

PENGEMBANGAN PEDAL EFEK GITAR ELEKTRIK MENGUNAKAN ARDUINO

Martin Clinton Tosima Manullang¹⁾, R. Rizal Isnanto²⁾, Eko Didik Widiyanto²⁾

Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jalan Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia

Abstract — The guitar has become common entertainment show at the moment. Devices Arduino controller board is present as a central processing for a variety of processing requirements, one of which is processing the sound. So the goal is achieved from this study was to test the Arduino as a controller device that is used in the effect processing.

This study uses the waterfall method of development. Steps being taken begins with identifying needs and then proceed with the process of designing both the hardware and software. Then proceed with the testing design. In the testing phase used 3 kinds of testing, those are hardware testing, test using the software, and testing using respondents.

The test results showed that the Arduino can be used as a controller of guitar sound processing with two inputs and outputs. It was also found that the true bypass pedal interface can change the path of the guitar input to be routed directly to the output. Other interfaces available on the system is also functioning as it should and can set values that affect the processing of voice. Based on the test results with the respondents, producing a sound that is quite good, has a full feature, and quite easy to operate.

Keywords : *guitar effect pedal, digital signal processing, signal conversion, sound processing*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, setiap bidang kerja sangat erat kaitannya dengan kemajuan teknologi. Dengan adanya teknologi, manusia telah banyak dibantu dan dipermudah di tiap aspek kehidupan. Begitu juga dengan dunia hiburan, tentunya dipermudah melalui teknologi yang membantu para seniman untuk dapat berkreasi dan menampilkan sesuatu berbeda. Di samping itu,

perkembangan teknologi sistem tertanam juga membantu para musisi dalam mengeksplorasi efek-efek gitar yang ada.

Pedal efek adalah sebuah perangkat berbentuk pedal yang melakukan pengolahan suara dari gitar elektrik. Pedal efek sudah lama digunakan oleh musisi-musisi dari awal tahun 1900 hingga saat ini berubah menjadi sebuah kebutuhan bagi para musisi. menjadi bagian dari musisi yang menuntut kemudahan dan kualitas dalam mentransformasikan suara asli instrumen terutama pada alat musik gitar. Memodifikasi suara asli dari instrumen merupakan salah satu cara yang dilakukan untuk bisa menyesuaikan suasana musik terhadap makna dari lagu. Selain dituntut untuk bisa bekerja waktu nyata, pedal efek juga harus bebas dari derau yang mengganggu serta mudah digunakan. Masalah yang sering timbul dari perangkat tersebut biasanya berupa derau dan tunda antara masukan hingga keluaran. Solusi yang dapat menyelesaikan permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan perangkat kontroler yang baik dan algoritma pemrograman yang tepat.

Seiring berkembangnya pedal efek, sistem efek analog mulai ditinggalkan para musisi dan beralih kepada sistem digital, dimana pada sistem ini banyak keunggulan yang diberikan serta kemudahan dalam menciptakan sistem yang lebih handal, walaupun tidak semua jenis pedal efek saat ini menggunakan sistem digital. Sistem digital pada pedal efek membutuhkan konverter baik itu converter ADC maupun DAC sebagai pengubah sinyal agar dapat diproses. Selain membutuhkan converter, pedal efek dengan sistem digital tentu juga membutuhkan sistem pemrosesan dan memori untuk dapat mengolah gelombang yang telah menjadi digital.

Menurut Amanda, Arduino sebagai salah satu controller single-board yang bersifat open-source dapat dijadikan controller untuk pengolahan sinyal suara secara digital. Tentunya dengan menggunakan sistem Arduino, pedal efek harus dapat memberikan kinerja yang sama baiknya dengan efek digital maupun analog yang digunakan para

gitaris. Tentu juga pengembangan pedal efek gitar menggunakan Arduino ini juga dapat terbebas dari derau dan gangguan-gangguan lainnya yang dapat mengurangi keindahan suara dari gitar itu sendiri. Selain daripada itu, pengembangan pedal efek gitar menggunakan Arduino juga diharapkan dapat memberikan kemudahan dalam pemrograman untuk menyusun algoritma program yang digunakan dalam memproses sinyal masukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, dapat dibuat suatu perumusan masalah sebagai berikut :

“Bagaimana mengembangkan pedal efek gitar dengan menggunakan mikrokontroler single-board Arduino yang baik dan dapat diprogram sesuai dengan efek yang dibutuhkan”.

1.3 Batasan Masalah

Tugas akhir ini membatasi batasan masalah yang dibahas untuk menghindari pembahasan diluar penelitian. Batasan masalah:

1. Sistem menggunakan Arduino Due dengan papan rangkaian.
2. Baris kode yang diprogram pada perangkat keras menyesuaikan kebutuhan efek seperti efek berjenis *stompbox*
3. Kode perangkat lunak ditulis menggunakan compiler Arduino dengan bahasa C
4. Antarmuka yang terpasang pada Arduino berupa potensiometer, switch, LED, dan true-bypass button
5. Jenis modifikasi efek yang akan diuji sebanyak 2 buah
6. Pedal efek yang dikembangkan hanya sebatas purwarupa sehingga tidak membutuhkan desain *cover*

1.4 Tujuan Penelitian

1. Menjadikan penelitian ini sebagai referensi pengembangan pedal efek gitar baik pengembang perangkat keras maupun perangkat lunak agar dapat melakukan eksplorasi yang lebih baik lagi
2. Terciptanya alternatif pedal efek gitar digital dengan Arduino yang dapat dieksplorasi baik oleh gitaris ataupun pengembang

II. DASAR TEORI

Penelitian yang akan dilakukan berlandaskan pada berbagai teori yang memungkinkan tujuan penelitian dapat tercapai. Teori-teori tersebut menjadi dasar yang membangun penelitian dengan memberikan definisi dan penjabaran yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian, berikut Landasan Teori tersebut.

2.1 Pedal Efek Gitar

Efek Gitar adalah komponen penting dalam rantai produksi suara gitaris akhir-akhir ini. Efek gitar muncul dalam tiga konfigurasi umum. Compact pedal (*stomp boxes*), multi-efek pedal, dan rack-mount efek. Pedal

Efek Gitar juga dibedakan menjadi Analog dan Digital menurut cara pengolahan sinyalnya. Pada umumnya, efek gitar dikembangkan secara digital agar memiliki fungsi lebih daripada efek analog itu sendiri (U. Zolzer, 2002). Efek gitar dengan pemrosesan digital membutuhkan Digital Processing Unit berupa controller untuk mengolah sinyal digital hasil konversi dari perangkat ADC. Gambar 1.1 menunjukkan satu set pedal efek gitar yang tersusun rapi di atas papan pedal.

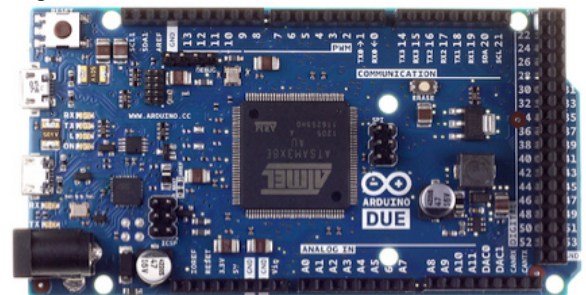


Gambar 1.1 Satu set pedal efek gitar

2.2 Arduino

Arduino adalah open source controller platform yang berbasis mikroprosesor atmel, dikembangkan di Italia oleh Massimo Banzi dan David Cuartilles (H. Clark, 2013). Pada awalnya, Arduino digunakan sebagai kontrol terhadap desain pameran yang ada di Italia. Sifat perangkat lunak dan perangkat keras yang open-source membuat banyak orang di bidang elektronika tertarik untuk mengembangkan fungsi-fungsi tertentu yang dapat di unggah ke perangkat Arduino.

Saat ini Arduino telah mendukung pemrosesan 32-bit dengan ADC dan DAC terintegrasi. Hal ini memungkinkan pengolahan gelombang suara dapat dilakukan secara waktu nyata. Arduino memiliki frekuensi cuplik sebesar 15.125 KHz yang tentunya baik digunakan untuk riset maupun kontrol terhadap suara. (A. Jucovsky, 2012). Bentuk dari Arduino Due dapat kita lihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Arduino Uno

2.3 Proses Konversi Analog – Digital - Analog Konversi Analog Menjadi Digital

Pemrosesan sinyal suara berawal dari masukan sinyal analog melalui komunikasi serial berupa pin masukan. Melalui cara ini data dapat langsung diterima oleh memori. ADC pada Arduino menggunakan rangkaian cuplik dan tahan yaitu metode untuk menahan tegangan masukan secara konstan hingga proses konversi selesai. Waktu konversi membutuhkan 13 hingga 250 μ s. (A. Jucovsky, 2012)

ADC memiliki resolusi berupa bit yang berpengaruh terhadap ketelitian dari hasil konversi. ADC 8-bit berarti sinyal masukan dapat dinyatakan dalam 255 ($2^n - 1$).

Bentuk komunikasi yang paling mendasar antara Analog dan Digital dapat berupa komparator. Komparator membandingkan dua tegangan pada kedua terminal masukan. Komparator memiliki nilai threshold yang apabila nilai tegangan berada di atas threshold maka nilai digital akan berupa 1, dan apabila nilai tegangan berada di bawah nilai threshold maka nilai digital akan bernilai 0.

ADC Simultan atau biasa disebut flash converter atau parallel converter. Masukan analog V_i yang akan diubah ke bentuk digital diberikan secara simultan pada sisi + pada komparator tersebut, dan masukan pada sisi - tergantung pada ukuran bit converter. Ketika V_i melebihi tegangan masukan - dari suatu komparator, maka keluaran komparator adalah high, sebaliknya akan memberikan keluaran low. (D. Haryanto, 2013)

Proses perubahan sinyal analog terbagi menjadi 3 fase :

1. Pencuplikan
Mengubah sinyal analog kontinu menjadi rangkaian sinyal analog diskret pada selang periode tertentu
2. Kuantisasi
Memadankan sinyal analog diskret dengan satu nilai tingkat amplitude terbatas yang telah didefinisikan
3. Pengkodean
Mengubah tingkat amplitude diskret menjadi kode digital. (K. Mubarak, 2013)

Frekuensi Pencuplikan

Frekuensi pencuplikan adalah berapa banyaknya titik yang diambil dari satuan waktu yang nantinya digunakan untuk membuat sinyal diskret. Frekuensi pencuplikan atau yang dalam bahasa inggris disebut laju pencuplikan terdapat pada sebuah konverter ADC. Semakin tinggi laju pencuplikan, maka akan semakin banyak titik-titik yang dicuplik dalam rentang satu detik, tentu berpengaruh terhadap kualitas suara yang dicuplik. Satuan dari Frekuensi pencuplikan adalah Hertz (Hz). Definisi hertz sendiri adalah banyaknya gelombang dalam satu detik.

Konversi Digital Menjadi Analog

DAC merupakan kebalikan dari ADC. DAC mengubah keluaran digital dari komputer menjadi sinyal analog. Langkah-langkah dalam DAC adalah sebagai berikut :

1. Decoding

Keluaran digital dari sistem diubah menjadi serangkaian nilai analog ke dalam waktu-waktu diskret, kemudian disempurnakan dengan mentransfer nilai digital ke register biner yang mengontrol sumber tegangan referensi, di mana setiap bit dalam register mengontrol setengah tegangan dari bit sebelumnya.

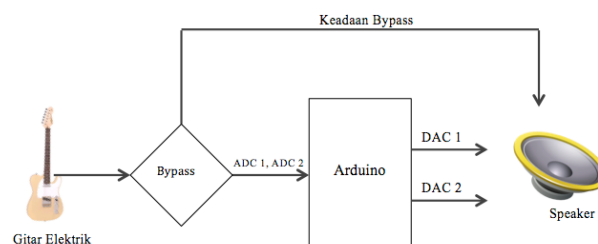
2. Data Holding

Mengubah nilai waktu diskret menjadi sinyal kontinu kemudian memperkirakan pola kurva yang dibentuk oleh serangkaian data. (K. Mubarak, 2013)

III. PERANCANGAN PERANGKAT KERAS DAN PERANGKAT LUNAK

3.1 Perancangan perangkat keras

Proses perancangan perangkat keras akan menjabarkan rancangan perangkat keras yang akan digunakan untuk membuat sistem, mulai dari perangkat keras utama yang dibutuhkan sistem hingga instrumen-instrumen elektronika pendukungnya. Pada Gambar 3.1 ditunjukkan diagram blok perangkat keras sistem, yang menunjukkan rancangan perangkat keras sistem yang dibuat.



Gambar 3.1 diagram blok perancangan perangkat keras

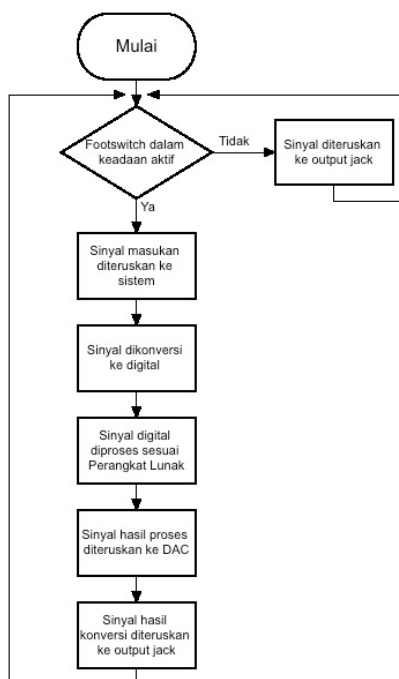
Pada arduino due, terdapat 6 baris pin yang ditandai dengan nama CONN yang berarti connector atau penyambung. CONN 1 tidak digunakan dalam pengembangan pedal efek gitar ini agar desain papan rangkaian yang lebih sederhana dan mudah. Sementara untuk CONN 3 tidak digunakan karena jenis pin tidak dibutuhkan untuk pengembangan pedal efek gitar ini.

Pada CONN2 terdapat 3 buah Pulse Width Modulation yang digunakan baik sebagai masukan dan keluaran. Pin 8 yang tersambung kepada pedalswitch digunakan sebagai masukan agar sistem dapat mengetahui pengkondisian dari pedalswitch apakah dalam keadaan aktif atau bypass.

Dalam sistem ini terdapat 2 macam besaran tegangan masukan yaitu 3,3 volt dan 5 volt. Tegangan yang bernilai 3,3 volt digunakan untuk mengaliri perifer yang tersambung kepada ADC. Hal tersebut terjadi karena ADC pada arduino due hanya dapat menerima tegangan maksimal 3,3 volt.

3.2 Perancangan perangkat lunak

Perancangan perangkat lunak digunakan untuk memberikan tahapan yang jelas dalam pembuatan program yang akan mengendalikan perangkat keras dan menjadi sistem yang mengelola sinyal masukan dari gitar. Sistem harus mampu bekerja sesuai dengan fungsi yang ada. Pada bagan alir yang disajikan pada Gambar 3.2 ditunjukkan mengenai rancangan perilaku sistem yang akan dibuat.



Gambar 3.2 Diagram alir kerja sistem

Pada saat sistem pertama kali dinyalakan, sinyal masuk akan diteruskan kepada pedal footswitch. Kondisi pedal footswitch menentukan kemana sinyal akan diteruskan. Jika pedal footswitch dalam kondisi pertama, maka sinyal masukan akan diteruskan ke sistem. Apabila footswitch dalam kondisi kedua (bypass), maka sinyal masukan akan langsung dibawa menuju output jack untuk dikeluarkan. Dalam keadaan footswitch aktif (kondisi pertama) maka sinyal masukan akan dibawa menuju ADC untuk dikonversi. Setelah dikonversi, sinyal hasil konversi diproses secara digital sesuai dengan perangkat lunak yang ditanamkan pada perangkat keras. Hasil pemrosesan sinyal digital diteruskan kepada DAC untuk dikonversi kembali kedalam bentuk analog. Hasil konversi ini kemudian diteruskan kepada output jack untuk dikeluarkan.

IV. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN ALAT

4.1 Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras pertama adalah menguji tegangan pada tiap komponen. Arduino membutuhkan tegangan masukan 5V. Pada Tabel 4.1 dibawah ini disajikan hasil pengujian tegangan pada komponen yang ada pada perangkat.

Tabel 4.1 Tegangan pada sistem

No.	Komponen	Tegangan
1.	Pin +5V pada papan sirkuit	5,02 V
2.	Pin +3,3V pada papan sirkuit	3,27 V
3.	Pin VUSB pada Arduino	5,02 V

Dari hasil pengujian tegangan, dapat diamati tegangan yang terukur pada alat voltmeter sesuai dengan besar tegangan yang seharusnya. Hal ini menunjukkan

bahwa setiap pin tegangan baik pada papan sirkuit maupun Arduino bekerja dengan baik.

Setelah menguji tegangan yang mengalir pada sistem, pengujian selanjutnya adalah menguji hubungan antara antarmuka dengan pin penghubung yang terhubung pada jalur papan rangkaian. Pengujian dilakukan dengan menggunakan voltmeter. Apabila jalur terhubung maka alat voltmeter akan mengeluarkan bunyi dan menunjukkan nilai tegangan. Hasil pengujian dijelaskan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hubungan Antarmuka dengan Arduino

No.	Antarmuka	Pin Penghubung	Keterangan
1.	Potensiometer Kiri (POT0)	CONN4 Pin1	Terhubung
2.	Potensiometer Tengah (POT1)	CONN4 Pin2	Terhubung
3.	Potensiometer Kanan (POT2)	CONN4 Pin3	Terhubung
4.	Saklar 2	CONN2 Pin3	Terhubung
5.	LED	CONN2 Pin4	Terhubung
6.	<i>Bypass Switch</i>	CONN2 Pin8	Terhubung
7.	<i>Jack Input 1</i>	CONN5 Pin1	Terhubung
8.	<i>Jack Input 2</i>	CONN5 Pin2	Terhubung
9.	<i>Jack Output 1</i>	CONN4 Pin5	Terhubung
10.	<i>Jack Output 2</i>	CONN4 Pin6	Terhubung

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.2, dapat dilihat bahwa setiap antarmuka telah terhubung pada pin penghubung Arduino. Dengan demikian, antarmuka dapat berfungsi sebagaimana mestinya sesuai dengan konfigurasi antarmuka pada baris kode.

4.2 Pengujian Sistem dengan Perangkat Lunak

Tahap pengujian kedua yang dilakukan terhadap sistem adalah menguji sistem itu sendiri menggunakan dua buah baris kode yang telah disediakan sebelumnya. Pengembangan baris kode dioptimalkan terhadap antarmuka yang ada pada sistem sehingga secara keseluruhan dapat menguji fungsi dari tiap-tiap antarmuka yang tersedia. Kedua baris kode juga dibuat terpisah dengan asumsi bahwa pada kenyataannya pedal efek gitar berbentuk stompbox hanya memiliki satu jenis pengolahan suara.

Pengujian yang dilakukan menggunakan rancangan yang telah disusun pada subbab sebelumnya. Dengan menggunakan instruksi dan langkah serta parameter keberhasilan yang telah dirancang sebelumnya, pengujian dilakukan untuk mengetahui keberhasilan masing-masing antarmuka dan keseluruhan proses pengolahan suara. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Hasil pengujian purwarupa dengan perangkat lunak *echo reverb*

Langkah	Tindakan	Tanggapan	Keterangan
1	Melakukan kompilasi baris kode dan menekan tombol unggah pada Arduino IDE	Arduino IDE melakukan verifikasi kemudian memberikan status "Complete"	Berhasil
2	Memetik gitar, apabila tidak ada suara yang keluar dari <i>speaker</i> dilanjutkan dengan menekan saklar <i>bypass</i>	Suara keluar saat saklar <i>bypass</i> ditekan	Berhasil
3	Menonaktifkan <i>bypass</i> , kemudian memetik gitar diikuti dengan memutar potensiometer bagian tengah hingga suara terdengar.	Suara gitar semakin besar	Berhasil
4	Memetik gitar diikuti dengan memutar potensiometer bagian kiri	Terjadi penundaan suara gitar	Berhasil
5	Mengembalikan posisi potensiometer bagian kiri ke 0. Memetik gitar dan memutar potensiometer bagian kanan.	Terjadi penundaan suara gitar	Berhasil
6	Memetik gitar diikuti dengan memutar potensiometer bagian kiri	Ada dua penundaan suara gitar	Berhasil
7	Mengubah posisi saklar sebelah kiri diikuti dengan memetik gitar	Ada tiga suara yang keluar. Suara pertama tanpa penundaan, suara kedua dan ketiga mengalami penundaan	Berhasil
8	Mengubah posisi saklar sebelah kanan diikuti dengan memetik gitar	LED menyala, suara yang keluar mengalami penundaan berulang dengan tingkat kekerasan suara yang semakin kecil	Berhasil

Tabel 4.4 Hasil pengujian purwarupa dengan perangkat lunak *tremolo*

Langkah	Tindakan	Tanggapan	Keterangan
1	Melakukan kompilasi baris kode dan menekan tombol unggah pada Arduino IDE	Arduino IDE melakukan verifikasi kemudian memberikan status "Complete"	Berhasil
2	Memetik gitar, apabila tidak ada suara yang keluar dari <i>speaker</i> dilanjutkan dengan menekan saklar <i>bypass</i>	Suara keluar saat saklar <i>bypass</i> ditekan	Berhasil
3	Menonaktifkan <i>bypass</i> , kemudian memetik gitar diikuti dengan memutar potensiometer bagian tengah hingga suara terdengar.	Suara yang keluar semakin besar seiring potensiometer diputar ke arah kanan	Berhasil
4	Memetik gitar diikuti dengan memutar potensiometer bagian kiri dan kanan secara bergantian	LED Berkelip, Suara gitar terdengar diikuti dengan suara dengan nada yang naik turun	Berhasil
5	Memetik gitar diikuti dengan mengubah posisi potensiometer bagian kiri	Suara yang keluar sepenuhnya terdengar naik turun tanpa ada suara asli	Berhasil

Berdasarkan dari hasil pengujian dengan menggunakan perangkat lunak diatas, dapat dilihat bahwa setiap antarmuka berhasil mempengaruhi pengolahan suara pada sistem serta sistem juga dapat mengolah suara gitar menjadi berbeda dari suara aslinya. Dengan demikian, keseluruhan fungsi sistem telah bekerja sebagaimana mestinya dan mampu diujikan kepada responden yang akan menggunakan perangkat pedal efek gitar.

4.3 Pengujian Dengan Responden

Pengujian purwarupa dengan responden butuh dilakukan agar kualitas keluaran dari sistem dapat dibandingkan oleh pengguna yaitu pemain gitar. Sebelum responden melakukan pengujian dan diberikan kuesioner, diberikan contoh langsung penggunaan sistem beserta antarmuka serta penjelasan terhadap fungsinya terlebih dahulu agar responden memahami cara kerja dasar purwarupa serta hasil pengujian yang didapat lebih baik.

Tabel 4.5 Hasil pengujian purwarupa dengan responden

No.	Pertanyaan	Persentase Jawaban (Dalam Persen)				
		SB	B	C	K	SK
1	Bagaimana kesesuaian efek echo/reverb, dan tremolo pada pedal efek gitar Arduino terhadap pedal efek lain yang dijual di pasaran.	20	80	-	-	-
2	Bagaimana kelengkapan fitur pengaturan yang disediakan melalui antarmuka (potensiometer, saklar, <i>footswitch</i> , LED)	-	40	60	-	-
3	Bagaimana kualitas efek echo/reverb, dan tremolo pada pedal efek gitar Arduino terhadap pedal efek lain yang dijual di pasaran	-	100	-	-	-
4	Bagaimana kemudahan pengoperasian pedal efek gitar menggunakan Arduino tersebut	20	20	60	-	-

Melalui tabel diatas dapat diamati bahwa :

1. Sebagian besar responden menyatakan bahwa kesesuaian pengolahan suara pada efek gitar menggunakan Arduino adalah baik (sesuai) jika dibandingkan terhadap pedal efek lain yang dijual di pasaran.
2. Sebagian besar responden menyatakan bahwa kelengkapan fitur pengaturan terhadap pengolahan suara yang ada pada efek gitar menggunakan Arduino sudah cukup.
3. Seluruh responden menyatakan bahwa kualitas pengolahan suara pada efek gitar menggunakan Arduino adalah baik terhadap pedal efek lain yang dijual di pasaran.
4. Sebagian besar responden menyatakan bahwa kemudahan pengoperasian pedal efek gitar menggunakan Arduino adalah cukup.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis pengembangan pedal efek gitar elektrik menggunakan arduino, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Papan *microcontroller* Arduino Due dapat digunakan sebagai perangkat utama pengolah suara gitar elektrik dengan dua buah jalur masukan suara dan dua buah jalur keluaran suara.
2. Pedal saklar *bypass (True Bypass Switch)* dapat mengubah jalur masukan dari gitar langsung menuju keluaran tanpa melalui sistem yang disebut dengan *bypass mode*. Jalur *bypass* ini diatur secara perangkat keras sehingga dalam keadaan *bypass*, sistem akan meneruskan suara dari masukan menuju keluaran walaupun tidak dihubungkan ke pencatu daya.
3. Pengaturan terhadap pengolahan suara yang dilakukan sistem dapat dimodifikasi melalui antarmuka yang disediakan. Antarmuka juga dapat diatur fungsinya melalui perangkat lunak sehingga antarmuka yang ada dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan pengolahan suara.
4. Sinyal keluaran dari pedal efek gitar elektrik menggunakan Arduino harus dihubungkan pada perangkat penguat suara dan tidak dapat dihubungkan kepada perangkat suara seperti *headset* atau *headphone*, dikarenakan perangkat tersebut tidak memiliki pencatu daya.
5. Berdasarkan hasil pengujian dengan responden, pengolahan suara dengan baris kode *echo/reverb* dan *tremolo* pada pedal efek gitar elektrik menggunakan Arduino telah sesuai dengan efek gitar *echo/reverb* dan *tremolo* yang dijual di pasaran, menghasilkan suara yang cukup baik, memiliki fitur yang lengkap, dan cukup mudah dioperasikan.

5.2 Saran

Berdasarkan pengujian dan analisis terhadap pengembangan pedal efek gitar elektrik menggunakan Arduino yang telah dibuat, sistem masih memerlukan penyempurnaan, karena itu diberikan beberapa saran sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap jenis pengolahan suara lainnya yang dapat dikembangkan melalui perangkat lunak, sehingga ragam pengolahan suara yang dapat dilakukan efek gitar elektrik menggunakan arduino semakin banyak dan variatif.

2. Perlu dilakukan pengembangan lanjutan menggunakan memori tambahan serta antarmuka yang lebih baik dalam memilih baris kode yang ingin digunakan sehingga diharapkan pedal efek gitar elektrik menggunakan Arduino dapat menyimpan banyak baris kode dan dapat dipilih dengan menggunakan antarmuka lcd.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alexander, R., 2008, "*Guitar Effect Processor Using DSP*", Bradley, USA.
- [2] Haryanto, D., 2010, "*Analog to Digital Conversion*", Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- [3] Hornback, David., 2013, "*Mathematic, Music, and The Guitar*", Wilson Publisher, USA.
- [4] Kadir, A., 2011, "*Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [5] Massimo, B., 2009, "*Getting Started With Arduino*", O'Reilly Media.
- [6] Nonzee, Vicerut., 2001, "*DSP Audio Effect*", University of Illinois, USA.
- [7] Prasetyo, A., 2014, "*Sistem Pembukaan Kunci Otomatis Menggunakan Identifikasi Pola Ketukan*", Universitas Diponegoro, Semarang.
- [8] Sahirul, A., 2013, "*Rancang Bangun Sistem Pengolahan Sinyal Remote Display Pada Marine Radar Menggunakan Matlab*", Universitas Brawijaya, Malang.
- [9] Siahaan, B., 2010, "*Implementasi Real-Time Effect Pada Gitar Berbasis Waktu Tunda / Delay Menggunakan DSK TSMS320c6713*", Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya.
- [10] Warsito, H., 1992, "*Pengantar Metodologi Penelitian*", Gramedia, Jakarta.
- Zolzer, U., 2011, "*Digital Audio Effect*", Wiley.