



Pengembangan Alat Pengukur Cepat Rambat Bunyi Menggunakan Sensor Ultrasonik

Zulfikar

Magister Pendidikan MIPA, Universitas Indraprasta PGRI

zoelfikaremail@gmail.com

Abstrak: Gelombang bunyi adalah salah satu materi pembelajaran fisika yang dianggap sulit oleh peserta didik. Salah satu penyebab hal tersebut adalah guru fisika hanya mengajar dengan media pembelajaran yang seadanya. Berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan, sebagian besar guru fisika mengajarkan materi gelombang bunyi dengan menggunakan media berupa powerpoint. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat praktikum pengukur cepat rambat bunyi di udara dengan menggunakan sensor ultrasonik. Alat ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pembangkit gelombang ultrasonik dan menggunakan mikrokontroler arduino sebagai sistem kontrol alat praktikum. Hasil dari pengukuran cepat rambat bunyi menggunakan alat ini adalah 342,9986038 m/s dengan presentase error sebesar 0,004294504 %.

Kata Kunci: Alat Praktikum, Cepat Rambat Bunyi, Sensor Ultrasonik

1. PENDAHULUAN

Salah satu materi pembelajaran fisika yang dianggap sulit oleh peserta didik adalah materi gelombang bunyi. Materi gelombang pada pembelajaran fisika dianggap sulit oleh peserta didik karena banyaknya konsep yang bersifat abstrak ditambah dengan rumus yang digunakan sedangkan sebagian besar guru hanya mengajar dengan metode ceramah sehingga peserta didik menjadi cepat lupa akan materi gelombang yang telah diajarkan (Astuti, 2016). Pembelajaran fisika dapat menjadi lebih konkrit apabila peserta didik belajar dengan menggunakan media pembelajaran. Berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan, pembelajaran fisika di dalam kelas umumnya hanya menggunakan media pembelajaran berupa papan tulis dan PowerPoint. Penggunaan media pembelajaran dapat meningkatkan minat dan motivasi peserta didik. Penggunaan media pembelajaran dalam proses pembelajaran dapat membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik, menyajikan data yang menarik dan terpercaya, memudahkan penafsiran data, dan memadatkan informasi. Peserta didik yang belajar dengan menggunakan media pembelajaran akan cenderung lebih tertarik belajar dibandingkan dengan peserta didik yang hanya mendengar ceramah dari guru (Arsyad, 2014).

Ada beragam metode pembelajaran yang dapat digunakan dalam pembelajaran fisika, salah satunya adalah metode praktikum. Bagi peserta didik, kegiatan praktikum adalah kegiatan yang dilakukan peserta didik untuk menemukan konsep atau prinsip yang baru. Metode praktikum dapat menumbuhkembangkan rasa ingin tahu peserta didik, aktif, kreatif, inovatif, dan kejujuran ilmiah dalam menghadapi suatu masalah dalam realita kehidupan (Jamaluddin et al., 2015). Oleh karena itu, perlu dikembangkan alat praktikum yang dapat menunjang pembelajaran fisika khususnya dalam materi gelombang bunyi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat praktikum pengukur cepat rambat bunyi di udara dengan menggunakan sensor ultrasonik.

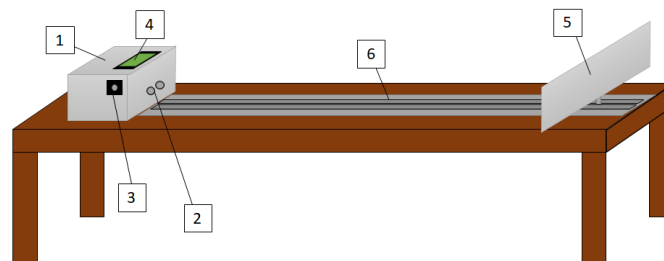
2. METODE

Metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan alat praktikum pengukur cepat rambat bunyi adalah metode penelitian Research and Development dengan model pengembangan ADDIE. Model pengembangan ADDIE dipilih karena memiliki langkah-langkah yang tepat untuk mengembangkan media pembelajaran atau perangkat pembelajaran lainnya (Mulyatiningsih, 2011). Tahapan penelitian pengembangan alat praktikum pengukur cepat rambat bunyi dengan model pengembangan ADDIE tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan penelitian alat praktikum pengukur cepat rambat bunyi

No	Tahapan	Aktivitas
1	Tahap I Analisis	<ul style="list-style-type: none"> • Mencari ide atau gagasan • Studi literatur • Analisis Kebutuhan
2	Tahap II Perancangan	<ul style="list-style-type: none"> • Pembuatan rancangan alat praktikum • Pembuatan rancangan lembar kerja alat praktikum
3	Tahap III Pengembangan	<ul style="list-style-type: none"> • Pengembangan alat praktikum berdasarkan rancangan • Validasi ahli • Revisi
4	Tahap IV Implementasi	<ul style="list-style-type: none"> • Uji coba alat praktikum • Revisi
5	Tahap V Evaluasi	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat laporan penelitian • Revisi

Rancangan alat praktikum pengukur cepat rambat bunyi ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Rancangan alat praktikum pengukur cepat rambat bunyi

Rincian komponen beserta keterangannya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Bagian-bagian alat praktikum pengukur cepat rambat bunyi

No	Bagian alat	Keterangan
1	Kotak Elektronik	Berisikan komponen elektronik dan rangkaian penyusun alat praktikum pengukur cepat rambat bunyi.
2	Sensor Ultrasonik	Modul yang dapat memancarkan dan menerima gelombang ultrasonik.
3	Push Button	Tombol yang digunakan untuk memulai operasi pengukuran cepat rambat bunyi.
4	Liquid Crystal Display (LCD)	Modul untuk menampilkan data hasil pengukuran cepat rambat bunyi.
5	Papan Penghalang	Penghalang yang digunakan untuk menghalangi pancaran gelombang ultrasonik pada jarak tertentu.
6	Lintasan Papan Penghalang	Lintasan lurus yang digunakan untuk mengubah jarak antara papan penghalang dan kotak elektronik

Pada alat ini menggunakan sensor ultrasonik sebagai sumber gelombang ultrasonik dan penerima gelombang ultrasonik. Gelombang yang dipancarkan dari modul sensor ultrasonik adalah gelombang bunyi dengan frekuensi ultrasonik dengan cepat rambat bunyi di udara sebesar 343 m/s (Sulanjari, 2018). Salah satu sifat gelombang adalah dapat dipantulkan. Ketika gelombang ultrasonik menyentuh penghalang yang tegak lurus sumber gelombang, maka gelombang akan dipantulkan oleh penghalang dan akan dipantulkan kembali menuju modul penerima sensor ultrasonik. Modul sensor ultrasonik akan mencatat selang waktu antara gelombang dipancarkan dan gelombang diterima. Waktu yang dicatat oleh modul akan berbeda-beda bergantung dengan jarak antara modul sensor ultrasonik dengan papan penghalang (Andayani et al., 2016). Data pengukuran berupa jarak tempuh gelombang ultrasonik dan waktu tempuh ultrasonik akan ditampilkan pada LCD yang ada pada kotak elektronik. Data pengukuran jarak tempuh dan waktu tempuh gelombang ultrasonik dapat digunakan untuk menghitung nilai cepat rambat bunyi di udara. Besar cepat rambat bunyi di udara dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$v = \frac{2s}{t} \tag{1}$$

dengan v adalah cepat rambat bunyi di udara, s adalah jarak tempuh gelombang bunyi, dan t adalah waktu tempuh gelombang bunyi.

Modul sensor ultrasonik yang digunakan terlebih dahulu dilakukan kalibrasi untuk menentukan tingkat keakuratan dari modul tersebut. Modul sensor yang digunakan adalah yang memiliki tingkat keakuratan yang paling tinggi terhadap alat ukur manual. Untuk menghitung kesalahan relatif dari modul sensor elektronik yang digunakan, maka dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini.

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

Dengan Ns adalah nilai yang terbaca pada sensor yang digunakan, dan Nr adalah nilai sebenarnya yang telah diuji menggunakan alat laboratorium. Selanjutnya modul sensor ultrasonik diletakkan pada rangkaian alat praktikum sesuai dengan rancangan sebelumnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

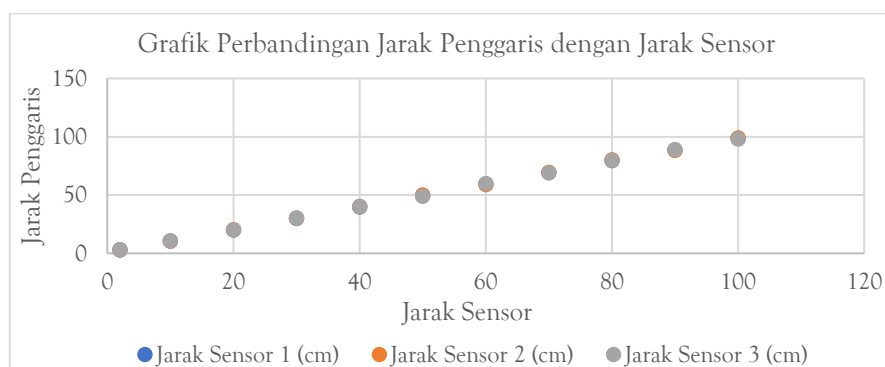
Karakterisasi Sensor Ultrasonik

Karakterisasi sensor ultrasonik dilakukan untuk menentukan tingkat akurasi dari sensor yang digunakan. Karakterisasi dilakukan dengan membandingkan jarak yang terukur oleh sensor ultrasonik dan jarak yang terukur di penggaris. Data yang didapatkan dari sensor ultrasonik berupa selang waktu antara gelombang ultrasonik yang dipancarkan dan diterima oleh sensor ultrasonik. Data terkait karakterisasi sensor ultrasonik dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Karakterisasi Sensor Ultrasonik

Jarak Penggaris (cm)	Jarak Sensor 1 (cm)	Jarak Sensor 2 (cm)	Jarak Sensor 3 (cm)	Jarak Sensor Rata-rata (cm)	Kesalahan Relatif (%)
2	2,95	3,07	3,07	3,03	51,5
5	5,44	4,87	4,97	5,093333	1,866667
10	10,62	10,56	10,72	10,633333	6,333333
20	20,01	20,24	20,03	20,093333	0,466667
30	29,91	30,06	30,39	30,12	0,4
40	39,69	40,15	40,22	40,02	0,05
50	49,6	49,94	49	49,513333	0,973333
60	59,46	58,96	59,77	59,39667	1,005556
70	69,22	69,53	69,1	69,283333	1,02381
80	79,56	80,24	79,76	79,853333	0,183333
90	88,61	88,19	88,89	88,563333	1,596296
100	98,61	98,9	98,15	98,553333	1,446667

Berdasarkan tabel 3, data yang tersaji dapat diproyeksikan dalam bentuk grafik seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Jarak Penggaris dengan Jarak Sensor

Pengukuran Cepat Rambat Bunyi di Udara

Pada penelitian ini telah dikembangkan alat praktikum pengukur cepat rambat bunyi dengan menggunakan sensor ultrasonik sebagai penunjang pembelajaran fisika pada materi gelombang bunyi. Alat praktikum yang dikembangkan dapat dilihat pada gambar 3.



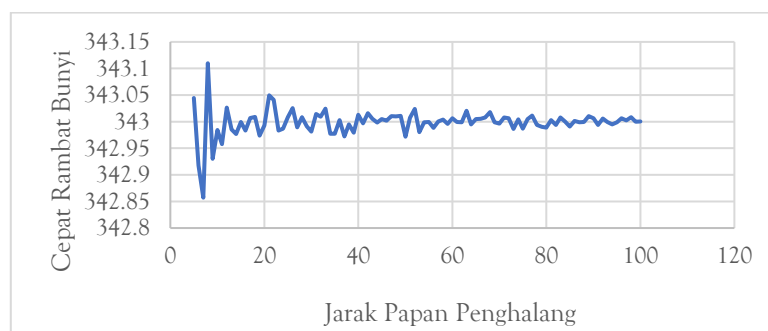
Gambar 3. Alat Praktikum Pengukur Cepat Rambat Bunyi dengan Menggunakan Sensor Ultrasonik

Pengukuran cepat rambat bunyi di udara dilakukan dengan memancarkan gelombang ultrasonik yang akan dihalang oleh papan penghalang pada jarak tertentu. Data yang diterima oleh sensor ultrasonik berupa jarak antara sensor ultrasonik ke papan penghalang dan selang waktu gelombang ultrasonik dipancarkan hingga gelombang diterima kembali oleh sensor. Data yang diterima akan diolah pada mikrokontroler arduino dan akan ditampilkan pada LCD yang terdapat pada rangkaian alat praktikum. Data juga dapat ditampilkan pada bagian *Serial Monitor* pada Arduino IDE. Data ujicoba alat praktikum pengukur cepat rambat bunyi dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Data Pengukuran Alat Praktikum Pengukur Cepat Rambat Bunyi

Jarak Papan Penghalang (cm)	Cepat Rambat Bunyi (m/s)	Kesalahan Relatif (%)
5	343,0446	0,013009
10	342,9844	0,004545
20	342,993	0,002039
30	342,9813	0,005453
40	343,0131	0,00381
50	342,9717	0,00825
60	343,0066	0,001913
70	342,9966	0,000996
80	342,9891	0,003189
90	343,0066	0,00191
100	343,0006	0,000183

Data pengukuran alat praktikum dapat diproyeksikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Cepat Rambat Bunyi pada berbagai jarak papan penghalang

Berdasarkan grafik di atas, pengukuran dengan menggunakan alat praktikum pengukur cepat rambat bunyi memiliki kesalahan relatif yang signifikan pada jarak papan penghalang kurang dari 20 cm dibandingkan dengan jarak papan penghalang lebih dari 20 cm. Hal tersebut dikarenakan oleh karakteristik dari sensor ultrasonik yang memiliki kesalahan relatif yang cukup besar apabila mendeteksi benda yang berada pada jarak kurang dari 10 cm dari posisi sensor ultrasonik.

Deskripsi Hasil Validasi

Alat praktikum yang telah dikembangkan selanjutnya dilakukan uji validasi kepada ahli. Adapun uji validasi pada alat praktikum ini dilakukan oleh ahli media dan ahli materi. Uji validasi dilakukan menggunakan skala Likert 1 – 5 dengan menjawab beberapa pertanyaan dari aspek yang diujikan. Hasil uji validasi ahli materi terhadap alat praktikum yang dikembangkan mendapatkan rata-rata penilaian sebesar 97,5% dengan representasi sangat layak, sedangkan uji validasi ahli media terhadap alat praktikum yang dikembangkan mendapatkan rata-rata penilaian sebesar 87% dengan representasi sangat layak.

4. SIMPULAN

Karakterisasi sensor ultrasonik yang telah dilakukan dengan menggunakan mikrokontroler arduino uno, maka dapat disimpulkan bahwa sensor ultrasonik yang digunakan dapat mengumpulkan data dengan baik pada jarak 5 cm – 100 cm dengan kesalahan relatif sebesar 5,57%. Sedangkan untuk pengukuran cepat rambat bunyi menggunakan alat praktikum pengukur cepat rambat bunyi, didapatkan data pengukuran cepat rambat bunyi pada jarak penghalang 5 cm – 100 cm menunjukkan rata-rata cepat rambat bunyi sebesar 342,99 m/s dengan kesalahan relatif sebesar 0,0041%. Hal tersebut menunjukkan bahwa alat praktikum pengukur cepat rambat bunyi dengan menggunakan sensor ultrasonik dapat bekerja dengan akurasi yang tinggi. Alat praktikum yang dikembangkan mendapatkan rata-rata penilaian uji validasi ahli materi sebesar 97,5% dengan representasi sangat layak sedangkan rata-rata penilaian uji validasi ahli media sebesar 87% dengan representasi sangat layak. Berdasarkan uji validasi yang dilakukan, maka alat praktikum yang dikembangkan dikategorikan sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran fisika.

Daftar Pustaka

- Andayani, M., Indrasari, W., & H. Iswanto, B. (2016). Kalibrasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Sebagai Sensor Pendeteksi Jarak Pada Prototipe Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (EJournal)*, V, 43–46.
- Arsyad, A. (2014). *Media Pembelajaran (Revisi)*. Rajawali Pers.
- Astuti, I. A. D. (2016). Pengembangan Alat Eksperimen Cepat Rambat Bunyi Dalam Medium Udara Dengan Menggunakan Metode Time of Flight (TOF) dan Berbantuan Software Audacity. *Unnes Physics Education Journal*, 5(3), 18–24.
- Jamaluddin, Kade, A., & Nurjannah. (2015). Analisis Pelaksanaan Praktikum Menggunakan Kit IPA Fisika Di SMP Se-Kecamatan Sojol Kabupaten Donggala. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako (JPFT)*, 3(1), 6–13.
- Mulyatiningsih, E. (2011). *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*. Alfabeta.
- Sulanjari. (2018). Rancang Bangun Alat Penentu Cepat Rambat Gelombang Bunyi di Udara Menggunakan Tabung Impedansi. *Jurnal Teknik Mesin : CAKRAM*, 1(1), 17–21.