

**PENERAPAN DIMENSI FRAKTAL HIGUCHI DAN K-NEAREST NEIGHBOR (KNN) DALAM  
KLASIFIKASI KONDISI KUCING BERDASARKAN SUARA  
(STUDI KASUS : MASYARAKAT DESA TONJONG KABUPATEN BOGOR)**

**Lilis Mardiana**

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

lilis.19024@mhs.unesa.ac.id

**Dwi Juniati**

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Penulis Korespondensi: dwijuniati@unesa.ac.id

**Abstrak**

Kucing adalah salah satu hewan mamalia karnivora yang banyak dipelihara oleh manusia. Sifatnya yang mudah beradaptasi dengan manusia menjadikan kucing memiliki hubungan yang erat dengan pemiliknya. Cara kucing menyampaikan pesan yaitu dengan mengeluarkan suara yang identik dan beberapa dari suara tersebut mencerminkan kondisi kucing. Akan tetapi, kategorisasi suara-suara kucing merupakan tantangan yang besar karena beberapa suara sangat mirip dengan yang lain dan kucing dapat menghasilkan suara yang berbeda dalam perbedaan waktu yang sangat kecil. Hal ini yang membuat si pemilik kucing sulit mengartikan dan memahami kondisi kucingnya. Dengan menggunakan dimensi fraktal dapat dilakukan analisis suara kucing sesuai kondisinya. Pada penelitian ini akan diklasifikasikan kondisi kucing berdasarkan suara menggunakan dimensi fraktal *Higuchi* dan *K-Nearest Neighbor* (KNN). Data yang digunakan yaitu 80 data suara kucing dengan kondisi *angry* (marah), *fighting* (berkelahi), *happy* (senang), *huntingmind* (berburu), *mating* (kawin), *paining* (sakit), *resting* (istirahat), dan *warning* (peringatan). Tahapan awal yang dilakukan yaitu proses *Pre-Processing*, kemudian ekstraksi ciri menggunakan *Discrete Wavelet Transform* dengan tipe *mother wavelet Daubechies 4* dan dekomposisi 5 level. Selanjutnya akan dicari nilai dimensi fraktal dengan metode *Higuchi*. Setelah diperoleh nilainya, data dibagi menjadi 2 yaitu data training dan data testing. Selanjutnya diklasifikasikan menggunakan algoritma KNN dengan percobaan nilai *K* yaitu 1, 3, 5, 7, dan 9. Dari penelitian ini diperoleh akurasi tertinggi sebesar 87,5% dengan nilai *K-max* pada metode *Higuchi* adalah 60 dan *K* pada KNN adalah 9. Hal ini menunjukkan bahwa metode *Higuchi* dan KNN dapat diterapkan dalam klasifikasi kondisi kucing berdasarkan suara.

**Kata Kunci:** Suara kucing, kondisi, dimensi fraktal, metode *Higuchi*, KNN.

**Abstract**

*Cats are one of the carnivorous mammals that are widely kept by humans. Its adaptable nature with humans makes cats have a close relationship with their owners. The way cats convey messages is by making identical sounds and some of these sounds reflect the cat's condition. However, categorizing cat sounds is a big challenge because some sounds are very similar to others and cats can produce different sounds in very small time differences. This makes it difficult for cat owners to interpret and understand their cat's condition. By using fractal dimension, it is possible to analyze cat sounds according to their condition. This study will classify the condition of cats based on sound using the *Higuchi* fractal dimension and *K-Nearest Neighbor* (KNN). The data used are 80 cat sound data with *angry*, *fighting*, *happy*, *hunting*, *mating*, *pain*, *resting*, and *warning* conditions. The initial stage carried out is the *Pre-Processing* process, then feature extraction using *Discrete Wavelet Transform* with *Daubechies 4* mother wavelet type and 5 level decomposition. Next, the fractal dimension value will be sought using the *Higuchi* method. After obtaining the value, the data is divided into 2, namely training data and testing data. Furthermore, it is classified using the KNN algorithm with an experimental *K* value of 1, 3, 5, 7, and 9. From this study, the highest accuracy was obtained at 87.5% with*

*the K-max value in the Higuchi method is 60 and K in KNN is 9. This shows that the Higuchi and KNN methods can be applied in the classification of cat conditions based on sound.*

**Keywords:** Cat sound, condition, fractal dimension, Higuchi method, KNN.

## PENDAHULUAN

Suara hewan bagi manusia dapat bermanfaat dalam hal keamanan, prediksi bencana alam, serta interaksi intim jika dapat mengidentifikasinya dengan baik (Safinatunnajah et al., 2022). Klasifikasi dan pengenalan suara hewan dengan berbagai metode dapat menjadi bidang penelitian yang terus berkembang. Namun, sejauh ini masih sedikit penelitian yang mendetail tentang suara hewan peliharaan, khususnya untuk klasifikasi kucing.

Kucing adalah salah satu hewan peliharaan paling populer di Indonesia dan dunia. Berdasarkan data *survey Pet Ownership in Asia* yang dilakukan oleh *Rakuten Insight* tahun 2021, kucing menjadi pilihan dari banyaknya hewan peliharaan lainnya, terutama di Indonesia, sebanyak 47% orang memelihara kucing (Rakuten Insight, 2021).

Kucing menghasilkan suara yang identik untuk menyampaikan pesan dan beberapa dari suara tersebut mencerminkan kondisi kucing. Akan tetapi, kategorisasi suara-suara kucing merupakan tantangan yang besar karena beberapa suara sangat mirip dengan yang lain dan kucing dapat menghasilkan suara yang berbeda dalam perbedaan waktu yang sangat kecil. Misalnya, kucing yang sedang marah dapat mengeluarkan suara "geraman", "mendesis", atau "nyaaan" secara bersamaan (Pandeya & Lee, 2018). Hal ini yang membuat si pemilik kucing sulit mengartikan dan memahami kondisi kucingnya. Kunci hubungan yang baik dengan kucing adalah mengenali dan mengetahui kondisi yang dialami oleh kucing dan meresponnya.

Oleh karena itu, dibutuhkan suatu metode untuk mengklasifikasikan suara kucing dari beberapa kondisi kucing sebagai langkah awal pengenalan suara kucing untuk diciptakannya alat atau teknologi di masa mendatang. Suara kucing dapat diklasifikasikan menjadi 8 kategori berdasarkan kondisi kucing yaitu *angry* (marah), *fighting* (berkelahi), *happy* (senang), *huntingmind* (berburu), *mating* (kawin), *paining* (sakit), *resting* (istirahat), dan *warning* (peringatan).

Dengan menggunakan ciri dan karakteristik sinyal suara kucing, kondisi kucing dapat diklasifikasikan secara matematis menggunakan salah satu metode dimensi fraktal. Ada beberapa metode untuk menentukan nilai dimensi fraktal, salah satunya *Higuchi*. Metode *Higuchi* sangat efektif dan efisien untuk menentukan nilai dimensi pada data *time series* (Pamela, 2021). Setelah dimensi fraktal dihitung menggunakan metode *Higuchi*, selanjutnya diklasifikasikan menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN).

Analisis dimensi fraktal sudah banyak digunakan dalam mengklasifikasikan suara dengan berbagai metode klasifikasi. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Pamela (2021) yang mengklasifikasikan *Delphinidae* berdasarkan suara dan Ariani (2022) yang mengklasifikasikan penyakit paru-paru berdasarkan suara menggunakan metode yang sama yaitu dimensi fraktal *Higuchi* dan *K-Nearest Neighbor* berhasil memperoleh akurasi terbaik sebesar 82,5% pada klasifikasi *Delphindae* dan 83% pada klasifikasi jenis penyakit paru-paru. Selain itu, pada penelitian yang dilakukan oleh Safinatunnajah (2022) yang mengklasifikasi suara kucing menggunakan metode CNN dan LSTM diperoleh akurasi sebesar 85,15%. Pada penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh akurasi yang lebih tinggi dengan menggunakan dimensi fraktal *Higuchi* serta *K-Nearest Neighbor* (KNN).

Berdasarkan uraian dari pendahuluan di atas, maka dilakukan sebuah penelitian mengenai ciri dan karakteristik suara kucing dari segi matematisnya dengan menerapkan dimensi fraktal *Higuchi* dan KNN yang bertujuan untuk mengklasifikasikan kondisi kucing berdasarkan suaranya.

## KAJIAN TEORI

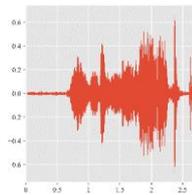
### A. Kucing

Kucing merupakan hewan mamalia yang berasal dari famili *Felidae*. Habitat hewan yang memiliki nama latin *Felis catus* ini berada di darat dan biasanya berbaur dengan manusia sebagai hewan peliharaan. Kucing beradaptasi dengan baik pada manusia dan karena itu memiliki ikatan yang erat

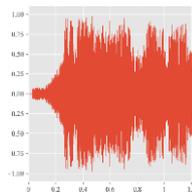
dengan pemiliknya. Selain itu, tingkah laku lucu kucing yang menggemaskan dianggap menarik untuk diamati. Selain perilakunya, kucing juga sering mengeluarkan suara yang memiliki arti tertentu dalam berkomunikasi.

Suara kucing telah dikategorikan menurut berbagai karakteristik oleh Mildred Moelk yang dibagi menjadi tiga kelas utama (Schötz, 2018) yaitu suara yang dihasilkan kucing saat mulut tertutup (mendengkur, suara getar), suara yang dihasilkan kucing saat mulut terbuka kemudian menutup secara perlahan (mengeong, menguap, melolong) dan suara yang dihasilkan saat mulut terbuka pada posisi yang sama (menggeram, mengoceh, mendesis).

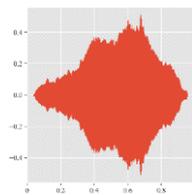
Masing-masing jenis suara tersebut mencerminkan kondisi dan keadaan yang sedang dilakukan kucing. Berikut merupakan gambar sinyal suara kucing dalam beberapa kondisi.



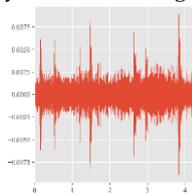
Gambar 1. Sinyal suara kucing marah (*angry*)



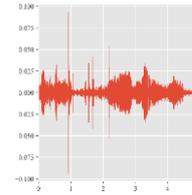
Gambar 2. Sinyal suara kucing berkelahi (*fighting*)



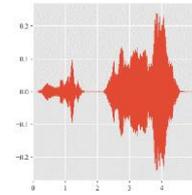
Gambar 3. Sinyal Suara Kucing Senang (*happy*)



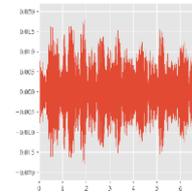
Gambar 4. Sinyal Suara Kucing Berburu (*huntingmind*)



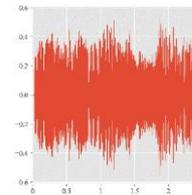
Gambar 5. Sinyal Suara Kucing Kawin (*mating*)



Gambar 6. Sinyal Suara Kucing Kesakitan (*paining*)



Gambar 7. Sinyal Suara Kucing Istirahat (*resting*)



Gambar 8. Sinyal Suara Kucing Peringatan (*warning*)

## B. Transformasi Wavelet

Transformasi *wavelet* adalah transformasi yang sering digunakan dalam menganalisis sinyal bergerak. Sinyal gerak ini dianalisis menggunakan teknik analisis multi-resolusi. Pada umumnya, Teknik analisis multi-resolusi merupakan teknik analisis frekuensi yang memungkinkan dilakukannya analisis frekuensi yang berbeda dengan resolusi yang berbeda (Satria et al., 2018). Berdasarkan nilai parameter dari dilatasi serta transformasinya, terdapat dua tipe transformasi *wavelet*, yaitu *Continuous Wavelet Transform* (CWT) dan *Discrete Wavelet Transform* (DWT) (Wulandari, 2017).

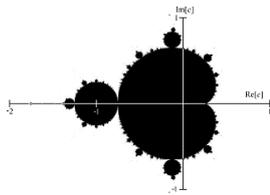
### C. Discrete Wavelet Transform (DWT)

DWT (*Discrete Wavelet Transform*) merupakan proses mengubah sinyal diskrit menjadi koefisien *wavelet*. Proses ini dilakukan dengan cara menapis sinyal menggunakan dua buah tapis yang

berlawanan yaitu *lowpass filter* (filter yang dilewati frekuensi rendah) dan *highpass filter* (filter yang dilewati frekuensi tinggi) (Suma'inna & Gumilar, 2013). DWT memiliki prinsip dasar bagaimana menggunakan teknik *filtering* dan *sub-sampling* untuk mendapatkan representasi waktu dan skala dari suatu sinyal.

**D. Geometri Fraktal**

Geometri Fraktal termasuk cabang matematika yang mempelajari perilaku dan serta sifat fraktal. Istilah fraktal ini pertama kali diperkenalkan Benoit Mandelbrot dalam artikelnya tahun 1975 "A Theory of Fractal Set". Fraktal berasal dari bahasa Latin yaitu *fractus*, yang memiliki arti "patah", "rusak", atau "tidak teratur". Jadi, fraktal dapat didefinisikan sebagai benda geometris yang kasar dan tidak teratur. Fraktal mengkaji himpunan yang tidak regular atau fungsi yang tidak teratur. Menurut Mandelbrot, sifat fraktal ialah *self-similarity* (kemiripan diri) pada seluruh skala (Juniati & Budayasa, 2016). Terdapat banyak bentuk matematika yang termasuk fraktal, diantaranya *Koch snowflake*, *Sierpinski triangle*, *Lorenz attractor*, *Peano curve*, dan *Mandelbrot set*.



Gambar 9. Mandelbrot Set

**E. Metode Higuchi**

Ada beberapa metode dalam menentukan dimensi fraktal, salah satunya adalah metode *Higuchi*. Metode *Higuchi* merupakan metode dalam mendapatkan nilai dimensi fraktal suatu kurva yang sangat efisien dalam menganalisis deret waktu (Wulandari, 2017). Misalkan diketahui suatu deret waktu satu dimensi  $X[k]$  dengan  $k = 1, 2, \dots, N$ . Algoritma menghitung dimensi fraktal *Higuchi* pada deret waktu adalah sebagai berikut (Juniati et al., 2018).

- a. Bentuk  $k$  deret waktu baru  $X_n^k$  adalah sebagai berikut:

$$X_n^k = \left\{ X[n], X[n+k], \dots, X \left[ n + \text{int} \left( \frac{N-n}{k} \right) \cdot k \right] \right\} \quad (1)$$

dengan  $n$  dan  $k$  adalah bilangan bulat,  $k$  menunjukkan interval waktu diskrit serta  $n$

menunjukkan nilai waktu awal dengan  $n = 1, 2, 3, \dots, k$ .

- b. Panjang setiap deret waktu baru dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$L(n, k) = \frac{\left\{ \left( \sum_{i=1}^{\text{int} \left( \frac{N-n}{k} \right)} |x[n+ik] - x[n+(i-1) \cdot k]| \right) \frac{N-1}{\text{int} \left( \frac{N-n}{k} \right) k} \right\}}{k} \quad (2)$$

dengan  $N$  merupakan panjang dari deret waktu asli,  $\text{int} \left( \frac{N-n}{k} \right) \cdot k$  menunjukkan faktor normalisasi dan  $|x[n+ik] - x[n+(i-1) \cdot k]| = h_i$ . Dengan demikian  $L(n, k)$  merupakan jumlah normalisasi panjang segmen baru  $h_i$  dan setiap  $h_i$  menunjukkan nilai jarak yang berbeda pada koordinat pasangan titik sejauh  $n$ , dimulai dari sampel ke  $n$ ,  $X[n]$  dimana  $n = 1, 2, \dots, k$ .

- c. Panjang kurva pada interval waktu  $k$  diperoleh dengan membagi semua subderet  $L(n, k)$  dengan  $k$  dengan  $n = 1, 2, \dots, k$  diperoleh persamaan berikut:

$$L(k) = \frac{\sum_{n=1}^k L(n, k)}{k} \quad (3)$$

- d. Nilai  $L(k) \propto k^D$  dimana  $D$  adalah dimensi fraktal *Higuchi*. Dengan menetapkan hukum pangkat diperoleh bahwa eksponen  $D$  adalah dimensi fraktal *Higuchi* dari deret waktu tersebut. Sehingga nilai dimensinya dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L(k) &= k^{-D} \\ L(k) &= \frac{1}{k^D} \\ D &= \frac{\ln(L(k))}{\ln \left( \frac{1}{k} \right)} \end{aligned} \quad (4)$$

dengan  $D$  merupakan dimensi fraktal *Higuchi*.

**F. K-Nearest Neighbor (KNN)**

Secara umum, klasifikasi adalah cara mengelompokkan data berdasarkan ciri-ciri atau karakteristik dari data tersebut. Terdapat banyak metode untuk klasifikasi, salah satunya adalah metode *K-Nearest Neighbor* (KNN). Metode KNN ini secara umum merupakan metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan objek ke dalam  $K$  kelas pada suatu data *training* berdasarkan jarak terdekat (Juniati et al., 2018). Prinsip kerja algoritma KNN dimulai dengan menentukan jumlah  $K$  (jumlah data dengan jarak terdekat), kemudian jarak antara data

testing dengan data training dihitung dan terakhir menentukan jarak terdekat hingga ke- $K$  kemudian mengumpulkan kelas yang sesuai.

## METODE

### A. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data suara kucing yang didapat dari website <https://www.kaggle.com/datasets/yagtapandeya/cat-sound-classification-dataset> dengan format .wav. Pada penelitian ini, data yang digunakan berjumlah 80 data suara yang terdiri dari 8 kondisi kucing berdasarkan suara yaitu *angry* (marah), *fighting* (berkelahi), *happy* (senang), *huntingmind* (berburu), *mating* (kawin), *paining* (sakit), *resting* (istirahat), dan *warning* (pertahanan) dengan masing-masing kondisi 10 data suara.

### B. Pre-processing

Dalam tahap ini dilakukan proses *filtering* serta normalisasi data suara. Tujuan dari proses *filtering* adalah untuk menghilangkan dan mengurangi *noise* pada data. Selanjutnya pada proses normalisasi digunakan untuk menyetarakan rentang amplitudo maksimum dari setiap sinyal suara dengan mengubah rentang amplitudo dari -1 hingga 1 supaya perubahan amplitudo tidak mempengaruhi proses ekstraksi ciri. Pada tahapan ini juga akan disetarakan waktu setiap data.

### C. Ekstraksi Ciri

Pada tahap ekstraksi ciri ini akan dilakukan proses DWT (*Discrete Wavelet Transform*) menggunakan Matlab2017a. Terdapat langkah penting dalam proses DWT yang bertujuan untuk pengambilan ciri dari sinyal suara yaitu pemilihan tipe *mother wavelet*. Tingkat keakuratan pengklasifikasian bergantung pada tipe *mother wavelet* yang dipilih. Pada penelitian ini, Daubechies 4 dipilih sebagai tipe *mother wavelet* karena lebih handal untuk memproses sinyal asimetris dan orthogonal pada proses ekstraksi (Karmila et al., 2016). Selanjutnya adalah proses dekomposisi. Dekomposisi yang dipilih dalam penelitian ini yaitu dekomposisi *wavelet* 5 level.

### D. Metode Higuchi

Setelah dilakukan ekstraksi ciri, tahap selanjutnya adalah menghitung nilai dimensi fraktal *Higuchi*. Metode ini dipilih karena sangat efektif untuk menentukan dimensi fraktal pada kurva serta sesuai untuk data *time series* (Sofiani & Juniati, 2022).

Pada perhitungan nilai dimensi fraktal *Higuchi*, dipilih  $K$ -max 50 dan 60 yang didasari dari penelitian sebelumnya oleh (Nan & Juniati, 2022). Hasil dari perhitungan dimensi fraktal akan digunakan sebagai masukan dalam proses klasifikasi.

### E. Proses Klasifikasi

Tahapan selanjutnya adalah proses pengklasifikasian data. Proses ini menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN). Data dibagi menjadi data training (data pengujian) dan data testing (data pelatihan) dengan nilai perbandingan 9:1 atau 90% data training dan 10% data testing. Proses KNN ini didasarkan pada nilai dimensi fraktal *Higuchi* dari setiap sinyal suara. Dalam penelitian ini dipilih nilai  $K = 1, 3, 5, 7, 9$  sebagai percobaan pada metode KNN. Dipilihnya nilai  $K$  tersebut didasari dari penelitian sebelumnya tentang sinyal suara oleh (Wulandari, 2017) menggunakan nilai  $K = 3, 5, 7, 9$  dan nilai  $K = 7$  menghasilkan nilai akurasi terbaik. Proses ini dilakukan dengan menggunakan *software* RapidMiner Studio.

### F. Akurasi

Hasil klasifikasi yang telah diperoleh selanjutnya akan dihitung nilai akurasi untuk mengetahui tingkat keberhasilan metode dengan persamaan sebagai berikut:

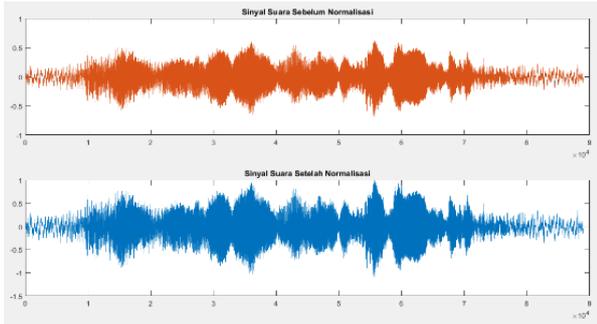
$$\text{Akurasi} = \left( \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \right) \times 100\% \quad (5)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pre-Processing

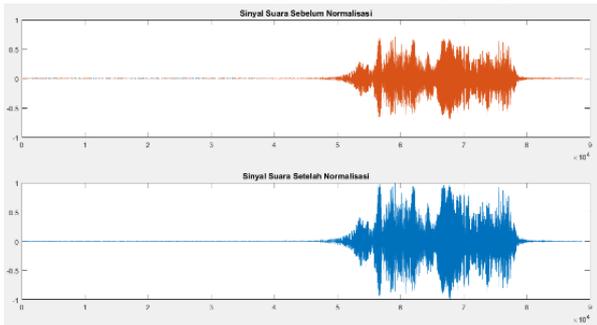
Pada penelitian ini, Panjang dari data suara yang didapat dari website berbeda-beda. Seluruh data yang diperoleh kemudian dipotong dengan durasi yang sama yaitu 2 detik dan kemudian disimpan dalam format .wav. Proses selanjutnya yaitu menghilangkan atau mengurangi *noise* dan normalisasi data suara. Berikut sinyal suara kucing sesudah *Pre-Processing* yang dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* Audacity dan Matlab2017a.

1. Suara Kucing Marah (*angry*)



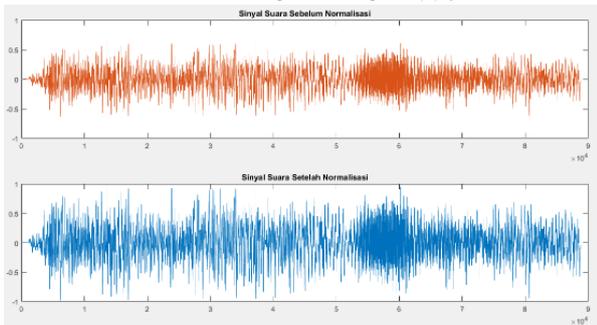
Gambar 10. Sinyal Kucing Marah Sebelum dan Sesudah *Pre-Processing*

2. Suara Kucing Berkelahi (*fighting*)



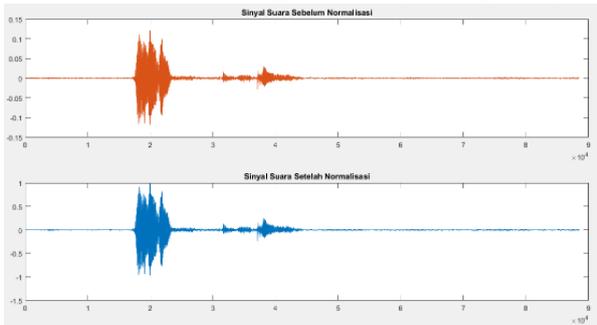
Gambar 11. Sinyal Kucing Berkelahi Sebelum dan Sesudah *Pre-Processing*

3. Suara Kucing Senang (*happy*)



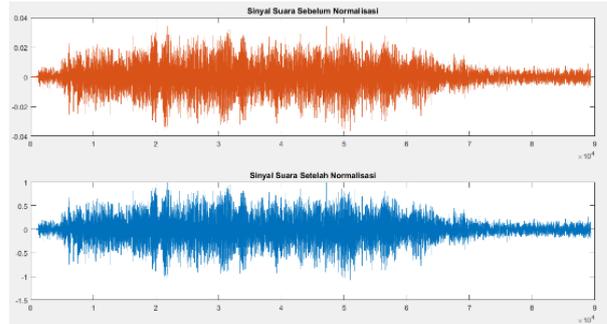
Gambar 12. Sinyal Kucing Senang Sebelum dan Sesudah *Pre-Processing*

4. Suara Kucing Berburu (*huntingmind*)



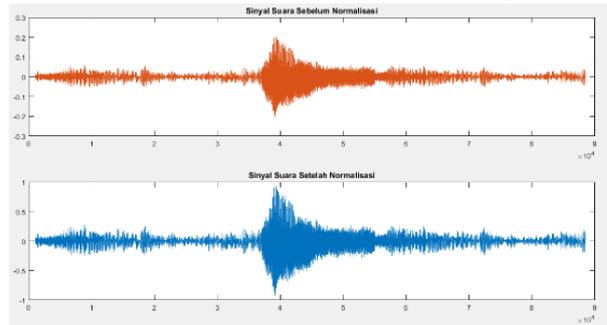
Gambar 13. Sinyal Kucing Berburu Sebelum dan Sesudah *Pre-Processing*

5. Suara Kucing Kawin (*mating*)



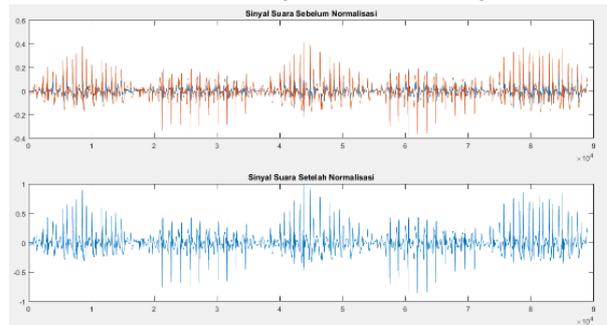
Gambar 14. Sinyal Kucing Kawin Sebelum dan Sesudah *Pre-Processing*

6. Suara Kucing Kesakitan (*paining*)



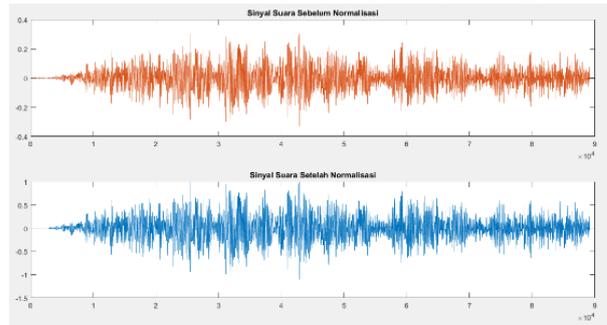
Gambar 15. Sinyal Kucing Kesakitan Sebelum dan Sesudah *Pre-Processing*

7. Suara Kucing Istirahat (*resting*)



Gambar 16. Sinyal Kucing Istirahat Sebelum dan Sesudah *Pre-Processing*

8. Suara Kucing Peringatan (*warning*)



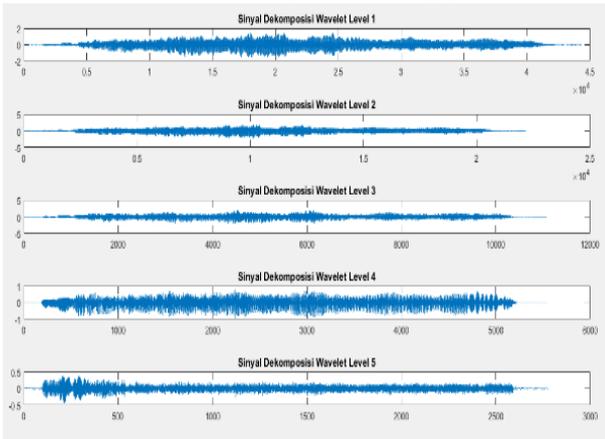
Gambar 17. Sinyal Kucing Peringatan Sebelum dan Sesudah *Pre-Processing*

**B. Ekstraksi Ciri**

Setelah sinyal suara hasil *pre-processing* didapatkan, maka akan dilakukan proses ekstraksi

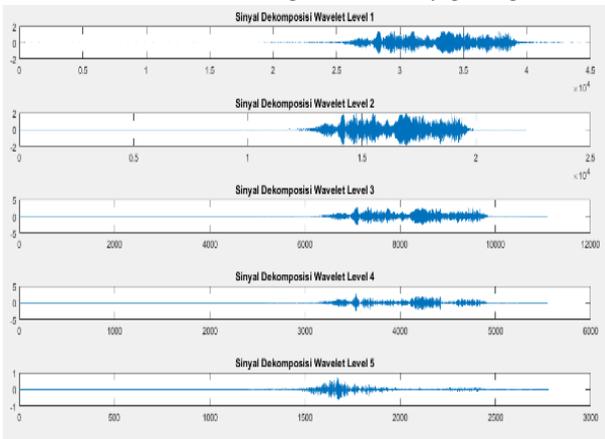
ciri menggunakan DWT 5 level tipe Daubechies 4. Berikut merupakan hasil ekstraksi ciri yang dilakukan dengan bantuan *software* Matlab2017a.

1. Suara Kucing Marah (*angry*)



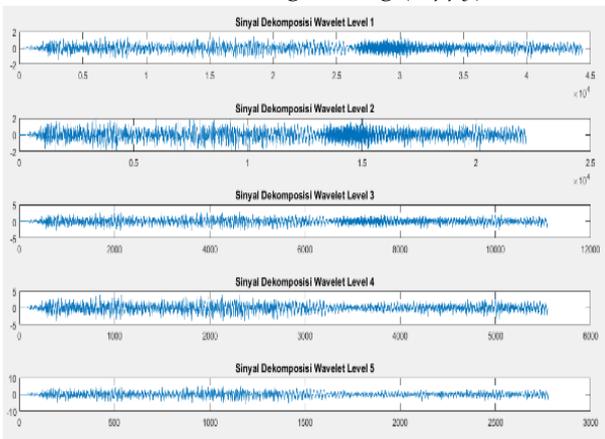
Gambar 18. Sinyal Dekomposisi 5 level

2. Suara Kucing Berkelahi (*fighting*)



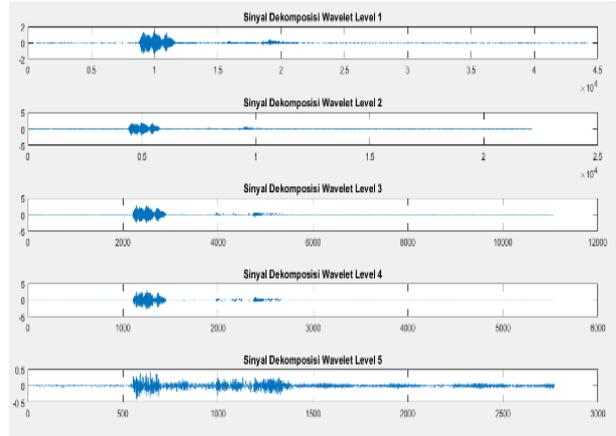
Gambar 19. Sinyal Dekomposisi 5 level

3. Suara Kucing Senang (*happy*)



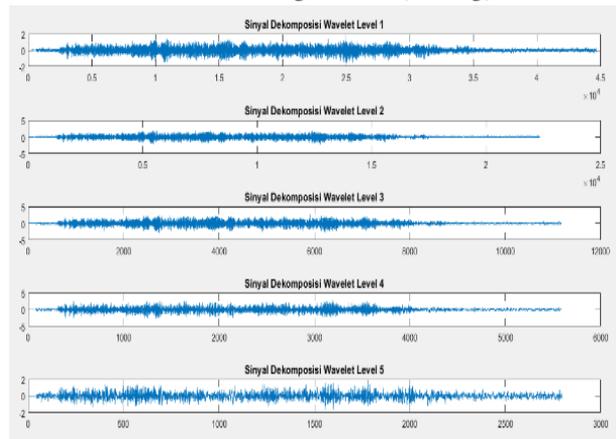
Gambar 20. Sinyal Dekomposisi 5 level

4. Suara Kucing Berburu (*huntingmind*)



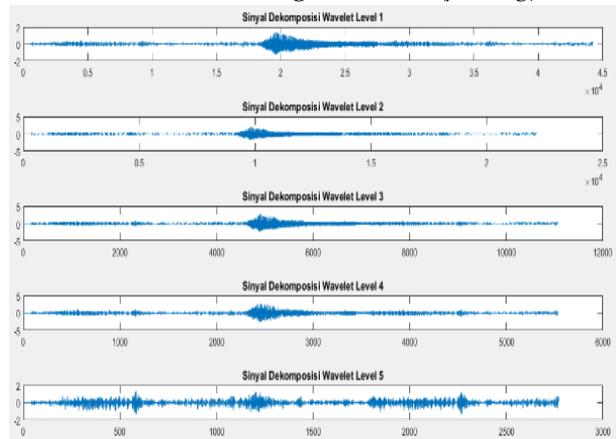
Gambar 21. Sinyal Dekomposisi 5 level

5. Suara Kucing Kawin (*mating*)



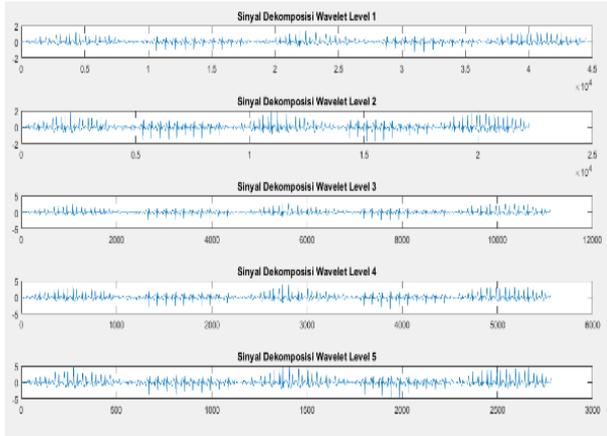
Gambar 22. Sinyal Dekomposisi 5 level

6. Suara Kucing Kesakitan (*paining*)



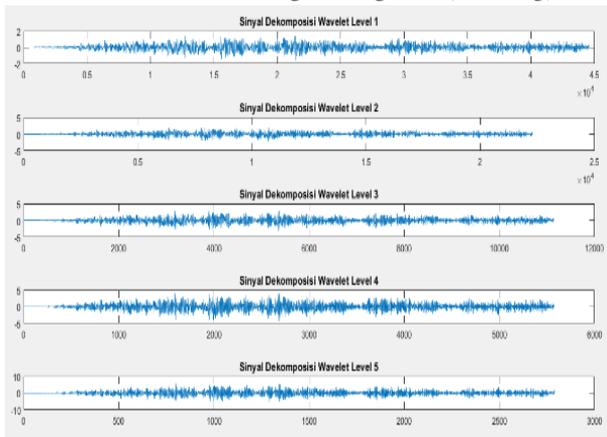
Gambar 23. Sinyal Dekomposisi 5 level

7. Suara Kucing Istirahat (*resting*)



Gambar 24. Sinyal Dekomposisi 5 level

8. Suara Kucing Peringatan (*warning*)



Gambar 25. Sinyal Dekomposisi 5 level

C. Dimensi Draktal

Proses selanjutnya yaitu menghitung nilai dimensi fraktal dengan menggunakan metode Higuchi. Proses perhitungan ini dilakukan dengan bantuan software Matlab2017a dan dipilih nilai *K-max* 50 dan 60.

Pada nilai *K-max* 50 suara kucing dalam kondisi marah diperoleh nilai dimensi maksimum sebesar 2,0138 dan dimensi minimum sebesar 1,5124. Dalam kondisi berkelahi diperoleh nilai dimensi maksimum sebesar 2,0196 dan dimensi minimum sebesar 1,8109. Dalam kondisi senang diperoleh nilai dimensi maksimum sebesar 2,0295 dan dimensi minimum sebesar 1,3905. Dalam kondisi berburu diperoleh nilai dimensi maksimum sebesar 2,0045 dan dimensi minimum sebesar 1,6090. Dalam kondisi kawin diperoleh nilai dimensi maksimum sebesar 2,0123 dan dimensi minimum sebesar 1,5544 Dalam kondisi kesakitan diperoleh nilai dimensi maksimum sebesar 2,0191 dan dimensi minimum sebesar 1,7393. Dalam kondisi istirahat diperoleh nilai dimensi

maksimum sebesar 1,9869 dan dimensi minimum sebesar 1,2284. Dalam kondisi peringatan diperoleh nilai dimensi maksimum sebesar 2,0022 dan dimensi minimum sebesar 1,2308.

Sedangkan untuk nilai *K-max* 60 suara kucing dalam kondisi marah diperoleh nilai dimensi maksimum sebesar 2,0108 dan dimensi minimum sebesar 1,7048. Dalam kondisi berkelahi diperoleh nilai dimensi maksimum sebesar 2,0159 dan dimensi minimum sebesar 1,9247. Dalam kondisi senang diperoleh nilai dimensi maksimum sebesar 2,0243 dan dimensi minimum sebesar 1,5612. Dalam kondisi berburu diperoleh nilai dimensi maksimum sebesar 2,0022 dan dimensi minimum sebesar 1,6612. Dalam kondisi kawin diperoleh nilai dimensi maksimum sebesar 2,0086 dan dimensi minimum sebesar 1,5612. Dalam kondisi kesakitan diperoleh nilai dimensi maksimum sebesar 2,0144 dan dimensi minimum sebesar 1,6612. Dalam kondisi istirahat diperoleh nilai dimensi maksimum sebesar 1,9930 dan dimensi minimum sebesar 1,2359. Dalam kondisi peringatan diperoleh nilai dimensi maksimum sebesar 1,9993 dan dimensi minimum sebesar 1,2359.

D. Klasifikasi

Setelah semua data diperoleh nilai dimensi fraktalnya, proses selanjutnya yaitu mengklasifikasikan nilai tersebut menggunakan *K-Nearet Neighbor* (KNN). Proses ini dilakukan menggunakan bantuan software RapidMiner Studio dan berikut hasilnya.

Tabel 1. Hasil Akurasi

K-max	Pembagian Data		K				
	Data Training	Data Testing	1	3	5	7	9
50	0,6%	0,4%	46,88%	43,75%	46,88%	53,12%	43,75%
	0,7%	0,3%	45,83%	45,83%	45,83%	54,17%	58,33%
	0,8%	0,2%	75%	75%	68,75%	68,75%	56,25%
	0,9%	0,1%	75%	75%	75%	75%	62,50%
60	0,6%	0,4%	62,50%	65,62%	56,25%	56,25%	59,38%
	0,7%	0,3%	62,50%	62,50%	54,17%	66,67%	58,33%
	0,8%	0,2%	75%	75%	68,75%	68,75%	75%
	0,9%	0,1%	75%	75%	75%	75%	87,50%

Berdasarkan tabel di atas, pada percobaan pertama data dikelompokkan dengan perbandingan data training 60% data testing 40%, pada percobaan kedua dengan perbandingan data training 70% data testing 30%, pada percobaan ketiga dengan perbandingan data training 80% data testing 20% dan pada perobaan keempat data training 90% data testing 10%. Nilai *K-max* yang digunakan pada

percobaan ini yaitu 50 dan 60 dengan nilai  $K$  untuk  $K$ -Nearest Neighbor yaitu 1, 3, 5, 7 dan 9.

Dari hasil percobaan yang dilakukan, didapat hasil klasifikasi kondisi kucing berdasarkan suara menggunakan dimensi fraktal metode *Higuchi* dengan nilai akurasi tertinggi sebesar 87,5%. Hal ini menunjukkan bahwa metode *Higuchi* dapat diterapkan dalam mengklasifikasikan kondisi kucing berdasarkan suara dengan dipilihnya nilai  $K$ -max 60 dan  $K$  pada KNN sebesar 9 dengan perbandingan 90% data training dan 10% data testing. Berikut adalah detail hasil akurasi.

Tabel 2. Detail Akurasi

Precision	Recall	F-measure	Class
100%	100%	100%	Berburu (A)
50%	100%	67%	Berkelahi (B)
100%	100%	100%	Istirahat (C)
100%	100%	100%	Kawin (D)
0%	0%	0%	Kesakitan (E)
100%	100%	100%	Marah (F)
100%	100%	100%	Peringatan (G)
100%	100%	100%	Senang (H)

Tabel 3. Confusion Matrix

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	1	0	0	0	0	0	0	0
B	0	1	0	0	1	0	0	0
C	0	0	1	0	0	0	0	0
D	0	0	0	1	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	1	0	0
G	0	0	0	0	0	0	1	0
H	0	0	0	0	0	0	0	1

Pada tabel 2 menunjukkan hasil *precision*, *recall* dan *F-measure*. Sementara pada tabel 3 menunjukkan *confusion matrix* yang digunakan dalam menganalisis hasil akurasi untuk setiap kelas asli. Untuk *precision* pada kelas berburu sebesar 100% artinya data test terklasifikasikan 100% pada kelas berburu sebanyak 1 data dan untuk *recall* sebesar 100% artinya data test terklasifikasi 100% pada kelas berburu yaitu 1 data. Untuk *precision* pada kelas berkelahi sebesar 50% artinya data test yang sesuai dengan data prediksi yaitu 50% sebanyak 1 data terklasifikasikan pada kelas berkelahi dan 50% terklasifikasikan pada selain kelas berkelahi yaitu 1 data terklasifikasikan pada

kelas kesakitan dan untuk *recall* sebesar 100% artinya data test terklasifikasikan 100% pada kelas berkelahi yaitu 1 data. Untuk *precision* pada kelas istirahat sebesar 100% artinya data test terklasifikasikan 100% pada kelas istirahat yaitu 1 data dan untuk *recall* sebesar 100% artinya data test terklasifikasikan 100% pada kelas istirahat yaitu 1 data. Untuk *precision* pada kelas kawin sebesar 100% artinya data test terklasifikasikan 100% pada kelas kawin yaitu 1 data dan untuk *recall* sebesar 100% artinya data test terklasifikasikan 100% pada kelas kawin yaitu 1 data. Untuk *precision* pada kelas kesakitan sebesar 0% artinya data test terklasifikasikan 0% pada kelas kesakitan yaitu 0 data dan untuk *recall* sebesar 0% artinya data test terklasifikasikan 0% pada kelas kesakitan yaitu 0 data. Untuk *precision* pada kelas marah sebesar 100% artinya data test terklasifikasikan 100% pada kelas marah yaitu 1 data dan untuk *recall* sebesar 100% artinya data test terklasifikasikan 100% pada kelas marah yaitu 1 data. Untuk *precision* pada kelas peringatan sebesar 100% artinya data test terklasifikasikan 100% pada kelas peringatan yaitu 1 data dan untuk *recall* sebesar 100% artinya data test terklasifikasikan 100% pada kelas peringatan yaitu 1 data. Untuk *precision* pada kelas senang sebesar 100% artinya data test terklasifikasikan 100% pada kelas senang yaitu 1 data dan untuk *recall* sebesar 100% artinya data test terklasifikasikan 100% pada kelas senang yaitu 1 data.

## PENUTUP

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, pengklasifikasian kondisi kucing berdasarkan suara diantaranya kondisi *angry* (marah), *fighting* (berkelahi), *happy* (senang), *huntingmind* (berburu), *mating* (kawin), *paining* (sakit), *resting* (istirahat), dan *warning* (peringatan) memperoleh akurasi tertinggi sebesar 87,5% dengan menggunakan *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dekomposisi *wavelet* 5 level dengan nilai  $K$ -max = 60 pada metode *Higuchi* dan dipilih nilai  $K$  pada KNN yaitu 9 serta pengelompokkan data dengan perbandingan 9:1 atau data training 90% dan data testing 10%. Jadi kesimpulannya adalah dengan menerapkan dimensi fraktal *Higuchi* serta  $K$ -Nearest Neighbor (KNN) dapat digunakan

untuk mengklasifikasikan kondisi kucing berdasarkan suara.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Han, Jiawei, Kamber, M., & Pei, J. (2012). *Data Mining: Concepts and Techniques* 3<sup>rd</sup> Edition. Massachusetts: Elsevier Inc.
- Juniati, Dwi, & Budayasa, I. K. (2016). *Geometri Fractal dan Aplikasinya* (Unesa University Press, Ed.). Surabaya.
- Juniati, D., Khotimah, C., Wardani, D. E. K., & Budayasa, K. (2018). Fractal dimension to classify the heart sound recordings with KNN and fuzzy c-mean clustering methods. *Journal of Physics: Conference Series*, 953(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/953/1/012202>
- Karmila, R., Djamal, E. C., & Nursantika, D. (2016). Identifikasi Tingkat Konsentrasi Dari Sinyal EEG Dengan Wavelet dan Adaptive Backpropagation. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATi)*, 0(0), 2016. <https://journal.uui.ac.id/Snati/article/view/6250>
- Nan, A. N., & Juniati, D. (2022). Klasifikasi Jenis Jangkrik Berdasarkan Suara Menggunakan Dimensi Fraktal Metode Higuchi Dan K-Nearest Neighbor (Knn). *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 10(1), 199–207. <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v10n1.p199-207>
- Pamela, Y. G., & Juniati, D. (2021). Klasifikasi Jenis Delphinidae (Lumba-Lumba) Dengan Dimensi Fraktal Menggunakan Metode Higuchi Dan Knn (K-Nearest Neighbor). *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 9(1), 204–211. <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v9n1.p204-211>
- Pandeya, Y. R., & Lee, J. (2018). Domestic cat sound classification using transfer learning. *International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems*, 18(2), 154–160. <https://doi.org/10.5391/IJFIS.2018.18.2.154>
- Rakuten Insight. 2021. *Pet Ownership in Asia*. Diambil 24 Februari 2023, dari <https://insight.rakuten.com/pet-ownership-in-asia/>
- Safinatunnajah, F. G., Prasetiadi, A., & Wibowo, M. (2022). Classification of Cat Sounds Using Convolutional Neural Network (Cnn) and Long Short-Term Memory (Lstm) Methods. *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, 3(5), 1349–1353. <https://doi.org/10.20884/1.jutif.2022.3.5.373>
- Satria, A., Sani Sembiring, A., Kunci, K., Haar Wavelet Transform, M., & Berwarna, C. (2018). Penerapan Metode Haar Wavelet Transform Dalam Teknik Pemampatan Citra Berwarna. *Jurikom*, 5(3), 296–300. <http://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/jurikom%7CPage%7C296>
- Schötz, S. (2018). *The Secret Language of Cats: How to Understand Your Cat for a Better, Happier Relationship* (Hanover Square Press).
- Sofiani, R. N., & Juniati, D. (2022). Klasifikasi Jenis Emosi Berdasarkan Gelombang Otak Menggunakan Dimensi Higuchi Dengan K-Nearest Neighbor. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 10(1), 150–160. <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v10n1.p150-160>
- Suma'inna, S., & Gumilar, G. (2013). Implementasi Transformasi Wavelet Daubechies pada Kompresi Citra Digital. *CAUCHY: Jurnal Matematika Murni Dan Aplikasi*, 2(4), 211–215. <https://doi.org/10.18860/ca.v2i4.3117>
- Wulandari, I. N., & Juniati, D. (2017). Penerapan Dimensi Fraktal untuk Klasifikasi Laras Pada Musik Gamelan. *MATHunesa*, 3(6), 8-15