

# Pengukuran Suhu dan Kelembaban Udara Melalui Analisis Perubahan Tingkat Penyerapan Bunyi dan Kecepatan Gelombang Bunyi di Udara

Amria Sukma Ringkeh, Gurum Ahmad Pauzi & Warsito

*Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung  
Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung  
E-mail: Ringkeh\_amria@yahoo.co.id*

Diterima (1 Januari 2016), direvisi (20 Januari 2016)

**Abstract.** *The purpose of this research was to know the characteristics of the absorption of sound in air by calculating the sound absorption coefficient. Further analyzing the changes in temperature and humidity that occurs. Data was done by performing the measurement of sound intensity using a Sound Level Meter (SLM) with the variation range, frequency, and temperature as well as humidity. Sound absorption coefficient calculation using the equation by comparison of acoustic pressure at two different distances. Based on the results of the research showed at low temperature and high humidity (temperature 23.4°C and humidity 82%) generated sound absorbency coefficient was high. Then when high temperature and low humidity (temperature 39.5°C and humidity 53%) generated sound was getting low. But it didn't occur when the temperature was 29°C and humidity 57% due to several factors.*

**Keywords:** *Humidity, sound absorption coefficient, SLM, temperature*

**Abstrak.** Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui karakteristik penyerapan bunyi pada udara dengan menghitung koefisien absorpsi bunyi. Selanjutnya, menganalisis perubahan suhu dan kelembaban udara yang terjadi. Pengambilan data dilakukan dengan melakukan pengukuran intensitas bunyi menggunakan Sound Level Meter (SLM) dengan variasi jarak, frekuensi dan suhu serta kelembaban udara. Perhitungan koefisien absorpsi bunyi menggunakan persamaan perbandingan tekanan akustik pada dua jarak yang berbeda. Berdasarkan hasil penelitian menunjukan pada suhu rendah dan kelembaban tinggi (suhu 23,4°C dan kelembaban 82%) koefisien serap bunyi yang dihasilkan tinggi. Kemudian, saat suhu tinggi dan kelembaban rendah (suhu 39,5°C dan kelembaban 53%) koefisien serap bunyi yang dihasilkan semakin rendah. Tetapi, hal tersebut tidak terjadi pada saat suhu 29°C dan kelembaban 57% dikarenakan beberapa faktor.

**Kata Kunci :** Kelembaban, koefisien absorpsi bunyi, SLM, suhu

## PENDAHULUAN

Koefisien absorpsi bunyi dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik bunyi pada udara yang dipengaruhi beberapa faktor seperti suhu dan kelembaban udara (Doelle, 1993). Gelombang bunyi merupakan gelombang longitudinal yang terjadi karena energi membuat udara (partikel) merapat dan

merenggang, dengan cara ini pula energi dirambatkan keseluruh ruang pada jarak tertentu (Ishaq, 2007).

Bila gelombang bunyi menjalar sejauh  $r$  dalam suatu medium yang mempunyai koefisien absorpsi ( $\alpha$ ), maka besarnya penurunan intensitas adalah pada

**Persamaan 1:**

$$\alpha_I = \frac{10 \log \frac{I_0}{I}}{r}, \quad (1)$$

dan penurunan daya pada **Persamaan 2**:

$$\alpha_p = \frac{20 \log \frac{P_0}{P}}{r} \quad (2)$$

(Hurriyah, 2013).

Energi bunyi semakin kecil ketika menjauhi sumber bunyi dengan rasio  $1/r^2$  dari energi sumbernya, dapat dirumuskan pada **Persamaan 3**:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2} \quad (3)$$

(Ishaq, 2007).

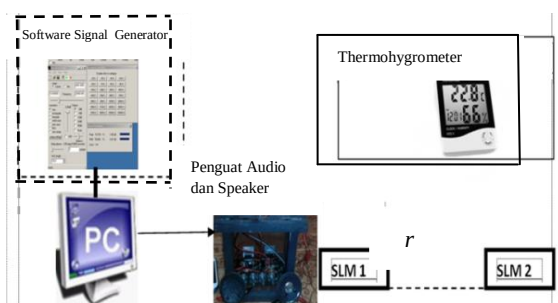
Dimana  $I$  Intensitas (dB),  $I_0$  Intensitas awal (dB),  $\alpha_I$  Koefisien absorpsi bunyi berdasarkan intensitas (dB/m),  $\alpha_p$  Koefisien absorpsi bunyi berdasarkan daya (dB/m),  $r$  Jarak (m),  $P$  Daya (Watt) dan  $P_0$  Daya Awal (Watt).

## METODE PENELITIAN

### Rancangan Perangkat Keras

Bagan rancangan perangkat keras dapat dilihat pada **Gambar 1** yang merupakan rancangan perangkat keras pengukuran intensitas bunyi, suhu serta kelembaban udara pada waktu yang sama.

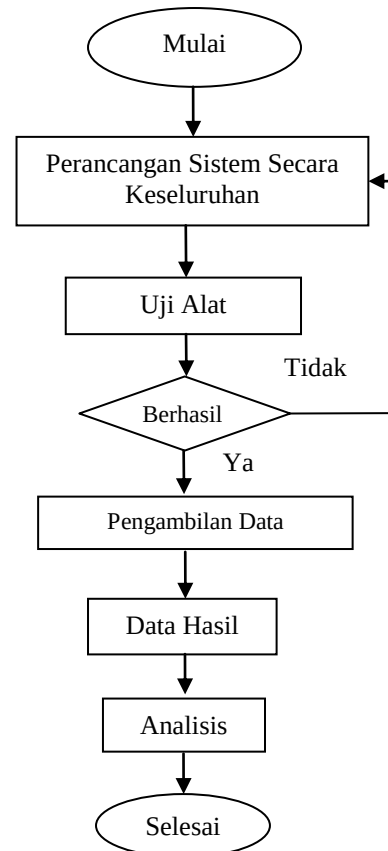
*Software signal generator* diinstal pada *Personal Computer* (PC) digunakan untuk pengaturan frekuensi, PC juga digunakan sebagai *power supply* yang disambungkan ke penguat *audio* sehingga mengeluarkan bunyi melalui speaker.



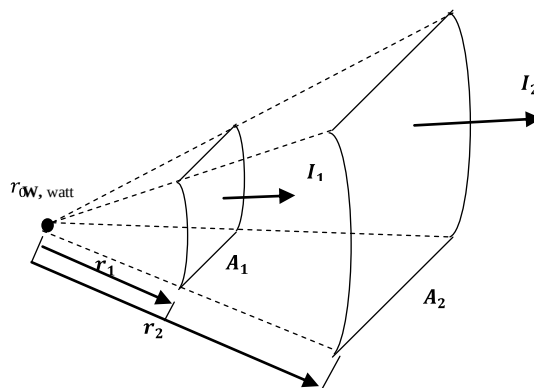
**Gambar 1.** Rancangan perangkat keras

Selanjutnya, SLM menangkap bunyi yang terukur dalam satuan dB (intensitas bunyi). Intensitas bunyi yang terukur menggunakan variasi jarak ( $r$ ) yaitu 10 m, 20 m, 30 m, 40 m, 50 m, dan 60 m.

Prosedur yang dilakukan adalah perancangan perangkat keras dan pengambilan data. **Gambar 2** merupakan tahapan yang dilakukan pada penelitian ini.



**Gambar 2.** Diagram alir penelitian



**Gambar 3.** Perbandingan tekanan akustik dua jarak berbeda (Rochmah, 2005)

### Perhitungan Koefisien Serap Bunyi

Perhitungan koefisien serap bunyi menggunakan **Persamaan 2**. Karena pada penelitian menggunakan perbandingan tekanan akustik dua jarak berbeda, maka dapat diilustrasikan seperti pada **Gambar 3** (Rochmah, 2005).

$$\frac{P_0}{P_1} = \frac{r_1}{r_0} 10^{\alpha(r_1-r_0)/20}$$

$$\frac{I_0 4\pi r_0^2}{I_1 4\pi r_1^2} = \frac{r_1}{r_0} 10^{\alpha(r_1-r_0)/20}$$

$$\text{Log} \frac{I_0}{I_1} + \text{Log} \frac{r_0^3}{r_1^3} = \frac{\alpha(r_1 - r_0)}{20}$$

dimana

$$r_0 = 0; r_1 = r_{akhir}; I_1 = I_{akhir}$$

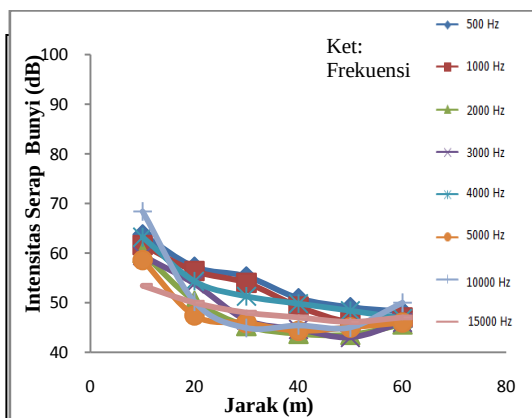
sehingga  $\alpha$  (koefisien absorpsi bunyi) didapatkan pada **Persamaan 4**:

$$\alpha = \frac{20(\text{Log} \frac{I_0}{I_{akhir}} + 1)}{r_{akhir}}. \quad (4)$$

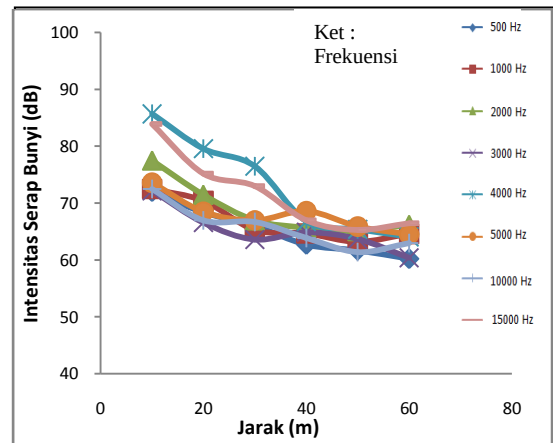
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Analisis Intensitas Serap Bunyi, Frekuensi, dan Jarak

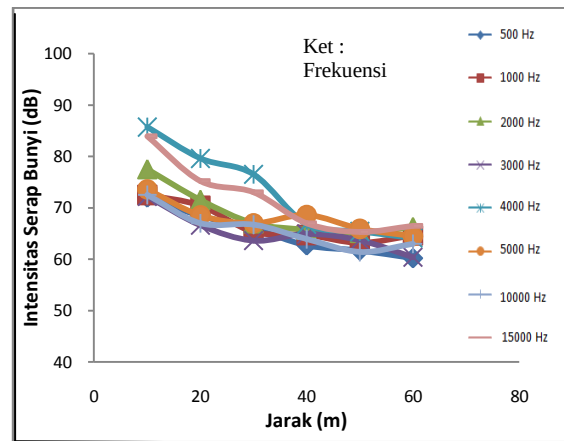
Berdasarkan data yang didapatkan maka dibuat grafik hubungan antara intensitas bunyi yang diserap dengan jarak pada **Gambar 4**, **Gambar 5**, dan **Gambar 6**.



**Gambar 4.** Grafik hubungan antara jarak dan intensitas bunyi diserap pada pagi hari



**Gambar 5.** Grafik hubungan antara jarak dan intensitas bunyi diserap Pada siang hari



**Gambar 6.** Grafik hubungan antara jarak dan intensitas bunyi diserap pada sore hari

Pada **Gambar 4**, **Gambar 5**, dan **Gambar 6** semakin jauh jarak bunyi dari sumber bunyinya, maka intensitas bunyi akan semakin kecil. Hal ini menyatakan bahwa intensitas bunyi di suatu titik berbanding terbalik dengan kuadrat jarak titik tersebut ke sumber bunyi (Young, 2003).

Pada pagi hari (**Tabel 1**) tingkat penyerapan bunyi tertinggi terjadi pada frekuensi 10.000 Hz dan terendah pada frekuensi 15.000 Hz. Akan tetapi, hal ini tidak sesuai dengan respon frekuensi SLM dimana seharusnya respon frekuensi tertinggi terjadi pada frekuensi 4000 Hz sampai 5000 Hz. Sementara pada siang dan sore hari, tingkat penyerapan bunyi

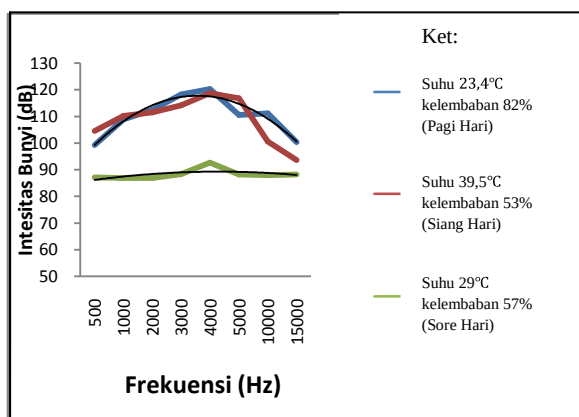
tertinggi terjadi pada frekuensi 4000 Hz (sore hari) dan 5000 Hz (siang hari). Hal ini sesuai dengan respon frekuensi SLM yang digunakan.

### Analisis Intensitas Bunyi Dengan Frekuensi Berdasarkan Suhu dan Kelembaban Udara

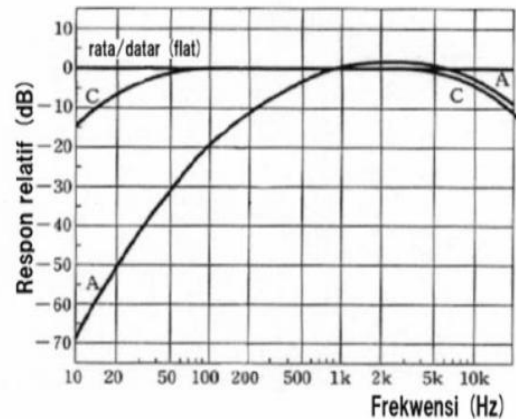
Analisis hasil penelitian dari intensitas bunyi dengan frekuensi yang dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban udara disajikan pada grafik hubungan antara intensitas serap bunyi dan frekuensi pada **Gambar 7**.

**Tabel 1.** Pebandingan tingkat penyerapan bunyi di udara berdasarkan perbedaan frekuensi

| No | Frek (Hz) | Pagi hari (dB) | Siang hari (dB) | Sore hari (dB) |
|----|-----------|----------------|-----------------|----------------|
| 1  | 500       | 15,50          | 17,60           | 11,80          |
| 2  | 1000      | 14,50          | 14,40           | 7,90           |
| 3  | 2000      | 14,40          | 14,80           | 11,30          |
| 4  | 3000      | 13,50          | 18,50           | 11,80          |
| 5  | 4000      | 16,40          | 17,40           | 21,60          |
| 6  | 5000      | 12,60          | 21,80           | 9,10           |
| 7  | 10.000    | 18,40          | 20,40           | 9,50           |
| 8  | 15.000    | 6,40           | 13,10           | 17,40          |



**Gambar 7.** Grafik hubungan antara frekuensi dan intensitas bunyi yang diserap di udara



**Gambar 8.** Karakteristik Respon Frekuensi SLM (Doelle, 1993)

**Gambar 7** menyatakan bahwa *weighting frequency* SLM sebesar 31,2 Hz sampai 8 kHz, sedangkan pengukuran pada penelitian ini mencapai 15 kHz. Oleh karena itu, pada frekuensi 10 kHz dan 15 kHz terjadi ketidakstabilan pengukuran.

Hasil penelitian dan karakteritik respon frekuensi SLM (**Gambar 8**) terjadi penurunan intensitas bunyi pada frekuensi 5 kHz dan nilai intensitas tertinggi pada frekuensi 4 kHz. Oleh karena itu, hasil penelitian sesuai dengan karakteritik respon frekuensi SLM.

Suhu udara yang terukur pada saat *sampling*, yaitu sekitar 23,4°C, 39,5°C, dan 29°C tidak terlihat perbedaan yang terlalu signifikan pada tingkat tekanan bunyi yang terbaca pada SLM, dikarenakan SLM dibuat bekerja pada *range* suhu antara -10°C sampai 50°C (14-122°F) (SNI No 7231, 2009). Sama halnya dengan kelembaban udara sampai tingkat 90% (SNI No 7231, 2009), dari data pengukuran kelembaban udara yang terukur sekitar 53% sampai 82% sehingga pengaruh terhadap pengukuran tingkat tekanan bunyi tidak terlalu signifikan.

### Analisis Data Koefisien Serap Bunyi di Udara

Koefisien serap bunyi didapatkan dengan melakukan perhitungan koefisien menggunakan **Persamaan 4** sehingga didapatkan data pada **Tabel 2**, **Tabel 3**, dan **Tabel 4**.

**Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4** ( $\overline{\alpha_r}$ ) yang digunakan untuk memudahkan menunjukan nilai koefisien serap bunyi dengan variasi jarak dan frekuensi. Selanjutnya, dilakukan perhitungan rata-rata koefisien serap bunyi berdasarkan jarak

penentuan nilai koefisien berdasarkan variasi suhu dan kelembaban udara saat pagi, siang dan sore hari pada **Gambar 9**.

**Tabel 2.** Koefisien Serap Bunyi di Udara Pada Pagi Hari Suhu 23,4°C dan Kelembaban 82% (dB/m)

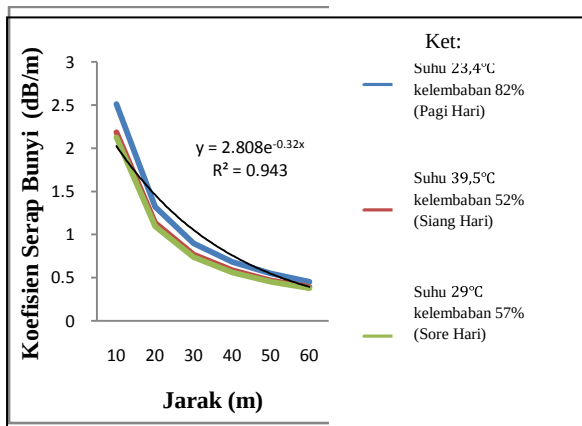
| Jarak<br>(m) | Frekuensi (Hz) |      |      |      |      |      |       |       | $\overline{\alpha_r}$ |
|--------------|----------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-----------------------|
|              | 500            | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 10000 | 15000 |                       |
| 10           | 2,38           | 2,49 | 2,54 | 2,59 | 2,55 | 2,55 | 2,42  | 2,54  | 2,51                  |
| 20           | 1,23           | 1,28 | 1,34 | 1,34 | 1,34 | 1,36 | 1,34  | 1,30  | 1,32                  |
| 30           | 0,83           | 0,86 | 0,92 | 0,93 | 0,91 | 0,92 | 0,92  | 0,88  | 0,90                  |
| 40           | 0,64           | 0,67 | 0,70 | 0,71 | 0,69 | 0,69 | 0,69  | 0,66  | 0,68                  |
| 50           | 0,52           | 0,54 | 0,56 | 0,57 | 0,55 | 0,55 | 0,55  | 0,53  | 0,55                  |
| 60           | 0,43           | 0,45 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,44  | 0,44  | 0,45                  |

**Tabel 3.** Koefisien Serap Bunyi di Udara Pada Siang Hari Suhu 39,5°C dan Kelembaban 53% (dB/m)

| Jarak<br>(m) | Frekuensi (Hz) |      |      |      |      |      |       |       | $\overline{\alpha_r}$ |
|--------------|----------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-----------------------|
|              | 500            | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 10000 | 15000 |                       |
| 10           | 2,15           | 2,17 | 2,19 | 2,23 | 2,30 | 2,21 | 2,06  | 2,14  | 2,18                  |
| 20           | 1,10           | 1,11 | 1,12 | 1,18 | 1,19 | 1,16 | 1,09  | 1,10  | 1,13                  |
| 30           | 0,74           | 0,76 | 0,76 | 0,79 | 0,80 | 0,78 | 0,74  | 0,74  | 0,76                  |
| 40           | 0,57           | 0,57 | 0,58 | 0,60 | 0,62 | 0,60 | 0,55  | 0,56  | 0,58                  |
| 50           | 0,46           | 0,46 | 0,46 | 0,48 | 0,50 | 0,48 | 0,45  | 0,45  | 0,47                  |
| 60           | 0,39           | 0,38 | 0,39 | 0,40 | 0,41 | 0,40 | 0,37  | 0,38  | 0,39                  |

**Tabel 4.** Koefisien Serap Bunyi di Udara Pada Sore Hari Suhu 29°C dan Kelembaban 57% (dB/m)

| Jarak<br>(m) | Frekuensi (Hz) |      |      |      |      |      |       |       | $\overline{\alpha_r}$ |
|--------------|----------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-----------------------|
|              | 500            | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 10000 | 15000 |                       |
| 10           | 2,16           | 2,15 | 2,09 | 2,17 | 2,06 | 2,15 | 2,16  | 2,04  | 2,12                  |
| 20           | 1,10           | 1,09 | 1,08 | 1,12 | 1,06 | 1,10 | 1,17  | 1,06  | 1,09                  |
| 30           | 0,74           | 0,74 | 0,74 | 0,76 | 0,72 | 0,74 | 0,74  | 0,72  | 0,74                  |
| 40           | 0,57           | 0,56 | 0,56 | 0,55 | 0,57 | 0,55 | 0,56  | 0,55  | 0,56                  |
| 50           | 0,45           | 0,45 | 0,44 | 0,45 | 0,46 | 0,45 | 0,45  | 0,45  | 0,45                  |
| 60           | 0,38           | 0,37 | 0,37 | 0,38 | 0,38 | 0,37 | 0,37  | 0,37  | 0,37                  |



**Gambar 9.** Grafik hubungan antara jarak dan koefisien serap bunyi di udara

Semua hasil perhitungan koefisien serap bunyi menunjukkan bahwa semakin jauh jarak dari sumber bunyi maka nilai koefisien serap bunyi di udara semakin kecil. Hal ini dikarenakan intensitas bunyi dengan koefisien serap bunyi berbanding lurus sehingga hasil perhitungan koefisien dengan respon frekuensi sama.

**Gambar 9** menunjukkan bahwa koefisien serap bunyi dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban udara. Pagi hari yang memiliki kelembaban udara tinggi dan suhu yang rendah menghasilkan koefisien serap bunyi yang tinggi. Sebaliknya, di sore hari yang memiliki kelembaban udara rendah dan suhu tinggi menghasilkan koefisien serap bunyi yang rendah. Namun, sore hari yang memiliki suhu lebih rendah dari suhu siang hari ketika diukur justru memiliki koefisien serap bunyi yang lebih kecil.

Hal ini dapat terjadi karena beberapa faktor seperti pengaruh kecepatan angin dan SLM yang menyerap bunyi lain di luar sumber bunyi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menyatakan bahwa semakin jauh jarak sumber bunyi, maka intensitas bunyi yang terukur semakin kecil untuk semua respon frekuensi. Selanjutnya, penyerapan bunyi di udara dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban melalui analisis hasil perhitungan koefisien serap bunyi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Doelle, L., 1993, *Akustik Lingkungan*, diterjemahkan oleh Lea Prasetyo, Erlangga. Jakarta.
- Hurriyah, 2013. Atenuasi Gelombang (Studi Pada Gelombang Seismik). *EKSAKTA Vol.2 Tahun XIV Juli 2013*.
- Ishaq Muhammad, 2007. *Fisika Dasar edisi 2*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Rochmah, 2005. *Teknik Akustik 2*, Penerbit PT. Roda Pelita,. Sudrajat, Ajat.,Catatan Mata Kuliah Akustik, Jurusan Teknik Fisika, Universitas Nasional, Jakarta. 15.
- Turner, J. D. and A. J. Pretlove, "Acousticfor Engineers", MACMILLANS.
- Standar Nasional Indonesia No 7231. 2009. *Metode Pengukuran Intensitas Kebisingan di Tempat Kerja*. Badan Standarisasi Nasional.
- Young, Freedman. 2003. *Fisika Universitas Jilid 2*. Erlangga. Jakarta.