

PENGEMBANGAN PIPA ORGANA MENGGUNAKAN APLIKASI *PHYSICS TOOLBOX SUITE* UNTUK MENENTUKAN CEPAT RAMBAT BUNYI DI UDARA SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATERI GELOMBANG BUNYI

Lucky Dessitasari, Imam Suchahyo

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

Email : luckydessita@gmail.com

Abstrak

Kegiatan eksperimen dapat membantu siswa dalam memahami konsep-konsep yang terkait dengan pembelajaran. Berdasarkan fakta yang terdapat di SMA Muhammadiyah 4 Surabaya, khususnya pada pembelajaran fisika bab gelombang bunyi, kegiatan eksperimen belum pernah dilakukan. Tujuan utama dari pengembangan ini yaitu terciptanya KIT percobaan pipa organa yang layak ditinjau dari akurasi dan presisi cepat rambat bunyi yang diperoleh. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode pengembangan ADDIE. Pada tahap analisis, melakukan analisis permasalahan siswa pada materi gelombang bunyi melalui kegiatan *pra*-penelitian, kemudian tahap desain yaitu membuat rancangan pipa organa yang akan dikembangkan, selanjutnya tahap pengembangan yaitu membuat alat yang telah didesain, tahap selanjutnya yaitu implementasi, dengan melakukan uji coba eksperimen dari alat yang dikembangkan, kemudian tahap evaluasi yaitu melakukan pengecekan kelayakan dari alat yang dikembangkan. Teknik analisis data yang digunakan dalam pengembangan ini yaitu teknik analisis statistik deskriptif. Alat yang dikembangkan memiliki tingkat kevalidan rata-rata 87,5% dengan kategori sangat layak. Pada pipa organa terbuka diperoleh nilai cepat rambat bunyi di udara sebesar $(322,6 \pm 5,376)$ m/s dengan presisi sebesar 98,4% dan akurasi sebesar 94,89%. Sedangkan pada pipa organa tertutup, nilai cepat rambat bunyi di udara yang diperoleh sebesar $(335,4 \pm 8,133)$ m/s dengan presisi 97,6% dan akurasi sebesar 98,65%. Dari hasil tersebut, alat eksperimen yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran.

Kata kunci: cepat rambat, pipa organa, akurasi, presisi

Abstract

Experiment activities could help the student in understanding lesson related concepts. Based on fact that there is no experiment activity especially for physics in sound wave matter in SMA Muhammadiyah 4 Surabaya, the main aim of this research is to develop proper organ pipe experiment kit reviewed by its accuracy and precision of propagation speed of sound. ADDIE development Method used in this research. In the Analysis step, students problems in sound wave matter analyzed in pre-research activity, then in the development step designed instrument produced. In the next step, implementation, the developed instrument tested. Then, in the Evaluation step, the developed instrument appropriateness examined. The analysis technique in the research is a descriptive statistical analysis technique. The developed instrument has 87,5% average validity value, categorized very proper. Open organ pipe obtains propagation speed of sound in air $(322,6)$ m/s with 94,89% precision and 94,89% accuracy. While closed organ pipe obtains $(335,4)$ m/s propagation speed of sound in air with 97,6% precision and 98,65% accuracy. Based on the result, the developed experiment kit proper to be used as learning media.

Keywords: speed propagation, organ pipe, accuracy, precision.

PENDAHULUAN

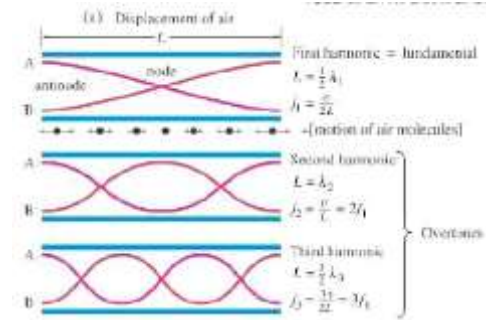
Seiring dengan kemajuan teknologi dalam dunia pendidikan, maka proses pembelajaran memerlukan media pembelajaran untuk mengikuti perkembangan teknologi tersebut. Penggunaan media begitu diperlukan dalam proses pembelajaran untuk mengatasi berbagai permasalahan seperti *time limitedness*. Dengan menggunakan media dalam proses pembelajaran dapat mengembangkan pola pikir siswa menjadi lebih riil atau

nyata (Kalatting, dkk, 2015). Media yang digunakan dalam pembelajaran bermacam-macam, misalnya media *online* seperti web, video presentasi, media praktikum, dan *e-book*. Salah satu bentuk media pembelajaran yaitu alat praktik. Alat praktik digunakan untuk melakukan eksperimen dalam menemukan konsep yang diajarkan (Prabowo, 2018). Alat praktik memiliki peranan penting dalam pembelajaran. Dalam pembelajaran fisika, alat praktik perlu digunakan dalam menyampaikan materi.

Fisika mempelajari fenomena-fenomena beserta arti fisisnya dari suatu kejadian yang terjadi di alam sekitar dalam kehidupan sehari-hari (Prabowo, 2018). Untuk memperoleh pemahaman dari alam sekitar maka perlu adanya kegiatan pengamatan dan eksperimen. Melalui pengamatan akan diperoleh data hasil pengamatan yang diharapkan dapat memberikan pemahaman dari peristiwa yang diamati. Namun, jika data hasil pengamatan belum memenuhi, maka perlu dilakukan sebuah eksperimen. Selain itu, menurut Fadhillah dan Kasli (2017) menyatakan bahwa Fisika mempelajari sifat dan gejala dari benda-benda yang ada di alam semesta dimana gejala-gejala tersebut pada mulanya dapat ditangkap oleh indera manusia, misalnya indera pendengaran yang dapat menangkap bunyi sehingga ditemukannya pelajaran mengenai bunyi.

Bunyi termasuk gelombang mekanik, karena dalam perambatannya bunyi memerlukan medium perantara. Ada tiga syarat agar terjadi bunyi yaitu ada sumber bunyi, medium, dan pendengar. Dalam Giancoli (2014), sumber bunyi adalah benda yang bergetar. Hampir semua benda bergetar dan dengan demikian merupakan sumber bunyi. Pada alat musik, sumber digetarkan dengan dipukul, dipetik, digesek, atau ditiup. Alat yang banyak digunakan yaitu dengan menggunakan senar bergetar, misalnya gitar, biola, dan piano atau menggunakan kolom udara, seperti flute, terompet, dan pipa organa.

Alat musik seperti alat musik tiup, dan pipa organa menghasilkan bunyi dari getaran gelombang berdiri di kolom udara dalam tabung atau pipa. Pada pipa organa terbuka, mode getaran yang mungkin untuk tabung yang terbuka di kedua ujungnya, ditunjukkan secara grafis pada gambar 1. dari sudut pandang simpangan di ujung yang terbuka akan nada simpul terbuka karena udara dapat bergerak dengan bebas. Pada gambar 1. mempresentasikan amplitudo simpangan udara yang bergetar di dalam tabung, molekul udara berosilasi secara horizontal, sejajar dengan panjang tabung sebagaimana ditunjukkan oleh anak panah kecil di diagram paling atas. Tabung terbuka memiliki simpul terbuka simpangan di kedua ujungnya dan terdapat paling tidak satu simpul tertutup agar ada gelombang berdiri. Satu simpul tertutup berhubungan dengan frekuensi dasar tabung. Karena jarak dua simpul tertutup berurutan adalah $\frac{1}{2}\lambda$ atau $L = \frac{1}{2}\lambda$ maka, persamaan frekuensi dasarnya adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Pola Gelombang pada Pipa Organa Terbuka (Giancoli, 2014)

$$f_0 = v/\lambda = v/2L \quad (1)$$

$$f_n = (n + 1) v/2L \quad (2)$$

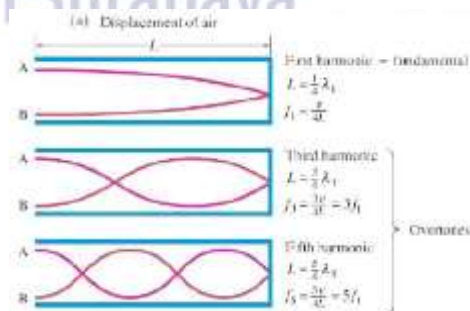
Dimana, v adalah kecepatan bunyi di udara. Gelombang berdiri dengan dua simpul tertutup adalah nada tambahan pertama atau harmoni kedua dan jaraknya setengah panjang gelombang ($L = \lambda$) dan dua kali lipat frekuensi.

Sebuah pipa organa tertutup jika ditiup juga akan menghasilkan frekuensi nada dengan pola-pola gelombang yang dapat dilihat pada gambar 2. Pada tabung tertutup selalu ada simpangan simpul tertutup di ujung tertutup karena udara tidak bebas bergerak dan simpul terbuka di ujung terbuka. Karena jarak antara simpul tertutup dan simpul terbuka terdekat adalah $\frac{1}{4}\lambda$, frekuensi dasar pada tabung tertutup hanya berhubungan dengan seperempat panjang gelombang di dalam tabung. Sehingga nilai panjang pipa organa dapat dituliskan menjadi $L = \lambda/4$, dan $\lambda = 4L$. Frekuensi dasarnya dapat dituliskan sebagai berikut.

$$f_0 = v/4L \quad (3)$$

Sehingga frekuensi nadanya yaitu,

$$f_n = (2n + 1) \frac{v}{4L} \quad (4)$$



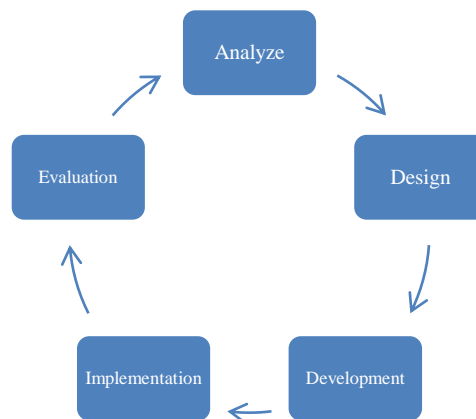
Gambar 2. Pola Gelombang Pipa Organa Tertutup (Giancoli, 2014)

Rasyad dalam Syauqi (2018) menyatakan beberapa materi fisika berpotensi menimbulkan kesulitan dalam memahami konsepnya, salah satunya yaitu Getaran dan gelombang. Dalam materi gelombang bunyi diperlukan media penunjang yang digunakan dalam pembelajaran. Media tersebut digunakan untuk memvisualisasikan konsep-konsep terkait. Berdasarkan hasil angket yang telah dilakukan kepada 27 siswa kelas XII di SMA Muhammadiyah 4 Surabaya, menyatakan bahwa fisika merupakan mata pelajaran yang menarik untuk dipelajari. Hal ini dinyatakan oleh 66,7% siswa. Bagi 60,49% siswa, pembelajaran fisika akan menarik jika guru mengajarkannya melalui kegiatan eksperimen karena selama pembelajaran fisika yang telah mereka terima, sebagian besar metode yang digunakan guru dalam menyampaikan materi adalah metode ceramah dan menggunakan papan tulis sebagai mediana. Adapun hasil respon siswa yang lain yaitu mengenai materi gelombang bunyi. Sebanyak 37,04% siswa menyatakan materi gelombang bunyi merupakan materi yang agak sulit untuk dipahami. Pada pembelajaran gelombang bunyi yang telah mereka terima di kelas XI. Semua siswa juga menyatakan bahwa mereka belum pernah melakukan kegiatan praktikum pada materi gelombang bunyi. Dari fakta tersebut, diperlukan sebuah inovasi untuk mengembangkan alat praktikum khususnya pada materi gelombang bunyi.

Media yang dikembangkan berbantuan aplikasi *Physics Toolbox Suite* yang digunakan sebagai pengganti AFG. Dengan menggunakan aplikasi tersebut, mampu mengurangi biaya pengembangan. Selain itu, pipa organanya dibuat dari mika plastik sehingga aman digunakan tanpa khawatir pecah saat terjatuh. Media yang dikembangkan berupa KIT pipa organa terbuka dan tertutup. Berdasarkan paparan-paparan tersebut maka rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian yaitu (1) Bagaimana kelayakan pipa organa yang dikembangkan ditinjau dari akurasi dan presisi nilai cepat rambat bunyi yang diperoleh?

METODE

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Dalam Sugiyono (2013), jenis penelitian ini menghasilkan suatu produk serta keefektifan produk. Penelitian ini dikembangkan dengan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Model ADDIE dikembangkan oleh Dick & Carry pada tahun 1996 untuk merancang sistem pembelajaran dalam Mulyatiningsih. Berikut tahapan dalam pengembangan ADDIE:



Gambar 3. Model Pengembangan ADDIE (Muhafid dan Primadi, 2014)

Dalam Haisy (2015), tahap analisis merupakan pendahuluan dari sebuah penelitian yang dilakukan untuk menguatkan latar belakang. Pada tahap ini dilakukan *pra*-penelitian di SMA Muhammadiyah 4 Surabaya. Selanjutnya, tahap desain yaitu merancang media KIT pipa organa yang dikembangkan. Pada tahap pengembangan (*development*) dilakukan pengembangan media yang telah direncanakan hasilnya berupa alat praktikum pipa organa terbuka dan tertutup yang kemudian divalidasi untuk mengetahui validitas dari alat yang dikembangkan. Setelah itu, tahap implementasi yaitu pengambilan dan pengolahan data yang diperoleh dari percobaan. Tahap terakhir yaitu evaluasi, pada tahap ini dilakukan pengecekan ulang mengenai kelayakan media ditinjau dari akurasi dan presisi dari data yang diperoleh.

Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini yaitu prinsip kerja dari alat eksperimen yang dikembangkan menggunakan aplikasi *physics toolbox suite* sebagai pengganti AFG untuk mengatur variasi nilai frekuensi. Teknik analisis yang digunakan yaitu analisis statistik deskriptif. Dalam Nurlaila, dkk (2016), data-data yang diperoleh kemudian digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik penelitian. Untuk keperluan tersebut digunakan skor rata-rata, standar deviasi, akurasi dan presisi. Menghitung rata-rata panjang saat resonansi pertama dari tiga kali pengulangan tiap satu variasi frekuensi dengan menggunakan rumus sebagai berikut. (Djonoputro, 1984)

$$\bar{L} = \frac{\sum L}{N} \quad (5)$$

$$S_L = \sqrt{\frac{\sum(L-\bar{L})^2}{N(N-1)}} \quad (6)$$

Menghitung rata-rata cepat rambat bunyi yang diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\bar{v} = \frac{\sum v}{N} \quad (7)$$

$$S_v = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{N(N-1)}} \quad (8)$$

Presisi cepat rambat bunyi yang dihasilkan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut. (Djonoputro, 1984)

$$\text{Presisi} = 100\% - \left(\frac{S_v}{\bar{v}} \times 100\% \right) \quad (9)$$

Sedangkan untuk menghitung akurasi dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Akurasi} = 100\% - \left(\left| \frac{v_{\text{percobaan}} - v_{\text{teori}}}{v_{\text{teori}}} \right| \times 100\% \right) \quad (10)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengembangan yaitu rangkaian pipa organa terbuka dan tertutup. Dalam rangkaian tersebut menggunakan adaptor sebagai sumber tegangan dan amplifier sebagai penguat speaker. Handphone android dihubungkan ke amplifier menggunakan kabel jack. Pada aplikasi physics toolbox suite terdapat menu Tone Generator untuk mengatur nilai frekuensi.



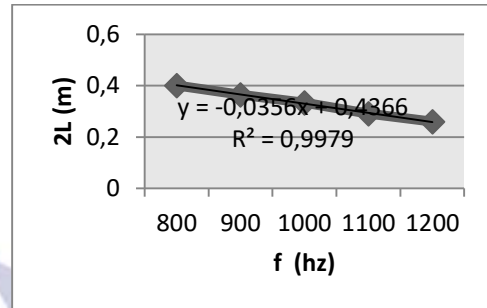
Gambar 4. Alat eksperimen yang dikembangkan

Hasil pengukuran panjang tabung pada pipa organa terbuka saat terjadi resonansi pertama ditunjukkan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 1. Panjang saat resonansi pertama pada pipa organa terbuka

No.	f (hz)	(L±S _L)m
1.	800	0,2003 ±0,0003
2.	900	0,1823±0,0009
3.	1000	0,1667±0,0009
4.	1100	0,1453±0,0003
5.	1200	0,1297±0,0009

Tabel tersebut menunjukkan bahwa semakin besar frekuensi maka semakin kecil panjang saat terjadi resonansi pertama. Hal ini berarti alat eksperimen yang dibuat mampu menunjukkan konsep yang terkait. Dari tabel tersebut dapat dibuat grafik hubungan antara frekuensi dengan panjang gelombang.



Gambar 5. Grafik hubungan frekuensi dengan panjang gelombang

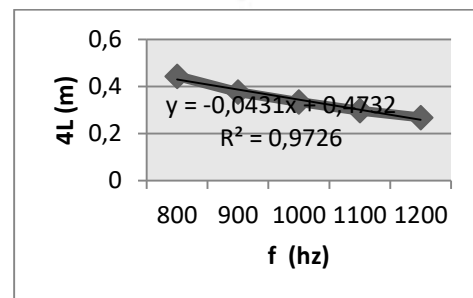
Grafik tersebut dapat diketahui bahwa hubungan antara frekuensi dan panjang gelombang yaitu berbanding terbalik. Hal ini sesuai dengan konsep yang terkait mengenai pipa organa terbuka.

Pada pipa organa tertutup, panjang piston saat terjadi resonansi pertama yang diperoleh ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2. Panjang saat terjadi resonansi pertama pada pipa organa tertutup

No.	f (hz)	(L±S _L) m
1.	800	0,1110±0,0021
2.	900	0,0940±0,0006
3.	1000	0,0836±0,0021
4.	1100	0,0743±0,0003
5.	1200	0,0670±0,0011

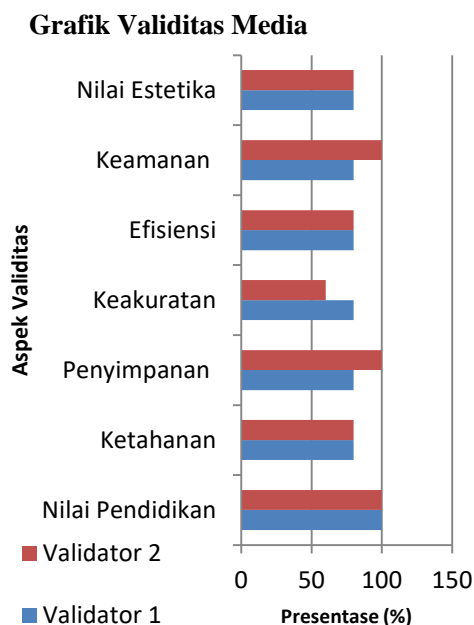
Tabel tersebut menunjukkan bahwa semakin besar frekuensi maka semakin kecil panjang saat terjadi resonansi pertama. Dari tabel 2. dapat dibuat grafik hubungan antara frekuensi dengan panjang gelombang.



Gambar 6. Grafik hubungan antara frekuensi dengan panjang gelombang

Grafik tersebut menunjukkan hubungan frekuensi dengan panjang gelombang yaitu berbanding terbalik. Hal ini membuktikan bahwa alat yang dikembangkan mampu menunjukkan konsep mengenai pipa organa tertutup yang sesuai dengan teori. Dari data-data yang diperoleh, digunakan untuk menentukan nilai cepat rambat bunyi di udara. Dalam Giancoli (2014), nilai cepat rambat bunyi di udara berbeda-beda sesuai dengan tempertaur dan tekanan pada setiap material yang menjadi medium permabatannya.

Penelitian dengan menggunakan aplikasi *Physics Toolbox Suite* sebelumnya telah dilakukan oleh Prabowo (2018) pada penelitiannya mengenai Hukum Melde, media pembelajaran yang telah dikembangkan sangat valid dengan presentase kevalidan sebesar 85,79%. Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Syauci (2018) mengenai KIT Tabung Resonansi Bunyi, media yang dikembangkan memiliki tingkat kevalidan rata-rata 92,31%. Namun penelitian yang dilakukan hanya resonansi pada tabung tertutup. KIT resonansi pada umumnya hanya untuk percobaan pipa organa tertutup. Selain itu, alat yang telah ada kurang fleksibel jika digunakan untuk pembelajaran di kelas karena alatnya yang berat dan sulit untuk dipindahkan.



Gambar 7. Hasil Validasi Media

Tahap validasi dilakukan oleh dua dosen ahli materi dan media. Hasil validasi ditunjukkan pada gambar 7. Aspek validasi diadaptasi dari “Pembuatan Alat Peraga Fisika untuk SMA”, Direktorat Pembinaan

Sekolah Menengah Atas, Direktorat Jendral Pendidikan Menengah, Kemendikbud, 2011. Pada penelitian ini, media yang dikembangkan memiliki tingkat kevalidan rata-rata 87,5%. Alat yang dikembangkan fleksibel untuk digunakan media pembelajaran di kelas. Selain itu, tabung yang terbuat dari mika plastik lebih aman digunakan dibandingkan dengan menggunakan tabung kaca. KIT yang dikembangkan dapat digunakan untuk percobaan pipa organa tertutup maupun pipa organa terbuka.

SIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan diperoleh nilai cepat rambat bunyi di udara pada pipa organa terbuka yaitu $(322,6 \pm 5,376)$ m/s dengan presisi sebesar 98,4% dan akurasi sebesar 94,89%. Sedangkan pada pipa organa tertutup, nilai cepat rambat bunyi yang diperoleh sebesar $(335,4 \pm 8,133)$ m/s dengan presisi 97,6% dan akurasi sebesar 98,65%. Hasil validasi media yaitu sebesar 87,5% dengan kategori sangat layak. Dengan demikian alat eksperimen yang dikembangkan layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, Azhar. 2011. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada
- Direktorat Pembinaan SMA. 2011. *Pembuatan Alat Peraga Fisika Untuk SMA*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Djonoputro, B. D 1984. *Teori Ketidakpastian Menggunakan Satuan SI*. Bandung: ITB
- Fadhilla, Rahayu Ade, dkk. 2017. *Interferensi Gelombang Bunyi Pada Pipa Organa Tertutup*. Prosiding Seminar Nasional ISBN 978-602-50939-0-6
- Giancoli, Douglas C. 2014. *Fisika: Prinsip dan Aplikasi Edisi ke 7 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Haisy, Caesar Muhammad, dkk. 2015. *Pengembangan Alat Peraga Resonansi Dan Efek Doppler Berbasis Soundcard Pc/Laptop Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Fisika Siswa Sma*. Prosiding Vol.4 e-ISSN: 2476-9398
- Kalattng, dkk. 2015. *Pengembangan Media Pembelajaran Fisika berbasis Web menggunakan Pendekatan Guided Discovery Learning*. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Fisika 1(1):1-8
- Muhafid, Ervian Arif, dkk. 2014. *Pengembangan Alat Eksperimen Bunyi dengan Sistem Akuisisi Data*

Berbasis Smartphone Android. Jurnal Fisika Vol. 4 No.2, Nopember 2014.

Prabowo, Fatakh dan Sucahyo, Imam. 2018. *Pengembangan Media Hukum Melde Berbabsis Aplikasi Physics Toolbox Sensor Suite pada Materi Gelombang Stasioner. Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika 7(2):165-170 SSN: 2302-4496*

Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan.* Bandung: Alfabeta

Syauqi, dkk. 2018. *Pengembangan KIT Tabung Resonansi berbantuan Aplikasi Physics Toolbox Sensor Suite sebagai Media Pembelajaran Gelombang Bunyi. Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika 7(2):325-330 ISSN:2302-4496*

