
PEMASANGAN PERANGKAT MP3-PLAYER SEBAGAI SUMBER SUARA PADA PENERAPAN TEKNOLOGI “SONIC BLOOM”

Asrul¹, Rizha S. Sadjad², Andani Ahmad³

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jl. PerintisKemerdekaan Km. 10, Makassar 90245, Indonesia.
E-Mail : asrul.amiruddin@gmail.com, rhiza@unhas.ac.id,

Abstract, xxx

Intisari, Sistem yang dibuat pada penelitian ini adalah sebuah perangkat elektronika yang berfungsi sebagai sumber gelombang suara yang bisa digunakan oleh para peneliti tanaman untuk menerapkan teknologi gelombang suara (*Sonic Bloom*), perangkat ini memiliki rentang frekuensi yang bisa diatur dengan batas 20 Hz – 20 KHz. Perangkat ini direalisasikan menggunakan mikrokontroller Atmega328 kit Arduino Uno sebagai komponen utama untuk menghasilkan gelombang suara (*Audio Generator*). Selain itu, alat ini juga dilengkapi pemutar mp3 menggunakan shield mp3 player untuk arduino dan penguat suara serta panel tombol. Dari hasil pengukuran dan pengujian alat, pengujian frekuensi tunggal yang dihasilkan oleh perangkat VAF sebesar 0.001% dan dari beberapa hasil pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan pengaturan delay yang sesuai dengan frekuensi sample audio sonic menggunakan delay 10 ms dengan error frequency yang dihasilkan sebesar%.

Kata kunci : *Sonic Bloom, Frekuensi, Audio Generator, Gelombang Suara, Tanaman, Stomata, Arduino Uno.*

I. PENDAHULUAN

Untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas serta mutu hasil tanaman, oleh para peneliti di bidang agroteknologi maupun agribisnis melakukan berbagai cara termasuk meneliti pengaruh gelombang suara terhadap pertumbuhan tanaman.

Teknologi *Sonic Bloom* merupakan penerapan teknologi gelombang suara berfrekuensi 3000 – 5000 Hz yang diberikan pada tanaman untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas serta mutu hasil tanaman. Frekuensi ini menghasilkan suara yang serupa dengan kicauan burung di pagi hari yang mampu merangsang terbukanya *stomata* pada tanaman. Teknologi ini pertama kali diperkenalkan oleh Dan Carlson [1].

Sejak Dan Carlson memperkenalkan teknologi *Sonic Bloom*, penelitian ini semakin ramai dilakukan oleh para

peneliti pertanian dengan berbagai rentang frekuensi yang berbeda dan untuk jenis tanaman yang berbeda. Sebagaimana yang dilakukan oleh Weinberg yang menerapkan gelombang suara dengan frekuensi 5000 Hz yang diberikan pada biji gandum [2]. Wang, dkk. Meneliti efek gelombang suara berfrekuensi 400 Hz dan 4000 Hz diterapkan pada benih padi [3]. Gagliano, dkk. Membuktikan akar muda dari tanaman *Zea mays* membungkuk kearah sumber suara berfrekuensi 200 Hz dan 300 Hz [4]. Bai Ming-e, dkk. Memberikan pengobatan pada bibit sayur menggunakan frekuensi akustik 3620 – 4180 Hz, 2950 – 4200 Hz dan jenis suara musik klasik berfrekuensi 350 Hz [5]. Tesar Aditya menerapkan gelombang suara berfrekuensi 6000 – 9600 Hz untuk meningkatkan produktivitas sawi bakso [6]. Riza S, dkk. Menggunakan gelombang suara garempung yang direkam berfrekuensi 3247 Hz untuk meneliti pertumbuhan, produktivitas, dan patogen tanaman kentang [7].

Dari data di atas diketahui bahwa dari beberapa peneliti menggunakan metode perekaman suara-suara alam dan memanipulasi frekuensi hasil rekaman menggunakan aplikasi komputer untuk mendapatkan frekuensi yang diinginkan dan selanjutnya memperdengarkan hasil rekaman tersebut pada tanaman menggunakan perangkat pemutar mp3 berupa *CD Player* atau semacamnya [6][7].

Berangkat dari kegiatan dari para peneliti tanaman ini, maka pada penelitian ini akan merancang dan merealisasikan sebuah perangkat elektronik sebagai sumber gelombang suara dengan rentang frekuensi yang bisa diatur antara 20 Hz – 20 Khz (*audiosonic*). Perangkat ini diharapkan nantinya bisa dimanfaatkan untuk pengembangan penelitian penerapan teknologi gelombang suara pada tanaman.

II. RUMUSAN MASALAH

Bagaimana mikrokontroller ATmega328 (Arduino Uno) berfungsi sebagai audio generator sebagai sumber gelombang suara dengan rentang frekuensi yang bisa diatur sesuai dengan frekuensi suara yang dibutuhkan oleh tanaman.

III. TINJAUAN PUSTAKA

1. Stomata (Pori-pori Daun)

Stomata adalah pori-pori pada daun tanaman yang berfungsi untuk menyerap nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman untuk proses pertumbuhan.

Berikut tayangan fotomikrograf yang memperlihatkan stomata pada daun membuka lebih besar akibat frekuensi suara yang digunakan Carlson.



Gbr 1. Tayangan stomata tanaman dari hasil fotomikrograf.[1]
Sumber : <http://dancarlsonsonicbloom.com/About.html>

2. Aplikasi Virtins Multi-Instrument

Untuk instrument pengujian digunakan aplikasi komputer yang bernama Virtins Multi-Instrument v3.5, aplikasi ini dikeluarkan oleh Virtins Technology.

Virtins Multi-Instrument merupakan instrumen berbasis virtual aplikasi komputer yang multi fungsi terdiri dari : Oscilloscope, Spectrum Analyzer, Signal Generator, Multimeter, Data Logger, Spectrum 3D Plot, Device Test Plan, LCR Meter, dan DDP Viewer. [13]

3. Penelitian Pertanian Teknologi Gelombang Suara

Tabel 1. Data penelitian di bidang pertanian yang menggunakan teknologi gelombang suara untuk peningkatan pertumbuhan tanaman.

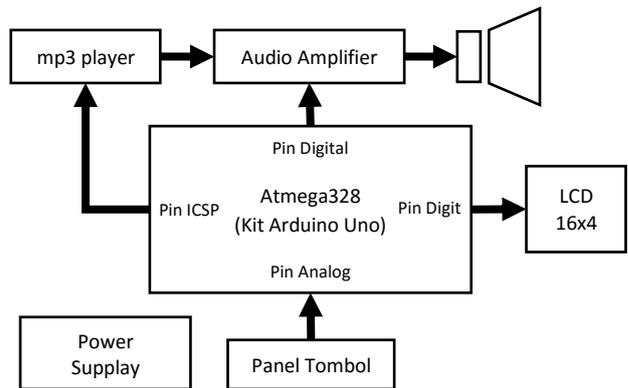
NO	Nama Peneliti	Tahun Penelitian	Data Teknis	
			Frequency Range (Hz)	Sound Pressure Level (dB)
1	Dan Carlson	1970	3000 – 5000	
2	Weinberg	1979	5000	92
3	Wang	2003	400 – 4000	106 – 111
4	Yulianto	2008	3500 – 5000	
5	Bai Ming-e	2010	3620 – 4180	
6	Bai Ming-e	2010	2950 – 4100	
7	Susanti	2012	3000 – 6000	
8	Gagliano	2012	200 – 300	
9	Taesar Aditya	2013	6000 – 9600	70 – 73
10	Reda. H. E. Hassanien	2013	100 – 1000	100
11	Vidya Chivukula and Shivaraman Ramaswamy	2014	800	100

IV. RANCANGAN SISTEM

Perangkat elektronika yang dibuat pada penelitian ini diberi nama “*Variable Audiosonic Frequency*” (VAF). Rancangan perangkat penelitian ini terdiri atas dua rancangan yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

1. Rancangan Perangkat Keras

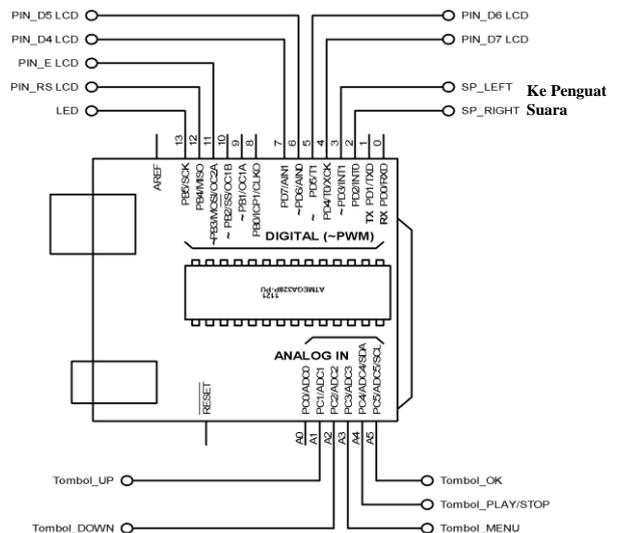
Pada perangkat keras terdiri dari 5 rangkaian utama yang terdiri dari mikrokontroller Atmega328, LCD grafik 16x4, panel tombol, pemutar mp3, dan penguat suara:



Gbr 2. Diagram blok rancangan sistem

a. Rangkaian mikrokontroller Atmega328

Bagian ini adalah bagian utama dari peralatan VAF sebagai sumber suara yang berfungsi sebagai *audio generator*. Dengan menggunakan dua buah pin digital pada Arduino Uno (pin 2 dan pin 3) sebagai luaran yang dihubungkan dengan rangkaian penguat suara.

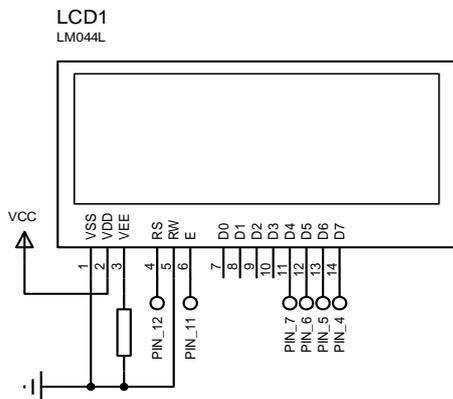


Gbr 3. Konfigurasi pin kit Arduino Uno

b. Rangkaian Display

Untuk display penampil menu dan frekuensi pada perangkat ini menggunakan LCD grafik 16x4. LCD ini merupakan komponen penampil karakter yang terdiri dari 16 kolom dan 4 baris karakter.

Hubungan dan konfigurasi pin LCD Selengkapnya diperlihatkan Gambar 6 berikut ini.

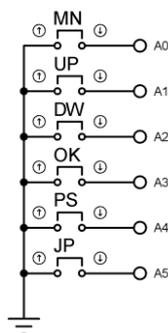


Gbr 4. Skema dan Konfigurasi pin LCD grafik 16x4

c. Rangkaian Panel Tombol

Rangkaian panel tombol terdiri dari 5 buah *push button* dimana salah satu pin masing-masing tombol dihubungkan dengan *ground* dan pin satunya lagi dihubungkan dengan port A (pin analog A0 – A5) pada Arduino Uno.

Panel tombol berfungsi untuk memilih menu jenis tanaman beserta frekuensinya dan mengatur rentang frekuensi suara yang diinginkan.



Gbr 5. Rangkaian Panel Tombol

d. Pemutar mp3

Pemutar mp3 (*mp3 player*) disiapkan untuk memberikan suara musik sebagai latar pada saat gelombang suara dipancarkan/diperdengarkan pada tanaman. Selain itu, dengan pemutar mp3 penelitian bisa dikembangkan pada pengaruh bunyi terhadap tanaman berupa jenis musik, rekaman lantunan ayat suci al-qur'an

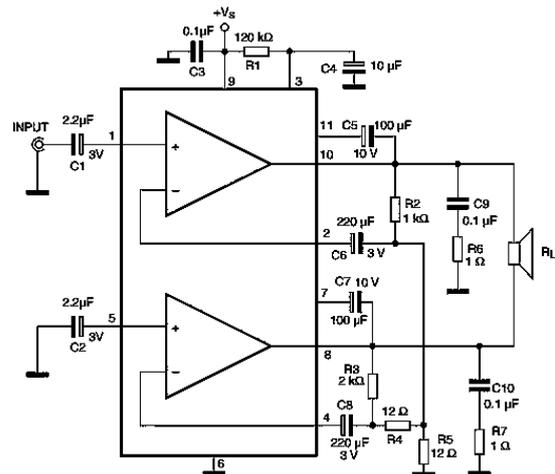
yang dikemas dalam bentuk mp3, ataupun bunyi-bunyi lainnya.

Rangkaian pemutar mp3 tidak didesain sedemikian rupa, karena pada perangkat ini menggunakan salah satu shield produk Arduino berupa *shield mp3 player* yang dipasang di atas Arduino Uno. *Shield mp3 player* ini dilengkapi sebuah slot micro-SD (*micro Secure Disc*) sebagai media penyimpanan file-file mp3. [14]

e. Penguat Suara

Oleh karena suara tone yang dihasilkan oleh Arduino Uno sangat kecil jika hanya menggunakan *buzzer* atau speaker berdaya 5 watt, maka dibutuhkan rangkaian untuk menaikkan kuat suara agar bisa didengar dengan lebih jelas baik dalam ruangan (*greenhouse*) maupun di alam terbuka.

Penguat suara (*Audio Amplifier*) yang digunakan berdaya 40 watt IC TDA2005 sebagai penguat akhir dengan tegangan catu sebesar 12 volt.



Gbr 6. Rangkaian Penguat Amplifier TDA2005
Sumber : Datasheet TDA2005 (www.st.com)

Speaker yang digunakan untuk memancarkan gelombang suara menggunakan speaker *full range* berimpedansi 4 Ohm.

2. Rancangan Perangkat Lunak

Rancangan perangkat lunak pada perangkat ini adalah susunan perintah pemrograman yang disematkan ke dalam mikrokontroler menggunakan IDE Arduino.

Susunan perintah pemrograman terdiri dari beberapa prosedur, yaitu:

- Prosedur SETUP
- Prosedur MENU
- Prosedur PLAY
- Prosedur Tombol OK
- Prosedur Tombol MENU
- Prosedur Tombol UP
- Prosedur Tombol DOWN

- **Prosedur Tombol PLAY**

Pada rancangan perangkat lunak yang akan dibahas adalah prosedur **PLAY**, dimana pada prosedur ini dituliskan perintah untuk menghasilkan gelombang suara sebagai berikut:

```
for (int i = frek_min; i <= frek_max; i += 48)
{
    tone(pin_3, i, 2000);
    delay(10);
}
```

Perintah `tone()` adalah perintah untuk menghasilkan gelombang persegi dengan frekuensi min 31 Hz dan max 65535 Hz untuk Arduino Uno (www.arduino.cc). Sintax untuk perintah ini adalah :

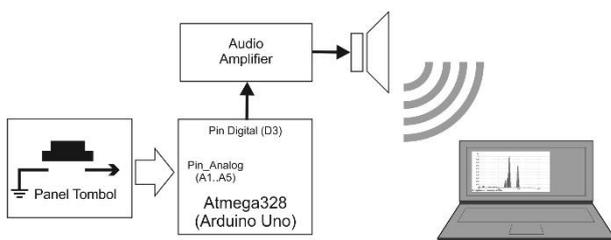
```
tone(pin, frequency, duration)
```

Perintah `for()` dimaksudkan untuk perulangan nilai rentang frekuensi dari nilai batas minimum dan terus bertambah hingga nilai maksimum sehingga suara (bunyi) yang dihasilkan terdengar bervariasi dan teratur.

V. PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Pengujian dilakukan dengan cara mengukur gelombang suara yang dipancarkan melalui speaker perangkat yang telah dibuat (VAF) dengan menggunakan mikrofon komputer jinjing (*Laptop*) yang telah dilengkapi aplikasi Multi-Instrument Pro versi 3.5.

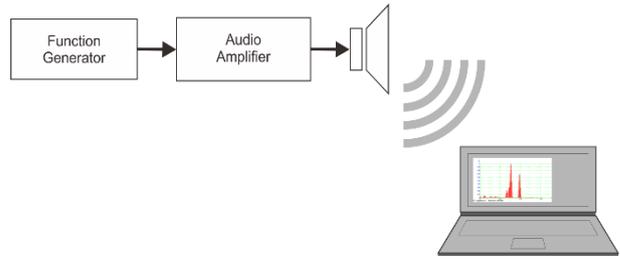
Pengujian ini dilakukan untuk menguji tingkat akurasi frekuensi suara yang terbaca pada aplikasi multi-instrument dengan nilai frekuensi suara yang diprogram pada mikrokontroler.



Gbr 7. Skema pengukuran gelombang suara yang dihasilkan perangkat VAF

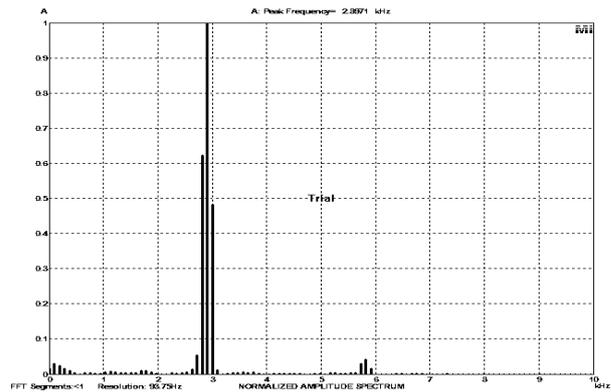
a. Kalibrasi pembacaan Multi-Instrument

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan frekuensi suara dari Virtual Aplikasi Virtins Multi-Instrument menggunakan *function generator* sebagai sumber gelombang suara.

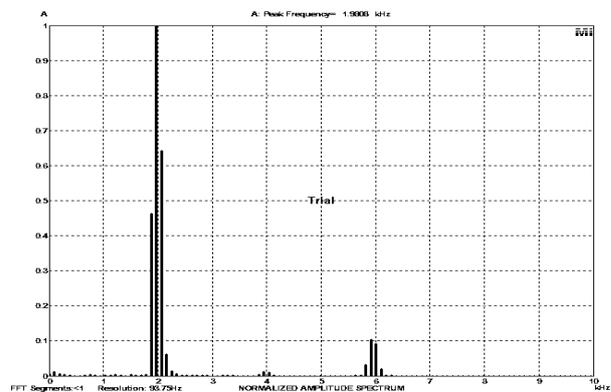


Gbr 8. Skema kalibrasi pembacaan Multi-Instrument

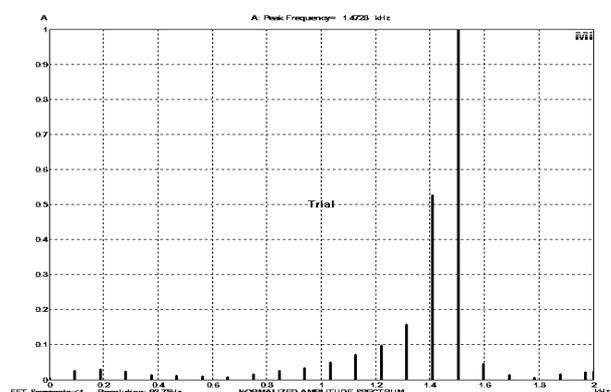
Hasil pengujian diperlihatkan oleh gambar spektrum frekuensi berikut :



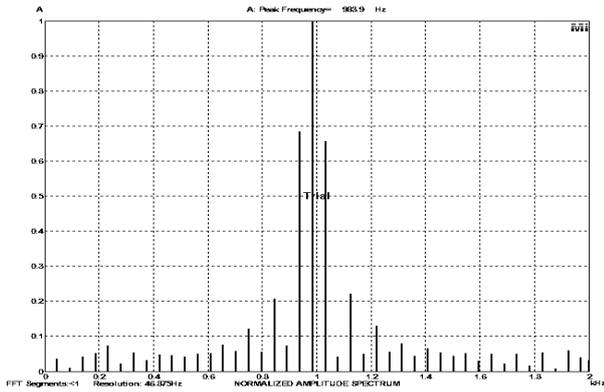
(a) Frekuensi 3000 Hz



(b) Frekuensi 2000 Hz



(c) Frekuensi 1500 Hz



(d) Frekuensi 1000 Hz

Gbr 9. Spektrum frekuensi dari *function generator*

Dari hasil pengukuran tingkat akurasi pembacaan Multi-Instrument dengan *function generator* sebagai sumber gelombang suara

Tabel 2. Perbandingan nilai frekuensi yang terbaca oleh Multi-Instrument terhadap nilai frekuensi yang dihasilkan *Function Generator*

No	Frekuensi <i>function generator</i> (Hz)	Frekuensi hasil pembacaan Multi-Instrument (Hz)	Error (%)
1	3000	2897	0,0343
2	2000	1981	0,0095
3	1500	1473	0,0180
4	1000	984	0,0160

Untuk *error* dari nilai frekuensi yang terbaca oleh Multi-Instrument terhadap nilai frekuensi *Function Generator* menggunakan persamaan sebagai berikut:

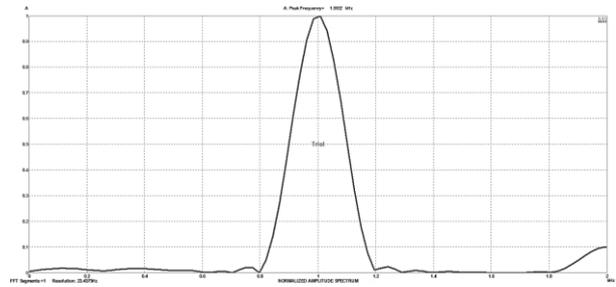
$$error = \frac{f_{FG} - f_{MI}}{f_{FG}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Berdasarkan grafik dan tabel di atas, dapat terlihat bahwa *error* dari nilai frekuensi yang terbaca oleh Multi-Instrument terhadap nilai frekuensi yang diatur pada *Function Generator* nilai rata-rata sebesar 0,02 %

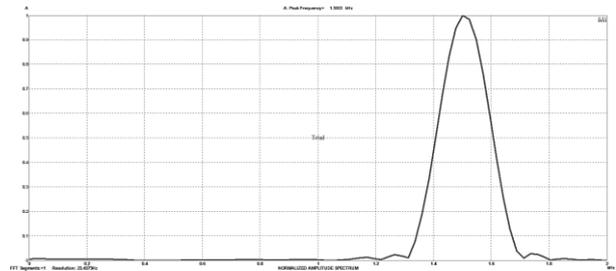
b. Mengukur frekuensi tunggal

Pengujian ini dilakukan dengan cara memasukkan nilai frekuensi suara tunggal kedalam program mikrokontroller, dan selanjutnya mengukur gelombang suara yang dihasilkan. Pengujian ini bertujuan untuk menguji tingkat akurasi frekuensi suara yang terbaca pada aplikasi multi-instrument dengan nilai frekuensi suara yang diprogram pada mikrokontroller.

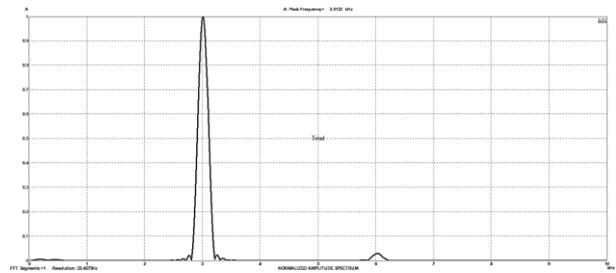
Hasil pengujian diperlihatkan oleh spektrum frekuensi berikut:



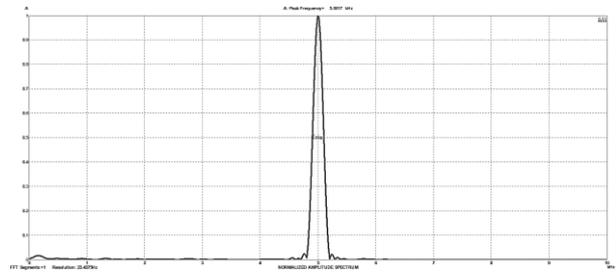
(a) Frekuensi 1000 Hz



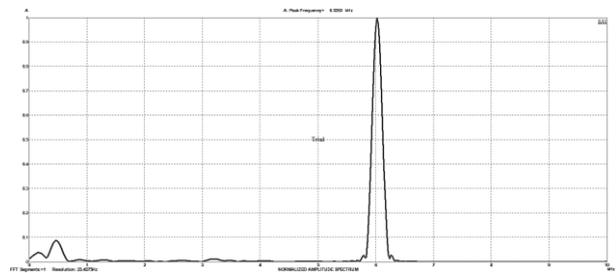
(b) Frekuensi 1500 Hz



(c) Frekuensi 3000 Hz



(d) Frekuensi : 5000 Hz



(e) Frekuensi 6000 Hz

Gbr 10. Spektrum frekuensi tunggal yang dihasilkan oleh perangkat “*variable audio frequency*”

Ket : Sampling Frequency : 48 KHz, Sampling bit resolution : 16 Bit, FFT Size : 1024

Dari beberapa gambar spektrum frekuensi hasil pengujian, terlihat tingkat akurasi sudah cukup baik. Ini dibuktikan dengan nilai-nilai yang ditampilkan dari hasil pengujian sebagaimana yang disajikan pada tabel 3. tidak jauh berbeda antara nilai frekuensi yang ditulis pada program mikrokontroller dengan nilai frekuensi hasil pembacaan aplikasi multi-instrument.

Tabel 3. Perbandingan hasil pengujian antara nilai frekuensi yang ditulis pada program mikrokontroller dengan nilai hasil pembacaan multi-instrument

No	Frekuensi yang ditulis pada program Mikrokontroller (Hz)	Frekuensi hasil pembacaan Multi-Instrument (Hz)	Error (%)
1	1000	1000,5	0,0004998
2	1500	1506,3	0,0041824
3	3000	3000,0132	0,0000044
4	5000	5000,0017	0,0000003
5	6000	6000,026	0,0000043

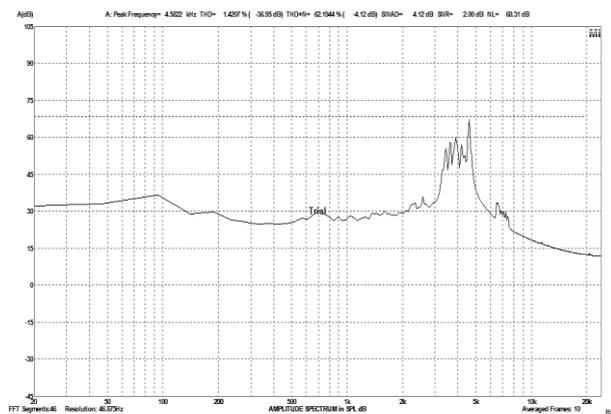
$$error = \frac{f_{FG} - f_{MI}}{f_{FG}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Berdasarkan grafik dan tabel di atas, terlihat bahwa error frekuensi yang terbaca oleh Multi-Instrument terhadap nilai frekuensi yang ditulis pada program mikrokontroller nilai rata-rata sebesar 0,001 %

c. Mengukur frekuensi suara dari sampel audio sonic bloom (frekuensi : 3000 – 5000 Hz)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bentuk spektrum frekuensi dari frekuensi sampel Audio Sonic Bloom dan menjadi acuan dalam menganalisa spektrum frekuensi dari perangkat Variable Audiosonic Frequency.

Hasil pengujian diperlihatkan oleh gambar spektrum berikut ini :



Gbr 11. Amplitude Spectrum in SPL Sampel Audio Sonic Bloom (frekuensi 3500 – 5000 Hz)

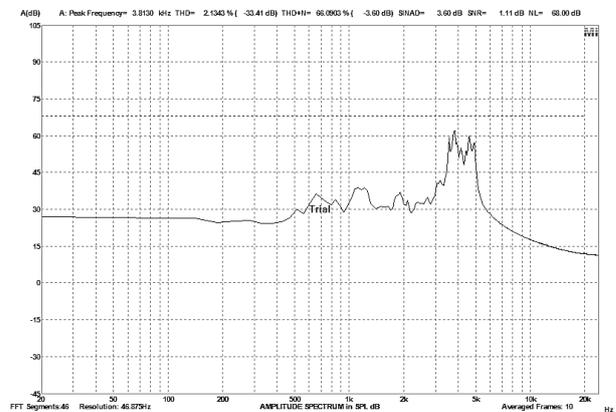
Dari grafik terlihat frekuensi dengan sound pressure level (SPL) tertinggi adalah frekuensi 4593.75 Hz dengan nilai SPL 66 dB. Tabel data pengujian disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Data hasil pengujian amplitude spectrum in SPL sampel audio sonic bloom

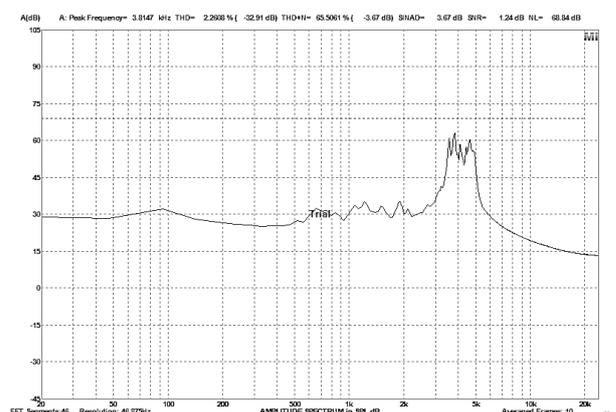
Frequency (Hz)	SPL (dB)
4593.75	66
4640.63	63
4546.88	62
3890.63	60
3609.38	58
3656.25	57
4687.50	56
4125.00	54
3468.75	53
4734.38	52
3375.00	51
4406.25	50
3703.13	49
4078.13	48
3328.13	47

d. Mengukur gelombang suara yang dihasilkan perangkat VAF yang dipancarkan melalui speaker.

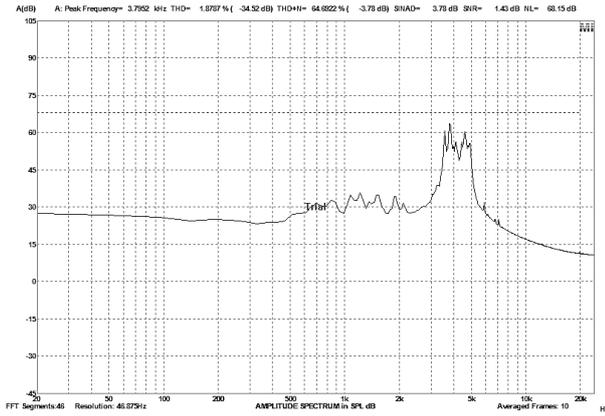
Pengujian ini dilakukan dengan cara memilih frekuensi sonic bloom yaitu 3500 – 5000 Hz pada perangkat VAF. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan delay terhadap spektrum frekuensi yang dihasilkan. Berikut Amplitude Spectrum in SPL hasil pengujian frekuensi suara yang dihasilkan oleh perangkat VAF.



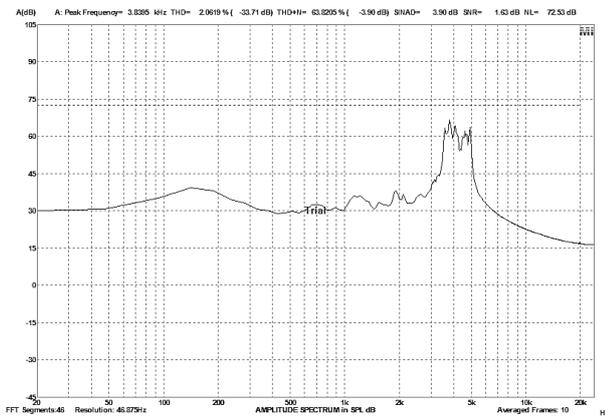
(a) Delay(4.5) ms



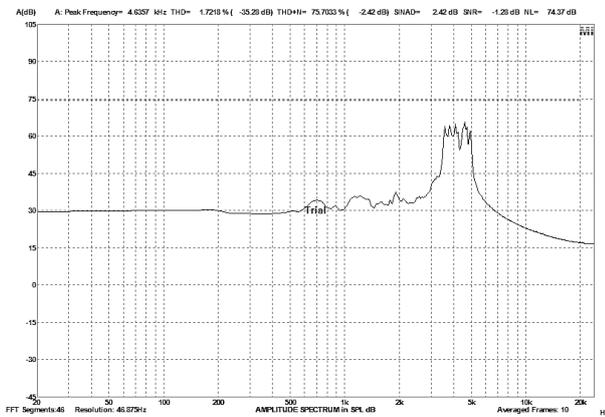
(b) Delay(5) ms



(c) Delay(5.5) mS



(d) Delay(7) mS



(e) Delay(10) mS

Gbr 12. Amplitud Spektrum in SPL gelombang suara yang dihasilkan oleh perangkat variabel audiosonic frequency (frekuensi 3500 – 5000 Hz)

Dari hasil pengujian terlihat bahwa perubahan *delay* mempengaruhi pola/nada bunyi yang dihasilkan, hal ini bisa dilihat adanya perbedaan urutan frekuensi pada nilai SPL 45 – 66 dB yang ditampilkan oleh tabel 5.

Dan dari tabel data perbandingan hasil pengujian spektrum frekuensi antara sampel *audio sonic bloom* dengan perangkat VAF didapat nilai *error frequency* berdasarkan perubahan *delay* diperlihatkan oleh tabel 6.

Tabel 5. Perbandingan hasil pengujian spektrum frekuensi antara sampel *audio sonic bloom* dengan perangkat VAF

Sample Audio	Variable Audiosonic Frequency					
	Delay 4,5 ms	Delay 5 ms	Delay 5,5 ms	Delay 7 ms	Delay 10 ms	
Freq. (Hz)	Freq. (Hz)	Freq. (Hz)	Freq. (Hz)	Freq. (Hz)	Freq. (Hz)	SPL (dB)
4593.75	3843.75	3843.75	3796.88	3796.88	4593.75	66
4640.63	4593.75	3796.88	3843.75	4078.13	4078.13	65
4546.88	3562.5	3562.5	3562.5	3562.5	3796.88	64
3890.63	4640.63	4640.63	4593.75	3890.63	4125	63
3609.38	3937.5	3750	4640.63	3703.13	3843.75	62
3656.25	3703.13	3609.38	3750	3984.38	4031.25	61
4687.5	4171.88	4453.13	4453.13	4546.88	3656.25	60
4125	3609.38	4921.88	3984.38	4453.13	3515.63	58
3468.75	4406.25	4500	4734.38	3515.63	4828.13	57
4734.38	4500	4218.75	4031.25	4781.25	4406.25	56
3375	3515.63	4031.25	4218.75	4265.63	5015.63	55
4406.25	4265.63	4359.38	4312.5	4312.5	4312.5	54
3703.13	4312.5	3468.75	4265.63	3468.75	3468.75	52
4078.13	5015.63	5015.63	5015.63	5062.5	5062.5	50
3328.13	3468.75	3421.88	3468.75	3421.88	3421.88	47

Tabel 6. Hasil perhitungan error frequency antar sampel *audio sonic bloom* dengan perangkat VAF

Error (%)					
Delay 4,5 ms	Delay 5 ms	Delay 5,5 ms	Delay 7 ms	Delay 10 ms	
0.163265	0.163265	0.173468	0.173468	0	
0.010102	0.181818	0.171718	0.121212	0.121212	
0.216496	0.216496	0.216496	0.216496	0.164948	
0.192771	0.192771	0.180721	0	0.06024	
0.090908	0.03896	0.285714	0.025974	0.064934	
0.012822	0.012819	0.025641	0.089745	0.102564	
0.109999	0.049999	0.049999	0.029999	0.22	
0.124999	0.193183	0.03409	0.079547	0.147726	
0.27027	0.297297	0.364866	0.013515	0.391893	
0.049506	0.108912	0.148516	0.0099	0.069308	
0.041668	0.194444	0.25	0.26389	0.486113	
0.031914	0.010637	0.021277	0.021277	0.021277	
0.164555	0.063292	0.151899	0.063292	0.063292	
0.229885	0.229885	0.229885	0.241378	0.241378	
0.042252	0.028169	0.042252	0.028169	0.028169	
0.116761	0.13213	0.156436	0.091857	0.145537	

Oleh karena nilai *error* terendah adalah 0,091 % yang dihasilkan oleh *delay 7 ms*, sehingga pada pemrograman perangkat VAF untuk menghasilkan gelombang suara *sonic bloom* (frekuensi 3500 – 5000 Hz) digunakan pengaturan dengan *delay 7 ms*.

VI. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Pada pengujian frekuensi tunggal tingkat akurasi frekuensi suara yang terbaca pada multi-instrumen dengan nilai frekuensi yang diprogram pada mikrokontroler mempunyai *error frequency* sebesar 0.001%.
2. Pada pengujian perbandingan frekuensi suara antara sampel *audio sonic bloom* (3500-5000 Hz) dengan frekuensi suara yang dihasilkan oleh VAF dengan pilihan frekuensi 3500-5000 Hz adalah sebesar 0,091%.
3. Rentang frekuensi yang dihasilkan oleh perangkat VAF yang dibuat adalah 3422 – 5063 Hz.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. *About Dan Carlson Sr. 1941-2012 and the Sonic Bloom Growing System*. Diakses dari <http://dancarlsonsonicbloom.com/About.html>, pada tanggal 31 Januari 2015
- [2]. Weinberge P, Measures M, 1979. "Effects of the intensity of audible sound on the growth and development of Rideau winter wheat". *Canadian Journal of Botany*, **57**, 1036-1039.
- [3]. Audio Bioharmonic Untuk Meningkatkan Hasil Panen. Diakses dari: <http://uny.ac.id/berita/audio-bioharmonic-untuk-meningkatkan-hasil-panen.html>, pada tanggal 28 Januari 2015
- [4]. Stephen Jones 1995. *The Secret Sound of Plants*. Diakses dari: <http://www.earthpulse.com/src/subcategory.asp?catid=2&subcatid=7>, pada tanggal 2 Februari 2015
- [5]. Wang B C ,Chen X , Wang Z , Fu Q Z , Zhou H , Ran L. 2003. "Biological effect of sound field stimulation on paddy rice seeds". *Colloids ,* **32**, 29-34. and *Surfaces (B: Biointerfaces)*
- [6]. Gagliano M, Stefano M, Daniel R. 2012. "Towards understanding plant bioacoustics". *Trends in Plant Science*, **17**, 323-325.
- [7]. Tesar A, Made R.S.S, Adita S. 2013. "Gelombang Bunyi Frekuensi 6000 – 9600 Hz untuk Meningkatkan Produktivitas Sawi Bakso (*Brassica rapa* cvar. *Parachinensis L.*)". *Prosiding Seminar Nasional Penelitian UNY*, F-181 – F-186.
- [8]. Bai Ming-e, Jiang S.R, Li N, Hong L.X, Hong W.B. 2010. "Effect of Incest Acoustic and Music Acoustic Frequency on the Growth of 6 Kinds of Vegetables". *Agricultural Science & Technology*, **11**(13), 90 – 93.
- [9]. Yulianto. 2008. "Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Gelombang Suara dan Nutrisi Rumput Laut pada Cabai Merah (*Capsicum Annuum L.*)". *J. Agroland*, **15** (1), 1 – 6.
- [10]. Riza S, Dwi N, Siti M. ."Pengaruh Frekuensi Suara "Garengpung" (*Dundubia manifera*) Terhadap Pertumbuhan, Produktivitas, dan Patogen "Phytophthora infestans" Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum, L*) dengan Sistem Greenhouse". *Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 598 – 604.
- [11]. Istiyanto, J., E. 2014. *Pengantar Elektronika & Instrumentasi pendekatan project Arduino & Android*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [12]. Kadir, A. 2013. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan Arduino*. Penerbit Andi, Yogyakarta.