

KLASIFIKASI JENIS ANJING LAUT BERDASARKAN SUARA DENGAN METODE HIGUCHI DAN K-NEAREST NEIGHBOR

Marisa Damayanti

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: marisa.19002@mhs.unesa.ac.id

Dwi Juniati

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: dwijuniati@unesa.ac.id

Abstrak

Anjing laut merupakan famili dari Phocidae yang termasuk ke dalam mamalia laut. Anjing laut berkomunikasi menggunakan suara yang dikeluarkannya. Banyaknya jenis anjing laut dan habitat anjing laut yang mayoritas berada di dalam air menjadikan anjing laut sulit untuk diklasifikasikan. Namun, suara yang dikeluarkan anjing laut dapat dijadikan sebagai penanda keberadaan anjing laut dan setiap jenis anjing laut mempunyai *range frequency* sinyal suara yang berbeda-beda. Dengan adanya dimensi fraktal dapat digunakan untuk mengklasifikasikan jenis anjing laut berdasarkan suara. Penelitian ini dilakukan untuk mengklasifikasikan jenis anjing laut dengan metode *Higuchi* dan *K-Nearest Neighbor* (KNN). Data pada penelitian ini yaitu 100 data suara anjing laut yang diperoleh dari *website Watkins Marine Mammals Sound Database* yang terdiri atas 20 suara *Weddel Seal*, 20 suara *Leopard Seal*, 20 suara *Bearded Seal*, 20 suara *Harp Seal*, dan 20 suara *Spotted Seal*. Langkah pertama yaitu dengan melakukan *pre-processing* dilanjutkan dengan ekstraksi ciri sinyal suara menggunakan *Discrete Wavelet Transform* dengan *mother wavelet* Daubechies 4 dan dekomposisi 5 level. Kemudian, dihitung dimensi fraktal dengan metode *Higuchi*. Dilanjutkan dengan pembagian data menjadi data latih dan data uji. Kemudian diklasifikasikan menggunakan metode KNN. Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa klasifikasi jenis anjing laut berdasarkan suara menggunakan metode *Higuchi* dengan *kmax* adalah 60 dan *K* di KNN adalah 10 mendapat akurasi tertinggi 80%. Akurasi 80% termasuk ke dalam kategori akurasi yang baik.

Kata Kunci: Anjing Laut, Suara Anjing Laut, Metode *Higuchi*, KNN

Abstract

Seals are a family of Phocidae which belongs to marine mammals. Seals communicate using the sounds they make. The many types of seals and the habitat of seals, which are mostly in the water, make it difficult to classify. However, the sounds made by seals can be used as an indication of the presence of seals and each type of seal has a different sound signal frequency range. The fractal dimension can be used to classify seals based on sound. In this study, we will classify the types of seals using the Higuchi method and K-Nearest Neighbor (KNN). The data used is 100 seal sound data taken from the Watkins Marine Mammals Sound Database website consisting of 20 Weddel Seal sounds, 20 Leopard Seal sounds, 20 Bearded Seal sounds, 20 Harp Seal sounds, and 20 Spotted Seal sounds. The first step is pre-processing and then feature extraction of the sound signal using Discrete Wavelet Transform with Daubechies 4 mother wavelet type and 5 level decomposition. Next, fractal dimensions are calculated using the Higuchi method. Followed by the division of data into training data and test data. Then classified using the KNN method. From the research, it was found that the classification of seal species based on sound using the Higuchi method with *kmax* is 60 and *K* in KNN is 10 got the highest accuracy of 80%. 80% accuracy is included in the category of good accuracy.

Keywords: Seal, Seal Sound, Higuchi Method, KNN

PENDAHULUAN

Pinnipedia merupakan istilah dari bahasa Latin yang berarti kaki yang memiliki bentuk seperti sirip. *Pinnipedia* terbagi menjadi tiga keluarga yang salah

satunya yaitu *Phocidae*. *Phocidae* termasuk ke dalam mamalia laut. Mamalia laut memegang peranan penting dalam menjaga ekosistem laut (Kaschner dkk., 2011). Namun, saat ini sekitar 23% mamalia laut terancam mengalami kepunahan (Shipper dkk.,

2008). *Phocidae* lebih dikenal dengan sebutan anjing laut sejati. *Phocidae* memiliki spesies diantaranya *Weddel Seal*, *Leopard Seal*, *Bearded Seal*, *Harp Seal*, dan *Spotted Seal*.

Seiring dengan berkembangnya waktu, jumlah anjing laut yang terdapat di dalam habitatnya semakin berkurang. Berdasarkan *Zoological Society of London* (2021) populasi anjing laut di Inggris mengalami penurunan sekitar 12% sejak tahun 2019. Beragam ancaman yang dapat menyebabkan berkurangnya jumlah anjing laut seperti eksploitasi, kegiatan perburuan yang telah diterapkan di sepuluh negara khususnya Kanada dan Greenland yang dapat mengancam populasi anjing laut di habitatnya, serta kematian anjing laut akibat perubahan iklim juga dapat mengancam populasi anjing laut di habitatnya. Padahal anjing laut merupakan salah satu mamalia laut yang membantu menjaga ekosistem laut dengan menyeimbangkan jaring-jaring makanan yang ada di laut (IFAW, 2023). Oleh karena itu, kelestarian anjing laut perlu dipertahankan baik dari kepunahan maupun penurunan populasinya.

Dalam menjaga kelestarian anjing laut dibutuhkan data mengenai kelimpahan anjing laut pada suatu wilayah. Langkah awal dalam memperoleh data kelimpahan anjing laut tersebut adalah dengan mengetahui ada atau tidaknya anjing laut pada suatu wilayah. Kemudian akan diklasifikasikan sehingga dapat diketahui ada atau tidaknya jenis anjing laut tertentu pada suatu wilayah. Dengan demikian, akan lebih mudah ditentukan upaya pelestarian yang akan dilakukan untuk setiap jenis anjing laut karena telah diketahui pada wilayah tersebut terdapat jenis anjing laut yang mana.

Anjing laut dapat hidup di pesisir pantai, di lautan yang dalam, di atas bongkahan es, dan di gua-gua lautan. Hal tersebut mengakibatkan tidak semua habitat anjing laut dapat dijangkau oleh manusia sehingga klasifikasi tidak hanya dilakukan menggunakan ciri fisik anjing laut saja. Namun, yang dapat menjadi penanda keberadaan anjing laut pada habitatnya yaitu menggunakan suara yang dikeluarkan oleh anjing laut. Suara tersebut dapat digunakan untuk mengklasifikasikan jenis anjing laut menggunakan teori dimensi fraktal.

Sekarang, telah banyak dilakukan klasifikasi jenis hewan berdasarkan suaranya menggunakan beberapa metode salah satunya yaitu dimensi fraktal. Dimensi fraktal awalnya diaplikasikan untuk mengkarakteristik bentuk yang kompleks dengan bentuk detail lebih penting dari bentuk globalnya (Juniati dan Budayasa, 2016). Metode dimensi fraktal yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode dimensi fraktal *higuchi*. Hal ini disebabkan karena metode dimensi fraktal *higuchi* sangat efisien dalam menghitung dimensi fraktal dari sebuah sinyal suara (Pamela, 2021).

Setelah dihitung dimensi fraktalnya menggunakan metode *higuchi* selanjutnya akan diklasifikasikan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN). KNN merupakan metode untuk mengelompokkan objek baru ke dalam K kelompok pada suatu data latih berdasarkan pada jarak terdekat (Juniati dkk., 2018). Selain itu, KNN merupakan metode klasifikasi yang efektif (Widhyanti, 2020). Seperti penelitian yang dilakukan oleh Fathiha (2019) yang mengklasifikasikan katak berdasarkan suaranya menggunakan metode dimensi fraktal *higuchi* serta metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor* dan mendapatkan akurasi terbaik sebesar 81,25%. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Pamela (2021) yang mengklasifikasikan *Delphinidae* berdasarkan suaranya dan penelitian yang dilakukan oleh Nunasikha (2022) yang mengklasifikasikan jenis jangkrik berdasarkan suaranya. Penelitian yang dilakukan sebelumnya tersebut menggunakan metode yang sama yaitu dimensi fraktal *higuchi* dan KNN berhasil mendapatkan akurasi terbaik sebesar 82,5% pada klasifikasi *Delphinidae* dan 90% pada klasifikasi jenis jangkrik.

Dari penjelasan yang telah diuraikan, perlu dilakukan penelitian tentang klasifikasi suara anjing laut dari segi matematisnya yaitu berdasarkan dimensi fraktal. Diharapkan dari penelitian ini dapat melakukan klasifikasi jenis anjing laut berdasarkan suaranya menggunakan metode *higuchi* dan *K-Nearest Neighbor* (KNN). Diharapkan pula, penelitian terkait klasifikasi jenis anjing laut menggunakan dimensi fraktal dapat menjadi teori awal untuk mengembangkan teknologi yang dapat digunakan sebagai upaya awal untuk mengetahui ada atau

tidaknya jenis anjing laut pada suatu wilayah sehingga selanjutnya dapat ditentukan upaya pelestarian anjing laut.

KAJIAN TEORI

A. Anjing Laut

Anjing laut merupakan mamalia laut yang berukuran cukup besar dan biasanya hidup di kawasan yang sejuk. Anjing laut umumnya memiliki tubuh yang licin. Dengan bentuk tubuh seperti itu membuatnya mampu beradaptasi baik dengan habitatnya yang ada di dalam air. Anjing laut menghabiskan sebagian besar waktunya berada di dalam air. Anjing laut merupakan hewan pemakan daging yang memakan ikan, cumi, bahkan memakan sesama anjing laut (NOAA, 2023). Komunikasi yang dilakukan oleh anjing laut yaitu dengan mengeluarkan suara dengan tenggorokannya (Kunsak, 2017). Anjing laut memiliki lima jenis dengan masing-masing jenisnya memiliki *range frequency* suara yang berbeda-beda di antaranya *Weddel Seal* dengan *range frequency* 80 Hz – 24 kHz (*Discovery of Sound in the Sea*, 2017), *Leopard Seal* dengan *range frequency* 50 Hz – 8 kHz (*Discovery of Sound in the Sea*, 2017), *Bearded Seal* dengan *range frequency* 0,02 – 11 kHz (*Discovery of Sound in the Sea*, 2017), *Harp Seal* dengan *range frequency* 250-1300 Hz (Leanna dkk., 2017), dan *Spotted Seal* dengan *range frequency* 100 Hz – 70 kHz (Sills dan Reichmuth, 2022).



Gambar 1. *Weddel Seal*



Gambar 2. *Leopard Seal*



Gambar 3. *Bearded Seal*



Gambar 4. *Harp Seal*



Gambar 5. *Spotted Seal*

B. Wavelet Transform

Suatu transformasi yang biasanya digunakan untuk menganalisis suatu sinyal bergerak disebut dengan transformasi wavelet (Widhyanti, 2020). Transformasi wavelet memberikan representasi frekuensi waktu dari sinyal (Suma'inna dan Alam, 2014). Transformasi *wavelet* digunakan untuk menganalisis sinyal non-stasioner menggunakan analisis multi resolusi. Dalam transformasi *wavelet* digunakan fungsi *wavelet* atau yang biasa disebut *mother wavelet* melalui dua fungsi utama yaitu translasi dan dilatasi (Sutarno, 2010). Berdasarkan parameter yang berasal dari translasi dan dilatasi, transformasi wavelet memiliki dua jenis yaitu *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dan *Continuous Wavelet Transform* (CWT).

C. DWT (Discrete Wavelet Transform)

Dasar utama dari DWT yaitu mendapatkan representasi waktu dan skala dari sebuah sinyal dengan menggunakan teknik pemfilteran digital (Robi'in, 2017). Proses dalam teknik ini yaitu dengan cara menjadikan sinyal yang akan dianalisis melewati suatu filter dengan frekuensi dan skala yang berbeda (Juniati dkk., 2018). Pada prosesnya, DWT lebih cepat dibandingkan dengan CWT karena pada DWT terdapat proses pemisahan sinyal asli

menjadi sinyal dengan frekuensi tinggi dan sinyal dengan frekuensi rendah yang disebut dengan dekomposisi (Pamela, 2021).

D. Geometri Fraktal

Benoit Mandelbrot merupakan ilmuwan yang pertama kali memunculkan kata fraktal pada tahun 1975. Istilah tersebut tercantum dalam buku edisi pertamanya yang berjudul *Les Object Fractals*. Fraktal berasal dari kata “*fractus*” yang memiliki arti “patah”. Menurut Mandelbrot fraktal memiliki sifat yaitu kemiripan diri pada semua skala (Juniati dan Budayasa, 2016). Fraktal bertujuan untuk menguraikan penjelasan tentang banyak objek yang bentuknya tak beraturan atau fenomena alam yang tak seragam, seperti bentuk pantai atau lereng gunung (Sahid, 2003). Sudah banyak hasil penelitian terkait bidang geometri fraktal termasuk aplikasinya pada berbagai bidang ilmu (Juniati dan Budayasa, 2016).

E. Metode Higuchi

Metode yang dapat digunakan untuk menghitung dimensi fraktal yaitu *higuchi*, *box-counting*, dan *exponent hurst*. Dalam penelitian ini digunakan metode *higuchi* untuk mencari dimensi fraktal. *Higuchi* merupakan metode untuk menghitung dimensi fraktal dari suatu data deret waktu (Juniati dkk., 2018) dan dari data berbentuk gelombang (Wulandari dan Juniati, 2017). Misalkan diberikan suatu deret waktu $X[k]$ dengan $k = 1, 2, 3, \dots, n$. Langkah-langkah untuk menghitung dimensi fraktal menggunakan *higuchi* di antaranya sebagai berikut (Juniati dkk., 2018) :

- Bentuklah k deret waktu baru X_z^k adalah sebagai berikut:

$$X_z^k = \{X[z], X[z+k], \dots, X[z + \text{int}(\frac{N-z}{k}) \cdot k]\} \quad (1)$$

Dengan z dan k adalah bilangan bulat, k menunjukkan interval waktu diskrit dan z menunjukkan nilai waktu awal dengan $z = 1, 2, 3, \dots, k$.

- Hitung panjang setiap deret waktu baru didefinisikan sebagai berikut:

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

Dengan N adalah panjang dari deret waktu asli, $\frac{N-1}{\text{int}(\frac{N-z}{k}) \cdot k}$ menunjukkan faktor normalisasi dan $|x[z+ik] - x[z+(i-1) \cdot k]| = h_i$. Dengan demikian $L(z, k)$ merupakan jumlah normalisasi panjang segmen baru h_i . Setiap h_i menunjukkan nilai jarak yang berbeda pada koordinat titik sejauh k , dimulai dari sampel ke $z, X[z]$ dengan $z = 1, 2, 3, \dots, k$.

- Hitung panjang kurva untuk interval waktu k yang diperoleh dengan membagi semua sub deret $L(z, k)$ dengan k . Untuk $z = 1, 2, 3, \dots, k$ diperoleh persamaan sebagai berikut:

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

Dengan $L(k)$ merupakan panjang kurva untuk interval waktu k .

- Hitung dimensi fraktal *higuchi* yang didefinisikan sebagai berikut:

$$D = \frac{\ln(L(k))}{\ln(\frac{1}{k})} \quad (4)$$

Dengan D merupakan dimensi fraktal *higuchi*, k merupakan interval waktu yang berubah dari 1 sampai dengan k_{max} sehingga $L(k)$ merupakan panjang kurva untuk setiap interval waktu k .

F. K-Nearest Neighbor (KNN)

Salah satu metode klasifikasi yaitu metode *K-Nearest Neighbor* (KNN). *K-Nearest Neighbor* yaitu metode yang digunakan untuk klasifikasi objek baru ke dalam K kelompok pada suatu data latih berdasarkan pada jarak terdekat (Juniati dkk., 2018). Pada klasifikasi *K-Nearest Neighbor* data akan dibagi menjadi dua bagian yaitu data latih dan data uji. Data latih digunakan untuk melatih model sedangkan data uji digunakan untuk memvalidasi model (Wulandari dan Juniati, 2017). Langkah-langkah algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) adalah sebagai berikut:

- Tentukanlah K yaitu banyaknya data dengan jarak yang paling dekat.
- Hitunglah jarak antara data latih dan data uji dengan rumus *Euclidean*.

3. Urutkanlah jarak dari yang terkecil hingga terbesar.
4. Tentukanlah jarak terdekat sampai urutan ke-K.
5. Tentukanlah kelompok dari data baru berdasarkan kelompok yang paling banyak pada K.

G. Akurasi

Akurasi adalah keakuratan suatu sistem dalam mengklasifikasikan data (Widhyanti, 2020). Akurasi dapat dianalisis menggunakan *Confusion Matrix*. *Confusion Matrix* merupakan metode untuk menganalisis keakuratan dalam pengklasifikasian. Pada intinya, *confusion matrix* mencantumkan informasi untuk membandingkan antara dua hal yaitu klasifikasi oleh sistem dengan klasifikasi yang seharusnya (Karsito dan Susanti, 2019). Akurasi dihitung menggunakan rumus:

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

Keterangan:

- TP : *True Positive* yaitu jumlah data kelas X yang terklasifikasikan dengan benar pada kelas X.
- FP : *False Positive* yaitu jumlah data kelas Y yang diklasifikasikan pada kelas X.
- FN : *False Negative* yaitu jumlah data kelas X yang diklasifikasikan pada kelas Y.
- TN : *True Negative* yaitu jumlah data kelas Y yang terklasifikasikan dengan benar pada kelas Y.

METODE

A. Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini yaitu data sekunder. Data diperoleh dari *website Watkins Marine Mammal Sound Database*. Data suara dalam format *.wav. Data suara anjing laut yang digunakan yaitu 100 data suara yang terdiri atas 20 suara *weddel seal*, 20 suara *leopard seal*, 20 suara *bearded seal*, 20 suara *harp seal*, dan 20 suara *spotted seal*.

B. Pre-Processing

Pada proses ini, setiap sinyal suara anjing laut dipotong menjadi 2 detik. Setelah itu, terdapat proses *filtering* dan normalisasi. Proses *filtering* bertujuan untuk menghilangkan noise pada setiap sinyal suara. *Filtering* dilakukan dengan bantuan *software Audacity*. Normalisasi bertujuan untuk mengubah amplitudo dengan interval yang sama antara satu suara dengan yang lain yaitu menjadi -1 sampai 1. Proses normalisasi dilakukan agar setiap sinyal suara anjing laut memiliki interval amplitudo yang sama sehingga perubahan amplitudo tidak memengaruhi proses ekstraksi ciri suara anjing laut. Normalisasi dilakukan menggunakan *software Matlab R2017b*.

C. Ekstraksi Ciri Sinyal Suara

Ekstraksi ciri sinyal suara dilakukan dengan DWT. Proses dekomposisi akan dilakukan dalam proses ekstraksi ciri menggunakan DWT. Dekomposisi yang dilakukan yaitu dekomposisi wavelet 5 level pada setiap sinyal suara anjing laut dengan mother wavelet yang dipilih yaitu Daubechies 4. Sinyal yang dihasilkan dalam proses DWT yaitu sinyal dekomposisi yang memiliki komponen aproksimasi di setiap levelnya. Proses ini dilakukan dengan *software Matlab R2017b*.

D. Metode Higuchi

Dari proses ekstraksi ciri menggunakan *Discrete Wavelet Transform* (DWT) selanjutnya yaitu menghitung dimensi fraktal dengan *Higuchi*. Pada penelitian ini dipilih menggunakan k-max 60 dan 50. Proses menghitung dimensi fraktal *Higuchi* dengan bantuan *software Matlab R2017b*.

E. Proses Klasifikasi KNN

Proses selanjutnya setelah memperoleh dimensi fraktal data suara anjing laut selanjutnya data akan dibagi menjadi data latih dan data uji. Pada penelitian ini dipilih pembagian data latih dan data uji mulai dari 6:4 hingga 9:1 sebagai percobaan. Kemudian, data yang sudah dibagi akan dikelompokkan dengan KNN. Proses ini dilakukan dengan *software RapidMiner Studio*.

F. Akurasi

Setelah dikelompokkan selanjutnya yaitu menghitung akurasi menggunakan rumus:

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\%$$

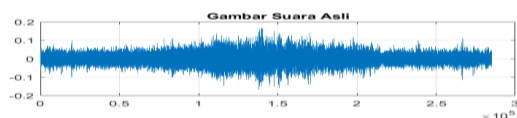
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pre-Processing

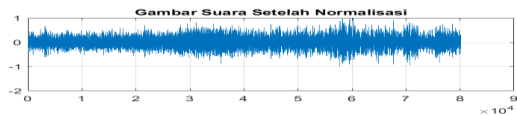
Rekaman suara yang telah didapatkan melalui *Watkins Marine Mammals Sound Database* berupa rekaman suara dalam format *.wav. dan memiliki panjang durasi yang berbeda pada setiap rekaman suara anjing laut. Setelah semua data dikumpulkan, tahap selanjutnya yaitu pemotongan suara dengan panjang durasi yang sama yaitu 2 detik pada setiap suara anjing laut. Proses pemotongan suara dilakukan dengan bantuan *software* Audacity. Proses selanjutnya yaitu proses *filtering* yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan *noise* pada suara anjing laut. Proses *filtering* dilakukan dengan bantuan *software* Audacity. Suara yang telah melalui proses *filtering* dilanjutkan dengan proses normalisasi data suara yang dilakukan dengan bantuan Matlab R2017b.

Di bawah ini merupakan sinyal asli dari rekaman suara anjing laut serta sinyal suara yang sudah melalui tahap *pre-processing* yang dilakukan menggunakan *software* Audacity dan Matlab R2017b:

1. Weddel Seal

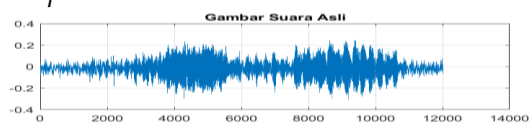


Gambar 6. Sinyal Suara Asli Weddel Seal

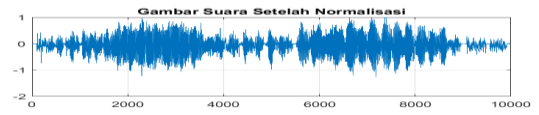


Gambar 7. Sinyal Suara Weddel Seal Setelah Pre-Processing

2. Leopard Seal

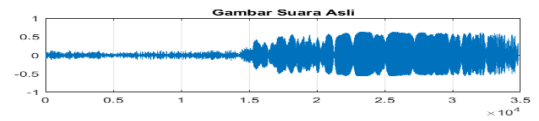


Gambar 8. Sinyal Suara Asli Leopard Seal

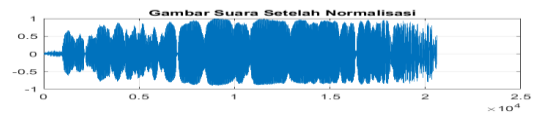


Gambar 9. Sinyal Suara Leopard Seal Setelah Pre-Processing

3. Bearded Seal

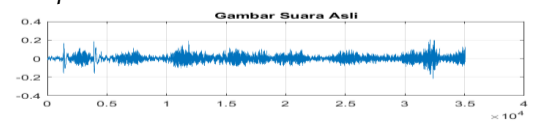


Gambar 10. Sinyal Suara Asli Bearded Seal

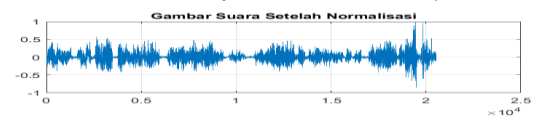


Gambar 11. Sinyal Suara Bearded Seal Setelah Pre-Processing

4. Harp Seal

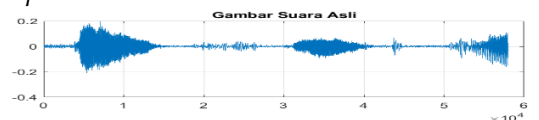


Gambar 12. Sinyal Suara Asli Harp Seal

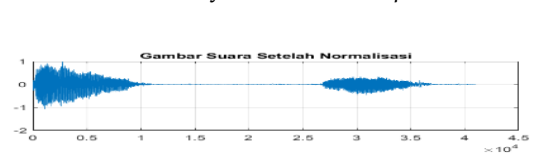


Gambar 13. Sinyal Suara Harp Seal Setelah Pre-Processing

5. Spotted Seal



Gambar 14. Sinyal Suara Asli Spotted Seal



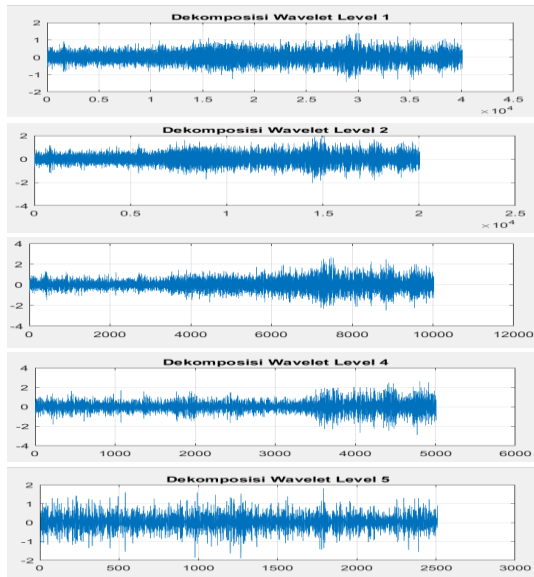
Gambar 15. Sinyal Suara Spotted Seal Setelah Pre-Processing

B. Ekstraksi Ciri Sinyal Suara

Tahap selanjutnya setelah *pre-processing* yaitu ekstraksi ciri sinyal suara. Ekstraksi ciri sinyal suara dengan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT) 5 level. *Mother wavelet* yang dipilih pada DWT ini yaitu Daubechies 4.

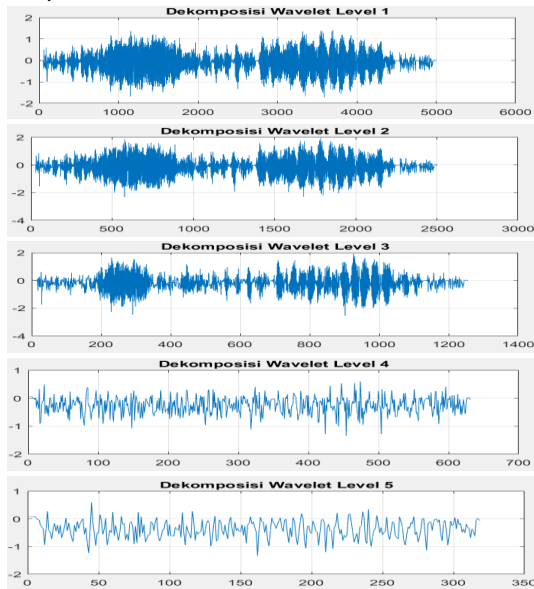
Berikut ini sinyal suara yang telah melalui proses dekomposisi level 1 sampai level 5 yang dianalisis oleh penulis dengan Matlab R2017b:

1. *Weddel Seal*



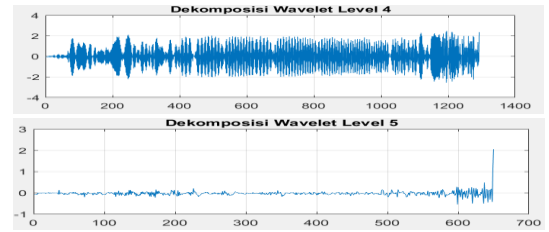
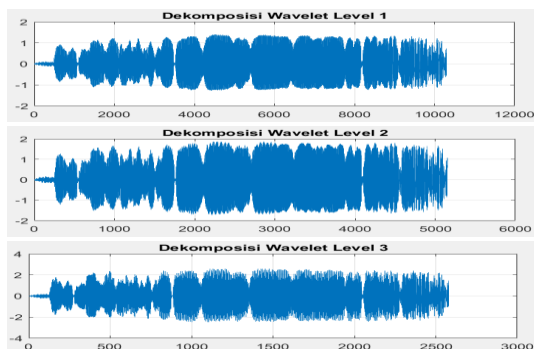
Gambar 16. Dekomposisi *Weddel Seal* Level 1-5

2. *Leopard Seal*



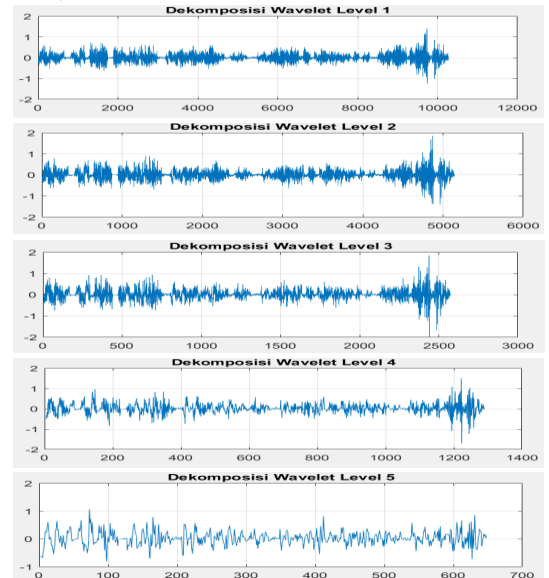
Gambar 17. Sinyal Dekomposisi *Leopard Seal* Level 1-5

3. *Bearded Seal*



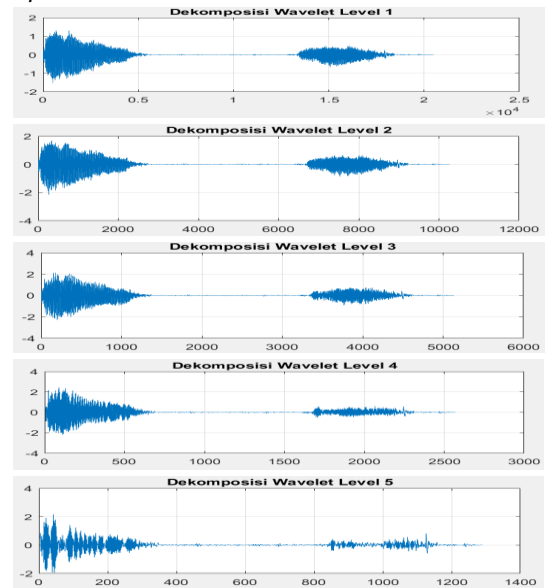
Gambar 18. Sinyal Dekomposisi *Bearded Seal* Level 1-5

4. *Harp Seal*



Gambar 19. Sinyal Dekomposisi *Harp Seal* Level 1-5

5. *Spotted Seal*



Gambar 20. Sinyal Dekomposisi *Spotted Seal* Level 1-5

C. Dimensi Fraktal Higuchi

Setelah proses ekstraksi ciri menggunakan Discrete Wavelet Transform (DWT) dilanjutkan dengan menghitung dimensi fraktal *Higuchi*. Proses perhitungan dimensi fraktal *Higuchi* dilakukan oleh penulis menggunakan *software* Matlab R2017b. Pada penelitian ini dipilih dua K-max yang berbeda yaitu 60 dan 50.

Pada K-max 50, anjing laut berjenis *weddel seal* mempunyai dimensi maksimum 2,0264 & dimensi minimum 1,5911. *Leopard seal* mempunyai dimensi maksimum 2,0111 & dimensi minimum 1,8946. *Bearded seal* mempunyai dimensi maksimum 2,0358 & dimensi minimum 1,8295. *Harp seal* mempunyai dimensi maksimum 1,9945 & dimensi minimum 1,546. *Spotted seal* mempunyai dimensi maksimum 2,0173 & dimensi minimum 1,6682.

Pada K-max 60, anjing laut jenis *weddel seal* mempunyai dimensi maksimum 2,0278 & dimensi minimum 1,861. *Leopard seal* mempunyai dimensi maksimum 2,0094 & dimensi minimum 1,909. *Bearded seal* mempunyai dimensi maksimum 2,0235 & dimensi minimum 1,852. *Harp seal* mempunyai dimensi maksimum 1,9729 & dimensi minimum 1,872. *Spotted seal* mempunyai dimensi maksimum 2,0119 & dimensi minimum 1,872.

D. Klasifikasi K-Nearest Neighbor

Proses selanjutnya yaitu melakukan klasifikasi pada dimensi yang telah diperoleh. Proses klasifikasi menggunakan KNN. Pada penelitian yang dilakukan saat ini, data dibagi menjadi dua bagian data yaitu data uji dan data latih. Dipilih pembagian data latih dan data uji yaitu dari 6:4 sampai 9:1 dan K pada K-Nearest Neighbor yaitu 1,2,3,5,7,9, dan 10. Proses klasifikasi dilakukan oleh penulis menggunakan *software* RapidMiner Studio. Tabel berikut ini merupakan tabel akurasi berdasarkan beberapa percobaan yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Akurasi

K- Max	Data Latih	Data Uji	Nilai K						
			1	2	3	5	7	9	10
50	0.6	0.4	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	45%	42.5%	45%
	0.7	0.3	53.33%	53.33%	60%	56.67%	66.67%	53.33%	50%
	0.8	0.2	55%	55%	70%	75%	70%	60%	70%
	0.9	0.1	60%	60%	60%	50%	50%	50%	60%
60	0.6	0.4	52.5%	52.5%	60%	65%	62.5%	60%	62.5%
	0.7	0.3	53.33%	53.33%	66.67%	70%	70%	60%	60%
	0.8	0.2	65%	65%	75%	75%	65%	65%	65%
	0.9	0.1	70%	70%	70%	70%	70%	70%	80%

Percobaan pertama data dibagi menjadi 60% data latih dan 40% data uji, percobaan kedua data dibagi menjadi 70% data latih dan 30% data uji, percobaan ketiga data dibagi menjadi 80% data latih dan 20% data uji, serta percobaan keempat data dibagi menjadi 90% data latih dan 10% data uji.

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan akurasi dari proses klasifikasi jenis anjing laut berdasarkan suara dengan metode *Higuchi* yang memperoleh akurasi terbaik yaitu 80%. Akurasi 80% termasuk ke dalam kategori akurasi yang baik dalam proses klasifikasi sehingga metode *Higuchi* dapat dijadikan sebagai metode untuk klasifikasi jenis anjing laut berdasarkan suara. Akurasi 80% diperoleh pada percobaan dengan k-max 60, pembagian data latih dan data uji 9:1, dan K=10 pada KNN. Berikut merupakan hasil klasifikasi dengan k-max 60 pada metode *Higuchi*, pembagian data latih dan data uji 9:1, dan K = 10 pada metode K-Nearest Neighbor:

Tabel 2. Precision, Recall, F-1 Score, Support

Precision	Recall	F1-Score	Support	Class
100%	100%	100%	2	W
66,67%	100%	80%	2	L
100%	50%	67%	2	B
66,67%	100%	80%	2	H
100%	50%	67%	2	S

Tabel 3. Confusion Matrix

	W	B	H	S	L
W	2	0	0	0	0
B	0	1	0	0	0
H	0	0	2	1	0
S	0	0	0	1	0
L	0	1	0	0	2

Keterangan:

W : *Weddel Seal*

B : *Bearded Seal*

H : *Harp Seal*

S : *Spotted Seal*

L : *Leopard Seal*

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan *precision*, *recall*, *f1-score*, dan *support* dan berdasarkan tabel 3 menunjukkan *confusion matrix* yang dapat digunakan untuk menganalisis akurasi. Untuk K= 10 di KNN diperoleh *precision weddel seal* sebesar 100% yang berarti data uji yang sesuai dengan data prediksi sebesar 100% yakni sebanyak 2 data pada kelas *weddel seal* & *recall* sebesar 100% yang berarti jumlah data hasil uji terklasifikasikan 100% pada *weddel seal* yakni sebanyak 2 data. *Precision* dari *leopard seal* sebesar 66,67% yang berarti data uji yang sesuai dengan data prediksi yakni 66,67% sebanyak 2 data terklasifikasikan pada *leopard seal* dan 33,33% terklasifikasikan pada selain *leopard seal* yaitu 1 data pada kelas *bearded seal* & *recall* sebesar 100% yang berarti data hasil uji terklasifikasikan 100% pada *leopard seal* yakni 2 data. *Precision* dari *bearded seal* sebesar 100% yang berarti data uji yang sesuai dengan data prediksi sebesar 100% yakni sebanyak 2 data pada kelas *bearded seal* & *recall* sebesar 50% yang berarti data hasil uji terklasifikasikan dengan benar sebesar 50% yaitu sebanyak 1 data & 50% terklasifikasikan pada kelas selain *bearded seal* yaitu sebanyak satu data terklasifikasikan pada kelas *leopard seal*. *Precision* dari *harp seal* sebesar 66,67% yang berarti data uji yang sesuai dengan data prediksi yaitu 66,67% yakni sebanyak 2 data pada kelas *leopard seal* dan 33,33% terklasifikasikan pada selain *harp seal* yaitu 1 data pada kelas *spotted seal* serta *recall* sebesar 100% yang berarti data hasil uji terklasifikasikan 100% pada kelas *harp seal* yaitu 2 data. *Precision spotted seal* sebesar 100% yang berarti data uji yang sesuai dengan data prediksi sebesar 100% yaitu sebanyak 2 data pada kelas *spotted seal* dan *recall* sebesar 50% yang berarti data hasil uji terklasifikasikan dengan benar sebesar 50% yaitu sebanyak 1 data dan 50% terklasifikasikan pada kelas selain *spotted seal* yakni sebanyak 1 data terklasifikasikan pada kelas *harp seal*.

PENUTUP

SIMPULAN

Dari penelitian tentang klasifikasi jenis anjing laut berdasarkan suara yaitu *weddel seal*, *leopard seal*, *bearded seal*, *harp seal*, dan *spotted seal* disimpulkan bahwa dimensi fraktal *Higuchi* dan KNN dapat digunakan untuk klasifikasi jenis anjing laut berdasarkan suara yang memperoleh akurasi tertinggi 80% melalui proses ekstraksi ciri menggunakan *Discrete Wavelet Transform (DWT)* , metode *Higuchi* dengan K-max adalah 60, pembagian data latih dan data uji 9:1 dan K pada K-NN yaitu 10. Akurasi 80% termasuk ke dalam kategori akurasi yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Discovery of Sound in the Sea*. (2017). *Bearded Seal*. Retrieved 6 March 2023, from [gallery/marinemammals/pinnipeds/beardedseal/#:~:text=Male%20bearded%20seals%20are%20among,0.02%20E2%80%93%2011%20kHz%20in%20frequency](https://dosits.org/galleries/audio-gallery/marine-mammals/pinnipeds/beardedseal/#:~:text=Male%20bearded%20seals%20are%20among,0.02%20E2%80%93%2011%20kHz%20in%20frequency)
- Discovery of Sound in the Sea*. (2017). *Leopard Seal*. Retrieved 6 March 2023, from <https://dosits.org/galleries/audio-gallery/marine-mammals/pinnipeds/leopardseal/#:~:text=Their%20calls%20include%20low%20frequency,50%20Hz%20to%208%20kHz>
- Discovery of Sound in the Sea*. (2017). *Weddell Seal*. Retrieved 6 March 2023, from <https://dosits.org/galleries/audio-gallery/marine-mammals/pinnipeds/weddell-seal/#:~:text=Weddell%20seals%20produce%20trills%2C%20whistles,is%2080%20Hz%20E2%80%93%2024%20kHz>
- Fathiha, V. A. (2019). Penerapan Dimensi Fraktal Untuk Klasifikasi Suara Katak Dengan Metode *Higuchi* . Universitas Negeri Surabaya.
- IFAW. (2023). *Why Are Seals Important?*. Retrieved 6 March 2023, from <https://www.ifaw.org/animals/seals#:~:text=>
- Juniati, D., dan Budayasa, I. K. (2016). Geometri Fraktal dan Aplikasinya. Surabaya: Unesa University Press, Ed.

- Juniati, D., Khotimah, C., Wardani, D. E. K., dan 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>
- Kaschner, K., Tittensor, D. P., Ready, J., Gerrodette, T., dan Worm, B. (2011). *Current and Future Patterns Of Global Marine Mammal Biodiversity. PLoS ONE*, 6(5), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019653>
- Karsito, dan Susanti, S. (2019). Klasifikasi Kelayakan Peserta Pengajuan Kredit Rumah Dengan Algoritma Naïve Bayes Di Perumahan Azzura Residencia. *Jurnal Teknologi Pelita Bangsa*, 9(1), 43–48.
- Kunsak, A. (2017). *How Do Seals Communicate*. Retrieved 6 March 2023 from wildmom: <https://animals.mom.com/how-do-seals-communicate-4514135.html>
- Leanna, P. M., Susan, E. P., Michelle, E. F., Christine, M. G., Jamie, N. W., dan Holger, K. (2017). Source Level and Call Parameters of Harbor Seal Breeding Vocalizations Near A Terrestrial Haulout Site in Glacier Bay National Park and Preserve. *Acoustical Society of America*, 274–280.
- Nan, A. N., dan 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>.
- NOAA. (2023). *Fun Fact About Surprising Seals*. Retrieved 20 March 2023, from <https://www.fisheries.noaa.gov/national/outreach-and-education/fun-facts-about-surprising-seals>
- Pamela, Y. G., dan 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>.
- Robi'in, B. (2017). Analisis Dekomposisi Wavelet Pada Pengenalan Pola Lurik Dengan Metode *Learning Vector Quantization*. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 9(2), 153–160. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v9i2.133.153-160>.
- Sahid. (2003). *Fraktal: Kurva Yang Menyerupai Diri Sendiri*. 1-5.
- Schipper, J., Chanson, J. S., Chiozza, F., Cox, N. A., Hoffmann, M., Katariya, V., Lamoreux, J., Rodrigues, A. S. L., Stuart, S. N., Temple, H. J., Baillie, J., Boitani, L., Lacher, T. E., Mittermeier, R. A., Smith, A. T., Absolon, D., Aguiar, J. M., Amori, G., Bakkour, N., ... Young, B. E. (2008). *The Status of the World's Land and Marine Mammals: Diversity, Threat, and Knowledge. Science*, 322(5899), 225–230. <https://doi.org/10.1126/science.1165115>
- Sills, J. M., dan Reichmuth, C. (2022). *Vocal Behavior in Spotted Seals (Phoca Larga) and Implications for Passive Acoustic Monitoring. Frontiers*, 1-14.
- Suma'inna, S., dan Alam, D. (2014). Kompresi Citra Berwarna Menggunakan Transformasi Wavelet. *Jurnal Matematika Integratif*, 10(1), 55. <https://doi.org/10.24198/jmi.v10i1.10185>
- Sutarno, S. (2010). Analisis Perbandingan Transformasi Wavelet Pada Pengenalan Citra Wajah. *Jurnal Generic*, 5(2), 15–21.
- Widhyanti, D dan Juniati, D.,. 2021. *Classification Of Baby Cry Sound Using Higuchi's Fractal Dimension With K-Nearest Neighbor And Support Vector Machine. Journal of Physics Conference Series*.
- Wulandari, I. N., dan Juniati, D. (2017). Penerapan Dimensi Fraktal Untuk

Klasifikasi Laras Pada Musik Gamelan.
Jurnal Ilmiah Matematika, 8-15.

ZSL. (2021). *Thames Marine Mammal Conservation*.
Retrieved 26 February 2023, from
[https://www.zsl.org/what-we-
do/projects/thames-marine-mammal-
conservation](https://www.zsl.org/what-we-do/projects/thames-marine-mammal-conservation)