

**PERBANDINGAN PREDIKSI PRODUKSI TIMAH MENGGUNAKAN MODEL
SIMPLE MOVING AVERAGES, WEIGHTED MOVING AVERAGES DAN DATA
AKTUAL DI PROVINSI KEPULAUAN BANGKA BELITUNG
(COMPARISON PREDICTION OF TIN PRODUCTION USING SIMPLE MOVING
AVERAGES MODELS, WEIGHTED MOVING AVERAGES AND ACTUAL DATA IN BANGKA
BELITUNG ISLANDS PROVINCE)**

Rohil Agatha Lusia^{1,a}

¹Universitas Bangka Belitung [rohilagatha@gmail.com]

^arohilagatha@gmail.com

ABSTRAK

Kepulauan Bangka Belitung dikenal sebagai kawasan sabuk timah Asia Tenggara. Kawasan ini menyebabkan perkembangan ekspor dan impor di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung tidak lepas dari timah. Namun pada awal tahun 2018 nilai ekspor mengalami penurunan sebesar 66,38 % dibanding tahun sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melihat hasil prediksi dari model terbaik dalam meramalkan produksi logam timah. Penelitian ini menggunakan metode *Moving Averages* dengan dua model yaitu model *Simple Moving Averages* dan *Weighted Moving Averages*. Hasil penelitian berdasarkan akurasi dan grafik perbandingan yang menjadi model terbaik dalam prediksi produksi logam timah di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung adalah *Simple Moving Averages* disebabkan model ini memiliki tingkat akurasi minimum yaitu sebesar 1,029 dan bergerak mendekati data aktual.

Kata Kunci: Produksi Timah, *Simple Moving Averages*, *Weighted Moving Averages*

ABSTRACT

The Bangka Belitung Islands are known as the Southeast Asian tin belt area. This area causes the development of exports and imports in the Bangka Belitung Archipelago Province to be inseparable from tin. The purpose of this study is to see the best prediction results and models in forecasting tin metal production. This study uses the Moving Averages method with two models, namely the Simple Moving Averages and Weighted Moving Averages models. The results of the research based on accuracy and comparative charts which are the best model in predicting tin metal production in the Bangka Belitung Islands Province are Simple Moving Averages because this model has a minimum accuracy level of 1.029 and moves closer to actual data. So that the initial hypothesis (H₀) is rejected while the final hypothesis (H_a) is accepted because there is a significant comparison between the Simple Moving Averages and Weighted Moving Averages models.

Keywords: Tin Production, *Simple Moving Averages*, *Weighted Moving Averages*

1. PENDAHULUAN

Kepulauan Bangka Belitung adalah sebuah provinsi yang terdiri dari dua buah pulau besar yaitu Pulau Bangka dan Pulau Belitung [1]. Untuk kedua pulau tersebut, memiliki potensi produksi timah terbesar di Indonesia dan dikenal sebagai kawasan sabuk timah Asia Tenggara (Keuangan, 2022). Kondisi ini menyebabkan permintaan logam timah yang meningkat dari beberapa negara seperti Belanda, India, Singapura, Jepang, dan Amerika Serikat. Contoh pemanfaatan timah dapat dilihat pada makanan kaleng tidak berbahaya bagi manusia, digunakan pada pembuatan grenjeng rokok dan pada longsongan peluru [2]. Oleh karena itu, pada perkembangan ekspor dan impor di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung tidak lepas dari timah maupun nontimah, namun pada awal tahun 2018 nilai ekspor mengalami penurunan sebesar 66,38 % dibanding tahun sebelumnya [3]. Kegiatan ekspor secara fluktuatif terlibat langsung dengan proses produksi timah (penambangan).

Berdasarkan catatan triwulan 1 dari Kementerian Keuangan (KEMENKEU) Direktorat Jendral Perbendaharaan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung pada tahun 2019, pendapatan usaha PT Timah Tbk didominasi oleh ekspor logam timah yang mengalami kenaikan secara signifikan 3 kali lipat dari tahun 2018. Hal ini disebabkan oleh produksi logam timah yang optimal yaitu sistem penambangan dengan inovasi dan teknologi ramah lingkungan [4]. Selain itu, produksi logam timah dapat diprediksi. Prediksi

ini diantaranya dengan memanfaatkan formulasi matematika yang efektif dan efisien untuk digunakan. Berdasarkan jenis data produksi logam timah merupakan kategori data periodik, sehingga metode peramalan yang digunakan adalah metode *time series*. Model *time series* memiliki kelebihan terutama dapat digunakan dengan mudah untuk suatu peramalan karena urutan historis pengamatan berturut-turut. Model *time series* yang dapat digunakan untuk memprediksi produksi logam timah adalah *Simple Moving Averages* dan *Weighted Moving Averages*. Setelah mengetahui hasil terbaik, selanjutnya akan dilakukan perbandingan galat (*error*). Aturan ini memanfaatkan MAE (*Mean Absolute Error*) dan MSE (*Mean Square Error*). Kemudian membandingkan grafik hasil dengan data aktual.

Penelitian mengenai produksi timah dengan menggunakan data *sampling* pada *recovery jig* sehingga diperoleh hasil pada bulan Maret direkomendasikan untuk melakukan pengaturan ulang pada variabel *jig* [5]. Selain itu mengenai persediaan bahan baku timah. Pada penelitian tersebut menggunakan metode *contious review system* di PT. Latinusa Tbk dengan hasil penelitian diketahui permintaan 6.224 kg dan dengan tingkat persediaan sebesar 98.518 kg [6].

Penerapan Metode *Moving Avarage* belum meluas karena kompleksitas penetapan pengaturan MA yang optimal, kurangnya panduan berbasis bukti tentang cara menggunakan MA dan kurangnya refrensi jelas yang mendukung nilai tambah. Meskipun banyak yang percaya pada nilai aplikasi MA, mereka kekurangan sumber daya dan/atau waktu dan/atau keahlian untuk menerapkannya [7]. Salah satu penerapan MA pada prediksi inflasi di Indonesia Nugroho dkk membandingkan metode MA, *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* dengan perolehan metode terbaik berdasarkan tingkat akurasi yang digunakan yaitu metode *Single Exponential Smoothing* [8].

Berdasarkan kondisi tersebut maka perlu untuk dilakukan penelitian yang difokuskan pada prediksi produksi logam timah di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Penelitian difokuskan pada tahun 2022 di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperoleh model terbaik dalam memprediksi produksi, model tersebut dapat digunakan sebagai dasar dalam melakukan prediksi dan menetapkan proses serta teknik produksi.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Analisis

Model *Simpel Moving Averages*

Simpel Moving Averages (SMA) atau rata-rata bergerak tunggal adalah nilai rata-rata yang tidak tertimbang dari n data sebelumnya atau dengan kata lain sebuah teknik yang merata-ratakan sebuah angka dari nilai aktual terbaru, diperbaharui sebagai nilai-nilai baru yang tersedia [9]. Model ini mempunyai karakteristik khusus yaitu untuk menentukan ramalan pada periode yang akan datang memerlukan data historis selama jangka waktu tertentu. Selain itu, semakin panjang jangka waktu SMA, efek pelicinan semakin terlihat dalam ramalan atau menghasilkan MA yang semakin halus. Dengan persamaan berikut:

$$S_{t+1} = \frac{X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-n+1}}{n} \quad (1)$$

dimana:

S_{t+1} = Prediksi untuk priode ke $t+1$ pada *Simple Moving Averages*

X_t = Data Priode n

N = Jangka waktu *Moving Averages*

Model *Weighted Moving Averages*

Weighted Moving Averages (WMA) atau rata-rata bergerak tertimbang (terboboti) merupakan suatu metode peramalan yang dirancang untuk menambah bobot pada data terbaru yang lebih berat dari pada data masa lalu. Jumlah bobot pada model ini sebesar 100 % pada data yang digunakan untuk model peramalan [10]. Pada model SMA bobot dari semua waktu (t) adalah sama, sedang pada model ini data terbaru bobotnya lebih besar dari data yang lalu, dengan persamaan sebagai berikut:

$$W_t = \frac{\sum(X_t \times n)}{\sum n} \quad (2)$$

dimana:

- W_t = Prediksi untuk priode ke t+1 pada *Weighted Moving Averages*
- $\sum X_t \times n$ = Jumlah X*bobot n
- $\sum n$ = Jumlah bobot

Mean Absolute Error

Mean Absolute Error (MAE) adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengukur tingkat keakuratan model peramalan. Nilai MAE menunjukkan rata – rata kesalahan (*error*) *absolut* antara hasil peramalan/prediksi dengan nilai riil [11]. Selain itu untuk mendapatkan hasil yang efektif dengan meningkatkan akurasi dan mengurai nilai MAE [12]. MAE dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_t - s_t| \quad (3)$$

dimana:

- E = Kesalahan (*error*)
- x_t = data aktual
- s_t = data hasil peramalan
- N = jumlah periode

Mean Square Error

Mean Square Error (MSE) adalah salah satu metode statistika untuk mengukur seberapa mirip data aktual dengan data pemalan yang dibandingkan. MSE digunakan sebagai mengukur keakuratan hasil [13]. MSE dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_t - s_t)^2 \quad (4)$$

2.2 Metode Perbandingan

Metode perbandingan yang digunakan adalah perbandingan komparatif yang merupakan perbandingan antara kekuatan dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi dalam perbandingan. Faktor-faktor tersebut dipersentasikan melalui perbandingan grafik. Grafik yang digunakan akan mempresentasikan hasil yang terbaik dari masing-masing model dengan memvisualkan gerak hasil data yang diperoleh.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

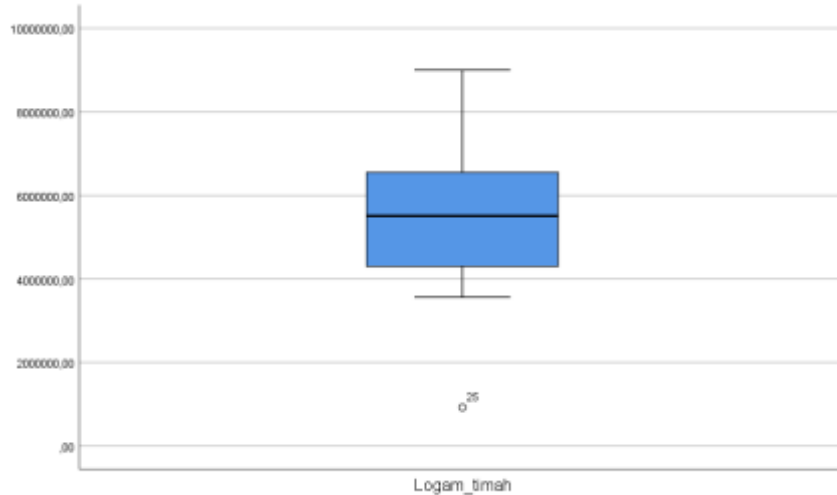
3.1 Stastika Deskriptif

Sebelum melakukan analisis data lebih lanjut, kriteria dan jenis data perlu ditinjau melalui statistika deskriptif. Pada bagian ini ditunjukkan nilai dari rata-rata, nilai maksimum, nilai minimum, varians, skewness dan kurtosis dari data produksi logam timah pada bulan Januari 2020 – Juni 2022 di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung yang ditunjukkan pada **Tabel 3.1**

Tabel 3.1 Statistika Deskriptif Data Produksi Logam Timah

Rata-rata	Nilai maksimum	Varians	Skewness	Kurtosis	Nilai Minimum
5696048	8997832	16,482	-0,225	0,721	925290,6

Berdasarkan **Tabel 3.1** dapat diketahui bahwa produksi logam timah paling rendah yaitu sebesar 925290,6 ton sedangkan dengan logam timah tertinggi yaitu sebesar 8997832 ton yang produksi logam timah mengalami produksi secara fluktuatif. Selain itu untuk ukuran simetri (skewness) dari curah hujan sebesar -0,225 ton dan ukuran data relatif (kurtosis) sebesar 0,721 ton dapat diasumsikan berdistribusi normal. Kemudian dilihat boxplot dari data yang digunakan pada **Gambar 3.1** Sebagai berikut



Gambar 3.1 Boxplot Produksi Logam Timah

Berdasarkan **Gambar 3.1** data produksi logam timah di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung dari bulan Januari 2020 sampai dengan Juni 2022 diketahui terdapat pencilan pada Januari 2022. Dalam analisis statistik umumnya pencilan dapat berakibat masalah serius (titik ekstrem) yang berdampak pada data yang digunakan. Sehingga dapat dipastikan data tersebut berdistribusi normal dengan menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov serta tetap menginput data pada titik pencilan tersebut. Pada Uji Kolmogorov-Smirnov data dapat dikatakan nilai residualnya berdistribusi normal apabila nilai signifikansi > 0,05. Berdasarkan Uji Kolmogorov-Smirnov hasil uji normalitas diperoleh nilai signifikansi 0,200 > 0,05 maka dapat dikatakan bahwa nilai residual berdistribusi normal.

3.2 Simple Moving Averages (SMA)

Model *Simple Moving Averages* memerlukan perhitungan dan penggambaran hasil fungsi proyeksi yang menggunakan data sebelumnya (historis). Pada penelitian ini menggunakan metode *trail-error* dalam menentukan model yaitu *Moving Averages* (MA (6)). Menggunakan persamaan (1) berikut perhitungan prediksi menggunakan *Simple Moving Averages* (MA (6)) diperoleh sebagai berikut:

$$S_{31} = \frac{925290,6 + 6507936,5 + 6547514,3 + 8997832,3 + 4683171,8 + 8432326,7}{6} \quad (1.1)$$

$$S_{31} = 6015679$$

Dan seterusnya hingga priode ke 35, hasil perhitungan diatas diperoleh prediksi terbaik disajikan pada **Tabel 3.3**, sebagai berikut:

Tabel 3.3 Hasil Prediksi Model SMA

Priode	Hasil Prediksi
Juli 2022	6015679
Agustus 2022	6864077
September 2022	6923434
Oktober 2022	6986087
November 2022	6650796
Desember 2022	6978733

Berdasarkan Tabel 3.3, model MA yang teridentifikasi berdasarkan perhitungan SMA yaitu MA (6). Pada bulan Juli 2022 sebesar 6015679 ton dan mengalami peningkatan di bulan Agustus, September serta Oktober. Namun pada bulan November mengalami penurunan.

3.3 Weighted Moving Averages (WMA)

Model *Weighted Moving Averages* memerlukan perhitungan dan penggambaran hasil fungsi proyeksi yang menggunakan data sebelumnya (historis). Pada penelitian ini menggunakan metode *trail-error* dalam menentukan model yaitu *Moving Averages* (6). Menggunakan persamaan (2) berikut perhitungan prediksi menggunakan *Weighted Moving Averages* (MA 6) diperoleh sebagai berikut :

$$S_{31} = \frac{(925290,6 * 25) + (6507936,5 * 26) + (6547514,3 * 27) + (8997832,3 * 28) + (4683171,8 * 29) + (8432326,7 * 30)}{(25 * 26 * 27 * 28 * 29 * 30)} \quad (1.1)$$

$$S_{31} = 4647885,72$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas diperoleh prediksi terbaik disajikan pada Tabel 4.5, sebagai berikut

Tabel 3.4 Hasil Prediksi Model WMA

Priode	Hasil Prediksi
Juli 2022	4647885,72
Agustus 2022	5845999,99
September 2022	5108039,47
Oktober 2022	5469979,82
November 2022	4726226,93
Desember 2022	4823751,73

Berdasarkan **Tabel 3.4**, model MA yang teridentifikasi berdasarkan perhitungan WMA yaitu MA (6). Pada bulan Juli 2022 sebesar 4647885,72 ton dan mengalami peningkatan di bulan Agustus, September serta Oktober. Namun pada bulan November mengalami penurunan.

3.4 Metode Perbandingan

Perbandingan Tingkat Akurasi

Tingkat akurasi digunakan untuk melihat tingkat akurat pada masing-masing yang digunakan. Parameter akurasi yang digunakan terhadap model *Simple Moving Averages* dan *Weighted Moving Averages* ini adalah MAE dan MSE, adapun nilai MAE dan MSE pada MA(6) disajikan pada **Tabel 3.5** berikut :

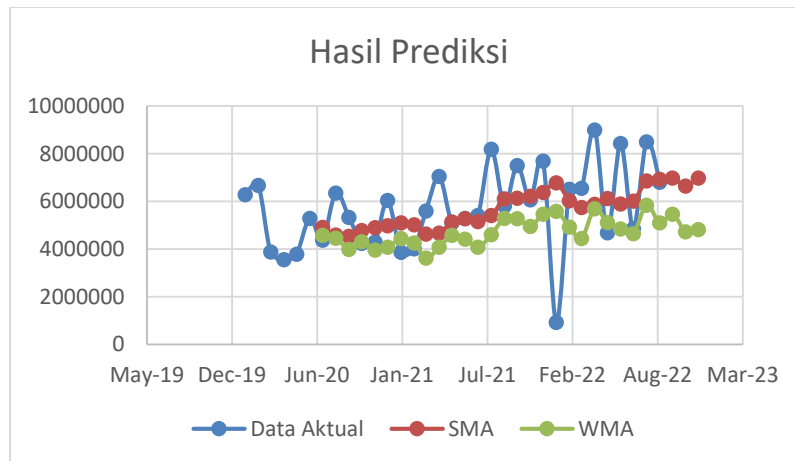
Tabel 3.5 Akurasi Model SMA & WMA

Parameter Akurasi	Hasil Akurasi SMA	Hasil Akurasi WMA
MAE	101440,154	870372,3457
MSE	1,029	7,575

Berdasarkan **Tabel 3.5** diatas dapat dilihat bahwa nilai MAE dari SMA dan WMA (6) masing-masing sebesar 101440,154 dan 870372,3457. Sedangkan MSE masing-masing sebesar 1,029 dan 7,575. Sehingga akurasi terbaik yang dipilih dari perbandingan tersebut adalah MSE dan MAE dari model SMA (6).

Perbandingan Grafik Hasil

Perbandingan grafik hasil digunakan untuk melihat satu hasil prediksi terbaik dari dua hasil prediksi yang digunakan. Dimana indikator yang digunakan adalah titik hasil yang paling mendekati data curah hujan dan dilihat dari selisih terpendek. Adapun grafik hasil masing-masing model dapat dilihat pada **Gambar 3.2**, sebagai berikut



Gambar 3.2 Perbandingan Grafik Hasil

Berdasarkan **Gambar 3.2** dapat dilihat SMA bergerak secara *trend* mendekati data aktual. Pada bulan September 2022 data aktual sebesar 6813391 dan hasil prediksi 6923434 dengan selisih nilai 110043. Sedangkan WMA mendekati nol (menjahui data aktual) pada bulan yang sama diperoleh hasil prediksi sebesar 5108039 dengan selisih nilai 1705351. Sehingga diperoleh hasil prediksi terbaik dengan indikator selisih terpendek yang mendekati data aktual adalah hasil prediksi dengan model SMA.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa perbedaan model *Simple Moving Averages* dan *Weighted Moving Averages* dilihat dari tingkat akurasi dan grafik perbandingan yang menjadi model terbaik dalam prediksi produksi logam timah di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung adalah *Simple Moving Averages*. Model ini memiliki tingkat akurasi minimum yaitu sebesar 1,029 dan bergerak mendekati data aktula. Terlihat grafik perbandingan prediksi dari model *Simple Moving Averages* dapat dikatakan jenis hasil prediksi trend. Sehingga

Dari penelitian ini masih banyak faktor lain yang dapat dikembangkan. Misalnya penggunaan model yang sama dalam memprediksi faktor x yang berkaitan dengan klimatologi dan geofisika. Selain itu, dapat juga menggunakan model lain dengan indikator yang sama. Oleh karena itu, disarankan untuk menambahkan variabel atau model lain untuk mendapatkan hasil yang lebih detail.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih Kepada Pojok Statistik yang telah membantu dalam perolehan data pada penelitian ini, serta tidak lupa juga terimakasih kepada pihak Dosen dan Staff di Program Studi Matematika atas dukungannya dalam penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. J. Pririzki, H. Stevanus, and R. A. Lusua, "Analisis Ketersediaan Air dan Keandalan Kulong ST 12 Kecamatan Sungailiat Kabupaten Bangka sebagai Sumber Air Bersih Menggunakan Geographical Information System," vol. 10, no. 2, pp. 193–199, 2022.

- [2] Yulianti, B. Bani, and Albana, "Analisa Pertambangan Timah Di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung," *J. Ekon.*, vol. 22, no. 1, pp. 54–62, 2020.
- [3] BPS Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, "Berita Resmi Statistik," *Bps.Go.Id*, vol. 19, no. 27, pp. 1–5, 2020.
- [4] K. Keuangan, "Kajian Fiskal Regional," *Kanwil Ditjen Perbendaharaan Riau*, pp. 1–25, 2019.
- [5] R. Andhika, A. Triantoro, and M. U. Dwiatmoko, "Optimalisasi Recovery Jig Untuk Produksi Timah Di Kepulauan Riau," *J. GEOSAPTA*, vol. 6, no. 1, p. 29, 2020, doi: 10.20527/jg.v6i1.7747.
- [6] Ananda Kukuh Wicaksono, "Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Timah dengan Menggunakan Metode *Continous Review System* di Pt. Latinusa Tbk.," *Energies*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2018, [Online]. Available: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1120700020921110%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.reuma.2018.06.001%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.arth.2018.03.044%0Ahttps://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1063458420300078?token=C039B8B13922A2079230DC9AF11A333E295FCD8>
- [7] H. H. Van Rossum, "Moving average quality control: Principles, practical application and future perspectives," *Clin. Chem. Lab. Med.*, vol. 57, no. 6, pp. 773–782, 2019, doi: 10.1515/cclm-2018-0795.
- [8] Nugroho Arif Sudibyo, Ardymulya Iswardani, Arif Wicaksono Septyanto, and Tyan Ganang Wicaksono, "Prediksi Inflasi Di Indonesia Menggunakan Metode Moving Average, Single Exponential Smoothing Dan Double Exponential Smoothing," *J. Lebesgue J. Ilm. Pendidik. Mat. Mat. dan Stat.*, vol. 1, no. 2, pp. 123–129, 2020, doi: 10.46306/lb.v1i2.25.
- [9] F. Irawan, S. Sumijan, and Y. Yuhandri, "Prediksi Tingkat Produksi Buah Kelapa Sawit dengan Metode Single Moving Average," *J. Inf. dan Teknol.*, vol. 3, pp. 251–256, 2021, doi: 10.37034/jidt.v3i4.162.
- [10] H. Prapcoyo, "Peramalan Jumlah Mahasiswa Menggunakan Moving Average," *Telematika*, vol. 15, no. 1, p. 67, 2018, doi: 10.31315/telematika.v15i1.3069.
- [11] A. A. Suryanto, "Penerapan Metode Mean Absolute Error (Mea) Dalam Algoritma Regresi Linear Untuk Prediksi Produksi Padi," *Saintekbu*, vol. 11, no. 1, pp. 78–83, 2019, doi: 10.32764/saintekbu.v11i1.298.
- [12] W. Wang and Y. Lu, "Analysis of the Mean Absolute Error (MAE) and the Root Mean Square Error (RMSE) in Assessing Rounding Model," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 324, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/324/1/012049.
- [13] R. Aditya, "Implementasi *Algoritma Fast Fourier Transform* dan *Mean Square Percentage Error* untuk Menghitung Perubahan Spektrum Suara Setelah Menggunakan Filter Pre-Emphasis" pp. 28–29, 2016.