



## PENGEMBANGAN ALAT EKSPERIMEN CEPAT RAMBAT BUNYI DALAM MEDIUM UDARA DENGAN MENGGUNAKAN METODE *TIME OF FLIGHT* (TOF) DAN BERBANTUAN *SOFTWARE AUDACITY*

Irnin Agustina Dwi Astuti 

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Indraprasta PGRI

### Info Artikel

*Sejarah Artikel:*

Diterima Juli 2016

Disetujui Juli 2016

Dipublikasikan Oktober  
2016

*Keywords:*

*velocity, air medium, Time of  
Flight (ToF), audacity*

### Abstrak

Proses pembelajaran di dalam fisika memerlukan eksperimen untuk memperoleh pemahaman yang baik tentang konsep-konsep yang terkandung di dalamnya. Metode eksperimen dimaksudkan untuk mempelajari serta mengamati langsung fenomena-fenomena yang terjadi di dalam fisika. Tujuan dari penelitian ini adalah mendesain rancang bangun alat eksperimen dan menentukan nilai cepat rambat bunyi dalam medium udara dengan metode *Time Of Flight* (ToF) dengan bantuan *software audacity*. Alat dan bahan yang digunakan dalam eksperimen ini yaitu laptop, garpu tala, 2 buah microphone, mistar, adaptor, dan *software audacity*. Eksperimen ini dilakukan dengan memukul garpu tala sehingga suara ditangkap oleh microphone yang nantinya akan ditransfer ke laptop dan terbaca oleh *software audacity*. Selanjutnya data yang terekam dalam *audacity* dianalisis dengan metode regresi linear. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa alat layak digunakan dalam praktikum dan memiliki kemampuan untuk membaca dan menangkap gelombang bunyi dengan baik. Nilai cepat rambat bunyi di udara yang diperoleh sebesar  $v = (335,27 \pm 5,80)$  m/s dengan presentase ralat relatif sebesar 1,3 %. Hasil percobaan kurang mendekati nilai secara teori ( $v_{teori} = 340$  m/s), ini dikarenakan oleh perbedaan suhu dan keadaan ruang yang bising yang menimbulkan adanya tumbukan frekuensi sehingga pembacaan suara garpu tala terganggu.

### Abstract

*The learning physics needs the experiments to take good understanding of the concept. The experimental method for studying and observing directly the phenomena in physics. This study aims to design Experimental tools and determine of velocity in air medium with Time of Flight (ToF) method with audacity. The instruments and the materials are computer, tuning fork, two microphone, ruler, adaptor, and audacity software. This experiments done by hitting a tuning fork so the sound captured by a microphone, then be transferred to the computer and read by audacity software. Then, the data recorded in audacity analyzed by linear regression method. From the results of this study concluded that the tools fit for use in practicum and have ability to read and capture the sound waves well. The velocity in air medium is  $v = (335,27 \pm 5,80)$  m/s with error relative 1,3 %. Results of the experiment less approaching the theoretical value ( $v_{teori} = 340$  m/s), because of differences in temperature and state of the noisy room which gave rise to the collision frequency of the tuning fork so that the reading voice interrupted.*

## PENDAHULUAN

Fisika mempelajari segala benda mati maupun benda hidup yang berhubungan dengan alam. Fisika adalah ilmu paling mendasar dari semua cabang ilmu sains dan merupakan ilmu eksperimental (Young & Freedman, 2003). Itu berarti bahwa didalam pembelajarannya fisika memerlukan eksperimen untuk memperoleh pemahaman yang baik tentang konsep-konsep yang terkandung didalamnya.

Materi gelombang dipelajari pada tingkat mahasiswa Pendidikan Fisika S1 di semester lima. Pada materi ini mahasiswa diharapkan lebih interaktif karena berhubungan dengan kehidupan sehari-hari. Jika pembelajaran yang disampaikan diiringi dengan eksperimen maka akan lebih memudahkan memahami materi tersebut. Nilai cepat rambat bunyi secara teori sudah ditetapkan diberbagai buku, tetapi sebagian besar mahasiswa tidak mengetahui dari mana nilai cepat rambat bunyi tersebut bisa diperoleh. Alangkah baiknya jika dalam pembelajaran mahasiswa langsung dibawa kedalam kenyataannya atau bereksperimen agar lebih memudahkan dalam memahami materi yang diajarkan. Menurut Putra (2013), metode eksperimen dapat diartikan sebagai cara belajar mengajar yang melibatkan mahasiswa dengan mengalami serta membuktikan sendiri proses dan hasil percobaan.

Salah satu topik yang menarik untuk diamati dan dilakukan eksperimen didalam pembelajarannya adalah bunyi. Gelombang bunyi merupakan gelombang longitudinal yang terjadi karena perapatan dan perenggangan dalam medium gas. Gelombang itu dihasilkan ketika sebuah benda, seperti garpu tala yang digetarkan dan menyebabkan gangguan kerapatan medium. Gangguan tersebut menyebabkan munculnya cepat rambat bunyi pada medium gas (Tipler, 1991).

Bunyi dihubungkan dengan indera pendengaran manusia yaitu telinga. Istilah bunyi (sound) juga merujuk pada sensasi fisik yang merangsang telinga yaitu gelombang longitudinal (Giancoli, 2001). Syarat terjadinya

bunyi ada tiga, yang pertama harus ada sumber bunyi dan seperti halnya dengan semua gelombang, sumber bunyi merupakan benda yang bergetar. Kedua, energi dipindahkan dari sumber dalam bentuk gelombang bunyi longitudinal melalui medium, dan ketiga bunyi dideteksi oleh telinga atau alat yang menerima. Jadi, bunyi merupakan gelombang longitudinal yang memerlukan medium dalam perambatannya.

Penelitian yang dilakukan oleh Novikarany (2010) tentang sistem pengukuran kecepatan gelombang bunyi di udara berbasis mikrokontroller menjelaskan bahwa sistem ini dibuat secara otomatisasi dengan melakukan uji performance. Semua data yang diperoleh diolah menggunakan mikrokontroller dan hasilnya akan ditampilkan dalam LCD. Nilai kecepatan gelombang bunyi diudara dalam medium pipa organa dengan nilai frekuensi yang bervariasi diperoleh 326,99 m/s dengan kesalahan literatur sebesar 2,18% pada frekuensi resonansi  $\pm 300$  s-1 (nada dasar 1) dan  $\pm 500$  s-1 (nada dasar 2).

Penelitian lain yang berhubungan dengan cepat rambat bunyi dilakukan oleh Muhafid (2014) tentang pengembangan alat eksperimen bunyi dengan sistem akuisisi data berbasis smartphone android menjelaskan bahwa penelitian dan pengembangan menggunakan diperoleh nilai cepat rambat gelombang bunyi di udara untuk pipa organa terbuka adalah  $v = (340,9 \pm 0,3)$  m/s dengan tingkat akurasi sebesar 98,1% dan presisinya sebesar 99,90 %. Dan untuk cepat rambat gelombang bunyi di udara pada pipa organa tertutup adalah  $v = (341,8 \pm 0,1)$  m/s dengan tingkat akurasi sebesar 98,4 %, sedangkan untuk presisinya sebesar 99,97 %. Alat ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi namun ada kelemahan yaitu tidak semua hp android bisa memiliki dan merespon sensor bunyi.

Alat eksperimen penentuan bunyi biasanya menggunakan pipa organa terbuka maupun tertutup. Alat tersebut kurang efektif

jika dibawa kemana-mana dan membutuhkan waktu yang lama untuk menganalisisnya. Oleh karena itu, dibutuhkan alat yang lebih sederhana, mudah dirangkai dan dijalankan oleh mahasiswa. Dalam penelitian ini akan menggunakan alat eksperimen yang sederhana dan dianalisis secara cepat dan tepat yaitu dengan bantuan software audacity. Audacity merupakan software pengolahan file suara yang berlisensi gratis. Salah satu fungsi dari audacity adalah kemampuan merekam sinyal-sinyal suara yang ada di dalam komputer, maupun dari luar komputer (Nurdila, 2012). Pada eksperimen ini *audacity* digunakan untuk merekam sinyal dari bunyi yang nantinya akan ditampilkan dalam bentuk gelombang.

Cepat rambat bunyi dalam medium gas dipengaruhi oleh suhu tetapi dalam medium padat dipengaruhi oleh sifat elastis dan dalam. Cepat rambat bunyi dalam medium udara dapat ditentukan dengan metode *Time Of Flight*. *Time Of Flight* (ToF) atau *Time of Arrival* (ToA) adalah waktu tempuh yang diperlukan sinyal radio dari sebuah pemancar (*transmitter*) sampai diterima oleh penerima (*receiver*). Dalam hubungannya antara kecepatan cahaya diruang hampa dengan frekuensi sinyal pembawa maka dapat diperoleh jarak antara *transmitter* dengan *receiver* (Sa'adi, 2011).

Tujuan dalam penelitian ini yaitu mendesain rancang bangun alat eksperimen dan menentukan cepat rambat bunyi dalam medium udara dengan menggunakan metode *Time of Flight* (ToF) dan berbantuan *software audacity*.

### METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*). Menurut Sugiyono (2013) metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Penelitian ini menggunakan model pengembangan menggunakan model ADDIE dalam Mulyatiningsih (2011:199). ADDIE merupakan

Laju bunyi berbeda untuk materi yang berbeda. Pada udara di 0°C dan 1 atm, bunyi merambat dengan laju 331 m/s.

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \tag{1}$$

Persamaan (1) menunjukkan bahwa laju bergantung pada modulus elastisitas B, dan kerapatan dari materi  $\rho$ , dan cepat rambat bunyi bergantung pada waktu dan jarak.

$$v = \frac{s}{t} \tag{2}$$

dengan  $v$  = cepat rambat (m/s),  $s$  = jarak (m), dan  $t$  = waktu (s).

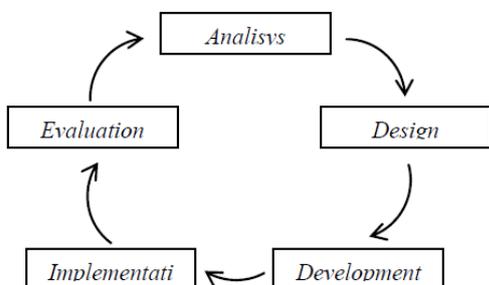
Pada zat cair dan padat, laju bunyi dalam medium padat lebih cepat dibandingkan dengan medium cair. Laju bunyi pada berbagai materi diberikan di tabel 1. Nilai-nilai tersebut dalam beberapa hal tergantung pada temperatur dan tekanan (Giancoli, 2001).

**Tabel 1.** Laju bunyi pada berbagai medium

No.	Materi	Laju (m/s)
1	Udara	340
2	Helium	1005
3	Hidrogen	1300
4	Air	1440
5	Air Laut	1560

singkatan dari Analysis, Design, Development or production, Implementation or delivery and Evaluation. Menurut langkah-langkah pengembangan produk, model penelitian dan pengembangan ini lebih rasional dan lebih lengkap dari pada model 4D. Model ini memiliki kesamaan dengan model pengembangan sistem basis data. Inti kegiatan pada setiap tahap pengembangan juga hampir sama. Oleh sebab itu, model ini dapat digunakan untuk berbagai

macam bentuk pengembangan produk seperti model, strategi pembelajaran, metode pembelajaran, media dan bahan ajar. Berikut ini tahapan pengembangan ADDIE.

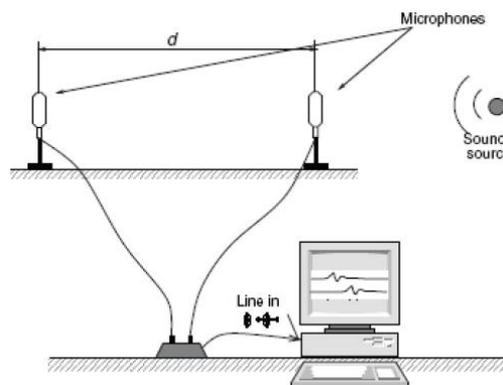


**Gambar 1.** Model pengembangan ADDIE

Dalam penelitian ini prosedur pengembangan yang digunakan adalah prinsip kerja dari alat eksperimen fisika pada penentuan cepat rambat bunyi dalam medium udara dengan metode *Time of Flight* (ToF) dan berbantuan *software audacity*. Alat dan bahan yang digunakan dalam eksperimen ini yaitu laptop, garpu tala, 2 buah microphone, mistar, adaptor, dan *software audacity*. Prosedur percobaan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2 adalah sebagai berikut:

1. Menyalakan laptop dan mengaktifkan program *audacity*.
2. Menghubungkan *microphone* dengan adaptor dan laptop seperti pada gambar 2.
3. Mengatur jarak antar kedua *microphone* pada jarak 10 cm.
4. Memukul garpu tala sehingga suara ditangkap oleh *microphone* yang nantinya akan ditransfer ke laptop dan terbaca oleh *software audacity*.
5. Melakukan langkah ke 3 dan 4 dengan memvariasi jarak antar *microphone* yaitu dari 10 cm hingga 100 cm .
6. Menganalisis dengan metode regresi linier.

Metode yang digunakan untuk menentukan cepat rambat bunyi di udara dengan menggunakan persamaan regresi linier, yaitu dengan menganalisis linier yang disajikan dalam grafik.



**Gambar 2.** Desain alat eksperimen

Persamaan grafik linier mempunyai model sebagai berikut

$$y = ax + b \quad (3)$$

dengan  $x$  adalah variabel bebas yang terletak pada sumbu datar dan  $y$  adalah variabel terikat yang terletak pada sumbu tegak. Sedangkan  $a$  adalah kemiringan (*gradien*) garis dan  $b$  adalah titik potong garis lurus dengan sumbu tegak (Ishafit, 1998).

Dari persamaan (2) dengan menggunakan analisis regresi linier, maka dapat dimisalkan  $y = s$ ,  $x = t$ , dan  $a = v$ . Sehingga persamaannya dapat diubah menjadi

$$s = vt \quad (4)$$

Sehingga persamaan cepat rambat bunyi dapat diperoleh

$$v = a \quad (5)$$

Dalam setiap pengukuran terdapat kesalahan atau ketidakpastian. Untuk menentukan nilai cepat rambat bunyi dianalisis beberapa kesalahan atau ketidakpastian supaya mendapatkan hasil yang mendekati kebenaran. Nilai ralat dapat diperoleh dari grafik, maka akan diperoleh persamaan

$$\hat{y}_i = ax_i + b \quad (6)$$

Hasil dari persamaan (6) dapat digunakan untuk menentukan pasangan titik-titik  $(x_i, y_i)$  yang akan memberi garis lurus pendekatan terbaik. Ketidakpastian  $\hat{y}_i$ ,  $a$  dan  $b$  didapat dengan persamaan:

$$S_{\hat{y}} = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{N - 2}} \quad (7)$$

Ketidakpastian ini disebut standard error of estimation atau taksiran terbaik simpangan baku atau ralat baku estimasi (Tim Praktikum Fisika Dasar, 2005), sehingga:

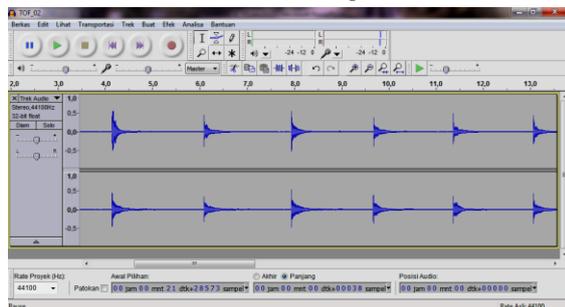
$$S_a = S_{\hat{y}} \sqrt{\frac{N}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}} \quad (8)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 3 merupakan bagan alat percobaan untuk mempermudah dalam melakukan kegiatan penelitian. Pada eksperimen ini menggunakan garpu tala berfungsi sebagai sumber suara, laptop sebagai *output* gelombang bunyi dalam bentuk gambar digital, microphone berfungsi sebagai perekam suara dari sumber suara (garpu tala), dan *software audacity* untuk merekam gelombang bunyi dalam bentuk sinyal atau gelombang yang nantinya dapat membantu untuk menganalisis dengan valid dan cepat.



Gambar 3. Alat eksperimen.



Gambar 4. Tampilan hasil rekaman audacity.

Setelah dilakukan eksperimen dengan membunyikan garpu tala dan memvariasikan jarak antar *microphone*, maka hasil keluaran akan muncul dalam *audacity*. Dalam tampilan

Karena  $v = a$ , maka ralat cepat rambat bunyi  $S_v = S_a$ . Ketidakpastian relatif menentukan ketelitian pengukuran. Ketidakpastian relatif didapat dari persamaan berikut (Djonoputro,1984).

$$v_{\text{relatif}} = \left| \frac{v_{\text{eksperimen}} - v_{\text{teori}}}{v_{\text{teori}}} \right| \times 100\% \quad (9)$$

*audacity* akan terlihat sinyal atau gelombang bunyi, seperti pada Gambar 4.

Setelah terekam dalam *audacity* kemudian menganalisis dan mengolah data untuk nilai  $t$ , seperti yang terlihat dalam gambar 5. Nilai  $t$  ini yang digunakan dalam perhitungan dan analisis. Nilai  $t$  diperoleh dari hasil output yang terdapat pada *audacity* yaitu hasil bagi antara *sampel* dengan *rate* proyek karena *sampel* merupakan hasil pembacaan dari selisih gelombang bunyi yang masuk dalam *microphone 1* dan *microphone 2* sedangkan *rate* proyek merupakan batas frekuensi yang digunakan.

Selanjutnya diperoleh data nilai  $t$  dan  $s$  seperti pada tabel 2. Nilai  $s$  diperoleh dari hasil pembacaan jarak dari *microphone 1* dan *microphone 2*. Seperti yang terlihat pada tabel 2 nilai  $t$  dan  $s$  berbanding lurus, semakin besar nilai  $t$  maka semakin besar pula nilai  $s$ . Pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali, agar hasil yang diinginkan mendekati sempurna, karena dalam melakukan eksperimen semakin banyak melakukan pengambilan data, maka akan semakin mendekati valid dan mencegah *error* secara berlebihan.

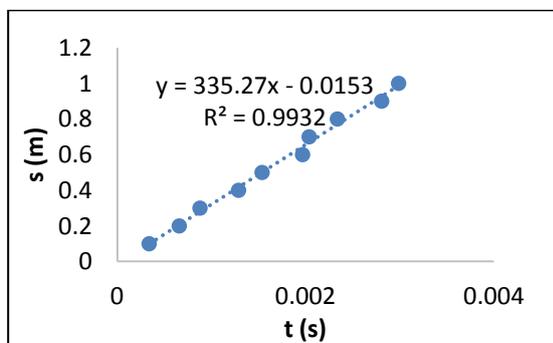
Tabel 2. Data hasil eksperimen

No.	s (m)	t (s)
1	0.1	0.00034
2	0.2	0.00066
3	0.3	0.00088
4	0.4	0.00129

5	0.5	0.00154
6	0.6	0.00197
7	0.7	0.00204
8	0.8	0.00234
9	0.9	0.00281
10	1	0.00299

Data yang telah diperoleh dapat digunakan untuk menghitung nilai cepat rambat bunyi dengan menggunakan persamaan 5. Dengan dianalisis secara regresi linear, data dianalisis ke dalam *Microsoft Excel* sehingga dapat diplot grafik hubungan waktu ( $t$ ) dengan jarak microphone ( $s$ ). Grafik hubungan waktu ( $t$ ) dengan jarak microphone ( $s$ ) menunjukkan linear yang cukup bagus karena nilai  $R^2$  yang mendekati 1. Ini membuktikan bahwa data hasil eksperimen cukup bagus dan saling mempengaruhi.

Dalam grafik yang tersaji pada gambar 6 diperoleh hubungan bahwa semakin panjang jarak antara kedua *microphone* maka waktu yang dihasilkan juga semakin besar. Ini menunjukkan bahwa alat eksperimen yang dirancang mampu membuktikan konsep sesuai dengan persamaan (2). Terlihat bahwa nilai *gradien*  $a = 335,27$ , maka diperoleh nilai cepat rambat bunyi pada medium udara  $v = 335,27$  m/s. Kemudian setelah didapatkan nilai cepat rambat bunyi, langkah selanjutnya adalah menganalisis ralat atau ketidakpastian. Ketidakpastian ini dihitung untuk mendapatkan nilai kesalahan yang mendekati kebenaran.



**Gambar 6.** Grafik hubungan waktu ( $t$ ) terhadap jarak ( $s$ )

Sesuai dengan persamaan  $S_a = S_v$ , kemudian dianalisis dan dihitung dengan ralat gradien diperoleh ralat dari nilai cepat rambat bunyi dalam medium udara sebesar 5,80 m/s. Ketidakpastian relatif diperoleh berdasarkan persamaan (9) sebesar 1,3%. Ini berarti nilai cepat rambat bunyi dalam medium udara memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi sebesar 98,7 %. Secara teori nilai  $v$  pada medium udara pada suhu 20°C adalah 340 m/s, perbedaan nilai cepat rambat bunyi pada eksperimen dengan teori disebabkan oleh perbedaan suhu di dalam ruangan dan keadaan ruang yang bising yang mengakibatkan *microphone* kurang valid dalam menangkap suara garpu tala. Jika *microphone* kurang valid dalam menangkap.

Alat eksperimen ini divalidasi oleh validator atau yang ahli dalam bidang fisika. Alat percobaan dapat digunakan untuk praktikum dengan revisi sesuai saran validator. Sarannya adalah rangkaian alat disusun dalam satu tempat sehingga terlihat rapi, dan mudah dibawa kemana-mana. Dilengkapi tata cara atau petunjuk penggunaan alat sehingga mahasiswa mampu melaksanakan percobaan dengan mandiri. Dalam melaksanakan percobaan harus diperhatikan kondisi atau keadaan ruangan seperti suhu dan tingkat kebisingan. Agar hasil yang diinginkan mendekati nilai teori, alangkah baiknya percobaan dilakukan di dalam suatu ruangan yang kedap suara. Alat percobaan ini masih dalam tahap pengembangan dan evaluasi dari kinerja alat untuk dihasilkan nilai cepat rambat bunyi yang mendekati teori. Alat belum diuji cobakan ke mahasiswa, dan belum dalam tahap penyebaran.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian "Pengembangan Alat Eksperimen Cepat Rambat Bunyi dalam Medium Udara dengan Menggunakan Metode *Time Of Flight* (ToF) dan Berbantuan *Software Audacity*" dapat disimpulkan bahwa alat layak digunakan dalam praktikum dan memiliki kemampuan untuk membaca dan menangkap gelombang bunyi dengan baik. Nilai cepat rambat bunyi di udara yang diperoleh sebesar m/s dengan presentase ralat relatif sebesar 1,3 %. Percobaan penentuan nilai cepat rambat bunyi yang diperoleh menggunakan metode *Time of Flight*

(TOF) dengan analisis regresi linier kurang mendekati nilai secara teori ( $v_{teori} = 340$  m/s), ini dikarenakan oleh perbedaan suhu dan keadaan ruang yang bising yang menimbulkan adanya tumbukan frekuensi sehingga pembacaan suara garpu tala terganggu.

Saran untuk peneliti selanjutnya sebaiknya pada saat melakukan percobaan harus memperhatikan kondisi ruangan dan dilakukan di ruangan yang kedap suara agar tidak mengganggu frekuensi pada bunyi garpu tala yang terekam dalam audacity.

## DAFTAR PUSTAKA

- Djonoputro, B. D. 1984. Teori Ketidakpastian Menggunakan Satuan SI. Bandung: ITB.
- Giancoli, D. C. (2001). Fisika (5 ed., Vol. 1). (H. H. Wibi, Penyunt., & Y. Hanum, Penerj.) Jakarta: Erlangga.
- Ishafit, J. (1998). Analisis Pengukuran Fisika. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.
- Muhafid, Ervian Arif & M Reza Primadi. 2014. Pengembangan Alat Eksperimen Bunyi Dengan Sistem Akuisisi Data Berbasis Smartphone Android. Jurnal Fisika Vol. 4 No. 2, Nopember 2014.
- Novikarany, Reifda. 2010. Sistem Pengukuran Kecepatan Gelombang Bunyi Di Udara Berbasis Mikrokontroler. Skripsi Program Studi Fisika Instrumentasi Universitas Indonesia.
- Nurdila, Femilia, Tunut Rohmaniah, Irnin Agustina D.A, Ishafit. 2012. Penentuan Percepatan Gravitasi Bumi dengan Eksperimen Terkomputerisasi pada Benda Jatuh Bebas. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika dan Fisika Universitas Ahmad Dahlan.
- Putra, Sitiava Rizema. 2013. Desain Belajar Mengajar Kreatif Berbasis Sains. Yogyakarta: DIVA Press.
- Sa'adi, H. (2011). <http://repo.eepis-its.edu/540/1/1260.pdf>. Diakses pada tanggal 2 November 2015, dari <http://repo.eepis-its.edu/>.
- Sugiyono. 2013. Metode Penelitian Pendidikan. Bandung: Alfabeta.
- Tim Praktikum Fisika Dasar. 2005. Petunjuk Praktikum Fisika Dasar. Yogyakarta: Laboratorium Fisika UAD.
- Tipler, P. A. (1991). Fisika Untuk Sains dan Teknik. Jakarta: Erlangga.
- Young, H. D. dan Freedman, R. 2003. Fisika Universitas Edisi Kesepuluh jilid 1. Jakarta: Erlangga.