

Rancang Bangun Alat Peraga Fisika untuk Mengukur Kecepatan Suara Berbasis Arduino

**Atiqotul Hasanah⁽¹⁾, Diyah Ayu Lestari⁽²⁾, Ahmad Janukhi Bisyr⁽³⁾, Arien Fivadilla⁽⁴⁾,
Fiska Norma Jenita⁽⁵⁾, Maryani⁽⁶⁾, Alex Harijanto⁽⁷⁾**

Jurusan Pendidikan Fisika, Universitas Jember, Jember

e-mail: atikahasanah851@gmail.com , diyahayulestari111@gmail.com , janukibisyr523@gmail.com ,
arienfivadilla113@gmail.com , Fiskaje96@gmail.com , maryani.fkip@unej.ac.id ,
alexharijanto.fkip@unej.ac.id

ABSTRACT

Physics is a science that starts from a study, conducting hypotheses, conducting experiments and determining conclusions. Practicum activities can be one of the support systems in physics learning to clarify learning materials and information related to physics concepts. This research utilizes HC-SR04 sensors using ultrasonic sensors with one as a transmitter of ultrasonic sound waves and the other as a receiver of sound waves. The method used in this study is hardware and software design method. This method consists of the design stage, the development stage and the evaluation stage of data results. From the results of this study, it was found that the results of calculations and trials that had been carried out when in the water medium obtained the speed of sound 4.5 times faster because the speed of sound depends on the medium. In this event water has a higher density and bulk modulus compared to air. This results in sound waves propagating faster through the water.

Keywords : *Arduino, Voice velocity, Props, Ultrasonic sensor*

ABSTRAK

Fisika merupakan suatu ilmu pengetahuan yang dimulai dari sebuah penelitian, melakukan hipotesis, melakukan percobaan dan menentukan kesimpulan. Kegiatan praktikum dapat menjadi salah satu sistem pendukung dalam pembelajaran fisika untuk memperjelas materi pembelajaran dan informasi terkait konsep fisika. Penelitian ini memanfaatkan sensor HC - SR04 menggunakan sensor ultrasonik dengan salah satu sebagai pemancar gelombang suara ultrasonik dan satunya sebagai penerima gelombang suara. Metode yang digunakan dalam penelitian ini metode perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Metode ini terdiri dari tahap perancangan, tahap pengembangan dan tahap evaluasi hasil data. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa hasil perhitungan dan uji coba yang telah dilakukan pada saat di medium air didapatkan kecepatan suara 4,5 kali lebih cepat karena kecepatan suara bergantung pada mediumnya. Dalam peristiwa ini air memiliki densitas dan bulk modulus lebih tinggi dibandingkan dengan udara. Hal ini mengakibatkan gelombang suara merambat lebih cepat melalui air.

Kata kunci: *Arduino, Kecepatan suara, Alat peraga, Sensor Ultrasonik*

1. Pendahuluan

Metode ilmiah sangat penting untuk fisika, yang melibatkan pengumpulan data, merumuskan hipotesis, melakukan eksperimen, dan menarik kesimpulan. (Trianto, 2010 dalam Aprilia, R.D. et.al.2022). Ilmu Fisika merupakan

maka materi yang dapat ditangkap oleh yang dipahami oleh peserta didik akan berupa rumus-rumus dan konsep-konsep abstrak (Boimau, I. et.al.2019). Pada pembelajaran fisika tidak selalu mengacu pada hafalan berbagai rumus saja, akan tetapi lebih mengutamakan pada penguasaan konsep materi fisika seperti prinsip, teori, aturan, dan rumus.

Peserta didik seringkali menganggap bahwa pelajaran fisika kurang menarik dan tidak mudah untuk dipahami. Pembelajaran fisika dapat dikatakan sulit dipahami karena terdapat konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak (Aprilia, R.D. et.al.2022). Tidak karena itu saja, Pelajaran yang menyertakan instruktur dan siswa dalam peran mendengarkan pasif akan membosankan dan sulit dipahami. Salah satu topik yang paling menantang bagi siswa adalah efek Doppler yang berkaitan dengan kecepatan suara. (Boimau, I. et.al.2019). Oleh karena itu, seorang pendidik harus memiliki metode belajar dan strategi yang lebih inovatif dalam pembelajaran Siswa akan lebih mudah menangkap materi jika mereka aktif terlibat dalam proses pembelajaran (Boimau, I. et.al.2019).

Kegiatan praktikum merupakan salah satu sistem pendukung dalam pembelajaran yang memberikan pendalaman pada aspek proses, kegiatan praktikum ini berperan sangat penting dalam pembelajaran fisika. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kesuksesan dalam kegiatan praktikum (Taneo, M. et.al.2021). Untuk mencapai kesuksesan tersebut dalam kegiatan

ilmu yang didalamnya terdapat ilmu sains, yang mempelajari berbagai objek yang memiliki sifat real dan abstrak. Objek yang memiliki sifat real jika disampaikan pada peserta didik dengan menggunakan metode ceramah

praktikum terdapat salah satu cara atau pedoman untuk mengembangkan proses tersebut, yakni melalui pemanfaatan alat peraga yang efektif dan efisien (Boimau, Mellu & Manuain, 2020 dalam Taneo, M. et.al.2021).

Siswa akan lebih mudah menangkap materi jika mereka aktif terlibat dalam proses pembelajaran. Alat peraga juga diartikan sebagai media untuk memperjelas materi pembelajaran dan informasi terkait konsep yang harus disampaikan guru serta mempermudah peserta didik dalam memahami suatu konsep. Keingintahuan, perhatian, dan proses mental siswa semuanya dapat dipicu oleh penyampaian gagasan melalui alat bantu visual. Hal ini berarti bahwa tujuan pembelajaran yang aktif dan praktis tersebut dapat tercapai (Kause, M. C. dan Infianto, B., 2019).

Teknologi sudah maju hingga kini menyediakan berbagai macam gadget elektronik yang dapat digunakan untuk menciptakan alat bantu dalam pendidikan. Salah satu pengaplikasiannya dalam alat peraga yaitu arduino yang digunakan sebagai pemrosesan digital. Arduino hanya membutuhkan kabel USB agar dimasukkan daftar program sesuai kebutuhan. Selanjutnya, arduino memerlukan bahasa pemrograman sehingga pengolahan data sensor lebih mudah (Handoyo, et al. 2021). Alat ukur fisika juga terdapat inovasi berbasis teknologi, misalnya Liquid Crystal Display (LCD), perangkat sensor, dan mikrokontroler. Pengembangan alat peraga berbasis teknologi menjadi semakin efisien

dan memiliki perhitungan yang valid selanjutnya disajikan dalam bentuk digital. Secara otomatis, hasil pengerjaan tersambung dengan device yang digunakan untuk penyimpanan data (Boimau, I., dkk, 2019).

Penelitian ini memanfaatkan sensor HC - SR04 yang berfungsi sebagai alat ukur kecepatan suara. HC - SR04 menggunakan sensor ultrasonik dengan salah satu sebagai pemancar gelombang suara ultrasonik dan satunya sebagai penerima gelombang suara. Diharapkan pengembangan alat peraga ini, dapat membantu mengukur kecepatan suara menggunakan alat ukur berbasis teknologi (Huda, et al, 2019).

Penggunaan arduino sebagai alat peraga fisika yang dimaksudkan yaitu merancang bangun alat praktikum untuk mengukur kecepatan suara yang disesuaikan dengan materi gelombang bunyi. Selanjutnya alat yang sudah dirancang tersebut diujikan demi mengetahui keefektifan alat peraga tersebut. Pembuatan alat peraga ini untuk memperlihatkan bentuk grafik kecepatan suara berdasarkan medium berbeda dan diperoleh secara otomatis yang berasal dari sensor ultrasonik.

2. Metode

Laboratorium Elektronika Dasar Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jember Fakultas Keguruan dan

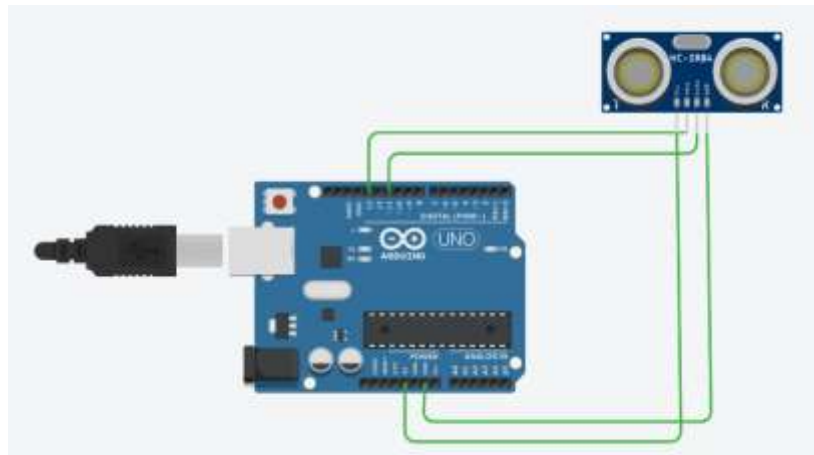
Ilmu Pendidikan menjadi tempat penelitian ini. Penelitian dan pengembangan termasuk penelitian seperti ini (Research And Development). Metode yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. pada perangkat lunak peneliti menggunakan proteus untuk menguji coba code dan memastikan berjalan dengan baik. Pada perangkat keras peneliti menggunakan arduino controller. Penelitian ini melibatkan tiga tahap utama, yaitu tahap perancangan, tahap pengembangan, dan tahap evaluasi data yang dihasilkan.

Tahap perancangan

Tahap perancangan merupakan langkah penting dalam memperoleh pemahaman awal tentang pelaksanaan penelitian. Pada titik ini, peneliti telah melakukan tinjauan literatur untuk lebih memahami sifat masalah dan sumber daya yang dibutuhkan untuk membuat alat bantu pengajaran yang efektif. Mengumpulkan penilaian teoritis dari berbagai hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan merupakan bagian integral dari tahap desain.

Tahap pengembangan

Perangkat tersebut meliputi Sensor Ultrasonic dan Arduino UNO. Dibawah ini merupakan desain gambar dari sensor ultrasonik dan arduino uno.



Gambar 1. Simulasi rangkaian arduino software

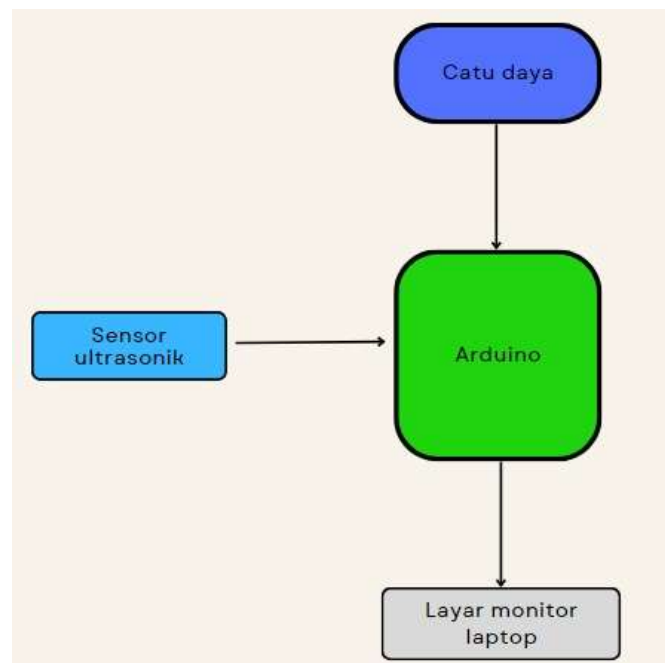
1. Sensor Ultrasonik

Modul sensor SR-04 terdiri dari pemancar ultrasonik, rangkaian penerima dan rangkaian kontrol. Modul ini bekerja sebagai berikut, yaitu menggunakan pemicu IO dengan sinyal level tinggi minimal 10 μ s. Modul akan secara otomatis memancarkan delapan pulsa sinyal 40kHz dan mendeteksi jika sinyal pulsa kembali. Jika sinyal balik kembali di atas level tinggi maka selama output level tinggi dari IO terjadi saat sinyal dikirim dan sinyal ultrasonik diterima. Waktu dikalikan dengan kecepatan suara (340 m/s) dibagi dua menghasilkan jarak yang ditempuh.

2. Arduino UNO

Arduino Uno adalah papan pengembangan yang tersedia secara bebas untuk aplikasi elektronik. Sirkit fisik

yang dapat diprogram (mikrokontroler) dan perangkat lunak komputer yang menyertainya (IDE atau Lingkungan Pengembangan Terpadu) diperlukan untuk membuat proyek Arduino. Papan Arduino dapat diperbarui dengan kode baru tanpa programmer khusus. Kami hanya memerlukan kabel USB untuk mengakses daftar program untuk persyaratan instrumen virtual kami. Selain itu, Arduino IDE menggunakan versi C++ yang disederhanakan, yang membuat pemrograman lebih mudah diakses. Ini sangat membantu ketika berhadapan dengan sinyal keluaran sensor. Selain itu, Arduino menyediakan faktor bentuk standar yang membagi kemampuan mikrokontroler menjadi bundel yang lebih mudah dikelola.



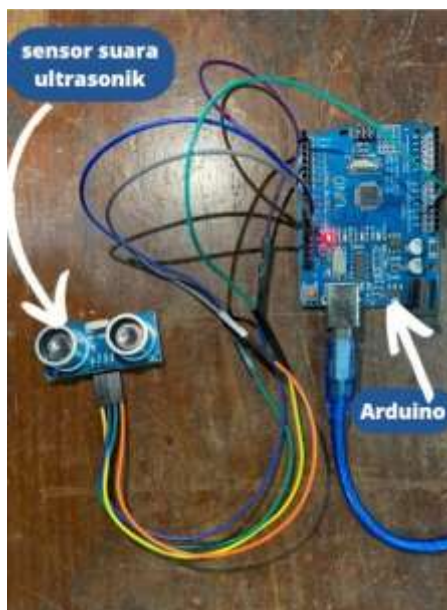
Gambar 2. Diagram rancangan alat peraga pengukur kecepatan suara berbasis arduino

Tahap Evaluasi

Fase pengembangan selanjutnya melibatkan pengujian produk yang telah selesai. Untuk memastikan kualitas hasil akhir, diuji menggunakan alat pedagogis. Setelah ujian selesai, temuan dianalisis. Jika temuan tes cocok dengan yang dijelaskan dalam literatur, maka item yang dimaksud dapat dianggap lengkap. Namun, jika hasil tes tidak dipublikasikan, produk akan diservis kembali. Perbaikan yang dilakukan akan diuji coba kembali hingga produk mencapai kriteria yang diharapkan. Analisis dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana hasil pengujian sesuai dengan fakta yang ada. Jika hasil pengujian sesuai dengan yang telah dijelaskan dalam literatur atau referensi yang ada, maka produk dianggap sudah mencapai tahap akhir.

3. Hasil dan Pembahasan

Rancang bangun alat peraga fisika berbasis arduino menggunakan sensor HC - SR04 yang berfungsi sebagai alat ukur kecepatan suara. HC - SR04 menggunakan sensor ultrasonik dengan salah satu sebagai pemancar gelombang suara ultrasonik dan satunya sebagai penerima gelombang suara. Arduino digunakan sebagai mikrokontroler yang berfungsi sebagai kendali sensor dan operator logika agar dapat memfungsikan sensor suara ultrasonik. Pengembangan alat peraga ini digunakan untuk dapat mengukur kecepatan suara yang dapat digunakan secara efektif untuk melakukan pengukuran kecepatan suara di medium udara dan medium air. Alat peraga ini dikembangkan bersifat portable dan mudah untuk di setting dan digunakan untuk melakukan kegiatan praktikum mengukur kecepatan suara.



Gambar 3. Rangkaian alat peraga ukur kecepatan suara

Prinsip kerja Alat peraga yang dikembangkan ini mampu menampilkan hasil pengukuran kecepatan suara di medium air dan medium udara melalui serial monitor laptop untuk melakukan pengukuran pada medium udara terdiri dari beberapa tahap yaitu (1) Menentukan jarak benda menggunakan mistar dan mengatur jarak di arduino code agar sesuai dengan ukuran mistar. (2) Meletakkan benda di depan sensor sejauh jarak yang sudah ditentukan mistar. (3) Melakukan pembacaan data pada serial monitor dan mengambil data nilai berupa kecepatan suara pengukuran yang sering muncul.

Untuk melakukan pengukuran pada medium air terdiri dari beberapa tahap yaitu (1) Menentukan jarak benda menggunakan mistar dan mengatur jarak di arduino code agar sesuai dengan ukuran mistar. (2) Siapkan timba berisi air dengan ketinggian air yang sudah ditentukan mistar. (3) Siapkan wadah sebagai perahu lalu posisikan sensor ultrasonik menghadap kebawah tepat pada wadah. (4) Melakukan pembacaan data pada serial monitor dan mengambil data nilai

pengukuran berupa kecepatan suara yang sering muncul.

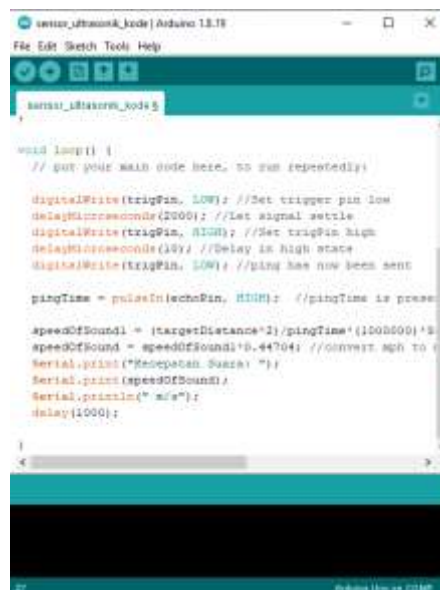
Alat peraga ukur kecepatan suara yang dikembangkan ini memiliki kemampuan untuk menampilkan data tentang kecepatan suara melalui serial monitor di laptop. Untuk mengukur kecepatan suara, alat ini menggunakan sensor ultrasonik jenis HC - SR04. Sensor ini menghasilkan sinyal dengan frekuensi di atas 20 kHz, bahkan mencapai 40 kHz. Sinyal yang dipancarkan oleh sensor ini merambat sebagai gelombang suara dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika sebuah sinyal mengenai suatu objek, sinyal tersebut dipantulkan oleh objek tersebut.

Sensor ultrasonik HC-SR04 adalah pemancar, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik yang dikembangkan untuk interaksi pengguna langsung. Sensor ini mampu mengukur jarak suatu objek dengan akurasi 3 mm, dalam rentang 2 cm hingga 4 m. Terdapat empat pin pada sensor ultrasonik ini, yaitu pin Vcc, Ground, Trigger, dan Echo. Pin Vcc digunakan sebagai sumber daya positif, sedangkan Ground berperan sebagai ground. Pin Trigger berfungsi untuk

memicu pengiriman sinyal dari sensor, sementara pin Echo digunakan untuk menerima sinyal pantulan dari objek yang diukur.

Program ini dikembangkan untuk mengontrol fungsi alat peraga di bawah seperangkat aturan dan prosedur yang telah ditentukan sebelumnya. Perangkat keras yang telah dirancang akan beroperasi

sesuai dengan alur yang ditentukan oleh perangkat lunak yang telah didesain dan ditanamkan di Arduino. Hasil desain perangkat lunak tersebut ditampilkan dalam gambar. Desain perangkat lunak terdiri dari dua komponen utama, yaitu sinyal pulsa dan rumus untuk mengukur kecepatan suara.



Gambar 4. Arduino code

Variabel - variabel Pengujian kinerja alat peraga dilakukan untuk mengetahui kemampuan alat peraga dalam mengukur kecepatan suara. hasil pengukuran yang diperoleh dibandingkan dengan fakta yang

$$v_{\text{sound udara}} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} = \sqrt{\frac{1,4 \left(8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol.k}}\right) 302,15}{0,02895 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}} = 348,54 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 780,73 \text{ mph} = 349,02 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (1)$$

Dimana $E_v = 2.09 \cdot 10^9 \left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2}\right)$ adalah bulk modulus air pada temperature 10 derajat celcius dan $\rho = 999.7 (kg/m^3)$ adalah kepadatan air. Hasil pengukuran kecepatan suara diperlihatkan

ada yaitu 343 meter per detik, atau sekitar 1.235 kilometer per jam. Jika kecepatan suara dalam satuan miles dengan temperatur ruang 29 derajat celcius maka:

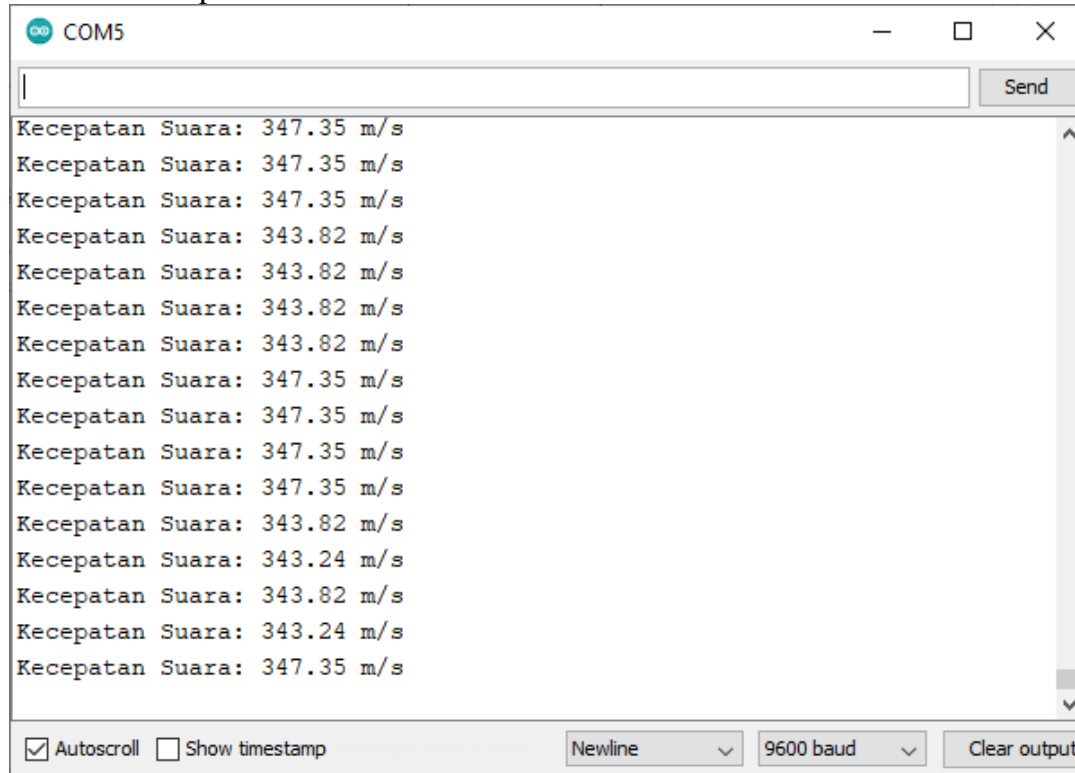
$$c = \left(\frac{(2.09 \cdot 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2})}{(999.7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})} \right)^{\frac{1}{2}} = 1446 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right) = 3234 \text{ mph} = 1445,73 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (2)$$

bahwa pada temperatur ruang 29 derajat celcius di medium udara di dapat data kecepatan suara. Dalam hal ini jarak benda adalah gelombang pantul suara ultrasonik tidak mempengaruhi kecepatan suara. Di medium air di dapat kecepatan suara

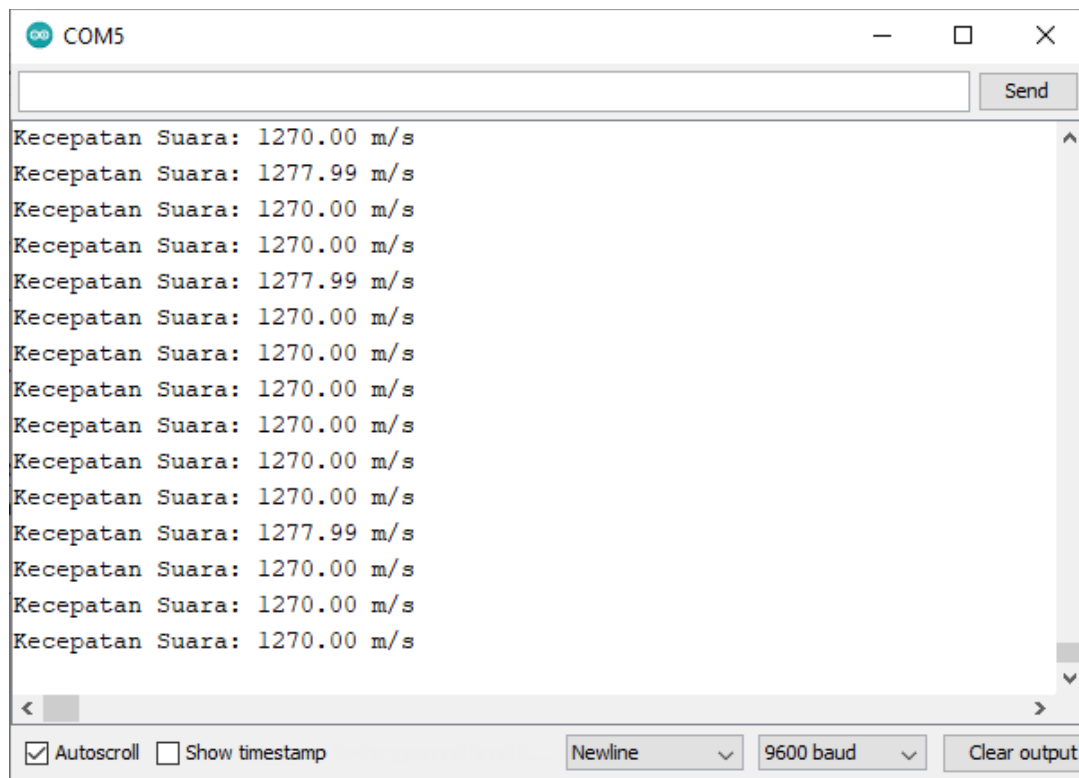
sekitar 4,5 kali lebih cepat karena kecepatan suara tergantung dalam medium. Dalam hal ini air memiliki densitas dan bulk modulus lebih tinggi dari udara. Hal ini mengakibatkan gelombang

suara dapat merambat lebih cepat melalui air karena partikel-partikel air saling berinteraksi lebih banyak daripada partikel-partikel udara.

Gambar 5. Kecepatan suara di udara

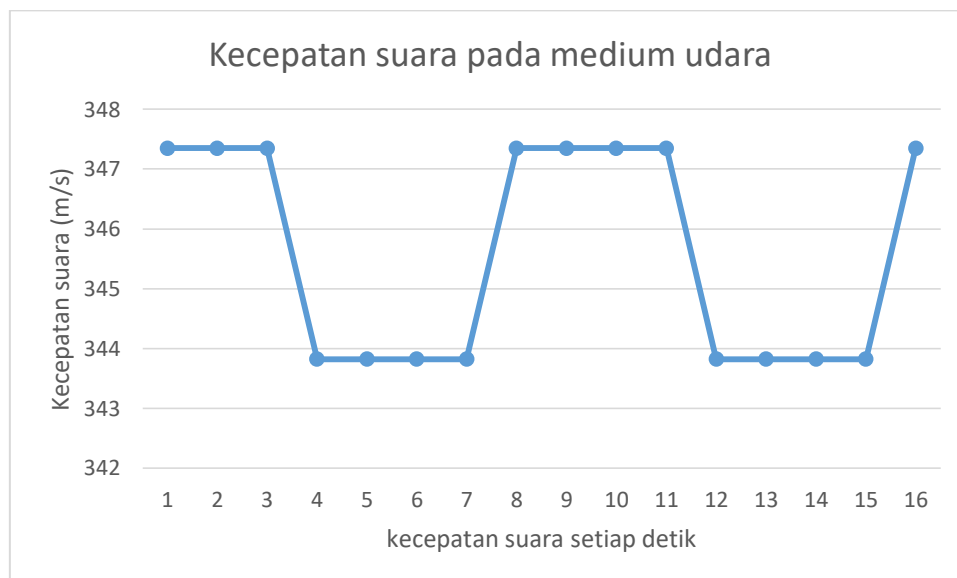


Gambar 6. Kecepatan suara di air



Grafik memperlihatkan perbedaan nilai pada medium udara dan medium air. pada medium udara nilai kecepatan suara memiliki nilai lebih kecil dari pada nilai kecepatan suara pada medium air. Hal ini

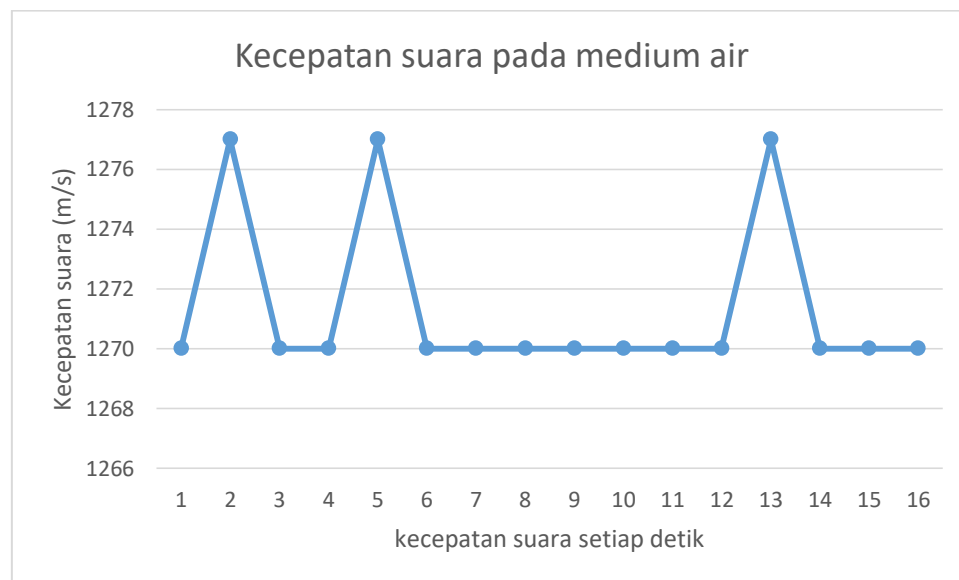
sudah sesuai dengan konsep bahwa kecepatan suara lebih besar jika medium yang dilalui gelombang suara memiliki densitas dan bulk modulus lebih tinggi.



Gambar 7. Grafik kecepatan suara pada medium udara

Pada data grafik kecepatan suara di medium air memiliki nilai lebih rendah dan lebih tinggi dari perhitungan. Dilihat dari hasil perhitungan pada temperatur 10 derajat celcius sedangkan pada uji coba temperatur air berkisar 29 derajat celcius.

Ketika medium relatif hangat maka gerakan partikel akan semakin cepat sehingga kecepatan suara juga meningkat. Dalam hal ini kecepatan suara di medium air yang lebih tinggi dari perhitungan sesuai dengan teori dan konsep fisis.



Gambar 8. Grafik kecepatan suara pada medium udara

4. Simpulan dan Saran

Dari hasil perhitungan dan uji coba yang telah dilakukan dapat disimpulkan yakni jarak benda merupakan gelombang pantul suara ultrasonic tidak dapat mempengaruhi pada kecepatan suara. Pada saat di medium air didapatkan kecepatan suara nya sekitar 4,5 kali lebih cepat. Hal ini dikarenakan kecepatan suara tergantung dalam medium. Dalam peristiwa ini air memiliki densitas dan bulk modulus lebih tinggi dibandingkan dengan udara. Hal ini mengakibatkan gelombang suara merambat lebih cepat melalui air. Hal ini bisa saja terjadi karena partikel partikel air saling berinteraksi lebih banyak daripada partikel partikel udara. Hal tersebut sudah sesuai dengan konsep yang menyatakan bahwa kecepatan suara lebih besar jika medium yang dilalui oleh gelombang suara memiliki densitas dan bulk modulus lebih tinggi. Hal lain yang dapat mempengaruhi

nilai dan ketepatan uji coba ini adalah keakuratan suhu ruang.

Saran sebelum melakukan uji coba mengukur kecepatan suara dilakukan sebaiknya dikalibrasi dahulu pada alat peraga ini untuk memastikan hasil yang akurat dan konsisten. Bagian-bagian alat peraga sebaiknya memiliki ukuran atau kapasitas yang lebih besar seperti pada bagian timba berisi air agar data yang didapat lebih banyak. Dengan data yang lebih banyak maka dapat memberikan informasi yang lebih lengkap dan akurat dalam memahami konsep materi gelombang suara.

Daftar Pustaka

- Aprilia, R. D., Harijanto, A., & Subiki, S. (2022). Rancang Bangun Alat Peraga Fisika Efek Doppler Menggunakan Modul Sensor Suara dan Arduino. *Jurnal Fisika Unand*, 11(2), 139–145.

- <https://doi.org/10.25077/jfu.11.2.139-145.2022>
- Boimau, I., Irmawanto, R., Taneo, M. F., Studi, P., Fisika, P., & Keguruan, S. T. (n.d.). *RANCANG BANGUN ALAT UKUR LAJU BUNYI DI UDARA MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS ARDUINO*.
- Kause, M. C., & Boimau, D. I. (n.d.). *RANCANG BANGUN ALAT PERAGA FISIKA BERBASIS ARDUINO (Studi Kasus Gerak Jatuh Bebas)*.
- Sabar, S., Hariyanto, D., Pertiwi, K., & ... (2021). Pengaruh Suhu Pada Pengukuran Jarak Menggunakan Sensor Ultrasonik SR04/05 Berbasis Instrumentasi Maya. *Journal of Science ...*, 59–64. <http://journal.itera.ac.id/index.php/jstvc/article/view/539%0A>
- <https://journal.itera.ac.id/index.php/jstvc/article/download/539/210>
- Sugih Miftahul Huda, A., Awaliyah Zuraiyah, T., & Lukmanul Hakim, F. (2019). Prototype Alat Pengukur Jarak Dan Sudut Kemiringan Digital Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Accelerometer Berbasis Arduino Nano. *BINA INSANI ICT JOURNAL*, 6(2), 185–194.
- Pitunov, B. 13 Desember 2007. Sekolah Unggulan Ataupun Sekolah Pengunggulan *Majapahit Pos*, hlm. 4 & 11
- Waseso, M.G. 2001. *Isi dan Format Jurnal Ilmiah*. Makalah disajikan dalam Seminar Lokakarya Penulisan artikel dan Pengelolaan jurnal Ilmiah, Universitas Lambungmangkurat, 9-11 Agustus