

Implementasi Efek Gitar Elektrik Sebagai Sarana Hiburan Saat WFH Covid-19 Menggunakan Arduino

Edi Mulyana¹, Eki Ahmad Zaki Hamidi², Lia Kamelia³, Teddy Yusuf⁴

¹Teknik Elektro, UIN Sunan Gunung Djati Bandung, edim@uinsgd.ac.id

²Teknik Elektro, UIN Sunan Gunung Djati Bandung, ekiahmadzaki@uinsgd.ac.id

³Teknik Elektro, UIN Sunan Gunung Djati Bandung, lia.kamelia@uinsgd.ac.id

⁴Teknik Elektro, UIN Sunan Gunung Djati Bandung, chomsky_si@yahoo.com

Abstrak

Bekerja dari rumah atau WFH (*Work From Home*) yang sedang dilaksanakan saat ini merupakan imbauan Presiden Joko Widodo pada konferensi pers (15 Maret 2020) untuk meminimalisir penyebaran virus corona. Khusus untuk Aparatur Sipil Negara, ditindaklanjuti oleh Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi melalui Surat Edaran nomor 19 Tahun 2020 tentang Penyesuaian Sistem Kerja Aparatur Sipil Negara dalam Upaya Pencegahan Covid-19 di Lingkungan Instansi Pemerintah. Dalam melaksanakan WFH ini tentunya dengan ruang lingkup yang terbatas disamping melaksanakan pekerjaan juga diperlukan sarana hiburan yang asik agar dalam kondisi WFH tetap produktif dalam bekerja dan tidak jenuh salah satunya dengan memodifikasi efek gitar elektrik menggunakan arduino sehingga menghasilkan efek gitar yang baik dan memudahkan pemain gitar untuk memainkan efek ini karena dibuat terintegrasi secara langsung dengan gitar. Efek gitar ini berjenis distorsi yang dibuat menggunakan komponen-komponen elektronik dan mikroprosesor Arduino Uno. Arduino akan memproses sinyal audio (input) dan kemudian akan memfilter sinyal audio dengan tujuan untuk menghilangkan frekuensi yang tidak diinginkan. Perbandingan alat dengan efek gitar yang ada di pasaran Boss dan Zoom menunjukkan kemiripan bentuk spektrum akan tetapi terjadi perbedaan panjang spektrum dengan selisih 2 detik dengan efek Boss. Selisih tersebut bisa diatur dengan setting amplifier pada speaker tabung.

Kata kunci: arduino, efek gitar elektrik, WFH.

Abstract

Working from home or WFH (Work From Home) currently underway is an appeal by President Joko Widodo at a press conference (March 15, 2020) to minimize the spread of the corona virus. Specifically for the State Civil Apparatus, it was followed up by the Minister for Administrative Reform and Bureaucratic Reform through Circular Letter number 19 of 2020 concerning Adjustment of the Work System of the State Civil Apparatus in the Prevention of Covid-19 in Government Agencies. In carrying out this WFH, of course, with limited scope, besides carrying out work, there is also a need for fun entertainment facilities so that the WFH condition remains productive in its work and is not saturated, one of which is by modifying the effect of an electric guitar using Arduino so that it produces a good guitar effect and makes it easier for guitar players to play this effect because it is made integrated directly with the guitar. This guitar effect is of the type of distortion created using electronic components and the Arduino Uno microprocessor. Arduino will process the audio signal (input) and then it will filter the audio signal with the aim of eliminating unwanted frequencies. Comparison of instruments with guitar effects on the Boss and Zoom markets shows the similarity of spectrum shape but there is a difference in spectrum length with a difference of 2 seconds with the Boss effect. The difference can be adjusted by setting the amplifier on the speaker tube.

Keyword: arduino, electric guitar effect, WFH.

1. Pendahuluan

Dalam melaksanakan kegiatan bekerja dari rumah atau WFH (*Work From Home*) sebagai upaya pencegahan penyebaran Covid-19, diperlukan sarana hiburan agar dalam melaksanakan kegiatan WFH tetap asik, salah satu sarana hiburan adalah musik. Salah satu instrumen yang selalu digunakan dalam bermain musik adalah gitar. Memainkan gitar cukup mudah, terbukti dari banyaknya masyarakat yang bisa memainkannya [1]. Selain itu, ketertarikan masyarakat untuk mempelajari cara memainkan gitar sangat tinggi, mulai dari anak-anak sampai orang tua. Dengan kata lain gitar merupakan instrumen musik yang digemari oleh berbagai kalangan maupun usia.

Banyaknya genre musik yang ada saat ini, merupakan sebuah tantangan tersendiri bagi musisi (gitaris). Musisi harus pintar memilih efek gitar, agar suara *output* gitar sesuai dengan yang diinginkan. Saat ini, memodifikasi suara asli gitar (*clean*) adalah salah satu cara yang dilakukan untuk menyesuaikan suasana musik terhadap makna dari lagu. Perlu diketahui juga bahwa gitar listrik mempunyai frekuensi dari 20 Hz sampai dengan 20 KHz [2], dimana frekuensi ini berpengaruh terhadap *output* audio. Senar atau dawai juga memiliki frekuensi pada setiap *tunung*, *string* E1 = 329,63 Hz, *string* B2 = 246,94 Hz, *string* G3 = 196,00 Hz, *string* D4 = 146,83Hz, *string* A5 = 110,00 Hz, *string* E6 = 82,41Hz.

Pedal efek merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk mengubah (memodifikasi) suara asli gitar (*clean*). Dalam pengaplikasiannya, selain dituntut untuk bekerja secara *real time*, pedal efek juga harus minim *noise* dan mudah digunakan [3]. Efek gitar adalah komponen penting dalam rantai produksi suara gitar. Salah satu jenis efek gitar adalah Efek Distorsi. Efek gitar terbagi dalam tiga konfigurasi umum [3], yaitu *Compact Pedal (Stompboxes)*, *Multi-Efek Pedal* dan *Rack-mount Efek*.

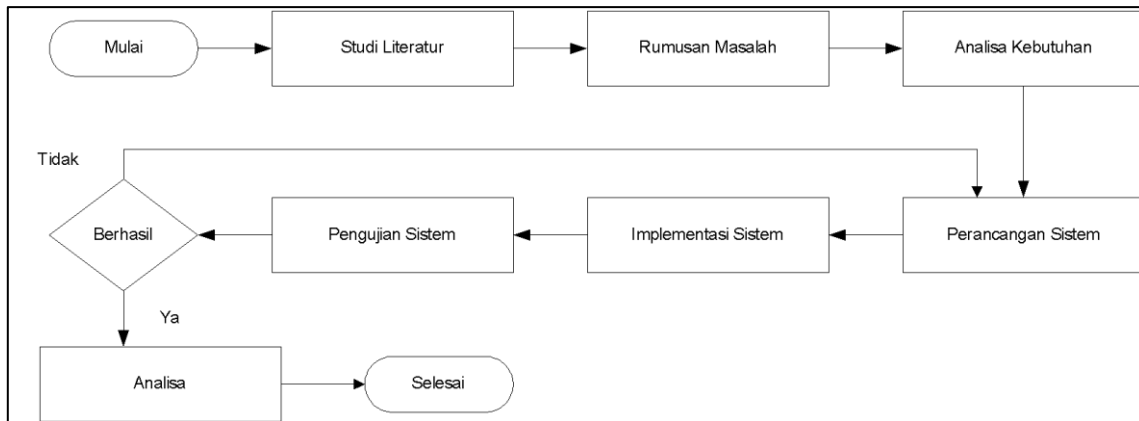
Masalah teknis yang sering muncul pada pedal efek biasanya berupa *noise* dan *delay* antara sinyal suara *input* dan *output*. Sedangkan masalah non-teknis biasanya berasal dari musisi (gitaris) itu sendiri. Musisi merasa risih jika membawa banyak efek, seringkali gitaris salah menginjak (menggunakan) efek yang seharusnya digunakan dalam lagu. Seringnya terjadi kesalahan saat menggunakan pedal efek, musisi (gitaris) menginginkan kemudahan dalam bermain gitar dan menggunakan pedal efek [3]. Tentunya tanpa mengurangi nilai estetika seorang gitaris.

Arduino sebagai salah satu *controller single-board* yang bersifat *open-source* [3]. 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. Dimana Arduino memiliki beberapa jenis seperti Arduino mega, Arduino Uno, Arduino nano, board pro mini dan board pro micro yang sama - sama Arduino compatible [4] [5] [6].

Melihat masalah yang dihadapi gitaris, maka diperlukan sebuah alat yang bisa meminimalisir kesalahan gitaris. Solusi yang dapat menyelesaikan permasalahan tersebut adalah dengan mengintegrasikan pedal efek dengan gitar. Sehingga gitaris dapat memodifikasi suara gitar secara langsung dengan mudah. Kemudian, peluang yang ada untuk merealisasikan solusi adalah dengan menggunakan sistem arduino. Salah satu penggunaan Arduino dapat dijadikan *controller* pengolahan sinyal suara digital. Arduino merupakan alat yang bisa digunakan untuk membuat efek gitar. Keunggulan menggunakan sistem arduino sebagai efek gitar adalah bisa meminimalisir *noise*. Selain itu, sistem Arduino yang kecil menjadi keunggulan karena bisa diintegrasikan langsung pada gitar dengan cara ditanam pada *body* gitar. Dengan menghasilkan suara efek yang baik maka sarana hiburan pada masa-masa WFH menjadi asik.

2. Metodologi

Dalam penelitian ini langkah-langkah yang ditempuh untuk memperoleh hasil yang dituju dalam merancang mengimplementasikan efek gitar elektrik yang menghasilkan efek gitar yang bagus yang dapat dijadikan sebagai sarana hiburan pada masa-masa WFH dibuat dalam bentuk *flowchart* seperti pada gambar 1, dibawah ini.



Gambar 1 Diagram alir metode penelitian

Gambar 1 diatas menggambarkan langkah yang ditempuh dalam penelitian ini, dari mulai studi literatur dengan melihat penelitian-penelitian sejenis sehingga dapat mengetahui posisi penelitian ini, kemudian dibuat rumusan masalahnya yang pada akhirnya dapat di analisis kebutuhan dalam penelitian ini baik kebutuhan *hardware* dan kebutuhan *software* yang dibutuhkan untuk implementasi efek gitar elektrik sebagai sarana hiburan saat WFH, dilanjutkan dengan pengujian sistem dan dianalisa hasil dari pengujian sistem tersebut.

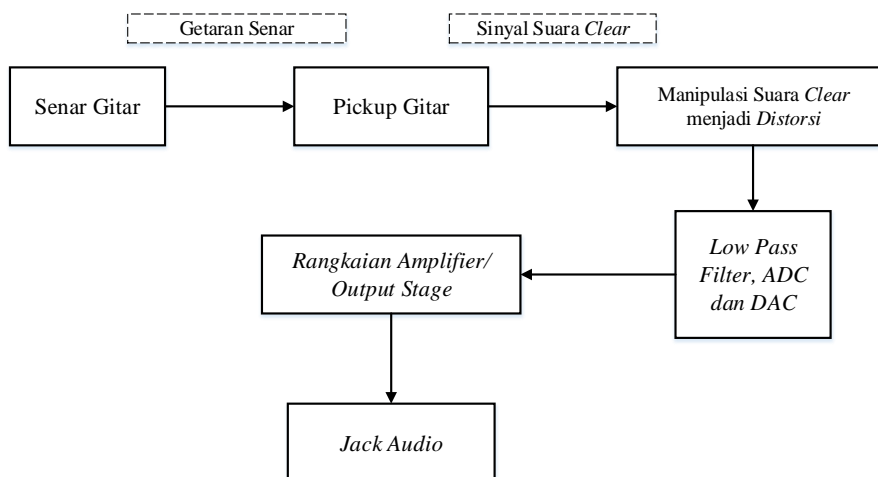
3. Desain dan Implementasi

3.1.Desain

Desain dibuat dalam bentuk desain *hardware* dan *software* untuk membangun efek gitar elektrik menggunakan arduino.

3.1.1. Prinsip Kerja

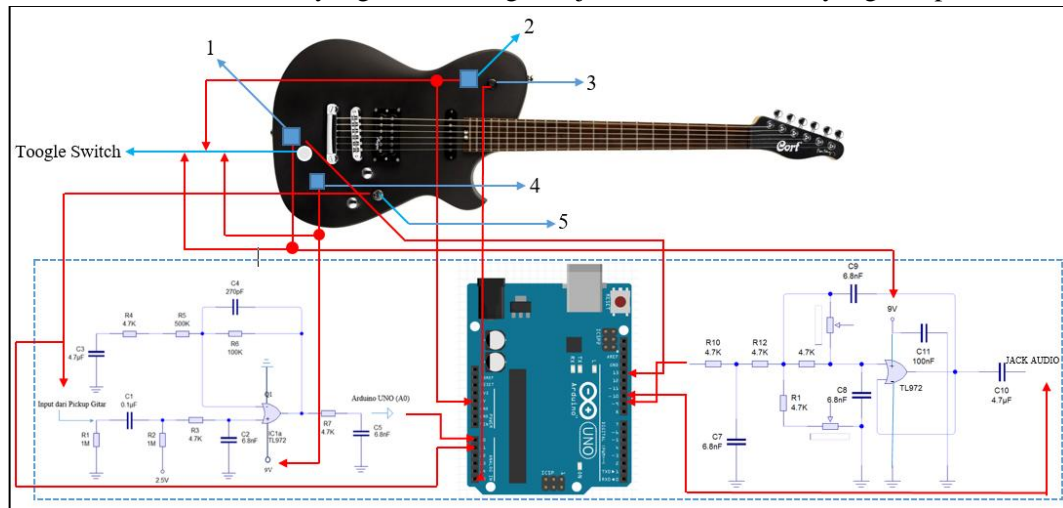
Prinsip kerja dari efek gitar elektrik menggunakan arduino yang terintegrasi dengan gitar adalah mengubah (memodifikasi) suara asli gitar (*clear*) menjadi *Distorsi*. Secara umum, cara kerja gitar listrik adalah menggunakan beberapa *pickup* untuk mengubah bunyi atau getaran dari senar gitar menjadi arus listrik yang akan dikuatkan kembali menggunakan seperangkat *amplifier* ataupun *loudspeaker* [7]. Suara gitar listrik dihasilkan dari getaran senar gitar yang mengenai kumparan magnet yang ada pada body gitar dan biasanya disebut dengan "*pickup*". Secara garis besar prinsip kerja efek gitar menggunakan arduino yang terintegrasi dengan gitar dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Blok diagram prinsip alat

3.1.2. Desain Perangkat Keras

Desain perangkat keras pada alat ini menggunakan beberapa komponen elektronik untuk mengatur kontrol *volume gain* dan juga untuk memanipulasi suara asli gitar. Kemudian untuk menghilangkan *noise* yang ada pada suara gitar menggunakan Arduino Uno. Arduino Uno dapat menghilangkan *noise* dari input-an alat yaitu suara gitar, baik suara *clear* maupun suara *distorsi* dengan cara memberikan kode perintah kemudian Arduino Uno akan memfilter suara yang masuk dengan tujuan meredam *noise* yang ada pada suara gitar.



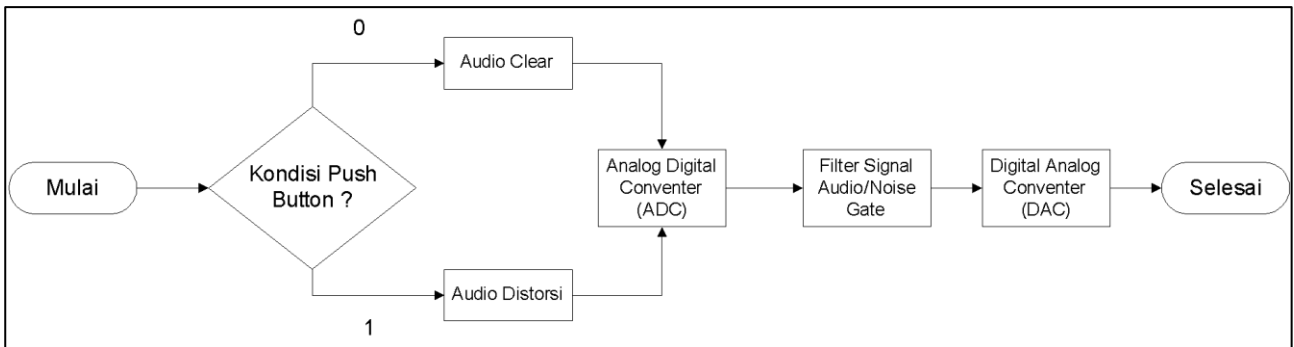
Gambar 3 Desain perangkat keras

Pada Gambar 3 dapat dilihat skematik *wiring* dari efek gitar elektrik menggunakan arduino yang terintegrasi dengan gitar. Bagian pertama yang digunakan dalam pembuatan alat adalah *Toggle Switch*, dimana *Toggle Switch* berfungsi sebagai saklar ataupun sebagai pemutus tegangan dari baterai 9V ke Arduino, pemutus tegangan baterai 9V ke rangkaian efek distorsi dan juga pemutus tegangan dari baterai 9V ke rangkaian *amplifier*. Masing-masing baterai 9V ditunjukkan oleh nomor 1, nomor 2 dan nomor 4 pada bagian *body* gitar. Cara kerja *Toggle Switch* pada alat ini yaitu, ketika *Toggle Switch* dalam kondisi *off* (posisi *toggle* di bawah), maka semua rangkaian dan Arduino mati. Sedangkan jika *Toggle Switch* dalam keadaan *on* (posisi *toggle* di atas) maka semua rangkaian dan Arduino hidup.

Ada dua proses yang terjadi pada sistem Arduino, yaitu proses filter sinyal dan juga digitalisasi [8]. Sinyal audio baik *clear* maupun distorsi akan di filter di dalam Arduino menggunakan *low pass filter*, dimana dalam *low pass filter* semua frekuensi tinggi akan dipotong dengan tujuan untuk meredam *noise*. Kemudian setelah sinyal audio difilter maka sinyal akan masuk pada proses digitalisasi sinyal audio. Proses digitalisasi sinyal audio bertujuan untuk menjaga kualitas dan kuantitas sinyal audio baik *clear* maupun distorsi agar terhindar dari *noise*. Setelah sinyal audio di filter dan diubah menjadi digital, maka sinyal audio akan masuk kedalam rangkaian *amplifier* [9], di dalam rangkain *amplifier* sinyal audio akan dikuatkan. Penggunaan rangkaian *amplifier* yang ada pada *body* gitar adalah karena keluaran dari Arduino hanya sebesar 5V, sehingga jika sinyal audio (*output Arduino*) tidak melalui proses penguatan maka sinyal audio akan lemah. Setelah sinyal audio dibangkitkan pada rangkaian *amplifier* [9], maka sinyal audio (*output*) dari rangkaian *amplifier* akan masuk pada *jack* audio.

3.1.3. Desain Perangkat Lunak

Perancangan *software* penelitian ini disesuaikan dengan kebutuhan yang terjadi saat penelitian dilangsungkan. Bahasa yang digunakan merupakan bahasa Arduino, dimana bahasa ini dipakai untuk pemrograman pada *microcontroller*. Dengan begitu *software* pengolah program yang digunakan adalah Arduino IDE. Adapun tahapan proses yang digunakan dalam pemrograman Arduino IDE ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Desain perangkat lunak

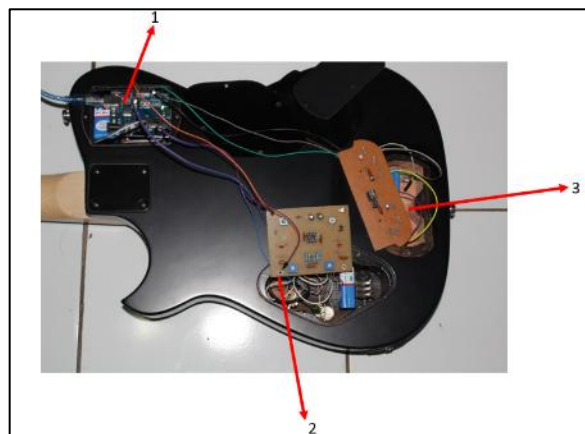
Ketika gitar mengirim sinyal audio *clear* ke rangkaian *distorsi* maka akan masuk ke sistem arduino untuk proses filter, ADC dan DAC . Pada proses digitalisasi, gelombang sinyal audio (analog) diubah kedalam waktu interval (*sample*), sehingga menghasilkan representasi digital dari sinyal audio.

Kemudian sinyal audio akan di filter dengan tujuan untuk menghilangkan *noise* yang ada pada audio. Pada proses filter sinyal audio menggunakan filter *anti-aliasing*. *Output* dari proses filter adalah sinyal audio *clear* dan sinyal audio *distorsi*, dimana kedua *output* ini sudah minim *noise*. Setelah proses filter sinyal diubah menjadi sinyal analog yang nantinya akan masuk kedalam rangkaian *amplifier* (analog).

3.2. Implementasi

3.2.1. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi *hardware* adalah perakitan dan instalasi alat sesuai dengan skematik rangkaian yang telah dibuat. Berikut implementasi *hardware* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Implementasi perangkat keras

Hal pertama yang dilakukan dalam mengimplementasikan *hardware* adalah menyambungkan rangkaian *pickup* gitar ke dalam rangkaian efek distorsi. Kemudian rangkaian efek distorsi disambungkan dengan *power supply* 9V (baterai), setelah itu rangkaian distorsi dihubungkan dengan Arduino (konektor 2 port A0). Untuk daya Arduino disambungkan dengan *power supply* 9V (baterai). Selanjutnya Arduino dihubungkan dengan rangkaian *amplifier* (*output stage*), dimana rangkaian *amplifier* mendapatkan daya juga dari baterai 9V. Setelah itu, rangkaian kontrol *amplifier* dihubungkan dengan *output* $\frac{1}{4}$ *jack audio* stereo.

Terdapat 3 bagian penting yang ditanam di dalam gitar, nomor 1 menunjukkan Arduino beserta baterai 9V. Kemudian nomor 2 menunjukkan bagian rangkaian efek distorsi dan baterai 9V, sementara nomor 3 menunjukkan rangkaian *amplifier* dan juga baterai 9V.

3.2.2. Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi *software* merupakan penerapan pemrograman sesuai dengan konsep pada perancangan *software*. Pada penelitian ini implementasi *software* menggunakan program Arduino IDE sebagai pengolah program, adapun nama *file* yang digunakan adalah *pedalshield uno distortion.ino*.

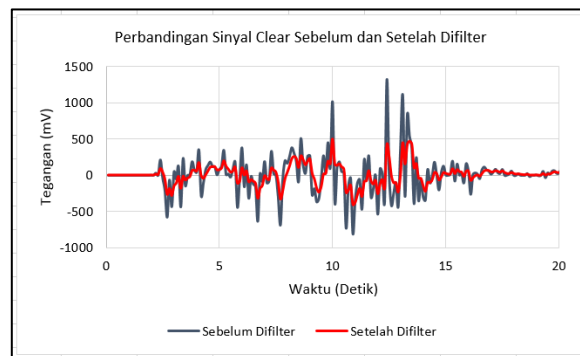
Data ADC (*Analog Digital Converter*) diproses pada *Lampiran A Program Arduino*, data tersebut akan digunakan sebagai pengolah sinyal audio *input* dari rangkaian *distorsi* yang sebelumnya berupa sinyal analog menjadi sinyal digital. Setelah sinyal analog diubah menjadi sinyal digital, maka sinyal digital akan diproses pada koin *line* 45 sampai 47.

Pada program Arduino IDE `#define` menunjukkan syntax sama seperti `const`, dengan kata lain `#define` berfungsi untuk membuat variabel agar terkoneksi dengan pin Arduino. Pada penelitian ini program *syntax* LED berada pada *Lampiran A "Program Arduino" 65-67*. Fungsi LED adalah sebagai indikator, jika LED dalam keadaan menyala / *ON* maka efek sedang aktif. Kemudian dalam pengaplikasian *push button* terjadi *bouncing*, dimana efek *bouncing* menyebabkan nilai dari variabel *counter* tidak akurat, ketika ditekan *counter value* nya bukan bertambah 1 tapi tak tentu.

4. Hasil dan Analisa

4.1 Pengujian Sinyal Audio Clear Gitar

Pengujian sinyal audio *clear* gitar dilakukan saat sinyal audio masuk ke dalam Arduino, dimana pada saat sinyal audio masuk ke dalam Arduino dilakukan filter dengan tujuan meredam *noise* yang ada pada sinyal audio *clear*. Hasil sinyal audio *clear* gitar sebelum dan sesudah di filter dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Tegangan Sinyal Clear Gitar Sebelum dan Setelah difilter

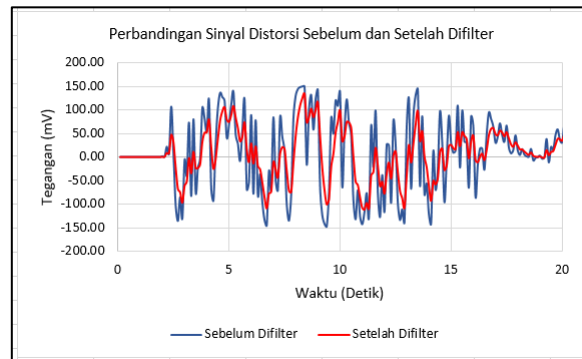
Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa sinyal audio *clear* awal adalah yang berwarna biru dan sinyal audio *clear* setelah di filter berwarna merah. Frekuensi tegangan sinyal audio *clear* terlihat lebih lebar, hal itu terjadi karena sinyal audio telah difilter menggunakan *low pass filter*. Amplitudo tegangan sinyal juga terlihat lebih kecil, dikarenakan amplitudo telah melalui proses *softclipping*. *Soft Clipping* sendiri berfungsi untuk memperkecil amplitudo agar tidak melewati batas bias sinyal audio *clear* awal. Dikarenakan jika amplitudo melewati batas bias sinyal awal, maka *noise* akan semakin terasa ataupun semakin tinggi.

Berdasarkan Gambar 6 rata-rata *noise* sinyal *clear* adalah sebesar 71,6391 mV, nilai itu didapat dari perhitungan nilai rata-rata sinyal *clear* sebelum dan sesudah difilter. Kemudian rata-rata nilai sinyal *clear* sebelum difilter dikurangi rata-rata nilai sinyal *clear* sesudah difilter, dan didapatkan selisih nilai 71,64 mV.

4.2 Pengujian Rangkaian Distorsi

Pengujian rangkaian distorsi dilakukan saat sinyal masuk ke dalam Arduino, tujuannya untuk mengetahui sinyal tegangan distorsi. Setelah sinyal masuk ke dalam Arduino, selanjutnya sinyal di filter dengan tujuan mendapatkan sinyal distorsi yang terbebas dari *noise*. Bentuk *noise* sinyal distorsi diakibatkan oleh tegangan

yang *over* serta frekuensi yang tinggi, biasanya *noise* dapat terdengar pada hasil *output* suara harmonik ataupun dengungan. Adapun sinyal audio distorsi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Tegangan Sinyal Distorsi Gitar Sebelum dan Setelah difilter

Sinyal distorsi sebelum di filter dapat ditunjukkan oleh sinyal berwarna biru, dan sinyal distorsi setelah di filter ditunjukkan oleh sinyal berwarna merah. Amplitudo tegangan sinyal yang sudah di filter terlihat lebih kecil dibandingkan tegangan sinyal distorsi awal, hal itu terjadi karena proses *softclipping* sinyal. Kemudian frekuensi sinyal juga di filter, terlihat bahwa kerapatan frekuensi tegangan sinyal awal lebih rapat dibandingkan sinyal yang sudah di filter. Pada pengujian ini frekuensi sinyal yang lebih tinggi dari 2,5 KHz di *cut*, karena pada saat frekuensi melebihi batas frekuensi *cut* maka hasil *output* sinyal akan menyerupai ataupun terdengar *noise gain* yang kasar seperti suara *Fuzz*.

Rata-rata *noise* sinyal distorsi adalah sebesar 33,6391 mV, nilai itu didapat dari perhitungan antara nilai rata-rata sinyal distorsi sebelum difilter dikurangi nilai rata-rata sinyal distorsi setelah difilter. Kemudian didapatkan selisih antara kedua sinyal, yang menunjukkan nilai rata-rata *noise* sinyal distorsi.

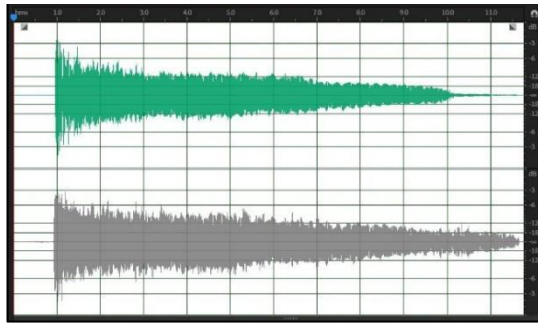
4.3 Analisa

Pengujian pertama merupakan hasil tegangan sinyal *clear* yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan ketika sinyal sebelum dan sesudah di filter pada Arduino. Gambar 6 terlihat bahwa sebelum sinyal di filter mempunyai nilai amplitudo tegangan terbesar pada waktu 13 detik dengan nilai tegangan 1300 mV. Kemudian sinyal juga mempunyai kerapatan frekuensi dalam satuan Hz/s dari 400 Hz sampai 2,5 KHz. Hal itu terjadi karena frekuensi tegangan awal dari gitar tidak lebih dari 4 KHz. Kerapatan frekuensi akan mempengaruhi *output* sinyal suara, dimana ketika frekuensi sangat rapat terdapat frekuensi lain yang tidak diinginkan. Frekuensi yang tidak diinginkan adalah *noise* berupa harmonik (dengungan).

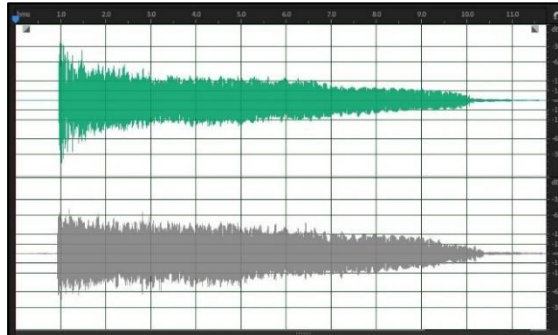
Pengujian selanjutnya yaitu pengujian rangkaian distorsi, dimana *inputan* rangkaian distorsi adalah sinyal *clear*, ketika sinyal *clear* masuk pada rangkaian distorsi akan menghasilkan bentuk tegangan sinyal yang ada pada Gambar 7. Berdasarkan Gambar 8 didapatkan hasil perbandingan antara sinyal distorsi sebelum dan setelah di filter. Amplitudo tegangan sinyal distorsi sebelum di filter mempunyai nilai terbesar pada detik 3 sampai 16 dengan nilai tegangan sekitar 0,15V, sementara nilai amplitudo tegangan setelah di filter adalah sekitar 0,14 V. Hal itu terjadi karena sinyal *clear* melewati rangkain distorsi dan proses *softclifing* sehingga batas bias atas dan bawah diperkecil.

Selanjutnya yaitu pengujian *output* suara dari efek distorsi Arduino dengan efek distorsi *Boss Metal Zone*. Dalam pengambilan data spektrum dan juga frekuensi menggunakan sampel dari *chord C*, dimana perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui spektrum suara dan frekuensi serta panjang gelombang suara dalam satu kali petik. Dalam pengambilan sampel spektrum semua posisi knob *volume* dan knob *gain* berada pada posisi 360° ataupun bisa dikatakan *full*.

Perbandingan *output* suara distorsi Arduino dan distorsi *Boss* dapat dilihat pada Gambar 9 dan perbandingan efek distorsi Arduino dengan efek distorsi *Boss GIXNext* didapatkan hasil seperti pada Gambar 10



Gambar 8 Spektrum Efek Distorsi Arduino (Atas) dan Distorsi Boss Metal Zone (Bawah)



Gambar 9 Spektrum Efek Distorsi Arduino (Atas) dan Distorsi Zoom G1X Next (Bawah)

5. Simpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa efek gitar elektrik dengan Arduino yang terintegrasi dengan gitar menghasilkan efek gitar elektrik yang dapat diatur sehingga menghasilkan suara yang dapat menghibur pada saat-saat WFH Covid-19, disamping itu dapat diatur dengan setting pada speaker amplifier. Karakteristik output suara efek gitar arduino hampir sama dengan efek distorsi Zoom G1X Next, suara distorsi cenderung bright dan gelombang spektrum tidak terlalu panjang, frekuensi maksimum adalah sebesar 2.5 KHz dimana pada frekuensi maksimum tersebut noise yang berupa harmonik ataupun delay antara input dan output dapat diredam.





Referensi

- [1] D. Mahardiwana, F. T. Elektro, And U. Telkom, "Design And Implementation Of Looper Guitar Effect Based On Microcontroller," *E-Proceeding Eng*, vol. 3, no. 2, pp. 1437–1444, 2016.
- [2] M. Kelvin, "Hukum Fisika Pada Gitar Listrik," *E-Proceeding Eng*, vol. 2, no. 2, p. 3, 2017.
- [3] M. C. T. Manullang, R. R. Isnanto, and E. D. Widiyanto, "Pengembangan Pedal Efek Gitar Elektrik Menggunakan Arduino," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 20–25, 2016.
- [4] G. Septian, R. Mardiaty, and M. R. Effendi, "Perancangan Sistem Deteksi Gas Karbon Monoksida Berbasis Mikrokontroler Arduino pada Kendaraan Roda Empat Design of Carbon Monoxide Detector Based on Arduino Microcontroller for Four-Wheel Vehicle," 2020, no. November 2019, pp. 569–575.
- [5] B. Haryanto, N. Ismail, and E. J. Pristianto, "Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan

Secara Nirkabel pada Budidaya Tanaman Hidroponik,” *J. Teknol. Rekayasa*, vol. 3, no. 1, p. 47, 2018.

- [6] D. Firmansyah, E. A. Z. Hamidi, and M. R. Effendi, “The implementation of car security system based on sms gateway and gps (global positioning system),” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1175, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [7] I. Universitas, “Mengetahui Prinsip Kerja Pick Up Pada Gitar,” *Ijeei*, vol. 1, no. 2, pp. 18–19, 2017.
- [8] L. Lidyawati, P. Rahmiati, and Y. Sunarti, “Implementasi Filter Finite Impulse Response (FIR) Window Hamming dan Blackman menggunakan DSK TMS320C6713,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 4, no. 1, p. 16, 2018.
- [9] D. K. Lilik Hari Santoso, Achmad Anwari, “Perancangan Dan Pembuatan Temperature Transmitter Menggunakan Operational Amplifier (OP-AMP) IC LM741,” *TrendTech*, vol. 2, no. 3, pp. 1–8, 2017.

Biografi Penulis

	<p>Nama : Edi Mulyana, ST., MT. NIP : 197001062008011025 TTL : Bandung, 01 Januari 1970 Gol/Pangkat : Penata III/d Jab. Fungsional : Lektor Pengampu : Pemrograman dan Sistem Embedded/Microprocessor Email : edim@uinsgd.ac.id</p>
	<p>Nama : Eki Ahmad Zaki Hamidi, ST.,MT NIP : 197602222011011008 TTL : Kuningan, 22 Februari 1976 Gol/Pangkat : Penata III/c Jab Fungsional : Lektor Pengampu : Elektronika Email : ekiahmadzaki@uinsgd.ac.id</p>
	<p>Nama : Lia kamelia, S.Si.,MT NIP : 197909062011012003 TTL : Bandung, 6 September 1979 Gol/Pangkat : Penata III/d Jab Fungsional : Lektor Pengampu : Teknik Digital Email : lia.kamelia@uinsgd.ac.id</p>
	<p>Nama : Teddy Yusuf S.Pd., M.Hum NIP : 197302022006041003 TTL : Sukabumi, 2 Februari 1973 Gol/Pangkat : Penata III/d Jab Fungsional : Lektor Pengampu : Bahasa Inggris Email : teddyyusufuinsgd@gmail.com</p>