



Kaitan Luas Permukaan Pot Bonang Dengan Frekuensi Nada yang Dibangkitkan

Putri Hesti Pebriani¹, Rahmawati Munir¹, Adrianus Inu Natalisanto^{1,*}

¹Laboratorium Fisika Teori dan Material Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mulawarman

Jl. Barong Tongkok No.4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda, Kalimantan Timur 75123 Indonesia

*E-mail korespondensi: adrianus.inu@gmail.com

Abstract

One of the musical instruments in the gamelan is the bonang instrument. A bonang is a musical instrument with a small, hollow structure. This study was conducted to determine the relationship between the surface area of the bonang pot and the frequency of the basic tone generated, and to find out the results of the variety of sounds on the bonang musical instrument. A bong that was stopped only after the sound was muted was applied to record the audio directly. Using Audacity software, a surface area and frequency are then measured, and the output signal is measured using the Fourier transform method. The parameters measured are surface area and frequency. In accordance with the results of this study, there is a connection between surface area, or the basic frequency, which is achieved with a frequency of 0.88363, and frequency, which is obtained with a frequency of 0.986053. So, it is concluded from the study that has been carried out that the surface area has an influence on the frequency. Users can determine the frequency of a bonang musical instrument's fundamental tone by varying its frequency values from lowest to highest and analyzing the output signal with audiocyt software. As a result, each sound produced by a bonang pot is distinct and nonsequential. This is because, like modern musical instruments, a bonang laras slendro does not yet have a set tone frequency.

Keywords: Bonang Musical Instrument, Frequency, Surface Area

PENDAHULUAN

Saat ini, alat musik tradisional sudah sangat jarang ditemui, terutama gamelan. Gamelan Jawa sendiri merupakan salah satu kebudayaan tradisional warisan dari nenek moyang yang sampai saat ini masyarakat menjadikan suatu nilai budaya yang dijunjung tinggi dari generasi ke generasi. Salah satu alat musik gamelan, yaitu bonang. Secara umum, bonang memang identik dengan permainan musik tradisional di Indonesia. Alat musik bonang sering digunakan sebagai pengiring pertunjukan seni, pengiring upacara kenegaraan yang bersifat sakral [1].

Frekuensi pada gong laras slendro telah dilakukan oleh (Trisnowati, 2017) dengan mengukur diameter gong yang diteliti pada bagian bagian depan gong, lalu data diameter diurutkan dari nilai terkecil sampai terbesar, kemudian mengukur spektrum bunyi dengan melihat nilai *peak* (puncak) tertinggi dari spektrum tersebut [2]. Kemudian (Nurmalia, 2016) meneliti tentang pengukuran frekuensi gender barung laras slendro menggunakan perangkat lunak spectraplus, disini peneliti mencari frekuensi menggunakan perangkat lunak spectraplus yang di install di laptop, penelitian karakteristik frekuensi bunyi gender barung laras selendro dilakukan dengan menggunakan 7 set gender barung laras slendro di wilayah DIY [3].

Sehingga pada penelitian ini menggunakan salah satu alat musik tradisional gamelan yang dipukul yaitu bonang. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji luas permukaan pot bonang dengan frekuensi nada dasar yang dibangkitkan. Penelitian ini berpontesi untuk membangkitkan kembali eksistensi alat musik tradisional yang sedikit redum akibat adanya pengaruh musik modern saat ini. Penelitian ini juga diharapkan dapat berkontribusi dalam industri musik khususnya nada dasar yang dibangkitkan oleh alat musik bonang.

TINJAUAN PUSTAKA

Getaran Piring Tipis

Pelat tipis gaya pemulih dihasilkan dari kekakuan diafragma. Analisis plat akan dibatasi pada getaran simetris dari diafragma melingkar yang seragam. Sehingga, gaya pemulih yang bekerja pada pelat tergantung pada elastisitas terhadap lentur, koefisien suku yang tepat harus mirip dengan getaran melintang ketika ditekuk memanjang tetapi tingkat lateral lembaran menghambat pengeritingan. Dengan demikian, frekuensi alamiahnya adalah jauh terpisah dari membran sirkular. Hal ini dinyatakan dalam persamaan (1) [4].

$$\begin{aligned} f_1 &= \frac{g_1^2}{2\pi a^2} \frac{d}{\sqrt{12}} \left(\frac{Y}{\rho(1-\sigma^2)} \right)^{1/2} \\ &= 0.47 \frac{d}{a^2} \left(\frac{Y}{\rho(1-\sigma^2)} \right)^{1/2} \end{aligned} \quad (1)$$

dengan ρ adalah kerapatan volume bahan, atau rasio Poisson, modulus Young, dan $x = d/12$, d adalah ketebalan pelat.

Alat Musik Bonang

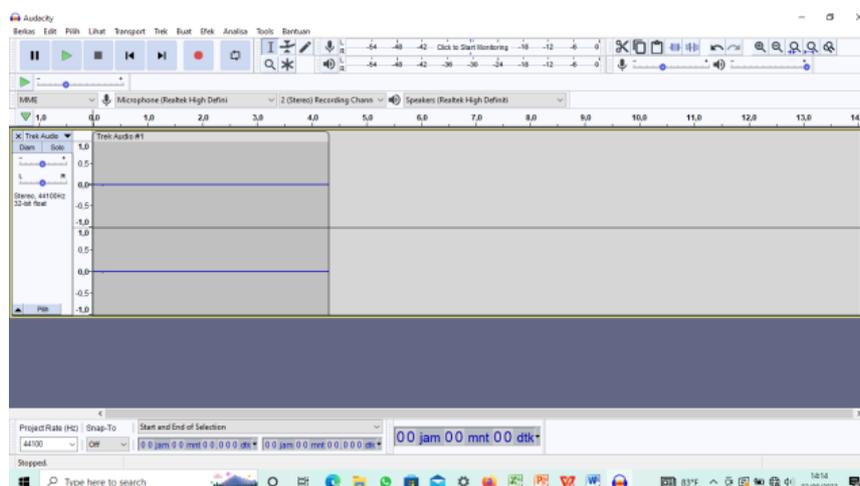
Alat musik bonang sendiri merupakan alat musik pukul yang bentuknya mirip gong kecil. Adapun susunan nada bonang laras slendro dari kiri ke kanan: atas 6, 5, 3, 2, 1 dan bawah 1, 2, 3, 5, 6. Bonang terbuat dari perunggu berbentuk bulat berongga (tertelungkup) dengan pencon (benjolan) di atas bagian tengah. Adapun ilustrasi alat musik bonang ditunjukkan pada Gambar 1 [2].



Gambar 1. Alat Musik Bonang

Audacity

Software Audacity merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk mengukur bunyi frekuensi maupun intensitas bunyi secara langsung dari sumber bunyi. *Software* Audacity merupakan sebuah *software* yang berfungsi untuk mengedit audio dan dapat dijalankan di komputer dengan *operating system* Mac, Windows, dan Linux. Audacity merupakan *software* gratis tidak berbayar dan dapat diunduh dari laman resminya audacityteam.org. Tampilan *software* Audacity ditunjukkan pada Gambar 2 [5].



Gambar 2. *Software* Audacity

Transformasi Fourier

Bentuk dalam gelombang pada sinyal dasarnya merupakan fungsi waktu, analisis yang digunakan merupakan analisis Fourier, yang dikembangkan menjadi Deret Fourier. Deret Fourier sendiri merupakan penguraian fungsi periodik menjadi jumlahan fungsi-fungsi beresilasi, yaitu fungsi sinus dan kosinus, ataupun eksponensial kompleks.

Algoritma FFT memiliki pokok dekomposisi perhitungan Diskrit Fourier Transform (DFT) dari suatu sekuen sepanjang N kedalam suatu transformasi Diskrit Fourier secara berturut-turut lebih kecil [6].

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{\frac{2\pi i}{N} nk} \quad (2)$$

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kaitan luas permukaan pot bonang dengan frekuensi nada dasar yang dibangkitkan. Langkah-langkah yang dilakukan adalah mengukur luas permukaan menggunakan penggaris, lalu direkam suara alat musik bonang, kemudian dilakukan 2 pengolahan, yaitu pertama diinput rekaman menggunakan *software* Audacity dan diinput rekaman pada *software* Matlab. Hasil rekaman tersebut dikonversikan ke mp3 mejadi wav, kemudian dianalisis menggunakan transformasi Fourier. Hasilnya berupa grafik hubungan antara luas permukaan dengan frekuensi dan grafik sinyal domain waktu yang diubah ke dalam grafik sinyal domain diskrit. Untuk mencari nilai frekuensi tiap instrumen *sampling* nada, dibutuhkan fungsi transformasi Fourier adalah algoritma mencari sinyal diskrit yang menentukan nilai frekuensi pada *sampling* bunyi instrumen. Berikut fungsi algoritma

transformasi Fourier untuk menghitung nilai frekuensi *sampling* menggunakan Matlab yang ditunjukkan pada Tabel 1 [6].

Tabel 1. Fungsi FFT Diskrit Frekuensi Nada

Fungsi FFT	Keterangan
>> [wave,fs]=audioread('1k1k.wav');	<i>Sampling</i> nada
>> sound(wave,fs);	Mendengarkan bunyi <i>sampling</i>
>> wave=wave.*hamming(length(wave));	Jendela priodik
>> t=0:1/fs:(length(wave)-1)/fs;	Jangka waktu atau jangkauan ruang
>> figure(2);	Menampilkan area grafik untuk subplot
>> subplot(2,1,1);	Area grafik pada subplot pertama
>> plot(t,wave);	Menampilkan grafik sinyal waktu <i>sampling</i>
>> ylabel('Amplitudo (m)');	Menampilkan tulisan nilai Y
>> xlabel('Periode (s)');	Menampilkan tulisan nilai X
>> L=length(wave);	Jumlah panjang <i>sampling</i>
>> NFFT=2^nextpow2(L);	Fungsi eksponen
>> Y=fft(wave,NFFT)/L;	Transformasi data fourier diskrit
>> f=fs/2*linspace(0,1,NFFT/2+1);	Jarak vektor
>> subplot(2,1,2);	Area grafik pada subplot kedua tampilan nilai sinyal diskrit
>> plot(f,2*abs(Y(1:NFFT/2+1)));	Kekuatan sinyal DFT
>> title('Grafik hasil diskrit dari y(t)');	Menampilkan judul tulisan nilai Y nilai diskrit
>> xlabel('Frekuensi (Hz)');	Menampilkan nilai X sebagai frekuensi
>> ylabel('Y(t)');	Menampilkan nilai Y sebagai nilai diskrit

Data hasil kaitan luas permukaan dengan frekuensi nada dasar menggunakan persamaan frekuensi alamiah pada pelat tipis sebagaimana yang dirumuskan oleh persamaan (3)

$$f_1 = \frac{0,47 \cdot d \cdot \pi}{\pi \cdot a^2} \left(\frac{Y}{\rho(1-\sigma^2)} \right)^{12} \quad (3)$$

$$f_1 = \frac{1}{A} 0,47 \cdot \pi \cdot d \left(\frac{Y}{\rho(1-\sigma^2)} \right)^{12} \quad (4)$$

$$\ln f_1 = -\ln A + \ln \left\{ 0,47 \cdot \pi \cdot d \left(\frac{Y}{\rho(1-\sigma^2)} \right)^{12} \right\}, \quad A = \pi \cdot a^2$$

$$\ln f_1 = -\ln A + c \quad (5)$$

$$c = \ln \left\{ 0,47 \cdot \pi \cdot d \left(\frac{Y}{\rho(1-\sigma^2)} \right)^{12} \right\}$$

Berdasarkan persamaan modifikasi frekuensi alamiah pada pelat tipis seperti yang dirumuskan oleh persamaan (5) dapat dibuat grafik hubungan antara $\ln f_1$ sebagai sumbu x dan $-\ln A$ sebagai sumbu y untuk memperoleh nilai yang digunakan dalam menentukan hubungan antara luas permukaan dan frekuensi nada dasar berdasarkan persamaan (5) [4].

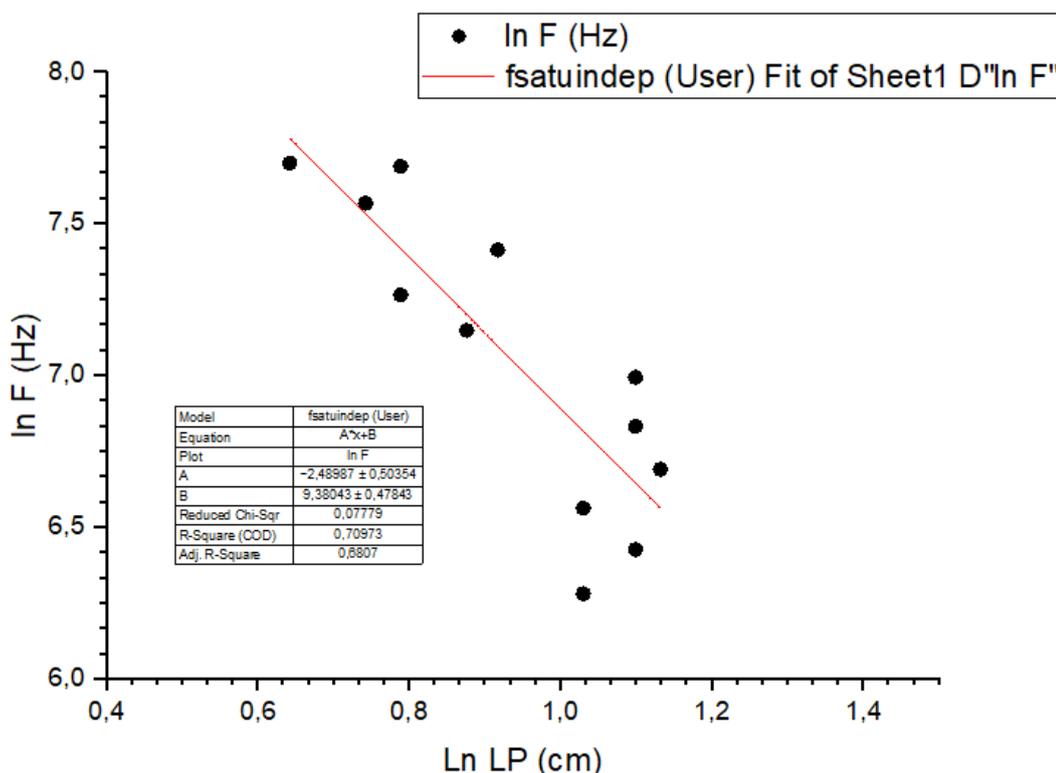
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perolehan data melalui eksperimen pengukuran luas permukaan dengan frekuensi. Sehingga data frekuensi yang didapatkan menggunakan *software* Audacity yang dilihat dari nilai puncak frekuensi *peak* (puncak) dari *spectrum* yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hubungan antara luas permukaan pot bonang dengan frekuensi nada dasar

Nama Nada	LP Rai Dalam (cm)	Frekuensi (Hz)	$\ln LP$	$\ln F$
Sorok Besar	2,8	535	1,02962	6,28227
(Nada Besar)1	3	1091	1,09861	6,99485
(Nada Besar)2	3	619	1,09861	6,42811
(Nada Besar)3	2,8	709	1,02962	6,56386
(Nada Besar)5	3,1	806	1,1314	6,69208
(Nada Besar)6	3	928	1,09861	6,83303
(Nada Kecil)1	2,4	1273	0,87547	7,14913
(Nada Kecil)2	2,2	2184	0,78846	7,68891
(Nada Kecil)3	2,5	1660	0,91629	7,41457
(Nada Kecil)5	2,2	1431	0,78846	7,26613
(Nada Kecil)6	2,1	1936	0,74194	7,56838
Sorok Kecil	1,9	2209	0,64185	7,7003

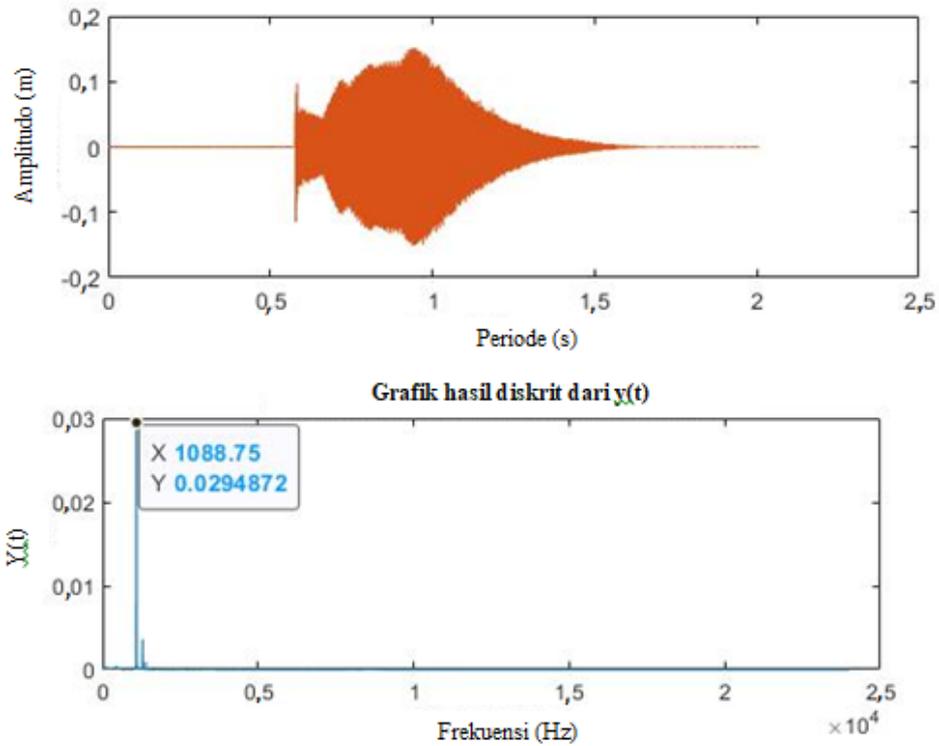
Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa data hubungan antara frekuensi dengan luas permukaan yang disusun berdasarkan posisi pot bonang pada kerangka alat musik bonang tersebut. Diperoleh grafik hubungan frekuensi dengan luas permukaan yang ditunjukkan pada Gambar 3.



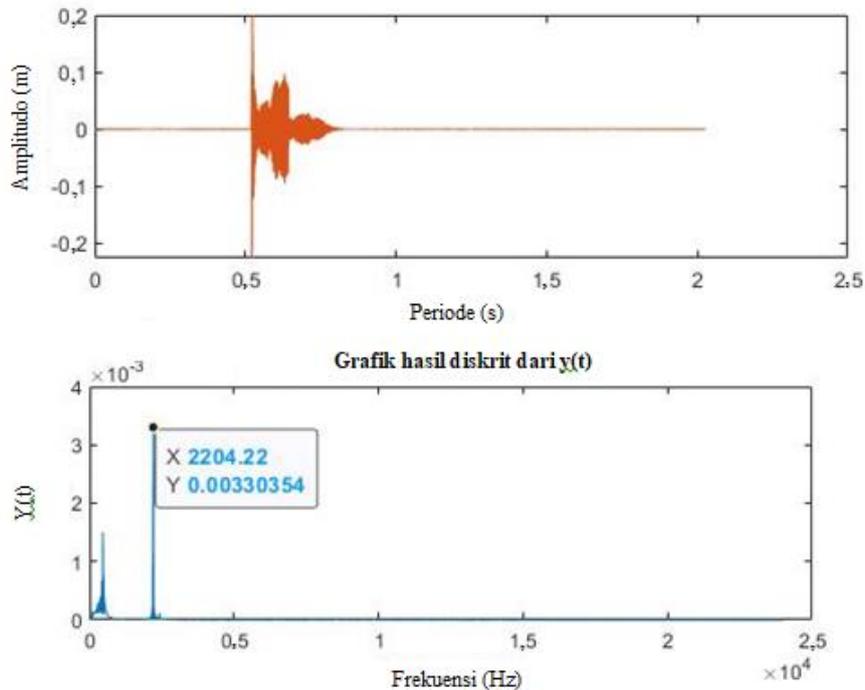
Gambar 3. Hasil hubungan antara frekuensi dengan luas permukaan

Pada Gambar 3 merupakan data hubungan antara frekuensi dengan luas permukaan. Diketahui nilai frekuensi yang didapatkan, yaitu 500 Hz hingga 2000 Hz dan untuk luas permukaan pada bagian rai dalam pot bonang tersebut dengan nilai 1,9 cm hingga 3,1 cm, sehingga nilai korelasi, yaitu 0,84244. Didapatkan dari luas permukaan yang bergetar dengan frekuensi dasar

dan pada penelitian ini mendukung keberlakuan pada persamaan (5). Berdasarkan analisis sinyal frekuensi nada dasar pot bonang menggunakan *software* Audacity, ditunjukkan pada Gambar 4 untuk nada besar 1 dan Gambar 4 untuk nada kecil 1.



Gambar 4. Hasil grafik nada besar 1 (a) sinyal domain waktu yang bercampur dengan *noise* dan (b) sinyal domain frekuensi



Gambar 5. Hasil grafik nada kecil 1 (a) sinyal domain waktu yang bercampur dengan *noise* dan (b) sinyal domain frekuensi

Pada penelitian ini menggunakan rekaman dari *software* Audacity, yang diambil dari tabuhan pot bonang sebanyak 1 kali hingga suara teredam. Adapun keluaran yang dihasilkan berupa grafik sinyal domain waktu yang tercampur dengan *noise* ditunjukkan pada Gambar 4.(a), tidak diketahui berapa diskrit yang terdapat pada gelombang sinyal tersebut. Kemudian, diolah menghasilkan sinyal diskrit atau sinyal dalam waktu domain frekuensi ditunjukkan pada Gambar 4.(b). Nilai frekuensi diketahui dengan melihat nilai amplitudo yang paling tinggi sebagai nilai frekuensi nilai nada. Adapun nilai frekuensi 2204 Hz dan grafik sinyal domain waktu yang tercampur dengan *noise* ditunjukkan pada Gambar 3.(a), tidak diketahui berapa diskrit yang terdapat pada gelombang sinyal tersebut. Kemudian, diolah menghasilkan sinyal diskrit atau sinyal dalam waktu domain frekuensi ditunjukkan pada gambar 3.(b), nilai frekuensi diketahui dengan melihat nilai amplitudo yang paling tinggi sebagai nilai frekuensi nilai nada. Adapun nilai frekuensi 1088 Hz. Diketahui bahwa nilai pada nada besar 1 lebih kecil suara keluarannya dibandingkan dengan nada kecil 1.

KESIMPULAN

Pada penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa luas permukaan rai yang terdapat pada pot bonang mempengaruhi frekuensi dasar dari alat musik tersebut, dan didapatkan dengan korelasi 0,88364 dan diperoleh ragam bunyi pada alat musik bonang dengan menganalisis sinyal keluarannya. Diketahui bahwa setiap suara yang dikeluarkan pada pot bonang berbeda-beda dan tidak berurut. Hal tersebut dikarenakan bonang laras slendro sendiri belum memiliki standar frekuensi nada seperti alat-alat musik modern.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih saya ucapkan kepada Universitas Mulawarman, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Bapak Dr. Dadan Hamdani, M.Si. selaku Dosen Penguji I dan Bapak Asmaidi S.Pd, M.Si. selaku Dosen Penguji II atas semua nasehat dan bimbingan yang diberikan, kepada penemu *Software* Audacity dan Matlab yang berguna sebagai pengolahan data saya, serta kepada seluruh pihak yang terlibat dan telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. A. Sumirat, "Aplikasi Alat Musik Gamelan Jawa pada Perangkat Android," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 14, no. 1, pp. 24–32, 2014, doi: 10.23917/emitor.v14i1.12774.
- [2] E. Trisnowati, "Analisis Frekuensi Pada Gong Laras Slendro," *Indones. J. Sci. Educ.*, vol. 1, no. 1, pp. 30–35, 2017.
- [3] S. Nurmalia, "Pengukuran Frekuensi Gender Barung Laras Slendro Menggunakan Perangkat Lunak SpectraPlus," vol. 20, no. 1, pp. 14–18, 2016.
- [4] M. L. Mattila *et al.*, "Caries Experience and Caries Increments at 10 Years of Age," *Caries Research*, vol. 35, no. 6, pp. 435–441, 2001, doi: 10.1159/000047487.
- [5] D. Setyawarno, "Analisis Gelombang Bunyi Dengan Aplikasi Audacity dan Visual Analyzer," 2017.
- [6] H. C. Palondongan, E. Budiman, and M. Taruk, "Analisis Frekuensi Nada Piano Menggunakan Algoritma Fast Fourier Transform," *J. Rekayasa Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 1, p. 81, 2019, doi: 10.30872/jurti.v3i1.2467.