

Pengembangan Alat Peraga Materi Efek Doppler

Suprianton*, Sahrul Saehana, dan Unggul Wahyono

Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Tadulako, Palu 94148, Indonesia

Abstract- *The aim of this research was to develop a visual aid for the Doppler effect concept. The type of research was Research and Development (R&D) with a research design adapted from Instructional Media Design, namely the ADDIE model (Analyze, Design, Develop, Implement, and Evaluate). To find out the feasibility of the props, a product's feasibility test was carried out. The feasibility test was divided into two, the media feasibility test and the limited test. Based on the results of the media feasibility test conducted, it was obtained an average score of 3.67 with the very good category. The results of the limited test assessment conducted by ten students of Batch 2017 of Physics Education Study Program Tadulako University. The average score was 3.34 with strongly agree category. The results showed that the Doppler effect visual aid that has been developed can be used as a tool in the learning process.*

Keywords: *props, Doppler effecte*

I. PENDAHULUAN

Proses kegiatan belajar mengajar fisika kerap kali dihadapkan pada sebuah materi yang abstrak. Pelajaran fisika masih terkesan sulit untuk dipahami karena memiliki konsep yang abstrak dan tidak mudah dihubungkan dengan kejadian sehari-hari.

Dalam pemahaman konsep-konsep dasar fisika, disamping memerlukan suatu kemampuan berfikir yang sistematis, juga memerlukan suatu alat bantu untuk mengarahkan pada penguasaan konsep itu sendiri yaitu media pembelajaran. Salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan dalam mata pelajaran fisika adalah alat peraga.

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia istilah alat peraga adalah alat untuk mendidik atau mengajar, sehingga apa yang diajarkan mudah dimengerti pelajar (Depdiknas, 2007). Istilah alat peraga ini identik dengan apa yang disebut dengan media. Kebanyakan para ahli pendidikan membedakan antara alat peraga dan media namun kedua istilah tersebut juga digunakan saling bergantian (Asnawari dan Usman. B, 2002).

Menurut Wiryawan dan Noorhadi (2001) perbedaan antara alat peraga dan media hanyalah pada fungsi bukan pada substansi atau bendanya sendiri. Sesuatu disebut

sebagai alat peraga jika fungsinya hanya sebagai alat bantu belaka dan disebut media apabila merupakan bagian yang integral dari seluruh kegiatan belajar mengajar.

Salah satu fenomena fisika yang sering dianggap abstrak adalah fenomena gelombang bunyi. Fenomena gelombang bunyi tidak dapat dilihat langsung oleh mata melainkan hanya dapat didengar. Dalam konsep gelombang bunyi contoh fenomena yang paling sering ditemukan adalah peristiwa efek Doppler.

Berdasarkan observasi awal yang dilakukan di lingkungan Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Tadulakao diperoleh data bahwa untuk pemahaman matematis tidak ada kendala yang dihadapi oleh mahasiswa. Namun untuk pemahaman konsep bagaimana fenomena efek doppler bisa terjadi masih sangat sulit dipahami. Sehingga untuk memudahkan pemahaman konsep tersebut diperlukan alat peraga yang dapat membantu pebelajar untuk memahaminya. Alat peraga yang dimaksud adalah alat peraga efek Doppler.

Alat peraga efek doppler yang dikembangkan oleh Haisy dkk (2015) masih memiliki keterbatasan dalam sistem pengoperasian alat peraga. Sistem pengoperasian alat tersebut hanya sebatas untuk sumber bunyi bergerak mendekati dan menjauhi pengamat diam. Sedangkan untuk pengamat bergerak mendekati dan menjauhi sumber bunyi diam serta sumber bunyi dan pengamat bergerak saling mendekati maupun menjauhi masih perlu adanya pengembangan lebih lanjut. Berdasarkan pemaparan yang telah disampaikan di atas, adapun tujuan penelitian yang dicapai yaitu mengembangkan alat peraga materi efek Doppler.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk jenis penelitian dan pengembangan atau dikenal *Research and Development* (R&D) yaitu model penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk (Sugiyono, 2011). Penelitian pengembangan alat peraga materi efek Doppler diadaptasi dari *Intructional Media Design* yaitu model ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate*) (Branch. M.R, 2009). Adapun langkah-langkah penelitian meliputi:

1. *Analyze*

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mendapatkan informasi dan menganalisis permasalahan dan kebutuhan pengajar untuk menyampaikan konsep efek Doppler secara menyeluruh.

2. *Design*

Perencanaan pengembangan dimulai dengan menentukan alat dan bahan yang digunakan, ukuran dan bentuk, biaya, lama waktu pengerjaan, serta kepraktisan dan keefektifan alat peraga alat peraga untuk digunakan dalam proses kegiatan belajar mengajar.

3. *Develop*

Alat peraga yang telah selesai dibuat kemudian dilakukan validasi yaitu uji kelayakan produk oleh ahli media. Uji kelayakan produk bertujuan untuk mengetahui validitas atau kelayakan alat peraga yang dihasilkan serta sejauh mana alat peraga bisa dan layak digunakan.

4. *Implement*

Setelah tahap validasi selesai selanjutnya dilakukan uji terbatas. Untuk uji terbatas terdiri dari 10 orang mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Tadulako angkatan 2017. Setelah mahasiswa mengikuti uji terbatas, mahasiswa diminta untuk mengisi lembar kuisioner berupa tanggapan terhadap alat peraga.

5. *Evaluate*

Melakukan pengolahan data terkait kualitas alat peraga efek Doppler setelah uji kelayakan produk oleh ahli media dan uji terbatas.

Instrument yang digunakan pada penelitian ini adalah angket yang diberikan kepada ahli media dan mahasiswa sebagai responden. Data yang diperoleh melalui instrument penilaian pada saat uji coba kemudian dianalisis dengan menggunakan statistik deskriptif yang memaparkan hasil pengembangan produk alat peraga materi efek Doppler.

Teknik analisis yang digunakan untuk menganalisis data adalah perhitungan nilai rata-rata. Penentuan teknik analisis nilai rata-rata berdasarkan pendapat Arikunto (2010) dengan persamaan menghitung nilai rata-rata adalah:

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

Keterangan:

- \bar{X} : nilai rata-rata dalam tiap butir pertanyaan
- $\sum x$: jumlah nilai dari seluruh penilaian dalam tiap butir pertanyaan
- n : jumlah butir pertanyaan

Skor rata-rata yang diperoleh kemudian diubah dalam bentuk kualitatif berdasarkan Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Produk

| Skor Nilai | Interprestasi |
|-------------------------------|--------------------|
| $3,25 < \bar{X} \leq 4,00$ | Sangat Baik (SB) |
| $2,50 < \bar{X} \leq 3,25$ | Baik (B) |
| $1,75 < \bar{X} \leq 2,50$ | Kurang (K) |
| $1,00 \leq \bar{X} \leq 1,75$ | Sangat Kurang (SK) |

Analisis data respon mahasiswa serupa dengan analisis kualitas penilaian produk. Rata-rata skor angket respon selanjutnya diubah ke dalam bentuk kualitatif berdasarkan Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Respon Mahasiswa

| Skor Nilai | Interprestasi |
|-------------------------------|--------------------|
| $3,25 < \bar{X} \leq 4,00$ | Sangat Setuju (SS) |
| $2,50 < \bar{X} \leq 3,25$ | Setuju (S) |
| $1,75 < \bar{X} \leq 2,50$ | Kurang Setuju (KS) |
| $1,00 \leq \bar{X} \leq 1,75$ | Tidak Setuju (TS) |

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Penelitian

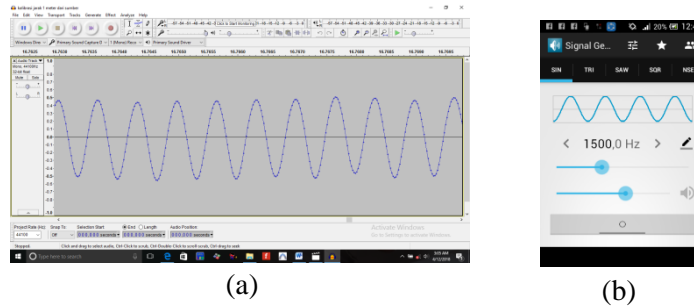
Hasil Perancangan Alat Peraga

Pada penelitian ini telah berhasil dikembangkan alat peraga efek Doppler. Alat peraga yang dikembangkan dapat menjelaskan dan menampilkan gelombang bunyi pada fenomena efek Doppler baik untuk sumber bunyi bergerak relatif terhadap pengamat dan pengamat bergerak relatif terhadap sumber bunyi. Ukuran alat peraga memiliki panjang 200 cm dan tinggi 20 cm seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Alat peraga efek Doppler yang dikembangkan

Aplikasi yang digunakan ada dua yaitu *Audacity* dan *Signal Generator*. *Signal generator* digunakan sebagai frekuensi sumber bunyi dan *Audacity* akan menampilkan gelombang yang terekam pada laptop. Untuk tampilan aplikasi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. (a) Audacity dan (b) Signal Generator

Hasil Pengukuran yang Diperoleh

Kalibrasi frekuensi alat peraga

Kalibrasi dilakukan pada jarak 0 meter dan 1 meter dari pengamat (laptop). Pengukuran frekuensi untuk tiap jaraknya dilakukan sebanyak 10 kali. Nilai tersebut digunakan sebagai frekuensi awal dari sumber bunyi. Hasil dari kalibrasi alat peraga dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kalibrasi Frekuensi Alat Peraga

| Perlakuan | Frekuensi (Hz) |
|-----------------------------|----------------|
| Jarak 0 meter dari pengamat | 1521,367 |
| Jarak 1 meter dari pengamat | 1509,669 |
| Rata-rata | 1515,668 |

Pengukuran frekuensi pengamat

Hasil pengukuran frekuensi yang didengar oleh pengamat baik untuk sumber bunyi mendekati pengamat, sumber bunyi menjauhi pengamat, pengamat mendekati sumber bunyi dan pengamat menjauhi sumber bunyi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengukuran Frekuensi Pengamat

| Perlakuan | Frekuensi Pengamat (Hz) |
|---------------------------------|-------------------------|
| Sumber bunyi mendekati pengamat | 1532,763 |
| Sumber bunyi menjauhi pengamat | 1498,575 |
| Pengamat mendekati sumber bunyi | 1516,483 |
| Pengamat menjauhi sumber bunyi | 1439,560 |

Perbandingan frekuensi pengamat secara teori dan eksperimen

Perbandingan ini dilakukan untuk melihat adakah perbedaan data hasil eksperimen dan hasil perhitungan secara teori. Jika terdapat perbedaan maka dapat diketahui berapa nilai kesalahan relatif (E_r) dari pengukuran (Amalinda. F, 2007). Tabel 4.3 menunjukkan perbandingan frekuensi secara teori, eksperimen dan kesalahan relatif dari pengukuran.

Tabel 5. Perbandingan Frekuensi Pengamat Secara Teori Dan Eksperimen

| Perlakuan | Teori Frekuensi Pengamat (Hz) | Eksperimen Frekuensi Pengamat (Hz) | E_r (%) |
|---------------------------------|--------------------------------------|---|-----------------------------|
| Sumber bunyi mendekati pengamat | 1520,829 | 1532,763 | 0,786 |
| Sumber bunyi menjauhi pengamat | 1510,541 | 1498,575 | 0,792 |
| Pengamat mendekati sumber bunyi | 1518,957 | 1516,483 | 0,163 |
| Pengamat menjauhi sumber bunyi | 1512,378 | 1439,560 | 4,815 |

Hasil Penilaian Alat Peraga Efek Doppler

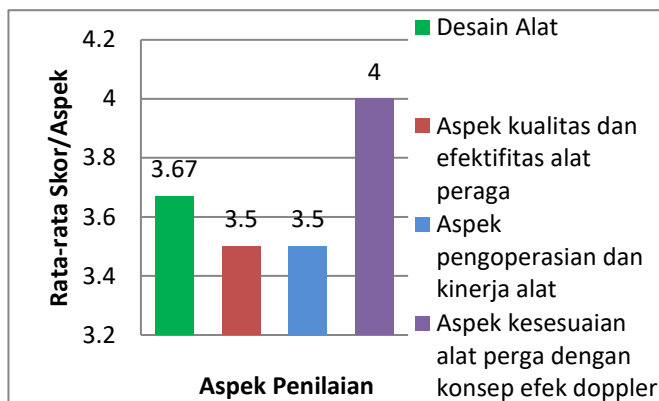
Penilaian kualitas alat oleh ahli media

Aspek yang dinilai oleh ahli media meliputi desain alat, aspek kualitas dan efektifitas alat peraga, aspek pengoperasian dan kinerja alat peraga serta aspek kesesuaian alat peraga dengan konsep efek doppler. Hasil penilaian oleh ahli media disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Penilaian Kualitas Alat Oleh Ahli Media

| Aspek Penilaian | Rata-rata Skor/Aspek | Interprestasi |
|---|-----------------------------|----------------------|
| Desain alat | 3,67 | Sangat Baik |
| Aspek kualitas dan efektifitas alat peraga | 3,50 | Sangat Baik |
| Aspek pengoperasian dan kinerja alat peraga | 3,50 | Sangat Baik |
| Aspek kesesuaian alat peraga dengan konsep efek Doppler | 4,00 | Sangat Baik |
| Rata-rata Skor Keseluruhan | 3,67 | Sangat Baik |

Sedangkan Aspek penilaian alat peraga yang disajikan dalam bentuk diagram dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Penilaian kualitas alat oleh ahli media

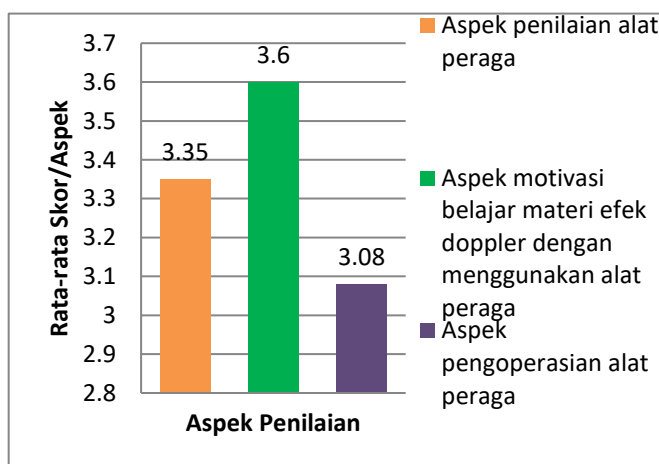
Hasil tanggapan pada uji terbatas

Hasil tanggapan seluruh aspek kriteria alat praktikum oleh mahasiswa pada uji terbatas meliputi tiga aspek yaitu aspek penampilan alat peraga, aspek motivasi belajar materi efek Doppler dengan menggunakan alat peraga, dan pengoperasian alat peraga. Penilaian ini dilakukan oleh 10 orang mahasiswa Pendidikan Fisika angkatan 2017. Hasil penilaian oleh mahasiswa disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Tanggapan Pada Uji Terbatas

| Aspek Penilaian | Rata-rata Skor/Aspek | Interprestasi |
|---|----------------------|---------------|
| Aspek penampilan alat peraga | 3,35 | Sangat Setuju |
| Aspek motivasi belajar materi efek Doppler dengan menggunakan alat peraga | 3,60 | Sangat Setuju |
| Aspek pengoperasian alat peraga | 3,08 | Sangat Setuju |
| Rata-rata Skor Keseluruhan | 3,34 | Sangat Setuju |

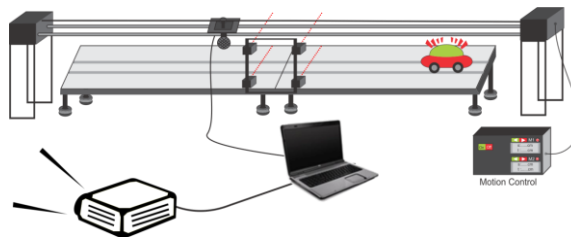
Hasil tanggapan pada uji terbatas disajikan dalam bentuk diagram dapat dilihat pada Gambar 4.



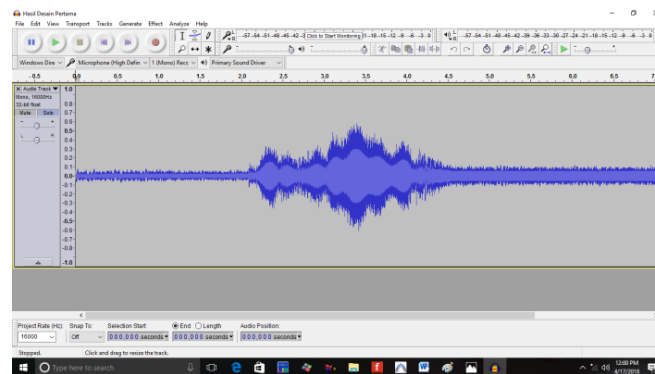
Gambar 4. Hasil tanggapan pada uji terbatas

b. Pembahasan

Desain alat peraga ini telah mengalami tiga kali perubahan kontruksi selama proses pembuatannya. Pada desain pertama seperti yang ditunjukkan Gambar 5. Setelah dilakukan eksperimen ternyata hasil yang diperoleh tidak seperti ekspektasi awal. Ekspektasi awal yang diharapkan adalah bahwa gelombang bunyi yang terbentuk mengalami perubahan intensitas bunyi secara berkala dan terdapat perbedaan frekuensi yang didengar oleh pengamat akibat gerak relatif, baik itu sumber bunyi bergerak relatif terhadap pengamat maupun pengamat bergerak relatif terhadap sumber bunyi. Untuk bentuk gelombang yang direkam pada aplikasi audacity dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5. Desain Pertama

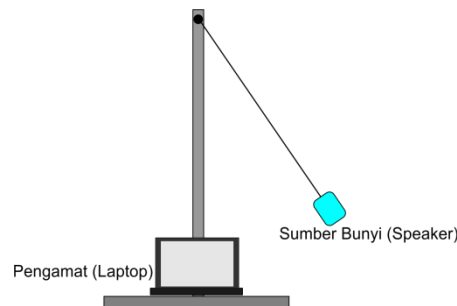


Gambar 6. Bentuk gelombang pada desain pertama

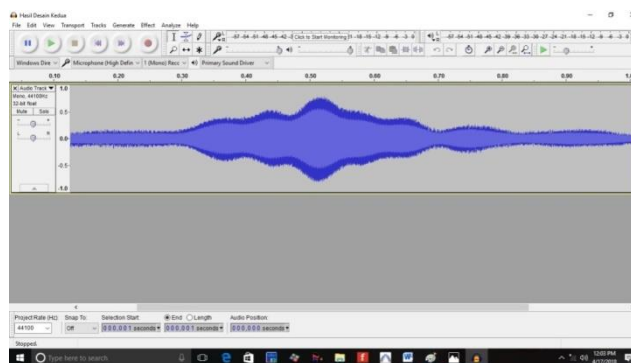
Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa pada bagian kiri gelombang terjadi perubahan intensitas bunyi yang tidak teratur. Hal ini terjadi diakibatkan oleh kecepatan sumber bunyi ketika pertama kali bergerak tidak tetap. Terdapat beberapa faktor yang bisa menyebabkan hal itu terjadi diantaranya kecepatan putaran motor penggerak tidak sama dan terlalu besarnya gaya gesek saat pertama kali akan bergerak. Selain itu, suara gesekan roda dengan lintasan masih terdengar dengan jelas.

Pada desain kedua kontruksi alat peraga efek Doppler dibuat dengan menerapkan sistem pendulum seperti pada Gambar 7. Pada perlakuan ini data yang diambil hanya

untuk setengah gelombang saja. Hasil rekaman gelombang yang terbentuk dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7. Desain kedua

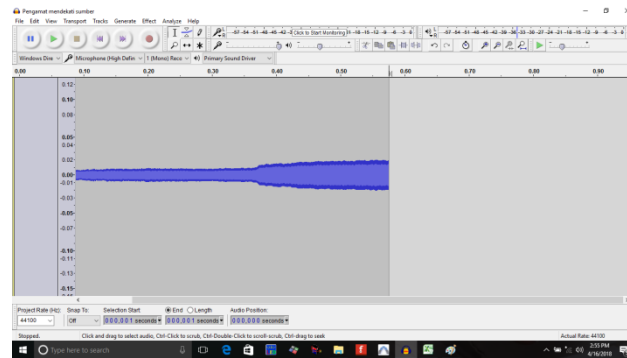


Gambar 8. Bentuk gelombang pada model desai kedua

Berdasarkan Gambar 8 dengan menerapkan sistem pendulum diperoleh bahwa terjadi perubahan intensitas bunyi secara berkala dan terjadi perubahan frekuensi yang dipancarkan sumber bunyi dengan frekuensi yang didengar oleh pengamat akibat gerak relatifnya. Selain itu, tidak ada frekuensi lain yang dihasilkan selain frekuensi yang dipancarkan oleh sumber bunyi. Walaupun demikian sistem pendulum tidak bisa diterapkan sebagai desain untuk menjelaskan fenomena efek Doppler. Hal ini karena kecepatan pada sistem pendulum mengalami perubahan setiap waktunya. Sedangkan syarat untuk kecepatan pada teori efek Doppler adalah tetap.

Dari beberapa percobaan yang telah dilaksanakan kemudian dilakukan revisi kembali terkait desain konstruksi alat peraga efek Doppler yang akan dikembangkan. Pada tahap ini penelitian dilakukan dengan mengkaji literatur kembali dan melakukan diskusidengan beberapa dosen Pendidikan Fisika Universitas Tadulako untuk menerima saran serta tanggapan, terkait alat peraga yang dikembangkan dan beberapa percobaan yang telah dilakukan. Berdasarkan kegiatan tersebut diperoleh solusi untuk desain alat

peraga yang akan diterapkan. Adapun desain kontruksi alat peraga dapat dilihat pada Gambar 1 dan gelombang bunyi yang terekam ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Bentuk gelombang pada model desain ketiga

Gambar 9 di atas merupakan salah satu bentuk gelombang dari fenomena efek doppler untuk pegamat mendekati sumber bunyi. Hasil analisis gelombang diperoleh bahwa terjadi perubahan frekuensi, tidak ada nois, dan intensitas bunyi berubah secara berkala. Pada desain ketiga ini telah berhasil menjelaskan fenomena efek Doppler sesuai dengan teori.

Untuk mengetahui kelayakan alat peraga maka dilakukan uji kelayakan terhadap produk. Uji kelayakan yang dilakukan terbagi menjadi dua yaitu uji kelayakan media dan uji terbatas. Berdasarkan hasil uji kelayakan ahli media yang dilakukan untuk aspek desain alat sebesar 3,67, aspek kualitas dan efektifitas alat peraga 3,50, aspek pengoperasian dan kinerja alat 3,50, sedangkan aspek kesesuaian alat peraga dengan konsep efek Doppler sebesar 4,00. Berdasarkan empat aspek penilaian uji kualitas alat peraga maka didapatkan jumlah rata-rata keseluruhan dari ahli media yaitu sebesar 3,67 dengan kategori “Sangat Baik”. Dari hasil data tersebut ahli media menyatakan bahwa alat peraga materi efek Doppler ini layak diuji cobakan di lapangan dengan revisi sesuai saran.

Pada uji terbatas hasil penilaian uji kelayakan alat peraga untuk aspek penampilan alat peraga sebesar 3,35, aspek motivasi belajar materi efek Doppler dengan alat peraga 3,60, dan aspek pengoperasian alat peraga sebesar 3,08. Setelah melakukan analisis terhadap angket yang diberikan kepada mahasiswa maka didapatkan jumlah rata-rata keseluruhan yaitu sebesar 3,34 dengan kategori respon “Sangat Setuju”. Karena hasil angket menunjukkan kategori “Sangat Setuju” maka disimpulkan bahwa alat peraga

materi efek Doppler yang dibuat layak digunakan dalam membantu kegiatan belajar mengajar.

Alat peraga yang telah berhasil dikembangkan memiliki beberapa kelebihan diantaranya:

1. Dapat menampilkan gelombang bunyi untuk menjelaskan semua fenomena efek Doppler yang ada.
2. Alat peraga bisa di bawah kemana-mana, tidak membutuhkan ruang yang besar dan bisa dibongkar pasang.
3. Meningkatkan motivasi belajar lebih khusus materi efek Doppler.
4. Proses pembuatan dan pengoperasian alat peraga sangat mudah.

Jika dibandingkan dengan beberapa penelitian lain, hasil yang diperoleh tidak jauh berbeda. Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Wicaksoni dkk (2013) menunjukkan bahwa alat peraga resonator diperoleh skor hasil validasi alat peraga sebesar 3,27 dengan kategori “Baik”. Berdasarkan data tersebut maka dapat disimpulkan bahwa alat peraga resonator hasil pengembangan layak digunakan sebagai alternatif media pembelajaran materi gelombang bunyi. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Haisy dkk (2015) menunjukkan bahwa alat peraga resonansi dan efek Doppler sangat baik dalam hal peningkatan motivasi belajar.

Selain itu alat peraga efek Doppler yang berhasil dikembangkan memiliki kekurangan diantaranya belum bisa menampilkan fenomena efek Doppler untuk sumber bunyi bergerak dan pengamat bergerak saling mendekati dan sumber bunyi bergerak dan pengamat bergerak saling menjauhi.

c. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis data penelitian yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Telah dihasilkan alat peraga
2. materi efek Doppler berdasarkan langkah-langkah pengembangan dengan model ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, and Evaluate*).
3. Pada hasil uji coba ahli media diperoleh skor penilaian rata-rata sebesar 3,67 dan dikategorikan “Sangat Baik”. Sedangkan hasil analisis penilaian respon

mahasiswa diperoleh skor penilaian rata-rata sebesar 3,34 dan dikategorikan “Sangat Setuju”. Hal ini menunjukkan bahwa alat peraga efek Doppler yang dikembangkan dapat dijadikan sebagai alat bantu dalam kegiatan proses belajar mengajar dan dapat meningkatkan motivasi belajar.

4. Kesalahan relatif data hasil eksperimen dengan teori untuk sumber bunyi mendekati pengamat diam 0,786%, sumber bunyi menjauhi pengamat diam 0,792%, pengamat mendekati sumber bunyi diam 0,163% dan pengamat menjauhi sumber bunyi diam 4,815%. Sehingga dapat disimpulkan kesalahan relatif alat peraga masih pada batas toleransi.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan adapun saran peneliti dalam mengembangkan alat peraga materi efek Doppler lebih lanjut adalah:

1. Bisa dikembangkan lagi untuk fenomena efek Doppler khusus sumber bunyi bergerak dan pengamat bergerak saling mendekati maupun saling menjauhi.
2. Untuk pengukuran kecepatan sumber bunyi dan pengamat yang bergerak dapat dikembangkan lagi dengan berbasis mikrokontroler agar pengukuran nilai kecepatannya lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalinda, F. (2007). “Perancangan dan Pembuatan Alat Ukur Kecepatan Aliran Air”. FMIPA Universitas Tadulako, Palu.
- Arikunto. S. (2010). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Bineka Cipta,
- Asnawari dan Usman, B. (2002). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Ciputat Press.
- Branch. M.R. (2009). *Instruction Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer.
- Depdiknas. (2007). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Haisy, M. C., Astra, I. M., & Handoko, E. (2015). “Pengembangan Alat Peraga Resonansi dan Efek Doppler Berbasis Souncard PC/Laptop Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Fisika Siswa SMA”. *Seminar Nasional Fisika 2015*, vol. 2, 87-91.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Wicaksoni, H.T. (2013). “Pengembangan Alat Peraga Resonator Sebagai Alternatif Media Pembelajaran pada Materi Gelombang Bunyi Kelas XII SMA”. *Jurnal Radiasi*, 3, 142-144.
- Wiryawan, S.A., dan Noorhadi. (2001). *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Universitas Terbuka.