

**ALAT PRAKTIKUM RESONANSI GELOMBANG BUNYI  
BERBASIS ARDUINO UNO UNTUK MENINGKATKAN  
KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA DI SMA**

**TESIS**

Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Memperoleh Gelar Magister Pendidikan



Disusun Oleh:

**ORIZA NURWANTI**

**1310817007**

**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**











**2020**

PERSETUJUAN PANITIA UJIAN TESIS

ALAT PRAKTIKUM RESONANSI GELOMBANG BUNYI BERBASIS ARDUINO  
UNO UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA SMA

Nama : Oriza Nurwanti

No. Reg : 1310817007

| Nama   | Tanda Tangan   | Tanggal       |
|--|--|---------------|
| Penanggung Jawab   |    | 18/20<br>02   |
| Dekan : <u>Dr. Adisyahputra, MS</u><br>NIP. 19601111 198703 1 003                  |    | 18/20<br>02   |
| Wakil Penanggung Jawab   |   | 18/20<br>02   |
| Wakil Dekan I : <u>Dr. Muktiningsih N, M.Si</u><br>NIP. 19640511 198903 2 001      |   | 05/2020<br>02 |
| Ketua : <u>Prof. Dr. I Made Astra, M.Si</u><br>NIP. 19581212 198403 1 004          |  | 05/2020<br>02 |
| Sekretaris : <u>Dr. Iwan Sugihartono, M.Si</u><br>NIP. 19791010 200801 1 018       |  | 05/2020<br>02 |
| Anggota  |  | 05/2020<br>02 |
| Pembimbing I : <u>Dr. Bambang Heru Iswanto, M.Si</u><br>NIP. 19680401 199403 1 002 |  | 05/2020<br>02 |
| Pembimbing II : <u>Dr. Esmar Budi, MT</u><br>NIP. 19720728 199903 1 002            |  | 05/2020<br>02 |
| Penguji I : <u>Dr. Ir. Vina Serevina, MM</u><br>NIP. 19651002 199803 2 001         |  | 05/2020<br>02 |

Dinyatakan lulus ujian tesis pada tanggal : 22 Januari 2020

## ABSTRAK

### ALAT PRAKTIKUM RESONANSI GELOMBANG BUNYI BERBASIS ARDUINO UNO UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA SMA

ORIZA NURWANTI

Penelitian ini bertujuan mengembangkan alat praktikum resonansi gelombang bunyi berbasis Arduino UNO. Alat praktikum yang dikembangkan dapat digunakan sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa SMA. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan model ADDIE melalui tahap *Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation*. Hasil uji coba alat praktikum pada percobaan pertama menggunakan frekuensi 300 Hz didapatkan nilai cepat rambat bunyi sebesar  $(326,28 \pm 0,49\%)$  m/s di resonansi 1 dan  $(338,12 \pm 0,41\%)$  m/s di resonansi 2. Pada frekuensi 400 Hz sebesar  $(305,76 \pm 0,60\%)$  m/s di resonansi 1,  $(306,45 \pm 0,20\%)$  m/s di resonansi 2 dan  $(323,84 \pm 0,28\%)$  m/s di resonansi 3. Pada frekuensi 500 Hz sebesar  $(258 \pm 0,54\%)$  m/s di resonansi 1,  $(308,93 \pm 0,64\%)$  m/s di resonansi 2 dan  $(325,88 \pm 0,31\%)$  m/s di resonansi 3. Pada praktikum kedua di suhu  $30^{\circ}\text{C}$  cepat rambat bunyi sebesar  $(326,28 \pm 0,48\%)$  m/s dan pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$  cepat rambat bunyi sebesar  $(356,04 \pm 0,39\%)$  m/s. Hasil uji kelayakan oleh ahli media yang memperoleh persentase rata-rata 82%, ahli materi 93% dan ahli pembelajaran 89%. Ketiga penilaian tersebut memperoleh interpretasi "sangat baik". Hasil uji efektivitas pada uji lapangan diperoleh nilai N-Gain sebesar 0,63 yang menunjukkan bahwa alat praktikum dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa dengan kategori sedang. Hasil kuesioner uji lapangan yang diisi oleh siswa mendapat persentase 89,5% dengan interpretasi "sangat baik". Berdasarkan uji kelayakan dan uji efektivitas dapat disimpulkan alat praktikum resonansi gelombang bunyi dinyatakan layak sebagai media pembelajaran dan dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa.

**Kata Kunci** : *Alat praktikum, Resonansi gelombang bunyi, Keterampilan proses sains*

## ABSTRACT

### SOUND RESONANCE PRACTICE DEVICE BASED ON ARDUINO UNO TO IMPROVE HIGH SCHOOL STUDENTS' SCIENCE PROCESS SKILLS

ORIZA NURWANTI

*This research aimed to develop a sound resonance practice device based on Arduino UNO. The practice device could be used as learning media to improve high school students' science process skills. The applied research method was ADDIE development research through the stages of analyze, design, development, implementation and evaluation. The results of testing the practice in the first experiment using frequency of 300 Hz got values speed of sound was  $(326,28 \pm 0,49\%)$  m/s at the first resonance and  $(338,12 \pm 0,41\%)$  m/s at the second resonance. At 400 Hz about  $(305,76 \pm 0,60\%)$  m/s at the first resonance,  $(306,45 \pm 0,20\%)$  m/s at the second resonance and  $(323,84 \pm 0,28\%)$  m/s at the third resonance. At 500 Hz about  $(258 \pm 0,54\%)$  m/s at the first resonance,  $(308,93 \pm 0,64\%)$  m/s at the second resonance and  $(325,88 \pm 0,31\%)$  m/s at third resonance. The second experiment at temperature  $30^{\circ}\text{C}$  speed of sound about  $(326,28 \pm 0,48\%)$  m/s and at temperature  $40^{\circ}\text{C}$  speed of sound about  $(356,04 \pm 0,39\%)$  m/s. The results of media expert assesment was 82%, from material expert was 93% and from learning expert was 89%. The overall results of the expert assesment got excellent interpretation for this developing practice device. The result of effectiveness test obtained gain score 0,63 with medium interpretation. The result test obtained 89,5% with excellent interpretation. Based on expert assesment and field test concluded that sound resonance practice device based on Arduino UNO was qualified as learning media and enhanced students' science process skills.*

**Keywords :** Practice device, Sound resonance, Science process skills

## RINGKASAN

### A. Pendahuluan

Berdasarkan pendataan PISA (*Programme for International Student Assessment*) pada tahun 2019 kemampuan sains anak Indonesia masih berada di bawah negara lainnya. Indonesia berada pada peringkat 76 dari 79 Negara. Hal tersebut menunjukkan kemampuan sains anak Indonesia masih berada dibawah negara lainnya dan berada pada rangking empat terbawah. Salah satu cabang dari sains adalah fisika. Fisika tidak hanya berkaitan dengan pengetahuan berupa fakta-fakta, konsep, dan prinsip saja melainkan juga berkaitan dengan suatu proses penemuan melalui kegiatan praktikum.

Kegiatan praktikum tidak dapat dipisahkan dengan Fisika. Dengan melakukan kegiatan praktikum siswa dapat meningkatkan Keterampilan Proses Sains (KPS). Kegiatan praktikum sangat penting dalam pembelajaran fisika namun pada prakteknya kegiatan praktikum jarang dilakukan oleh guru di sekolah. Berdasarkan analisis kebutuhan kepada 3 orang guru fisika, kegiatan praktikum fisika hanya dilakukan satu kali selama sebulan. Hal tersebut di dukung dengan hasil angket yang dibagikan kepada siswa bahwa cara guru mengajar di dalam kelas adalah 80% menggunakan metode ceramah, 11,6% belajar dengan membentuk kelompok, 5% pemberian tugas dan hanya 1,7% melakukan praktikum

Pembelajaran dengan kegiatan praktikum jarang dilakukan dikarenakan ketersediaan alat praktikum yang kurang memadai di sekolah. Hal ini dapat terlihat dari hasil angket guru pada penelitian pendahuluan bahwa alat praktikum yang tersedia tidak mencapai angka lebih dari 50% bahkan ada sekolah yang

memiliki alat praktikum fisika kurang dari 25%. Guru tidak pernah melakukan praktikum resonansi gelombang bunyi dikarenakan tidak tersedianya alat untuk praktikum materi tersebut. Oleh karena itu, akan dilakukan penelitian yang berjudul “Alat Praktikum Resonansi Gelombang Bunyi Berbasis Arduino UNO untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA”

Penelitian ini berfokus pada dua permasalahan yaitu mengembangkan alat praktikum resonansi gelombang bunyi berbasis Arduino UNO yang layak sebagai media pembelajaran dan menguji efektivitasnya dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa SMA.

## **B. Metodologi Penelitian**

Penelitian ini bertujuan mengembangkan alat praktikum resonansi gelombang bunyi berbasis Arduino UNO yang layak digunakan sebagai media pembelajaran dan meningkatkan keterampilan proses sains siswa SMA. Tempat penelitian dilakukan di SMAN 1 Pabuaran dan SMAN 1 Ciomas.

Terdapat lima tahap pengembangan pada metode ADDIE. Tahap pertama yaitu menganalisis kebutuhan siswa dan guru untuk proses pembelajaran. Analisis kebutuhan ini dilakukan dengan menyebarkan angket kepada siswa dan guru. Tahap kedua yaitu desain atau merancang. Komponen yang dirancang antara lain, desain 2D alat praktikum, desain pembelajaran, instrumen validasi, instrumen tes keterampilan proses sains berupa soal essay dan instrumen uji lapangan berupa angket untuk siswa.

Tahap ketiga yaitu pengembangan alat praktikum. Tahap pengembangan dimulai dari menyusun kerangka tabung resonansi, membuat program Arduino

UNO, menyusun rangkaian dan menempelkan label nama pada alat praktikum. Selanjutnya yaitu tahap implementasi dimana hasil pengembangan diujicobakan di sekolah untuk dilihat efektivitasnya. Tahap kelima yaitu evaluasi, sebelum diujicobakan di sekolah, alat terlebih dahulu dinilai kelayakannya oleh para ahli (media, materi dan pembelajaran). Hasil penelitian berupa soal *pretest* dan *posttest* keterampilan proses sains akan diolah dengan menggunakan rumus N-Gain untuk mengetahui peningkatannya.

### **C. Hasil Penelitian**

Produk yang dikembangkan berupa alat praktikum resonansi gelombang bunyi. Terdapat beberapa percobaan yang dapat dilakukan dengan alat praktikum ini yaitu pengukuran cepat rambat bunyi di suhu ruang dengan frekuensi berbeda (300 Hz, 400 Hz dan 500 Hz) dan percobaan ketika suhu udara dipanaskan. Hasil uji kelayakan ahli media terdapat tujuh aspek yang dinilai yaitu aspek nilai pendidikan, ketahanan alat, keakuratan alat, efisiensi alat, keamanan alat, estetika alat dan penyimpanan alat. Rata-rata persentase yang didapat dari ketujuh aspek yaitu 82% dengan interpretasi sangat baik.

Pengujian kelayakan yang kedua yaitu oleh ahli materi, aspek yang diujikan yaitu aspek keterkaitan dengan bahan ajar, ketepatan konsep, keakuratan. Persentase rata-rata yang didapat dari seluruh aspek tersebut adalah 93% dengan interpretasi sangat baik. Pengujian kelayakan ketiga dilakukan oleh ahli pembelajaran. Persentase rata-rata yang didapat dari ahli pembelajaran sebesar 89% dengan interpretasi sangat baik.

Uji lapangan yang pertama dilakukan di SMAN 1 Pabuaran. Hasil *pretest* menunjukkan skor rata-rata 33,9 dan rata-rata *posttest* 73,1. Hasil perhitungan N-

Gain menghasilkan nilai rata-rata N-Gain sebesar 0,64. Hal ini menunjukkan bahwa alat praktikum dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa dengan peningkatan sedang. Selain dilakukan tes, siswa diminta untuk mengisi angket sebagai penilaian setelah menggunakan alat praktikum dalam proses pembelajaran. Persentase rata-rata yang didapat dari angket siswa yaitu 86% dengan interpretasi sangat baik.

Uji lapangan yang kedua dilakukan di SMAN 1 Ciomas Hasil *pretest* menunjukkan skor rata-rata 33,0 dan rata-rata *posttest* 72,6. Hasil perhitungan N-Gain menghasilkan nilai rata-rata N-Gain sebesar 0,62. Hal ini menunjukkan bahwa alat praktikum dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa dengan peningkatan sedang. Selain dilakukan tes, siswa diminta untuk mengisi angket sebagai penilaian setelah menggunakan alat praktikum dalam proses pembelajaran. Persentase rata-rata yang didapat dari angket siswa yaitu 93% dengan interpretasi sangat baik.

Berdasarkan peneliitan yang telah dilakukan, alat praktikum resonansi gelombang bunyi layak digunakan sebagai media pembelajaran pada materi gelombang bunyi yaitu pada resonansi bunyi dan cepat rambat gelombang bunyi. Hasil uji N-Gain dengan skor 0,6 untuk kedua sekolah menunjukkan bahwa alat praktikum yang dikembangkan dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa dengan kategori sedang.



## LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelas magister pendidikan dari Program Pascasarjana Universitas Negeri Jakarta merupakan hasil karya saya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Tesis ini bukan hasil karya sendiri atau adanya plagiat, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lain sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Jakarta, Januari 2020



Oriza Nurwanti



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://lib.unj.ac.id)

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : ORIZA NURWANTI  
NIM : 1310817007  
Fakultas/Prodi : FMIPA / MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA  
Alamat email : Orizanurwanti14@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi  Tesis  Disertasi  Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Alat Praktikum Resonansi Gelombang Bunyi Berbasis Arduino UNO  
untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa di SMA

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta

Penulis

(ORIZA NURWANTI )  
nama dan tanda tangan

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul “Alat Praktikum Resonansi Gelombang Bunyi Berbasis Arduino UNO untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA”. Penulisan Tesis ini dimaksudkan untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan, Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta.

Berbagai pihak terlibat dalam penyelesaian Tesis ini dalam memberikan dukungan, bantuan dan bimbingan, oleh karena itu Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr.rer.nat Bambang Heru Iswanto, M.Si., selaku Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan saran-saran terbaik hingga tesis ini selesai.
2. Bapak Dr. Esmar Budi, MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan saran-saran terbaik hingga tesis ini selesai
3. Bapak Prof. Dr. I Made Astra, M.Si., selaku Ketua Prodi Magister Pendidikan Fisika yang memberikan bimbingan selama penyusunan tesis.
4. Kepala Sekolah SMAN 1 Paburan, Bapak Utori, S.Pd, MM beserta dewan guru dan staff atas kesediannya membantu dan memfasilitasi penelitian
5. Kepala Sekolah SMAN 1 Ciomas, Bapak Drs. H. Aan Hernawan, M.Pd beserta dewan guru dan staff atas kesediannya membantu dan memfasilitasi penelitian

Jakarta, Januari 2020

Penulis

## LEMBAR PERSEMBAHAN

*“Ya Rabbku, lapangkanlah untukku dadaku, dan mudahkanlah untukku urusanku, dan lepaskanlah kekakuan dari lidahku, supaya mereka mengerti perkataanku” (QS. Thoha: 25-28)*

*Dengan ridho Allah SWT, aku persembahkan karya ini.*

### ***Untuk Ibu dan Ayah Tercinta***

*Semoga seluruh dukungan dan doa dari ibu dan ayah yang telah diberikan terhadap kami selalu menjadi amal yang dapat membantu ibu dan ayah ke surga-Nya. Semoga Allah menyayangi kalian sebagaimana kalian menyayangiku*

*(Ayah: Drs. Ade Maksudin, Ibu: Hayati S.Pd)*

### ***Untuk Adikku Tersayang***

*Dek Gada Wira Muslimin, semoga Allah pun selalu memudahkan urusanmu dunia dan akhirat, semoga Engkau dapat meneruskan perjuangan kakakmu ke jenjang yang lebih tinggi lagi.*

### ***Untuk A Anan Bahtiar Rifa'i***

*Terimakasih atas segala bantuan yang diberikan mulai dari awal penyusunan tesis ini sampai akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Terimakasih untuk seluruh waktu, saran, semangat yang telah dicurahkan. Semoga Allah tetap menjaga kita bersama di dunia maupun di akhirat.*

### ***Untuk Kak Tamam***

*Semoga Allah selalu memudahkan urusan dan menjaga keluarga kakak dunia dan akhirat. Terimakasih atas seluruh bantuan dalam pembuatan alat dari jenjang Sarjana hingga Magister ini.*

## DAFTAR ISI

|   |              |
|---|--------------|
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN PANITIA UJIAN TESIS</b> ..... | <b>i</b>     |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                | <b>ii</b>    |
| <b>RINGKASAN</b> .....                              | <b>iv</b>    |
| A. Pendahuluan.....                                 | iv           |
| B. Metodologi Penelitian.....                       | v            |
| C. Hasil Penelitian.....                            | vi           |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....                      | <b>viii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                         | <b>ix</b>    |
| <b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b> .....                     | <b>x</b>     |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                             | <b>xi</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                          | <b>xv</b>    |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                           | <b>xvi</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                        | <b>xviii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                      | <b>1</b>     |
| A. Latar Belakang.....                              | 1            |
| B. Fokus Penelitian.....                            | 5            |
| C. Rumusan Masalah.....                             | 6            |
| D. Kegunaan Hasil Penelitian.....                   | 6            |
| <b>BAB II KAJIAN TEORETIK</b> .....                 | <b>7</b>     |
| A. Model Pengembangan ADDIE.....                    | 7            |
| B. Alat Praktikum.....                              | 11           |

|   |           |
|---|-----------|
| 1. Pengertian .....                               | 11        |
| 2. Manfaat.....                                   | 12        |
| 3. Kriteria .....                                 | 12        |
| C. Resonansi Gelombang Bunyi.....                 | 14        |
| 1. Materi.....                                    | 14        |
| 2. Penerapan Materi pada Kurikulum.....           | 16        |
| D. Arduino UNO.....                               | 17        |
| E. Keterampilan Proses Sains .....                | 19        |
| 1. Pengertian dan Jenis-Jenis.....                | 19        |
| 2. Kelebihan dalam Pelaksanaan Pembelajaran ..... | 21        |
| 3. Kekurangan dalam Pelaksanaan Pembelajaran..... | 21        |
| F. Penelitian yang Relevan.....                   | 22        |
| G. Kerangka Berpikir.....                         | 25        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>         | <b>28</b> |
| A. Tujuan Penelitian .....                        | 28        |
| B. Tempat dan Waktu Penelitian .....              | 28        |
| C. Metode Penelitian .....                        | 29        |
| D. Langkah-Langkah Pengembangan Produk .....      | 30        |
| 1. Analisis ( <i>Analyze</i> ) .....              | 31        |
| 2. Desain ( <i>Design</i> ) .....                 | 31        |
| 3. Pengembangan ( <i>Development</i> ) .....      | 32        |
| 4. Implementasi ( <i>Implementation</i> ) .....   | 34        |
| 5. Evaluasi ( <i>Evaluation</i> ) .....           | 34        |

|  |           |
|--|-----------|
| E. Karakteristik Produk yang Dikembangkan .....    | 35        |
| 1. Desain Alat Praktikum.....                      | 35        |
| 2. Penerapan Produk dalam Pembelajaran.....        | 37        |
| F. Instrumen Penelitian .....                      | 41        |
| 1. Angket Analisis Kebutuhan .....                 | 42        |
| 2. Angket Validasi Ahli .....                      | 43        |
| 3. Angket Respon Siswa .....                       | 46        |
| 4. Instrumen Tes Keterampilan Proses Sains .....   | 47        |
| G. Teknik Analisis Data.....                       | 53        |
| 1. Analisis Skala Likert.....                      | 54        |
| 2. Uji Normalitas .....                            | 55        |
| 3. Uji Gain Ternormalisasi .....                   | 55        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>            | <b>57</b> |
| A. Hasil Penelitian .....                          | 57        |
| 1. Alat Praktikum Resonansi Bunyi .....            | 57        |
| 2. Hasil Uji Coba Produk.....                      | 62        |
| 3. Hasil Uji Kelayakan .....                       | 70        |
| 4. Hasil Uji Lapangan.....                         | 73        |
| B. Pembahasan.....                                 | 75        |
| <b>BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN .....</b> | <b>82</b> |
| A. Kesimpulan .....                                | 82        |
| B. Implikasi.....                                  | 83        |
| C. Saran .....                                     | 83        |

DAFTAR PUSTAKA.....84

DAFTAR RIWAYAT HIDUP ..... 175





## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Alur Pengembangan Model ADDIE.....  | 8  |
| Gambar 2. 2 Arduino UNO .....   | 18 |
| Gambar 3. 1 Alur Penelitian .....   | 29 |
| Gambar 3. 2 Prosedur Pengembangan Model ADDIE .....   | 30 |
| Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Pembuatan Alat Praktikum Resonansi Bunyi .....                   | 33 |
| Gambar 3. 4 Desain Alat Praktikum Resonansi Gelombang Bunyi .....                             | 36 |
| Gambar 3. 5 Desain Pembelajaran .....   | 38 |
| Gambar 3. 6 Kegiatan Pembelajaran .....   | 41 |
| Gambar 4. 1 Tabung Resonansi Gelombang Bunyi .....  | 58 |
| Gambar 4. 2 <i>Microphone</i> dan Meteran pada Alat Praktikum .....                           | 58 |
| Gambar 4. 3 Rangkaian Alat Praktikum Resonansi Gelombang Bunyi<br>Berbasis Arduinio UNO ..... | 59 |
| Gambar 4. 4 Tampilan Sinyal Suara di Laptop .....   | 59 |
| Gambar 4. 5 Perbandingan Cepat Rambat Bunyi pada Suhu Berbeda pada<br>Resonansi 1 .....       | 69 |
| Gambar 4. 6 Perbandingan Cepat Rambat Bunyi pada Suhu Berbeda pada<br>Resonansi 2 .....       | 69 |
| Gambar 4. 7 Diagram Batang Hasil Uji Kelayakan Ahli Media .....                               | 71 |
| Gambar 4. 8 Diagram Batang Hasil Uji Kelayakan Ahli Materi .....                              | 72 |
| Gambar 4. 9 Diagram Batang Hasil Uji Kelayakan Ahli Pembelajaran .....                        | 73 |
| Gambar 4. 10 Hasil Angket Respon Siswa SMAN 1 Pabuaran .....                                  | 74 |
| Gambar 4. 11 Hasil Angket Respon Siswa SMAN 1 Ciomas .....                                    | 75 |

## DAFTAR TABEL

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Tabel 2. 1  | Prosedur Umum Model ADDIE .....                              | 10 |
| Tabel 2. 2  | Kompetensi Dasar, Indikator dan Materi .....                 | 17 |
| Tabel 2. 3  | Deskripsi Arduino Uno .....                                  | 18 |
| Tabel 2. 4  | Keterampilan Proses Tingkat Dasar Menurut Joyce et. al. .... | 20 |
| Tabel 3. 1  | Kisi-Kisi Angket Analisis Kebutuhan Guru .....               | 42 |
| Tabel 3. 2  | Kisi-Kisi Angket Analisis Kebutuhan Siswa.....               | 43 |
| Tabel 3. 3  | Kisi-Kisi Angket Validasi Ahli Media .....                   | 44 |
| Tabel 3. 4  | Kisi-Kisi Angket Validasi Ahli Materi .....                  | 45 |
| Tabel 3. 5  | Kisi-Kisi Angket Validasi Ahli Pembelajaran .....            | 46 |
| Tabel 3. 6  | Kisi-Kisi Angket Respon Siswa .....                          | 47 |
| Tabel 3. 7  | Kisi-Kisi Instrumen Tes Keterampilan Proses Sains .....      | 48 |
| Tabel 3. 8  | Kategori Validitas .....                                     | 50 |
| Tabel 3. 9  | Kriteria Koefisien Korelasi .....                            | 50 |
| Tabel 3. 10 | Hasil Uji Validitas Instrumen Tes.....                       | 50 |
| Tabel 3. 11 | Interpretasi Kriteria Reliabilitas .....                     | 51 |
| Tabel 3. 12 | Kriteria Tingkat Kesukaran .....                             | 52 |
| Tabel 3. 13 | Hasil Uji Taraf Kesukaran Instrumen Tes .....                | 52 |
| Tabel 3. 14 | Interpretasi Daya Pembeda .....                              | 53 |
| Tabel 3. 15 | Hasil Uji Daya Pembeda Instrumen Tes .....                   | 53 |
| Tabel 3. 16 | Kriteria <i>Rating Scale</i> .....                           | 54 |
| Tabel 3. 17 | Interpretasi Skala Likert .....                              | 55 |
| Tabel 3. 18 | Kriteria N-Gain .....  | 56 |
| Tabel 4. 1  | Komponen-Komponen Alat Praktikum Resonansi Bunyi .....       | 60 |

Tabel 4. 2 Hasil Percobaan Cepat Rambat Bunyi pada Frekuensi 300 Hz ... 63

Tabel 4. 3 Hasil Percobaan Cepat Rambat Bunyi pada Frekuensi 400 Hz ... 64

Tabel 4. 4 Hasil Percobaan Cepat Rambat Bunyi pada Frekuensi 500 Hz ... 66

Tabel 4. 5 Hasil Perbandingan Cepat Rambat Bunyi di Suhu Berbeda ..... 68



## DAFTAR LAMPIRAN

|  |     |
|--|-----|
| Lampiran 1 Angket Analisis Kebutuhan Guru .....  | 88  |
| Lampiran 2 Angket Analisis Kebutuhan Siswa.....  | 91  |
| Lampiran 3 Perhitungan Angket Analisis Kebutuhan Guru.....                             | 92  |
| Lampiran 4 Perhitungan Angket Analisis Kebutuhan Siswa .....                           | 96  |
| Lampiran 5 Surat Validasi Ahli Media.....  | 98  |
| Lampiran 6 Hasil Penilaian Ahli Media .....  | 99  |
| Lampiran 7 Data Hasil Validasi Ahli Media .....  | 102 |
| Lampiran 8 Surat Validasi Ahli Materi .....  | 103 |
| Lampiran 9 Hasil Penilaian Ahli Materi.....  | 104 |
| Lampiran 10 Data Hasil Validasi Ahli Materi .....                                      | 107 |
| Lampiran 11 Surat Validasi Ahli Pembelajaran.....                                      | 108 |
| Lampiran 12 Hasil Penilaian Ahli Pembelajaran .....                                    | 109 |
| Lampiran 13 Data Hasil Validasi Ahli Pembelajaran.....                                 | 111 |
| Lampiran 14 Hasil Validasi Instrumen Tes.....  | 112 |
| Lampiran 15 Data Hasil Validasi Instrumen Tes .....                                    | 116 |
| Lampiran 16 Surat Permohonan Izin Penelitian di SMAN 1 Pabuaran .....                  | 118 |
| Lampiran 17 Surat Keterangan telah Melaksanakan Penelitian di SMAN 1<br>Pabuaran ..... | 119 |
| Lampiran 18 Surat Permohonan Izin Penelitian di SMAN 1 Ciomas.....                     | 120 |
| Lampiran 19 Surat Keterangan telah Melaksanakan Penelitian di SMAN 1<br>Ciomas .....   | 121 |
| Lampiran 20 Kisi-Kisi Instrumen Tes Keterampilan Proses Sains .....                    | 122 |
| Lampiran 21 Hasil Pengolahan Data Instrumen Tes .....                                  | 132 |

|   |     |
|---|-----|
| Lampiran 22 Hasil <i>Pretest</i> Uji Lapangan .....     | 133 |
| Lampiran 23 Hasil <i>Posttest</i> Uji Lapangan .....    | 136 |
| Lampiran 24 Uji Normalitas <i>Pretest</i> .....         | 139 |
| Lampiran 25 Uji Normalitas <i>Posttest</i> .....        | 141 |
| Lampiran 26 Uji N-Gain .....                            | 143 |
| Lampiran 27 Uji N-Gain Per Indikator KPS .....          | 145 |
| Lampiran 28 Hasil Angket Respon Siswa Uji Lapangan..... | 146 |
| Lampiran 29 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran .....      | 148 |
| Lampiran 30 Lembar Kerja Peserta Didik .....            | 158 |
| Lampiran 31 Dokumentasi Uji Lapangan .....              | 168 |

