

Rekayasa Alat Ukur Panjang Gelombang Suara Menggunakan Tabung Resonansi Berbasis Arduino Untuk Pengembangan Praktikum Fisika Dasar

Zuly Budiarmo¹, Eddy Nurraharjo², Hersatoto Listiyono³

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Stikubank

³Program Studi Manajemen Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Stikubank

zulybudiarmo@edu.unisbank.ac.id, eddynurraharjo@edu.unisbank.ac.id,

hersatotolistiyono@edu.unisbank.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi digital yang sangat pesat mengubah teknologi sistem kendali dari sistem kendali analog menjadi sistem kendali digital. Salah satu jenis mikrokontroler yang sering digunakan saat ini adalah Arduino. Dengan kemampuan yang ada pada arduino, dapat diterapkan pada alat pengukur panjang gelombang suara. Peralatan yang sering digunakan dalam praktikum fisika dasar tentang gelombang bunyi adalah tabung resonansi. Tujuan dari percobaan tabung resonansi adalah mencari sebuah kondisi dimana terjadi peristiwa resonansi yang ditunjukkan dengan adanya peristiwa interferensi antara gelombang suara yang berasal dari sumber suara di ujung tabung dengan gelombang suara yang dipantulkan oleh permukaan air di dalam tabung. Dengan menggunakan arduino semua peralatan tersebut dapat digantikan. Sumber suara dapat dihasilkan dari arduino yang dapat diatur frekuensinya dengan menggunakan Titik terjadinya peristiwa resonansi digantikan dengan sensor suara, untuk ketinggian permukaan air saat terjadi resonansi digunakan sensor jarak yang hasilnya ditampilkan pada layar lcd, sedangkan untuk mendeteksi ketinggian permukaan air digunakan dua buah sensor cahaya yang diletakkan di tabung bagian bawah dan bagian atas tabung. Untuk mengatur ketinggian permukaan air pada tabung dilakukan dengan menambah dan mengurangi volume air dalam tabung. Dengan menggunakan arduino hasil pengukuran mempunyai tingkat ketelitian lebih tinggi dibandingkan dengan pengukuran secara manual.

Kata Kunci: Arduino, Tabung Resonansi, Sensor, Panjang Gelombang

Abstract

The development of digital technology has changed the control system technology from an analog control system to a digital control system. Microcontroller that is often used today is Arduino. With the capabilities that exist in arduino, can be applied to measuring the wavelength of sound. Equipment that is often used in basic physics practicum on sound waves is a resonance tube. The purpose of the resonance tube experiment is to find a condition in which a resonance event occurs which is indicated by an interference event between the sound waves originating from the sound source at the end of the tube and the sound waves reflected by the surface of the water in the tube. By using arduino all these equipment can be replaced. Sound sources can be generated from Arduino whose frequency can be adjusted by using the point of occurrence of the resonance event to be replaced by a sound sensor, for the water level when resonance occurs, a proximity sensor is used whose results are displayed on the LCD screen, while to detect the water level, two light sensors are used. placed at the bottom of the tube and the top of the tube. To adjust the water level in the tube is done by increasing and decreasing

the volume of water in the tube. The measurement results using this metode have a higher level of accuracy then manual measurements.

Keywords: Arduino, Resonance Tube, Sensor, Wavelength

1. PENDAHULUAN

Teknologi sistem kendali berubah dari sistem kendali analog menjadi sistem kendali digital. Mikrokontroler merupakan salah satu perangkat sistem kendali yang bekerja secara digital. Dengan kemampuan yang dimiliki mikrokontroler, berbagai peralatan telah menggunakan mikrokontroler sebagai perangkat pendukung sistem kendali. Salah satu jenis mikrokontroler yang sering digunakan saat ini adalah Arduino.

Sensor merupakan sebuah peralatan yang diperlukan untuk mendukung penerapan teknologi digital di berbagai bidang. Karakteristik sensor yang hanya menghasilkan besaran - besaran analog menjadi tantangan tersendiri dalam menerapkan teknologi digital dengan menggunakan sensor. Perubahan Sistem Analog menjadi sistem digital merupakan salah satu hal yang menjadi awal berkembangnya sistem digital. Dengan berubahnya sistem analog menjadi sistem kendali digital maka jenis perangkat yang digunakan juga berubah.

Dalam penelitian ini akan dilakukan penerapan arduino pada alat pengukur kecepatan suara. Peralatan tersebut sering digunakan dalam praktikum fisika dasar. Sebuah tabung yang berisi air merupakan peralatan utama yang digunakan dalam percobaan pengukur kecepatan suara. Tabung berfungsi sebagai media rambatan gelombang suara dan permukaan air berfungsi untuk memantulkan gelombang suara. Sebagai sumber suara digunakan sebuah garpu tala yang mampu menghasilkan gelombang suara dengan frekuensi tertentu dan diletakkan pada ujung atas tabung. Gelombang suara akan merambat ke arah bawah tabung dan dipantulkan ke atas oleh permukaan air dalam tabung.

Peristiwa interferensi terjadi jika gelombang suara yang merambat ke bawah tabung bertemu dalam satu titik simpul yang sama dengan dengan gelombang pantul. Dengan mengatur ketinggian permukaan air, akan mengubah jarak antara sumber suara dengan permukaan air. Pengaturan jarak permukaan air dengan ujung tabung bertujuan untuk mencari suatu keadaan dimana terjadi peristiwa interferensi yang ditandai dengan terdengarnya suara yang paling keras. Peristiwa interferensi akan terjadi berulang ulang tergantung frekuensi sumber suara. Jarak antara ujung tabung dengan permukaan air disebut sebagai jarak resonansi. Panjang gelombang suara selisih jarak antara resonansi yang satu dengan jarak resonansi berikutnya.

Percobaan tabung Kundt cukup umum di laboratorium sekolah: selain mengamati gerakan serbuk di dalam tabung, seseorang dapat menentukan kecepatan perambatan suara atau panjang gelombang berdiri dengan menggunakan mikrofon, speaker, osiloskop, dan komputer. Pada tahun 1866 fisikawan Jerman, August Kundt, menemukan metode untuk menampilkan gelombang akustik berdiri dalam kolom udara yang bergetar, mengamati gerakan debu dalam tabung kaca transparan.[1]

Kecepatan suara di udara diukur dengan menggunakan smartphone dan tabung karton.[2],[3] Percobaan dengan cara ini ini sangat ekonomis dalam hal peralatan. Kecepatan suara di udara diukur dalam 3% prediksi teoritis. Dalam beberapa tahun terakhir, smartphone telah dikemas dengan sensor; mikrofon, kamera, akselerometer, magnetometer, giroskop, termometer, sensor jarak

Beberapa peneliti menggunakan smartphone dalam eksperimen akustik untuk tujuan pendidikan. Percobaan umum dalam pendidikan fisika adalah mengukur kecepatan suara di udara, atau gas lainnya, dengan mengamati gelombang akustik berdiri dalam sebuah tabung. Percobaan semacam itu sering disebut sebagai tabung Kundt. Tujuan dari makalah ini adalah

untuk mencoba melakukan percobaan hanya dengan menggunakan smartphone dan tabung karton, menawarkan metode alternatif[2]

Atakan Çoban dan Niyazi Çoban dalam makalahnya yang berjudul *Using Arduino in physics experiments: determining the speed of sound in air* menerapkan kemampuan arduino dalam praktikum fisika. Perkembangan teknologi yang sangat pesat di abad ke-21 dan pentingnya pendidikan STEM di bidang pendidikan, materi perkuliahan haruslah dapat menyatukan siswa dengan teknologi dan lebih modern untuk mengganti peralatan dengan cara tradisional. Dalam penerapannya, masalah peralatan pendukung sangat penting. Peralatan yang digunakan harus terjangkau dan mudah diakses. Dalam penelitian ini digunakan tabung resonansi ujung terbuka ganda, sebuah komputer dan speaker untuk menghasilkan suara dengan frekuensi berbeda, sebuah Arduino UNO, KY038 Sound Sensor, LED Hijau dan resistansi 220 Ω digunakan mengukur kecepatan suara di udara pada suhu kamar. Dengan bantuan sebuah sensor suara, dua nilai frekuensi harmonik berturut-turut ditentukan frekuensi dasar. Menggunakan fitur tabung dan nilai frekuensi dasar, kecepatan perambatan suara di udara pada suhu kamar.[4]

Penelitian yang dilakukan Radu Taralescu, menerapkan sensor ultrasound untuk pengendali robot.[5] Dalam penelitian tersebut menggunakan parallax ultrasound dan mikrokontroler Arduino Duomilanove. Sensor ultrasonic merupakan sebuah sensor yang menggunakan gelombang suara sehingga sensor dapat dipakai di tempat-tempat dengan intensitas cahaya rendah. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Setiap sensor memiliki sensor dan transmiter yang dipisahkan pada jarak tertentu yang digabungkan menjadi satu chip bagian yang disebut Transmitter berfungsi memancarkan sonar yang akan diterima oleh sensor.
2. Jarak obyek dapat ditentukan dengan cara menghitung waktu tempuh diperlukan sinyal ultrasound dalam menempuh jarak dari sensor ke obyek yang berada di depannya.

Sensor ultrasound Parallax merupakan sensor yang dapat digunakan untuk menentukan jarak sebuah tempat dengan suatu obyek di tempat lain.[6] Sensor ini menggunakan sinyal ultrasound untuk mendeteksi adanya obyek di depan sensor. Sensor terdiri dari pembangkit gelombang dan penerima gelombang. Pada saat bekerja pembangkit gelombang akan memancarkan gelombang ke depan. Jika di depan sensor terdapat sebuah obyek, maka gelombang akan dipantulkan oleh obyek tersebut dan akan diterima oleh penerima pada sensor. Waktu tempuh gelombang dari sumber sampai dengan penerima merupakan waktu yang diperlukan untuk menempuh dua kali jarak benda dengan sensor. Sehingga waktu tempuh yang diperlukan merupakan setengah dari waktu tempuh gelombang. Kecepatan gelombang suara dalam udara adalah 445 m/detik. Dengan mengetahui waktu tempuh tersebut akan dapat diketahui jarak antara obyek dengan sensor.

Sinyal yang dihasilkan oleh sensor hanya berupa pulsa listrik dengan frekuensi tertentu. Parallax Ping merupakan seperangkat peralatan elektronik yang berupa sensor ultrasound, pengubah sinyal, dan pembangkit frekuensi. Sinyal dari sensor sudah diubah menjadi sinyal yang dapat diolah oleh mikrokontroler. Dengan mikrokontroler Arduino, sinyal tersebut dapat dijadikan sebagai masukan untuk mengubah nilai-nilai analog menjadi besaran digital. Dengan diubahnya besaran analog menjadi besaran digital maka semua proses digital dapat dilakukan pada sinyal tersebut diantaranya menampilkan hasil di LCD, mentrigger indikator, masukan untuk sistem sinyal dan lain-lain. Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diketahui bahwa jarak terdekat obyek yang dapat ditangkap adalah 2,34 cm dan jarak terjauh adalah 374 cm. [7]

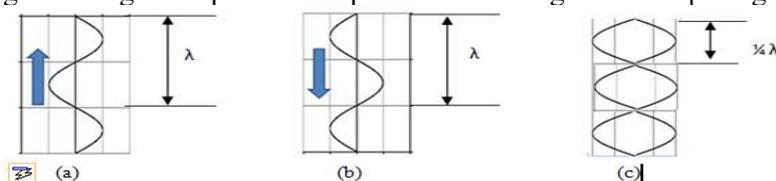
Sensor parallax ping juga dapat digunakan untuk mengukur ketinggian air dengan rentang 2 sampai dengan 500 cm. Sensor digunakan pada sebuah mikrokontroler yang digunakan untuk mengukur ketinggian air pada dan data hasil pengukuran dikirimkan ke komputer. Pada penelitian menggunakan 5 buah sumber bunyi dengan frekuensi berbeda yang dihasilkan dari getaran garpu tala.[8].

Pada bidang fotografi, sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak obyek dengan kamera. Alat berfungsi seperti radar yang digunakan pada jarak 3 cm sampai 45 cm, dan sudut 15° sampai dengan 165° . Arah sensor dikendalikan dengan motor servo.[9].

2. METODE PENELITIAN

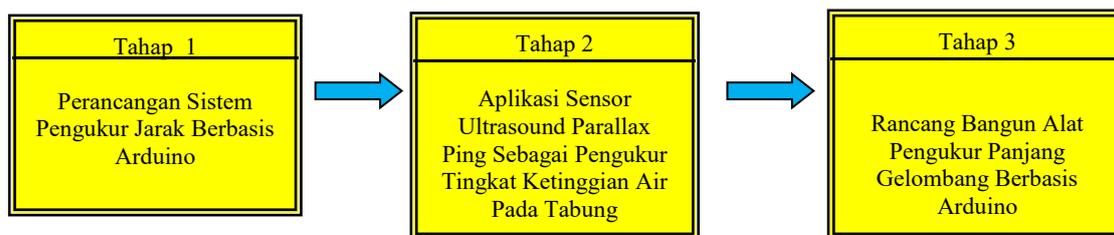
2.1 Tahapan Penelitian

Masalah utama dalam penelitian adalah mengukur ketinggian permukaan air pada tabung pada saat terjadi interferensi gelombang suara. Terjadinya interferensi ditunjukkan dengan besarnya intensitas suara yang lebih besar dari intensitas sumber suara. Perubahan intensitas suara tergantung jarak sumber suara dengan permukaan air. Jarak antara permukaan air dengan sumber suara dapat diatur dengan menambah dan mengurangi volume air di dalam tabung. Dengan mengubah volume air di dalam tabung akan didapatkan suatu titik dimana terjadi intensitas suara yang paling besar. Peristiwa interferensi antara gelombang suara yang masuk tabung dengan gelombang suara pantul oleh permukaan air digambarkan pada gambar 1.[10][11]



Gambar 1. Gelombang masuk tabung(a), gelombang pantul (b), gelombang interferensi(c)

Tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada gambar 2. Sensor jarak merupakan komponen pendukung utama pada arduino yang dapat digunakan untuk mengukur jarak sebuah obyek dari titik tertentu. Terdapat beberapa metode untuk mengukur jarak dengan menggunakan arduino. Salah satu metode yang digunakan adalah menggunakan sensor ultrasonik. Sebelum sensor diaplikasikan pada alat pengukur panjang gelombang terlebih dahulu diuji coba untuk mengukur tingkat ketinggian air pada tabung. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dengan cara manual dengan hasil menggunakan sensor.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

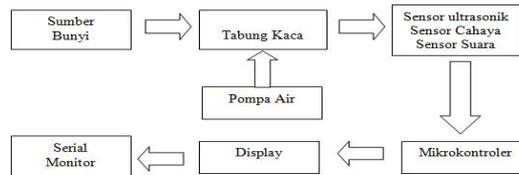
Dalam penelitian ini digunakan beberapa jenis sensor selain sensor jarak. Sensor suara digunakan mendeteksi suara dengan intensitas tertinggi, sensor cahaya (LDR) digunakan untuk mendeteksi batas atas dan batas bawah permukaan air pada tabung. Sebuah LCD digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran yang berupa jarak permukaan air pada tabung dengan ujung atas tabung dan nilai intensitas suara pada tabung. Proses penggabungan semua komponen yang digunakan dilakukan pada langkah ketiga, sehingga dihasilkan sebuah alat yang dapat digunakan untuk mengukur panjang gelombang suara yang dihasilkan dari sebuah sumber suara.

Kelanjutan dari penelitian ini adalah menambahkan beberapa fitur pada alat yang dihasilkan pada penelitian sebelumnya. Beberapa fitur yang belum dilakukan pada penelitian adalah sistem kendali terpadu untuk mengatur frekuensi sumber suara yang dilakukan secara

digital, tampilan menggunakan LCD dengan resolusi yang lebih tinggi sehingga mudah dibaca, yang dapat menampilkan hasil dengan lebih jelas.

2.2 Perancangan Perangkat Keras

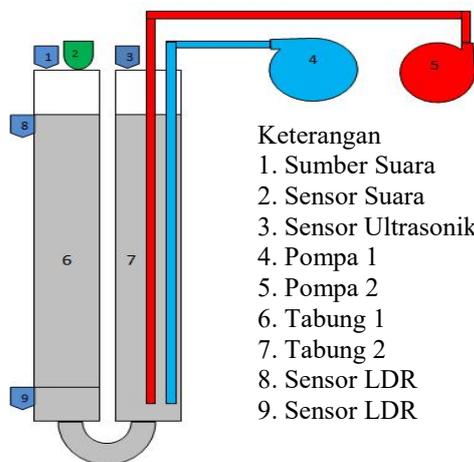
Peralatan utama dalam penelitian ini adalah sebuah tabung yang berisi air digunakan sebagai media perambatan gelombang suara. Permukaan air berfungsi untuk memantulkan gelombang suara. Sebagai sumber suara digunakan rangkaian elektronik yang dapat menghasilkan berbagai macam gelombang suara dengan frekuensi yang berbeda-beda. Gelombang suara akan merambat ke arah bawah tabung dan dipantulkan ke atas oleh permukaan air dalam tabung. Blok diagram peralatan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram Perangkat Keras

Peristiwa interferensi terjadi jika gelombang suara yang merambat ke bawah tabung bertemu dalam satu titik simpul yang sama dengan dengan gelombang pantul.[10] Dengan mengatur ketinggian permukaan air, akan mengubah jarak antara sumber suara dengan permukaan air. Pengaturan jarak permukaan air dengan ujung tabung bertujuan untuk mencari suatu keadaan dimana terjadi peristiwa interferensi yang ditandai dengan terdengarnya suara yang paling keras. Peristiwa interferensi akan terjadi berulang ulang tergantung frekuensi sumber suara. Jarak antara ujung tabung dengan permukaan air disebut sebagai jarak resonansi. Panjang gelombang suara silisih jarak antara resonansi yang satu dengan jarak resonansi berikutnya.

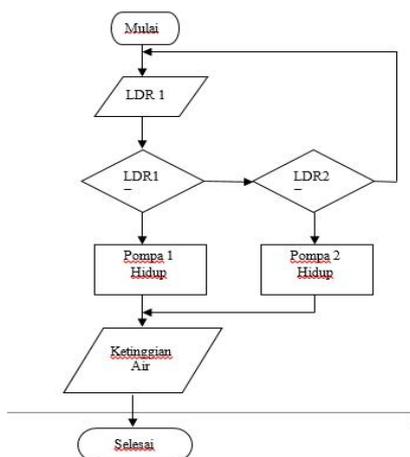
Rancangan peralatan untuk penelitian dapat dilihat pada gambar 4. Sumber suara berasal dari sebuah rangkaian elektronik yang menghasilkan suara dengan frekuensi tertentu melalui sebuah speaker. Pengaturan frekuensi sumber suara dilakukan dengan menekan tombol pilihan pada rangkaian elektronik. Dua buah sensor LDR digunakan untuk mendeteksi ketinggian permukaan air pada tabung. Pompa 1 berfungsi menambah volume air pada tabung sampai dengan permukaan air dieteksi oleh sensor LDR bagian atas. Pompa 2 berfungsi mengurangi volume air sampai dengan permukaan air dideteksi oleh sensor LDR bagian bawah. Sensor suara digunakan untuk mendeteksi intensitas suara saat terjadi interferensi gelombang suara. Untuk mengukur ketinggian permukaan air digunakan sensor ultrasonik. Semua sensor dan peralatan elektronik yang lain dikendalikan oleh mikrokontroler arduino.



Gambar 4. Tata Letak tabung dan Komponen Elektronik

2.3 Perancangan Perangkat Lunak

Peralatan utama yang digunakan untuk mengendalikan semua komponen elektronik yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah mikrokontroler arduino. Sebuah program digunakan untuk mengendalikan sensor dan komponen lain. Rancangan program sistem kendali dapat dilihat pada gambar 5. Proses pertama adalah menambah volume air pada tabung melalui pompa1. Jika permukaan air telah mencapai ketinggian pada sensor bagian atas tabung (LDR1), maka proses pengisian berhenti dilanjutkan dengan proses mengurangi volume air pada tabung oleh pompa2. Jika permukaan air sudah mencapai sensor bagian bawah tabung(LDR2), maka proses pengurangan volume air berhenti. Proses akan berulang terus menerus sampai dengan tombol power dimatikan.

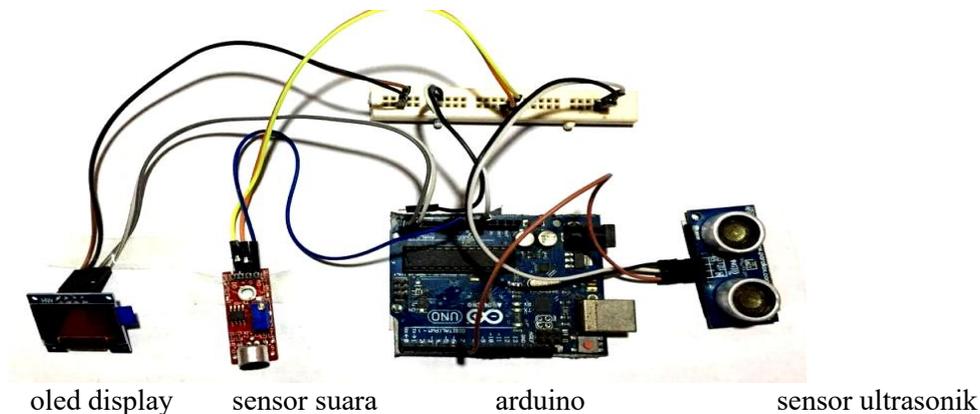


Gambar 5. Diagram Alir Kendali Sensor dan Pompa

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Perangkat Keras

Peralatan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari 2 buah modul rangkaian. Setiap modul rangkaian terhubung dengan arduino sebagai pusat kendali. Modul rangkaian pertama adalah sensor ultrasonik, sensor suara dan sensor LDR. Sensor ultrasonik berfungsi mengukur ketinggian air pada tabung, sensor suara berfungsi mengukur tingkat intensitas pada tabung, sensor LDR berfungsi mendeteksi ketinggian air. Modul kedua adalah *oled display* yang berfungsi menampilkan nilai ketinggian air yang ditangkap oleh sensor ultrasonik. Tata letak rangkaian dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Tata letak arduino, modul sensor dan oled display

3.2. Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat program adalah arduino versi 1.8.9. Program digunakan untuk mengendalikan modul rangkaian sensor dan modul oled display. Proses yang terjadi dalam program adalah sensor ultrasonik yang ditempatkan di ujung atas tabung akan membaca jarak antara sensor dengan permukaan air dalam tabung secara *real time*. Hasil proses pembacaan jarak akan ditampilkan pada *oled display*. Sensor suara yang ditempatkan di ujung tabung akan mengukur intensitas suara yang dihasilkan dari proses interferensi gelombang suara yang masuk tabung dengan suara yang dipantulkan oleh permukaan air. Intensitas suara yang ditangkap oleh sensor akan berubah tergantung ketinggian permukaan air pada tabung. Hal ini terjadi karena ketinggian permukaan air akan mempengaruhi perpaduan gelombang datang dan gelombang pantul pada tabung. Pada suatu titik tertentu akan didapatkan sebuah nilai intensitas yang paling tinggi. Titik inilah yang menjadi acuan dalam menentukan panjang gelombang suara. Potongan program kendali sensor dan *oled display* dapat dilihat pada gambar 5.

```

cml = microsecondsToCentimeters1(duration1);
cm2 = microsecondsToCentimeters2(duration2);

display.setCursor(0,0); //oled display
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(WHITE);
display.print("suara : ");
display.print(suara);

display.setCursor(0,15); //oled display
display.setTextSize(2);
display.setTextColor(WHITE);
display.print("jrk:");
|
//display.setCursor(90,15); //oled display
//display.setTextSize(2);
//display.setTextColor(WHITE);
display.println(cm1);
//display.setCursor(70,16);
//display.setTextSize(2);
//display.println("cm");
display.println();
display.display();
delay(100);
display.clearDisplay();

display.setCursor(0,15); //oled display
display.setTextSize(2);
display.setTextColor(WHITE);
display.print("jrk:");
|
//display.setCursor(90,15); //oled display
//display.setTextSize(2);
//display.setTextColor(WHITE);
display.println(cm1);
//display.setCursor(70,16);
//display.setTextSize(2);
//display.println("cm");
display.println();
display.display();
delay(100);
display.clearDisplay();

display.setCursor(0,15); //oled display
display.setTextSize(2);
display.setTextColor(WHITE);
display.print("jrk:");
|
//display.setCursor(90,15); //oled display
//display.setTextSize(2);
//display.setTextColor(WHITE);
display.println(cm1);
//display.setCursor(70,16);
//display.setTextSize(2);
//display.println("cm");
display.println();
display.display();
delay(100);
display.clearDisplay();

Serial.print(" Jarak : ");
Serial.print(cm1);
Serial.print(" cm, ");
Serial.print(" Intensitas Suara : ");
Serial.print(suara);
Serial.print(" NA ");
Serial.println();
delay(100);
}

```

(a)

(b)

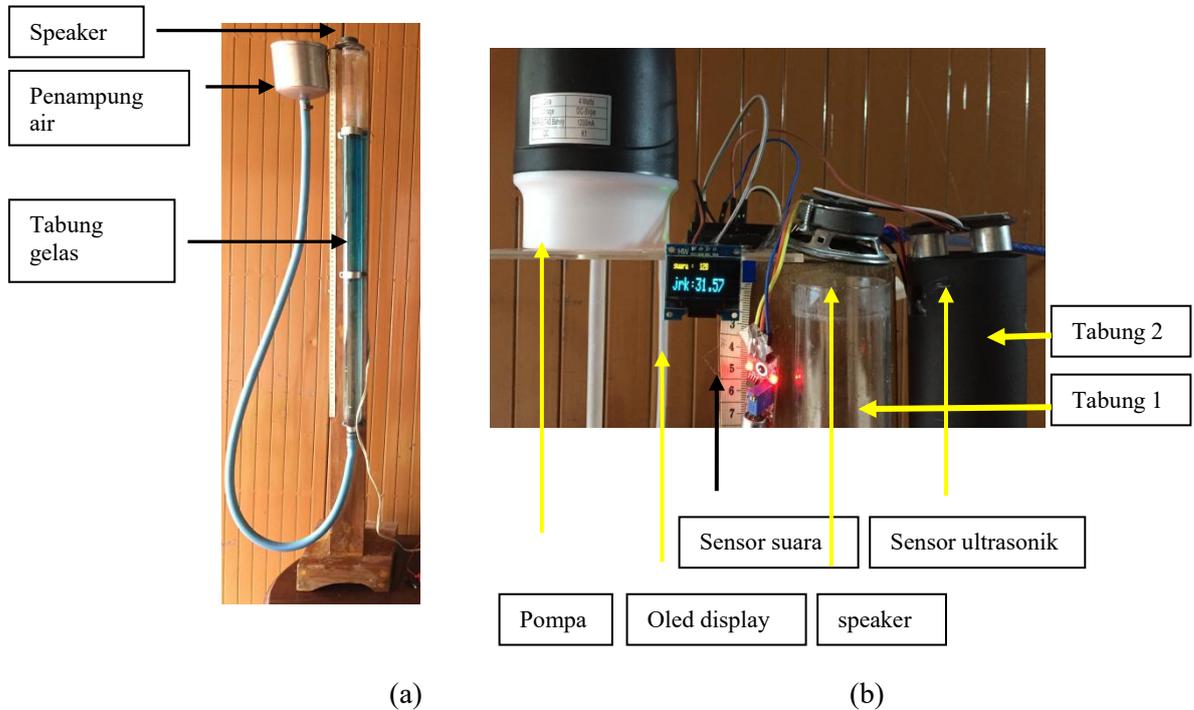
Gambar 5. Program kendali sensor (a) dan *oled display* (b)

3.3. Pengujian Sensor

Peralatan utama yang digunakan dalam percobaan sebelum menggunakan sensor adalah sebuah tabung gelas yang dihubungkan dengan sebuah tempat penampung melalui sebuah pipa. Gambar tabung dan penampung dapat dilihat pada gambar 6(a). Untuk mengatur ketinggian air dilakukan dengan menaikkan dan menurunkan penampung secara manual. Sumber suara dihasilkan dari sebuah rangkaian elektronik melalui sebuah speaker yang dipasang pada ujung atas tabung. Rangkaian elektronik dapat menghasilkan tiga jenis bunyi dengan frekuensi yang berbeda. Perbedaan frekuensi sumber bunyi yang digunakan dalam percobaan bertujuan untuk menguji kemampuan sensor ultrasonik dan sensor suara.

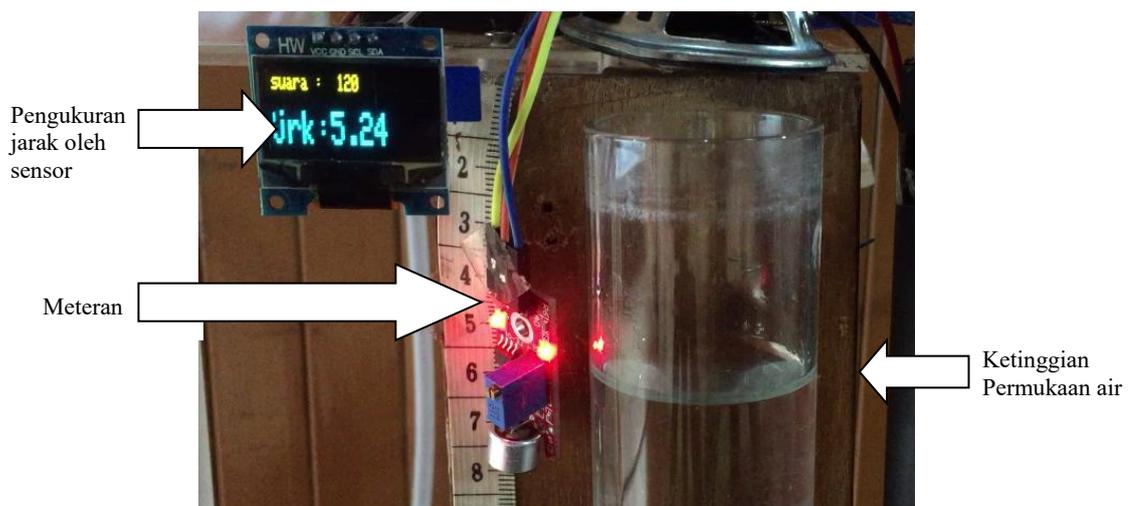
Perubahan yang dilakukan dalam penelitian adalah penambahan beberapa sensor, pompa dan tabung. Tata letak komponen dapat dilihat pada gambar 6(b). Tabung 1 berfungsi sebagai media untuk perambatan gelombang suara dan terjadinya resonansi bunyi. Tabung 2 berfungsi untuk meletakkan sensor ultrasonik. Tabung 1 dan tabung 2 terhubung melalui sebuah pipa, sehingga tingkat ketinggian air pada kedua tabung adalah sama. Pompa berfungsi menambah dan mengurangi volume air pada kedua tabung. Sensor suara berfungsi mengukur tingkat intensitas suara pada tabung. Sensor ultrasonik akan mengukur tingkat ketinggian air pada

tabung dan ditampilkan pada *oled display* secara *real time*. Jika arduino terhubung dengan komputer, tingkat ketinggian air dan intensitas suara dapat dilihat pada layar monitor komputer yang digunakan.



Gambar 6. Tabung Resonansi tanpa sensor(a), tabung resonansi dengan sensor dan oled display(b)

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan dengan membandingkan ketinggian air yang ditampilkan oleh *oled display* dengan pengamatan ketinggian air yang terbaca pada meteran. Hasil yang terbaca pada *oled display* merupakan nilai $\frac{1}{4}$ panjang gelombang (λ). Salah satu contoh hasil pengamatan adalah seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil pengamatan ketinggian air

Sumber suara yang digunakan dalam penelitian berasal dari sebuah rangkaian elektronik yang dapat menghasilkan 3 jenis gelombang suara dengan frekuensi yang berbeda. Hasil yang diperoleh dari hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1. Data yang disajikan pada tabel 1 menunjukkan ketinggian air pada saat terjadi interferensi gelombang suara. Jumlah terjadinya interferensi setiap sumber suara berbeda tergantung frekuensi dari sumber suara tersebut. Dalam penelitian digunakan dua cara pengamatan ketinggian permukaan air pada tabung. Cara pertama adalah dengan melihat ketinggian air pada tabung menggunakan meteran. Cara kedua menggunakan nilai yang tampil pada layar *oled display*. Hasil yang diperoleh dari dua cara pengamatan tidak berbeda. Perbedaan dengan dua cara pengamatan tersebut adalah tingkat ketelitian hasil pengamatan. Dengan menggunakan sensor dan hasilnya ditampilkan pada *oled display* tingkat ketelitiannya adalah 0,01.

Tabel 1. Hasil Pengujian sensor ultrasonik

Interferensi ke	Ketinggian air (Meteran)			Ketinggian air (Oled display)		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
1	17	11	7	17.11	10.51	7.22
2	21	28	15	21.21	28.22	15.52
3	26	47	24	26.73	47.34	24.13
4	30	66	35	30.14	65.81	35.24
5	34		46	34.25		44.37
6	38			37.54		

Perhitungan panjang gelombang dilakukan dengan cara menghitung selisih jarak antar titik dimana terjadi interferensi dengan titik terjadinya interferensi berikutnya. Dari data pada tabel 1 terlihat bahwa untuk sumber suara pertama (F1) terjadi 6 titik interferensi, sumber suara kedua (F2) 4 titik dan sumber suara ketiga (F3) 5 titik. Hasil perhitungan panjang gelombang untuk 3 sumber suara disajikan pada tabel 2

Tabel 2. Hasil perhitungan panjang gelombang

Ketinggian air	Selisih jarak ($\frac{1}{4}\lambda$)			Selisih jarak ($\frac{1}{4}\lambda$)		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
11 – 12	4	17	8	4.10	17.71	8.3
12 – 13	5	19	9	5.52	19.12	8.3
13 – 14	4	19	9	3.41	18.47	8.61
14 – 15	4		9	4.11		9.13
15 – 16	4					
Rata-rata	4.20	18.33	8.75	4.28	18.43	8.58

Dari hasil perhitungan yang disajikan pada tabel 2 dapat diperoleh hasil bahwa perbedaan hasil pengukuran dengan menggunakan sensor dan pengukuran secara manual sangat kecil, yaitu untuk sumber suara pertama (F1) sebesar 0,08 cm, sumber suara kedua (F2) 0,1 cm dan sumber suara ketiga (F3) adalah 0,15. Hal ini menunjukkan bahwa peralatan pengukur jarak panjang gelombang dengan menggunakan sensor arduino dapat berfungsi sebagaimana mestinya dan hasil yang lebih akurat.

4. KESIMPULAN

Alat yang digunakan untuk mengukur panjang gelombang yang dibuat terdiri dari komponen utama dan komponen pendukung. Komponen utama dalam peralatan adalah sensor dan arduino. Hasil yang diperoleh dari pengujian dan perhitungan menunjukkan bahwa arduino sebagai pusat sistem kendali telah bekerja sesuai dengan program yang dibuat untuk mengendalikan sensor dan peralatan pendukung lainnya. Dengan hasil ini maka alat pengukur jarak panjang gelombang yang dibuat dalam penelitian ini layak digunakan sebagai penunjang praktikum fisika dasar.

5. SARAN

Komponen yang digunakan dalam peralatan masih menggunakan peralatan yang ada di pasaran, sehingga kualitas dan kinerja komponen kurang teruji dari sisi daya tahan komponen terhadap resiko kerusakan jika digunakan secara terus menerus. Keterbatasan peralatan pendukung untuk perakitan juga menjadi kendala dalam merakit setiap komponen pada tempat yang permanen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sara Orsola Parolin, Giovanni Pezzi, Kundt's tube experiment using smartphones, *Physics Education, Phys. Educ.* 50 443, Volume 50, Number 4 , 19 June 2015, IOP Publishing Ltd
- [2] Simen Hellesund, 2019, Measuring the speed of sound in air using a smartphone and a cardboard tube , *Phys. Educ.* 54 (2019) 035015 (5pp), University of Oslo, Oslo, Norway
- [3] A Yavuz, Measuring the speed of sound in air using smartphone applications, 2015 *Physics Education*, Volume 50, Number 3, 2015 *Phys. Educ.* 50 281
- [4] Atakan Çoban, Niyazi Çoban, Using Arduino in physics experiments: determining the speed of sound in air, 2020, *Phys. Educ.* 55 (2020) 043005 (5pp), iopscience.org/ped
- [5] Muhammad Iqbal Syauqi, Imam Suchayyo, 2018, Pengembangan KIT Tabung Resonansi Berbantuan Aplikasi *PHYSICSTOOLBOX SENSOR SUITE* Sebagai Media Pembelajaran Gelombang Bunyi, *Inovasi Pendidikan Fisika* Vol. 07 No. 02, Juli 2018, 325-330 ISSN:2302-4496
- [6] Radu Tarulescu, Usage of Parallax ultrasonic sensors in distance measurements, *ANNALS OF THE ORADEA UNIVERSITY*, 2017, *Fascicle of Management and Technological Engineering XII(XXII)*, May 2017, DOI 10.15660 / AUOFMTE.201-1.2856
- [7] Zuly Budiardo, *Implementasi Sensor Ultrasonik untuk menentukan Panjang Gelombang Suara Berbasis Mikrokontroler. Dinamik, Volume (20) No (2) (2015)*, <https://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/fti1/article/view/4649>
- [8] Nurkholis, Junaidi, 2014, Arif Surtono, Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data Resonansi Gelombang Bunyi Menggunakan Transduser Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 *JURNAL Teori dan Aplikasi Fisika* Vol. 02, No. 02, Juli 2014
- [9] Suresh .B, Sasikala. T , *Arduino Based Distance Measurement And Monitoring System*, *IJRTI*, Volume 3, Issue 8, (2018)
- [10] Abel A Silva, Determining the speed of sound in the air by sound wave interference, *European Journal of Physics* Eur. J. Phys. 38 (2017)
- [11] Sears and Zemansky, 2014, *University Physics with Modern Physics Technology*, update Hugh D. Young Roger A. Freedman, Update Thirteenth Edition, Pearson Education Limited Edinburgh Gate, Harlow Essex CM20 2JE, England