



**TUNER GITAR OTOMATIS PORTABEL MENGGUNAKAN  
METODE *FUZZY LOGIC***

**SKRIPSI**

Oleh

**Rizky Toursiadi  
NIM 121910201089**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**



**TUNER GITAR OTOMATIS PORTABEL MENGGUNAKAN  
METODE *FUZZY LOGIC***

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Rizky Toursiadi**  
**NIM 121910201089**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**

## PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya hingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini merupakan langkah awal kesuksesan yang saya raih sebelum menuju kesuksesan selanjutnya dalam hidup saya. Dengan penuh rasa syukur dengan ketulusan hati saya persembahkan karya ini kepada:

1. Kedua orang tua saya ayahanda Parno dan ibunda Partatik yang tercinta terima kasih yang sangat berlimpah karena telah mendidik, membesarkan, memberi cinta dan kasih sayang serta doa yang tiada putus hingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini, dan saya persembahkan gelar yang saya dapatkan untuk mereka;
2. Dosen Pembimbing Utama Bapak M. Agung Prawira N. serta bapak Dosen Pembimbing Anggota Bapak Sumardi atas kesabaran dan keikhlasan dalam membimbing saya menyelesaikan skripsi ini
3. Teman-teman Teknik Elektro S1 maupun D3 angkatan 2011, 2012, 2013, 2014, dan 2015;
4. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

**MOTO**

Mencari ilmu itu wajib bagi setiap muslim.

(HR. Ibnu Majah)

Waktu itu bagaikan pedang, jika kamu tidak memanfaatkannya menggunakan untuk memotong, ia akan memotongmu (menggilasmu)

(H.R. Muslim)

Barang siapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah untuk dirinya sendiri. (QS Al-Ankabut [29]: 6)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizky Toursiadi

NIM : 121910201089

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Tuner Gitar Otomatis Portabel Menggunakan Metode Fuzzy Logic*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 28 Juni 2016

Yang menyatakan,

Rizky Toursiadi  
NIM. 121910201089

**SKRIPSI**

***TUNER GITAR OTOMATIS PORTABEL MENGGUNAKAN  
METODE FUZZY LOGIC***

Oleh

Rizky Toursiadi  
NIM 121910201089

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : M. Agung Prawira N, S.T., M.T.  
Dosen Pembimbing Anggota : Sumardi, S.T., M.T.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “*Tuner* Gitar Otomatis Portabel Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Selasa  
Tanggal : 28 Juni 2016  
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji :

Ketua,

Sekretaris,

M. Agung P.N., S.T., M.T.  
NIP 19871217 201212 1 003

Sumardi, S.T., M.T.  
NIP 19670113 199802 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Bambang Supeno, S.T., M.T.  
NIP 19690630 199512 1 001

Widjonarko, S.T., M.T.  
NIP 19710908 199903 1 001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknik,

Dr.Ir. Entin Hidayah, M.U.M.  
NIP 19661215 199503 2 001

## *Tuner Gitar Otomatis Portabel Menggunakan Metode Fuzzy Logic (Guitar Tuner Automatic Portable Using Fuzzy Logic)*

**Rizky Toursiadi**

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember*

### **ABSTRAK**

Gitar merupakan sebuah instrumen musik yang sangat merakyat. Hampir semua bagian masyarakat dari berbagai profesi mengenal dan bisa memainkannya. Karena kepopuleran gitar banyak orang-orang ingin mempelajarinya. Masalah timbul ketika orang awam mulai belajar gitar yaitu tentang bagaimana cara *tuning* gitar agar mendapatkan komposisi *harmony chord* yang sesuai. Beberapa peneliti telah membuat *tuning* gitar otomatis dengan mengimplementasi kontrol PID di dalamnya. Penulis ingin mencoba mengimplementasikan kontrol *fuzzy logic* yang memiliki kinerja yang lebih baik. Komponen dasar dari alat ini adalah sebuah *pickup* gitar yang berfungsi sebagai sensor frekuensi yang di kopel dengan penguat *pre-amp* dan sebuah Arduino Mega 2560 serta rangkaian *power supply* juga enam servo sebagai *actuator*. Dari hasil pengujian Arduino dalam mengolah frekuensi didapatkan *error* persen rata-rata tidak di bawah 1%. Pada frekuensi senar keenam diperoleh *error* 0,25%, senar kelima 0,18%, senar keempat 0,08%, senar ketiga 0,5%, senar kedua 0,15%, senar pertama 0,19% . Pengujian dibandingkan dengan 2 *software* pendeteksi yang berbeda. Untuk pengujian keseluruhan alat ini menggunakan tiga buah gitar yang di uji satu persatu , rata-rata waktu *tuning* dari senar sampai *set point* adalah 6,2 detik dengan *error* persen sebesar 0,45% untuk pengujian gitar pertama, sedangkan pengujian gitar yang kedua adalah rata-rata waktunya adalah 6,5 detik dan *error* persen rata-rata sebesar 0,78% sedangkan untuk gitar yang ketiga didapatkan waktu rata-rata 5,6 detik dengan *error* persen rata-rata 0,41%.

**Kata Kunci :** *Fuzzy Logic*, Deteksi Frekuensi, Arduino



*Tuner Gitar Otomatis Portabel Menggunakan Metode Fuzzy Logic (Guitar Tuner Automatic Portable Using Fuzzy Logic)*

**Rizky Toursiadi**

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember*

**ABSTRACT**

*Guitar is a musical instrument that is so familiar with most people. Almost all parts of society know guitar, and be able to play this musical instrument. Because of its popularity, lots of people want to learn it. The problems started while common people started to learn guitar, they don't know how to tune the guitar to the right order to obtain the perfect chord harmony composition. Some researchers have built an automatic guitar tuning tool by using PID inside it. The author want to try to implement fuzzy logic controller which could bring a better performance. The basic components of this instrument is a guitar pickup that serves as the frequency sensor coupled with the pre-amp module and an Arduino Mega 2560 together with the power supply circuit as well as six servo actuator. From the test results, the error rate average of Arduino in processing the obtained frequency are less than 1%. The sixth string get an error rate at the average of 0.25%, while fifth string at the average of 0.18% , the fourth at the average of 0.08%, the third string at the average of 0.5%, the second string at the average of 0.15%, and the average of 0.19% in the first string. These tests are done by using 2 different detection softwere. The whole test of this tool uses three guitars that were tested one by one. The average time needed to tune all of the strings until it reaches the set point is 6.2 seconds with the average error rate of 0.45% for the first guitar, the second guitar reached set point at the average time of 6.5 seconds with the error rate at the average of 0.78%, while the third guitar got the average time of 5.6 seconds to reach the set point with the average error rate of 0.41%.*

**Keywords :** *Fuzzy Logic, Frequency Detection, Arduino*

## RINGKASAN

**Tuner Gitar Otomatis Portabel Menggunakan Metode Fuzzy Logic;** Rizky Toursiadi; 121910201089; 2016; 57 halaman; Jurusan Teknik elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Gitar adalah sebuah alat musik petik yang menggunakan dawai atau senar. Karena menggunakan dawai maka dalam instrumen gitar juga dikenal dengan istilah *tuning* atau penyeteman. Pada senar gitar dengan *tuning* yang standar menggunakan frekuensi nada E,A,G,B,e pada tiap-tiap senarnya. Masalah timbul ketika orang awam mulai dalam belajar gitar yaitu tentang bagaimana cara *tuning* gitar agar mendapatkan komposisi *harmony chord* yang sesuai. Beberapa peneliti telah membuat *tuning* gitar otomatis dengan mengimplementasi kontrol PID di dalamnya. Penulis ingin mencoba mengimplementasikan kontrol *fuzzy logic* yang memiliki kinerja yang lebih baik. Komponen dasar dari alat ini adalah sebuah *pickup* gitar yang berfungsi sebagai sensor frekuensi yang di kopel dengan penguat *pre-amp* dan sebuah Arduino Mega 2560 serta rangkaian *power supply* juga enam servo sebagai *actuator*. Dari hasil pengujian Arduino dalam mengolah frekuensi didapatkan *error* persen rata-rata tidak di bawah 1%. Pada frekuensi senar keenam diperoleh *error* 0,25%, senar kelima 0,18%, senar keempat 0,08%, senar ketiga 0,5%, senar kedua 0,15%, senar pertama 0,19%. Pengujian dibandingkan dengan 2 *software* pendeteksi yang berbeda. Untuk pengujian keseluruhan alat ini menggunakan tiga buah gitar yang di uji satu persatu, rata-rata waktu *tuning* dari senar sampai *set point* adalah 6,2 detik dengan *error* persen sebesar 0,45% untuk pengujian gitar pertama, sedangkan pengujian gitar yang kedua adalah rata-rata waktunya adalah 6,5 detik dan *error* persen rata-rata sebesar 0,78% sedangkan untuk gitar yang ketiga didapatkan waktu rata-rata 5,6 detik dengan *error* persen rata-rata 0,41%. Bila dibandingkan dengan kontrol lain seperti PID, kontrol *fuzzy* ini lebih fleksibel karena tidak perlu mengatur parameter nilai-nilai tertentu seperti pada kontrol PID secara manual. Kontrol *fuzzy* secara pintar akan menentukan kondisi yang terbaik sesuai *rule base* yang di tentukan, sehingga sistem dalam

mencapai *set point* yang ditentukan akan lebih akurat. Dari ketiga sampel gitar, memiliki *error* yang berbeda-beda pula karena setiap *dryer* gitar berbentuk berbeda. Apabila *dryer* sesuai dengan desain peneliti maka *error* yang dihasilkan akan lebih sedikit. Desain alat ini menggunakan enam servo, meskipun merek dan spesifikasi sama tetapi karakteristiknya berbeda, ini juga mengakibatkan sedikit sulitnya peneliti melakukan penyesuaian kontrol supaya didapatkan keakuratan dan keandalan.



## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. Atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “*Tuner Gitar Otomatis Portabel Menggunakan Metode Fuzzy Logic*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember;
3. Bapak M. Agung Prawira N., S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, Sumardi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
4. Bapak Bapak Bambang Supeno, S.T., M.T., selaku dosen penguji I;
5. Bapak Widjonarko, S.T., M.T. selaku dosen penguji II;
6. Seluruh Dosen Teknik Elektro yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dan bimbingan selama mengikuti pendidikan di Jurusan teknik elektro fakultas Teknik universitas Jember;
7. Para staf karyawan dan karyawan serta teknisi Fakultas teknik Universitas jember yang telah memberikan bantuan selama mengikuti pendidikan di Fakultas teknik Universitas Jember;
8. Ayahanda Parno dan Ibunda Partatik tercinta yang telah memberikan dorongan, semangat, kasih sayang, perhatian, kesabaran dan doa yang tak pernah putus demi mempermudah saya mencapai kesuksesan awal dalam perguruan tinggi serta terselesaikannya skripsi ini;
9. Adikku Dioda Danor Vendra yang telah memberikan kasih sayang ;
10. Keluarga besar yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini;

11. Ahmad Rofi'i, Cries Avian, Awang Karisma, Listiyani Chita Ellary, dan Achmad Yusuf sebagai pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini;
12. Dulur-dulur SATE\_UJ yang sangat membantu, menjadi keluarga dan memberi semangat dari awal menjadi keluarga besar di teknik, semoga kekompakan tetap terjaga dan bias mencapai sukses bersama;
13. Dulur-dulur IMAGINER yang memberikan rasa nyaman seperti bukan di perantauan.
14. Dan seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu;

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat berguna bagi pembaca dan bagi penulis sendiri pada khususnya semoga Allah SWT memberikan yang terbaik untuk kita semua. Amin

Jember, 28 Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PENGESAHAN .....	vii
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
RINGKASAN.....	x
PRAKATA .....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penelitian .....	3
<b>BAB 2. TINJUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Gitar.....	5
2.2 <i>Pickup</i> .....	6
2.2.1 <i>Pickup</i> Magnetik .....	6
2.2.2 <i>Pickup</i> Piezoelektrik .....	7
2.3 <i>Pre-Amplifier</i> .....	8
2.3.1 <i>Inverting Amplifier</i> .....	9
2.3.2 <i>Non Inverting Amplifier</i> .....	10
2.4 Arduino Mega 2560.....	10

2.5	Motor Servo.....	13
2.6	Liquid Crystal Display (LCD) .....	14
2.7	Kontrol Logika <i>Fuzzy</i> .....	16
2.7.1	Fuzzifikasi .....	19
2.7.2	Penentuan <i>Rulebase</i> .....	19
2.7.3	Defuzzifikasi .....	20
<b>BAB 3.</b>	<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>21</b>
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	21
3.2	Tahapan Perancangan .....	21
3.3	Alat dan Bahan.....	22
3.4	Desain Sistem.....	23
3.5	Perancangan <i>Pre-Amp</i> .....	23
3.6	Desain Kontrol <i>Fuzzy</i> .....	24
3.7	<i>Flowchart</i> Sistem .....	28
3.8	Cara Penggunaan Alat.....	30
3.9	Rancangan Alat.....	30
3.9.1	Rancangan Alat Awal .....	30
3.9.2	Rancangan Alat Akhir.....	31
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1	Pengujian <i>Pre-Amp</i> .....	33
4.2	Pengujian Frekuensi Alat <i>Tuner</i> .....	34
4.3	Pengujian Alat Keseluruhan.....	40
<b>BAB 5.</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>54</b>
5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Saran.....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>56</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>58</b>

DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 <i>Pickup</i> Magnetik.....	7
Gambar 2.2 <i>Pickup</i> Piezoelektrik .....	7
Gambar 2.3 <i>Pin Out Pre-Amp</i> TL082.....	8
Gambar 2.4 Rangkaian <i>Inverting</i> .....	9
Gambar 2.5 Rangkaian <i>Non Inverting</i> .....	10
Gambar 2.6 Arduino Mega 2560.....	11
Gambar 2.7 Motor Servo <i>Continuous</i> .....	13
Gambar 2.8 Gambar Fisik dari LCD 16x2.....	14
Gambar 2.9 Himpunan <i>Fuzzy</i> untuk Variabel Umur .....	17
Gambar 2.10 Representasi Linier Naik.....	17
Gambar 2.11 Representasi Linier Turun.....	18
Gambar 2.12 Representasi Kurva Segitiga .....	18
Gambar 2.13 Representasi Kurva Trapesium.....	19
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem.....	23
Gambar 3.2 Perancangan <i>Pre-Amp</i> .....	24
Gambar 3.3 Representasi Variabel <i>Fuzzy Error</i> .....	25
Gambar 3.4 Representasi Variabel <i>Fuzzy Delta Error</i> .....	26
Gambar 3.5 Representasi Variabel <i>Fuzzy Output</i> .....	27
Gambar 3.6 Diagram Alir Sistem.....	29
Gambar 3.7 Desain Alat portabel .....	30
Gambar 3.8 (a) Tampak Depan, (b) Tampak Dalam dan (c) Servo dan <i>Pickup</i> Rancang Bangun Alat <i>Tuner</i> Gitar.....	32
Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengujian Frekuensi.....	39
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan <i>Error</i> Persen .....	40



**DAFTAR TABEL**

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Titinada Standar Gitar .....	6
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560.....	12
Tabel 2.3 Keterangan Pin pada LCD 16x2 .....	15
Tabel 3.1 <i>Rule Base</i> .....	28
Tabel 4.1 Pengujian <i>Pre-Amp</i> .....	33
Tabel 4.2 Pengujian Frekuensi Senar 6.....	35
Tabel 4.3 Pengujian Frekuensi Senar 5.....	35
Tabel 4.4 Pengujian Frekuensi Senar 4.....	36
Tabel 4.5 Pengujian Frekuensi Senar 3.....	36
Tabel 4.6 Pengujian Frekuensi Senar 2.....	37
Tabel 4.7 Pengujian Frekuensi Senar 1.....	37
Tabel 4.8 Pengujian Gitar Pertama Senar E.....	41
Tabel 4.9 Pengujian Gitar Pertama Senar A .....	41
Tabel 4.10 Pengujian Gitar Pertama Senar d .....	42
Tabel 4.11 Pengujian Gitar Pertama Senar g .....	42
Tabel 4.12 Pengujian Gitar Pertama Senar b .....	43
Tabel 4.12 Pengujian Gitar Pertama Senar e' .....	43
Tabel 4.13 Pengujian Gitar Kedua Senar E.....	45
Tabel 4.14 Pengujian Gitar Kedua Senar A .....	45
Tabel 4.15 Pengujian Gitar Kedua Senar d.....	46
Tabel 4.16 Pengujian Gitar Kedua Senar g .....	46
Tabel 4.17 Pengujian Gitar Kedua Senar b .....	47
Tabel 4.18 Pengujian Gitar Kedua Senar e' .....	47
Tabel 4.19 Pengujian Gitar Ketiga Senar E .....	49
Tabel 4.20 Pengujian Gitar Ketiga Senar A .....	49
Tabel 4.21 Pengujian Gitar Ketiga Senar d.....	50
Tabel 4.22 Pengujian Gitar Ketiga Senar g.....	50

Tabel 4.23 Pengujian Gitar Ketiga Senar b..... 51

Tabel 4.24 Pengujian Gitar Ketiga Senar e' ..... 51



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Era moderen memaksa semua bidang untuk saling mengembangkan alat-alat maupun teknologi yang semakin canggih, baik dibidang kesehatan, bidang industri dan bidang kontrol dan lain-lain. Semua itu berfungsi untuk memudahkan manusia dalam berbagai hal. Semua alat di desain secara otomatis sehingga dalam menjalankannya semakin mudah bahkan untuk orang awam sekalipun.

Di bidang industri musik juga sudah banyak bermunculan alat-alat yang dirancang secara otomatis untuk mempermudah kita dalam menggunakannya. Gitar merupakan sebuah alat musik yang sangat populer. Biasanya alat musik indentik dengan orang kaya dan bangsawan karena memang harga dari sebagian alat musik memang tidak semurah peralatan hobi yang lain. Tetapi untuk jenis alat musik gitar merupakan alat musik yang mampu mengisi dari semua segmen masyarakat karena harganya yang memang lebih murah dari instrumen musik yang lain.

Gitar adalah sebuah alat musik petik yang menggunakan dawai atau senar , karena menggunakan dawai maka dalam instrumen gitar juga dikenal dengan istilah *tuning* atau penyeteman. Pada senar gitar dengan *tuning* yang standar menggunakan frekuensi nada E,A,G,B,e pada tiap-tiap senarnya. Sudah banyak peneliti yang meneliti tentang *tuning* gitar tetapi kebanyakan dari peneliti-peneliti memfokuskan diri pada frekuensinya agar mendapatkan *error* frekuensi yang rendah. Ada pula peneliti yang sudah mengimplementasikan secara otomatis pada sistem tertutup untuk memutar knop dawai gitar secara otomatis ketika frekuensinya sudah ditangkap dan di proses menggunakan sebuah mikrokontroler yaitu Reza Maulana (2013) dengan judul IMPLEMENTASI KENDALI PID PADA PENALA NADA GITAR OTOMATIS selain itu peneliti lain adalah Hanip Adzar (2015) dengan judul SISTEM PENYETEMAN NADA DAWAI GITAR OTOMATIS DENGAN MOTOR SERVO *CONTINUOUS* MENGGUNAKAN KONTROLER PID BERBASIS ARDUINO MEGA 2560. Dari dua penelitian yang telah dilakukan dua

peneliti tersebut jelas memang terdapat perbedaan dari segi *hardware*. Namun di sini saya akan meneruskan dari peneliti sebelumnya dengan mengganti sistem kontrolnya yang akan menjadi sebuah pembeda terhadap penelitian yang dilakukan sebelumnya. Pada penelitian ini saya menginginkan suatu *tuner* gitar yang mudah dan fleksibel.

Karena gitar adalah suatu instrumen yang paling populer yang seakan-akan sudah menjadi alat musik umum di masyarakat. Tentu saja apabila alat ini di realisasikan maka akan mendatangkan banyak manfaat, maka penulis memilih judul *TUNER GITAR OTOMATIS PORTABEL MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC* .

## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam melakukan penelitian penulis memiliki beberapa rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana membuat *tuner* gitar otomatis portabel ?
2. Bagaimana mengimplementasikan *fuzzy logic* dalam mengontrol putaran motor servo ?
3. Bagaimana mendapatkan nilai frekuensi yang akurat dari senar gitar ?

## 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis memberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Sinyal frekuensi pada senar gitar didapatkan dari *pickup* gitar.
2. *Tuning* nada dilakukan pada ruangan yang hening dan minim interferensi suara dari luar.
3. Metode pengendali aktuator menggunakan logika *fuzzy*.
4. Otomatis yang ada pada sistem ini adalah pemutaran *knop* dawai oleh motor servo agar mencapai frekuensi *tuning* standar.
5. Pengujian dilakukan pada kondisi senar lebih rendah dari frekuensi *tuning* yang diinginkan.

6. *Tuning* dilakukan hanya pada gitar dengan *knop* dawai pemutar senar yang 3L dan 3R.
7. Gitar yang akan digunakan dalam pengujian adalah gitar akustik dengan senar *steel string*.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan oleh penulis maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan alat yang sudah ada sebelumnya.
2. Mengimplementasikan sistem kendali motor servo dengan menggunakan logika *fuzzy*.
3. Mendapatkan frekuensi gitar yang akurat langsung dengan menggunakan *pickup* gitar.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat-manfaat kepada semua khalayak antara lain:

1. Mempermudah khalayak profesional maupun awam dalam kegiatan *tuning* gitar.
2. Mencegah terjadinya kesalahan dalam proses *tuning* gitar terutama pada pemula.
3. Memberi keakuratan dalam proses *tuning* gitar.

#### 1.6 Sistematika Penelitian

Penulisan skripsi ini disusun berdasarkan sistematika sesuai berikut :

##### **BAB 1** Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penelitian.

##### **BAB 2** Tinjauan Pustaka

Berisi tentang uraian teori, metode dan alat yang dipakai dalam penelitian.

### **BAB 3 Metodologi Penelitian**

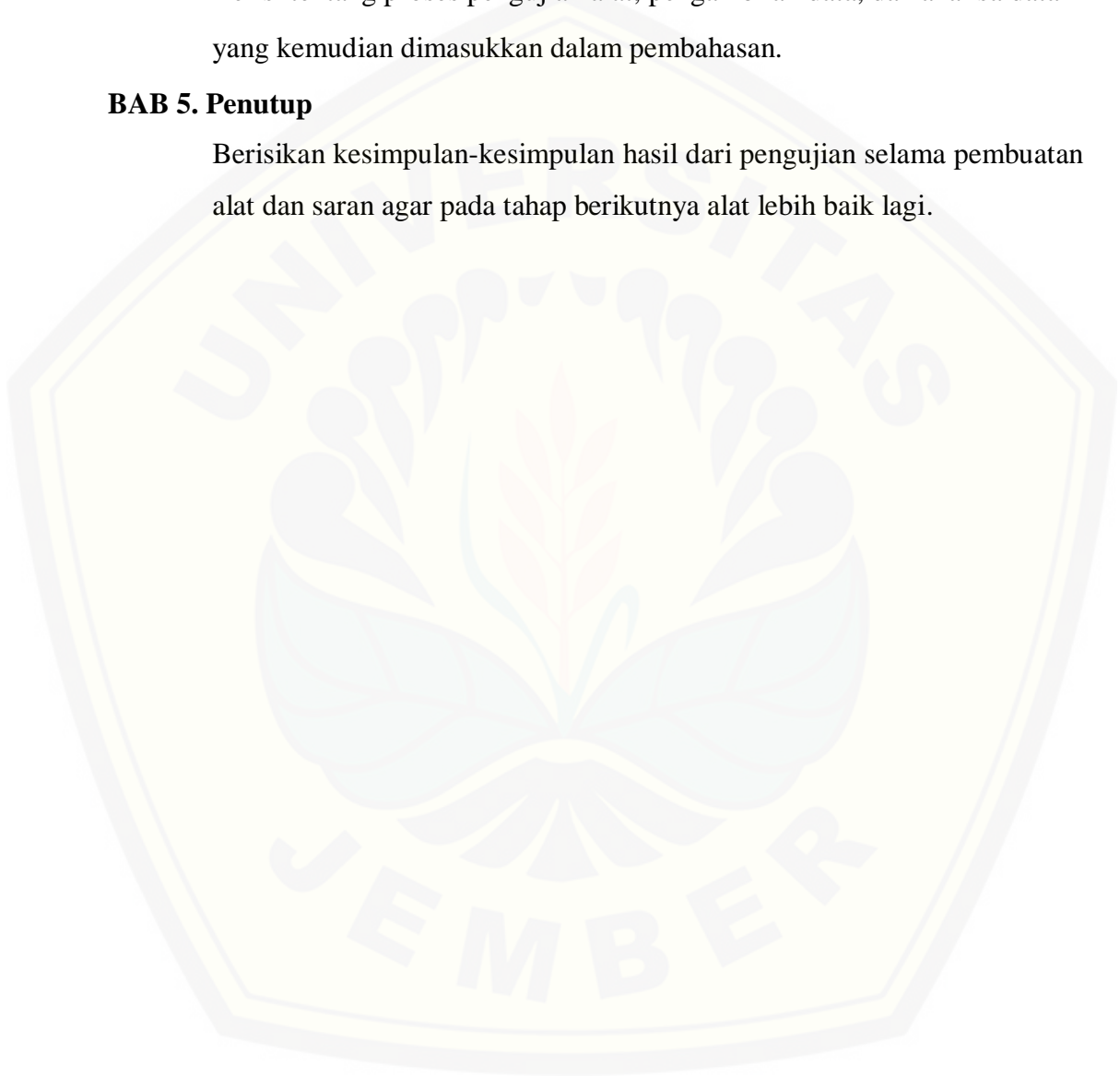
Berisi tentang gambaran sistem penelitian secara keseluruhan baik itu berupa *flowchart*, gambar rangkaian dan jadwal penelitian.

### **BAB 4. Hasil dan Pembahasan**

Berisi tentang proses pengujian alat, pengambilan data, dan analisa data yang kemudian dimasukkan dalam pembahasan.

### **BAB 5. Penutup**

Berisikan kesimpulan-kesimpulan hasil dari pengujian selama pembuatan alat dan saran agar pada tahap berikutnya alat lebih baik lagi.



## BAB 2. TINJUAN PUSTAKA

### 2.1 Gitar

Gitar adalah sebuah alat musik berdawai yang dimainkan dengan cara dipetik, umumnya menggunakan jari maupun *plektrum*. Gitar terbentuk atas sebuah bagian tubuh pokok dengan bagian leher yang padat sebagai tempat senar yang umumnya berjumlah enam didempetkan. Gitar secara tradisional dibentuk dari berbagai jenis kayu dengan senar yang terbuat dari nilon maupun baja. Beberapa gitar modern dibuat dari material polikarbonat. Secara umum, gitar terbagi atas 2 jenis: akustik dan elektrik.

Gitar akustik, dengan bagian badannya yang berlubang (*hollow body*), telah digunakan selama ribuan tahun. Terdapat tiga jenis utama gitar akustik modern: gitar akustik senar-nilon, gitar akustik senar-baja, dan gitar *archtop*. Gitar klasik umumnya dimainkan sebagai instrumen solo menggunakan teknik *fingerpicking* komprehensif.

Gitar elektrik, diperkenalkan pada tahun 1930an, bergantung pada penguat yang secara elektronik mampu memanipulasi bunyi gitar. Pada permulaan penggunaannya, gitar elektrik menggunakan badan berlubang (*hollow body*), namun kemudian penggunaan badan padat (*solid body*) dirasa lebih sesuai. Gitar elektrik terkenal luas sebagai instrumen utama pada berbagai genre musik seperti *blues*, *country*, *reggae*, *jazz*, *metal*, *rock*, dan berbagai bentuk musik pop.

Pada dasarnya sebuah gitar mempunyai 3 anatomi dasar hampir menyerupai anatomi utama tubuh manusia, yaitu *head* (bagian kepala dari gitar), *neck* (bagian leher dari gitar) dan *body* (bagian tubuh dari gitar)

Gitar adalah sebuah instrumen *transposing*, di mana suara titinadanya satu oktaf lebih rendah dari yang tertulis pada skor/lembaran musiknya. Berbagai variasi tala pada gitar dapat saja digunakan, tergantung dari permainannya. Tala yang paling umum digunakan yang dikenal sebagai "*Standard Tuning*" menggunakan senar yang ditala dari E rendah ke E tinggi, dengan melintasi rentang dua oktaf

(EADGB<sub>e</sub>). Jika keenam senar dibunyikan secara terbuka (*open string*) maka akan menghasilkan *chord* Em7/add11 (Wikipedia, 2016).

Tabel 2.1 Titinada Standar Gitar

Senar	Notasi Ilmiah	Notasi Helmholtz	Frekuensi
Pertama	E <sub>4</sub>	e'	329,63 Hz
Kedua	B <sub>3</sub>	b	246,94 Hz
Ketiga	G <sub>3</sub>	g	196,00 Hz
Keempat	D <sub>3</sub>	d	146,83 Hz
Kelima	A <sub>2</sub>	A	110 Hz
Keenam	E <sub>2</sub>	E	82,41 Hz

Sumber :[ Wikipedia, 2016]

## 2.2 *Pickup*

*Pickup* adalah perangkat yang berfungsi sebagai transduser yang menangkap getaran mekanik dari dawai dan mengubahnya menjadi sinyal elektrik yang kemudian diteruskan ke penguat suara. Prinsip dasarnya adalah dengan memanfaatkan induksi elektromagnet, yang mana getaran senar "menggangu" garis-garis gaya elektromagnetik.

### 2.2.1 *Pickup* Magnetik

*Pickup* magnetik terdiri atas sebuah magnet permanen, seperti AlNiCo, yang dibalut dengan ratusan lilitan kawat berlapis tembaga. *Pickup* magnetik paling sering ditemukan di bagian badan gitar, walaupun terkadang juga dipasang di bagian *bridge* maupun leher gitar, seperti pada kebanyakan gitar *jazz* elektro-akustik. Getaran senar yang kemagnetannya rendah memodulasi fluks magnetik pada kumparan *pickup*, sehingga menginduksi arus bolak-balik yang melalui kawat kumparan. Sinyal ini kemudian diteruskan melalui kabel untuk diperkuat maupun direkam. Secara umum, cara kerja *pickup* dapat digambarkan menggunakan konsep sirkuit magnetik, di mana getaran senar akan mempengaruhi *reluktans* magnetik di dalam sirkuit yang dihasilkan oleh magnet permanen.





Gambar 2.1 *Pickup* Magnetik  
[Crashpickups, 2016]

### 2.2.2 *Pickup* Piezoelektrik

Kebanyakan gitar akustik, gitar semi-akustik, dan segelintir gitar elektrik menggunakan *pickup* piezoelektrik dan bukan *pickup* magnetik. *Pickup* ini menghasilkan suara yang jauh berbeda dan juga tidak terpengaruh oleh medan elektromagnet di sekitarnya seperti *feedback*. Pada gitar-*hybrid*, hal ini membuat pemain dapat memanipulasi suara dengan mengatur pemakaian antara *pickup* magnetik ataupun piezo, maupun secara simultan mencampur suara keluarannya. Gitar badan padat yang hanya memiliki *pickup* piezo dikenal sebagai "*silent guitar*", di mana gitar ini umumnya digunakan oleh gitaris akustik sebagai alat latihan.

*Pickup* piezoelektrik kebanyakan digunakan untuk alat musik gesek seperti biola dan cello. *pickup* piezoelektrik dapat diletakkan pada *bridge* ataupun sekitarnya. Sebagian *pickup* piezo juga dipasang di bagian atas instrumen menggunakan dempul yang dapat dilepas. Terkadang, *pickup* piezoelektrik juga digunakan bersama dengan *pickup* magnetik untuk memberikan jangkauan suara yang lebih luas(Wikipedia,2013).

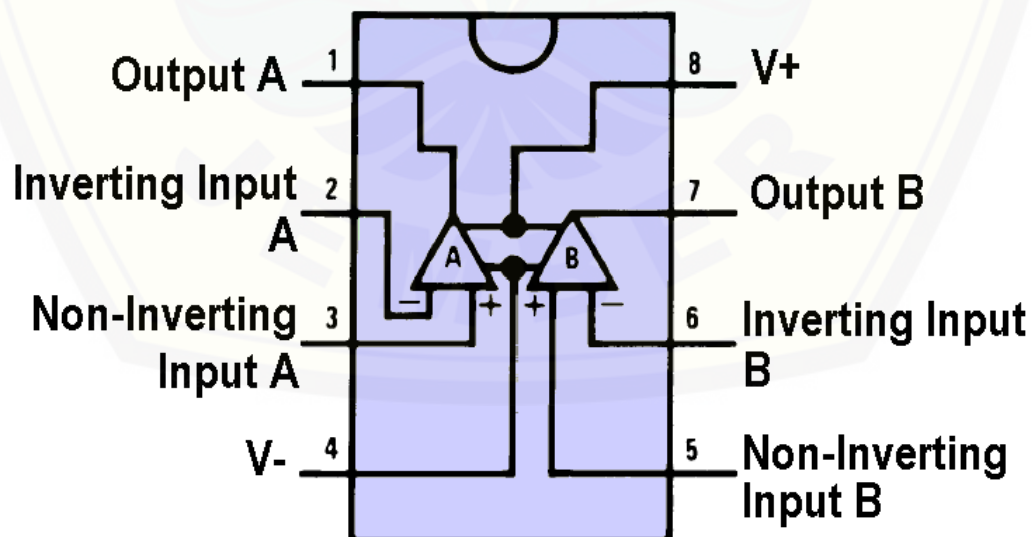


Gambar 2.2 *Pickup* Piezoelektrik  
[Etsy, 2016]

### 2.3 Pre-Amplifier

*Pre-amplifier* adalah sebuah alat elektronik yang memiliki fungsi untuk memproses dan menguatkan sinyal elektronik yang rendah atau *low level* menjadi lebih kuat, *pre-amplifier* biasanya digunakan sebelum sinyal masuk ke *amplifier* rangkaiannya bisa serumah dengan *transducer* ataupun terpisah, *pre-amplifier* biasanya digunakan untuk alat-alat *transducer* seperti *pickup*, *microphone* dan lain-lain. *Pre-amplifier* umumnya dibuat menggunakan *operational Amplifier*.

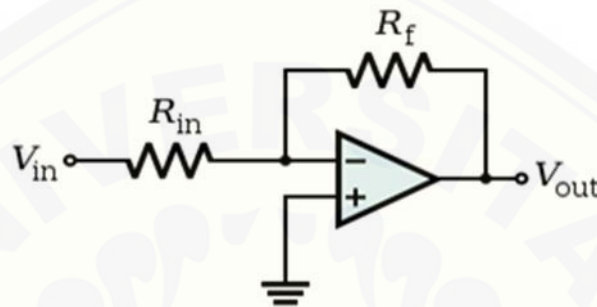
Operasional *amplifier* (Op-Amp) adalah suatu penguat berpenguatan tinggi yang terintegrasi dalam sebuah *chip* IC yang memiliki dua *input* *inverting* dan *non-inverting* dengan sebuah terminal *output*, di mana rangkaian umpan balik dapat ditambahkan untuk mengendalikan karakteristik tanggapan keseluruhan pada operasional *amplifier* (Op-Amp). Pada dasarnya operasional *amplifier* (Op-Amp) merupakan suatu penguat diferensial yang memiliki 2 *input* dan 1 *output*. Op-amp ini digunakan untuk membentuk fungsi-fungsi linier yang bermacam-macam atau dapat juga digunakan untuk operasi-operasi tak linier, dan sering kali disebut sebagai rangkaian terpadu linier dasar. Penguat operasional (Op-Amp) merupakan komponen elektronika analog yang berfungsi sebagai *amplifier* multiguna dalam bentuk IC (Nastar,2011).



Gambar 2.3 Pin Out Pre-Amp TL082  
[Erwin, 2011]

**2.3.1 Inverting Amplifier**

Rangkaian penguat pembalik sinyal masukan diberikan melalui sebuah resistor masukan ( $R_i$ ) yang dihubungkan secara seri terhadap masukan pembalik (*inverting input*) yang disimbolkan dengan (-). sinyal keluaran penguat operasional pada rangkaian penguat pembalik (*inverting amplifier*) diumpan balik melalui ( $R_f$ ) kemasukkan yang sama.



Gambar 2.4 Rangkaian *Inverting*

Pada prinsip sebuah penguat operasional (*operational amplifier*) ideal memiliki impedansi masukan yang sangat besar hingga dinyatakan sebagai impedansi masukan tak terhingga (*infinite input impedance*). kondisi penguat operasional yang memiliki impedansi masukan tak terhingga tersebut menyebabkan tidak adanya arus yang melewati masukan pembalik (*inverting input*) pada penguat operasional. keadaan tak berarus pada masukan pembalik tersebut membuat tegangan jatuh di antara masukan pembalik dan masukan tak pembalik bernilai 0Volt. kondisi tersebut menunjukkan bahwa tegangan pada masukan pembalik adalah bernilai 0Volt karena kondisi masukan tak pembalik (*non-inverting input*) yang di hubungkan ke *ground*. kondisi masukan pembalik (*inverting input*) yang memiliki tegangan 0Volt tersebut dinyatakan sebagai *ground* semu (*Virtual Ground*). (Nastar,2011).

Untuk mencari  $V_{out}$  maka rumus yang di perlukan adalah:

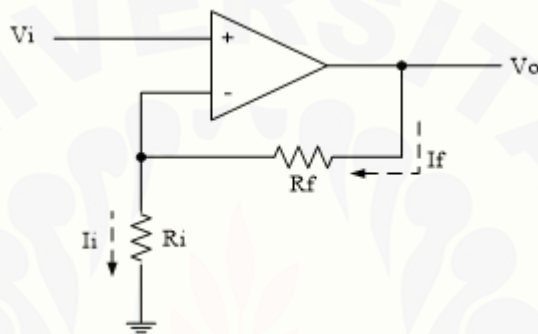
$$V_{out} = -\left(\frac{R_f}{R_i}\right) \times v_{in} \dots\dots\dots(2.1)$$

Rumus untuk mendapatkan nilai  $|A_{cl}|$  (penguat *loop* tertutup) :

$$|A_{cl}| = \frac{R_f}{R_i} \dots\dots\dots(2.2)$$

**2.3.2 Non Inverting Amplifier**

Rangkaian penguat tak membalik ( *non inverting amplifier*) sinyal masukan diberikan ke masukan tak membalik (*non inverting input*) kemudian keluarannya diberikan kembali ke masukan membalik (*inverting input*) melalui rangkaian umpan balik (*feed back*) yang terbentuk dari resistor masukan ( $R_i$ ) dan resistor umpan balik ( $R_f$ ) tersebut membentuk sebuah rangkaian pembagi tegangan yang mengurangi tegangan keluaran ( $V_{out}$ ) dan menghubungkan tegangan keluaran yang telah berkurang tersebut ke masukan membalik (*inverting input*) .



Gambar 2.5 Rangkaian *Non Inverting*

prinsipnya yang menjadi masukan diferensial bagi penguat operasional pada hubungan ini adalah perbedaan antara tegangan masukan ( $V_{in}$ ) dan tegangan umpan balik . tegangan diferensial dikuatkan oleh penguat tegangan terbuka (*open-loop voltage gain*) dari penguat operasional tersebut. rumus untuk mendapatkan  $V_{out}$  :

$$V_{out} = \left(\frac{R_f}{R_i} + 1\right) \times v_{in} \dots\dots\dots(2.3)$$

Rumus untuk mendapatkan nilai penguatannya :

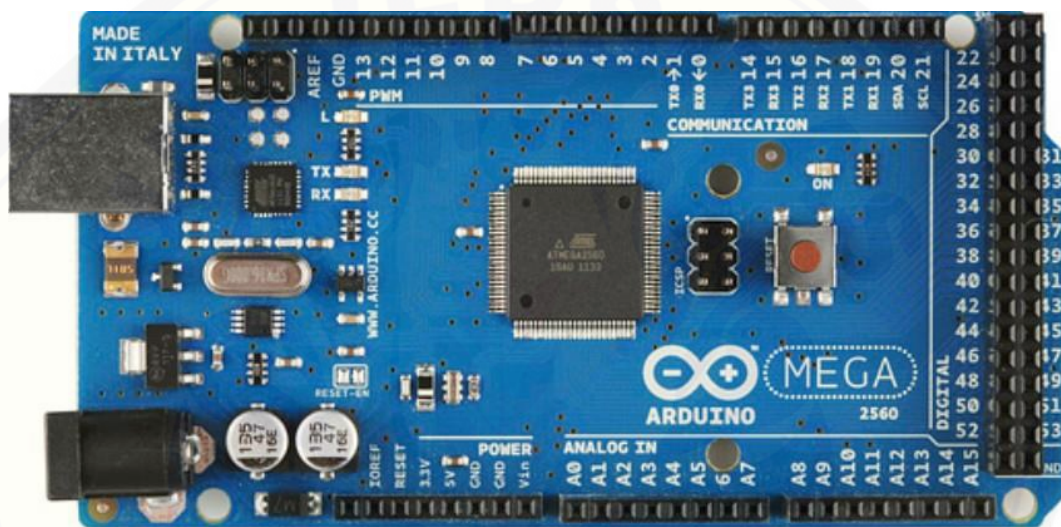
$$|A_{cl}| = \left(\frac{R_f}{R_i} + 1\right) \dots\dots\dots(2.4)$$

**2.4 Arduino Mega 2560**

Arduino adalah *platform* prototipe elektronik *open-source*, yang berdasarkan perangkat keras dan lunak yang fleksibel dan mudah digunakan.

Arduino diperuntukkan bagi seniman, desainer, hobi dan siapa pun yang tertarik untuk membuat obyek atau lingkungan yang interaktif.

Arduino secara fisik adalah mikrokontroler. Arduino adalah perangkat keras berbentuk rangkaian elektronik dengan ukuran yang kecil dengan berfungsi sebagai kontroler. Didesain untuk dihubungkan dengan sensor yang akan memberikan informasi keadaan obyek atau lingkungan di sekitarnya dan kemudian mengolah informasi tersebut untuk kemudian menghasilkan suatu aksi. Proses ini akan dilakukan berulang-ulang.



Gambar 2.6 Arduino Mega 2560  
[www.arduino.cc]

Arduino Mega 2560 adalah *board* Arduino yang merupakan perbaikan dari *board* Arduino Mega sebelumnya. Arduino Mega awalnya memakai *chip* ATmega1280 dan kemudian diganti dengan *chip* ATmega2560, oleh karena itu namanya diganti menjadi Arduino Mega 2560. Pada saat tulisan ini dibuat, Arduino Mega 2560 sudah sampai pada revisinya yang ke 3 (R3). Berikut spesifikasi Arduino Mega 2560 R3.

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560

<i>Microcontroller</i>	ATmega2560
<i>Operating Voltage</i>	5V
<i>Input Voltage (recommended)</i>	7-12V
<i>Input Voltage (limits)</i>	6-20V
<i>Digital I/O Pins</i>	54 (of which 15 provide PWM output)
<i>Analog Input Pins</i>	16
<i>DC Current per I/O Pin</i>	40 mA
<i>DC Current for 3.3V Pin</i>	50 mA
<i>Flash Memory</i>	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

Sumber : [www.arduino.cc]

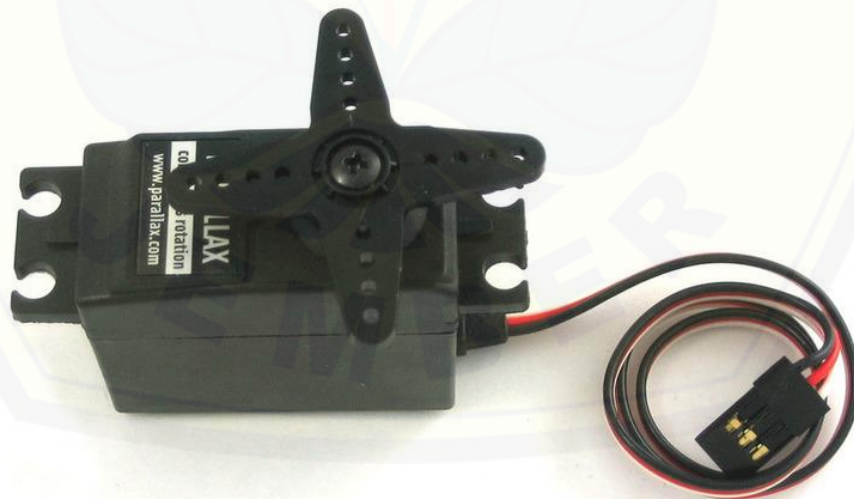
Selain perbedaan *chip* ATmega yang digunakan, perbedaan lain antara Arduino Mega dengan Arduino Mega 2560 adalah tidak lagi menggunakan *chip* FTDI untuk fungsi *USB to Serial Converter*, melainkan menggunakan *chip* ATmega16u2 pada revisi 3 (*chip* ATmega8u2 digunakan pada revisi 1 dan 2) untuk fungsi *USB to Serial Converter* tersebut. Secara fisik, ukuran Arduino Mega 2560 hampir kurang lebih 2 kali lebih besar dari Arduino Uno, ini untuk mengakomodasi lebih banyaknya pin Digital dan Analog pada *board* Arduino Mega 2560 tersebut.

Contoh aplikasi yang menggunakan Arduino Mega 2560 cukup banyak, antara lain Robot *Hexapod* yang menggunakan 18 buah servo (Arduino Mega 2560 bisa meng-*handle* sampai dengan 48 servo), aplikasi penggunaan LCD *Touch Shield 3.2"*, 3D Printer dan masih banyak yang lain (Zerfani, 2011).

## 2.5 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor DC yang di kopel dengan serangkaian *gear*, rangkaian kontrol dan potensiometer, serangkaian *gear* yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo. Penggunaan sistem kontrol *loop* tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo.

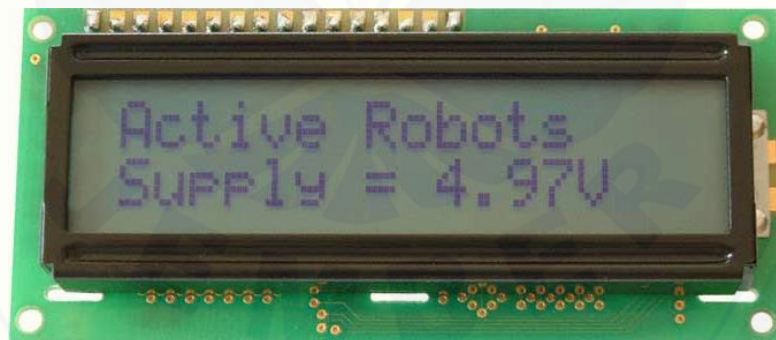
Ada dua macam motor servo berdasarkan putarannya yaitu motor servo 180° dan motor servo *continuous*. Motor servo standar (servo rotation 180°) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, di mana putaran poros *output*-nya terbatas hanya 90° ke arah kanan dan 90° ke arah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180° sedangkan Motor servo *rotation continuous* merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo standar, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri (Dermanto,2014).



Gambar 2.7 Motor Servo *Continuous*  
[<http://learn.parallax.com>]

## 2.6 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD yang digunakan merupakan LCD tipe karakter dengan 16x2 karakter. LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair tadi. Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul dan oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring. Dalam menampilkan karakter untuk membantu menginformasikan proses dan kontrol yang terjadi dalam suatu program kita sering menggunakan LCD juga. Yang sering digunakan dan paling murah adalah LCD dengan banyak karakter 16x2. Maksudnya semacam fungsi tabel di *ms-office*. 16 menyatakan kolom dan 2 menyatakan baris (Andrey, 2010).



Gambar 2.8 Gambar Fisik dari LCD 16x2 [Andrey,2010]



Tabel 2.3 Keterangan Pin pada LCD 16x2

PIN	Nama Pin	Fungsi
1	VSS	<i>Ground voltage</i>
2	VCC	+5V
3	VEE	<i>Countrast voltage</i>
4	RS	<i>Register Select</i> 0 = <i>Instruction Register</i> 1 = <i>Data Register</i>
5	R/W	<i>Read/Write, to choose write or read mode</i> 0 = <i>write mode</i> 1 = <i>read mode</i>
6	E	<i>Enable</i> 0 = <i>start to lacht data to LCD character</i> 1 = <i>disable</i>
7	DB0	Data bit ke-0 (LSB)
8	DB1	Data bit ke-1
9	DB2	Data bit ke-2
10	DB3	Data bit ke-3
11	DB4	Data bit ke-4
12	DB5	Data bit ke-5
13	DB6	Data bit ke-6
14	DB7	Data bit ke-7 (MSB)
15	BPL	<i>Back Plane Light</i>
16	GND	<i>Ground voltage</i>

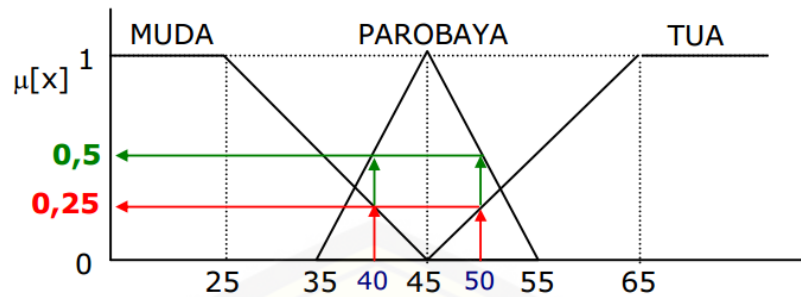
Sumber : [Andrey,2010]

## 2.7 Kontrol Logika Fuzzy

*Fuzzy* secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar-samar. Suatu nilai dapat bernilai besar atau salah secara bersamaan. Dalam *fuzzy* dikenal derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1 (satu). Berbeda dengan himpunan tegas yang memiliki nilai 1 atau 0 (ya atau tidak).

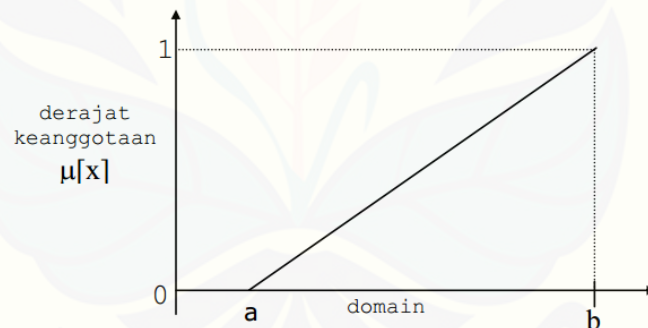
Logika *fuzzy* merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. Dalam teori logika *fuzzy* suatu nilai bisa bernilai benar atau salah secara bersama. Namun berapa besar keberadaan dan kesalahan suatu tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1. Berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai 1 atau 0. Logika *fuzzy* digunakan untuk menerjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (*linguistic*), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat. Dan logika *fuzzy* menunjukkan sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah. Tidak seperti logika klasik (*scrisp*)/ tegas, suatu nilai hanya mempunyai 2 kemungkinan yaitu merupakan suatu anggota himpunan atau tidak. Derajat keanggotaan 0 (nol) artinya nilai bukan merupakan anggota himpunan dan 1 (satu) berarti nilai tersebut adalah anggota himpunan.

Logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan" dan "sangat". Himpunan *fuzzy* digunakan untuk mengantisipasi hal tersebut. Seseorang dapat masuk dalam 2 himpunan yang berbeda, MUDA dan PAROBAYA, PAROBAYA dan TUA, dsb. Seberapa besar eksistensinya dalam himpunan tersebut dapat dilihat pada nilai keanggotaannya. gambar 2.7 menunjukkan himpunan *fuzzy* untuk variabel umur.



Gambar 2.9 Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel Umur  
[Sri Kusumadewi, 2002]

Fungsi Keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan.



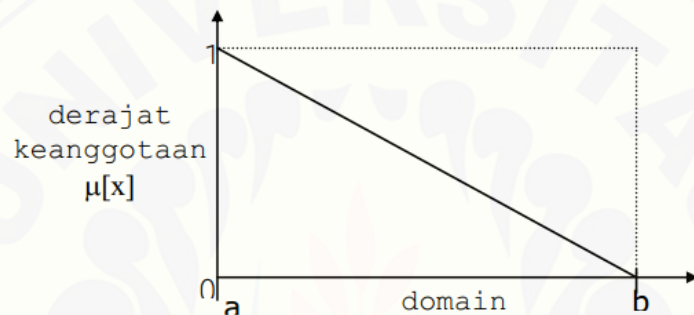
Gambar 2.10 Representasi Linier Naik  
[Sri Kusumadewi,2002]

Pada representasi linear, pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas.

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a) / (b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots(2.5)$$

Kedua, merupakan kebalikan yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah gambar 2.9.

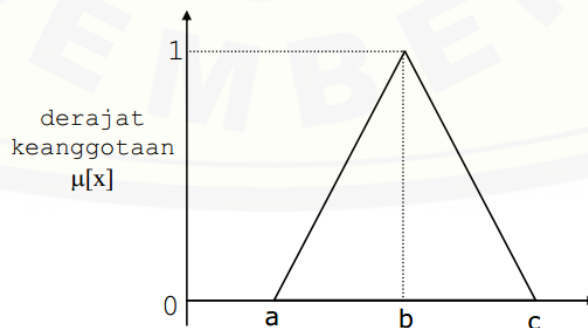


Gambar 2.11 Representasi Linier Turun [ Sri Kusumadewi,2002]

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} (b - x) / (b - a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots(2.6)$$

Kurva Segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear) seperti terlihat pada

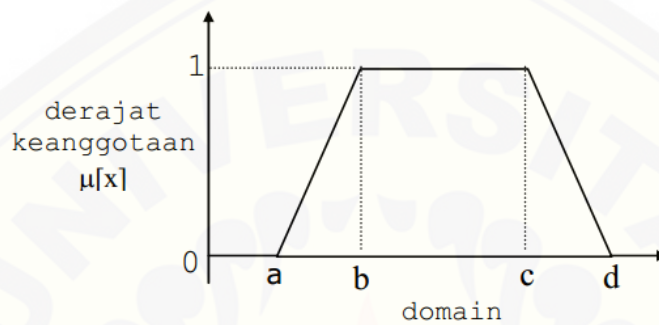


Gambar 2.12 Representasi Kurva Segitiga [ Sri Kusumadewi,2002]

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ (b - x)/(c - b); & b \leq x \leq c \end{cases} \dots\dots\dots(2.7)$$

Kurva Segitiga pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1



Gambar 2.13 Representasi Kurva Trapesium [ Sri Kusumadewi,2002]

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d - x)/(d - c); & x \geq d \end{cases} \dots\dots\dots(2.8)$$

**2.7.1 Fuzzifikasi**

Prosedur fuzzyfikasi merupakan proses untuk mengubah variabel non *fuzzy* (variabel numerik) menjadi variabel *fuzzy* (variabel linguistik). Nilai *error* dan delta *error* yang di kuantitasi sebelumnya diolah oleh kontroler logika *fuzzy*, kemudian diubah terlebih dahulu ke dalam variabel *fuzzy*.

**2.7.2 Penentuan Rulebase**

*Rulebase* merupakan sekelompok aturan *fuzzy* dalam hubungan dengan keadaan sinyal *input* dan *output*. *Rulebase* merupakan dasar dari pengambilan keputusan untuk mendapatkan aksi keluaran sinyal kontrol dari suatu kondisi

masukan yaitu *error* dan delta *error* dengan berdasarkan *rule-rule* yang telah ditentukan.

### 2.7.3 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses pemetaan dari hasil aksi kontrol *fuzzy* ke aksi kontrol non *fuzzy*.

Beberapa proyek teknologi yang dinilai digunakan dan memiliki prospek ekonomi yang cerah seperti (4) :

1. Dalam teknologi otomotif : sistem transmisi otomatis *fuzzy* dan pengendali kecepatan *idle fuzzy*.
2. Dalam teknologi transportasi :Pengendali *fuzzy* anti-slip untuk kereta listrik, sistem pengaturan lampu lalu lintas, dan pengendalian kecepatan kendaraan di jalan bebas hambatan.
3. Dalam peralatan sehari-hari : mesin cuci *fuzzy* dan *vacum cleaner fuzzy* dan lain-lain.
4. Dalam aplikasi industri di antaranya : industri kimia, sistem pengolahan kertas, dan lain-lain.

Masih banyak aplikasi lainnya yang sudah beredar sebagai alat kendali dan barang-barang elektronik berteknologi tinggi (Sri Kusumadewi, 2002).

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian untuk membuat *tuner* gitar otomatis portabel menggunakan metode *fuzzy logic* ini dilakukan di Laboratorium Sistem Kendali, Fakultas Teknik, Universitas Jember di Jl. Slamet Riyadi no. 62 Patrang, Jember. Pengujian frekuensi dilaksanakan di Jl. Nias Blok F no 04 tepatnya di kontrakan penulis. Pengujian frekuensi dilakukan dengan membanding *software* deteksi frekuensi yang ada pada komputer dan juga berada pada *smartphone* Android. Dengan dua *software* tersebut diharapkan mendapatkan kalibrasi frekuensi yang maksimal dengan *error* yang sedikit. Pengujian alat secara keseluruhan menggunakan tiga gitar yang berbeda, dengan ketentuan gitar seperti pada batasan masalah penelitian, karena jenis gitar yang bermacam-macam maka peneliti harus membatasinya supaya didapatkan hasil yang maksimal dari *tuner* gitar portabel otomatis menggunakan metode *fuzzy logic* ini .

#### 3.2 Tahapan Perancangan

Dalam proses pembuatan desain alat portabel *tuner* gitar otomatis portabel menggunakan metode *fuzzy logic*, dibutuhkan langkah-langkah perancangan antara lain sebagai berikut :

1) Studi literatur

Pada tahapan ini mencari referensi dari beberapa jurnal dan buku di antaranya:

- a. Pemahaman tentang cara kerja alat yang akan dibuat.
- b. Pemahaman tentang arsitektur mikrokontroler serta pemrogramannya.

2) Perancangan perangkat keras

Pada tahap ini dilakukan persiapan alat dan bahan yang diperlukan. Kemudian dilakukan desain rangkaian yang dibutuhkan dalam alat seperti rangkaian penguat dan desain knop pemutar .

3) Perancangan perangkat lunak

Pada tahap ini adalah pembuatan program pada Arduino Mega menggunakan Arduino IDE.

- 4) Pengujian perangkat keras dan perangkat lunak  
Pengujian perangkat penyusun sistem yang sudah dirancang, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak sebelum diintegrasikan menjadi sistem keseluruhan.
- 5) Integrasi sistem  
Mengintegrasikan perangkat penyusun sistem yang sudah dirancang, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak menjadi sistem keseluruhan.
- 6) Kalibrasi alat  
Tahap ini dilakukan agar alat yang digunakan dapat menampilkan nilai frekuensi dari setiap senar gitar .
- 7) Pengujian dan analisa sistem  
Menguji sistem yang telah terintegrasi supaya mendapatkan hasil yang sesuai dengan keinginan penulis.

### 3.3 Alat dan Bahan

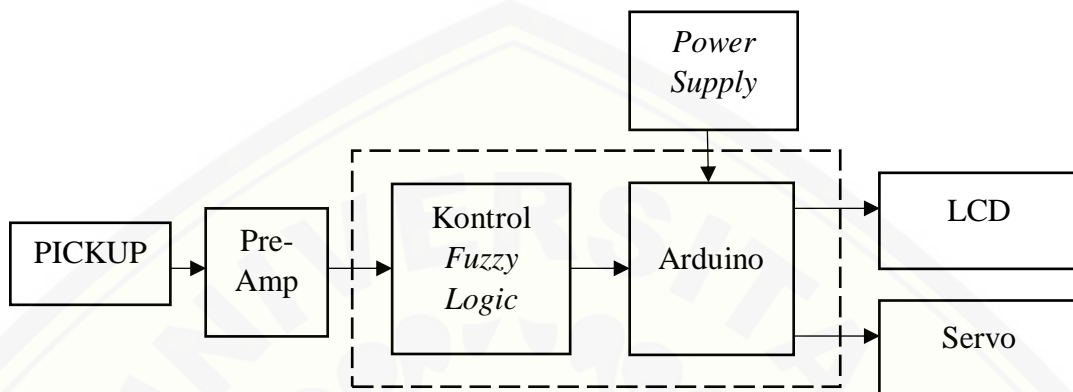
Untuk membuat alat portabel *tuner* gitar otomatis menggunakan metode *fuzzy logic*. Dibutuhkan alat dan bahan sebagai berikut ini :

1. Solder, PCB, timah dan beberapa komponen elektronika lain.
2. Arduino MEGA
3. Arduino IDE
4. AVO meter
5. Power *supply*
6. *Female 1/4 Microphone*
7. LCD 16x2
8. IC Op-Amp TL-082
9. PC/Laptop
10. *Pickup* Gitar Portabel
11. Motor Servo
12. Kabel



### 3.4 Desain Sistem

Untuk mempermudah dalam membuat sistem dalam alat secara keseluruhan maka diperlukan desainnya dahulu.

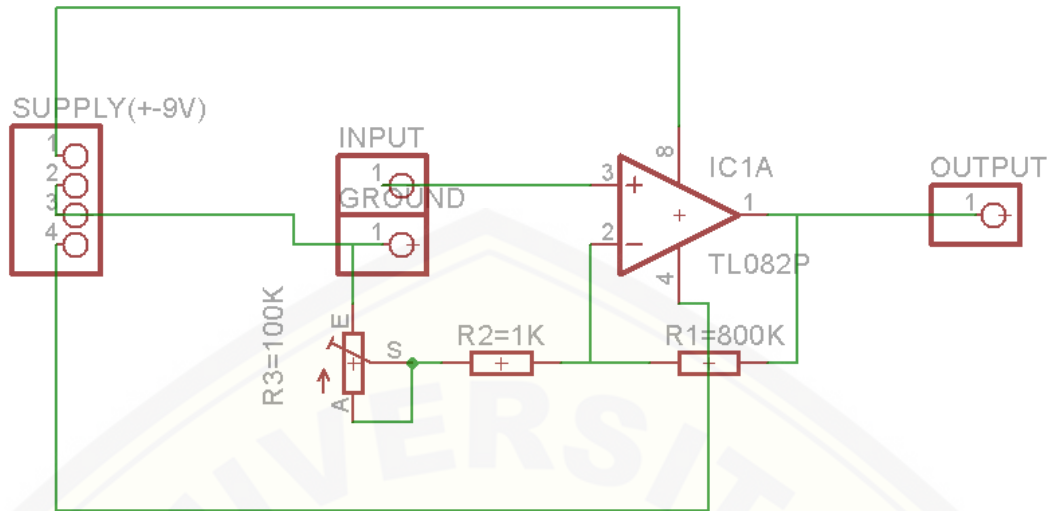


Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Pada gambar 3.1 terlihat alur dari sebuah sistem yang akan dibuat di mana *pickup* dari gitar yang difungsikan sebagai sensor akan menangkap frekuensi yang akan dikuatkan oleh *pre-amp* kemudian diolah menggunakan logika *fuzzy* dalam Arduino hasil pengolahan akan di aktualisasikan terhadap motor servo dan juga LCD.

### 3.5 Perancangan *Pre-Amp*

Karena tegangan dari *pickup* gitar yang berkisaran milivolt maka diperlukan perancangan *pre-amp* yang mampu menguatkan amplitudo sinyal. Penguat yang akan digunakan adalah *non inverting amplifier*, karena sinyal yang keluar agar tetap sama dan tidak membalik.



Gambar 3.2 Perancangan *Pre-Amp*

Untuk dapat di baca oleh Arduino maka sinyal dari *pickup* harus dikuatkan. *Pickup* gitar memiliki sinyal hanya 0,05V saat di petik sehingga diperlukan penguatan minimal 95 kali agar mendekati nilai 5V, dalam perancanganya dapat menggunakan rumus *non inverting* :

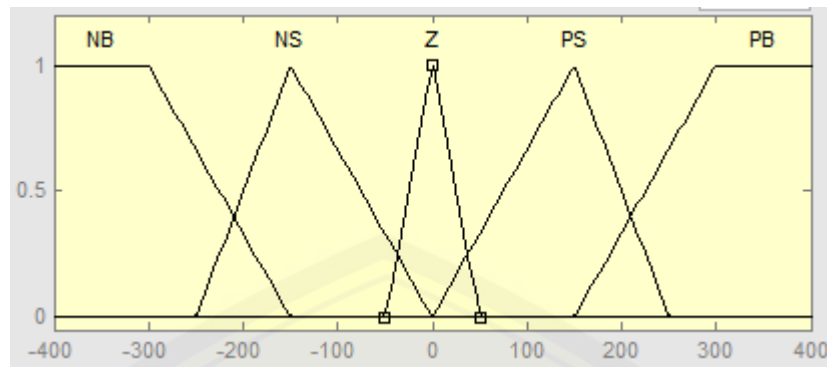
$$A_{cl} = \left( \frac{R_f}{R_1} + 1 \right) \dots \dots \dots (3.1)$$

$$R_i = \frac{800}{94} = 8,5K\Omega$$

Dari nilai tersebut dapat langsung di implementasikan pada rangkaian dengan memutar variabel resistornya, desain dari *pre-amp* ini di buat sefleksibel mungkin karena untuk mengatasi masalah yang timbul apabila terjadi penguatan yang berlebihan maupun terlalu kecil sehingga dibutuhkan sebuah *adjustment* yang mantap dan fleksibel.

### 3.6 Desain Kontrol *Fuzzy*

Dalam desain portabel *tuner* gitar otomatis menggunakan metode *fuzzy logic*, hanya menggunakan 1 *input* yaitu frekuensi sehingga penulis hanya menggunakan *error* dan *delta error*. Gambar 3.3 menjelaskan himpunan *fuzzy* untuk *eror*.



Gambar 3.3 Representasi Variabel *Fuzzy Error*

Variabel *error* di definisikan dengan lima himpunan *fuzzy* yaitu, NB untuk negatif besar, NS untuk negatif kecil, Z untuk nol, PS untuk positif kecil, dan PB untuk positif besar, di mana sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai *input* frekuensi di mana sumbu keanggotaannya sebagai berikut :

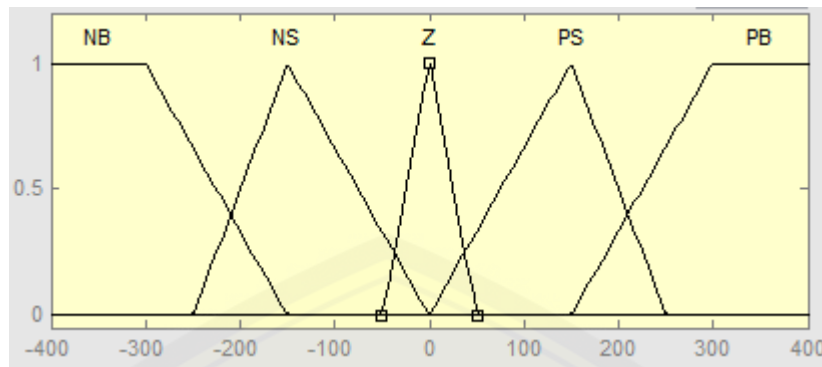
$$\mu_{NB} = \begin{cases} 1; x \leq -400 \\ 1; -400 \leq x \leq -300 \\ \frac{-150-x}{150}; -300 \leq x \leq -150 \end{cases} \dots\dots\dots(3.2)$$

$$\mu_{NS} = \begin{cases} 0; x \leq -250 \\ \frac{x-(-250)}{100}; -250 \leq x \leq -150 \\ \frac{-x}{150}; -150 \leq x \leq 0 \end{cases} \dots\dots\dots(3.3)$$

$$\mu_Z = \begin{cases} 0; x \leq -50 \text{ atau } x \geq 50 \\ \frac{x-0}{-50}; -50 \leq x \leq 0 \\ \frac{50-0}{50}; 0 \leq x \leq 50 \end{cases} \dots\dots\dots(3.3)$$

$$\mu_{PS} = \begin{cases} 0; x \leq 250 \\ \frac{250-x}{100}; 150 \leq x \leq 250 \\ \frac{x}{150}; 0 \leq x \leq 150 \end{cases} \dots\dots\dots(3.4)$$

$$\mu_{PB} = \begin{cases} 1; x \geq 400 \\ 1; 300 \leq x \leq 400 \\ \frac{x-150}{150}; 150 \leq x \leq 300 \end{cases} \dots\dots\dots(3.5)$$



Gambar 3.4 Representasi Variabel *Fuzzy Delta Error*

Untuk variabel *delta error* sama dengan variabel himpunan pada *error* sehingga didapatkan fungsi keanggotaan untuk setiap himpunan pada variabel *delta error* sebagai berikut

$$\mu_{NB} = \begin{cases} 1; x \leq -400 \\ 1; -400 \leq x \leq -300 \\ \frac{-150-x}{150}; -300 \leq x \leq -150 \end{cases} \dots\dots\dots(3.6)$$

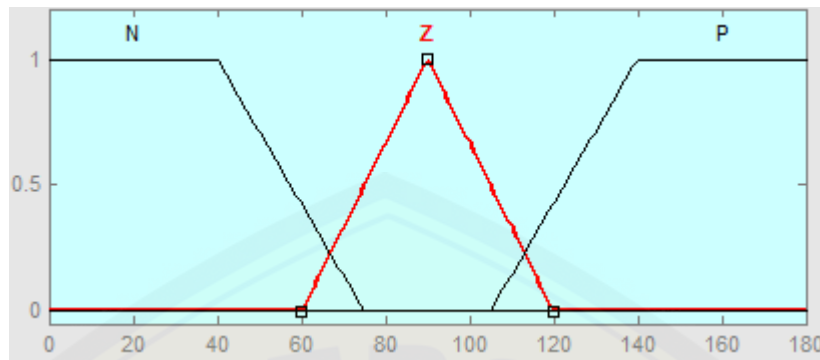
$$\mu_{NS} = \begin{cases} 0; x \leq -250 \\ \frac{x-(-250)}{100}; -250 \leq x \leq -150 \\ \frac{-x}{150}; -150 \leq x \leq 0 \end{cases} \dots\dots\dots(3.7)$$

$$\mu_Z = \begin{cases} 0; x \leq -50 \text{ atau } x \geq 50 \\ \frac{x-0}{-50}; -50 \leq x \leq 0 \\ \frac{50-0}{50}; 0 \leq x \leq 50 \end{cases} \dots\dots\dots(3.8)$$

$$\mu_{PS} = \begin{cases} 0; x \leq 250 \\ \frac{250-x}{100}; 150 \leq x \leq 250 \\ \frac{x}{150}; 0 \leq x \leq 150 \end{cases} \dots\dots\dots(3.9)$$

$$\mu_{PB} = \begin{cases} 1; x \geq 400 \\ 1; 300 \leq x \leq 400 \\ \frac{x-150}{150}; 150 \leq x \leq 300 \end{cases} \dots\dots\dots(3.10)$$

Dari dua *input* di atas maka dapat direpresentasikan dalam sebuah grafik *output* untuk menentukan keluaran sesuai dengan *set point* yang diinginkan oleh penulis dalam hal ini adalah putaran dari motor servo. sehingga didapatkan fungsi keanggotaan untuk setiap himpunan pada variabel *delta error* sebagai berikut



Gambar 3.5 Representasi Variabel *Fuzzy Output*

$$\mu_N = \begin{cases} 1; x \leq 0 \\ 1; 0 \leq x \leq 40 \\ \frac{75-x}{-35}; 40 \leq x \leq 75 \end{cases} \dots\dots\dots(3.11)$$

$$\mu_Z = \begin{cases} 0; x \leq 60 \text{ atau } x \geq 120 \\ \frac{x-60}{-30}; 60 \leq x \leq 90 \\ \frac{90-x}{-30}; 90 \leq x \leq 120 \end{cases} \dots\dots\dots(3.12)$$

$$\mu_P = \begin{cases} 1; x \leq 180 \\ 1; 140 \leq x \leq 180 \\ \frac{105-x}{-75}; 105 \leq x \leq 180 \end{cases} \dots\dots\dots(3.13)$$

dari *input error* dan *delta error* yang telah di rancang oleh penulis memiliki sebuah *rule base* sebagai aturan dalam logika *fuzzy* ini, aturan-aturan tersebut disusun sebaik mungkin agar didapatkan sistem yang andal dalam mencapai *set point* yang di inginkan penulis. Dalam perkuliahan di jelaskan bahwa *rule base* dalam suatu sistem logika *fuzzy* tidak mengharuskan banyaknya aturan tetapi seberapa efisien aturan-aturan tersebut dalam mencapai *set point* yang di inginkan oleh penulis, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini mengenai *rule base* dalam sistem.

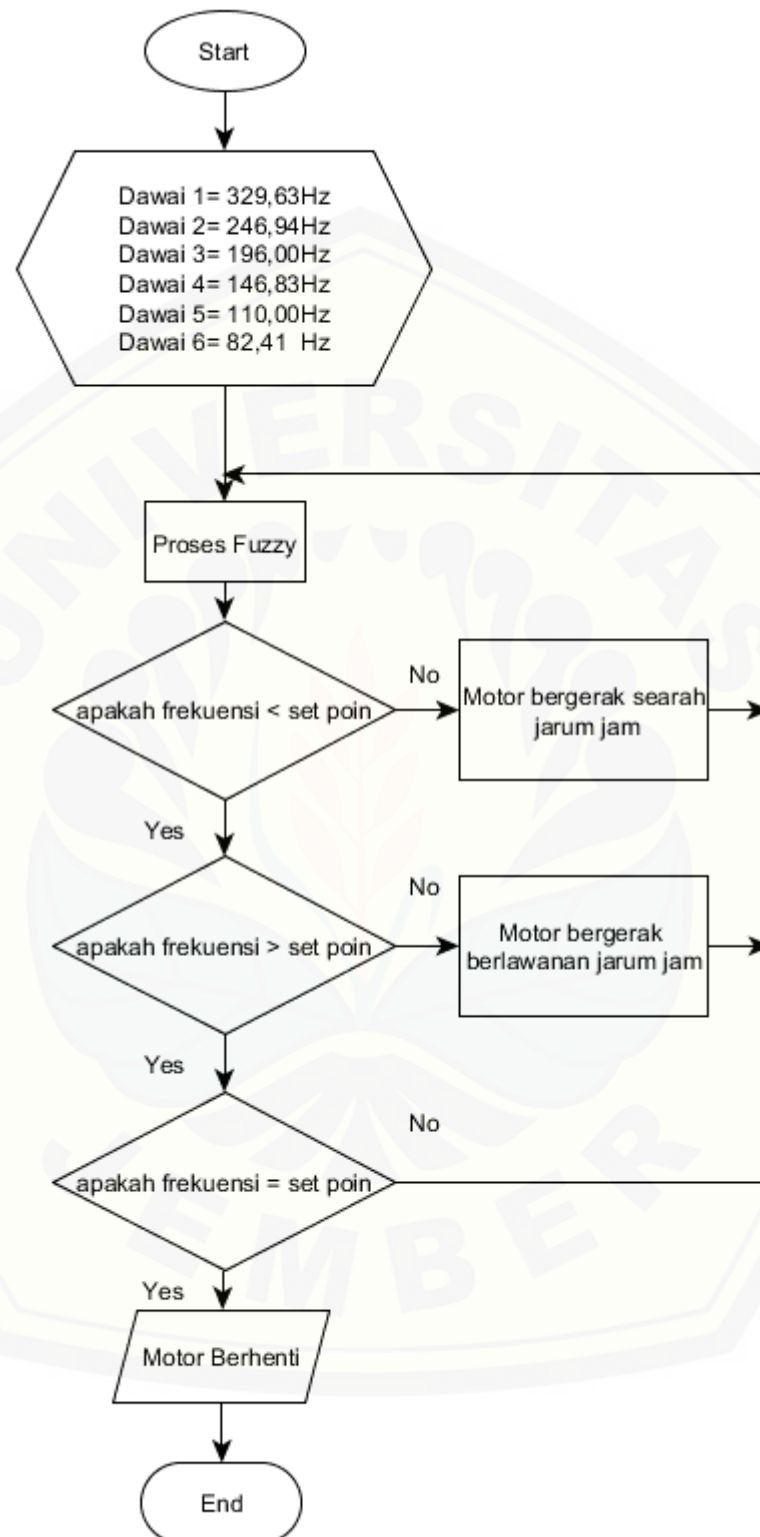
Tabel 3.1 *Rule Base*

$\Delta E$ \ E	NB	NS	Z	PS	PB
NB	P	P	P	P	N
NS	P	P	P	N	N
Z	P	P	Z	N	N
PS	P	N	N	N	N
PB	P	N	N	N	N

Pada desain logika *fuzzy* ini sistem akan memiliki *rotary switch* enam *output* yang mewakili setiap frekuensi pada setiap dawai gitar sehingga setiap *output rotary* akan memicu *set point* frekuensi yang akan diinginkan yang memiliki nilai yang berbeda-beda.

### 3.7 *Flowchart* Sistem

Dalam pembuatan *tuner* gitar otomatis portabel menggunakan metode *fuzzy logic* mempunyai diagram alur sistem sebagai acuan dalam proses pembuatan perangkat lunak maupun perangkat kerasnya, dari gambar 3.6 bahwa diagram alir dimulai dari *start* kemudian dilanjutkan inisialisasi *input output* berupa pilihan dawai senar mana yang akan di *tuning* lalu frekuensi sekarang akan ditampilkan pada LCD yang akan masuk ke dalam sistem *fuzzy* setelah itu terjadi proses *tuning* apakah sudah mencapai frekuensi yang diinginkan atau belum motor akan berputar dan akan berhenti bila frekuensi sudah terpenuhi, begitulah alur dari diagram alir yang dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Diagram Alir Sistem

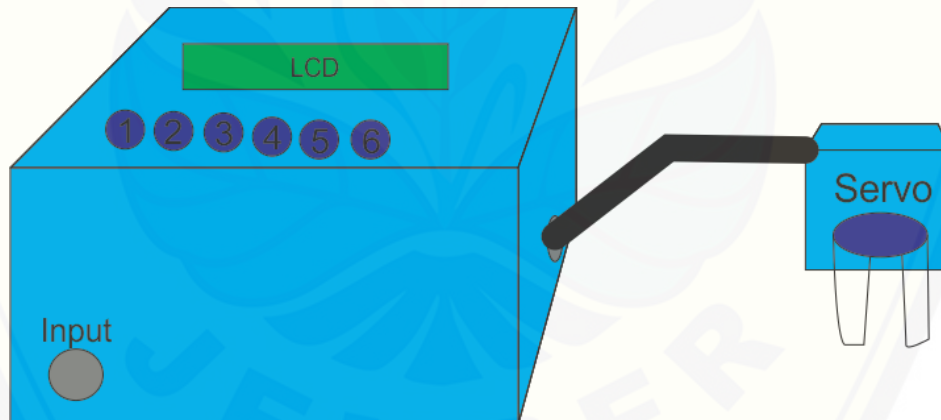
### 3.8 Cara Penggunaan Alat

Untuk memperjelas langkah-langkah dalam menjalankan alat *tuner* ini maka perlu dibuat sebuah petunjuk supaya tidak terjadi kesalah pahaman yang menimbulkan kebingungan.

1. Pasang *pickup* pada lubang tabung gitar.
2. Pasang keenam motor servo pada *knob* gitar.
3. Pilih pada *selector switch* mana nada senar yang akan di *tuning*.
4. Hidupkan semua saklar pada alat *tuner*
5. Petik senar yang akan di-*tuner* terus menerus sampai servo berhenti menandakan frekuensi sudah cocok dengan *set poin*.
6. Ulangi langkah ketiga dengan mengganti senar yang akan di *tuning*.

### 3.9 Rancangan Alat

#### 3.9.1 Rancangan Alat Awal



Gambar 3.7 Desain Alat portabel

Dari gambar 3.7 di atas dapat diamati bahwa desain dari alat *tuner* gitar otomatis portabel, setiap bagian memiliki fungsi yang menunjang alat dalam melakukan *tuning* terhadap gitar, *input* di atas adalah masuknya *jack* audio yang berasal dari *pickup* gitar untuk mendapatkan frekuensi yang diinginkan sedangkan tombol satu sampai dengan enam adalah tombol yang digunakan untuk mengubah dari setiap frekuensi senar gitar yang diinginkan frekuensi pada tombol-tombol ini

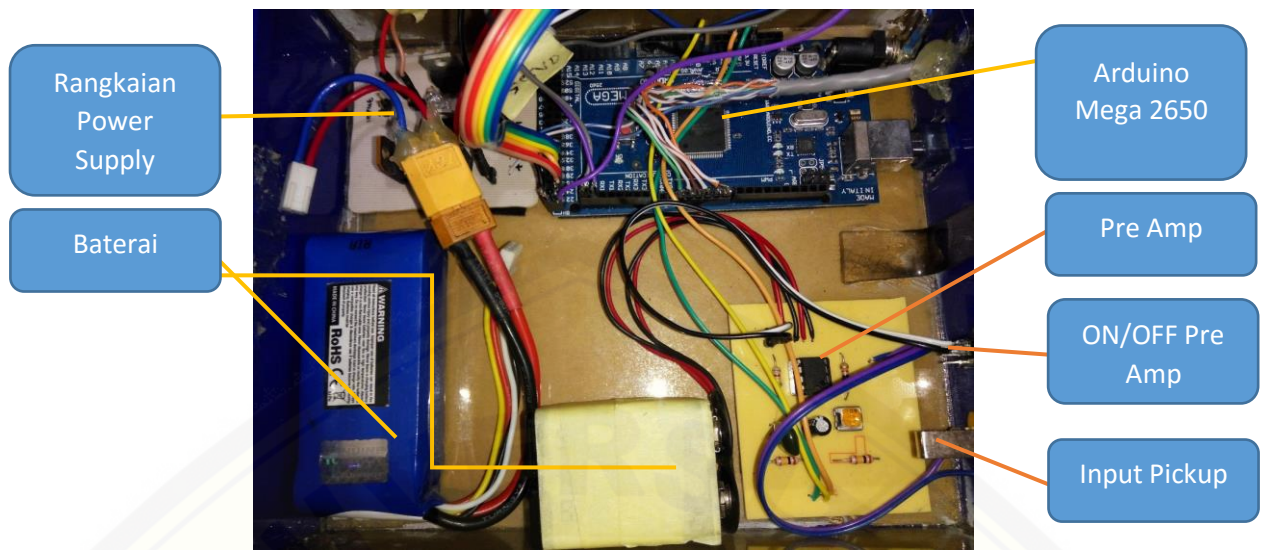


adalah frekuensi untuk setiap *set point* , setelah didapatkan nilai senar gitar yang diinginkan maka servo akan berputar.

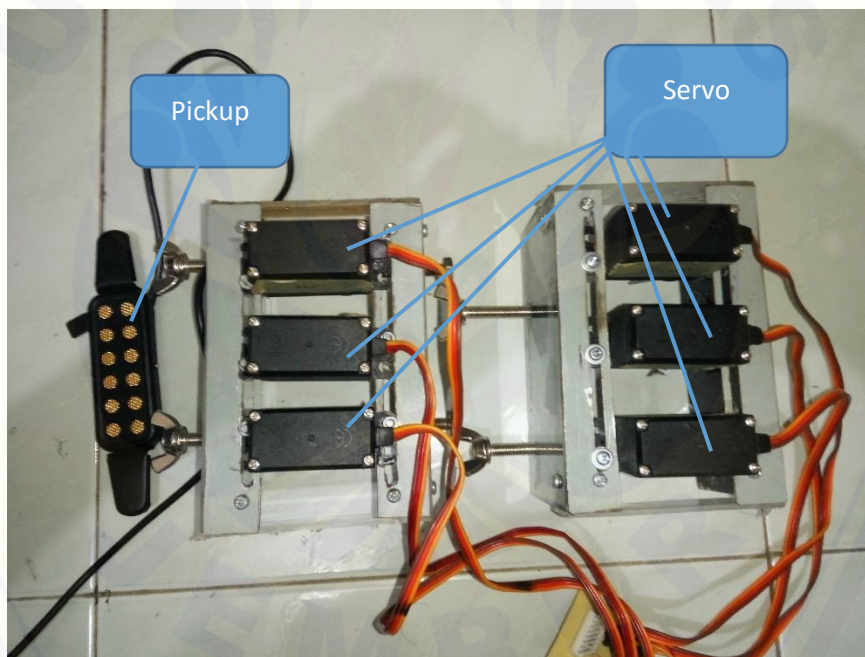
### 3.9.2 Rancangan Alat Akhir



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.8 (a) Tampak Depan, (b) Tampak Dalam dan (c) Servo dan *Pickup* Rancang Bangun Alat *Tuner* Gitar

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dari penelitian yang berjudul “*tuner gitar otomatis portabel menggunakan metode fuzzy logic*” didapatkan beberapa kesimpulan antara lain :

1. Hasil pengujian frekuensi dari dua program deteksi frekuensi yang menunjukkan *error* di bawah 1%. Pada frekuensi senar keenam diperoleh *error* 0,25%, senar kelima 0,18%, senar keempat 0,08%, senar ketiga 0,5%, senar kedua 0,15%, senar pertama 0,19% . (Terdapat pada tabel 4.2, tabel 4.3, tabel 4.4, tabel 4.5, tabel 4.6, tabel 4.7 halaman 34,35,36)
2. Alat yang dirancang sudah sesuai dengan yang diharapkan dengan menggunakan 6 servo dapat melakukan *tuning* dengan *error* persen rata-rata 0,45% dan waktu rata-rata *tuning* 6,2 detik untuk gitar pertama, untuk gitar kedua *error* persen rata-rata 0,78% dan waktu rata-rata 6,5 detik, dan untuk gitar ketiga *error* persen rata-rata 0,41% dan waktu yang dibutuhkan untuk *tuning* rata-rata adalah 5,6 detik (Terdapat pada tabel 4.8-4.24 halaman 41-44, 46-49, 50-53)
3. Desain kontrol *fuzzy* dengan menggunakan *25 rule base* yang didesain peneliti sudah mampu dalam mengontrol putaran servo sehingga mencapai *set point* yang dikehendaki dengan *error* rata-rata 0,45%, 0,78%, 0,41% dari *set point*. (terdapat pada tabel 3.2, tabel 4.8-4.24, dan tabel 4.10 halaman 30, 41-44, 46-49, 50-53)

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan analisa dari penelitian yang telah dilakukan maka penulis memberikan saran untuk pengembangan penelitian berikutnya antara lain sebagai berikut :

1. Untuk meningkatkan respon sistem dan memperhalus kerja motor servo dalam memutar *knob* dapat menggunakan metode kontrol *hybrid* PID dan *fuzzy logic*.
2. Untuk membuat alat yang lebih sempurna tanpa ada banyak kabel sehingga mempermudah proses *tuning* dapat menggunakan sistem *wireless* untuk kontrol motor servo ke Arduino.
3. Untuk lebih menyempurnakan deteksi frekuensi dapat ditambahkan algoritma untuk mendeteksi *chord* gitar.

**DAFTAR PUSTAKA**

Abdul Khadir. 2013. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. Yogyakarta : Andi Publisher.

Am Rois. 2011. *Pengaturan Posisi Motor Servo Dc Dengan Metode Fuzzy Logic*. Surabaya : Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.

Dipraj dan A.K Pandey. 2012. *Speed Control Of D.C. Servo Motor By Fuzzy Controller*. India: Department M. M. M. Engineering College.

Hanip Adzar. 2015. *Sistem Penyeteman Nada Dawai Gitar Otomatis Dengan Motor Servo Continuous Menggunakan Kontroler PID Berbasis Arduino Mega 2560*. Malang : Universitas Brawijaya.

Malvino, Barmawi. 1985. *Prinsip-Prinsip Elektronika Jilid 2*. Jakarta : Erlangga.

Pujiono. 2012. *Rangkaian Elektronika Analog*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Randi Yusuf Nasution. 2015. *Perancangan Dan Implementasi Tuner Gitar Otomatis Dengan Penggerak Motor Servo Berbasis Arduino*. Bandung : Universitas Telkom.

Reza Maulana. 2013. *Implementasi Kendali PID Pada Penala Nada Gitar Otomatis*. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.

Sri Kusumadewi. dan Sri Hartanti. 2006. *NEURO FUZZY : Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf*. Yogyakarta. Graha Ilmu.

Sri Kusumadewi. 2002. *Analisis & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Timothy J. Ross .2004. *Fuzzy Logic With Engineering Applications*. USA : University of New Mexico.

Yodyium Tipsuwan.dan Mo-Yuen Chow, M.Y. 1999. *Fuzzy Logic Microcontroller Implementation For Dc Motor Speed Control*.USA : Department of Electrical and Computer Engineering.

