

**RANCANG BANGUN TEKNOLOGI AUDIO BIO HARMONIK DENGAN  
SMARTCHIP WT5001 YANG LEBIH PRAKTIS**

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta  
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains**

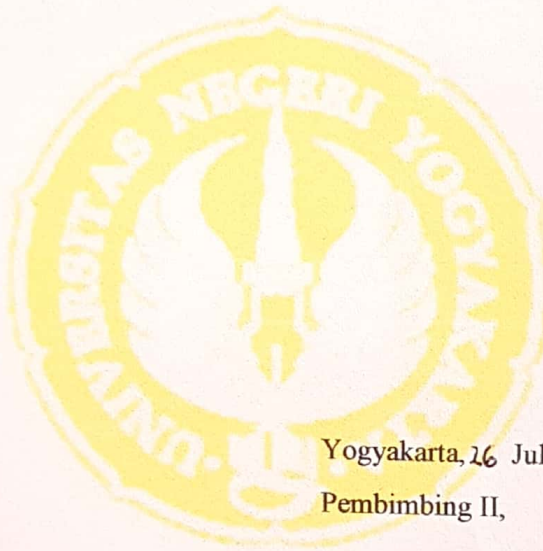


**Oleh  
Restu Setiyono  
NIM 13306141044**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2017**

## PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Teknologi Audio Bio Harmonik dengan *Smartchip* WT5001 yang Lebih Praktis” yang disusun oleh Restu Setiyono, NIM 13306141044 ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.



Yogyakarta, 26 Juli 2017

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Drs. Nur Kadarisman, M.Si.

NIP 196402051991011001



Agus Sugiharto, S.Pd., M.Eng.

NIP 196808011994121002

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Teknologi Audio Bio Harmonik dengan *Smartchip* WT5001 yang Lebih Praktis” yang disusun oleh Restu Setiyono, NIM 13306141044 ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 31 Juli..... 2017 dan dinyatakan lulus.

## DEWAN PENGUJI

No	Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
1	<u>Drs. Nur Kadarisman, M.Si.</u> NIP. 196402051991011001	Ketua Penguji		<u>7/9/17</u>
2	<u>Agus Sugiharto, S.Pd., M.Eng.</u> NIP. 196808011994121002	Sekretaris Penguji		<u>6/9/17</u>
3	<u>Denny Darmawan, M.Sc.</u> NIP. 197912022003121002	Penguji Utama		<u>31/8/17</u>

Yogyakarta, 11 September 2017

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta



NIP 196203291987021002

## PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Restu Setiyono

NIM : 13306141044

Program Studi : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

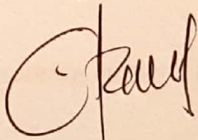
Judul Skripsi : Rancang Bangun Teknologi Audio Bio Harmonik dengan  
*Smartchip* WT5001 yang Lebih Praktis

menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan dosen penguji yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi ditunda yudisium pada periode selanjutnya.

Yogyakarta, 26 Juli 2017

Yang Menyatakan



Restu Setiyono

NIM. 13306141044

## MOTTO

“Karena sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. Al Insyirah:5)

“Berpikir besar, kemudian bertindak”

(Tan Malaka)

“Orang yang tak pernah melakukan kesalahan adalah orang yang tak pernah mencoba sesuatu yang baru”

(Albert Einstein)

“Hidup itu seperti emngendarai sepeda, untuk menjaga keseimbanganmu, kamu harus terus bergerak”

(Albert Einstein)

*“The two most powerful warriors are patience and time”*

(Leo Tolstoy)

*“The world will not be destroyed by those who do evil, but by those who watch and do nothing”*

(Albert Einstein)

*“I try not to worry too much. Not because nothing matters, but because everything does”*

(Rachel Wolchin)

# **Rancang Bangun Teknologi Audio Bio Harmonik dengan *Smartchip* WT5001 yang Lebih Praktis**

Oleh :

**Restu Setiyono**  
**NIM 13306141044**

## **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang kembali Teknologi Audio Bio Harmonik dengan *smartchip* WT5001 yang lebih praktis sebagai upaya untuk membantu petani untuk meningkatkan produktivitas tanaman yang lebih praktis, mudah dioperasikan dan terjangkau oleh petani.

Penelitian ini diawali dengan memasukkan bunyi garengpung dengan format WAV ke dalam SDcard sebagai media penyimpanan. Bunyi suara garengpung yang terdapat pada SDcard terdiri dari 5 variasi frekuensi yaitu 3000 Hz, 3500 Hz, 4000 Hz, 4500 Hz, dan 5000 Hz. Kemudian SDcard dimasukkan ke dalam slot SDcard pada *smartchip* WT5001. Untuk bisa beroperasi, perangkat ABH ini terdiri dari catu daya berupa baterai yang bisa diisi ulang, kapasitor  $47\mu F$ ,  $470\mu F$  dan IC Regulator 7805. Kapasitor  $47\mu F$  dan  $470\mu F$  berfungsi sebagai filter untuk mengeliminasi sinyal-sinyal pengganggu (*noise*). IC regulator 7805 berfungsi untuk menstabilkan tegangan output yang masuk rangkaian *chip* WT5001 sebesar 5 volt sesuai kebutuhan. Saat saklar berada pada posisi ON maka *Chip* WT5001 yang berupa modul bekerja memutar file suara dari microSD. Bunyi yang keluar dari rangkaian kemudian dikuatkan dengan rangkaian *Audio Power Amplifier*. Sebagai output bunyi dari rangkaian digunakan *horn speaker*. Bunyi keluaran kemudian divalidasi dengan bantuan aplikasi SpectraPlus 5.0.

Perangkat Audio Bio Harmonik dengan *smartchip* WT5001 telah dirancang kembali dengan variasi *peak frequency* 3000 Hz sampai 5000 Hz dengan interval 500 Hz yang unggul dalam hal pengoperasian di lapangan karena lebih praktis dengan ukuran yang lebih kecil dan lebih terjangkau serta mudah dalam pengoperasiannya. Hasil uji validasi *peak frequency* antara *peak frequency* file suara dengan keluaran menunjukkan adanya simpangan sumber bunyi rangkaian dengan yang terukur yaitu  $(2,99 \pm 0,01) \times 10^3 \text{ Hz}$ ,  $(3,52 \pm 0,04) \times 10^3 \text{ Hz}$ ,  $(3,88 \pm 0,09) \times 10^3 \text{ Hz}$ ,  $(4,55 \pm 0,13) \times 10^3 \text{ Hz}$ ,  $(5,11 \pm 0,10) \times 10^3 \text{ Hz}$ .

Kata Kunci : Audio Bio Harmonik, *smartchip* WT5001, *peak frequency*.

## ***Bio Harmonic Audio Design Using WT5001 Smart Chip that is More Practical***

**By :**

**Restu Setiyono  
NIM 13306141044**

### ***ABSTRACT***

*This study aimed to redesign the Bio Harmonic Audio Technology with WT5001 smartchip as an effort to help farmers to improve crop productivity which is more practical, easy to operate and affordable for farmers.*

*This research began by inserting the sound of garengpung with WAV format into SDcard as storage media. The sound of the garengpung on SDcard consisted of 5 variations with frequency of 3000 Hz, 3500 Hz, 4000 Hz, 4500 Hz, and 5000 Hz. Then the SDcard was inserted into the SDCard slot on the WT5001 smartchip. To operate, the ABH device consists of a rechargeable battery power supply, 47 $\mu$ f and 470 $\mu$ F capacitor and 7805 Regulator IC. 47 $\mu$ F capacitor and 470 $\mu$ F capacitor serves as a filter to eliminate noise signals. 7805 regulator IC serves to stabilize the output voltage of 5 volts for WT5001 chip as needed. When the switch is in the ON position, the WT5001 chip in the form of module works to play sound files from microSD. The sound coming out of the circuit is then amplified by the Audio Power Amplifier circuit. As the output sound of the circuit, horn speaker is used. The output sound is then tested for validation with the help of SpectraPlus 5.0 application.*

*The Audio Bio Harmonic device with WT5001 smartchip had been redesigned with peak frequency variations of 3000 Hz to 5000 Hz with 500 Hz intervals that are superior in field operation and more practical with smaller size and more affordable and easy to operate. The result of the peak frequency validation test between the peak frequency of the MP3 file and the output indicates the existence of the source circuit beam with the measured being  $(2,99 \pm 0,01) \times 10^3$  Hz,  $(3,52 \pm 0,04) \times 10^3$  Hz,  $(3,88 \pm 0,09) \times 10^3$  Hz,  $(4,55 \pm 0,13) \times 10^3$  Hz,  $(5,11 \pm 0,10) \times 10^3$  Hz.*

**Keywords:** *Bio Harmonic Audio, WT5001 smartchip, peak frequency.*



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamin. Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat rahmat serta karunia-Nya, sehingga saya mampu menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Teknologi Tepat Guna Audio Bio Harmonik dengan *Smartchip* WT5001 yang Lebih Praktis” ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Jurusan Pendidikan Fisika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta. Skripsi ini mungkin tidak dapat diselesaikan oleh penulis tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Hartono, selaku Dekan FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, yang telah mengesahkan penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Drs. Yusman Wiyatmo, M.Si. selaku Kajurdik Fisika yang membantu dan memperlancar administrasi penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Agus Sugiharto, S.Pd., M.Eng. selaku pembimbing yang telah menyediakan sarana dan prasana sehingga dapat membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Nur Kadarisman, M.Si. selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan bantuan, arahan, motivasi yang tidak ada hentinya di sela-sela kesibukannya.



5. Kedua Orangtua yang selalu mendoakan, memberi motivasi, semangat pantang menyerah sehingga penulisan skripsi ini dapat berjalan lancar.
6. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, terimakasih atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak guna menyempurnakan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca sekalian.

Yogyakarta, 03 Maret 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERSETUJUAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>v</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Perumusan Masalah .....	4
E. Tujuan Penelitian .....	5
F. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II .....</b>	<b>6</b>
<b>KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
A. Audio Bio Harmonik atau Sonic Bloom .....	6
1. Pengertian Sonic Bloom .....	6
2. Unit Suara Sonic Bloom .....	7
B. Pengaruh Frekuensi Akustik terhadap Tanaman .....	7
C. Modul MP3 WT5001 .....	9
D. Audio Power Amplifier .....	12
E. Adaptor.....	13

F. Speaker.....	15
G. Teknologi Audio Bio Harmonik Digital .....	17
H. Kerangka Berpikir .....	19
<b>BAB III.....</b>	<b>21</b>
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	21
B. Instrumen Penelitian.....	21
C. Metode dan Teknik Pembuatan Alat.....	22
1. Pembuatan Printed Circuit Board (PCB).....	22
2. Perancangan dan pembuatan alat .....	24
3. Validasi alat .....	25
<b>BAB IV .....</b>	<b>27</b>
A. Rancang bangun instrumen Audio Bio Harmonik .....	27
1. Hasil rancang bangun Audio Bio Harmonik .....	27
2. Prinsip kerja Alat.....	28
3. Skema rangkaian .....	30
4. Cara mengoperasikan alat .....	31
5. Spesifikasi Alat.....	32
B. Validasi spektrum frekuensi Audio Bio Harmonik.....	33
C. Perbandingan Perangkat ABH Hasil Rancang Bangun dan versi sebelumnya .....	36
<b>BAB V.....</b>	<b>39</b>
A. Kesimpulan .....	39
B. Saran.....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>

## DAFTAR TABEL

	<b>Hal</b>
Tabel 01. Fungsi Modul .....	10
Tabel 02. Deskripsi Pin .....	11
Tabel 03. Hasil spektrum uji <i>peak frequency</i> file suara.....	34
Tabel 04. Hasil validasi <i>peak frequency</i> .....	35
Tabel 05. Perbandingan hasil pengukuran <i>peak</i> frekuensi .....	36
Tabel 06. Perbandingan ABH lama dan ABH baru .....	37

## DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 01. <i>Smartchip</i> WT5001 .....	10
Gambar 02. Pin WT500102-28P .....	11
Gambar 03. Diagram blok DC <i>power supply</i> .....	14
Gambar 04. Rangkaian sederhana DC <i>power supply</i> .....	15
Gambar 05. <i>Horn speaker</i> merk Narae .....	16
Gambar 06. Simbol <i>speaker</i> dan bentuk <i>speaker</i> .....	17
Gambar 07. <i>Single op-amp bandpass filter</i> .....	18
Gambar 08. Audio Bio Harmonik Digital .....	19
Gambar 09. Rancangan penelitian .....	19
Gambar 10. Blok diagram .....	24
Gambar 11. Hasil rancang bangun .....	26
Gambar 12. Diagram prinsip kerja alat.....	28
Gambar 13. Skema rangkaian ABH hasil rancang bangun .....	30
Gambar 14. Tata letak komponen .....	31
Gambar 15. Jalur rangkaian .....	31
Gambar 16. Rancangan validasi .....	33
Gambar 17. ABH lama .....	36
Gambar 18. ABH baru .....	36

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Hal</b>
Lampiran 01. Dokumentasi.....	44
Lampiran 02. Hasil uji validasi .....	47
Lampiran 03. <i>Datasheet</i> Modul MP3 WT5001.....	80
Lampiran 04. <i>Datasheet Audio Power Amplifier PAM8403</i> .....	96

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara agraris. Negara agraris sendiri artinya adalah negara yang mayoritas penduduknya bekerja di bidang pertanian. Banyak jenis bahan pangan yang bergantung pada sektor pertanian misalnya padi, jagung, kedelai, sayuran dan lain-lain. Dari keadaan Indonesia yang merupakan negara agraris seharusnya tidak ada persoalan yang berkaitan dengan produksi pangan. Pada kenyataannya Indonesia pernah mengalami krisis pangan pada tahun 2013 (Republika, 2013). Dewasa ini, pertumbuhan penduduk semakin cepat sedangkan ketersediaan lahan pangan semakin berkurang. Melihat hal tersebut di tahun mendatang Indonesia bisa dilanda krisis pangan terus menerus. Ironisnya, melihat kenyataan yang demikian hanya sedikit penguasa dan perumus kebijakan yang menyadari bahwa pertanian dan pangan merupakan komponen luar biasa penting bagi sebuah bangsa (Analisa, 2016). Banyak lahan-lahan yang seharusnya bisa menjadi lahan pertanian sudah dipenuhi dengan bangunan-bangunan mewah. Perkembangan teknologi juga mengakibatkan bertambahnya tempat produksi untuk memenuhi keinginan konsumen yang semakin melonjak. Pada akhirnya lahan pertanian semakin berkurang dan diikuti dengan semakin berkurangnya binatang lokal karena habitatnya sudah dirusak.



Permasalahan semakin menyempitnya lahan pertanian tidak bisa dihindari. Hal yang dapat dilakukan adalah memaksimalkan hasil pertanian yang sudah ada. Upaya-upaya perlu dilakukan untuk memperbaiki mutu tanaman yang dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas tanaman pangan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah mengoptimalkan pemberian nutrisi melalui stomata. Binatang yang mengeluarkan suara yang nyaring dapat membantu pembukaan stomata pada tumbuhan. *Sonic Bloom* merupakan teknologi baru yang memanfaatkan efek gelombang suara untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman yang diciptakan oleh Dan Carlson, Amerika Serikat dan mulai disebarakan secara komersial pada tahun 1980. Teknologi ini memanfaatkan gelombang suara alami dengan frekuensi tinggi yang disebutkan mampu merangsang mulut daun (stomata) tetap terbuka sehingga dapat meningkatkan laju dan efisiensi penyerapan pupuk daun. Dalam penelitian ini suara yang digunakan adalah rekaman suara garengpung.

Penelitian tentang teknologi *Audio Bio Harmonic (ABH)* dengan memanfaatkan suara garengpung dengan frekuensi tinggi telah dilakukan oleh Nur Kadarisman dkk (2012) dan sudah terbukti dalam hal peningkatan hasil produksi tanaman seperti kentang, kacang, dan kedelai. Instrumen yang dibuat belum praktis. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Restiana Aulia Supendi (2015) dengan menggunakan *chip* WT5001. Alat ABH yang dikembangkan terdiri dari mikrokontroler berupa Arduino UNO, *Chip* WT5001, *Audio Power Amplifier* menggunakan komponen TDA2003,

*Horn Speaker* dan penampil. ABH dengan *chip* WT5001 merupakan instrumen dimana satu komponen dan komponen lainnya masih terpisah maka dari itu alat ini masih kurang praktis dalam penggunaannya.

Pada kenyataannya banyak petani yang kurang memahami tentang teknologi. Dalam beberapa hal seperti dalam upaya peningkatan produktivitas tanaman, para petani lebih cenderung menggunakan sesuatu yang mudah untuk digunakan. Seperti layaknya saat petani membawa radio ke ladang mereka bisa mengoperasikannya dengan mudah dengan saklar on off, selektor frekuensi dan volume. Kebanyakan yang berprofesi sebagai petani adalah masyarakat dengan ekonomi menengah ke bawah sehingga persoalan daya beli juga harus dipertimbangkan.

Penelitian yang dilakukan ini membuat rancang bangun instrumen Audio Bio Harmonik dengan *smartchip* WT5001 yang lebih praktis. Sumber suara yang digunakan adalah rekaman dari serangga “garengpung”. ABH dengan *smartchip* WT5001 menggunakan baterai yang bisa diisi ulang. ABH dengan *smartchip* WT5001 dikemas dalam satu wadah yang lebih praktis dan memudahkan para petani dalam pengoperasiannya. Selain praktis dan mudah dalam pengoperasiannya, ABH yang dirancang kali ini lebih terjangkau oleh petani sehingga dikatakan lebih praktis.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang penelitian di atas, dapat diidentifikasi berbagai permasalahan sebagai berikut :

1. Rendahnya pengetahuan petani tentang teknologi yang dapat meningkatkan hasil pertanian.
2. Sudah ada bentuk file rekaman bunyi suara garengpung dengan variasi *peak frequency* yang sudah melewati proses sintesis bunyi.
3. Sudah ditemukannya *Audio Bio Harmonic* dengan *chip* WT5001 tetapi dalam penggunaanya kurang praktis.

### C. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Sumber bunyi yang digunakan adalah suara garengpung dengan manipulasi *peak frequency* 3000 Hz, 3500 Hz, 4000 Hz, 4500 Hz, 5000 Hz.
2. Output sumber bunyi menggunakan *horn speaker* 12 watt, 8 ohm.
3. Menggunakan WT5001 MP3 *shield* dan kit *audio power amplifier* 3 watt + 3 watt kelas D.

### D. Perumusan Masalah

1. Bagaimana rancang bangun instrumen *Audio Bio Harmonic* dengan *smartchip* WT5001 yang lebih praktis?
2. Bagaimana validasi *peak frequency* sumber bunyi *Audio Bio Harmonic* yang dihasilkan oleh instrumen yang dibuat?

## **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Merancang bangun *Audio Bio Harmonic (ABH)* dengan menggunakan *smartchip* WT5001 sebagai instrumen yang lebih praktis sebagai upaya peningkatan produktivitas tanaman dengan variasi frekuensi.
2. Menguji validasi *peak frequency output* sumber bunyi ABH yang dihasilkan oleh ABH dengan *smartchip* seri WT5001.

## **F. Manfaat Penelitian**

### **1. Bagi peneliti**

Dihasilkan instrumen ABH yang lebih praktis dari seri sebelumnya dan menambah pengalaman serta keterampilan dalam memanfaatkan kemajuan teknologi.

### **2. Bagi petani**

Petani dapat meningkatkan produktivitas tanaman pangan dengan alat yang lebih terjangkau dan mudah digunakan.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Audio Bio Harmonik atau *Sonic Bloom***

##### **1. Pengertian *Sonic Bloom***

*Sonic Bloom* adalah cara pemupukan daun dengan pengabutan larutan pupuk yang mengandung *trace* mineral yang digabungkan serentak bersama gelombang suara berfrekuensi tinggi (Purwadaria, 1998). *Sonic Bloom* merupakan teknologi gelombang suara yang dimanfaatkan sebagai upaya peningkatan produktivitas tanaman. Teknologi ini mendukung penyemprotan pupuk daun dengan membantu pembukaan stomata daun. Berdasarkan hasil pengujian USDA (*United States Department of Agriculture*) di Amerika menyatakan bahwa baik nutrisi maupun gelombang suara yang ditemukan tidak berakibat buruk atau merusak lingkungan (Tim penyusun PT. Interform 73, 1998) .

Salah satu penelitian yang sudah dilakukan adalah pengaruh *Sonic Bloom* pada produktivitas kentang dan terbukti perlakuan dengan menggunakan frekuensi audio 3000 Hz dengan peningkatan produktivitas sebesar 171,9 % (Kadarisman, 2012). Pengaruh *Sonic Bloom* tidak hanya pada peningkatan produktivitas tanaman tetapi juga pada pertumbuhan tanaman. *Sonic Bloom* dapat mempercepat pertumbuhan tanaman baik tinggi maupun diameter batang.

Dari pengamatan seorang petani kayu Black Walnut di Minnesota Amerika Serikat dengan kebun seluas 15 ha, pertumbuhan diameter kayu yang dikenai *Sonic Bloom* adalah 2,12 cm per tahun, sedangkan pertumbuhan tanpa *Sonic Bloom* berkisar 0,51-1,02 cm per tahun. Pertumbuhan tinggi batang dengan *Sonic Bloom* adalah sekitar 2 sampai 3 kali dibandingkan tanpa *Sonic Bloom* (Restiana, 2016).

## **2. Unit Suara Sonic Bloom**

Perangkat Unit Suara *Sonic Bloom* bekerja dengan memancarkan suara dengan frekuensi tinggi. Unit Suara *Sonic Bloom* merupakan unit generator penghasil suara akustik dengan frekuensi bolak-balik yang merupakan frekuensi tinggi dengan nilai frekuensi sebesar 3500-5000 KHz. Berdasarkan hasil pengujian USDA (*United States Departement of Agriculture*) frekuensi yang dihasilkan unit suara ini akan memancarkan gelombang suara yang bertujuan untuk mempengaruhi metabolisme sel dalam daun sehingga stomata dapat membuka hingga 125%.

## **B. Pengaruh Frekuensi Akustik terhadap Tanaman**

Gelombang bunyi merupakan getaran molekul-molekul zat yang saling beradu satu sama lain. Namun demikian, zat tersebut terkoordinasi menghasilkan gelombang serta mentransmisikan energi tetapi tidak pernah terjadi perpindahan partikel.

Ada dua aspek dari setiap bunyi yang dirasakan oleh pendengaran manusia. Aspek ini adalah “kenyaringan” dan “ketinggian”, dan masing-

masing menyatakan sensasi dalam ke sasaran pendengar. Tetapi untuk masing-masing sensasi subjektif ini, ada besaran yang dapat diukur secara fisis. Kenyaringan (*loudness*) berhubungan dengan energi pada gelombang bunyi. Dan ketinggian (*pitch*) bunyi menyatakan apakah bunyi tersebut tinggi seperti bunyi seruling atau biola, atau rendah seperti bunyi *bass drum* atau senar bass. Besaran fisika yang menentukan ketinggian bunyi adalah frekuensi (Giancoli, 2001).

Gelombang adalah suatu getaran yang merambat, yang membawa energi dari satu tempat ke tempat lainnya. Dengan kata lain bunyi mempunyai energi, karena bunyi merupakan salah satu bentuk gelombang yang memiliki kemampuan untuk menggetarkan partikel-partikel yang dilaluinya. Energi atau getaran yang dihasilkan oleh sumber bunyi tersebut mempunyai efek terhadap suatu tanaman, yaitu mampu untuk membuka stomata daun. Getaran dari suara akan memindahkan energi ke permukaan daun dan akan menstimulasi stomata daun untuk membuka lebih lebar.

Sumardi et.al (2002) dalam Supriaty Ningsih (2007) menyatakan bahwa pada dasarnya frekuensi akustik dapat memperpanjang periode pembukaan stomata yang dapat mengakibatkan proses transpirasi terus berlangsung, sehingga memperpanjang pula masa penyerapan unsur hara sebagai penyeimbang transpirasi. Pembukaan stomata karena pengaruh frekuensi akustik mampu meningkatkan tekanan osmotik pada *protoplasma* sel penjaga, di mana sel penjaga merupakan salah satu bagian yang terdapat dalam stomata sehingga sel penjaga akan



menggembung karena banyak menyerap air. Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa yang mendorong sel penjaga menyerap air dan menggembung adalah tekanan osmotik *protoplasma* sel penjaga lebih kecil daripada sel di sekitarnya, yang menyebabkan air mengalir ke dalam sel penjaga. Selanjutnya mengakibatkan naiknya tekanan osmotik dan sel menggembung sehingga stomata membuka.

Dengan membukanya stomata yang lebih lebar berarti penyerapan unsur hara dan bahan-bahan lain di daun menjadi lebih banyak jika dibandingkan dengan tanaman tanpa perlakuan frekuensi akustik. Membukanya stomata menyebabkan gas oksigen O<sub>2</sub> terdifusi keluar dan gas karbondioksida CO<sub>2</sub> masuk ke dalam sel sebagai bahan untuk melakukan proses fotosintesis dengan bantuan cahaya matahari (Salisbury dan Ross, 1995).

### **C. Modul MP3 WT5001**

Modul MP3 WT5001 merupakan media penyimpanan suara. Modul ini terdiri dari 28 pin yang memiliki fungsi masing-masing. Pemutaran file suara bisa diatur dengan program untuk *playing mode*. Berikut merupakan gambar dari Modul MP3 WT5001:



Gambar 1. *Smartchip* WT5001

(Sumber <http://www.microelectronicos.com/datasheets/WT5001.pdf>)

WT5001M02-28P adalah media penyimpanan SPI FLASH mandiri sebagai MP3 *player*, mendukung WAV dan MP3 file. Jika file disimpan dalam SPI-FLASH maka file harus memiliki *bit rate* antara 6 kbps-320 kbps untuk format MP3 dan *sample rate* 8 KHz-44,1 KHz untuk format WAV. *Chip* ini dapat mendukung pengembangan *storage* dengan SDcard dan *U-disk play function*, dapat secara fleksibel diterapkan di berbagai aplikasi dan dapat disesuaikan untuk pengembangan berbagai fitur. Fungsi dari *module* WT5001M02-28P ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Fungsi *module*

Model	WT5001M02-28P
<i>Package</i>	28 PIN <i>module</i>
<i>Size (mm)</i>	36.2*19.1
<i>SPI download</i>	<i>Yes</i>
<i>RS232 Serial Control</i>	<i>Yes</i>
<i>Press to copy</i>	<i>Yes</i>
<i>ADC-KEY</i>	<i>Yes</i>
<i>SD card</i>	<i>Yes</i>
<i>SD card socket</i>	<i>Yes</i>
<i>U disk</i>	<i>Yes</i>
<i>One to one key control</i>	<i>Yes</i>
<i>A, B mode</i>	<i>No</i>

(Sumber <http://www.microelectronicos.com/datasheets/WT5001.pdf>)

## Tugas dan diskripsi Pin WT500102-28P

Modul WT5001 yang dipakai dalam penelitian ini adalah seri WT5001M02-28P. Susunan dari pin WT5001M02-28P ditunjukkan pada Gambar 2. Tugas dari masing-masing pin dijelaskan dalam Tabel.2.

1	DATA16	ENABLE	28
2	GND	GND	27
3	DATA17	DP	26
4	DATA18	DM	25
5	DATA19	DATA14	24
6	DATA5	GND	23
7	RESET	VDD50	22
8	AL	BUSY	21
9	ROUT	VDD33C	20
10	LOUT	ADC_KEY	19
11	SPI_DI	DATA22	18
12	SPI_DO	RXD	17
13	SPI_CLK	TXD	16
14	GND	SPI_CEN	15

Gambar 2. Pin WT500102-28P

(Sumber <http://www.microelectronicos.com/datasheets/WT5001.pdf>)

Tabel 2. Deskripsi Pin

No	Nama	ATTR	Deskripsi	Catatan
1	DATA16	IO	Salah satu tombol fungsi, sesuai dengan alamat lagu pertama;	
2	GND	IO	Menghubungkan ke <i>TF socket shell</i>	
3	DATA17	IO	Salah satu tombol fungsi, sesuai dengan alamat lagu kedua;	
4	DATA18	IO	Salah satu tombol fungsi, sesuai dengan alamat lagu ketiga;	
5	DATA19	IO	Salah satu tombol fungsi, sesuai dengan alamat lagu keempat;	
6	DATA5	IO	Kontrol mode tidur dan bangun; ketika DATA5 menerima 2 detik level tinggi, IC masuk mode tidur; ketika IC pada mode tidur, DATA5 menerima pulsa tinggi, IC akan masuk mode bangun	
7	RESET	I	Reset eksternal	Picuan rendah untuk reset
8	AL	ANA	Audio keluaran ADC	Bisa disambungkan ke <i>speaker</i> aktif

9	ROUT	ANA	Audio keluaran PMW	Bisa disambungkan ke <i>speaker</i> 1 watt 8 ohm
10	LOUT	ANA	Audio keluaran PMW	Bisa disambungkan ke <i>speaker</i> 1 watt 8 ohm
11	SPI_DI	IO	SPI <i>output</i> utama <i>input</i> minor <i>data bus</i>	Gerbang <i>download</i> SPI
12	SPI_DO	IO	SPI <i>output</i> utama <i>input</i> minor <i>data bus</i>	Gerbang <i>download</i> SPI
13	SPI_CLK	IO	SPI <i>clock bus</i>	Gerbang <i>download</i> SPI
14	GND	GND	GND	
15	SPI_CEN	IO	SPI <i>chip select bus</i>	Gerbang <i>download</i> SPI
16	TXD	IO	<i>Bus</i> pengirim UART	
17	RXD	IO	<i>Bus</i> penerima UART	
18	DATA22	IO	Tekan untuk tombol fungsi <i>copy</i>	
19	ADC_KEY	IO	Tombol fungsi MP3 standar ADC	
20	VDD33C	PWR	Keluaran 3,3V modul	<i>Output</i> 3,3V keluar
21	BUSY	IO	Indikasi keluaran saat modul sedang sibuk	
22	VDD50	PWR	Gerbang catu daya 5V DC	
23	GND	GND	Sambung ke <i>TF socket shell</i>	
24	DATA14	IO	Salah satu tombol fungsi, beralih mode siklus putar	
25	DM	IO	Garis diferensial DM USB	
26	DP	IO	Garis diferensial DP USB	
27	GND	GND	<i>U disk power GND</i> , sambung ke <i>TF card socket shell</i>	
28	ENABLE	IO	Pin pengaktifan modul <i>amplifier</i> , ketika kosong atau tetap pada level tinggi, <i>amplifier</i> akan terbuka; ketika menyambung ke level rendah, <i>amplifier</i> akan tertutup	

(Sumber <http://www.microelectronicos.com/datasheets/WT5001.pdf>)

#### D. Audio Power Amplifier

*Audio Power amplifier* berfungsi sebagai penguat sinyal audio atau suara.

Sinyal audio yang diperkuat berasal dari sumber-sumber sinyal yang masih kecil sehingga dapat menggetarkan membran *speaker* dengan level tertentu sesuai kebutuhan. Suatu penguat elektronik adalah suatu rangkaian yang memiliki satu masukan dan satu keluaran. Masukan terdiri dari dua sambungan

dan keluaran juga terdiri dari dua sambungan. Satu pasang sambungan yang berhubungan disebut satu gerbang. Berarti penguat memiliki dua gerbang, satu gerbang input dan satu gerbang output (Blocher, 2004).

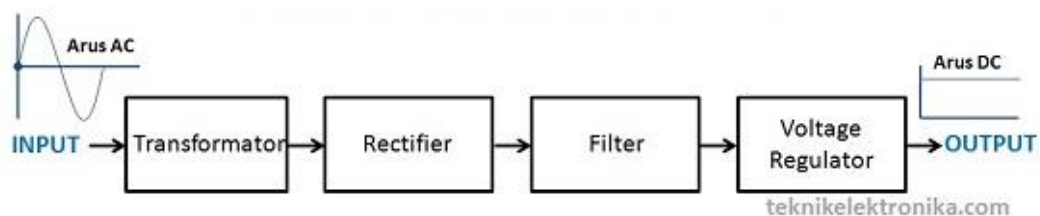
Pada dasarnya rangkaian penguat suara terdiri dari beberapa bagian yaitu input sinyal, penguat awal, pengatur nada, penguat akhir (*power amplifier*), speaker, dan catu daya. Pada penelitian ini digunakan penguat akhir seri PAM8403 5V dengan output daya 3 watt+3 watt yang menggunakan IC 8403 dan kapasitor  $470\mu F$  sebagai filter. Penguat akhir (*power amplifier*) adalah rangkain penguat daya yang bertujuan memperkuat sinyal dari pengatur nada agar bisa menggetarkan membran speaker. Penguat akhir biasanya menggunakan konfigurasi penguat kelas B atau kelas AB. Syarat utama sebuah penguat akhir adalah impedansi output yang rendah antara 4-16 ohm dan efisiensi tinggi. Pada penelitian ini speaker yang digunakan memiliki spesifikasi daya 12 watt dan impedansi 8 ohm.

#### **E. Adaptor**

Tegangan yang disediakan PLN adalah AC 220 Volt. Akan tetapi, peralatan elektronika yang kita gunakan sekarang ini sebagian besar membutuhkan arus DC dengan tegangan lebih rendah untuk pengoperasiannya. Oleh karena itu, hampir setiap peralatan elektronika memiliki sebuah rangkaian yang berfungsi untuk melakukan konversi arus listrik dari arus AC menjadi arus DC dan juga menyediakan tegangan yang sesuai dengan rangkaian elektroniknya. Rangkaian yang mengubah arus listrik AC menjadi DC ini disebut dengan DC

*Power Supply* atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan catu daya DC. DC *Power Supply* atau catu daya ini juga sering dikenal dengan nama “adaptor”.

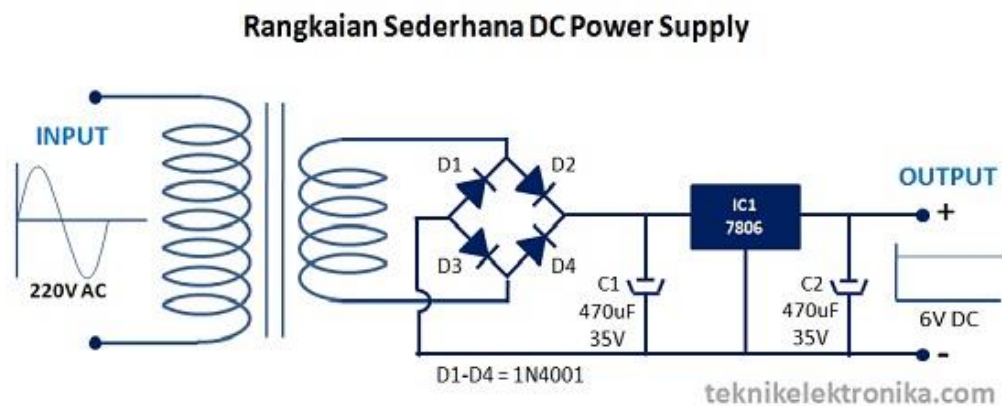
Sebuah adaptor pada dasarnya memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian utama tersebut di antaranya adalah transformator, *rectifier*, *filter*, dan *voltage regulator*. Keempat bagian tersebut tergabung dalam satu blok diagram seperti yang terlihat pada Gambar 3 di bawah ini:



Gambar 3. Diagram Blok DC *Power Supply* (Adaptor)  
(Sumber <http://teknikelektronika.com/wp-content/uploads/2014/12/Diagram-Blok-DC-Power-Supply.jpg?x22079>)

Prinsip kerja adaptor dari masing-masing blok adalah sebagai berikut : (1) Transformator yang digunakan untuk DC *power supply* adalah transformator jenis *step-down* yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik sesuai dengan kebutuhan komponen elektronika yang terdapat pada rangkaian adaptor. (2) *Rectifier* (penyearah gelombang) adalah rangkaian elektronika dalam *power supply* yang berfungsi untuk mengubah gelombang AC menjadi gelombang DC setelah tegangannya diturunkan oleh transformator *step-down*. Rangkaian *rectifier* biasanya terdiri dari komponen dioda. Terdapat 2 jenis rangkaian *rectifier* dalam *power supply* yaitu “*Half Wave Rectifier*” yang hanya terdiri dari 1 komponen dioda dan “*Full Wave Rectifier*” yang terdiri dari 2 atau 4

komponen dioda. (3) Filter (penyaring) digunakan untuk meratakan sinyal arus yang keluar dari *rectifier*. Filter ini biasanya terdiri dari komponen kapasitor (kondensator) yang berjenis elektrolit atau ELCO (*Electrolyte Capacitor*). Konsep dasar penyaring adalah memilih frekuensi-frekuensi sinyal yang boleh dilewatkan pada suatu rangkaian (Durbin,2005). (4) *Voltage regulator* (pengatur tegangan) berfungsi untuk mengatur tegangan sehingga *output* tidak dipengaruhi oleh suhu, arus beban dan juga tegangan input yang berasal dari *output filter*. *Voltage regulator* pada umumnya terdiri dari dioda zener, transistor atau IC (Kho, 2014). Rangkaian dasar dari sebuah DC *power supply* ditunjukkan pada Gambar 4:



Gambar 4. Rangkaian Sederhana DC *Power Supply*  
(Sumber <http://teknikelektronika.com/wp-content/uploads/2014/12/Prinsip-Kerja-DC-Power-Supply-Catu-Daya-atau-Adaptor1.jpg?x22079> )

## F. Speaker

Speaker merupakan perangkat elektronika yang terbuat dari logam dan memiliki membran, kumparan, serta magnet sebagai bagian yang saling

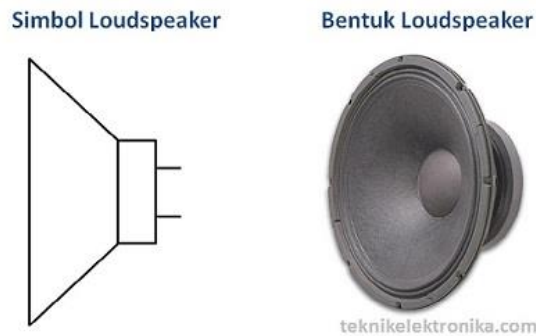


melengkapi. Fungsi *speaker* secara keseluruhan adalah mengubah gelombang listrik dari penguat audio menjadi gelombang suara. Proses pengubahan gelombang elektromagnet menjadi gelombang bunyi tersebut dapat terjadi karena aliran listrik dari penguat audio dialirkan ke dalam kumparan dan terkena pengaruh gaya magnet pada *speaker*, sesuai dengan kuat lemahnya arus listrik yang diterima, maka getaran yang dihasilkan pada membran akan mengikuti dan jadilah gelombang bunyi yang dapat kita dengarkan. Pada penelitian kali ini jenis *speaker* yang digunakan adalah *horn speaker* merk Narae dengan spesifikasi daya 12 watt dan impedansi 8  $\Omega$  seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5 . *Horn Speaker* merk Narae  
12 watt, 8  $\Omega$

*Horn* adalah jenis *speaker* yang diproduksi khusus untuk mereproduksi sinyal audio pada *range* gelombang frekuensi vokal manusia (Altious, 2016). Gambar 6 menunjukkan simbol dan bentuk *speaker* secara umum.



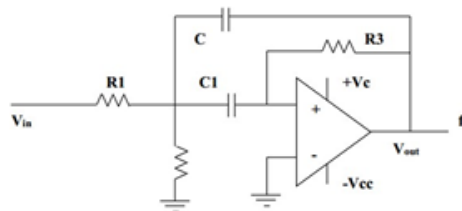
Gambar 6. Simbol *speaker* dan bentuk *speaker*  
(Sumber <http://teknikelektronika.com/wp-content/uploads/2014/09/Simbol-dan-bentuk-Loudspeaker.jpg?x22079>)

*Speaker* dilihat berdasarkan frekuensinya terdapat beberapa jenis antara lain : (1) *Sub Woofer* yaitu jenis speaker yang mampu menghasilkan suara 20 Hz-200 Hz, sehingga kita dapat mendengarkan nada rendah atau *full bass*. (2) *Woofer* yaitu jenis speaker yang dapat menghasilkan frekuensi rendah yaitu sekitar 40 Hz-1000 Hz, maka akan menghasilkan nada *bass*. (3) *Midrange* yaitu jenis speaker yang mampu menghasilkan frekuensi menengah sekitar 500 Hz-5000 Hz, oleh sebab itu suara yang dihasilkan terdengar jelas seperti suara kita. (4) *Tweeter* yaitu jenis speaker yang menghasilkan frekuensi sekitar 5000 Hz-20.000 Hz, sehingga suara yang dihasilkan akan sedikit melengking . (5) *Full range* yaitu jenis speaker yang mampu menghasilkan nada rendah, menengah maupun tinggi (Mas Putz, 2015).

## G. Teknologi Audio Bio Harmonik Digital

Penelitian tentang perangkat tepat guna Audio Bio Harmonik sudah bermacam-macam. Perangkat ABH pertama yang dibuat pada penelitian Nur

Kadarisman dkk (2012) adalah perangkat ABH analog yang diawali dari analisis *Fourier*, bahwa *square wave* memuat harmonik-harmonik gelombang sinus dengan frekuensi- frekuensi kelipatan ganjil dan rangkaian untuk menghasilkan *square wave* tersebut adalah *Astabil Multivibrator* yang memanfaatkan IC Timer 555. Frekuensi yang diperlukan untuk *men-treatment* tanaman bukan frekuensi tunggal (tidak monokromatis) tetapi juga bukan berupa pita frekuensi dengan *bandwith* lebar, melainkan berupa frekuensi dengan *bandwith* yang sempit. Realisasi rangkaian untuk memenuhi kondisi tersebut berupa *bandpass filter* dengan konfigurasi *single Op-Amp Bandpass Filter* atau model topologi *Multiple Feedback*, yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. *Single Op-Amp Bandpass Filter* (Kadarisman, 2012)

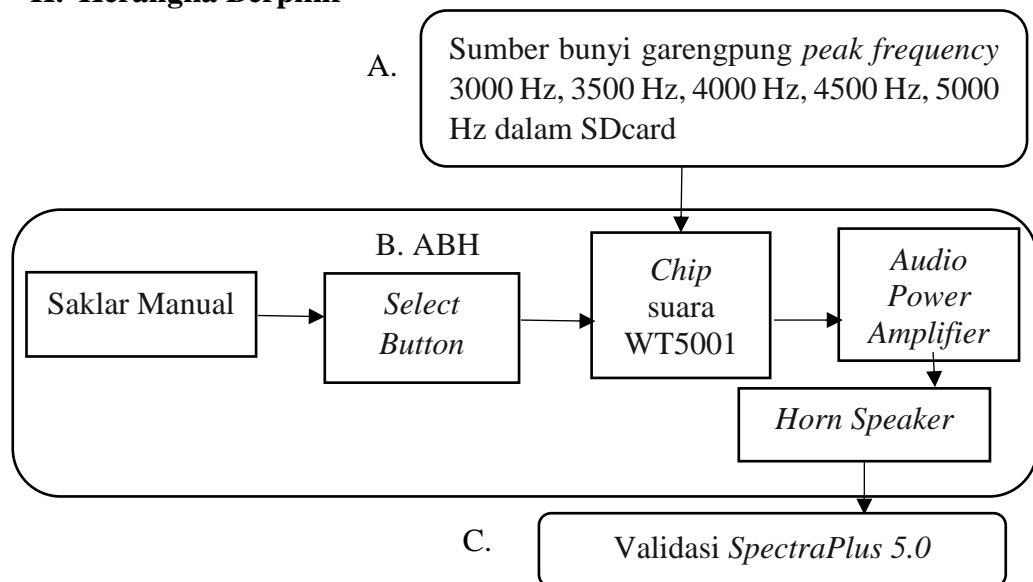
Pada penelitian kedua untuk perangkat teknologi tepat guna ABH Digital yang dilakukan oleh Restiana Aulia Supendi (2016) dengan *smartchip* WT5001 sebagai pemutar suara dan dibantu dengan Arduino UNO sebagai pengatur kerja otomatis. Dengan file rekaman suara garengpung yang sudah ada dari penelitian pertama dengan berbagai frekuensinya, hal ini mempermudah rancang bangun ABH dengan bantuan *smartchip* WT5001 MP3 *shield* sebagai pemutar suara yang sudah di *convert* menjadi format MP3.

Perangkat ABH digital rangkaian Restiana Aulia Supendi (2016) terdiri dari beberapa bagian yaitu mikrokontroler Arduino UNO, *chip* suara WT5001, accu sebagai sumber tegangan, LCD, dan *speaker*. Pada penelitian ini, instrumen yang dibuat masih terpisah-pisah tetapi sudah memanfaatkan rangkaian digital. Hasil rancang bangun perangkat Audio Bio Harmonik yang dilakukan oleh Restiana Aulia Supendi (2016) ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Audio Bio Harmonik Digital (Resti , 2016)

#### H. Kerangka Berpikir



Gambar 9. Rancangan Penelitian

Berdasarkan Gambar 9, sumber bunyi suara garengpung dengan *peak frequency* 3000 Hz, 3500 Hz, 4000 Hz, 4500 Hz, dan 5000 Hz disimpan dalam SDcard dengan nama file yang berurutan. SDcard yang sudah terisi file suara garengpung dimasukkan dalam slot microSD yang terdapat dalam *chip* suara WT5001. Audio Bio Harmonik terdiri dari beberapa komponen, salah satunya adalah *chip* suara WT5001. Untuk mengoperasikan *chip* WT5001 agar memutar suara cukup dengan *switch* saklar ke posisi ON kemudian pencet tombol *select* untuk memilih frekuensi suara garengpung yang diinginkan. Bunyi dikeluarkan melalui *horn speaker* yang sudah diperkuat dengan rangkaian *audio amplifier*. Kemudian dilanjutkan pada bagian C yaitu uji validasi sumber bunyi audio bio harmonik yang dihasilkan oleh instrumen yang dibuat dengan menggunakan bantuan aplikasi SpectraPlus 5.0.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian rancang bangun Audio Bio Harmonik dengan *smartchip* WT5001 ini dilakukan pada bulan Januari 2017- Maret 2017 bertempat di SMK Negeri 2 Depok dan Laboratorium Getaran dan Gelombang FMIPA UNY.

#### **B. Instrumen Penelitian**

Instrumen yang diperlukan untuk rancang bangun ABH dengan *smartchip* WT5001 ada beberapa bagian. Antara lain :

1. Sumber bunyi suara garengpung dengan variasi *peak* . Bentuk file masih berformat WAV sehingga perlu di-*convert* menjadi format MP3 dengan bantuan aplikasi *Media Human Audio Converter*. Durasi rekaman dibuat menjadi 30 menit dengan bantuan aplikasi *WavePad* yang kemudian disimpan dalam SDcard secara berurutan tiap variasi *peak*. Format MP3 digunakan karena ukuran file yang kecil.
2. *Smartchip* WT5001 MP3 *shield* sebagai penyimpanan suara.  
WT5001M02-28P MP3 *shield* dipilih karena memiliki beberapa kelebihan. Kelebihan pertama adalah WT5001M02-28P MP3 *shield* bisa digunakan dalam perangkat secara manual maupun perangkat dengan otomatisasi yang menggunakan *microcontroller*. WT5001M02-28P MP3 *shield* pada penelitian ini bisa diprogram untuk mode *autoplay*

maupun *non-autoplay*. WT5001M02-28P MP3 *shield* juga bisa diprogram untuk mode pemutaran musik (*playing mode*) yaitu mode *single and no cycle*, *single and cycle*, *all songs cycle*, dan *random play*. Selain itu WT5001M02-28P MP3 *shield* bisa menyimpan file suara tanpa menggunakan SDcard dengan catatan file suara berukuran kecil.

3. Kit *Audio Power Amplifier* kelas D PAM8403 3 watt , 4  $\Omega$ .

Kit *audio power amplifier* kelas D dipilih karena kemampuan efisiensi daya hingga 90% yang bisa menghemat penggunaan daya baterai. Kit *audio power amplifier* PAM8403 memiliki output 3 watt dan impedansi 4 ohm. Penggunaan penguat ini disesuaikan dengan output *horn speaker* yang memiliki daya keluaran 12 watt dan impedansi 8 ohm. Impedansi speaker 8 ohm akan menahan daya yang dikeluarkan saat volume maksimal sehingga penguatan daya dari *power amplifier* dapat optimal dan tidak merusak *horn speaker*.

4. *Horn speaker* merk Narae 12 watt, 8  $\Omega$ .

Untuk validasi alat digunakan aplikasi SpectraPLUS 5.0, *mic condensor* dan penggaris.

## C. Metode dan Teknik Pembuatan Alat

### 1. Pembuatan *Printed Circuit Board* (PCB)

PCB polos dibuat sesuai ukuran yang telah ditentukan dengan dipotong menggunakan alat pemotong manual. Proses selanjutnya adalah sebagai berikut :

a. Pembuatan *layout* PCB



Pembuatan *layout* PCB menggunakan bantuan aplikasi Proteus.

b. Penyablonan PCB

Setelah layout selesai dibuat maka langkah selanjutnya yaitu penyablonan. Proses penyablonan dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Mencetak layout PCB yang telah dibuat pada kertas glossy.
2. Sebelum proses penyablonan, PCB harus dibersihkan terlebih dahulu.
3. Selanjutnya desain layout yang sudah dicetak pada kertas glossy disablonkan ke PCB dengan cara disetrika dengan panas sedang.
4. Setelah gambar layout menempel semua pada PCB dan dingin, kemudian membersihkan kertas yang menempel pada PCB dengan menggunakan air bersih.

c. Pelarutan dan Pengeboran PCB

Proses melarutkan PCB menggunakan cairan *Feri Chloride* hingga jalur rangkaian terbentuk. Setelah jalur PCB terbentuk, mengangkat PCB dari cairan *Feri Chloride* dan dibersihkan dengan menggunakan air bersih. Kemudian PCB dibor sesuai dengan titik-titik yang telah ditentukan.

d. Pemasangan komponen

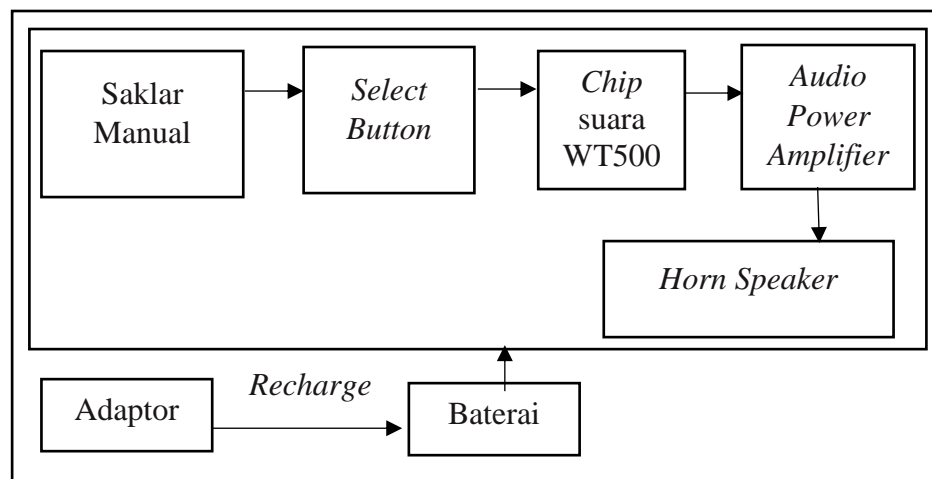
Pemasangan komponen dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

1. Menyiapkan seluruh komponen yang dibutuhkan.
2. Memasang komponen dimulai dari ukuran yang paling kecil.

3. Menyolder kaki komponen sampai seluruh komponen terpasang.
4. Menguji rangkaian apakah sudah dapat bekerja dengan baik atau belum.

## 2. Perancangan dan pembuatan alat

Blok diagram rancangan Instrumen Audio Bio Harmonik adalah sebagai berikut :



Gambar 10. Blok diagram

Alat Audio Bio Harmonik (ABH) yang dirancang bangun terdiri dari rangkaian sebagai berikut:

- a. *Chip* suara yang berupa komponen WT5001 yang telah tersimpan sumber bunyi garengpung dengan frekuensi 3000 Hz, 3500 Hz, 4000 Hz, 4500 Hz, 5000 Hz.
- b. *Audio Power Amplifier* yang berupa rangkaian komponen yang berfungsi untuk menguatkan *signal* frekuensi yang diaktifkan.
- c. *Horn Speaker* yang berfungsi untuk mengeluarkan bunyi dengan frekuensi yang dikehendaki.

- d. Catu daya sebagai sumber tegangan yang digunakan adalah baterai dengan *output* DC sebesar 7,25 volt – 7,45 volt yang bisa *dicharge* dengan adaptor *output* DC sebesar 6 volt yang juga sudah siap pakai.

### 3. Validasi alat

Untuk validasi dilakukan dengan uji pada variasi *peak* frekuensi dengan tahapan sebagai berikut :

1. Membuka aplikasi spectraPLUS 5.0.
2. Menghubungkan *mic condensor* dengan *input mic* pada laptop.
3. Menghidupkan perangkat ABH dengan menggeser skalar ke ON.
4. Memilih frekuensi bunyi garengpung dengan menekan tombol *select*.
5. Men-setting jarak antara speaker dengan mic condensor sejauh 25 cm.
6. Klik REC pada toolbar aplikasi spectraPLUS 5.0.
7. Klik STOP, maka akan diperoleh *peak frequency*.
8. Melakukan langkah 1 sampai dengan 5 dengan variasi jarak 25 cm, 50 cm, 75 cm, 100 cm, 125 cm, dan 150 cm dan dengan frekuensi sumber bunyi garengpung yang berbeda.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Rancang bangun instrumen Audio Bio Harmonik

##### 1. Hasil rancang bangun Audio Bio Harmonik

Hasil rancang bangun perangkat Audio Bio Harmonik yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar 11.



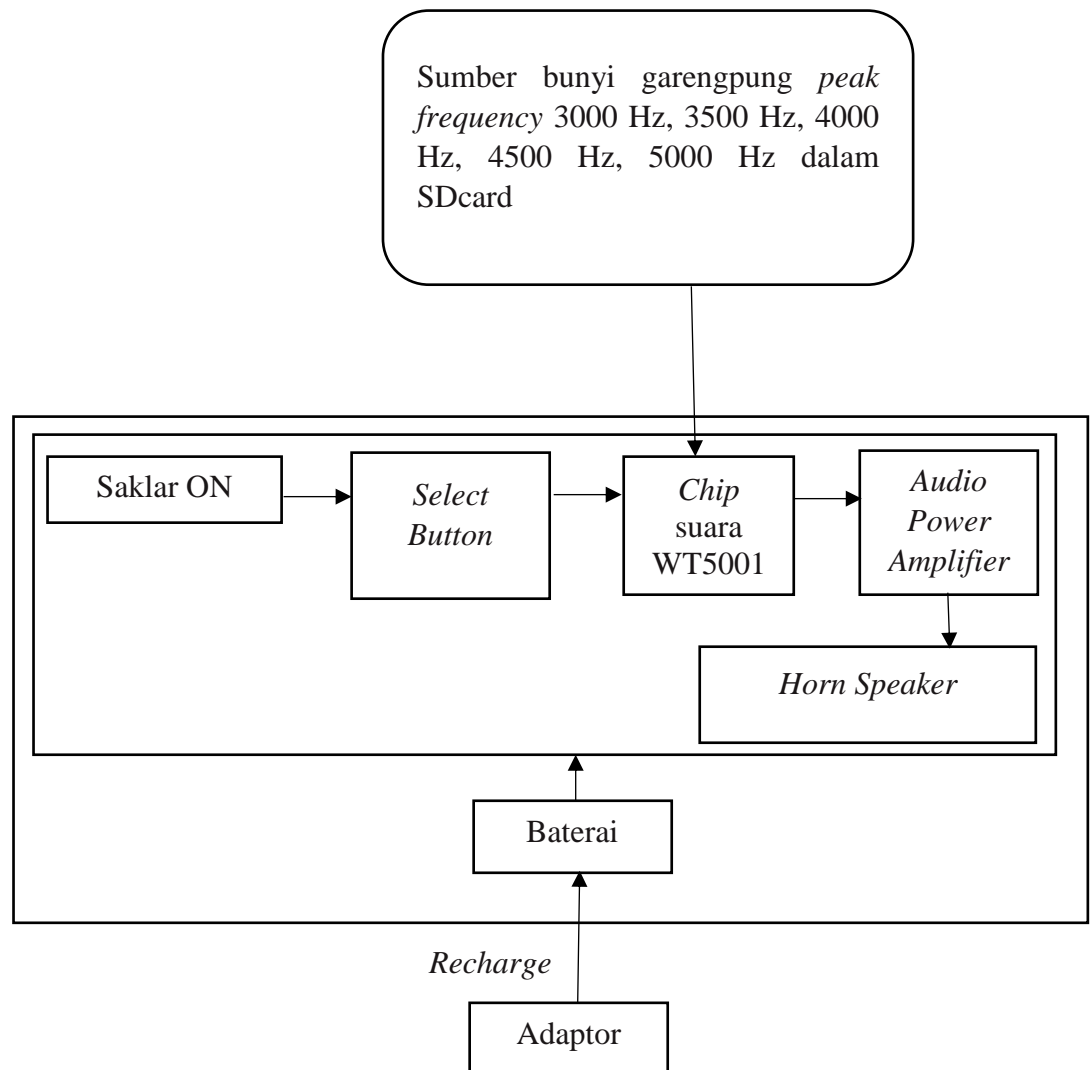
Gambar 11. Hasil Rancang Bangun

Berdasarkan Gambar 11 bagian-bagian dari perangkat Audio Bio Harmonik hasil rancang bangun adalah sebagai berikut :

- a. Bagian A merupakan saklar *toggle* untuk menghidupkan dan mematikan Audio Bio Harmonik.
- b. Bagian B adalah tombol SELECT yang berfungsi untuk memilih frekuensi suara garengpung yang akan diputar dengan cara menekan tombol tersebut. File suara garengpung yang ada dalam perangkat Audio Bio Harmonik terdiri dari 5 frekuensi secara berurutan yaitu 3000 Hz, 3500 Hz, 4000 Hz, 4500 Hz, 5000 Hz. Saat tombol SELECT ditekan maka suara garengpung akan berganti secara berurutan dan untuk mengetahui urutannya, setelah sampai ke frekuensi tertinggi yaitu 5000 Hz, saat ditekan selanjutnya akan ada jeda tidak ada suara.
- c. Bagian C merupakan VOLUME yang diputar searah jarum jam untuk menaikkan volume.
- d. Bagian D merupakan Adaptor. Adaptor ini digunakan untuk *mencharge* baterai pada perangkat Audio Bio Harmonik. Adaptor ini berfungsi menurunkan tegangan yang dibutuhkan perangkat dari sumber tegangan PLN dan juga mengubah arus AC PLN menjadi arus DC yang dibutuhkan.
- e. Bagian E merupakan *horn speaker*. Bagian ini merupakan unit yang berfungsi mengubah gelombang listrik dari *audio amplifier*

menjadi gelombang bunyi yang bersumber dari file MP3 yang terdapat dalam *chip* WT5001.

## 2. Prinsip kerja Alat



Gambar 12. Diagram prinsip kerja alat

Dari diagram di atas, prinsip kerja dari perangkat Audio Bio Harmonik hasil dari rancang bangun kedua ini cukup sederhana. File suara gerengpung dengan 5 variasi *peak* frekuensi yang sudah berurutan dan tersimpan dalam SDcard. SDcard dimasukkan ke dalam slot microSD yang

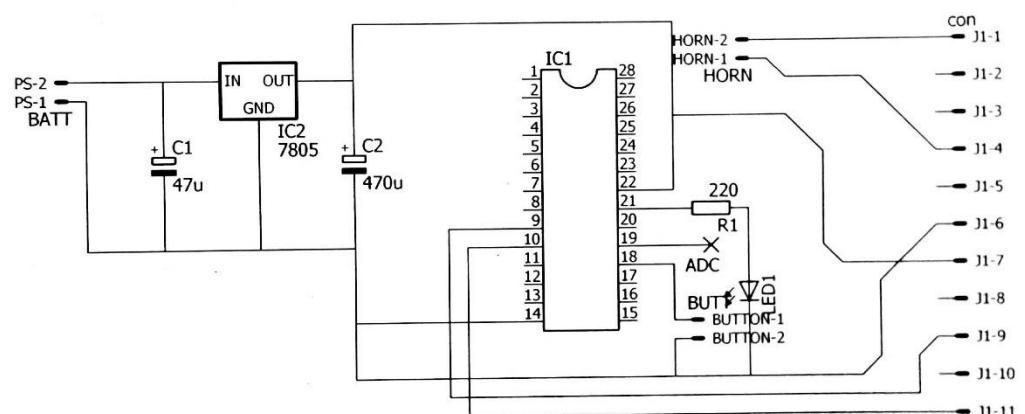
tersedia dalam *chip* WT5001. Sumber tegangan berasal dari baterai masuk ke rangkaian *chip* WT5001 melalui IC Regulator 7805 dengan kapasitor  $47\mu F$  pada kaki input IC dari baterai, dan kapasitor  $470\mu F$  pada kaki output IC menuju rangkaian. Kapasitor  $47\mu F$ ,  $470\mu F$  berfungsi sebagai filter untuk mengeliminasi sinyal-sinyal pengganggu (*noise*). Selain itu nilai kapasitor yang lebih besar menuju rangkaian berfungsi untuk menyimpan muatan listrik sebagai cadangan saat terjadi daya baterai tidak kuat untuk mengoperasikan rangkaian. IC regulator 7805 berfungsi untuk menstabilkan tegangan output yang masuk rangkain *chip* WT5001 sebesar 5 volt sesuai kebutuhan. Tegangan masuk pada pin *chip* nomor 22 sebagai *power supply port DC 5V*. Sumber tegangan 5 Volt ini juga diparalel ke *junction 7* untuk sumber tegangan *Audio Power Amplifier*.

Saat saklar berada pada posisi ON maka *Chip* WT5001 yang berupa modul bekerja memutar file suara dari microSD. File suara yang sudah berurutan dapat dipilih secara manual melalui tombol SELECT yang sudah terhubung ke pin nomor 18 *chip* WT5001 yang merupakan fungsi *select data*. File suara dengan variasi *peak* frekuensi yang sudah berurutan dapat dipilih diputar berkelanjutan dengan jeda diam saat satu kali tekan setelah suara dengan frekuensi tertinggi. Saat modul bekerja memutar data, hal ini ditunjukkan dengan indikator LED yang menyala, fungsi ini terdapat dalam pin nomor 21 yang merupakan *indication output when module is busy*. Pin 14 sebagai GND.

Audio Output chip WT5001 yaitu pin 9 (R out) dan 10 (L out) ini dihubungkan dengan port audio IN pada kit audio power amplifier 5 volt melalui junction 9 dan junction 11 untuk dikuatkan. Output dari audio power amplifier dihubungkan dengan horn speaker melalui junction 1 dan junction 4 sehingga menghasilkan bunyi garempung yang keras. Volume diatur menggunakan rotari volume, putaran searah jarum jam untuk menaikkan volume dan sebaliknya. Baterai bisa diisi ulang dengan adaptor, karena perangkat Audio Bio Harmonik ini dirancang untuk bisa *recharge* pada baterainya.

### 3. Skema rangkaian

Skema rangkaian rancang bangun perangkat Audio Bio Harmonik ditunjukkan pada Gambar 13. Tata letak komponen dan jalur rangkaian dari perangkat Audio Bio Harmonik hasil rancang bangun masing-masing ditunjukkan pada Gambar 14 dan Gambar 15.



Gambar 13. Skema rangkaian ABH hasil rancang bangun





4. Jika baterai habis, baterai *dicharge* menggunakan adaptor.  
Menghubungkan adaptor dengan *power supply*.

## 5. Spesifikasi Alat

Spesifikasi dari perangkat Audio Bio Harmonik dengan *smartchip* WT5001 yang telah dirancang bangun adalah sebagai berikut :

- a. Perangkat ABH ini memiliki panjang 18 cm, lebar 11 cm dan tinggi 6 cm.
- b. Tegangan baterai 7,4 volt DC.
- c. Terdapat 5 macam variasi frekuensi yaitu 3000 Hz, 3500 Hz, 4000 Hz, 4500 Hz, 5000 Hz.
- d. Kit *audio power amplifier* kelas D tipe PAM8403 3 watt+ 3 watt.  
Pengujian penguatan daya dilakukan melalui uji taraf intensitas bunyi keluaran dengan output *horn speaker* 12 watt impedansi 8  $\Omega$ . Saat *audio output* dari modul MP3 WT5001 dihubungkan dengan *horn speaker* 12 watt impedansi 8  $\Omega$  dan dihidupkan, taraf intensitas yang terukur sebesar 36 dB. Saat *audio output* modul MP3 WT5001 dilewatkan *audio power amplifier* dengan perangkat *output* yang sama, taraf intensitas yang terukur sebesar 120 dB.
- e. Media penyimpanan SDcard.
- f. Output *horn speaker* 12 watt, impedansi 8  $\Omega$ .

## B. Validasi spektrum frekuensi Audio Bio Harmonik

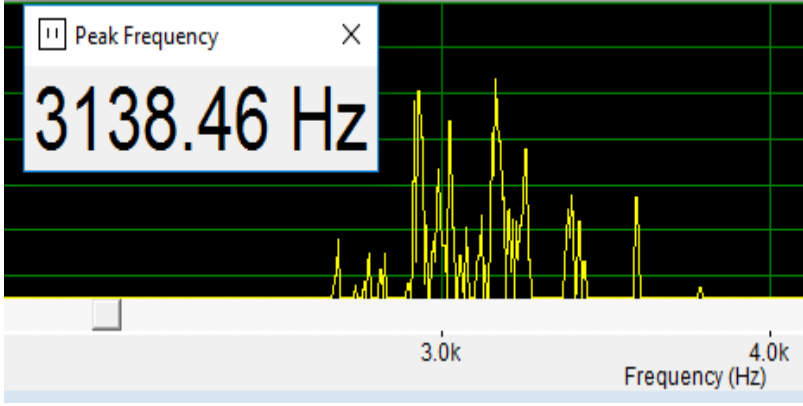
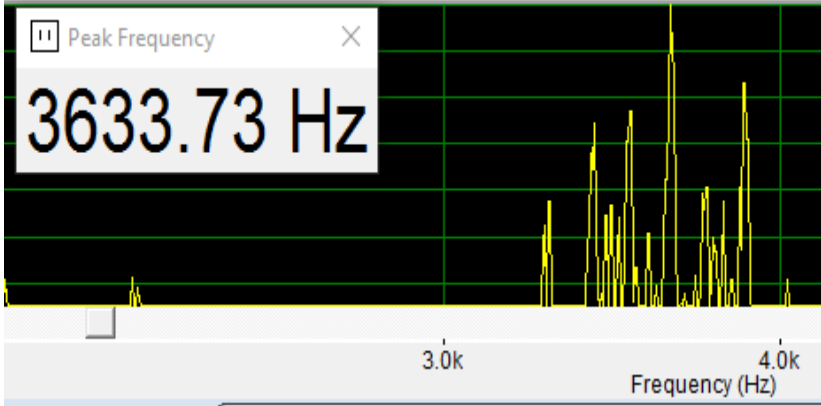
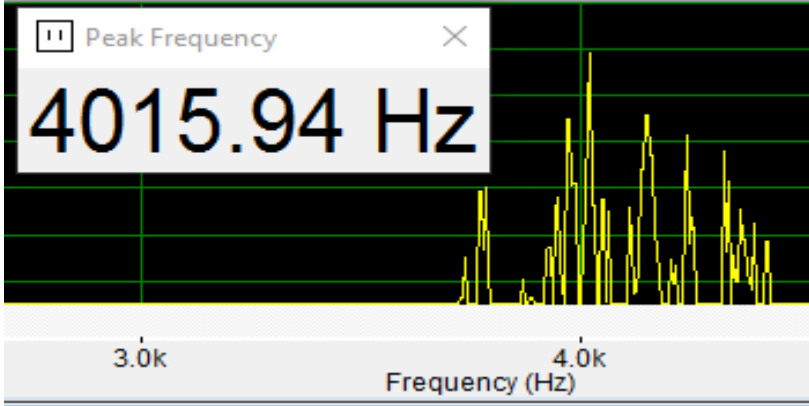
Validasi spektrum frekuensi perangkat *Audio Bio Harmonik* menggunakan bantuan aplikasi SpectraPlus 5.0 dan *mic condensor* sebagai perangkat perekam suara.

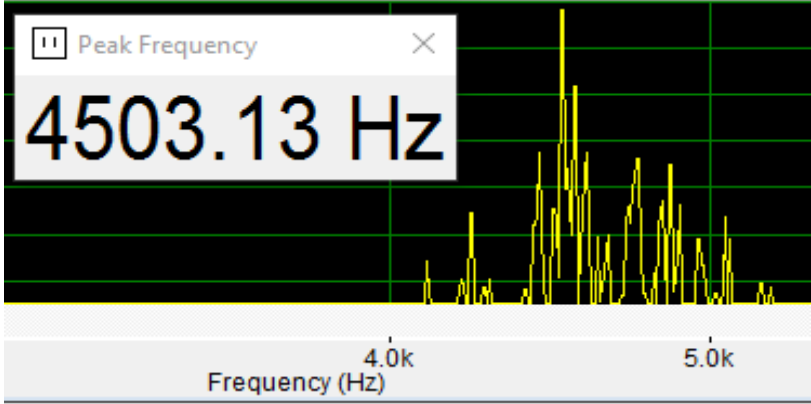
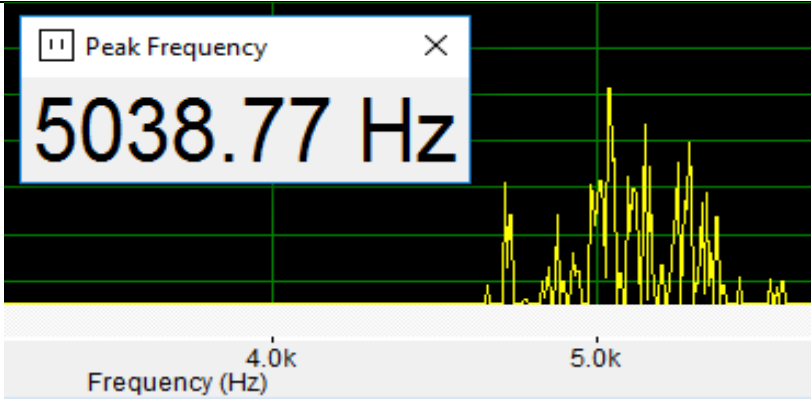


Gambar 16. Rancangan validasi

Validasi tiap frekuensi terdapat 6 variasi jarak dari mic condensor ke perangkat ABH yaitu 25 cm, 50 cm, 75 cm, 100 cm, 125 cm, dan 150 cm. Dari hasil uji akan terlihat *peak frequency* tiap-tiap frekuensinya. Sebelum validasi dilakukan, perlu dilihat kembali bagaimana *peak* frekuensi dari file suara itu sendiri dengan menggunakan bantuan aplikasi SpectraPLUS 5.0 . Hasil validasi *peak* frekuensi file suara yang telah dilakukan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil spektrum uji *peak frequency* file suara

Frekuensi target	Bentuk Spektrum	Nilai <i>peak frequency</i>
3000 Hz		3138,46 Hz
3500 Hz		3633,73 Hz
4000 Hz		4015,94 Hz

4500 Hz		4503,13 Hz
5000 Hz		5038,77 Hz

Berikut merupakan hasil validasi spektrum frekuensi output perangkat *Audio*

*Bio Harmonik:*

Tabel 4. Hasil validasi *peak frequency*

<i>Peak frequency</i> (Hz)	<i>Peak frequency</i> keluaran (Hz)						Rerata (Hz)	Simpangan (Hz)
	25 cm	50 cm	75 cm	100 cm	125 cm	150 cm		
3138,46	2967,77	3000,00	2997,07	3011,72	3023,44	2988,28	2998,05	13,67
3633,73	3647,46	3509,77	3489,26	3489,26	3492,19	3509,77	3522,95	41,50
4015,94	3934,37	3931,64	3744,14	3984,38	3747,07	3972,66	3885,71	93,40
4503,13	4502,93	4646,48	4426,76	4444,34	4857,42	4456,05	4555,66	130,86
5038,77	5223,63	5197,27	5232,42	4992,19	4986,33	5047,85	5113,28	104,491

Dari Tabel 4 di atas, hasil validasi *peak frequency* perangkat ABH yang dirancang bangun pada jarak 25 cm sampai 150 cm menunjukkan frekuensi keluaran tidak beda jauh dari frekuensi file suara dan menunjukkan adanya

penyimpangan. Tabel 5 menunjukkan besar penyimpangan antara *peak frequency* file suara dan keluaran hasil pengukuran.

Tabel 5. Perbandingan hasil pengukuran *peak* frekuensi

<i>Peak</i> frekuensi file suara	<i>Peak</i> frekuensi keluaran
3138,46 Hz	$(2,99 \pm 0,01) \times 10^3 \text{ Hz}$
3633,73 Hz	$(3,52 \pm 0,04) \times 10^3 \text{ Hz}$
4015,94 Hz	$(3,88 \pm 0,09) \times 10^3 \text{ Hz}$
4503,13 Hz	$(4,55 \pm 0,13) \times 10^3 \text{ Hz}$
5038,77 Hz	$(5,11 \pm 0,10) \times 10^3 \text{ Hz}$

Dari analisis spektrum yang dilakukan terdapat simpangan yang terjadi pada pengukuran frekuensi keluaran perangkat ABH.

### C. Perbandingan Perangkat ABH Hasil Rancang Bangun dan versi sebelumnya

Hasil rancang bangun perangkat ABH dalam penelitian ini memberi perubahan untuk beberapa bagian dari ABH itu sendiri demi kenyamanan dan kemudahan dalam pengoperasiannya. Berikut perbandingan antara ABH lama dengan ABH baru :



Gambar 17. ABH lama



Gambar 18. ABH baru

Perbandingan antara ABH lama dengan ABH baru ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan ABH lama dengan ABH baru

Karakteristik	ABH lama	ABH baru
Dimensi <i>box</i>	P : 9,5 cm ; L : 14,5 cm ; T: 5 cm	P: 18 cm ; L: 11 cm ; T: 6 cm
Catu daya	Aki 7,25 Volt terpisah	Batre <i>Rechargeable</i> 7,4 Volt menyatu dalam satu box
Variasi frekuensi	5 variasi yaitu 3000 Hz, 3500 Hz, 4000 Hz, 4500 Hz, 5000 Hz	5 variasi yaitu 3000 Hz, 3500 Hz, 4000 Hz, 4500 Hz, 5000 Hz
Tombol Volume	Terdiri dari 2 tombol <i>volume up</i> dan <i>volume down</i> terpisah	1 tombol putar
Tombol pemilih frekuensi	1 tombol <i>select</i>	1 tombol <i>select</i>
Output	<i>Horn speaker</i> Narae 12 watt	<i>Horn speaker</i> Narae 12 watt
Pengoperasian	Menghubungkan dengan catu daya kemudian menekan tombol ON	Saklar <i>toggle</i> ON
Sistem	Otomatisasi	Manual

Perangkat Audio Bio Harmonik hasil penelitian kali ini dikemas dalam satu wadah yang lebih praktis. Catu daya berupa baterai yang menyatu dengan rangkaian lebih meringkas ukuran perangkat ABH ini sehingga praktis dibawa dalam pengoperasian di lapangan. Dengan kapasitas baterai yang tidak terlalu besar, perangkat ini menggunakan *audio power amplifier* kelas D dengan efisiensinya mencapai 90% sehingga konsumsi daya perangkat tidak terlalu berlebih. Tombol-tombol yang dibuat ringkas memudahkan petani untuk mengoperasikan perangkat ABH ini seperti dalam hal mudahnya pengoperasian radio. Selain itu biaya yang dikeluarkan untuk menggunakan

perangkat ABH ini lebih bisa dijangkau oleh para petani yang kebanyakan dari kalangan menengah ke bawah. Dari berbagai perubahan yang membuat perangkat ABH ini lebih praktis tidak mengurangi fungsi dari ABH sebagai upaya untuk meningkatkan produktivitas hasil pertanian karena sudah dilakukan validasi *peak frequency output* dari perangkat ABH hasil rancang bangun. Dari beberapa penjelasan di atas maka dikatakan ABH hasil rancang bangun ini lebih praktis.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Rancang bangun Audio Bio Harmonik dengan *smartchip* WT5001 yang memiliki variasi *peak frequency* 3000 Hz, 3500 Hz, 4000 Hz, 4500 Hz, 5000 Hz telah dibuat lebih praktis dengan pengemasan yang lebih praktis untuk pemakaian di lapangan, baterai yang menyatu dengan rangkaian di dalam *box* dan *rechargeable* . Tombol volume yang dibuat menjadi satu tombol rotari. Pengoperasian yang lebih mudah dengan hanya geser saklar *toggle* ke ON.
2. Setelah perangkat Audio Bio Harmonik hasil rancang bangun ini diuji validasi *peak frequency* antara *peak frequency* file suara dengan *peak frequency* keluaran, analisis spektrum menunjukkan ada simpangan antara *peak frequency* file suara dengan *peak frequency* keluaran yaitu  $(2,99 \pm 0,01) \times 10^3 \text{Hz}$ ,  $(3,52 \pm 0,04) \times 10^3 \text{Hz}$ ,  $(3,88 \pm 0,09) \times 10^3 \text{Hz}$ ,  $(4,55 \pm 0,13) \times 10^3 \text{Hz}$ ,  $(5,11 \pm 0,10) \times 10^3 \text{Hz}$ .

## B. Saran

Pembuatan alat ini mungkin masih ada batasan sehingga masih terdapat beberapa kekurangan. Demi kesempurnaa alat dan pemanfaatan alat yang maksimal, penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Alat ini masih memiliki 5 variasi frekuensi dalam satu perangkat. Kedepannya bisa dikembangkan untuk satu perangkat ABH hanya terdapat satu frekuensi yang dioperasikan khusus untuk tanaman tertentu, sehingga file suara bisa langsung dimasukkan langsung ke *chip* WT5001 melalui program. Dengan teknik ini, file suara tidak bisa diambil sembarangan oleh pihak yang merugikan.
2. *Box* yang digunakan dalam penelitian ini terbilang sangat sederhana dengan harga yang terjangkau, ke depannya disarankan untuk menggunakan *box* yang tahan terhadap cuaca.

## DAFTAR PUSTAKA

Al Hamzah, Zaki. 2013. *Indonesia Masuk Krisis Pangan*. Republika, 25 September 2013. Di akses dari <http://m.republika.co.id/berita/koran/news-update/13/09/25/mtnije-indonesia-masuk-krisis-pangan> pada tanggal 20 Januari 2017, jam 14.15 WIB

Altious (2016). Jenis Speaker Berdasarkan Frekuensi . Di akses dari <https://www.audioengine.co.id/jenis-speaker-berdasarkan-fungsi-dan-frekuensi/> pada tanggal 03 Maret 2017, jam 18.31 WIB

Blocher, Richard. 2004. *Dasar Elektronika Edisi II*. ANDI. Yogyakarta

Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika Jilid 1*. Jakarta : Erlangga

Kadarisman, N., Purwanto, A., dan Rosana, D. (2012) . Peningkatan Laju Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Kentang (*Solanum Tuberosum* L.) Melalui Spesifikasi Variabel Fisis Gelombang Akustik Keras Lemah Bunyi Pada Pemupukan Daun. *Prosiding*. Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA. Yogyakarta: Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta

Kho, Dickson (2014). Pengertian Speaker dan Prinsip kerjanya. Diakses dari <http://teknikelektronika.com/fungsi-pengertian-speaker-prinsip-kerja-speaker/> pada tanggal 03 Maret 2017, jam 19.08 WIB

Kho, Dickson (2014). Prinsip Kerja DC *Power Supply* (Adaptor). Diakses dari <http://teknikelektronika.com/prinsip-kerja-dc-power-supply-adaptor/> pada tanggal 03 Maret 2017, jam 19.46 WIB

M. Durbin, E. Kemmerly, H. Hayt, Jr. 2005. *Rangkaian Listrik Edisi Keenam Jilid 2*. Erlangga. Jakarta

Mumpuni Ningsih, Gumoyo. 2016. *Wacana Strategis Isu Pangan*. Harian Analisa, 3 Maret 2016 Di akses dari <http://harian.analisadaily.com/news?r=219086> pada tanggal 20 Januari 2017, jam 14.30 WIB

Ningsih,S., Purwanto, A., dan Ratnawati (2007). Pengaruh Frekuensi Akustik Suara Serangga “Kinjengtangis” terhadap Lebar Bukaan Stomata Daun dan Pertumbuhan Kacang Tanah. Yogyakarta :FMIPA UNY

Putz, Mas (2015). Mengenal Berbagai Macam dan Jenis Speaker. Di akses dari <http://www.masputz.com/2015/08/mengenal-berbagai-macam-dan-jenis.html?m=1> pada tanggal 03 Maret 2017, jam 18.46 WIB

Purwadaria, K. Hadi (2001), ‘*Sonic Bloom Resonance, a Friend in Silence*’, Suara Merdeka, June 15, 2002

Salisbury, F.B dan Ross. C.W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid I*. Penerbit ITB Bandung.Bandung

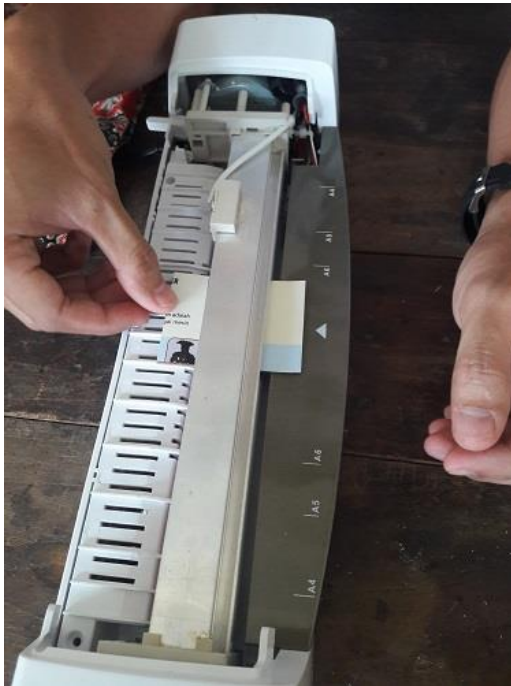
Supendi,Restiana Aulia (2015). Rancang Bangun Teknologi Tepat Guna Audio Bio Harmonik (ABH) dengan Smartchip WT5001. Yogyakarta: FMIPA UNY

Tim Penyusun PT. Interform 73. 1998. *Sonic Bloom Teknologi Pemupukan Bersama Gelombang Suara*. Bogor

\_\_\_\_\_.WT5001 Voice chip and module. Diambil Dri <http://www.microelectronicos.com/datasheets/WT5001.pdf:4> pada tanggal 1 Februari 2017, jam 19.02 WIB

## **LAMPIRAN**

## Lampiran 1. Dokumentasi





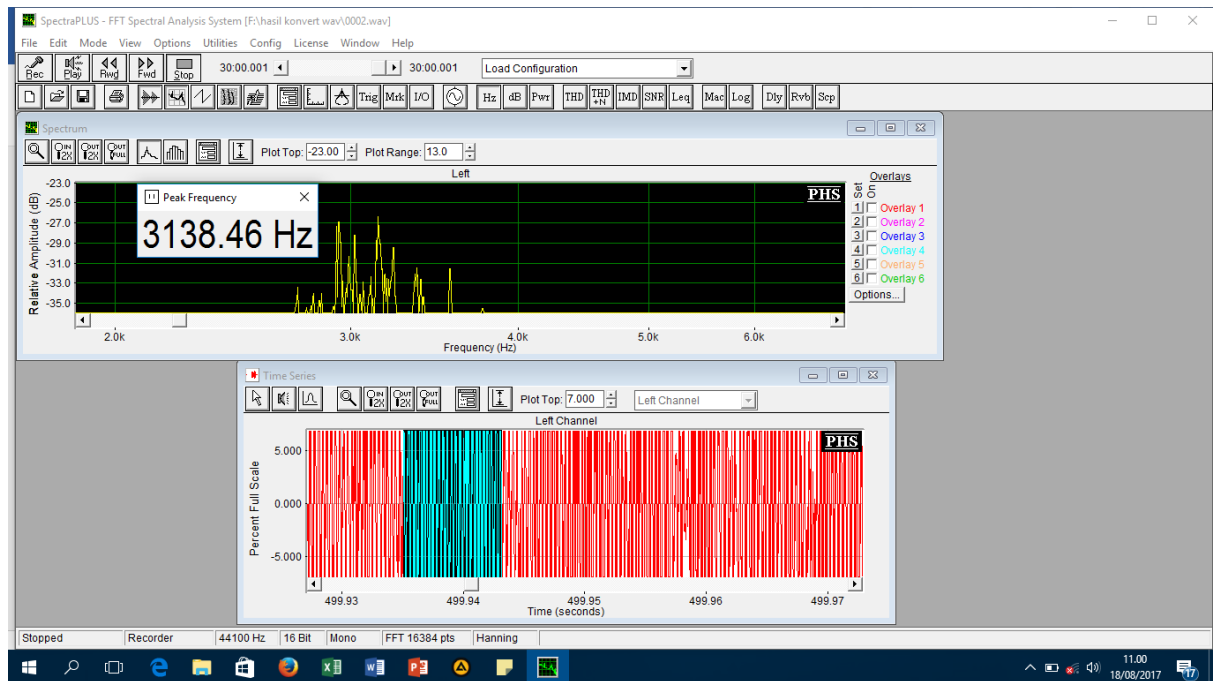




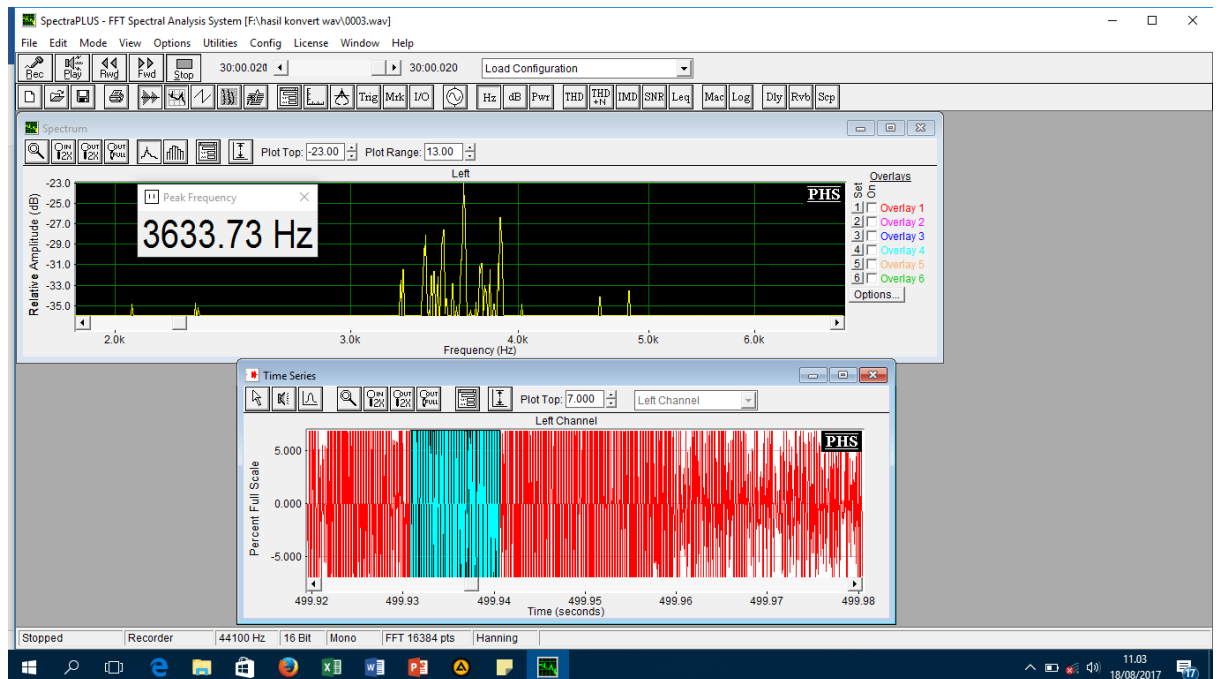


## Lampiran 2. Hasil Uji Validasi

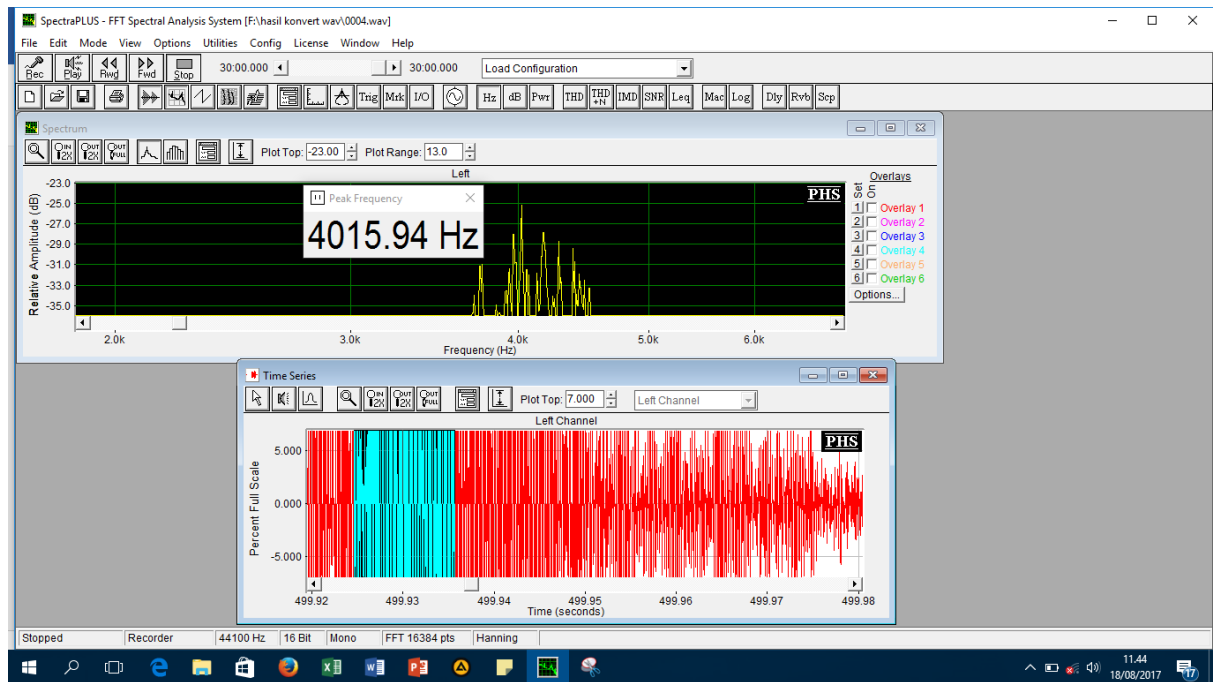
### File suara



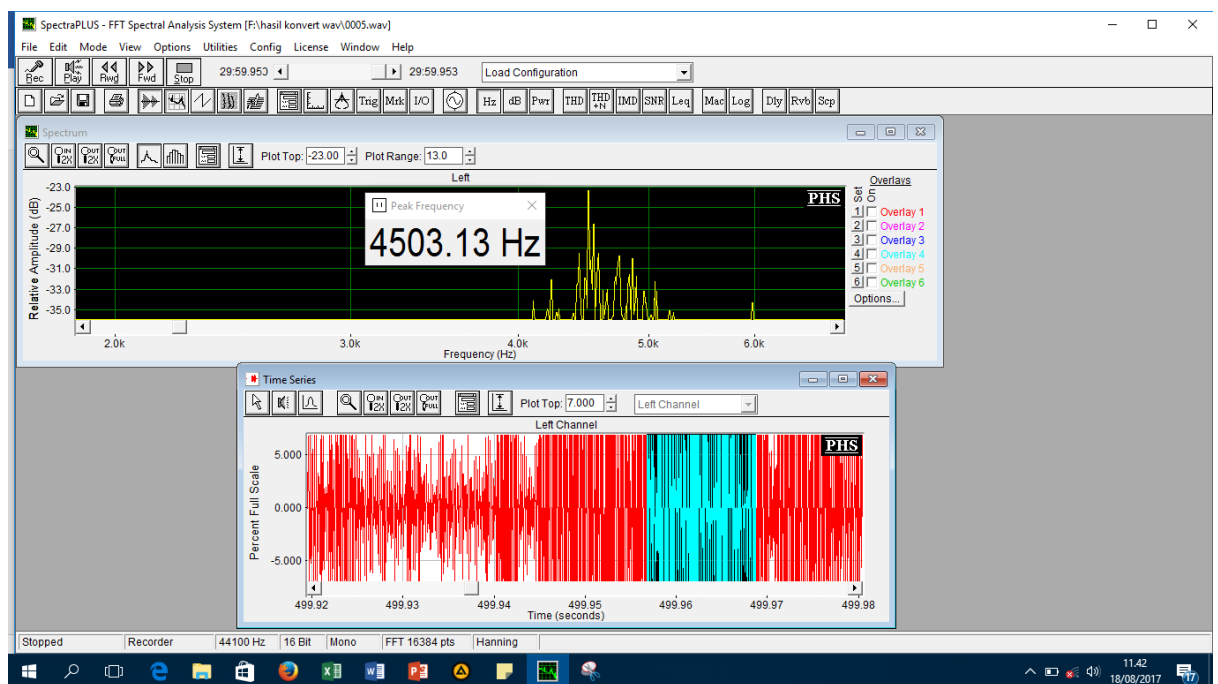
Spektrum *peak frequency* 3000 Hz



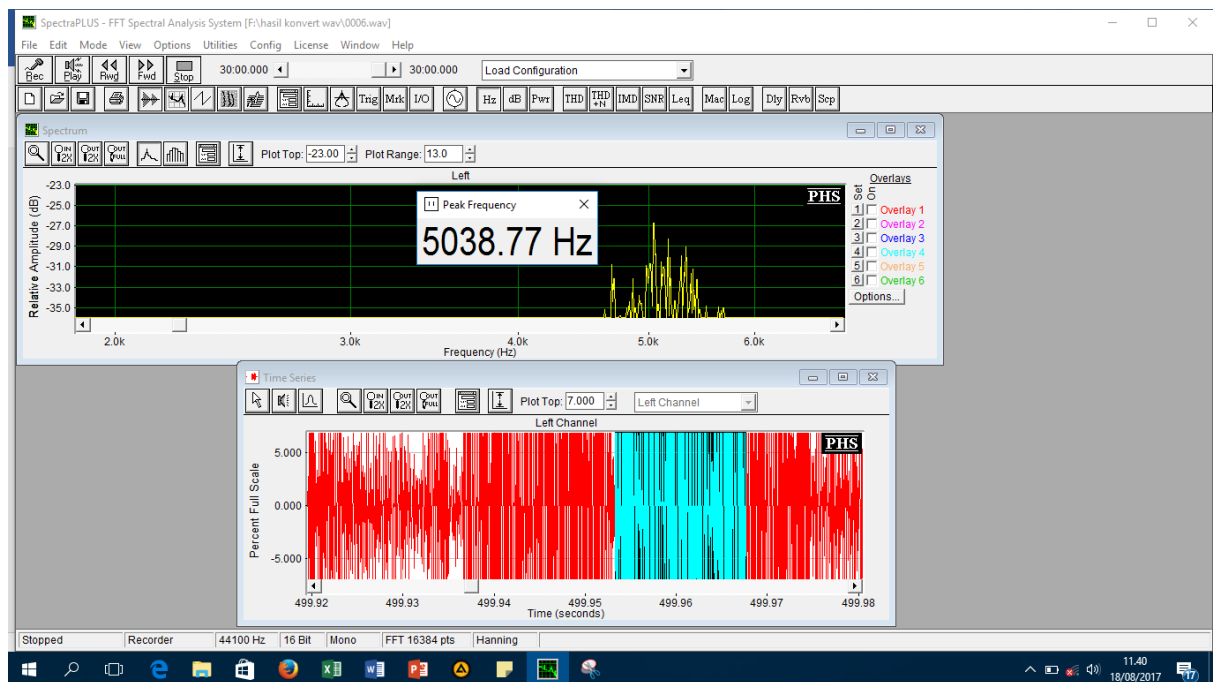
Spektrum *peak frequency* 3500 Hz



Spektrum *peak frequency* 4000 Hz

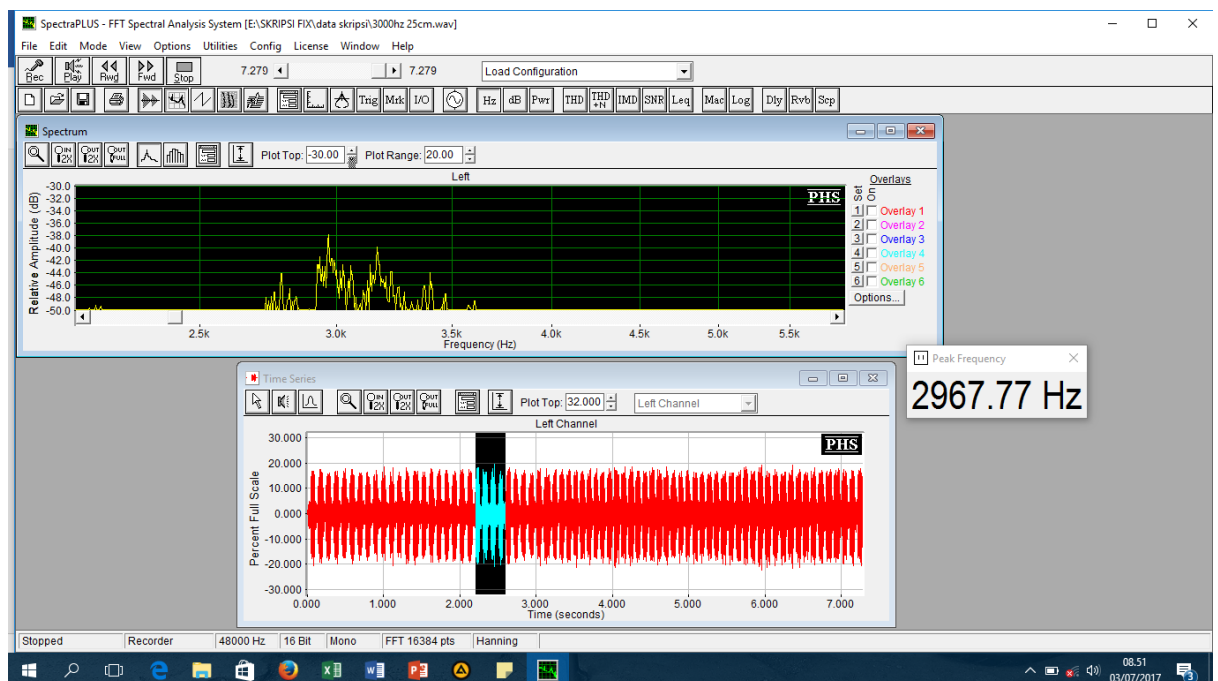


Spektrum *peak frequency* 4500 Hz

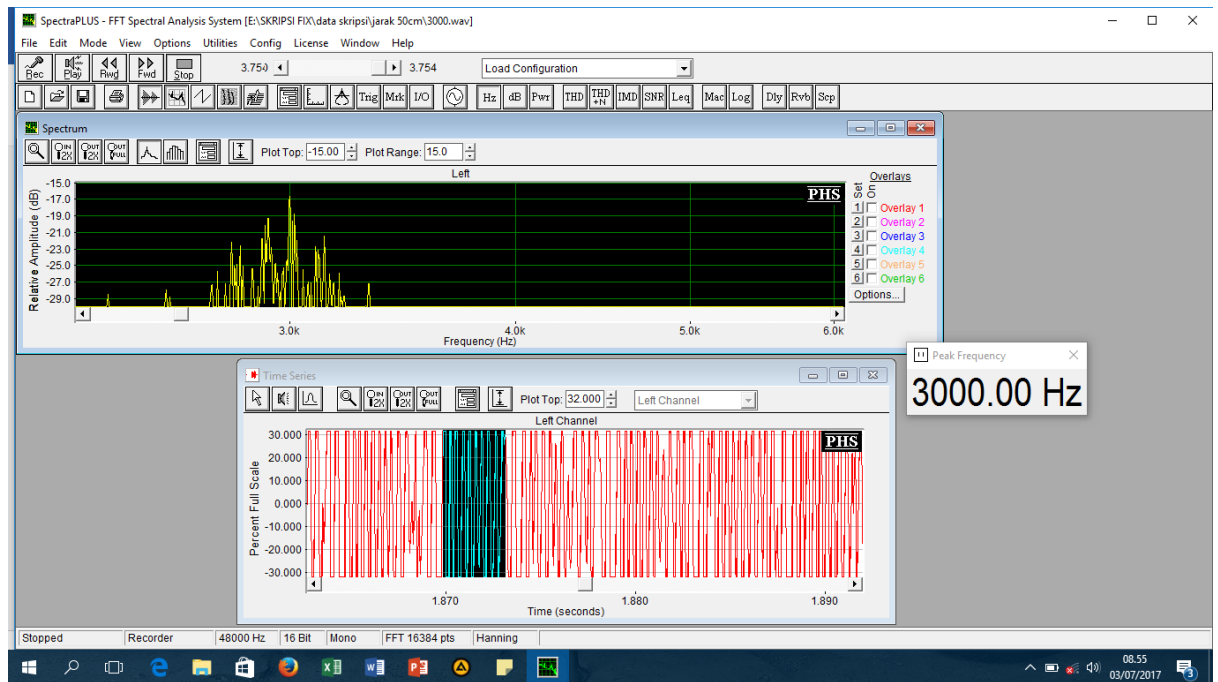


Spektrum *peak frequency* 5000 Hz

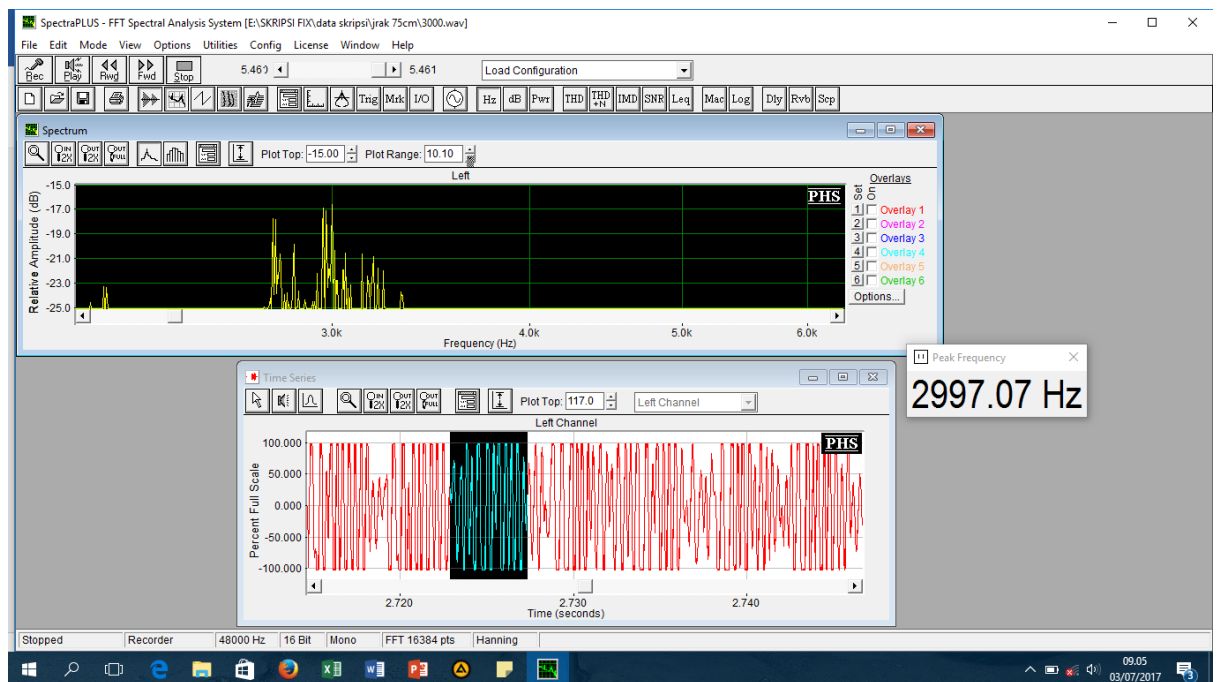
### Peak frekuensi keluaran



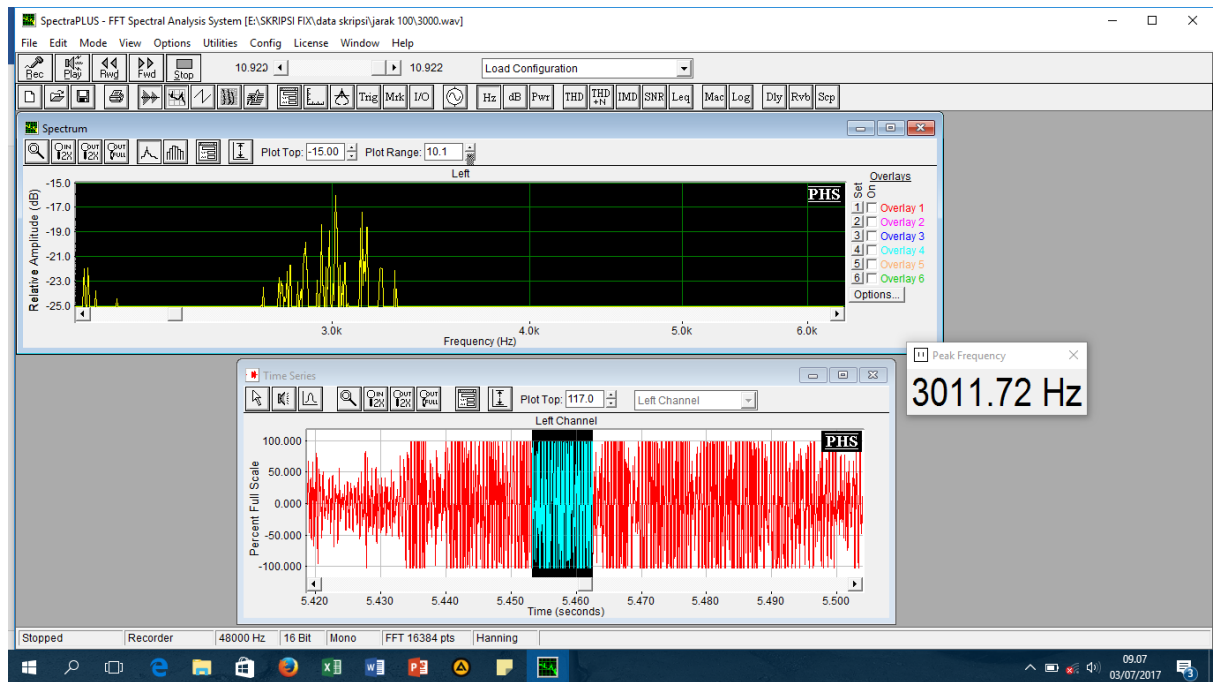
Spektrum *peak frequency* 3000 Hz pada jarak 25 cm



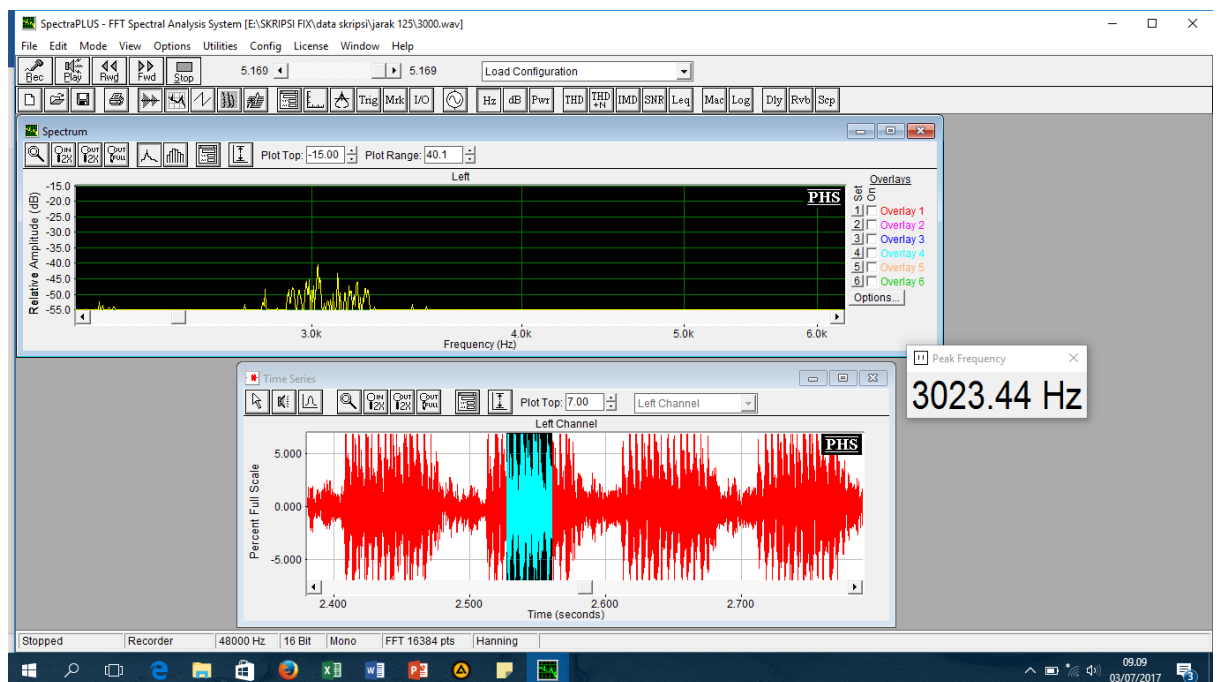
Spektrum *peak frequency* 3000 Hz pada jarak 50 cm



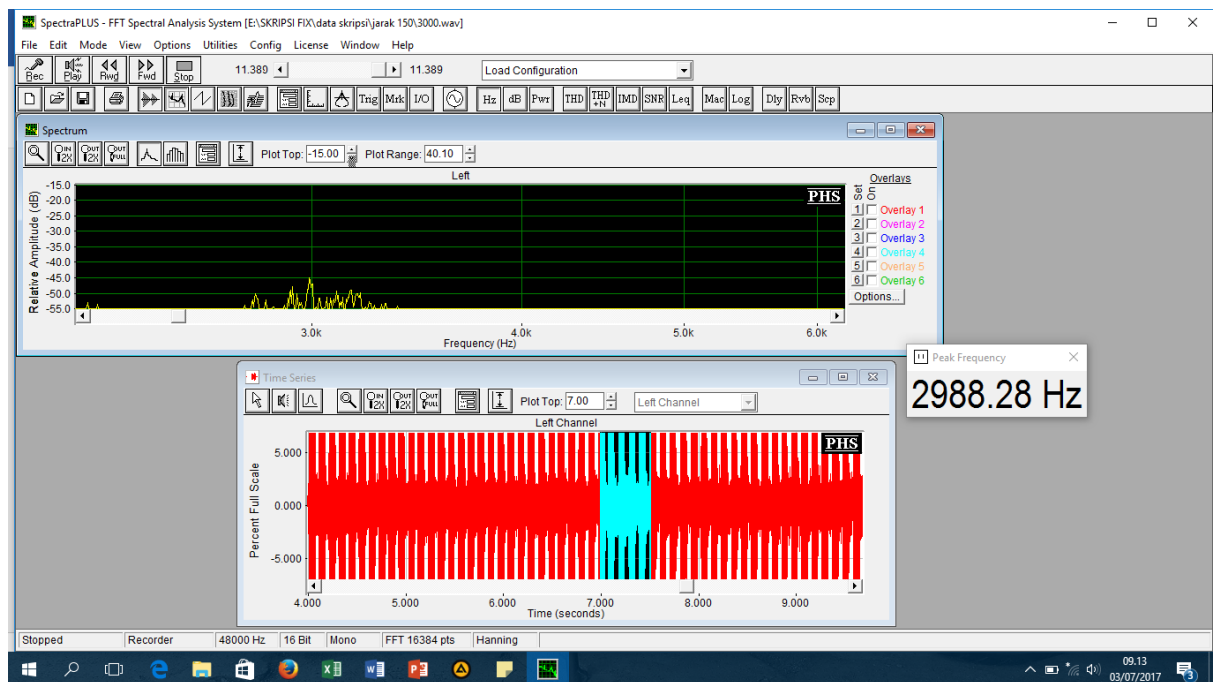
Spektrum *peak frequency* 3000 Hz pada jarak 75 cm



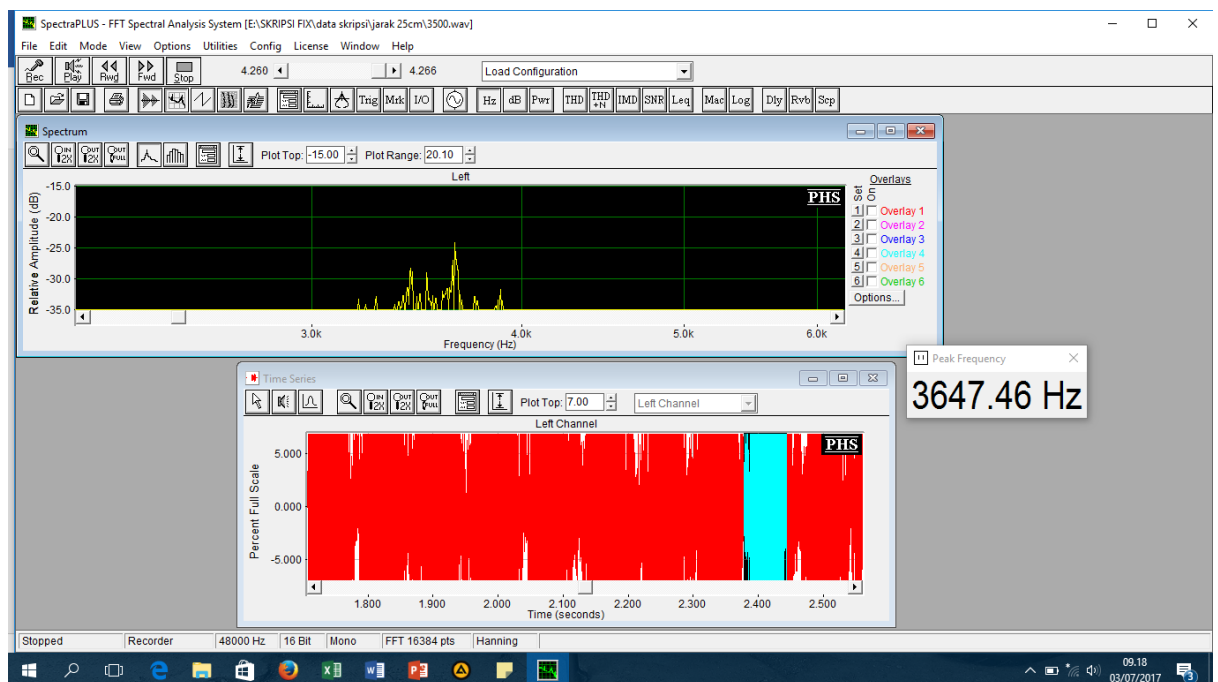
Spektrum *peak frequency* 3000 Hz pada jarak 100 cm



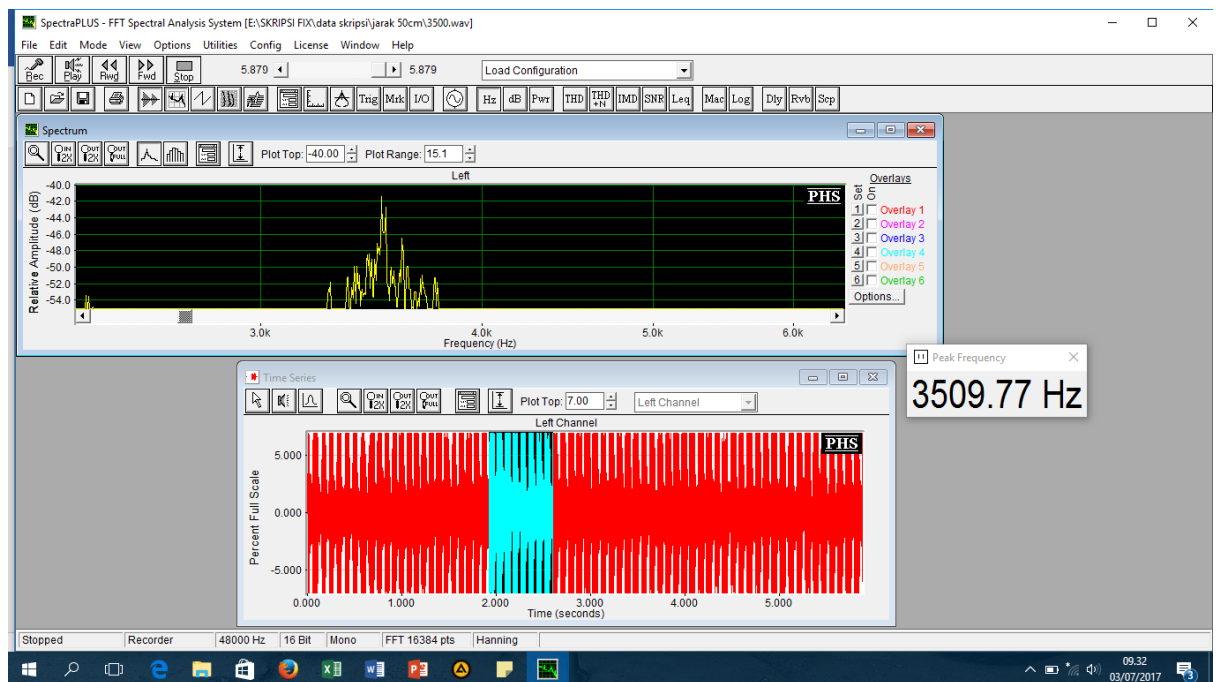
Spektrum *peak frequency* 3000 Hz pada jarak 125 cm



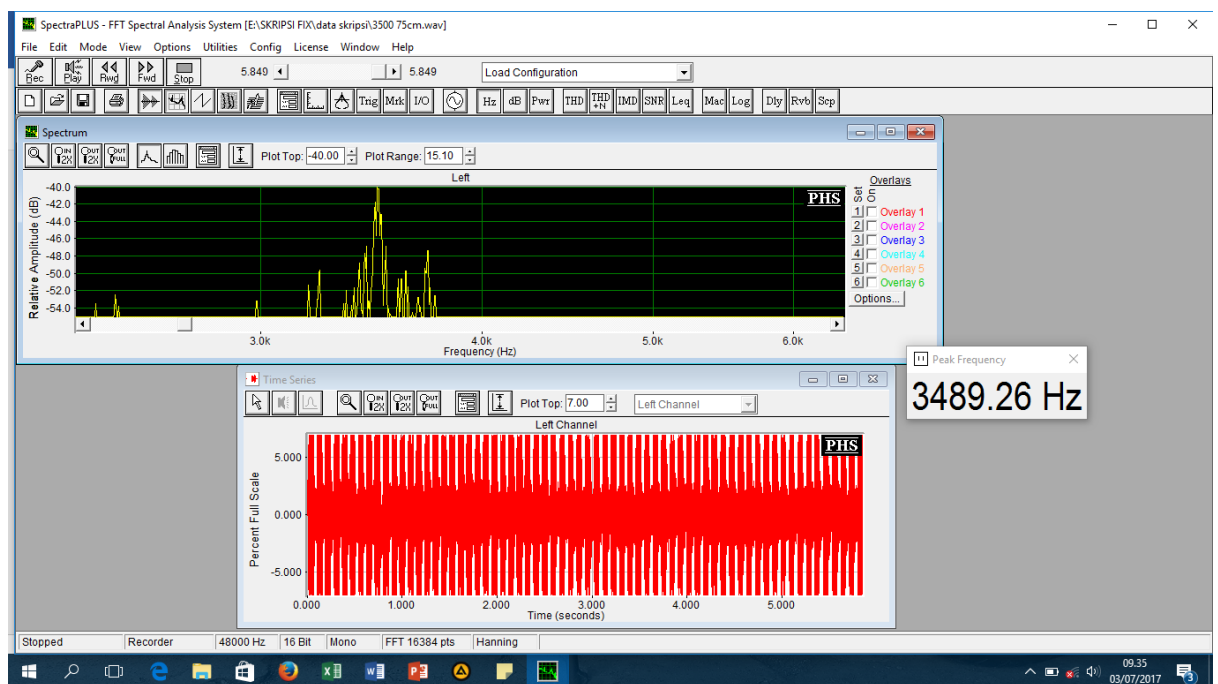
Spektrum *peak frequency* 3000 Hz pada jarak 150 cm



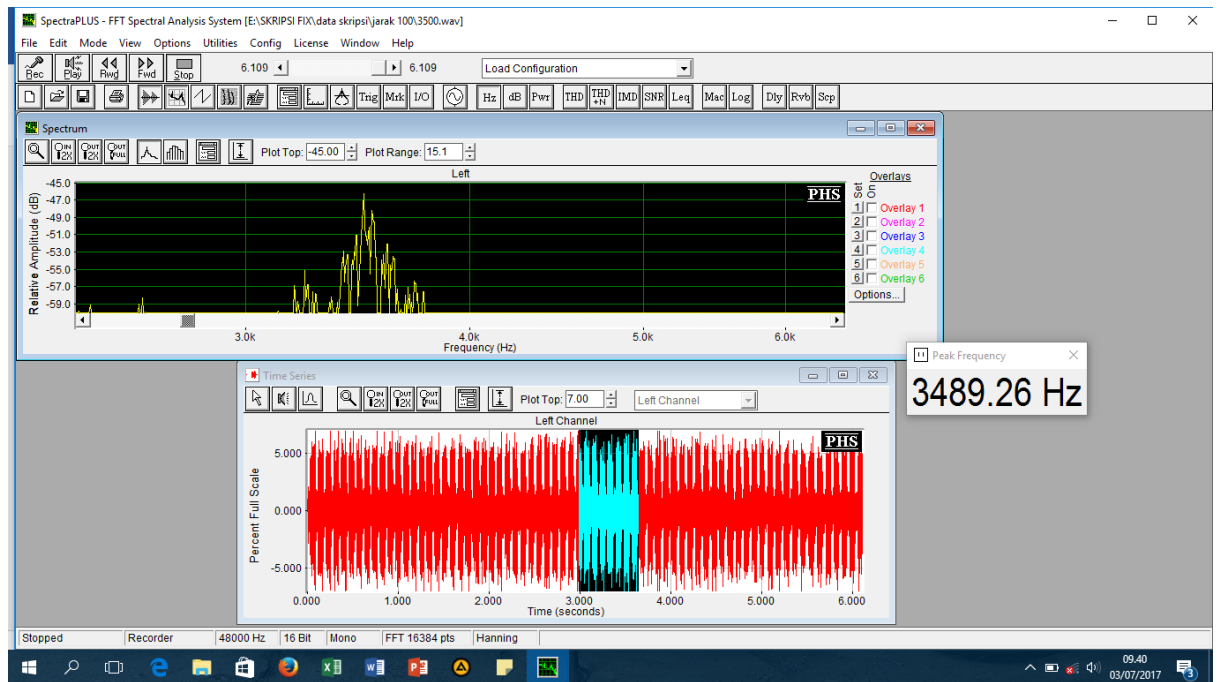
Spektrum *peak frequency* 3500 Hz pada jarak 25 cm



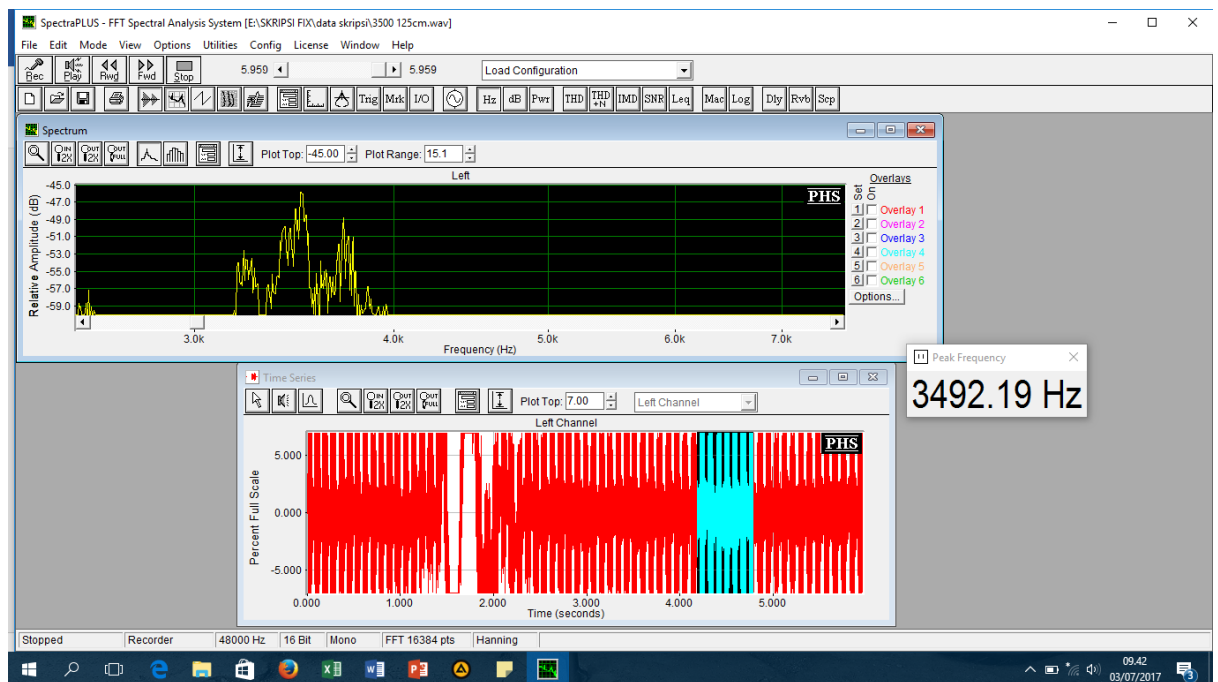
Spektrum *peak frequency* 3500 Hz pada jarak 50 cm



Spektrum *peak frequency* 3500 Hz pada jarak 75 cm

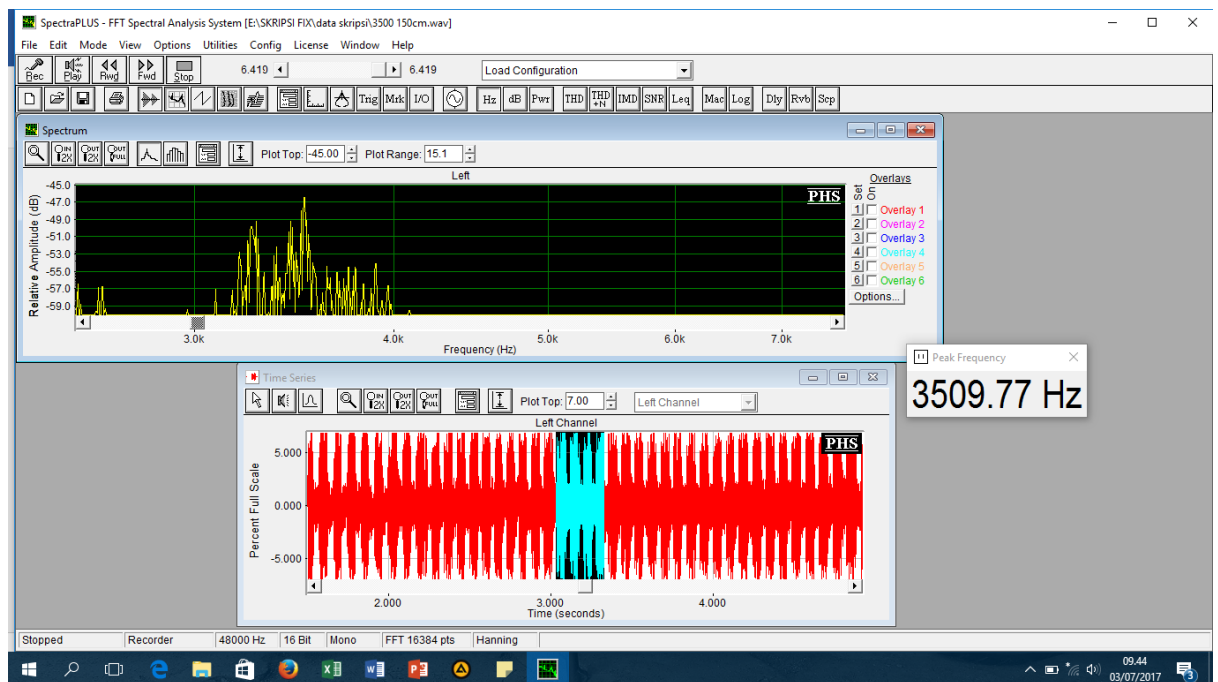


Spektrum *peak frequency* 3500 Hz pada jarak 100 cm

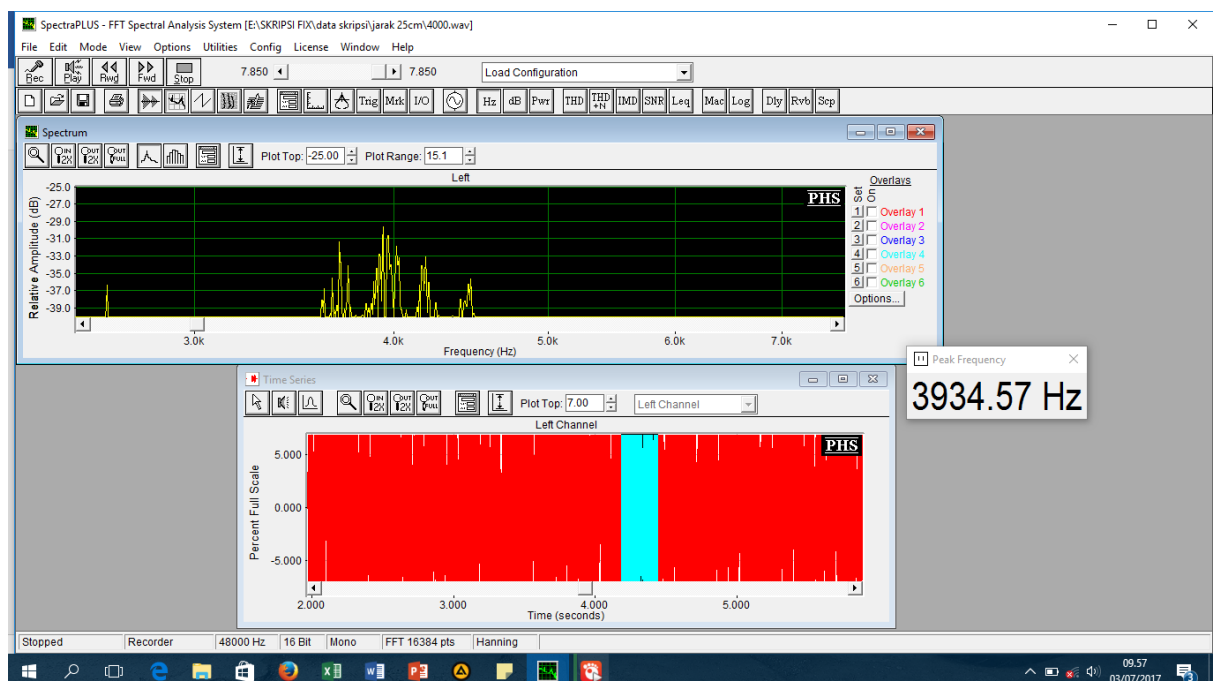


Spektrum *peak frequency* 3500 Hz pada jarak 125 cm

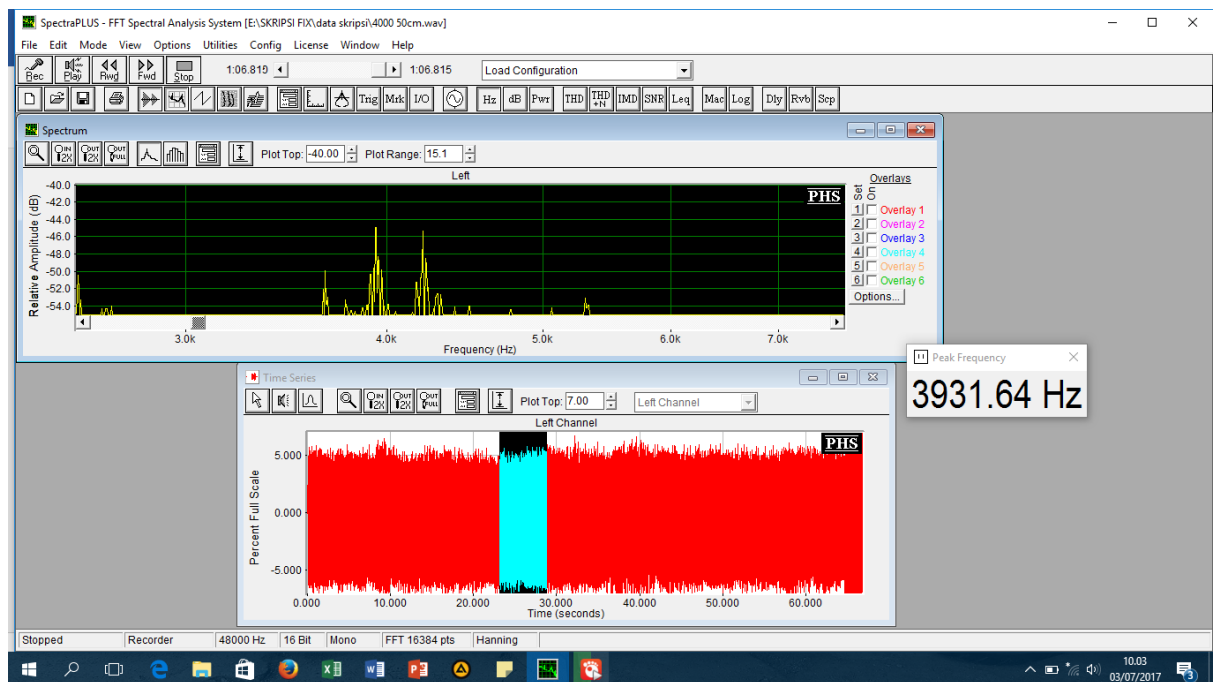




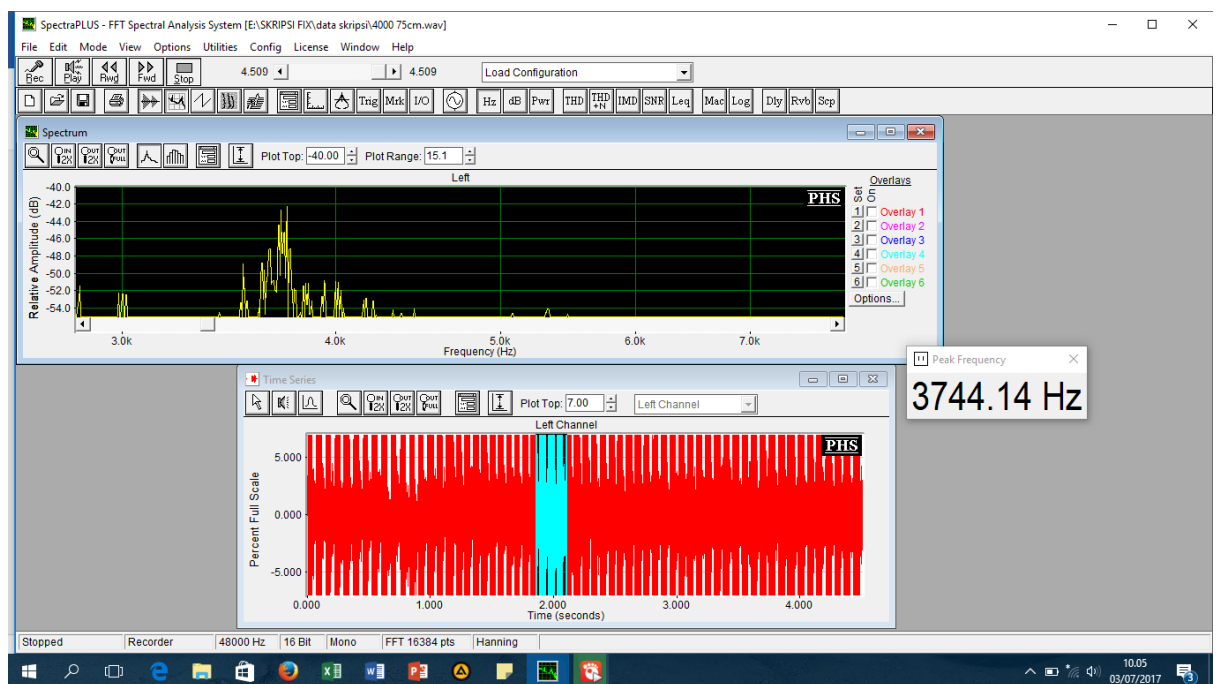
Spektrum *peak frequency* 3500 Hz pada jarak 150 cm



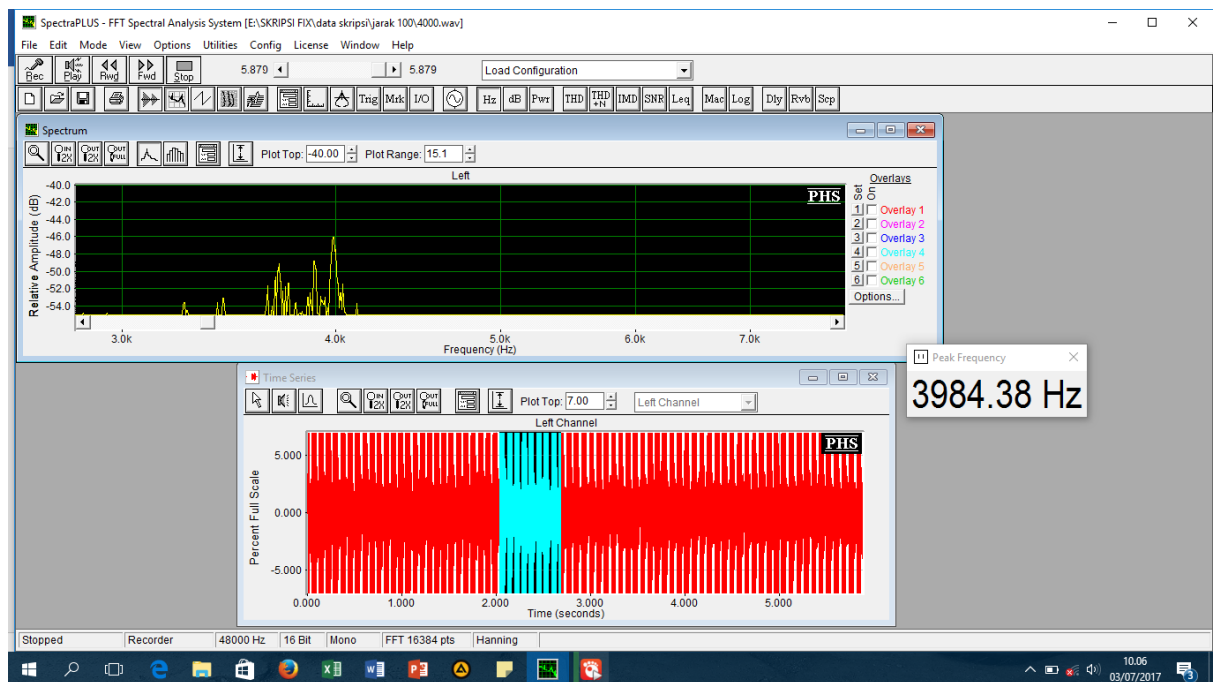
Spektrum *peak frequency* 4000 Hz pada jarak 25 cm



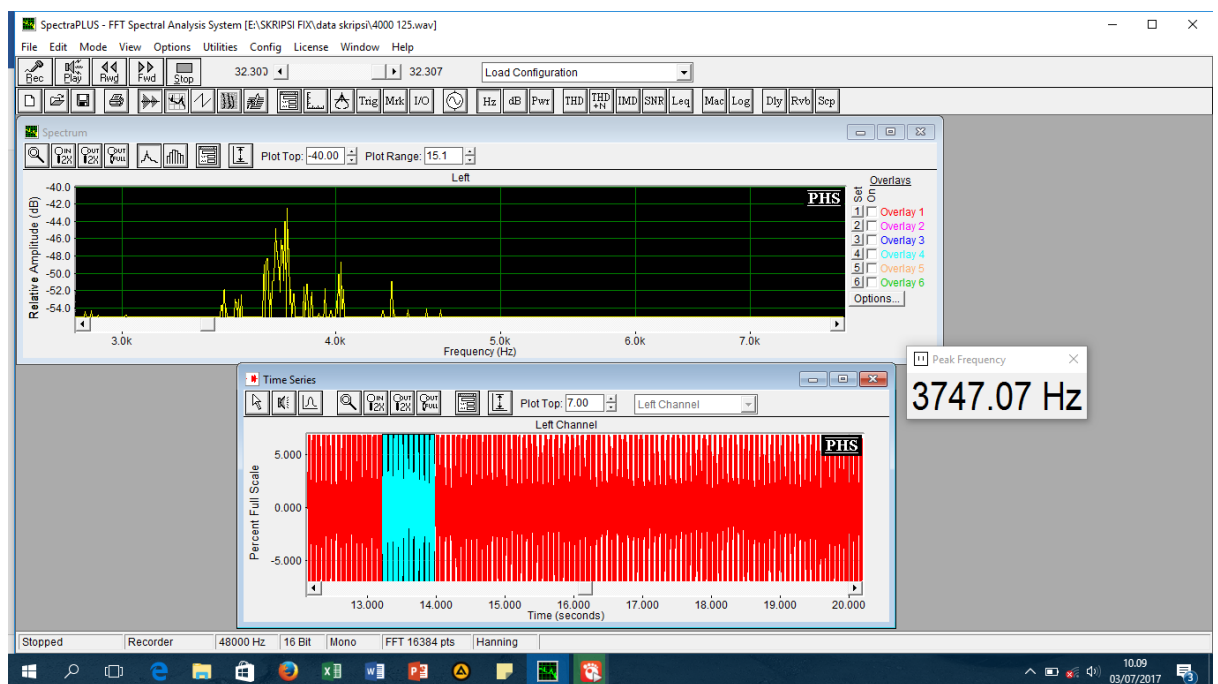
Spektrum *peak frequency* 4000 Hz pada jarak 50 cm



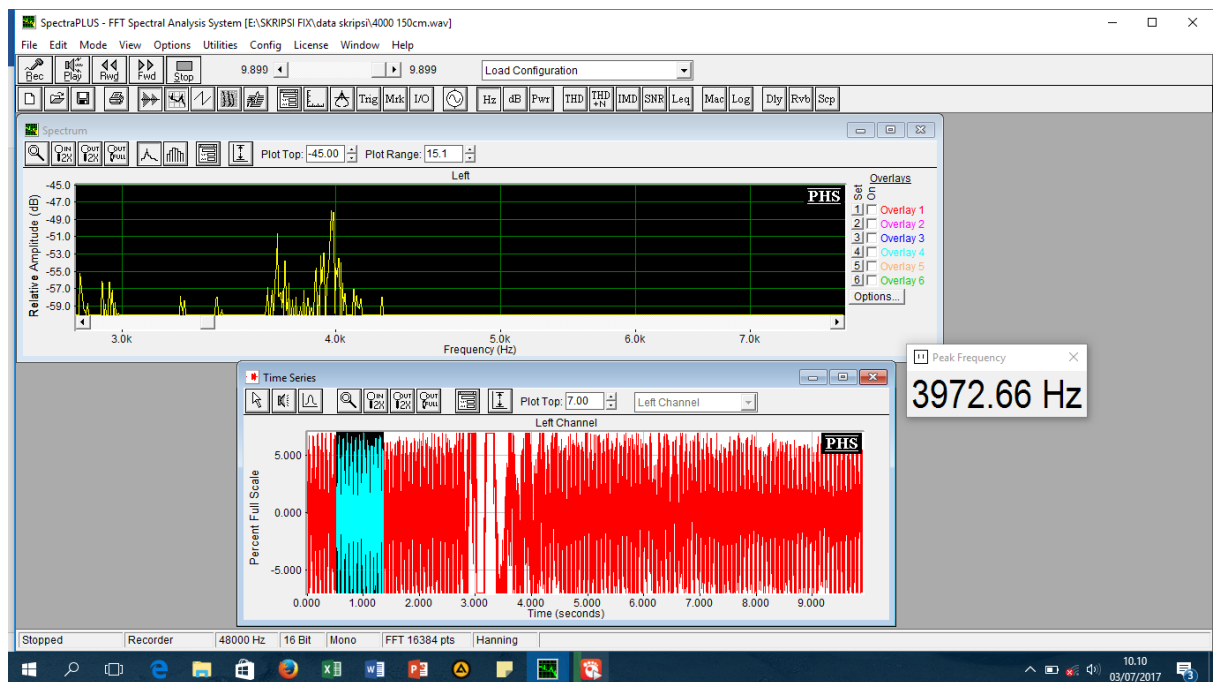
Spektrum *peak frequency* 4000 Hz pada jarak 75 cm



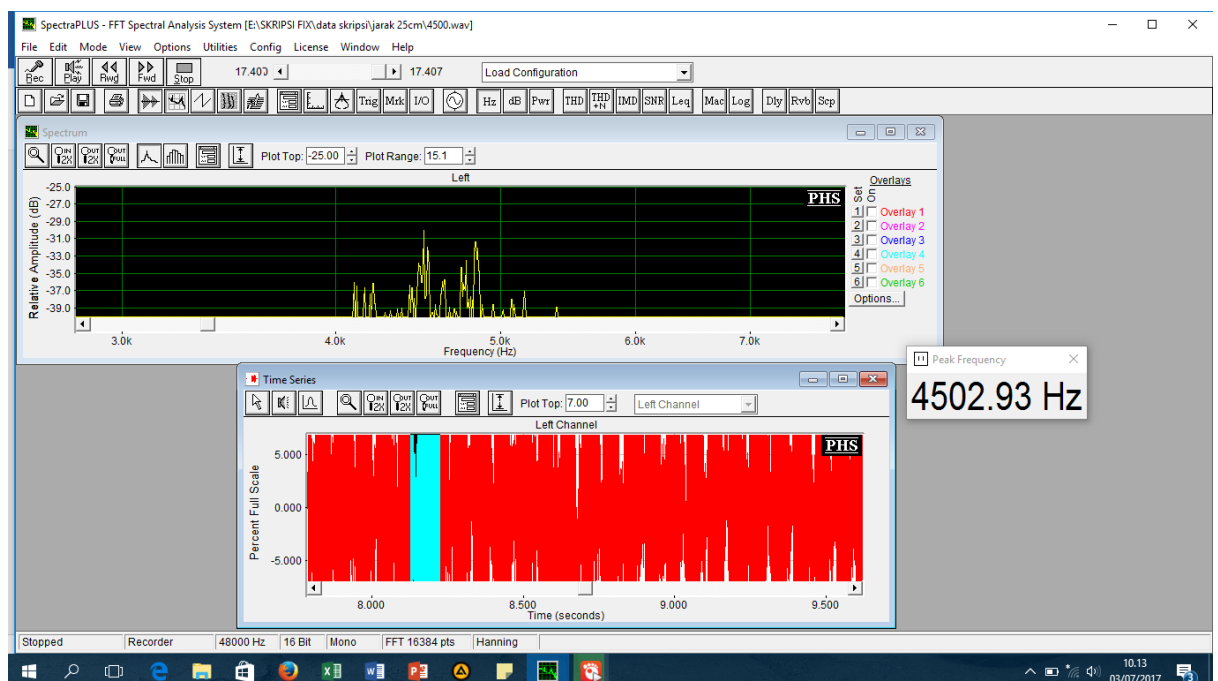
Spektrum *peak frequency* 4000 Hz pada jarak 100 cm



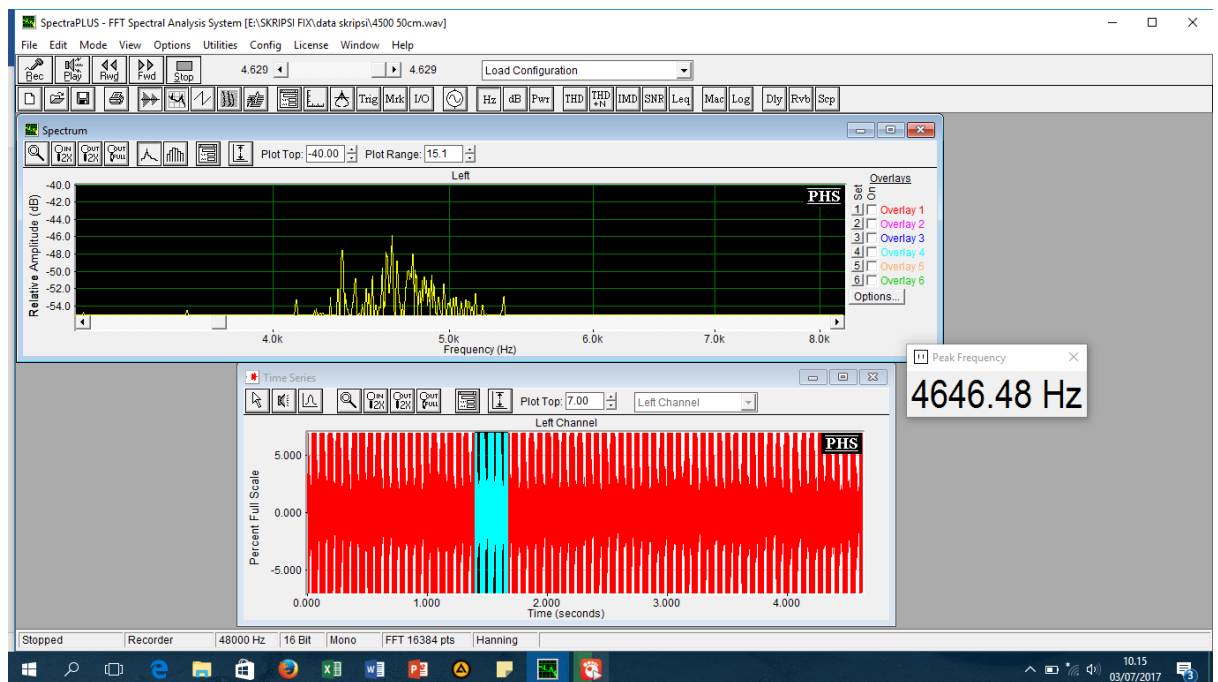
Spektrum *peak frequency* 4000 Hz pada jarak 125 cm



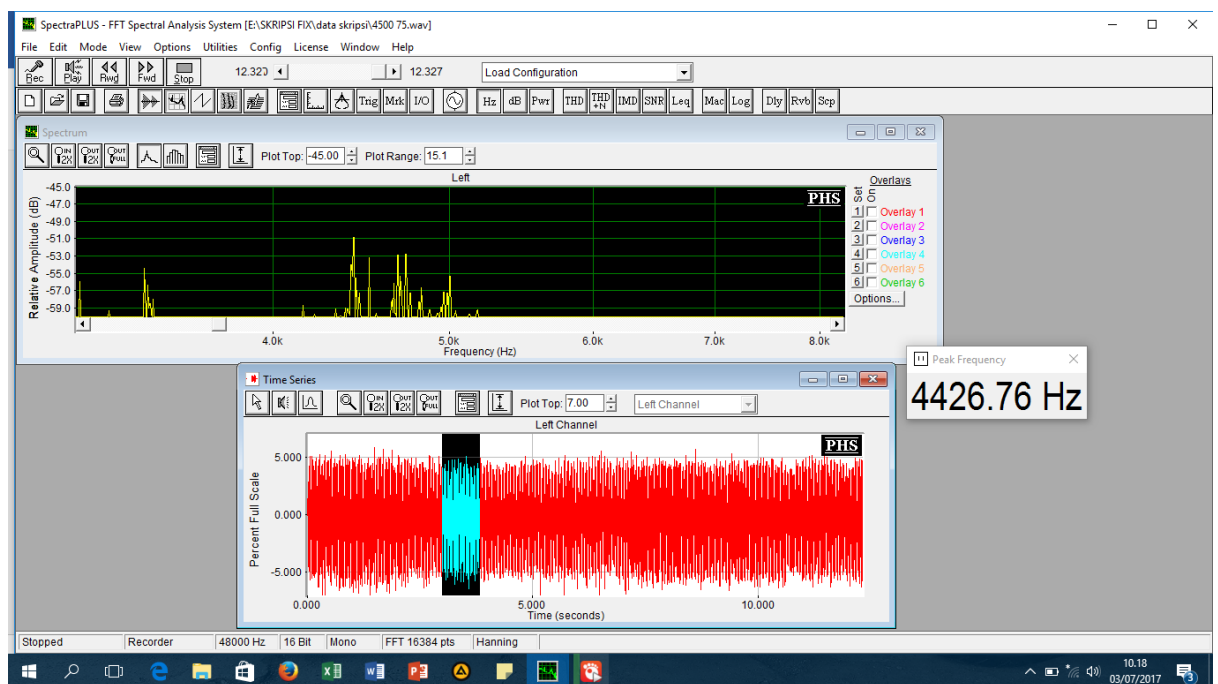
Spektrum *peak frequency* 4000 Hz pada jarak 150 cm



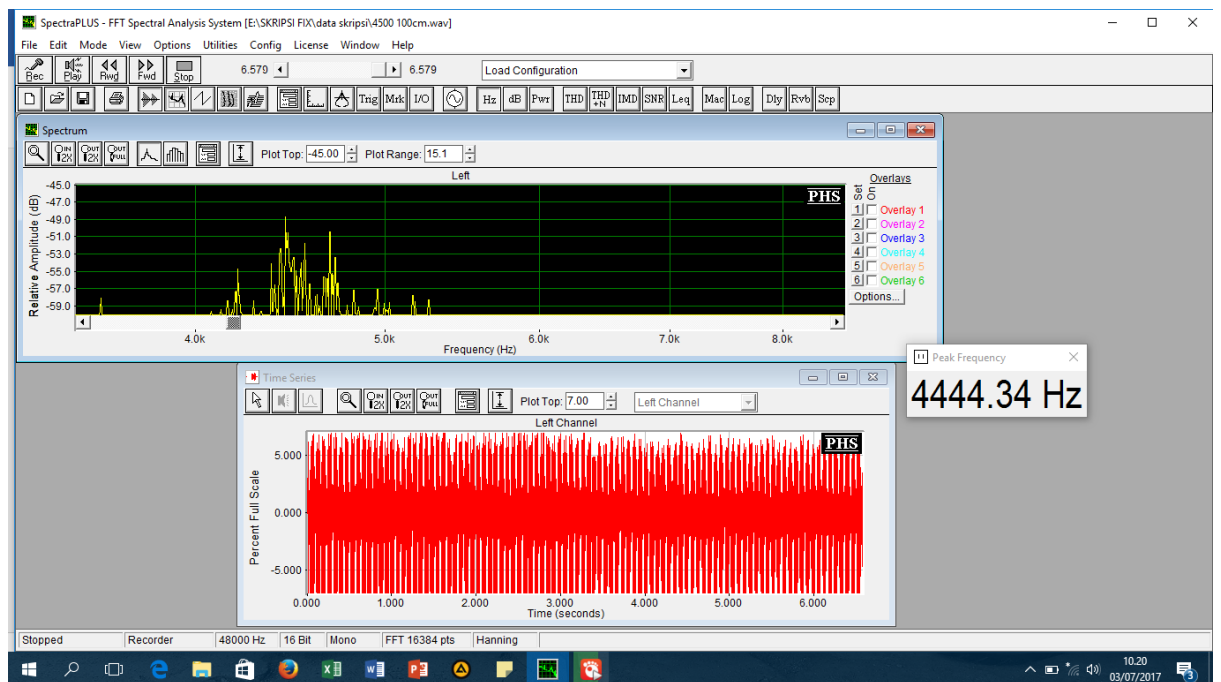
Spektrum *peak frequency* 4500 Hz pada jarak 25 cm



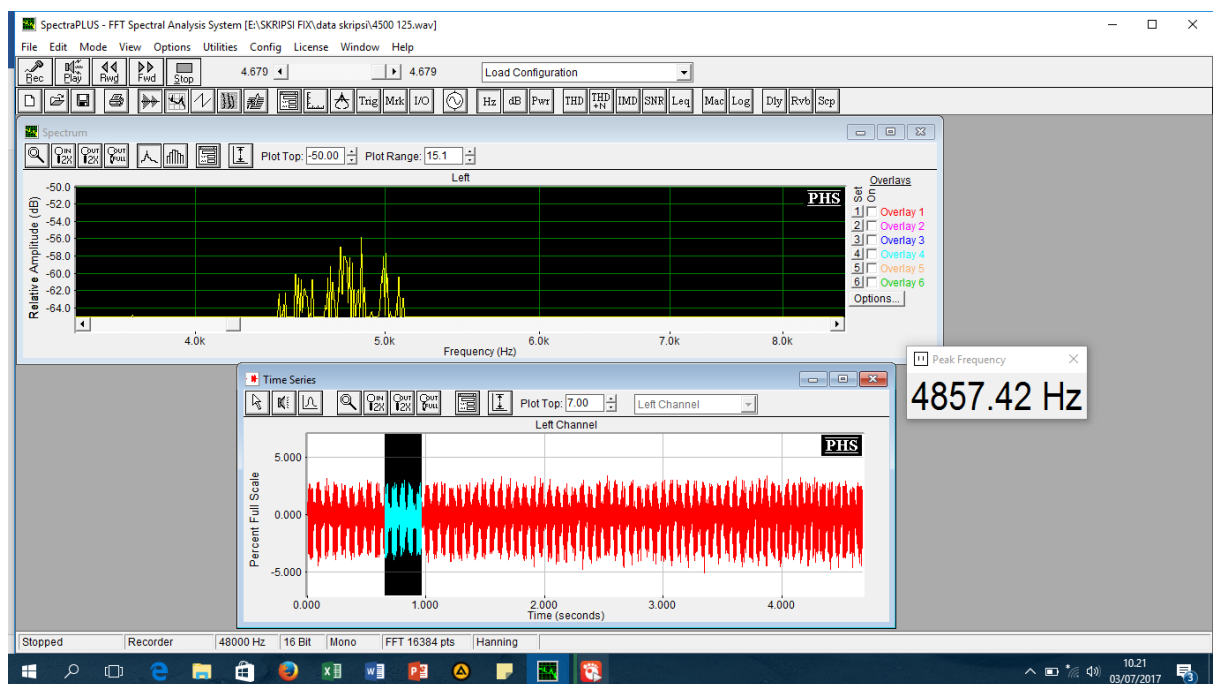
Spektrum *peak frequency* 4500 Hz pada jarak 50 cm



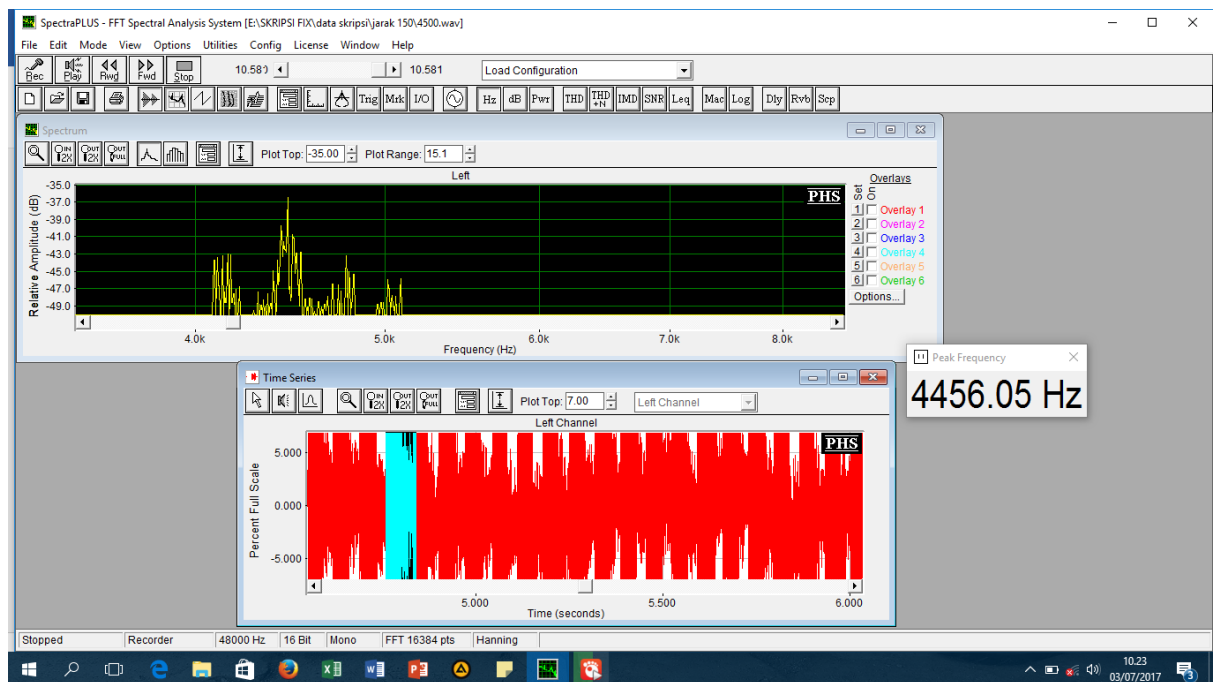
Spektrum *peak frequency* 4500 Hz pada jarak 75 cm



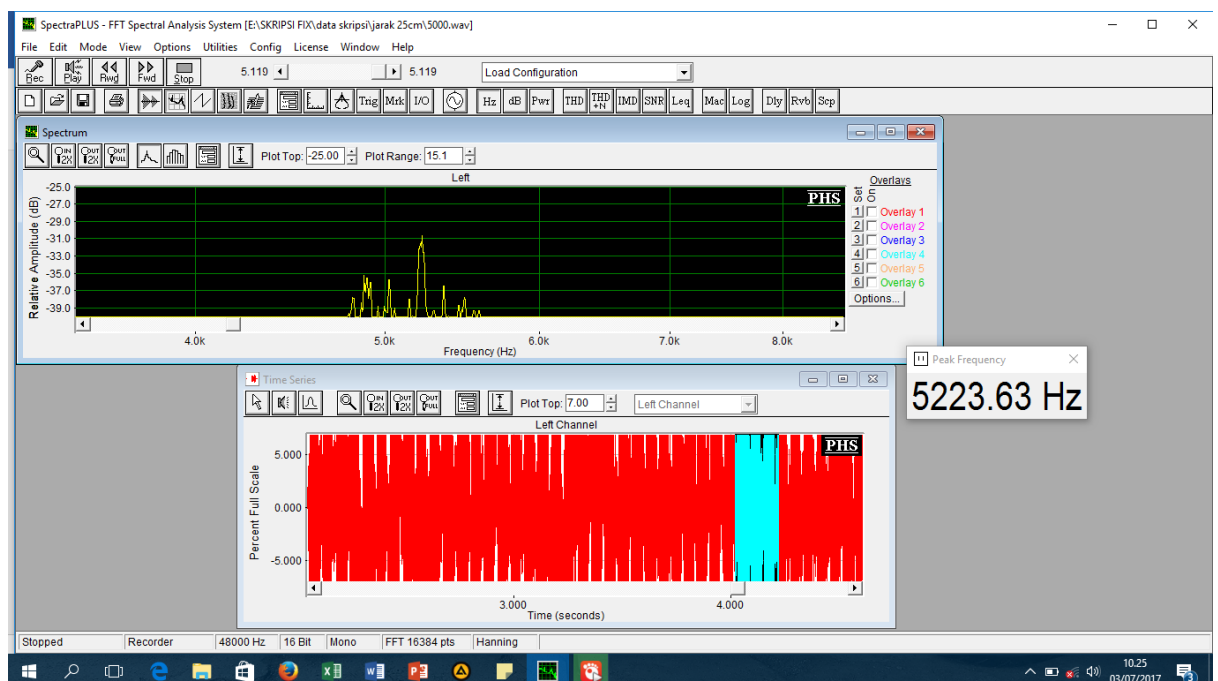
Spektrum *peak frequency* 4500 Hz pada jarak 100 cm



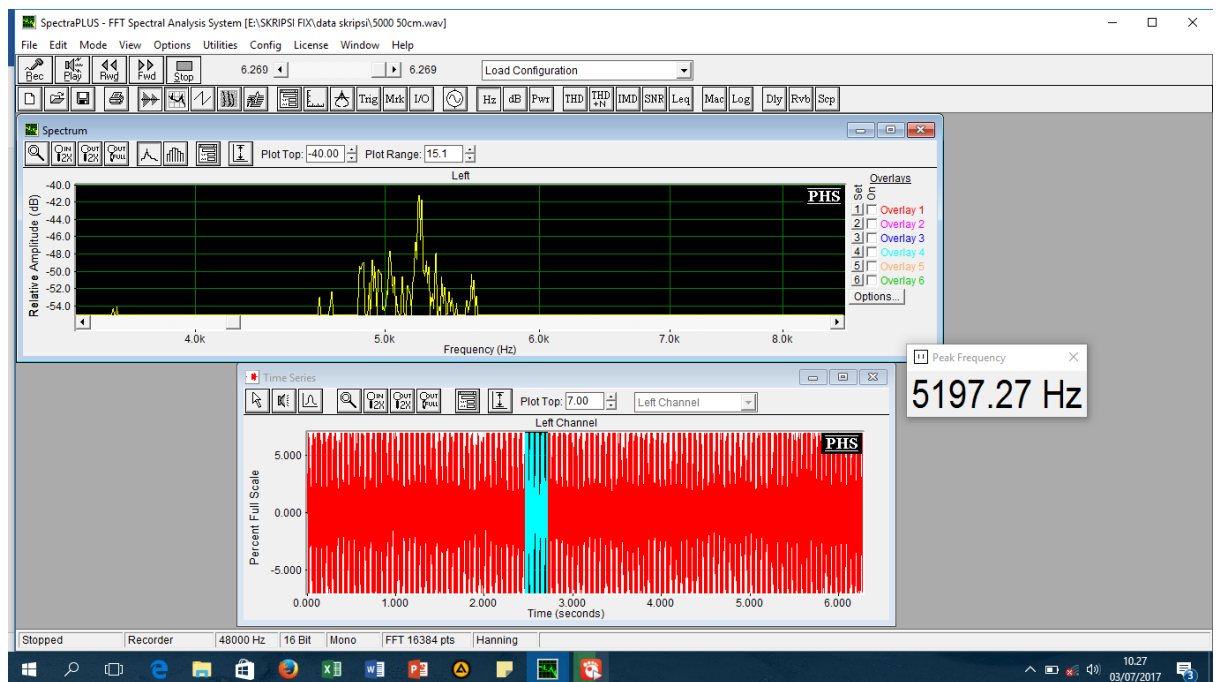
Spektrum *peak frequency* 4500 Hz pada jarak 125 cm



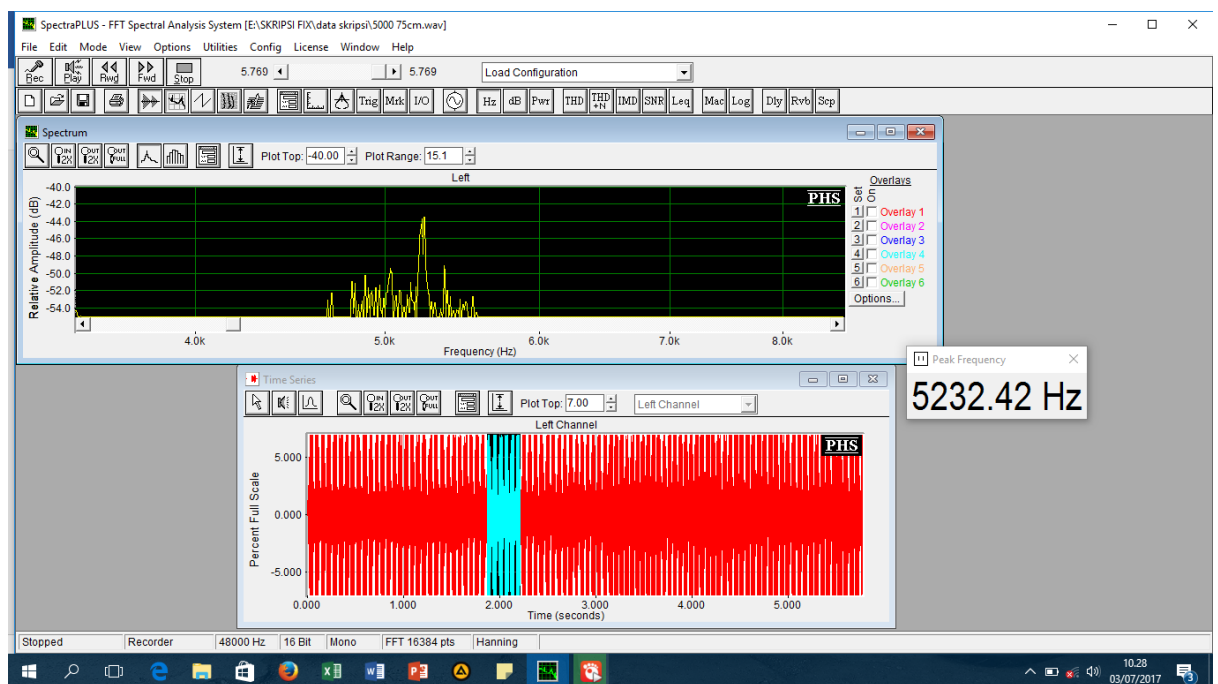
Spektrum *peak frequency* 4500 Hz pada jarak 150 cm



Spektrum *peak frequency* 5000 Hz pada jarak 25 cm

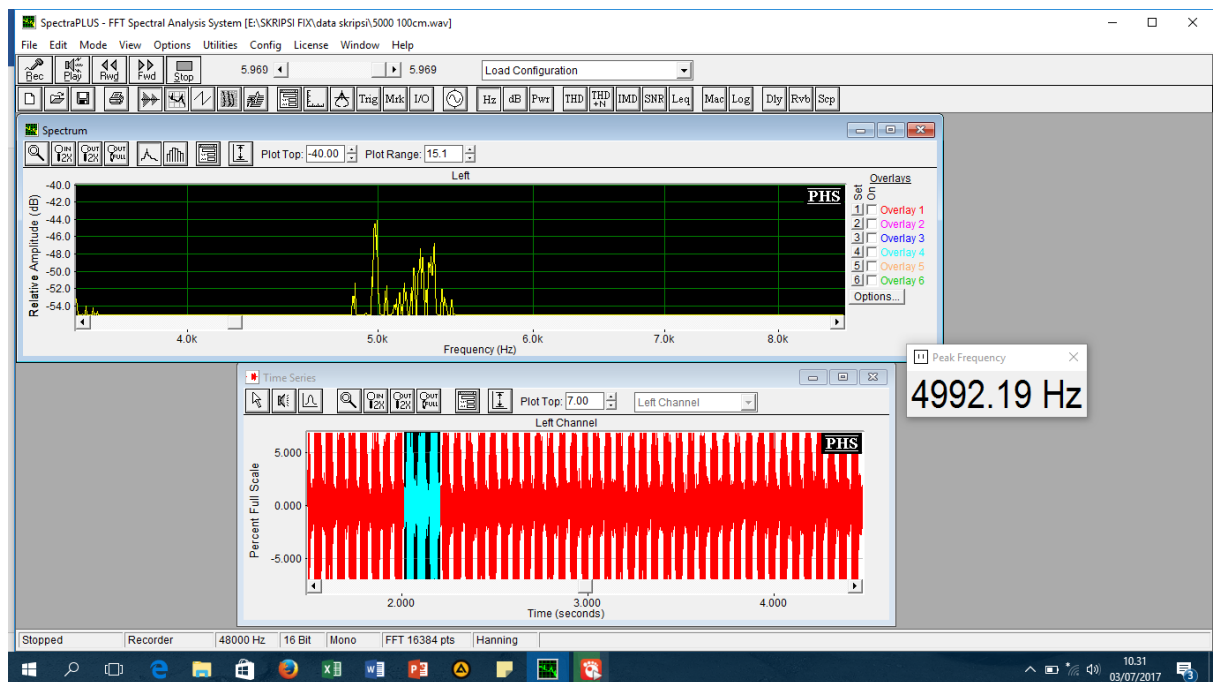


Spektrum *peak frequency* 5000 Hz pada jarak 50 cm

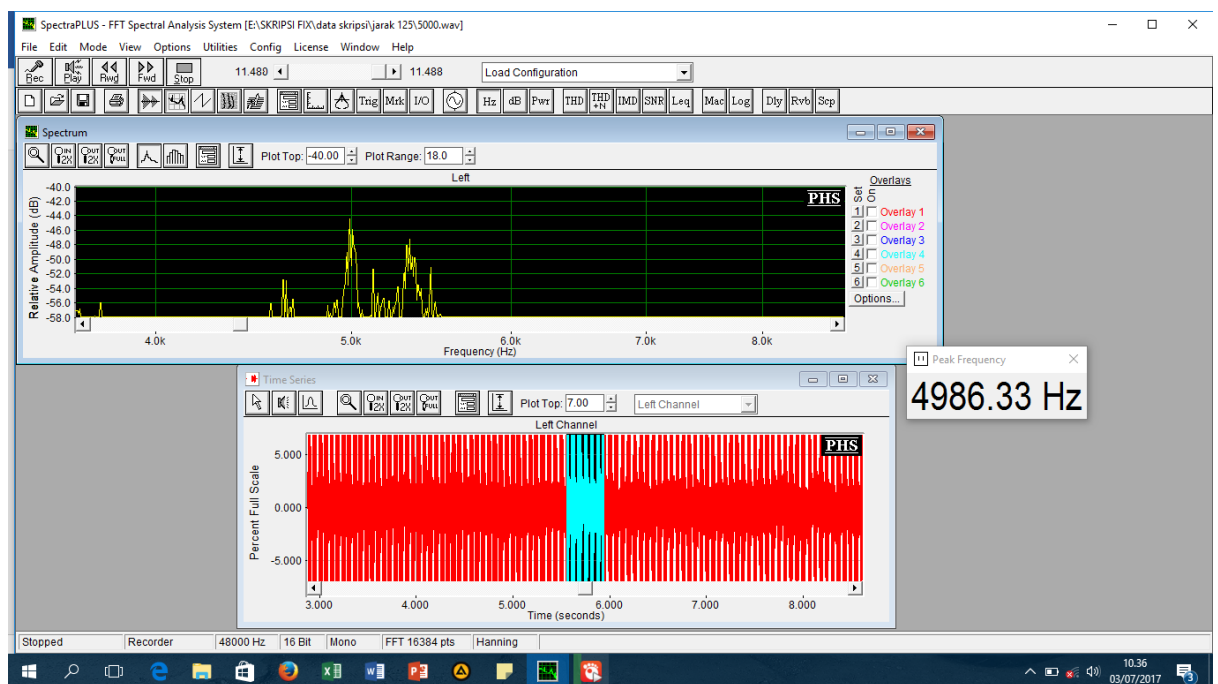


Spektrum *peak frequency* 5000 Hz pada jarak 75 cm

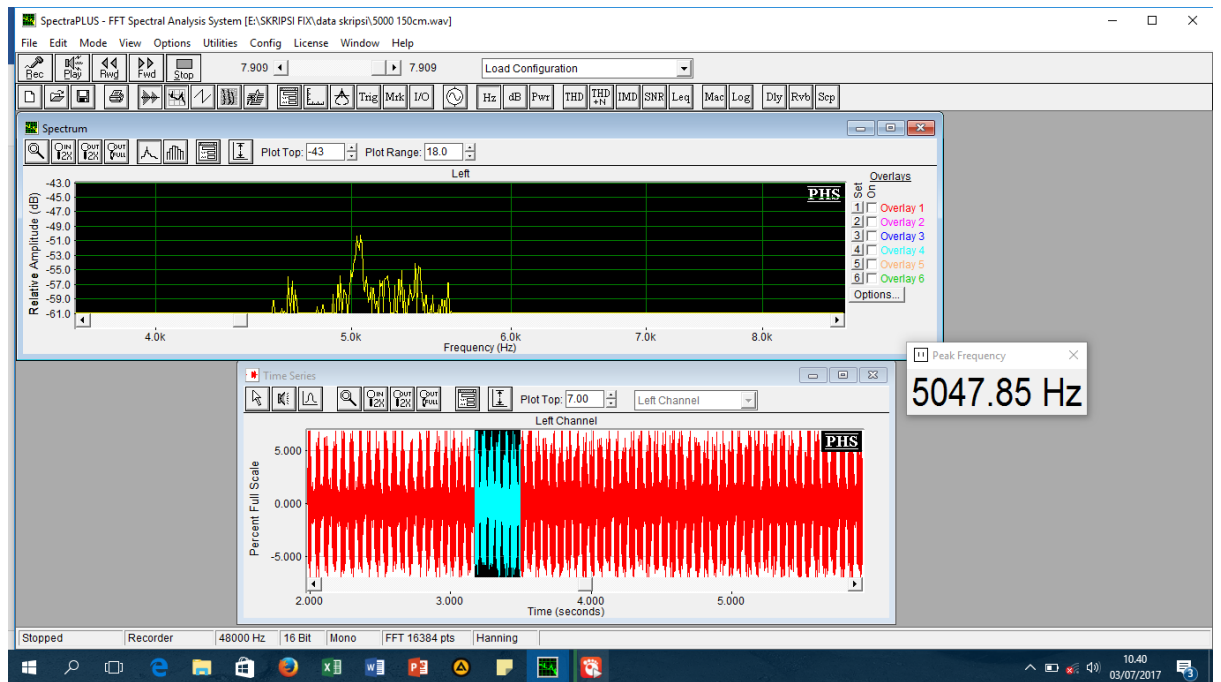




Spektrum *peak frequency* 5000 Hz pada jarak 100 cm



Spektrum *peak frequency* 5000 Hz pada jarak 125 cm



Spektrum *peak frequency* 5000 Hz pada jarak 150 cm