

DOI: doi.org/10.21009/03.SNF2019.01.PE.56

PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM PELAYANGAN BUNYI DAN EFEK DOPPLER BERBASIS MODUL MIKROFON KONDENSER DAN MIKROKONTROLER

Fathul Arifin^{a)}, Widyaningrum Indrasari^{b)}, Cecep E Rustana^{c)}

*Prodi Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta Jalan
Rawamangun Muka No.1 Rawamangun, Jakarta Timur 13220*

Email: ^{a)}fathul.nfr@gmail.com, ^{b)}widyafisikaunj@gmail.com, ^{c)}ce.rustana@yahoo.com

Abstrak

Gelombang bunyi merupakan salah satu materi sulit pada UN SMA. Terbukti dari turunnya persentase daya serap siswa dalam kurun waktu empat tahun terakhir, dengan rata-rata penurunan sebesar 15.3%. Salah satu penyebabnya adalah media pembelajaran yang berkaitan dengan materi pelayang bunyi dan efek doppler masih sangat minim. Hasil dari analisis kebutuhan menunjukkan bahwa proses pembelajaran fisika di sekolah 39% didominasi oleh pemberian tugas dan latihan soal. Namun, hanya 9% saja pembelajaran fisika di sekolah dilakukan dengan kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum pada materi pelayangan bunyi dan efek doppler yang dilakukan guru di sekolah kebanyakan masih menggunakan alat seadanya, dan hasil yang didapat merupakan data secara kualitatif. Sehingga pada penelitian ini dikembangkan alat praktikum pelayangan bunyi dan efek doppler dengan menggunakan mikrokontroler Arduino uno sebagai sistem kontrol, modul mikrofon kondenser sebagai penangkap sumber frekuensi, dan motor dc sebagai penggerak sumber frekuensi. Dari hasil pengujian, alat praktikum pelayangan bunyi dan efek doppler ini dapat bekerja dengan baik.

Kata-kata kunci: pelayangan bunyi, efek doppler, mikrofon condenser, motor dc.

Abstract

Sound waves is one of the difficult material on senior high school national examination. As evidenced by the decline in the percentage of absorption of students in the past four years, with an average decline of 15.3%. One of the causes is learning media related to material beats and doppler effects are still very minimal. The results of the needs analysis show that the learning process of physics in schools is 39% dominated by assignments and exercises. However, only 9% of physics learning in schools is done by practical activities. Practical activities on material beats and doppler effects conducted by teachers in most schools still using a simple tools, and the results obtained are qualitative data. This research aims to develop practicum tool on material beats and doppler effects by using microcontroler Arduino uno as a system control, microphone condenser module as frequency source catcher, and motor dc as a frequency source driver. From the result of the test, the practicum tool of beats and doppler effects can work well.

Keywords: beats, doppler effect, microphone condenser, motor dc.

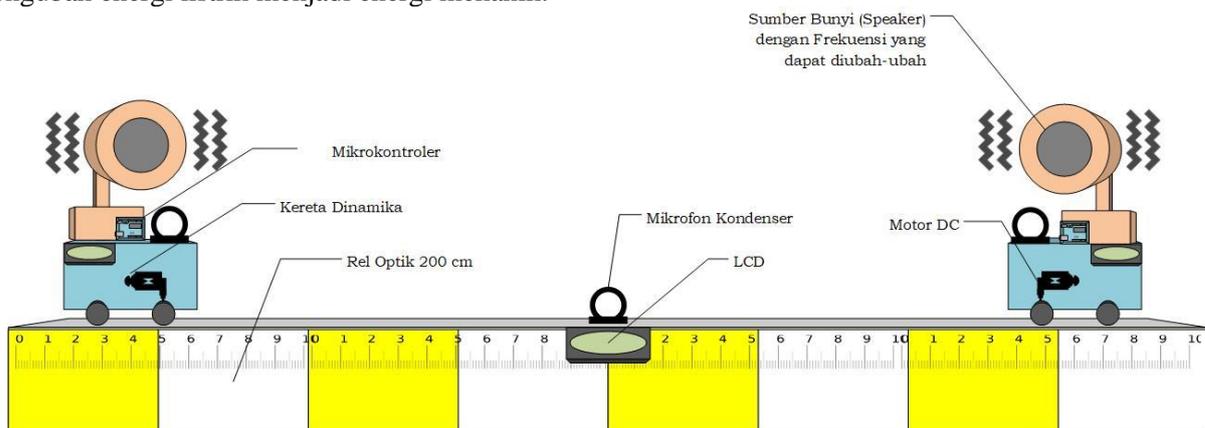
PENDAHULUAN

Gelombang bunyi merupakan materi yang sulit dipahami oleh siswa. Berdasarkan hasil rekapitan Ujian Nasional mata pelajaran Fisika tahun pelajaran 2017/2018, materi gelombang bunyi memiliki persentase daya serap paling rendah dibandingkan dengan materi lain yang diujikan. Selain itu tren nilai pada materi uji gelombang bunyi dalam empat tahun terakhir di Ujian Nasional selalu mengalami penurunan, dengan rata-rata penurunan per tahun sebesar 15.3% [1]. Penurunan nilai pada materi gelombang bunyi didasari oleh beberapa faktor yang teramati melalui pengambilan data melalui analisis kebutuhan, diantaranya 39% kegiatan pembelajaran fisika di sekolah didominasi oleh pemberian tugas dan latihan soal, sementara hanya 9% saja yang melakukan pembelajaran dengan praktikum.

Laboratorium Fisika di sekolah biasanya melakukan praktikum dengan peralatan yang sederhana, sehingga belum dapat menunjukkan peristiwa pelayangan bunyi dan efek doppler secara konkret. Selama ini praktikum yang dilakukan oleh guru di sekolah hanya melakukan pengambilan data secara kualitatif dengan menggunakan alat kotak suara tabung resonansi. Sehingga tidak ada data yang dapat diolah untuk dianalisis. Oleh karena itu perlu dikembangkan alat praktikum pada materi pelayangan bunyi dan efek doppler yang dapat menampilkan data secara kuantitatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat praktikum pelayangan bunyi dan efek doppler yang berbasis mikrokontroler yang dilengkapi modul mikrofon kondenser dan motor dc.

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan mengembangkan alat praktikum pelayangan bunyi dan efek doppler berdasarkan hasil pengukuran frekuensi yang berbasis mikrokontroler arduino uno sebagai sistem kontrol. Dalam pengembangan alat peraga ini, dilakukan studi komparasi dengan penelitian sebelumnya terkait alat peraga resonansi dan efek doppler [2] dan terkait konten materi [3-4]. Pada pengukuran frekuensi pelayangan bunyi digunakan modul mikrofon kondenser sebagai penangkap sumber frekuensi. Modul mikrofon kondenser lebih sensitif dan responsif terhadap bunyi dan sinyal yang dihasilkan lebih kuat dibandingkan dengan mikrofon jenis lain [5]. Untuk pengukuran frekuensi efek doppler pada sumber bunyi dimodifikasikan dengan kereta dinamika yang dilengkapi dengan motor dc. Motor dc merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik.



GAMBAR 1. Desain alat praktikum Pelayangan Bunyi dan Efek Doppler

Pada alat ini dua buah sumber frekuensi yang dikeluarkan melalui speaker. Sumber bunyi dengan frekuensi tertentu dibuat dengan menggunakan aplikasi audacity dan kemudian di rekam dan disalurkan melalui speaker [6]. Untuk mengetahui frekuensi pelayangan dan jumlah pelayangan, frekuensi yang digunakan berselisih sangat tipis, agar gelombang yang teramati memiliki periode

yang cukup besar untuk memudahkan dalam pengambilan data. Sumber bunyi yang sudah dimodifikasi bergerak dalam sebuah rel sepanjang 100 – 200 cm, yang mengilustrasikan sumber bergerak menjauhi atau mendekati pengamat. Sumber dan pengamat dipasangkan display untuk mengetahui seberapa besar perubahan frekuensi yang terukur pada percobaan efek doppler, sedangkan untuk mengetahui frekuensi pelayangan bunyi dihitung secara manual, dan kemudian jumlah pelayangan dalam waktu tertentu diamati melalui tools serial plotter. Nilai pelayangan bunyi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$f_p = n_p = |f_1 - f_2| \tag{1}$$

dengan f_p adalah frekuensi pelayangan, n_p adalah jumlah pelayangan selama satu detik, f_1 dan f_2 adalah frekuensi sumber bunyi.

Sensor yang digunakan pada saat kalibrasi sebanyak tiga buah sensor suara. Sensor-sensor tersebut nantinya diletakan sesuai dengan gambar desain alat yang sudah terintegrasi dengan mikokontroler. Besar kesalahan relatif sensor dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Error(\%) = \frac{|N_s - N_r|}{N_r} \times 100\% \tag{2}$$

dengan N_s adalah nilai yang terbaca pada sensor yang digunakan, dan N_r adalah nilai sebenarnya yang telah diuji menggunakan alat laboratorium.

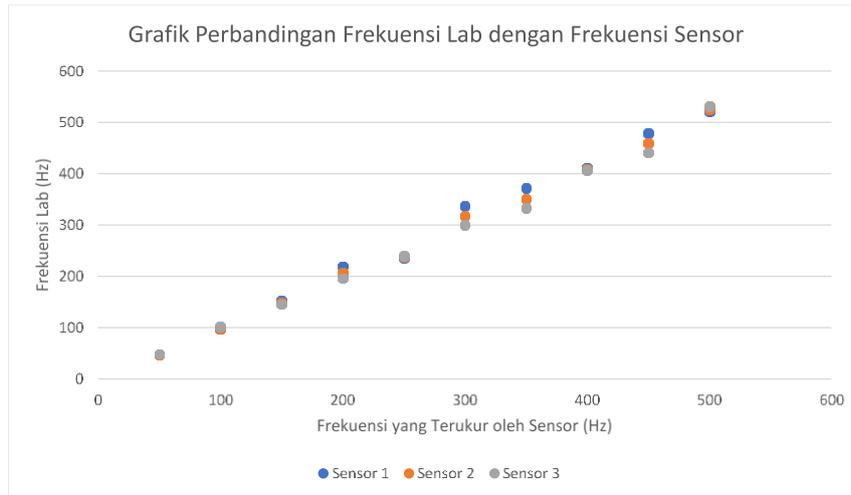
HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Sensor Suara

Pada karakterisasi sensor suara dilakukan dengan membandingkan nilai frekuensi yang dihasilkan dari aplikasi audacity, dan mencatat waktu yang dibutuhkan sensor dalam menangkap frekuensi pada *tools serial plotter* di aplikasi arduino IDE. Hasil pengukuran dirangkum pada TABEL 1. Kesalahan relatif pengukuran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1).

TABEL 1. Data nilai frekuensi yang diterima sensor suara

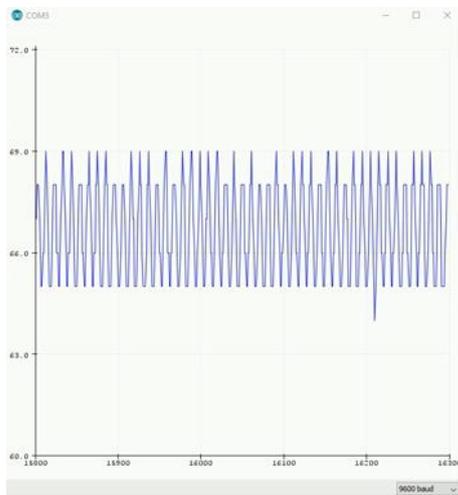
Nilai Frekuensi (Hz)	Sensor 1 (Hz)	Sensor 2 (Hz)	Sensor 3 (Hz)	Kesalahan Relatif 1 (%)	Kesalahan Relatif 2 (%)	Kesalahan Relatif 3 (%)
50	47.62	47.08	48.54	4.76	5.84	2.92
100	97.09	98.57	102.04	2.91	1.44	2.04
150	153.06	148.35	145.63	2.04	1.10	2.91
200	219.78	206.93	196.08	9.89	3.47	1.96
250	235.85	237.12	240.38	5.66	5.15	3.85
300	337.08	317.64	300.2	12.36	5.88	0.07
350	372.08	351.71	333.33	6.31	0.49	4.76
400	412.37	409.27	408.16	3.09	2.32	2.04
450	478.72	458.95	441.18	6.38	1.99	1.96
500	520.37	525.37	531.91	4.17	5.07	6.38



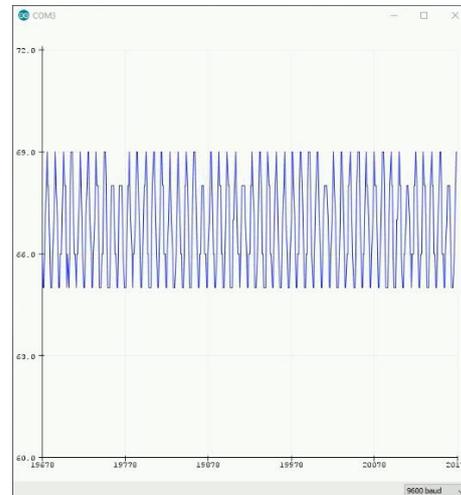
GAMBAR 2. Grafik hubungan nilai frekuensi lab dengan frekuensi sensor

b. Pelayangan Bunyi

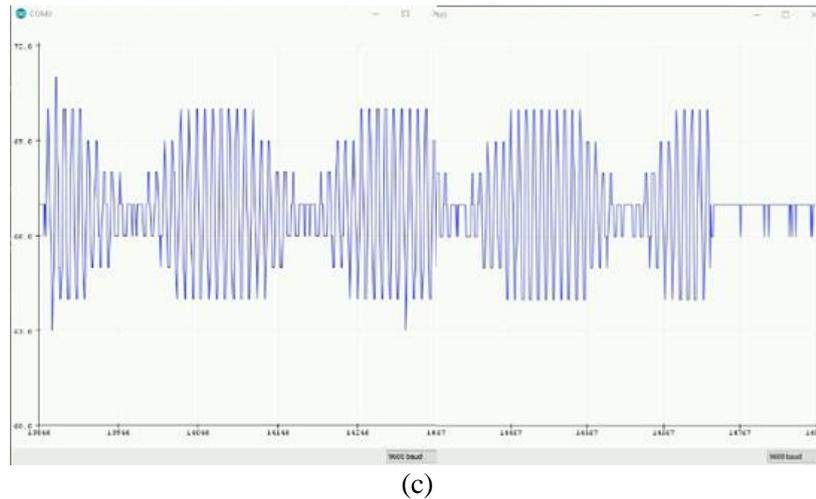
Percobaan pelayangan bunyi dilakukan dengan sumber suara dengan frekuensi pertama sebesar 340.5 Hz dan frekuensi kedua sebesar 340.9 Hz, dan amplitudo yang digunakan sebesar 0.4 m. Kedua sumber frekuensi dengan amplitudo yang sama di *mix* dengan menggunakan aplikasi audacity, diperdengarkan melalui speaker selama 10 s, sumber suara ditangkap sensor suara. Berikut ini adalah gambar yang ditampilkan pada *tools serial plotter*.



(a)



(b)



GAMBAR 3. (a) Frekuensi 340.5 Hz yang ditampilkan pada *tools serial plotter*, (b) Frekuensi 340.9 Hz yang ditampilkan pada *tools serial plotter* dan (c) Gabungan dari kedua frekuensi

Berdasarkan gambar diatas tampilan gelombang pada GAMBAR (c) menunjukkan peningkatan nilai amplitudo. Bentuk gelombang yang terlihat menjadi membesar dan mengecil disaat tertentu dan menghasilkan suara keras dan lemah. Hal ini diakibatkan karena kedua gelombang tidak dapat sefase pada setiap waktu, sehingga membentuk pola konstruktif dan destruktif.

Jumlah pelayangan dalam selang waktu 10 s juga dapat diamati dengan jelas. GAMBAR (c) menunjukkan ada 4 buah pelayangan bunyi yang terjadi selama 10 s, atau 0.4 layangan setiap detiknya. Jumlah pelayangan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1). Namun, tampilan *tools serial plotter* yang *real time* tidak bisa menampilkan secara penuh jika kedua buah sumber frekuensi dibunyikan selama 10 s yang menyebabkan tampilan gambar menjadi terpotong. Berikut ini adalah tabel beberapa percobaan pelayangan bunyi.

TABEL 2. Data nilai frekuensi pelayangan dan jumlah pelayangan

Frekuensi 1 (Hz)	Frekuensi 2 (Hz)	Fpelayangan (Hz)	Jumlah Pelayangan dalam 10 s
340.2	340	0.2	2 pelayangan
340.9	340.5	0.4	4 pelayangan
340.8	340.2	0.6	6 pelayangan
340.8	340	0.8	8 pelayangan
341	340	1	10 pelayangan

Jumlah pelayangan selama 10 s diamati dari *tools serial plotter* pada aplikasi arduino IDE.

c. Efek Doppler

Percobaan efek doppler dilakukan dengan menggunakan dua buah frekuensi sumber yang masing-masing memiliki nilai 1135 Hz dan 1100 Hz. Kecepatan kereta dinamika paling cepat sebesar 13.8 cm/s dan kecepatan lambat sebesar 8.2 cm/s.

TABEL 3. Data hasil percobaan efek doppler

Frekuensi Sumber (Hz)	Kecepatan Sumber (m/s)	Kecepatan Pengamat (m/s)	Frekuensi Pengamat (Hz)	Frekuensi Pengamat Perhitungan (Hz)	Kesalahan Relatif
1135	0.082	0	1343.72	1135.27	18.36%
1100	0.138	0	1441.36	1100.45	30.98%

Berdasarkan tabel diatas terjadi kesalahan relatif yang cukup besar, dikarenakan beberapa faktor diantaranya frekuensi yang ditangkap tidak sesuai dengan frekuensi yang berasal dari sumber, kecepatan sumber terlalu pelan, rel yang ikut bergetar, dan suara motor dc yang bisings, sehingga frekuensi yang terdengar tidak murni dari sumber.

SIMPULAN

Karakterisasi sensor yang telah dilakukan dengan menggunakan mikrokontroler arduino uno, maka dapat disimpulkan bahwa sensor suara dapat bekerja pada rentang frekuensi 50 – 500 Hz. Sedangkan untuk kesalahan relatif maksimum sensor suara sebesar 12.36%. Pada pengukuran pelayangan bunyi dapat dilakukan dengan melakukan pengamatan melalui tools serial plotter, dan mampu membaca jumlah pelayangan sampai dengan 10 pelayangan dalam waktu 10 s. Sedangkan pada percobaan efek doppler masih perlu dikembangkan dengan memperhatikan beberapa faktor, karena kesalahan relatif yang terukur masih terlalu besar.

REFERENSI

- [1] “Laporan Hasil Ujian Nasional.” Internet: puspendik.kemendikbud.go.id/hasil-un/ [Feb. 19. 2019]
- [2] M. C. Haisy, I. M. Astra, and E. Handoko, “PENGEMBANGAN ALAT PERAGA RESONANSI DAN EFEK DOPPLER BERBASIS SOUND CARD PC/LAPTOP UNTUK MENINGKATKAN MOTIVASI BELAJAR FISIKA SISWA SMA”, *PROSIDING SNF*, vol. 4, pp. SNF2015-II, Oct. 2015.
- [3] H. Kurniawati, D. Desnita, and S. Siswoyo, “Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis 3D PageFlip Fisika untuk Materi Getaran dan Gelombang Bunyi”, *jpppf*, vol. 2, no. 1, pp. 97 - 102, Jun. 2016.
- [4] S. R. Hidayat, “Pengembangan Instrumen Tes Keterampilan Pemecahan Masalah pada Materi Getaran, Gelombang, dan Bunyi”, *jpppf*, vol. 3, no. 2, pp. 157 -166, Dec. 2017.
- [5] Jamaluddin. dkk. “Perancangan dan Implementasi Sound Level Meter (SLM) dalam Skala Laboratorium sebagai Alat Ukur Intensitas Bunyi.” *Jurnal Pendidikan Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*. vol. 4. No. 1. pp. 42-46. 2014
- [6] I. A. Dwi Astuti. “Pengembangan Alat Eksperimen Cepat Rambat Bunyi dalam Medium Udara dengan Menggunakan Metode Time of Flight (TOF) dan Berbantuan Software Audacity” *Unnes Physics Education Journal*, vol. 5, pp. 18-24, Okt. 2016