk menyelesaikan perhitungan *fuzzy logic*.
3. Menentukan aturan *fuzzy* juga dilakukan dengan cara manual. Menentukan nilai yang terukur dan selanjutnya menerapkan apakah nilai yang terukur tersebut dalam kategori sangat kuat, kuat, lemah, ataupun sangat lemah dengan cara menentukan secara pemrograman IF, THEN, ELSE.
4. Komposisi MAX-MIN disebut jg *middle of maxima*, merupakan generalisasi dari *Height method* untuk kasus dimana terdapat lebih dari satu nilai *crisp* yang memiliki derajat keanggotaan maksimum.

5. *Defuzzifikasi* merupakan proses untuk mengembalikan nilai yang telah diproses dengan perhitungan *fuzzy* kembali kedalam keadaan *Crisp* (logika tegas).

3.6.3 Penentuan Variabel Fuzzy

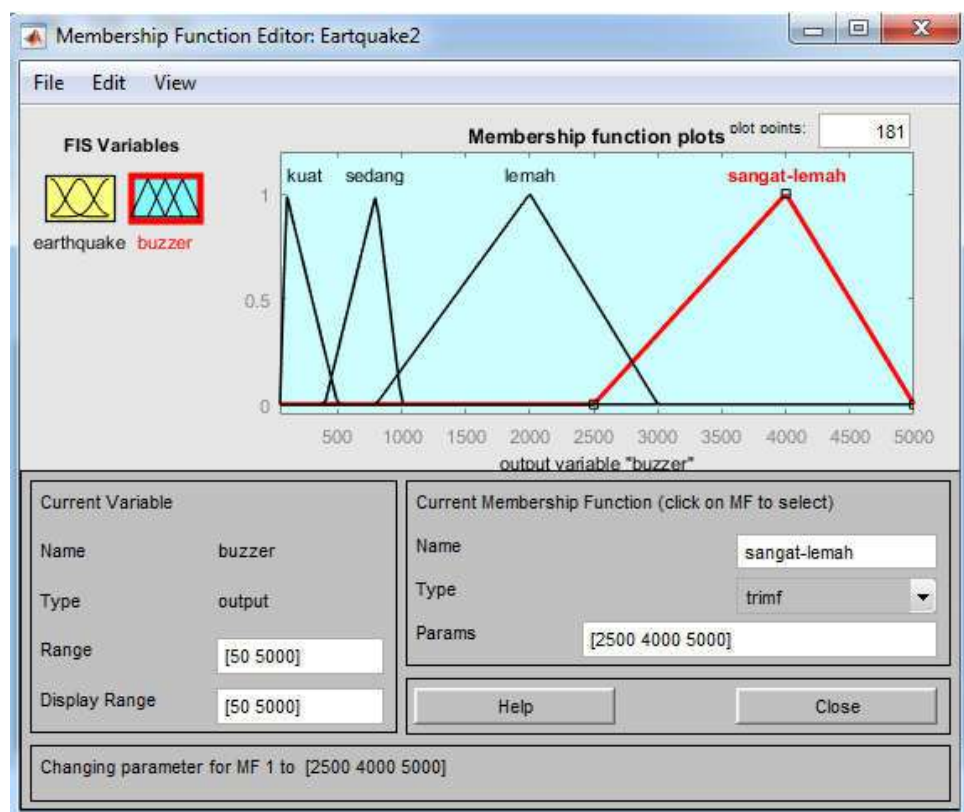
Didalam fuzzy, menentukan variabel merupakan suatu hal yang penting. Penentuan variabel ini meliputi penentuan satuan kekuatan gempa yang nantinya akan digunakan dalam satuan istilah (*linguistic*). Tentu dalam satuan istilah juga terdapat nilai-nilai yang harus ditetapkan. Penentuan variabel awal adalah variabel *input* yang didapatkan dari nilai getaran yang terukur oleh sensor. Satuan-satuan dalam istilah (*linguistic*) nantinya akan diwakili dengan nilai yang terukur dari sensor dengan cara mencari nilai yang paling sesuai. Penentuan variabel untuk *input* seperti terlihat pada gambar dibawah :



Gambar 3.6 Penentuan Variabel Input Fuzzy

Variabel *input* terdiri dari 4 satuan gempa yang ditentukan adalah gempa sangat-lemah yang mempunyai nilai dari 0 hingga 50, lemah dengan nilai 25 hingga 150, kuat dengan nilai 100 hingga 150, dan sangat-kuat dengan nilai 125 hingga 250. Dan keseluruhan dari variabel yang dibentuk menggunakan kurva segitiga (*triangle*) seperti terlihat pada gambar 3.15.

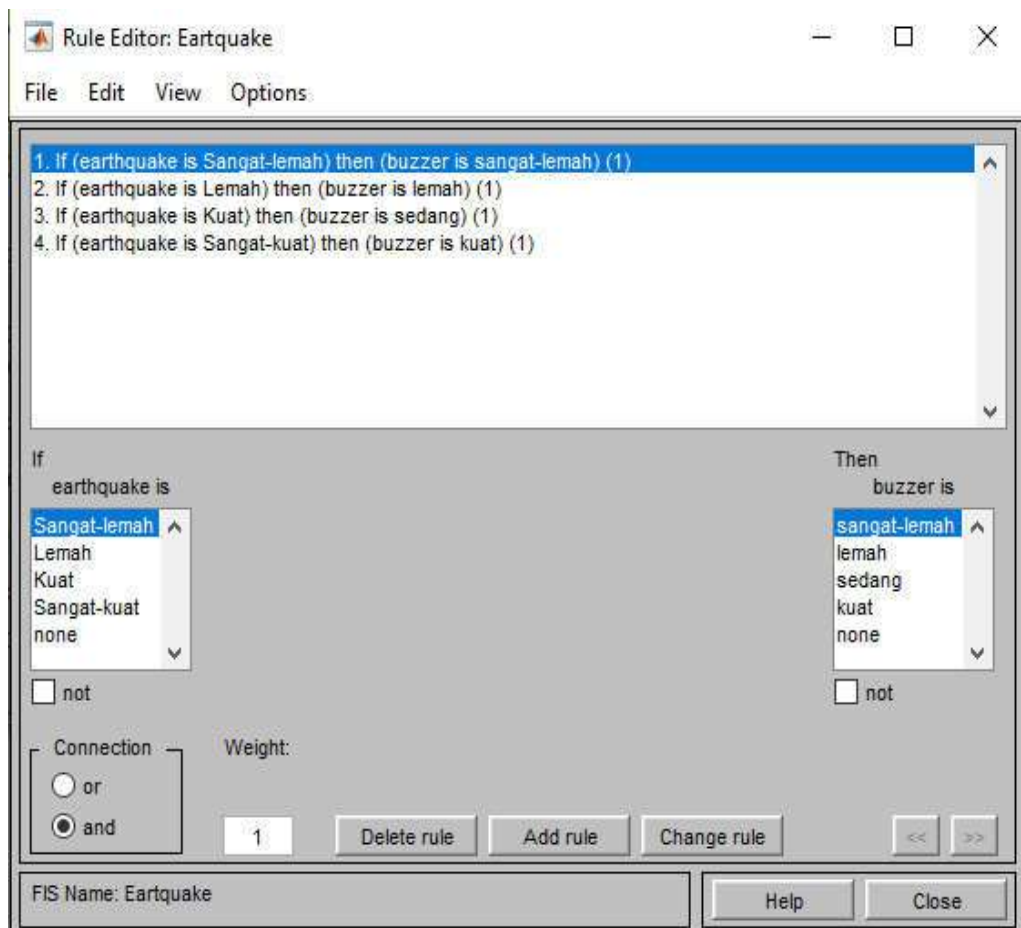
Kemudian adalah menentukan nilai *output* yang akan digunakan. Nantinya nilai *output* akan diumpankan ke *buzzer* dengan acuan nada ataupun banyak bunyi *beep* yang mewakili satuan kekuatan gempa yang muncul. Untuk penentuan variabelnya terlihat pada gambar dibawah :



Gambar 3.7 Penentuan Variabel Output Fuzzy

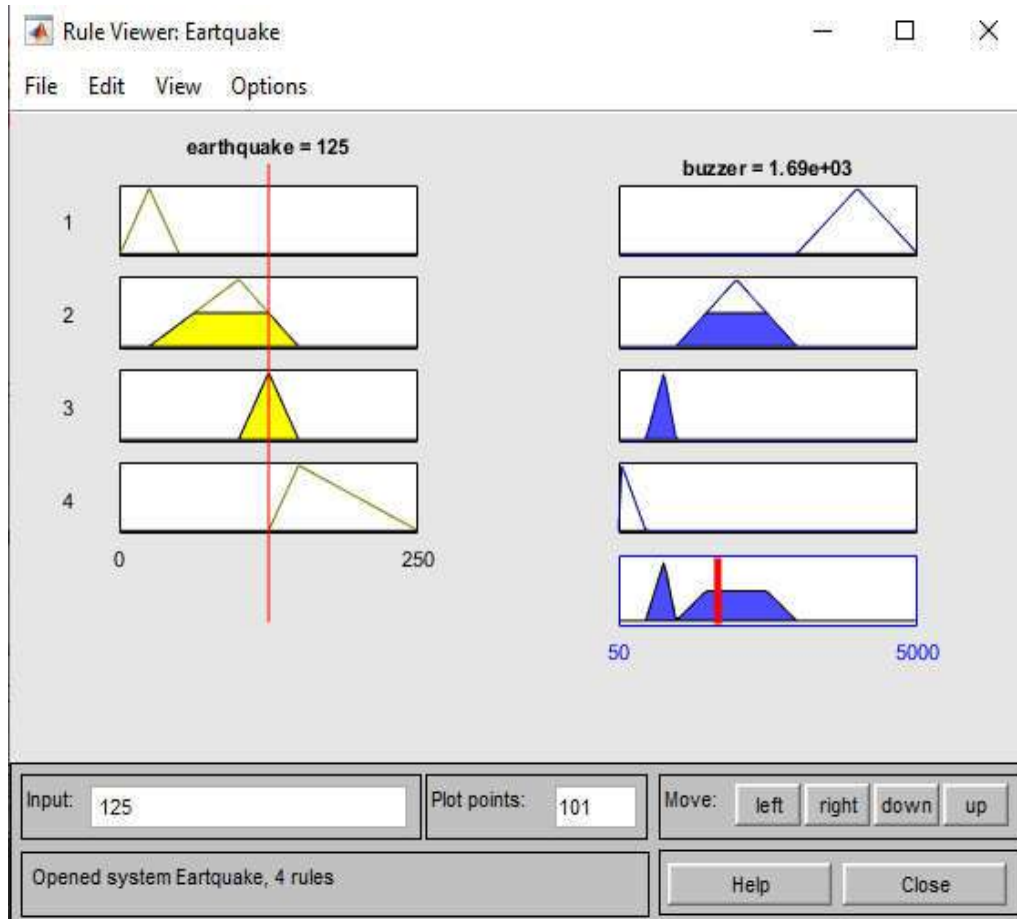
Pada gambar 3.7 terlihat satuan *output* yang digunakan meliputi sangat sangat-lemah yang memiliki nilai 2500 hingga 5000, kemudian lemah yang memiliki nilai 800 hingga 3000, sedang dengan nilai 300 hingga 900, kemudian sangat kuat dengan nilai 100 hingga 500.

Selanjutnya adalah menentukan *rule*, dimana *rule* ini nantinya akan memasang *input* dengan *output*-nya. Pada bagian ini *rule* yang dibentuk menggunakan aturan *IF, Then*. Seperti terlihat pada gambar dibawah :



Gambar 3.8 Penentuan Rule Fuzzy

Hasil dari *rule-rule* yang dibentuk terlihat pada gambar dibawah :



Gambar 3.9 Hasil Dari Rule Yang Dibentuk

Pada gambar 3.9 terlihat satuan *output* yang digunakan meliputi sangat sangat-lemah yang memiliki nilai 3000 hingga 5000, kemudian lemah yang memiliki nilai 1000 hingga 3000, sedang dengan nilai 500 hingga 900, kemudian sangat kuat dengan nilai 100 hingga 500.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Spesifikasi Minimum Hardware dan Software

Dalam penelitian ini, dibutuhkan sebuah *hardware* dan *software* yang saling terintegrasi dan terhubung untuk mendukung fungsi dari tujuan yang harus dicapai. Dalam rancangan alat pengukur gempa menggunakan metode *fuzzy* yang dirancang dibutuhkan spesifikasi minimum *hardware* dan *software* sebagai berikut :

1. Sebuah pengontrol dengan menggunakan mikrokontroler ATmega 328P berbasis *arduino uno* sebagai pengontrol keseluruhan dari sistem *hardware* yang digunakan.
2. Selanjutnya mikrokontroler yang telah diberikan program akan melakukan pengukuran terhadap getaran yang diterima dari sensor SW-420 kemudian dikalkulasi untuk diketahui besaran gempa yang didapat yang akan dikodekan dengan bahasa keseharian yang akrab digunakan.
3. Selanjutnya mikrokontroler yang digunakan sebagai pengontrol utama dalam rancangan ini diberikan sebuah *firmware* program arduino agar dapat diprogram menggunakan *software* arduino IDE. *Firmware* tersebut sering disebut dengan *bootloader* yang berfungsi untuk mengatur proses *flashing* program dari arduino IDE ke mikrokontroler ATmega 328P.

4. Arduino IDE yang digunakan untuk membangun program menggunakan arduino IDE versi 1.8.13 yang bersifat *open source* dan tersedia pada laman web resmi arduino.
5. Didalam pemrograman digunakan sebuah metode *soft computing fuzzy logic* yang digunakan untuk menentukan keputusan dan merubah satuan yang didapatkan dari kekuatan gempa yang dideteksi.

4.2 Pengujian Hardware

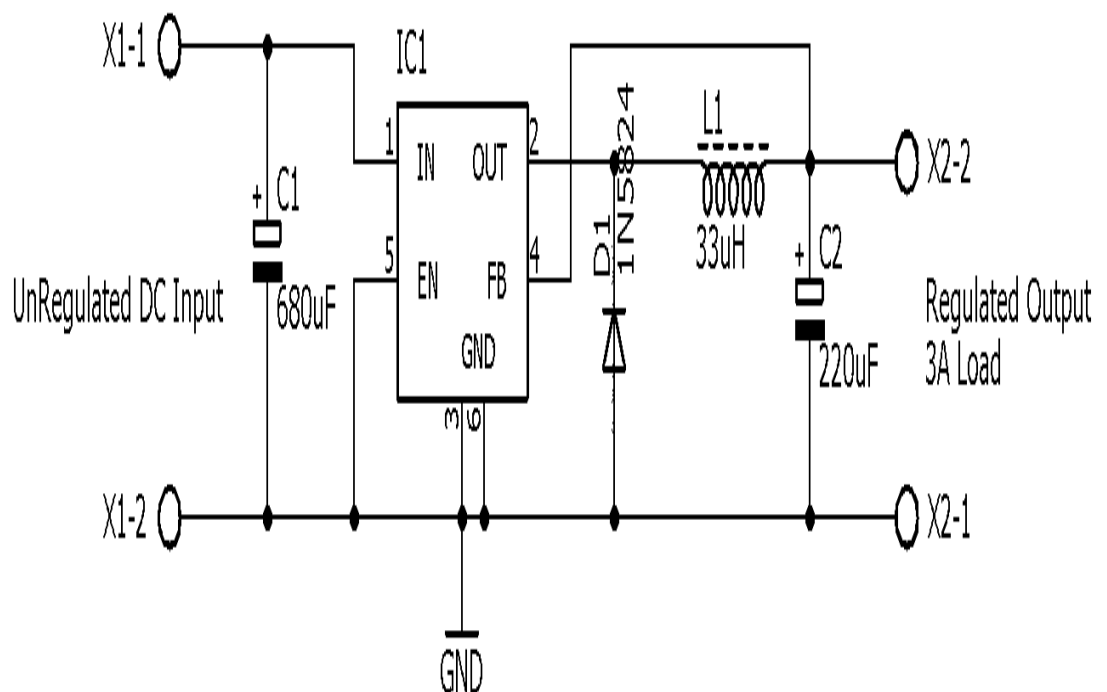
Setelah perencanaan dan pembuatan aplikasi, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap *hardware* dan *software* yang telah dibuat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah *hardware* dan *software* yang telah dibuat dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Pengujian dan analisa yang dilakukan meliputi pengujian bekerjanya *hardware* dan *software* yang digunakan untuk aplikasi *Pengukuran Gempa Menggunakan Metode Fuzzy Logic* yang akan dirancang.

Adapun tujuan pengujian *hardware* adalah untuk mengetahui bahwa perangkat yang berhubungan dengan mikrokontroler telah dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Dalam pengujian ini diperlukan multimeter untuk mengukur tegangan yang diperlukan dan mengukur data yang telah diisi di mikrokontroler.

4.2.1 Pengujian Power Supply

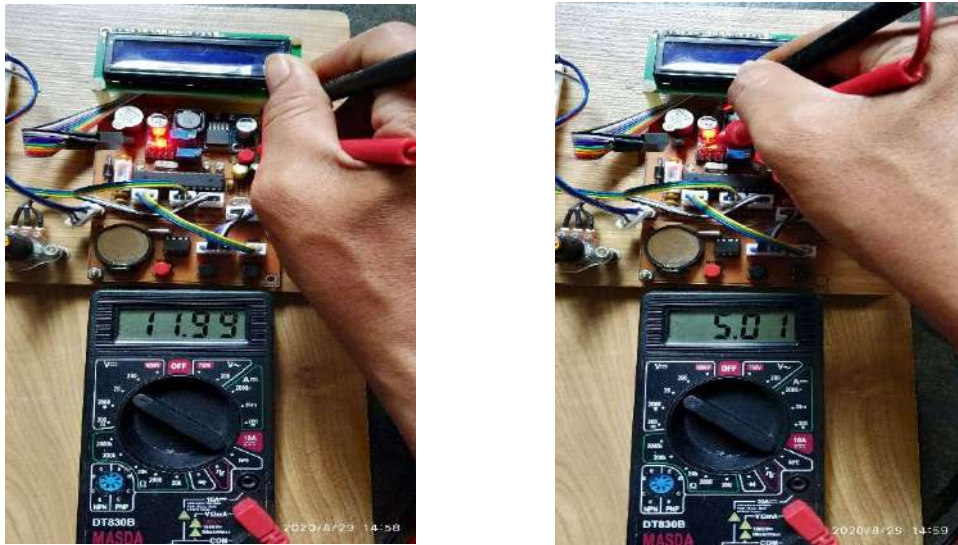
Pada rancangan ini, *power supply* menggunakan *adaptor* 12 volt DC dengan arus sebesar 1 ampere. *Adaptor* ini tidak dapat langsung digunakan untuk *mensupply* mikrokontroler, sensor, dan komponen lainnya dikarenakan mikrokontroler, sensor, dan komponen yang lain menggunakan tegangan sebesar 5 volt DC.

Untuk itu tegangan 12 volt DC yang bersumber dari *adaptor* harus diturunkan terlebih dahulu. Untuk *regulator* penurun tegangan menggunakan *module regulator step down LM2596S*. *Regulator LM2596S* yang digunakan telah lengkap dengan komponen pendukungnya. Tetapi untuk skematiknya sendiri dapat terlihat pada gambar dibawah :



Gambar 4.1 : Skematik Regulator LM2596S

Regulator LM2596S adalah sebuah *chip regulator step down* yang cukup baik untuk digunakan dikarenakan dapat melewatkan arus maksimal sebesar 3 ampere. Untuk hasil pengukuran tegangannya terlihat pada gambar dibawah :



Gambar 4.2 Hasil Pengukuran *Power Supply Input* dan *Output*

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Tegangan Sumber

NO	Pengukuran	Tegangan
1.	Input Regulator LM2596S	11.99 Volt
2.	Output Regulator LM2596S	5.01 Volt

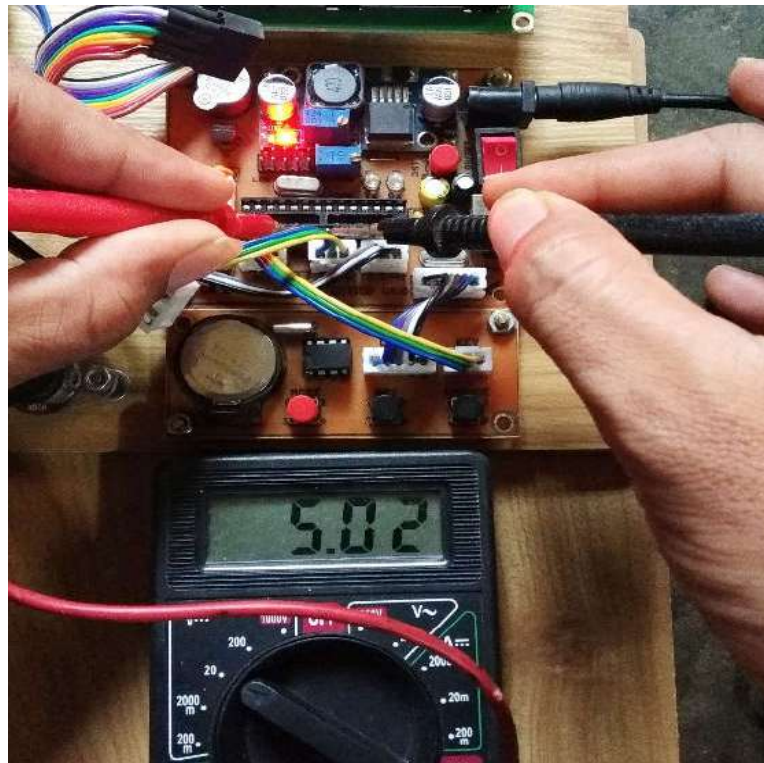
4.2.2 Pengukuran Tegangan *Supply* Pada Komponen

Setelah menguji tegangan sumber, langkah selanjutnya adalah mengukur tegangan yang terhubung ke komponen-komponen yang digunakan. Pengukuran tersebut meliputi pengukuran tegangan sumber untuk mikrokontroler, tegangan

sumber untuk LCD *display*, tegangan sumber untuk sensor getar SW-420, tegangan sumber untuk rangkaian pewaktu DS1307, pengukuran tegangan sumber, untuk rangkaian *motor vibrator*.

4.2.3 Pengukuran Tegangan *Supply* Pada Mikrokontroler

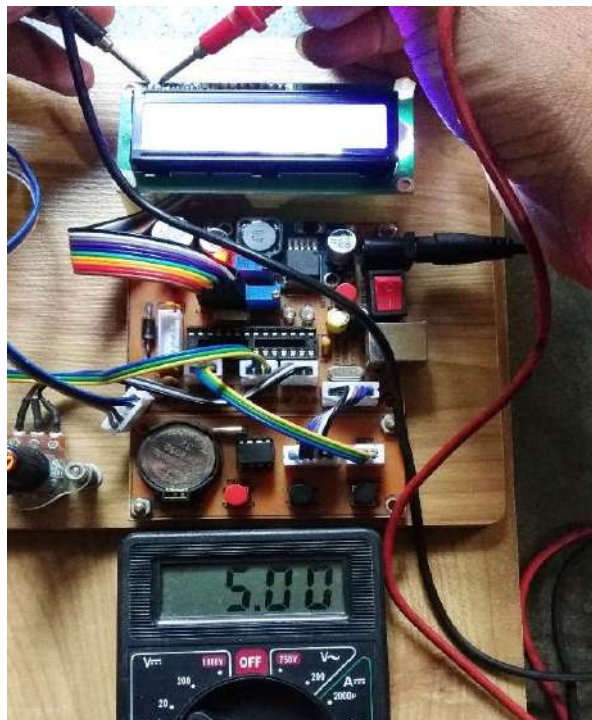
Mikrokontroler ATmega 328P memiliki pin VCC yang dapat diberi tegangan +5V. Pin VCC pada mikrokontroler ATmega 328P terletak pada pin 7 dan untuk tegangan negatif atau *ground* terletak pada pin 8. Hasil pengukuran terlihat pada gambar dibawah :



Gambar 4.3 Hasil Pengukuran Tegangan Supply pada Mikrokontroler

4.2.4 Pengukuran Tegangan Supply Pada Display LCD 2x16

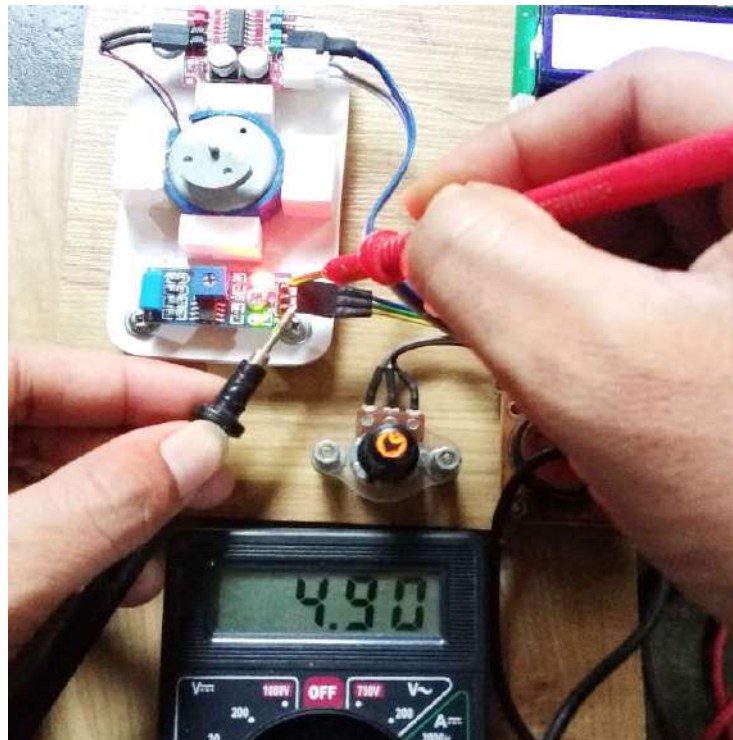
Pengukuran selanjutnya adalah pengukuran tegangan *supply* pada *Display* LCD 2x16 karakter. LCD *Display* 2x16 karakter juga menggunakan tegangan 5 volt untuk *supply*nya. Pada *display* LCD 2x16 karakter, pin VCC terletak pada pin 2 dan pin negatif atau *ground* terletak pada pin 1. Pada *display* LCD 2x16 karakter menggunakan LED *backlight* yang menggunakan *supply* tersendiri. *Supply* tersebut terletak pada pin 15 sebagai anoda yang harus diberi tegangan +5v dan pin 16 sebagai katoda yang harus diberi tegangan negatif atau *ground*. Hasil pengukuran pada LCD terlihat pada gambar dibawah :



Gambar 4.4 Hasil Pengukuran Tegangan Supply Pada LCD

4.2.5 Pengukuran Tegangan Supply Pada Sensor Getar SW-420

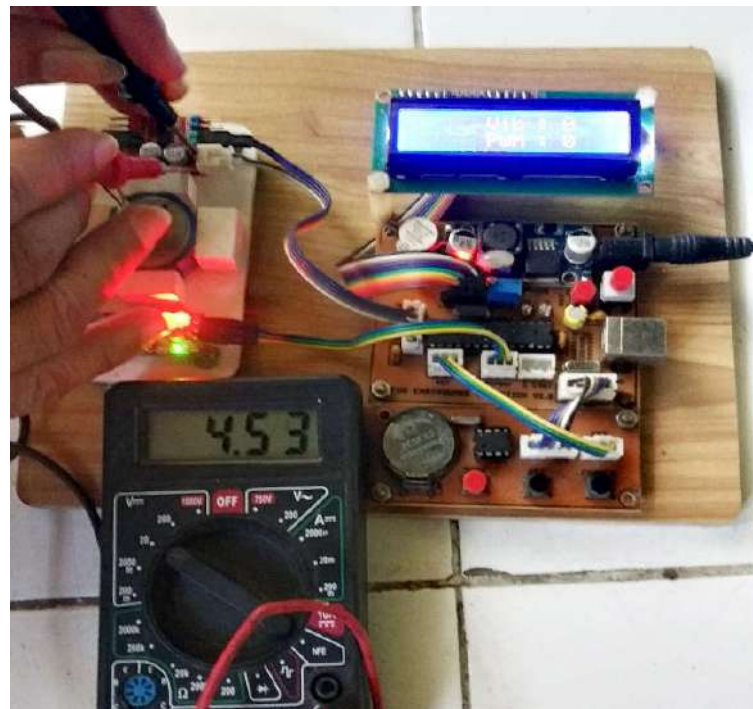
Sensor getar SW-420 memiliki 3 buah pin yang berfungsi untuk memberikan *supply* pada sensor tersebut serta pin data yang berfungsi untuk mengambil data yang terukur oleh sensor getar. Sensor ini juga bekerja pada tegangan 5 volt DC yang bisa diberikan pada pin 1 untuk tegangan +5v dan pin 2 untuk tegangan -5v ataupun *ground*. Pin 3 berfungsi sebagai data untuk informasi nilai terukur oleh sensor. Hasil pengukuran tegangan *supply* pada sensor getar SW-420 terlihat pada gambar dibawah :



Gambar 4.5 Hasil Pengukuran Tegangan Supply pada Sensor SW-420

4.2.6 Pengukuran Tegangan Supply Pada Driver Motor Vibrator

Driver Motor DC umumnya hasil disupply dengan 2 tegangan yang berbeda. Hal ini bertujuan untuk memberikan tegangan *supply* pada IC pengatur putaran atau menyala dan berhenti motor DC atau IC *driver* dan pemberian *supply* yang langsung dihubungkan ke motor DC. Tegangan yang langsung diberikan ke motor DC biasanya mengambil karakteristik dari motor DC tersebut. Pada penelitian ini, karakteristik motor DC yang digunakan memiliki nilai tegangan kerja sebesar 1.5 hingga 6 volt DC. Untuk itu tegangan langsung yang diberikan ke motor DC sebesar 5 volt DC. Untuk hasil pengukuran terlihat pada gambar dibawah :



Gambar 4.6 Hasil Pengukuran Tegangan Supply Pada Motor DC

Setelah mengetahui keseluruhan komponen yang digunakan dalam keadaan baik dan tegangan supply yang diberikan juga dalam keadaan baik, maka langkah selanjutnya dapat dilanjutkan dengan menguji keseluruhan komponen yang digunakan menggunakan pemrograman yang ditanamkan pada mikrokontroler untuk mengetahui fungsi dan keadaan komponen lebih jauh. Langkah pertama yang dilakukan adalah dengan memberikan program dasar pada tiap-tiap komponen yang digunakan, kemudian mengambil kesimpulan dari hasil yang didapatkan apakah dalam melakukan fungsinya komponen yang digunakan dalam keadaan baik. Untuk itu langkah selanjutnya yang dilakukan adalah menguji setiap komponen dengan program yang diberikan pada mikrokontroler.

4.3 Pengujian *Software*

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler yang dirancang untuk mudah digunakan. Fitur yang sangat membantu untuk memudahkan dalam penggunaan arduino uno adalah telah disediakan *firmware* kecil yang disebut *bootloader* yang telah di *flash* atau diisi didalam mikrokontroler ATmega 328P yang umum digunakan pada papan arduino uno. *Firmware* kecil ini memudahkan dalam pengisian program ke dalam mikrokontroler hanya dengan menghubungkan papan arduino uno ke slot USB pada komputer dan selanjutnya meng-*install driver* yang juga telah disertakan didalam arduino IDE.

Tetapi untuk memastikan apakah papan arduino uno yang akan digunakan dalam kondisi baik, tidak ada salahnya untuk melakukan pengetesan awal seperti

memasukkan program *blink.ino* yang terdapat pada *example* arduino IDE. Jika *flash* berhasil dan LED yang terdapat pada pin 13 arduino uno menyala blink, artinya papan arduino yang digunakan dalam kondisi baik dan dapat dilanjutkan ke dalam tahap uji coba komponen satu-persatu.

4.3.1 Pengujian LCD dan Mikrokontroler Arduino Uno

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah LCD yang akan digunakan sebagai tampilan dalam kondisi yang baik. Untuk melakukan pengujian kepada LCD, arduino IDE juga telah disertai program *example* untuk uji coba atau untuk program dasar menggunakan LCD. Program *example* yang digunakan untuk uji coba LCD adalah program “Hello World”. Pin yang digunakan untuk terhubung ke mikrokontroler dapat dilihat pada table dibawah:

Tabel 4.2 Pin LCD yang terhubung ke Mikrokontroler

Pin LCD	Pin Mikrokontroler
RS	Pin 13 (PORTB.5)
RW	Ground
E	Pin 12 (PORTB.4)
D4	Pin 11 (PORTB.3)
D5	Pin 10 (PORTB.2)
D6	Pin 9 (PORTB.1)
D7	Pin 8 (PORTB.0)
A	+5V
K	Ground

Programnya dapat dilihat pada contoh dibawah :

```
// include the library code:
#include <LiquidCrystal.h>
```

```
// initialize the library by associating any needed LCD interface pin
// with the arduino pin number it is connected to
const int rs = 13, en = 12, d4 = 11, d5 = 10, d6 = 9, d7 = 8;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

void setup() {
  // set up the LCD's number of columns and rows:
  lcd.begin(16, 2);
  // Print a message to the LCD.
  lcd.print("hello, world!");
}

void loop() {
  // set the cursor to column 0, line 1
  // (note: line 1 is the second row, since counting begins with 0):
  lcd.setCursor(0, 1);
  // print the number of seconds since reset:
  lcd.print(millis() / 1000);
}
```

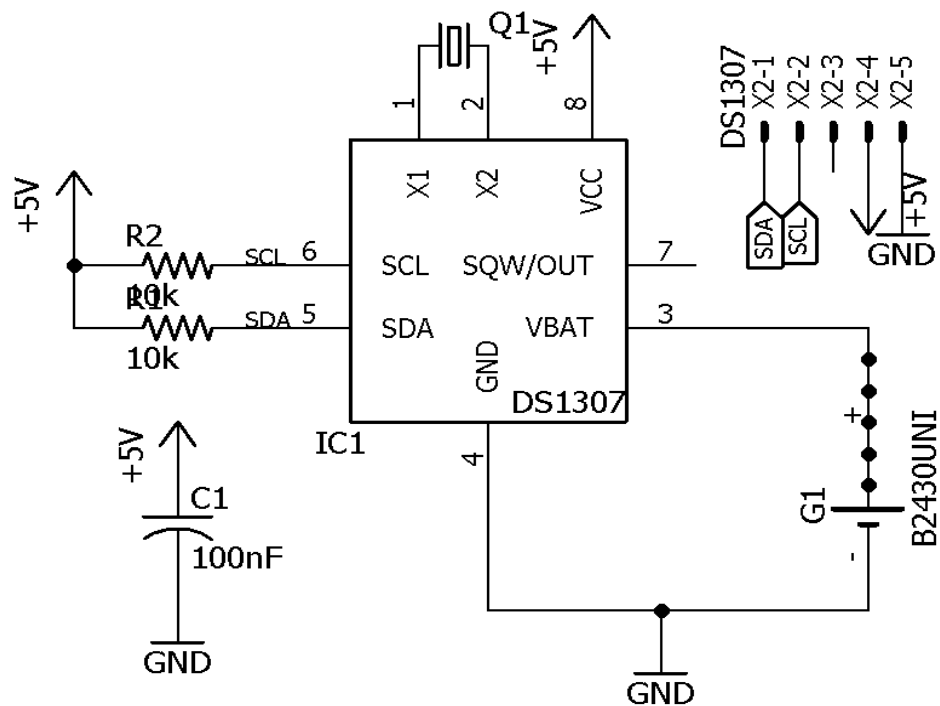
Program diatas akan menampilkan karakter atau tulisan “Hello World” pada LCD dan akan meng*counter* angka. Tampilannya dapat dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 4.7 Tampilan LCD Setelah diberikan Program

4.3.2 Pengujian Pewaktu DS1307

Pengujian *software* selanjutnya adalah pengujian pewaktu DS1307. Pewaktu DS1307 digunakan untuk memberikan *counter* dalam perhitungan terhadap waktu yang sangat akurat. Didalam penelitian ini, informasi waktu dirasa perlu dikarenakan sewaktu getaran terukur, pencatatan waktu dirasa perlu untuk menyatakan kejadian terjadinya gempa. Untuk itu tampilan waktu ditambahkan pada rangkaian. Pewaktu DS1307 memiliki rangkaian seperti gambar dibawah :



Gambar 4.8 Rangkaian Skematik DS1307

Pada penelitian ini, pemrograman pewaktu DS1307 menggunakan *library* “TimeLib.h” dan *library* “DS1307RTC.h”. *Library* yang digunakan dapat mempersingkat pemrograman menjadi sesederhana mungkin. Pemrograman waktu dapat dilihat pada bagian bawah :

```
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Wire.h>
#include <TimeLib.h>
#include <DS1307RTC.h>

const int rs = 2, en = 3, d4 = 4, d5 = 5, d6 = 6, d7 = 7;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

tmElements_t tm;

int x = 0;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  lcd.begin(16, 2);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  lcd.clear();
  if(RTC.read(tm)){
    x = tm.Second%2;

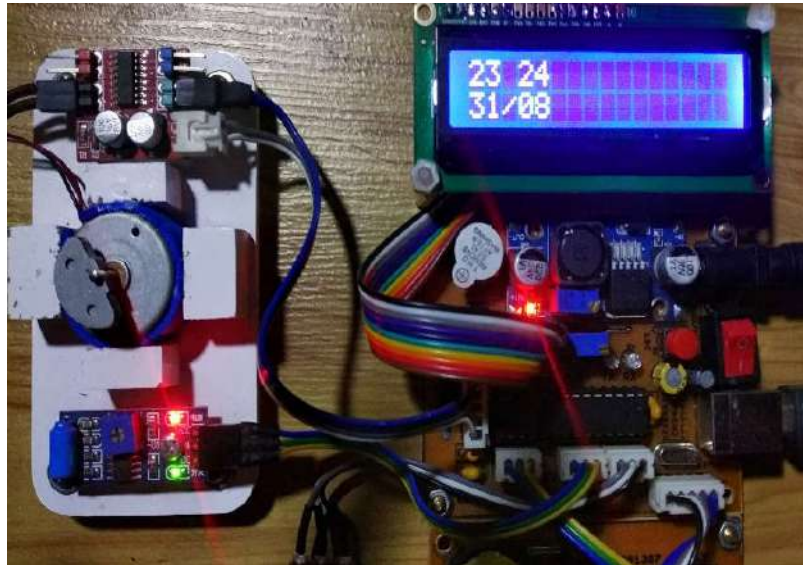
    print2digits(tm.Hour);
    if(x == 0)
      lcd.print(' ');
    if(x == 1)
      lcd.print(':');
    print2digits(tm.Minute);

    lcd.setCursor(0, 1);
    print2digits(tm.Day);
    lcd.print('/');
    print2digits(tm.Month);
  }
  delay(1000);
}

void print2digits(int number){
  if(number >= 0 && number < 10){
    lcd.print('0');
  }
  lcd.print(number);
}
```

Hasil dari pembentukan program diatas terlihat pada gambar dibawah

:



Gambar 4.9 Pengujian RTC DS1307 Sebagai Pewaktu

Untuk menggunakan *library* “DS1307RTC.h”, program diatas tidak bisa langsung di *upload* pada arduino uno. Hal tersebut dikarenakan *chip* DS1307 yang digunakan harus di *setting* terlebih dahulu untuk menyimpan informasi waktu dan tanggal. Untuk *setting* waktu pada *chip* DS1307, terdapat program pada *example* bernama “*setting time*” yang harus di *upload* terlebih dahulu sebelum mengupload program diatas. Program “*setting time*” yang diupload ke arduino akan memberikan settingan waktu dan tanggal pada *chip* DS1307 kemudian menyimpannya selama *battery* kancing dalam keadaan baik. Settingan tersebut diambil dari waktu dan tanggal sesuai dengan waktu dan tanggal yang terdapat pada komputer atau laptop yang digunakan.

4.3.3 Pengujian Driver Motor

Dalam penelitian ini, pengujian *driver motor* dimaksudkan untuk memberikan getaran yang seakan-akan menimbulkan efek gempa untuk dilakukan pengukuran. Dalam hal ini, *motor DC vibrator* yang digunakan memiliki tegangan kerja sebesar 5 volt DC. Untuk itu dilakukan pengujian dengan menambahkan metode PWM (*Pulse Width Modulation*) agar kecepatan putar *motor DC vibrator* yang digunakan dapat dikendalikan kecepatannya untuk memberikan gaya getar yang dapat diubah-ubah (d disesuaikan).

Untuk pemrograman dasar pengaturan kecepatan motor DC menggunakan PWM (*Pulse Width Modulation*) terlihat dibawah :

```
#include <LiquidCrystal.h>

const int rs = 2, en = 3, d4 = 4, d5 = 5, d6 = 6, d7 = 7;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

#define eN      9

int mod      = 10;
int cge     = 11;
int seT     = 12;

int pwm     = 0;

int rotDirection = 0;
int pressed    = false;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(eN, OUTPUT);

  pinMode(mod, INPUT);
  pinMode(cge, INPUT);
  pinMode(seT, INPUT);

  digitalWrite(mod, HIGH);
  digitalWrite(cge, HIGH);
```

```

digitalWrite(seT, HIGH);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  lcd.clear();

  if(digitalRead(mod) == 0){
    analogWrite(eN, pwm);
  }
  if(digitalRead(cge) == 0){
    pwm = pwm + 30;
    if(pwm > 255){
      pwm = 255;
    }
  }
  if(digitalRead(seT) == 0){
    pwm = pwm - 30;
    if(pwm < 0){
      pwm = 0;
    }
  }
  lcd.setCursor(6, 1); lcd.print("PWM : "); lcd.print(pwm);
  delay(500);
}

```

Hasil dari pemrograman uji PWM diatas terlihat pada gambar dibawah :



Gambar 4.10 Hasil Pengujian Motor DC Vibrator

4.3.4 Pengujian Sensor Vibrator SW-420

Pengujian selanjutnya adalah pengujian sensor SW-420 yang akan digunakan untuk mengukur getaran yang ditimbulkan dari *motor DC vibrator* yang telah dibahas sebelumnya. Untuk melakukan pengujian ini, pemrograman motor DC dengan pemrograman sensor SW-420 akan digabungkan untuk mengetahui seberapa besar getaran yang dihasilkan dari motor DC vibrator yang digunakan. Pemrogramannya terlihat seperti dibawah ini :

```
#include <LiquidCrystal.h>

const int rs = 2, en = 3, d4 = 4, d5 = 5, d6 = 6, d7 = 7;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

#define eN      9

int vibr_sens  = A0;

int mod       = 10;
int cge       = 11;
int seT       = 12;

int pwm       = 0;

int rotDirection = 0;
int pressed    = false;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  lcd.begin(16, 2);
  pinMode(eN, OUTPUT);

  pinMode(vibr_sens, INPUT);

  pinMode(mod, INPUT);
  pinMode(cge, INPUT);
  pinMode(seT, INPUT);

  digitalWrite(mod, HIGH);
```

```

    digitalWrite(cge, HIGH);
    digitalWrite(seT, HIGH);
}

void loop() {
    // put your main code here, to run repeatedly:
    long measurement = TP_init();
    lcd.clear();

    if(digitalRead(mod) == 0){
        analogWrite(eN, pwm);
    }
    if(digitalRead(cge) == 0){
        pwm = pwm + 30;
        if(pwm > 255){
            pwm = 255;
        }
    }
    if(digitalRead(seT) == 0){
        pwm = pwm - 30;
        if(pwm < 0){
            pwm = 0;
        }
    }
    lcd.setCursor(5, 1); lcd.print("PWM : "); lcd.print(pwm);
    lcd.setCursor(5, 0); lcd.print("VIB : "); lcd.print(measurement);
    delay(100);
}

long TP_init(){
    delay(10);
    long measurement = pulseIn(vibr_sens, HIGH);
    return measurement;
}

```



Gambar 4.11 Hasil Pengujian Sensor Getar SW-420

4.4 Penerapan Logika Fuzzy Pada Pemrograman

Penerapan logika *fuzzy* di dalam pemrograman menggunakan library *fuzzy* untuk memudahkan dalam menerapkan perhitungan *fuzzy* dan memperingkas pemrograman. Di dalam menggunakan *library fuzzy*, hal yang pertaman dituliskan dalam pemrograman adalah mengikut-sertakan *library fuzzy* yang digunakan. Seperti terlihat pada pemrograman dibawah:

```
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Wire.h>
#include <TimeLib.h>
#include <DS1307RTC.h>
#include <Fuzzy.h>
#include <FuzzyInput.h>
#include <FuzzySet.h>
```

Program diatas berfungsi untuk mengikut-sertakan keseluruhan *library* yang akan digunakan pada pemrograman. *Library fuzzy* yang digunakan pada pemrograman meliputi 3 *library* yaitu *Fuzzy.h* yang berfungsi sebagai *library*

utama dalam penggunaan *library Fuzzy*, kemudian *FuzzyInput.h* yang berfungsi untuk melakukan perhitungan *rule-rule* atau aturan dasar yang digunakan dalam *fuzzy*. *Rule-rule* yang ditetapkan nantinya adalah nilai-nilai yang mewakili satuan gempa sangat lemah, lemah, kuat, dan sangat kuat. Kemudian penggunaan *library FuzzySet.h* yang berfungsi untuk mengetahui nilai *output* yang harus ditetapkan nantinya. Selanjutnya adalah menetapkan *rule* yang pemrogramannya terlihat dibawah :

```
FuzzyInput* earthquake = new FuzzyInput(1);
FuzzySet* toSmall = new FuzzySet(1, 10, 20, 30);
earthquake->addFuzzySet(toSmall);
FuzzySet* small = new FuzzySet(30, 50, 70, 80);
earthquake->addFuzzySet(small);
FuzzySet* big = new FuzzySet(80, 100, 120, 150);
earthquake->addFuzzySet(big);
FuzzySet* toBig = new FuzzySet(150, 180, 220, 250);
earthquake->addFuzzySet(toBig);
```

Program diatas ditujukan untuk menentukan satuan kekuatan gempa berdasarkan dari nilai yang terukur oleh sensor getaran yang telah diuji sebelumnya. Untuk menentukan nilai-nilai pada satuan kekuatan gempa apakah sangat lemah, lemah, kuat dan sangat kuat ditentukan dengan cara memberikan nilai dengan acuan memberikan nilai yang cocok untuk masing-masing satuan kekuatan gempa yang digunakan. Selanjutnya adalah menentukan *output* dari nilai satuan kekuatan gempa yang muncul. Jika satuan gempa yang muncul dalam kondisi sangat lemah, ditentukan *output* yang dikeluarkan adalah nada dari *buzzer* sesuai dengan satuan gempa yang didapatkan. Pemrogramannya terlihat dibawah :

```
FuzzyOutput* power = new FuzzyOutput(1);
FuzzySet* toLow = new FuzzySet(0, 10, 20, 30);
```

```

power->addFuzzySet(toLow);
FuzzySet* low = new FuzzySet(30, 40, 50, 60);
power->addFuzzySet(low);
FuzzySet* average = new FuzzySet(70, 80, 90, 100);
power->addFuzzySet(average);
FuzzySet* fast = new FuzzySet(100, 130, 170, 250);
power->addFuzzySet(fast);

```

Program diatas digunakan untuk menentukan *output* dari *input* atau satuan gempa yang terukur. *Output* diumpankan ke *buzzer* yang nantinya akan menjadi kekuatan nada atau banyaknya bunyi yang dikeluarkan sesuai dari satuan kekuatan gempa yang didapatkan. Pada *output* memiliki satuan sangat lemah (toLow), lemah (low), menengah (average), dan kuat (fast). Pada *input* telah ditentukan rule-rule atau aturan-aturan dasar *fuzzy* yang dinyatakan untuk mewakili kekuatan satuan gempa yang terukur, dan pada *output* juga telah ditentukan *output* apa yang akan dikeluarkan dari satuan kekuatan gempa yang didapatkan. Langkah selanjutnya adalah melakukan fuzzifikasi. Pemrogramannya terlihat dibagian bawah :

```

//rule pertama
FuzzyRuleAntecedent* ifEarthquakeToSmall = new FuzzyRuleAntecedent();
ifEarthquakeToSmall->joinSingle(toSmall);
FuzzyRuleConsequent* thenPowerToLow = new FuzzyRuleConsequent();
thenPowerToLow->addOutput(toLow);

FuzzyRule* fuzzyRule01=newFuzzyRule(1,ifEarthquakeToSmall,thenPowerToLow);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule01);

//rule kedua
FuzzyRuleAntecedent* ifEarthquakeSmall = new FuzzyRuleAntecedent();
ifEarthquakeSmall->joinSingle(small);
FuzzyRuleConsequent* thenPowerLow = new FuzzyRuleConsequent();
thenPowerLow->addOutput(low);

FuzzyRule* fuzzyRule02=newFuzzyRule(2,ifEarthquakeSmall, thenPowerLow);

```

```
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule02);

//rule ketiga
FuzzyRuleAntecedent* ifEarthquakeBig = new FuzzyRuleAntecedent();
ifEarthquakeBig->joinSingle(big);
FuzzyRuleConsequent* thenPowerAverage = new FuzzyRuleConsequent();
thenPowerAverage->addOutput(average);

FuzzyRule*fuzzyRule03=newFuzzyRule(3,ifEarthquakeBig,
thenPowerAverage);fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule03);

//rule keempat
FuzzyRuleAntecedent* ifEarthquakeToBig = new FuzzyRuleAntecedent();
ifEarthquakeToBig->joinSingle(toBig);
FuzzyRuleConsequent* thenPowerFast = new FuzzyRuleConsequent();
thenPowerFast->addOutput(fast);

FuzzyRule*fuzzyRule04=newFuzzyRule(3,ifEarthquakeToBig, thenPowerFast);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule04);
```

Fuzzifikasi yang dilakukan pada pemrograman diatas dimaksudkan untuk memberikan masukan dan keluaran yang tepat. Dalam arti lain adalah memasang satuan kekuatan gempa yang terukur dengan *output* yang diinginkan. Langkah ini juga dimaksudkan untuk mengubah nilai-nilai yang diperoleh yang berupa angka (*numeric*) menjadi satuan kekuatan gempa dengan nilai yang menggunakan istilah (*linguistic*).

Setelah melakukan proses *fuzzifikasi* pada pemrograman dan didapatkan hasilnya, langkah selanjutnya adalah mengembalikan nilai yang diperoleh yaitu nilai dengan satuan berupa istilah (*linguistic*) kembali menjadi nilai dengan satuan angka (*numeric*). Proses ini dinamakan *defuzzifikasi*. Pada pemrograman, *defuzzifikasi* dituliskan didalam *void loop*, atau program utama dalam subrutin. Pemrogramannya terlihat dibagian bawah :

```

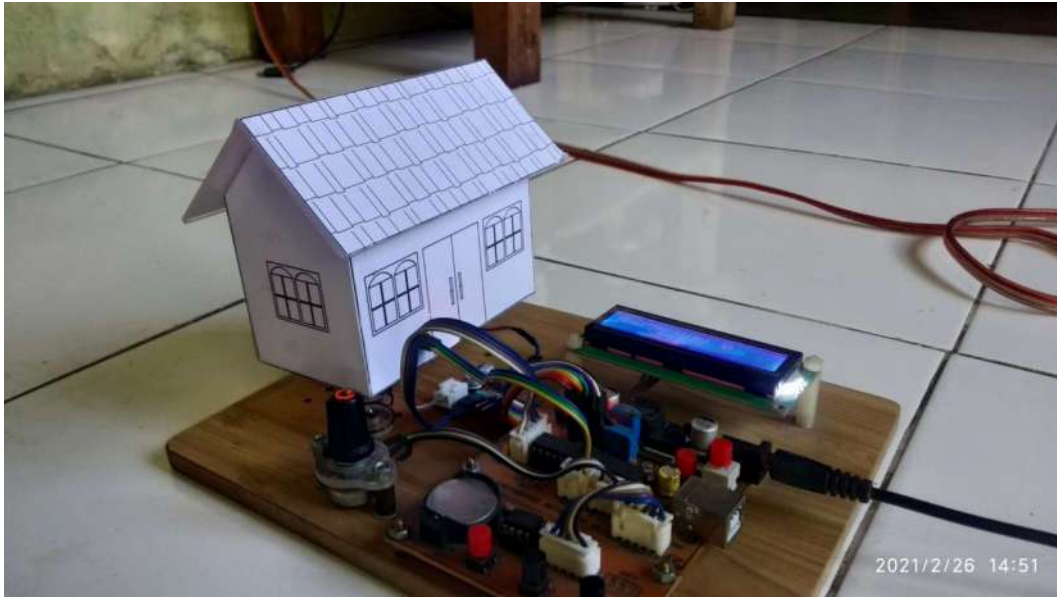
if(measurement<setPoint){
  dist = measurement;
  readings[arrayIndex] = dist;
  total = readings[arrayIndex];
  arrayIndex = arrayIndex + 1;
  if(arrayIndex >= numOfReadings){
    arrayIndex = 0;
  }
  earthquakePower = total/numOfReadings;
  fuzzy->setInput(1, earthquakePower);
  fuzzy->fuzzify();
  float output = fuzzy->defuzzify(1);
  analogWrite(buzz, output);
}
else if((measurement>=setPoint) && (measurement<=60)){
  dist = setPoint;
  readings[arrayIndex] = dist;
  total = readings[arrayIndex];
  arrayIndex = arrayIndex + 1;
  if(arrayIndex >= numOfReadings){
    arrayIndex = 0;
  }
  earthquakePower = total / numOfReadings;
  fuzzy->setInput(1, earthquakePower);
  fuzzy->fuzzify();
  float output = fuzzy->defuzzify(1);
}

```

Pemrograman diatas dimaksudkan untuk mengembalikan nilai dalam satuan istilah kembali ke dalam satuan angka yang diumpankan ke *buzzer*. Perhitungan dilakukan dalam 1 interval untuk 1 proses perhitungan (*array*). Terlihat pada pemrograman diatas jika satuan getaran melampaui angka yang telah ditentukan maka *arrayIndex* akan ditambah dengan 1, maka dilakukan proses perhitungan dan kemudian *arrayIndex* akan diulang kembali dengan bernilai 0.

4.5 Pengujian Keseluruhan



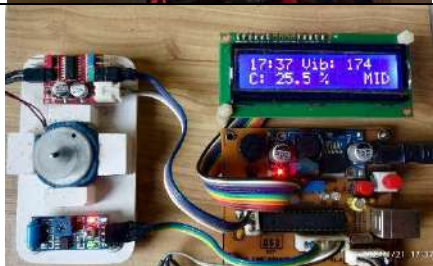
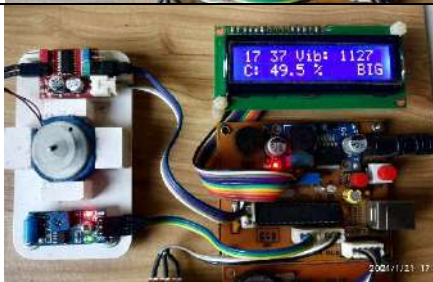
Pengujian keseluruhan meliputi dari keseluruhan pengujian yang telah dilakukan diawal. Pengujian keseluruhan dimaksudkan untuk mengetahui apakah alat yang dirancang telah sesuai dari rancangan yang diharapkan ataupun tidak.



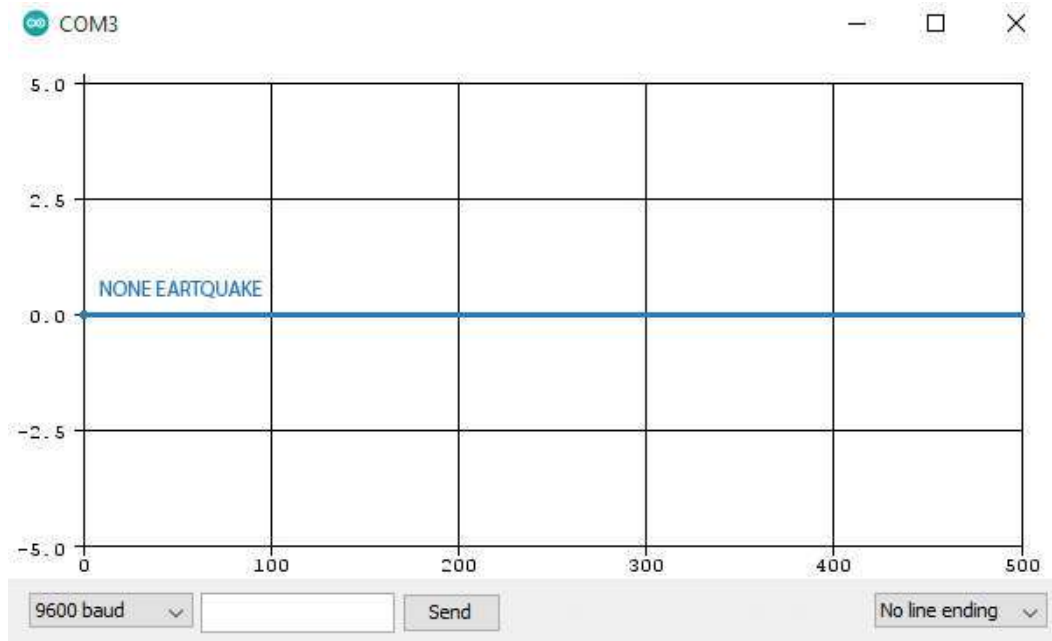
Gambar 4.12 Hasil Pengujian Keseluruhan

Dari hasil pengukuran *fuzzy* yang dilakukan dapat diketahui pula persentase dari hasil getaran yang terukur. Dari hasil persentase tersebut diambil keputusan untuk kekuatan tingkat gempa dari mulai terkecil hingga yang terbesar. Hasil akhir pengujian dapat dilihat pada tabel hasil pengukuran gempa dibawah :

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Akhir

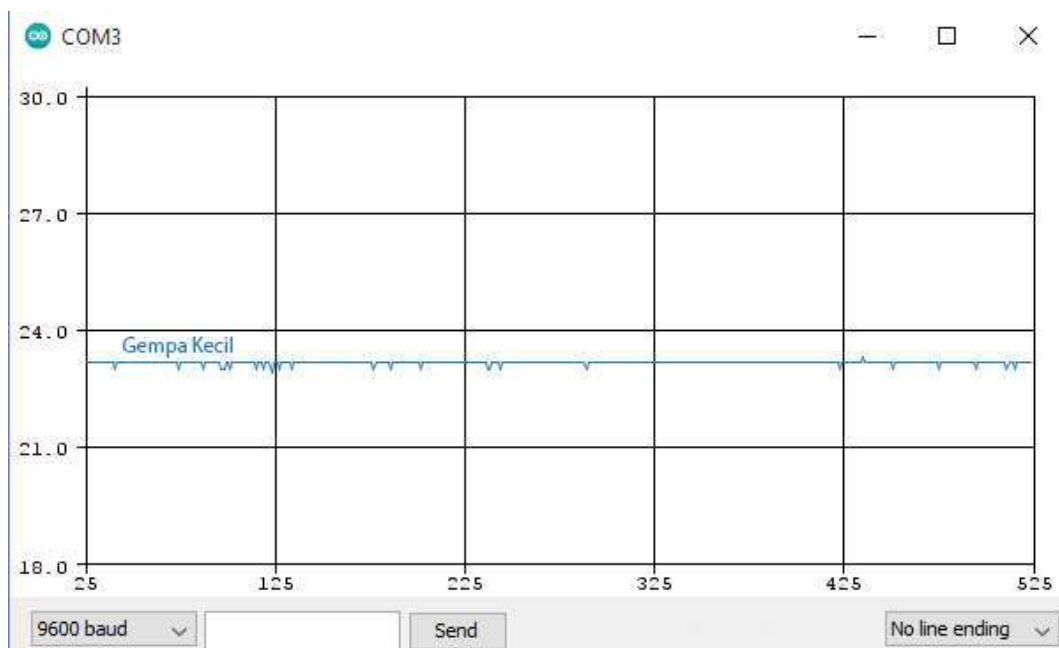
No	Hasil Pengukuran	Gambar	Kesimpulan
1	Tidak ada Gempa (None)		Getaran atau gempa yang terukur dalam keadaan dengan nilai 0 (tidak ada gempa).
2.	Gempa dalam skala kecil (Small)		Getaran atau gempa yang terukur dalam skala kecil (Small). Perhitungan fuzzy dalam persentase menunjukkan hasil dengan nilai 21.9 %.
3.	Gempa dalam skala sedang (Mid)		Getaran atau gempa yang terukur dalam skala sedang (Mid). Perhitungan fuzzy dalam persentase menunjukkan hasil dengan nilai 25.5%.
4.	Gempa dalam skala besar (Big)		Getaran atau gempa yang terukur dalam skala besar (Big). Perhitungan fuzzy dalam persentase menunjukkan hasil dengan nilai 49.5%. Putaran potensiometer berada pada sudut \pm 240 derajat (maksimal).

Jika dilihat dalam bentuk grafik yang diukur menggunakan *software arduino*, hasil grafik dapat dilihat pada gambar dibawah :



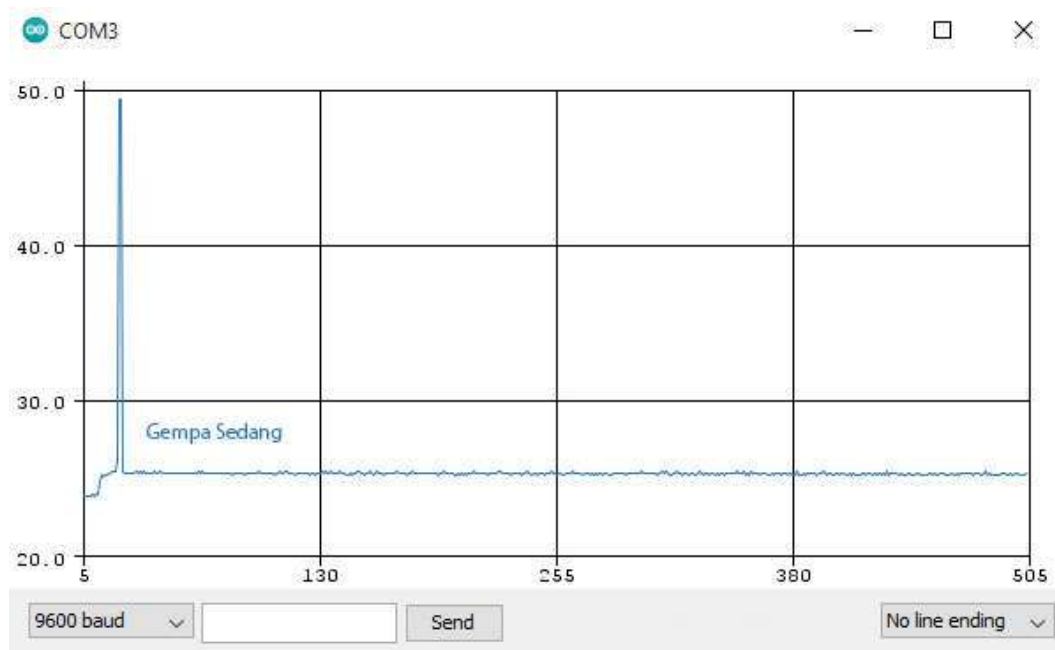
Gambar 4.13 Keadaan Grafik Menunjukkan Tidak Ada Gempa

Gambar 4.13 menunjukkan hasil grafik dengan garis lurus pada titik 0.0. menunjukkan tidak adanya data getaran yang terukur pada sensor.



Gambar 4.14 Keadaan Grafik Dengan Getaran Kecil.

Gambar 4.14 diatas menunjukkan adanya getaran kecil yang terukur pada sensor. Hasil perhitungan fuzzy menunjukkan keadaan gempa kecil yang dapat dilihat pada tabel 4.3 diatas.



Gambar 4.15 Keadaan Grafik Dengan Getaran Sedang

Gambar 4.15 diatas memperlihatkan getaran yang semakin banyak dan rapat. Sedangkan pada tabel 4.3 memperlihatkan gambar dengan hasil perhitungan *fuzzy* untuk gempa sedang.



Gambar 4.16 Keadaan Grafik Untuk Gempa Besar

Gambar 4.16 menunjukkan gambar grafik yang semakin tidak beraturan dengan jarak yang cukup besar. Pada tabel 4.3 diperlihatkan gambar dengan perhitungan *fuzzy* untuk gempa besar.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dengan selesainya perancangan *Simulator Pengukur Gempa* ini dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya :

1. Arduino Uno Board yang memiliki IC mikrokontroler ATmega 328P adalah IC mikrokontroler yang sangat handal dalam menjalankan program yang dijalankan untuk mengerjakan berbagai tugas dalam 1 waktu dimana didalam perancangan *Simulator Pengukur Gempa*, menjalankan fungsi waktu, mengukur getaran, dan melakukan perhitungan logika *fuzzy* dapat dijalankan.
2. Mikrokontroler ATmega 328P yang berbasis Arduino Uno yang merupakan mikrokontroler dengan arsitektur kerja 8 bit dapat melakukan perhitungan sebuah metode *soft computing Fuzzy Logic*.
3. Metode *fuzzy* yang digunakan di dalam penelitian ini menggunakan perhitungan-perhitungan dasar *fuzzy* yang *output* dari perhitungan *fuzzy* tersebut dimodifikasi ke dalam *fuzzy mamdani* untuk mendapatkan hasil pengukuran gempa dengan satuan istilah.
4. Sensor SW-420 yang digunakan untuk mengukur getaran dapat mengukur getaran dengan menghitung frekuensi getaran perdetik dan memberikan data digital hasil perhitungan getaran ke mikrokontroler.

Dengan kata lain, mikrokontroler menghitung logika *high* perdetik yang didapat dari sensor SW-420.

5. IC DS1307 yang digunakan untuk mendapatkan waktu yang akurat yang digunakan sebagai penampil waktu cukup baik digunakan untuk aplikasi ini.

5.2 Saran

Adapun saran yang saya kemukakan terhadap aplikasi yang dibangun ini yaitu sebagai berikut :

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan sensor yang lebih baik untuk digunakan sebagai pengukur gempa dikarenakan sensor SW-420 yang digunakan prinsip kerjanya adalah mencuplik banyak getaran yang terjadi dalam 1 detik. Angka yang didapatkan dapat melebihi kapasitas hitung dalam *fuzzy* yang dapat mengakibatkan kesalahan perhitungan dalam *fuzzy*.
2. Jika dalam penelitian selanjutnya masih menggunakan aplikasi ini sebagai simulator, diharapkan *motor vibrator* yang digunakan disesuaikan terlebih dahulu dan tidak menggunakan *motor vibrator* yang menggunakan tegangan lebih dari 5 volt untuk memastikan aplikasi yang dirancang dapat sesuai dengan yang diharapkan.
3. Pada penelitian selanjutnya, diharapkan dapat menggunakan sensor lain seperti sensor pengukur suhu dan kelembaban untuk menambah fungsi dari aplikasi yang dirancang.

4. Aplikasi ini hendaknya dilakukan perawatan secara optimal untuk memperlancar kinerja dari aplikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhi, C.K. 2018. *Perancangan Alat Pendeteksi Gempa Menggunakan Sensor Accelerometer Dan Sensor Getar*. Publikasi Tugas Akhir Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Telkom.
- Aprianah, Desi. 2013. *Program Kendali Intensitas Cahaya Lampu dan Pintu Via Short Message Service*. Laporan Akhir Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Aristiawan, H., & Setiadi, H. 2006. *Pemanfaatan Levitasi Magnet Sebagai Sensor Gerak Vertikal Untuk Deteksi Getaran*. ITB, 2006
- Amin, M., & Novelan, M. S. (2020). Sistem Kendali Obstacle Avoidance Robot Sebagai Prototype Social Distancing Menggunakan Sensor Ultrasonic dan Arduino. InfoTekJar: Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan, 5(1), 148-153.
- Anwaruddin, M. 2019. *Rancang Bangun Prototype Tempat Tidur Tanggap Gempa Menggunakan Arduino Uno*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta. 2019.
- Batubara, S., Wahyuni, S., Hariyanto, E., & Lubis, A. (2021). Webinar Menangkal Cyberporn pada Internet dan Android memanfaatkan add ons dan aplikasi antipornografi parental control di SMA Panca Budi. Jurnal Abdimas BSI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 4(1), 164-173.
- Jamal, Z. 2011. *Pendeteksi Gempa Dengan Metode FM Berbasis Personal Komputer*. Jurnal Informatika, Vol. 11, No. 1, Juni 2011.
- Maharani, D., Helmiyah, F., Harahap, R. R., & Fachri, B. (2018). Pelatihan Komputer Dalam Meningkatkan Tahfidz Qur'an Menggunakan Al-Qur'an Digital Tajwid. Jurdimas (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat) Royal, 1(2), 95-100.
- Novianta, M.A. 2012. *Sistem Deteksi Dini Gempa Dengan Piezo Elektrik Berbasis Mikrokontroler AT89C51*. Simposium Nasional RAPI XI FT UMS – 2012. ISSN : 1412-9612.
- Pranata, A, Prayudha, J, & Sandika, T. 2017. *Rancang Bangun Alat Pendeteksi Dehidrasi Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Arduinon*. Jurnal SAINTIKOM Vol. 16, No. 3, September 2017.
- Riskawati, Nurlina & Karim R. 2017. *Alat Ukur dan Pengukuran*. Bahan Ajar Universitas Muhammadiyah Makasar. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan.
- Suraya, & Novianta, M.A. 2013. *Prototipe Deteksi Gempa Menggunakan Metode Perambatan Gelombang Pada Sensor Getar Berbasis Mikrokontroler Dengan Informasi SMS Gateway*. Teknik Informatika Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta. 2013.
- Syamsuar, S, Wibawa, N, & Makarim, H. 2011. *Cara Kerja dan Penggunaan Motor Direct Current (DC) Pada Kapal Selam*. Penelitian Pusat Teknologi Industri dan Sistem Transportasi (BPPT). Volume 23, Nomor 5, Mei 2011
- Wayahdi, M. R., Zarlis, M., & Putra, P. H. (2019, June). Initialization of the Nguyen-widrow and Kohonen Algorithm on the Backpropagation Method in the Classifying Process of

Temperature Data in Medan. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1235, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.

Winadi. R. 2007. *Pembuatan Sensor Posisi Faraday Untuk Pendeteksi Dini Gempa Pada Gedung*. Proyek Akhir, PENS-ITS, Surabaya, 2007.

The McGraw-Hill Companies, *Resistors*. Topics Covered in Chapter 2. 2007.

TLT-8016 Basic Analog Circuits, *Diodes and Diode Circuits*. Chapter 3. 2006.

Internet : www.ele.uri.edu/courses/ele432/spring08/LEDs.pdf

Internet : web.mit.edu/viz/EM/visualizations/coursenotes/modules/guide12.pdf

Internet : veronica.staff.gunadarma.ac.id/.../files/.../BAB+2+Transformator.pdf

Internet : <https://components101.com/microcontrollers/atmega16-pinout-features-datasheet>