

TUNER GITAR OTOMATIS PORTABEL MENGGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC*

Rizky Toursiadi

rizky.toursiadi@gmail.com
Universitas Jember

M. Agung Prawira Negara

mohagungpn@gmail.com
Universitas Jember

Sumardi

smardi10@gmail.com
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 secara teori 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 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 — arduino, deteksi frekuensi, *fuzzy logic*

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 in theory 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 software. 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 — arduino, frequency detection, *fuzzy logic* .

I. PENDAHULUAN

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.

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 sesuai dengan Tabel I, sudah banyak peneliti yang meneliti tentang *tuning* gitar tetapi kebanyakan dari peneliti-peneliti memfokuskan diri pada frekuensinya agar mendapatkan *error* frekuensi yang rendah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

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.[1]

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.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Desain Sistem

Pada Gbr. 1 terlihat alur dari sebuah sistem yang akan dibuat dimana 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.

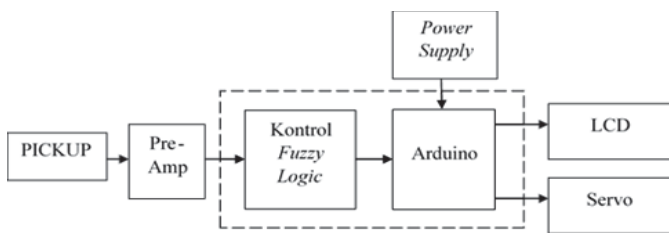
B. Perancangan Pre-Amp

Karena tegangan dari pickup gitar yang berkisaran milivolt maka diperlukan perancangan pre-amp yang mampu menguatkan amplitudo sinyal. Penguat (amplifier) adalah rangkaian yang menerima sinyal pada masukan dan menghasilkan keluaran yang tidak berubah tetapi lebih besar amplitudonya.[2] Penguat yang akan digunakan adalah non inverting amplifier, karena sinyal yang keluar agar tetap sama dan tidak membalik.

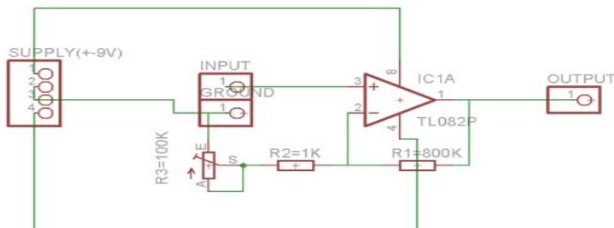
Pickup gitar memiliki sinyal hanya 0,05V saat di petik sehingga diperlukan penguatan minimal 95 kali agar mendekati nilai 5V. Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai desain Pre-amp dapat dilihat pada Gbr. 2.

TABEL I
TITINADA STANDAR GITAR

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



Gbr. 1 Blok diagram sistem



Gbr. 2 Perancangan pre-amp

C. Desain Kontrol Fuzzy

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.[3]

Dalam desain portabel tuner gitar otomatis menggunakan metode fuzzy logic, hanya menggunakan 1 input yaitu frekuensi sehingga penulis hanya menggunakan error dan delta error. Gbr. 3 menjelaskan himpunan fuzzy untuk 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, dimana sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input frekuensi.

Pada Gbr. 4 dapat dilihat himpunan fuzzy untuk 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

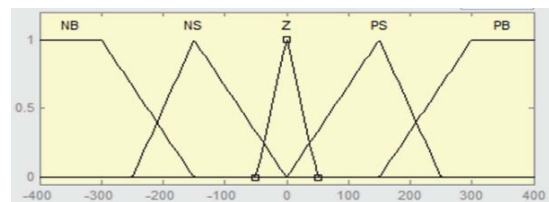
$$\mu_{NB} = \begin{cases} 1; x \leq -400 \\ 1; -400 \leq x \leq -300 \\ \frac{-150-x}{150}; -300 \leq x \leq -150 \\ 0; x \geq -150 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{NS} = \begin{cases} \frac{x-(-250)}{100}; -250 \leq x \leq -150 \\ \frac{-x}{150}; -150 \leq x \leq 0 \\ 0; x \leq -50 \text{ atau } x \geq 50 \end{cases} \quad (2)$$

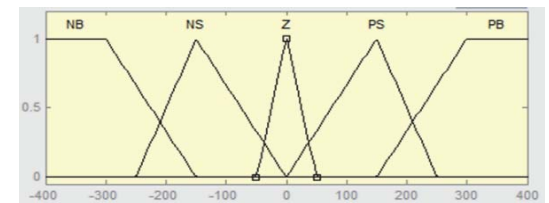
$$\mu_Z = \begin{cases} \frac{x-0}{-50}; -50 \leq x \leq 0 \\ \frac{50-x}{50}; 0 \leq x \leq 50 \\ 0; x \leq -50 \text{ atau } x \geq 50 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{PS} = \begin{cases} \frac{250-x}{100}; 150 \leq x \leq 250 \\ \frac{x}{150}; 0 \leq x \leq 150 \\ 0; x \leq 250 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{PB} = \begin{cases} 1; x \geq 400 \\ 1; 300 \leq x \leq 400 \\ \frac{x-150}{150}; 150 \leq x \leq 300 \end{cases} \quad (5)$$



Gbr. 3 Representasi variabel fuzzy error



Gbr. 4 Representasi Variabel Fuzzy Delta Error

Dari dua *input* di atas maka dapat direpresentasikan dalam sebuah grafik *output* yang dapat dilihat pada Gbr. 5 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 *output* sebagai berikut.

$$\mu_N = \begin{cases} 1; x \leq 0 \\ 1; 0 \leq x \leq 40 \\ \frac{75-x}{-35}; 40 \leq x \leq 75 \end{cases} \quad (6)$$

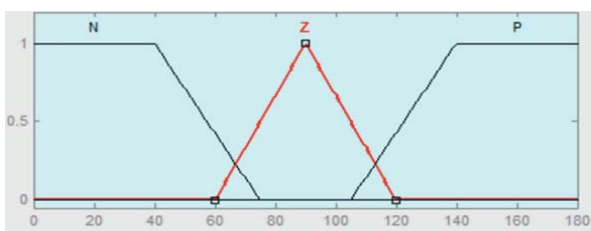
$$\mu_Z = \begin{cases} 0; x \leq 60 \text{ atau } x \geq 120 \\ \frac{x-60}{-30}; 60 \leq x \leq 90 \\ \frac{90-x}{-30}; 90 \leq x \leq 120 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_P = \begin{cases} 1; x \leq 180 \\ 1; 140 \leq x \leq 180 \\ \frac{175-x}{-75}; 105 \leq x \leq 180 \end{cases} \quad (8)$$

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 II mengenai *rule base* dalam sistem.

TABEL II
RULE BASE

ΔE \	E	NB	NS	Z	PS	PB
NB	P	P	P	P	P	N
NS	P	P	P	P	N	N
Z	P	P	P	Z	N	N
PS	P	N	N	N	N	N
PB	P	N	N	N	N	N



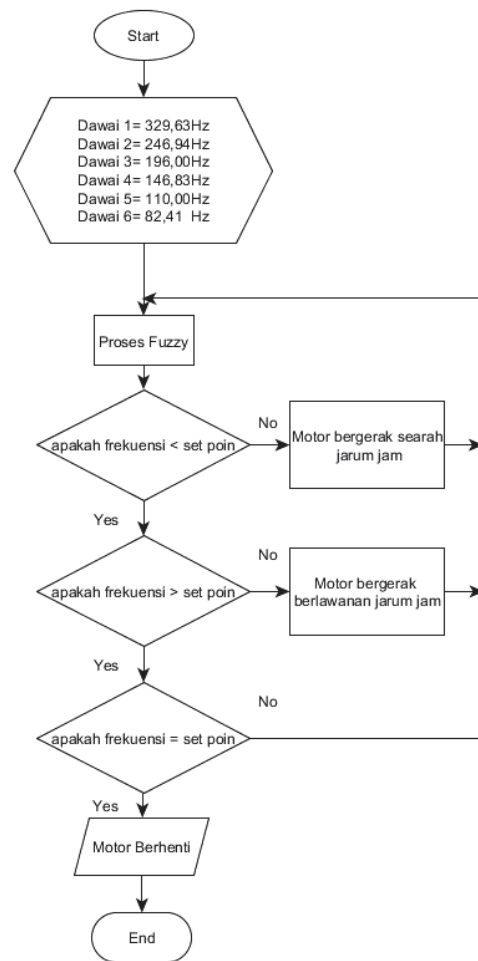
Gbr. 5 Representasi variabel *fuzzy output*

D. Flowchart Sistem

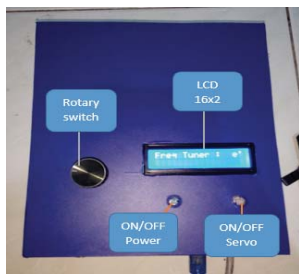
Pada Gbr. 6 dapat dilihat diagram alir sistem secara keseluruhan. Diagram alir tersebut menunjukkan bagaimana proses alat bekerja dari awal pengambilan kondisi awal dawai sampai proses *tuning* menggunakan servo atau motor.

E. Rancangan Alat

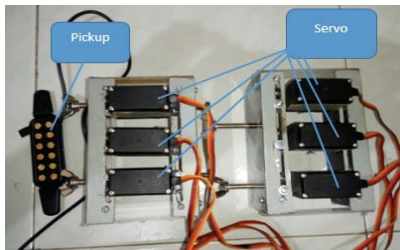
Alat yang dihasilkan untuk melakukan proses *tuning* senar gitar akustik menggunakan metode *fuzzy logic* dapat dilihat pada Gbr. 7. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa alat yang dibuat terdiri dari dua bagian utama yaitu kotak utama dimana terdapat tombol untuk mengaktifkan alat dan lcd untuk menampilkan hasil pengukuran sensor serta rangkaian servo atau motor yang dipergunakan untuk melakukan *tuning* pada senar gitar.



Gbr. 6 Diagram alir sistem



(a)



(b)

Gbr. 7 (a) Tampak depan (b) servo dan pickup rancang bangun alat tuner gitar

TABEL III
PENGUJIAN PRE-AMP

NO	Vin	Vout	Penguatan	Gambar Sinyal
1	20mVpp	1,8Vpp	91x	
2	40mVpp	3,8Vpp	96x	
3	100mVpp	9,6Vpp	97x	
4	500mVpp	17Vpp	Saturasi	
Rata-rata			94,6x	

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

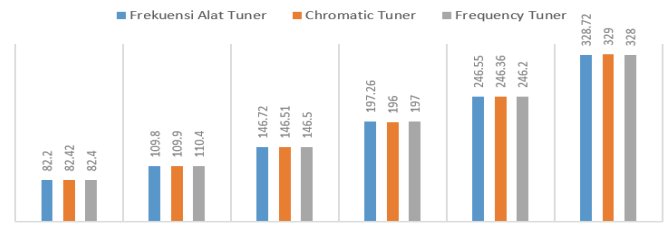
C. Pengujian Pre-Amp

Dalam pengujian pada Tabel III terlihat bahwa pre-amp telah mampu dengan baik dalam hal melakukan penguatan sinyal dengan amplitudo rendah, dalam pengujian ini menggunakan audio generator yang di setel nilai input-nya sesuai dengan tabel .

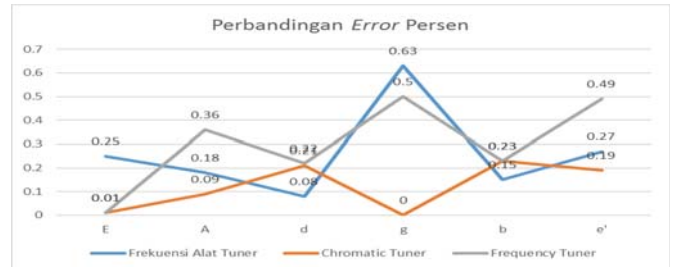
F. Pengujian Frekuensi Alat Tuner

Dari Gbr. 8 diketahui bahwa antara pengujian dan frekuensi Arduino didapatkan bentuk grafik yang berimpit ini membuktikan bahwa frekuensi pada Arduino sudah sesuai atau terkalibrasi secara sempurna dengan error persen yang sedikit dan di ambang toleransi, grafik di atas juga membuktikan bahwa kinerja dari pembacaan frekuensi oleh Arduino sudah sangat baik bila dilihat dari error persennya karena grafik pada Gbr. 8 merupakan hasil rata-rata dari 10 kali pengujian dan di olah menjadi bentuk grafik

HASIL PENGUJIAN FREKUENSI



Gbr. 8 Grafik hasil pengujian



Gbr. 9 Grafik perbandingan error persen

G. Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari alat tuner gitar otomatis portabel menggunakan fuzzy logic dengan cara mengimplementasikan langsung pada objek yang akan di uji, dalam hal ini objek yang akan di uji adalah gitar akustik dengan senar baja, untuk pengujiannya sendiri dilakukan dengan menurunkan terlebih dahulu frekuensi pada ke enam senar gitar dan mengondisikan senar pada keadaan tidak tuning lalu dilakukan tuning dengan alat tuner gitar otomatis portabel menggunakan metode fuzzy logic dan diperoleh rata-rata frekuensi akhir setelah tuning sebesar 81,7Hz dengan waktu 4,5 detik, sedangkan set point dari fuzzy logic sebesar 82,41Hz sehingga dari perbedaan ini dapat diperoleh nilai error persen dengan rumus $\frac{HT - HP}{HT} \times 100\%$ HT adalah set point dan HP adalah hasil akhir setelah tuning, dari nilai tersebut didapatkan error persen sebesar 0,71% untuk senar nomor enam nilai ini masih diambang toleransi mengingat error yang didapat sangat kecil.

Selanjutnya adalah senar nomor lima atau A dengan ketentuan frekuensi atau set point 110Hz, sebelum melakukan pengujian senar nomor lima diturunkan frekuensinya kemudian dilakukan tuning dengan alat dan didapatkan hasil rata-rata frekuensi setelah tuning menjadi 111,14Hz dalam rata-rata waktu 6,07 detik dari nilai frekuensi tersebut dapat digunakan untuk menghitung rata-rata error persen sebesar 1,01% nilai error ini masih bisa ditoleransi karena masih di ambang batas yaitu dibawah 10% walaupun dalam hal tuning gitar error 5% sudah berubah nadanya. Selanjutnya adalah untuk senar nomor empat atau di senar ini memiliki nilai standar frekuensi sebesar 146,8Hz yang juga dijadikan set point dalam kontrol fuzzy, senar ini dikondisikan dalam keadaan lebih rendah dari set point sesuai batasan masalah peneliti lalu dilakukan tuning dan didapatkan hasil rata-rata frekuensi akhir sebesar 146,2Hz dengan waktu rata-rata 7,6 detik dari nilai tersebut dapat diperoleh error persen rata-rata sebesar 0,42%. Kemudian dilanjutkan dengan senar nomor

V. KESIMPULAN

tiga dengan frekuensi standar sebesar 196Hz sekaligus menjadi *set point* dalam sistem, sama seperti sebelumnya frekuensi pada senar ke tiga ini juga diturunkan lalu dilakukan *tuning* dan didapatkan hasil rata-rata frekuensi akhir 195,5Hz dalam rata-rata waktu 5,1 detik dari hasil ini digunakan untuk menghitung nilai *error* persen dan didapatkan nilai rata-rata sebesar 0,24%. Lalu sampai pada senar nomor dua dengan nilai frekuensi standar sebesar 246,94Hz yang juga menjadi *set point*, pada senar ini juga mendapatkan perlakuan yang sama yaitu diturunkan frekuensinya kemudian dilakukan *tuning* dan didapatkan nilai frekuensi rata-rata sebesar 246,6Hz dalam rata-rata waktu 6,41 detik dari nilai ini digunakan untuk menghitung *error* persen dan didapatkan nilai rata-rata *error* persen sebesar 0,11%. Dan yang terakhir adalah senar nomor satu dengan nilai frekuensi dan *set point* sebesar 329,63Hz lalu senar nomor enam diturunkan frekuensinya lalu dilakukan *tuning* sehingga mendapatkan nilai rata-rata frekuensi akhir sebesar 330,7Hz dengan rata-rata waktu *tuning* 7,5 detik dari hasil tersebut digunakan untuk mencari nilai *error* persen rata-rata sebesar 0,31%.

Dari semua hasil pengujian *tuner* gitar otomatis portabel dengan menggunakan metode *fuzzy logic* yang perbandingan eror persen dapat terlihat pada Gbr. 9, proses *tuning* secara otomatis dapat dilakukan dengan waktu yang *relative* singkat. Nilai *error* persen relatif sedikit dengan rata-rata 0,55%. 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.

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% .
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.
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*.

REFERENSI

- [1] Hanip Adzar. 2015. “Sistem Penyeteman Nada Dawai Gitar Otomatis Dengan Motor Servo *Continuous* Menggunakan Kontroler PID Berbasis Arduino Mega 2560”. Malang: Universitas Brawijaya.
- [2] Pujiono. 2012. *Rangkaian Elektronika Analog*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [3] Sri Kusumadewi. dan Sri Hartanti. 2006. *NEURO FUZZY : Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf*. Yogyakarta. Graha Ilmu

