

## Sound Level Meter Berbasis Arduino Dengan Sensor Bunyi Dan Sensor Ultrasonic Untuk Menentukan Hubungan Jarak Dengan Intensitas Bunyi

Puput Cahyo Setyo Nugroho, Mochammad Irsyadul Haj\*

Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami, Surakarta, Jawa Tengah

\*Corresponding email: mochirsyadulhaj@gmail.com

### Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan untuk memperoleh alat ukur sound level meter yang digunakan untuk menjelaskan materi mengenai Intensitas bunyi. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Prosedur yang dilaksanakan untuk percobaan Intensitas bunyi meliputi beberapa tahapan yaitu perencanaan, pembuatan dan pengujian, pengambilan data, analisa data, dan pelaporan. Dalam penelitian ini, teknik analisis data yang digunakan adalah analisis kuantitatif dan kualitatif dan untuk uji validitas data menggunakan teknik Akurasi dan Presisi. Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan: (1) Alat ukur sound level meter memiliki prinsip kerja sebagai berikut; Gelombang bunyi yang dikeluarkan oleh buzzer ditangkap oleh sound microphone sensor. Dalam microphone, gelombang tersebut akan menabrak diafragma dan diafragma akan bergetar sesuai dengan gelombang yang diterimanya. Sebuah kumparan kawat yang terdapat di bagian belakang diafragma akan ikut bergetar sesuai dengan getaran diafragma. Sebuah Magnet yang dikelilingi oleh kumparan tersebut akan menciptakan medan magnet seiring dengan gerakan kumparan. Pergerakan kumparan di Medan Magnet ini akan menimbulkan arus listrik bolak balik. Arus listrik yang dihasilkan kemudian diolah oleh mikrokontroler dan menghasilkan nilai taraf intensitas bunyi. Dalam pengukuran jarak dari sensor ke sumber bunyi digunakan prinsip pemantulan gelombang ultasonik untuk menemukan jarak yang sesuai. (2) Buzzer memiliki daya minimum  $2,7 \times 10^{-4}$  watt dan daya maksimum  $10,8 \times 10^{-4}$  watt sedangkan daya yang digunakan dalam percobaan adalah  $8,3 \times 10^{-4}$  watt. Buzzer mengeluarkan frekuensi sebesar 1058 Hz. (3) Hubungan kuadrat jarak dengan intensitas bunyi adalah  $I \sim \frac{1}{R^2}$ .

**Kata Kunci:** Alat ukur, Taraf intensitas, Sound level meter.

### PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan alam (IPA) khususnya Fisika merupakan cabang ilmu yang membahas mengenai kejadian alam, yang memungkinkan penelitian dengan percobaan, pengukuran apa yang didapat, penyajian secara matematis, dan berdasarkan peraturan-peraturan umum. Kejadian-kejadian maupun fenomena alam yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari sangat erat kaitannya dengan ilmu Fisika. Fisika merupakan bidang ilmu yang banyak mempelajari konsep yang bersifat abstrak. Untuk membuktikannya, digunakan patokan teori dan hasil eksperimen sebagai bukti akan fenomena yang terjadi. Karena itu dalam mempelajarinya banyak menuntut kemampuan dalam melakukan penggambaran mental tentang sesuatu yang dipelajari. Dengan ini beralasan bahwa IPA khususnya Fisika termasuk ilmu yang sulit untuk dipelajari

Salah satu materi dalam Fisika yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari adalah intensitas bunyi dan taraf intensitas bunyi. Intensitas bunyi adalah energi gelombang bunyi yang menembus permukaan bidang tiap satu satuan luas tiap detiknya. Sedangkan Taraf intensitas bunyi merupakan perbandingan nilai logaritma antara intensitas bunyi yang diukur dengan intensitas ambang pendengaran (Tuwaidan dkk, 2015: 38). Taraf intensitas bunyi bisa diartikan dengan tingkat kebisingan suatu bunyi pada pendengaran manusia (Lapono, 2018: 111).

Dalam materi taraf intensitas sangat penting untuk dipelajari karena merupakan hal yang hampir tiap waktu dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Dengan memahami konsep dari Intensitas bunyi dan Taraf intensitas maka diharapkan siswa mampu mengaplikasikannya dengan baik dan benar.

Namun sampai saat ini, di Sekolah Menengah Atas masih jarang dan bahkan tidak memiliki alat yang dapat menunjang pembelajaran pada materi Intensitas Bunyi dan Taraf Intensitas. Padahal menentukan nilai Intensitas dan Taraf Intensitas merupakan salah satu materi yang memerlukan gambaran visual dalam pembelajarannya mengenai pengaruh jarak terhadap intensitas. Dalam penentuan Taraf Intensitas sangat dibutuhkan ketelitian serta hasil yang akurat. Pada alat ukur yang akan dikembangkan ini contohnya yaitu dalam menentukan besarnya jarak dan Taraf Intensitas dari suatu sumber bunyi.

## **KAJIAN PUSTAKA**

### **Getaran dan Gelombang**

Getaran adalah peristiwa gerak bolak balik secara teratur suatu benda melalui satu titik seimbang. Karena terjadi dengan teratur, getaran sering juga disebut gerak periodik. Kuat atau lemahnya pergerakan benda tersebut dipengaruhi oleh jumlah energi yang diberikan. Semakin besar energi yang diberikan maka semakin kuat pula getaran yang terjadi. Satu Getaran sama dengan satu kali gerakan bolak balik penuh dari benda tersebut.

Gelombang dapat didefinisikan sebagai getaran yang merambat melalui medium yang dapat berupa zat padat, cair, dan gas. Gelombang terjadi karena adanya sumber getaran yang bergerak terus-menerus. Medium pada proses perambatan gelombang tidak selalu ikut berpindah tempat bersama dengan rambatan gelombang.

Gelombang berdasarkan medium perambatannya dapat dikategorikan menjadi gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik. Gelombang mekanik terdiri dari partikel-partikel yang bergetar, dalam perambatannya memerlukan medium. Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dihasilkan dari perubahan medan magnet dan medan listrik secara berurutan, arah getar vektor medan listrik dan medan magnet saling tegak lurus. Perambatan gelombang ini tidak memerlukan medium dan bergerak mendekati kelajuan cahaya.

### **Gelombang Bunyi**

Konsep bunyi ini sehari-hari dapat dihubungkan dengan indra pendengaran. Gelombang bunyi ini sampai ditelinga melalui medium (padat, cair, atau gas) , menyebabkan getaran-getaran pada gendang telinga diteruskan ke syaraf pendengaran. Gelombang bunyi biasanya berjalan menyebar ke semua arah dari sumber bunyi dengan amplitudo yang bergantung pada arah dan jarak dari sumber itu. Gelombang bunyi termasuk gelombang tiga dimensi.

Gelombang bunyi dapat dijelaskan sebagai perubahan tekanan di berbagai titik. Dalam gelombang bunyi sinusoidal di udara, tekanan berfluktuasi di atas dan di bawah tekanan atmosfer dalam suatu perubahan sinusoidal dengan frekuensi yang sama seperti gerak partikel udara itu. Telinga manusia bekerja dengan mengindra perubahan tekanan seperti itu. Gelombang bunyi yang masuk saluran telinga mengarahkan tekanan yang berfluktuasi pada satu sisi gendang telinga; udara pada sisi lain gendang telinga, yang dilepas keluar oleh tabung eustachio, berada dalam tekanan atmosfer. Perbedaan tekanan pada kedua sisi gendang telinga menyebabkan gendang telinga itu bergetar. Mikrofon dan alat-alat serupa biasanya juga mengindra perbedaan tekanan, bukan pergeseran.

### **Buzzer**

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loudspeaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).

### **Sound Microphone Sensor**

Sound microphone sensor ini digunakan untuk mendeteksi suara, yaitu memberikan ukuran seberapa keras suara yang dideteksi. Sensor ini berupa modul yang langsung dapat digunakan bersama dengan Arduino.

Sensor ini memiliki 3 komponen utama pada papan sirkuitnya. Pertama, unit sensor di depan modul yang mengukur area secara fisik dan mengirim sinyal analog ke unit kedua, amplifier. Amplifier menguatkan sinyal, sesuai dengan nilai resistensi dari potensiometer, dan mengirimkan sinyal ke output analog dari modul. Komponen ketiga adalah komparator yang mengubah keluaran digital jika sinyal berada di bawah nilai tertentu dan dapat dikontrol sensitivitas dengan mengatur potensiometer.

### **Sensor Ultrasonik**

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu.

Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima.

### **NodeMCU ESP8266**

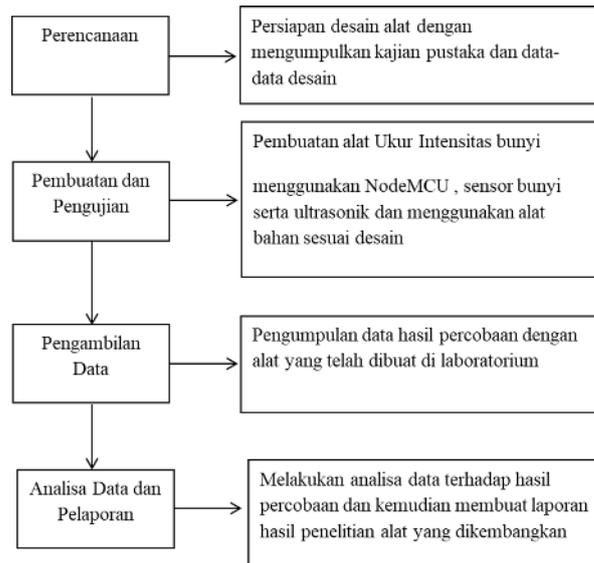
NodeMCU merupakan sebuah open source platform IoT dan pengembangan kit yang menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu dalam membuat prototype produk IoT atau bisa dengan memakai sketch dengan arduino IDE. Pengembangan kit ini didasarkan pada modul ESP8266, yang mengintegrasikan GPIO, PWM (Pulse Width Modulation), IIC, 1-Wire dan ADC (Analog to Digital Converter) semua dalam satu board.

Untuk tegangan kerja ESP8266 menggunakan standar tegangan JEDEC (tegangan 3.3V) untuk bisa berfungsi. Tidak seperti mikrokontroler AVR dan sebagian besar board Arduino yang memiliki tegangan TTL 5 volt. Meskipun begitu, NodeMCU masih bisa terhubung dengan 5V namun melalui port micro USB atau pin Vin yang disediakan oleh board-nya. Namun karena semua pin pada ESP8266 tidak toleran terhadap masukan 5V. Maka jangan sekali – kali langsung mencatunya dengan tegangan TTL jika tidak ingin merusak board anda. Anda bisa menggunakan Level Logic Converter untuk mengubah tegangan ke nilai aman 3.3v.

### Aplikasi Blynk

Blynk adalah aplikasi untuk iOS dan OS Android untuk mengontrol Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui Internet. Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat hardware, menampilkan data sensor, menyimpan data, visualisasi, dan lain-lain. (Yuliza, :3-4)

### METODE PENELITIAN



**Gambar 1.** Tahapan Prosedur Pembuatan Alat Intensitas Bunyi

Dalam penelitian ini, teknik analisis data yang digunakan adalah analisis kuantitatif dan kualitatif. Setelah mendapatkan data taraf intensitas, langkah yang pertama adalah mencari besar intensitas bunyi menggunakan persamaan:

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

dengan :

TI = taraf intensitas bunyi (dB = desi bell)

I = intensitas bunyi (watt/m<sup>2</sup>)

I<sub>0</sub> = intensitas ambang pendengaran (I<sub>0</sub> = 10<sup>-12</sup> watt/m<sup>2</sup>)

Kemudian membuat grafik untuk mengetahui hubungan jarak dengan intensitas bunyi.

Untuk uji validitas data menggunakan teknik Akurasi dan Presisi. Akurasi didapatkan dari persamaan:

$$\text{Akurasi} = r_{xy} \times 100\%$$

dimana  $r_{xy}$  diperoleh dari perhitungan:

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

Sedangkan Presisi disini diperoleh dari persamaan:

$$\text{Presisi} = 100\% - KR$$

untuk memperoleh nilai Kesalahan Relatif maka diperlukan perhitungan rata-rata data yaitu :

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

dan simpangan dari pengukuran nilai TI dengan menggunakan rumus standar deviasi sebagai berikut:

$$\Delta x = \frac{1}{N} \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N - 1}}$$

Maka dapat diperoleh nilai Kesalahan Relatif yaitu :

$$KR = \frac{\Delta x}{\bar{x}} \times 100\%$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

| No.       | Percobaan ke- |         |            |         |            |         |            |         |            |         |
|-----------|---------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
|           | 1             |         | 2          |         | 3          |         | 4          |         | 5          |         |
|           | Jarak (cm)    | TI (dB) | Jarak (cm) | TI (dB) | Jarak (cm) | TI (dB) | Jarak (cm) | TI (dB) | Jarak (cm) | TI (dB) |
| 1         | 5             | 87.2    | 10         | 80      | 15         | 76.9    | 20         | 70.1    | 25         | 64.4    |
| 2         | 5             | 87      | 10         | 80.3    | 15         | 77.4    | 20         | 71.6    | 25         | 65.6    |
| 3         | 5             | 87.5    | 10         | 80.3    | 15         | 77.4    | 20         | 70.1    | 25         | 64.4    |
| 4         | 5             | 87.7    | 10         | 80      | 15         | 76.5    | 20         | 70.9    | 25         | 65.6    |
| 5         | 5             | 87.5    | 10         | 80.7    | 15         | 77.4    | 20         | 70.1    | 25         | 65.6    |
| Rata-rata | 5             | 87.38   | 10         | 80.26   | 15         | 77.12   | 20         | 70.56   | 25         | 65.12   |

**Tabel 1.** Data hasil percobaan

| r <sup>2</sup> (m) | I(W/m <sup>2</sup> )       |
|--------------------|----------------------------|
| 0.0025             | 0.000547016                |
| 0.01               | 0.00010617                 |
| 0.0225             | 5.15229 x 10 <sup>-5</sup> |
| 0.04               | 1.13763 x 10 <sup>-5</sup> |
| 0.0625             | 3.25087 x 10 <sup>-6</sup> |

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Intensitas Bunyi dengan Kuadrat Jarak



**Gambar 2.** Grafik Hubungan Intensitas Bunyi dengan Kuadrat Jarak

| $1/r^2$ (m) | $I(W/m^2)$               |
|-------------|--------------------------|
| 400         | 0.000547016              |
| 100         | 0.00010617               |
| 44.44444    | $5.15229 \times 10^{-5}$ |
| 25          | $1.13763 \times 10^{-5}$ |
| 16          | $3.25087 \times 10^{-6}$ |

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Intensitas Bunyi dengan Seperkuadrat Jarak



**Gambar 3.** Grafik Hubungan Intensitas Bunyi dengan Seperkuadrat Jarak

| Jarak     | 5 cm     |         | 10 cm    |         | 15 cm    |         | 20 cm    |         | 25 cm    |         |
|-----------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|           | TI Sound | TI Alat |
| 1         | 87       | 87.2    | 80       | 80      | 75.3     | 76.9    | 70       | 70.1    | 70       | 70.1    |
| 2         | 87       | 87      | 80       | 80.3    | 75.3     | 77.4    | 70       | 71.6    | 70       | 71.6    |
| 3         | 87       | 87.5    | 80       | 80.3    | 75.3     | 77.4    | 70       | 70.1    | 70       | 70.1    |
| 4         | 87       | 87.7    | 80       | 80      | 75.3     | 76.5    | 70       | 70.9    | 70       | 70.9    |
| 5         | 87       | 87.5    | 80       | 80.7    | 75.3     | 77.4    | 70       | 70.1    | 70       | 70.1    |
| Rata-rata | 87       | 87.3    | 80       | 80.2    | 75.3     | 77.12   | 70       | 70.5    | 70       | 70.5    |
|           |          | 8       |          | 6       |          |         |          | 6       |          | 6       |

**Tabel 4.** Analisa Hasil Pengamatan TI untuk Akurasi

Dari beberapa tabel diatas diperoleh akurasi pengukuran sebesar

$$\text{Akurasi} = r_{xy} \times 100\% = 99.289762\%$$

Simpangan dari pengukuran nilai Taraf Intensitas dengan menggunakan persamaan standar deviasi diperoleh data berikut:

1.  $\Delta x$  (5cm) = 0.124096736
2.  $\Delta x$  (10cm) = 0.128840987
3.  $\Delta x$  (15cm) = 0.182756669
4.  $\Delta x$  (20cm) = 0.302654919
5.  $\Delta x$  (25cm) = 0.293938769

Kesalahan relatif pengukuran dengan perumusan KR diperoleh data berikut:

1. KR (5cm) = 0.142019611%
2. KR (10cm) = 0.160529513%
3. KR (15cm) = 0.236977008%

$$4. \text{ KR (20cm)} = 0.428932708\%$$

$$5. \text{ KR (25cm)} = 0.451380174\%$$

Presisi dengan menggunakan persamaan presisi dan diperoleh data berikut:

$$1. \text{ Presisi (5cm)} = 99.85798039 \%$$

$$2. \text{ Presisi (10cm)} = 99.83947049 \%$$

$$3. \text{ Presisi (15cm)} = 99.76302299 \%$$

$$4. \text{ Presisi (20cm)} = 99.57106729 \%$$

$$5. \text{ Presisi (25cm)} = 99.54861983 \%$$

Rata-rata presisi pengukuran adalah 99.7160322%

Alat ukur sound level meter memiliki prinsip kerja sebagai berikut; Gelombang bunyi yang dikeluarkan oleh buzzer ditangkap oleh sound microphone sensor. Dalam microphone, gelombang tersebut akan menabrak diafragma dan diafragma akan bergetar sesuai dengan gelombang yang diterimanya. Sebuah kumparan kawat yang terdapat di bagian belakang diafragma akan ikut bergetar sesuai dengan getaran diafragma. Sebuah Magnet yang dikelilingi oleh kumparan tersebut akan menciptakan medan magnet seiring dengan gerakan kumparan. Pergerakan kumparan di Medan Magnet ini akan menimbulkan arus listrik bolak balik. Arus listrik yang dihasilkan kemudian diolah oleh mikrokontroler dan menghasilkan nilai taraf intensitas bunyi. Dalam pengukuran jarak dari sensor ke sumber bunyi digunakan prinsip pemantulan gelombang ultasonik untuk menemukan jarak yang sesuai.

Buzzer memiliki daya minimum  $2,7 \times 10^{-4}$  watt dan daya maksimum  $10,8 \times 10^{-4}$  watt sedangkan daya yang digunakan dalam percobaan adalah  $8,3 \times 10^{-4}$  watt. Buzzer mengeluarkan frekuensi sebesar 1058 Hz. Nilai daya diperoleh dari pengukuran tegangan dan kuat arus pada buzzer yaitu 9,25 volt dan 0,9 mA sedangkan nilai frekuensi diperoleh menggunakan alat bantu lain. Dari pengukuran yang telah dilakukan, rata-rata data taraf intensitas yang diperoleh berturut-turut pada jarak 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, dan 25 cm adalah 87.38 dB, 80.26 dB, 77.12 dB, 70.56 dB, 65.12 dB. Sedangkan dari perhitungan nilai intensitas bunyi yang diperoleh berturut-turut pada jarak 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, dan 25 cm adalah  $5.47 \times 10^{-4}$  W/m<sup>2</sup>,  $1,06 \times 10^{-4}$  W/m<sup>2</sup>,  $5.15 \times 10^{-5}$  W/m<sup>2</sup>,  $1.14 \times 10^{-5}$  W/m<sup>2</sup>,  $3.25 \times 10^{-6}$  W/m<sup>2</sup>. Data yang diperoleh dituliskan dalam tabel pengamatan dan dibuat grafik hubungan jarak dengan intensitas bunyi. Berdasarkan hasil analisis dari data yang telah dilakukan, didapatkan nilai akurasi alat sebesar 99,936% sedangkan nilai presisinya sebesar 99.716%. Hal ini menunjukkan bahwa data yang diperoleh dari alat sudah mendekati dan hampir sesuai dengan pengukuran aslinya. Kemudian berdasarkan hubungan intensitas bunyi dengan seperkuadrat jarak, didapatkan grafik yang linear dengan gradien  $y = 1.10 \cdot 10^{-6} x - 2.10 \cdot 10^{-5}$ . Selain itu, dari grafik yang telah dibuat dapat diketahui error sebesar  $R^2 = 0,9985$ . Dari grafik hasil percobaan tersebut tersebut dapat membuktikan bahwa hubungan kuadrat jarak dengan intensitas bunyi adalah  $I \sim \frac{1}{R^2}$ .

## KESIMPULAN

1. Alat ukur sound level meter memiliki prinsip kerja sebagai berikut; Gelombang bunyi yang dikeluarkan oleh buzzer ditangkap oleh sound microphone sensor. Dalam microphone, gelombang tersebut akan menabrak diafragma dan diafragma akan bergetar sesuai dengan gelombang yang diterimanya. Sebuah kumparan kawat yang terdapat di bagian belakang diafragma akan ikut bergetar sesuai dengan getaran diafragma. Sebuah Magnet yang dikelilingi oleh kumparan tersebut akan menciptakan medan magnet seiring dengan gerakan kumparan. Pergerakan kumparan di Medan Magnet ini akan menimbulkan arus listrik bolak balik. Arus listrik yang dihasilkan kemudian diolah oleh mikrokontroler dan menghasilkan nilai taraf intensitas bunyi.

Dalam pengukuran jarak dari sensor ke sumber bunyi digunakan prinsip pemantulan gelombang ultasonik untuk menemukan jarak yang sesuai.

2. Buzzer memiliki daya minimum  $2,7 \times 10^{-4}$  watt dan daya maksimum  $10,8 \times 10^{-4}$  watt sedangkan daya yang digunakan dalam percobaan adalah  $8,3 \times 10^{-4}$  watt. Buzzer mengeluarkan frekuensi sebesar 1058 Hz.
3. Hubungan kuadrat jarak dengan intensitas bunyi adalah  $I \sim \frac{1}{R^2}$ .

#### DAFTAR PUSTAKA

- Tuwaidan, Yongly A., Poekoel. Vecky C., Mamahit . Dringhuzen J. (2015). Rancang Bangun Alat Ukur Desibel (dB) Meter Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3. *E-journal Teknik Elektro dan Komputer*, 4(1), 37-43.
- Lapono, Laura Anastasi Sesaragi & Pingak, Redi Kristian. (2018). Rancang Bangun Sound Level Meter Menggunakan Sensor Suara Berbasis Arduino Uno. *Jurnal ILMU DASAR*, 19(2), 111-116.