

KLASIFIKASI JENIS DELPHINIDAE (LUMBA-LUMBA) DENGAN DIMENSI FRAKTAL MENGGUNAKAN METODE HIGUCHI DAN KNN (K-NEAREST NEIGHBOR)

Yolanda Gandes Pamela

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Surabaya
e-mail: yolanda.17030214008@mhs.unesa.ac.id

Dwi Juniati

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Surabaya
e-mail: dwijuniati@unesa.ac.id

Abstrak

Keluarga *delphinidae* atau sejenis ikan lumba-lumba termasuk kedalam Ordo *Cetacean* dan merupakan anggota dari *Odontocetes*. Keluarga *delphinidae* memiliki ciri khas pada fisik dan *range frequency* sinyal suara yang dikeluarkan. Hidup di laut dan merupakan hewan yang langka membuat *delphinidae* sangat sulit untuk ditemukan dan belum lagi jika ingin diklasifikasikan, dimana kita harus menangkap dan menganalisis fisik dari *delphinidae*. Dengan menggunakan dimensi fraktal kita dapat menganalisis suara keluarga *delphinidae* berdasarkan ciri khas sinyal suaranya untuk mengklasifikasikannya. Pada penelitian kali ini akan diklasifikasikan anggota keluarga *delphinidae* dengan menggunakan metode *Higuchi* dan *K-Nearest Neighbor*. Dengan menggunakan 80 data yakni *Common Dolphin* 18 data, *Killer Whale* 20 data, *Fraser's Dolphin* 20 data, dan *Long-Finned Pilot Whale* 22 data, data yang digunakan berupa *.wav*. Pada tahap pertama akan dilakukan proses *Pre-Processing*, selanjutnya akan dilakukan proses ekstraksi ciri dengan menggunakan *Discrete Wavelet Transform* tipe *mother wavelet Daubechies db4 wavelet* dengan dekomposisi level 5 dan *Fast fourier transform*. Lalu akan dicari nilai dimensi fraktalnya dengan menggunakan metode *Higuchi*. Setelah didapat nilai dimensi fraktalnya data akan dibagi menjadi data uji dan data uji dengan menggunakan *k-cross validation* dengan percobaan nilai *k* yakni 2, 4, 8, dan 10. Setelah data dibagi, data akan diklasifikasikan dengan menggunakan *K-Nearest Neighbor* dengan percobaan nilai *K* yakni 1, 3, 5 dan 7. Pada penelitian ini diperoleh nilai Akurasi tertinggi sebesar 82,5% dengan nilai $K_{max} = 50$, $k = 8$, dan $K = 3$. Maka dapat disimpulkan, metode *Higuchi* dan *K-Nearest Neighbor* dapat digunakan untuk mengklasifikasikan anggota keluarga *delphinidae*.

Kata Kunci: *Delphinidae*, klasifikasi anggota keluarga *delphinidae*, dimensi fraktal *Higuchi*, KNN.

Abstract

The *delphinidae* family belongs to the *Cetacean Order* and is a member of the *Odontocetes*. The *delphinidae* family has characterized by the physical characteristics and frequency ranges of sound signals produced. Living in the sea and being a rare animal makes *delphinidae* very difficult to find and if we want to be classified, we have to capture and analyze the physicality of *delphinidae*. By using the fractal dimension we can analyze the sounds of the *delphinidae* family based on the characteristics of their sound signals to classify them. In this research, members of the *delphinidae* family will be classified using the *Higuchi* and *K-Nearest Neighbor* methods. By using 80 data, namely *Common Dolphin* 18 data, *Killer Whale* 20 data, *Fraser's Dolphin* 20 data, and *Long-Finned Pilot Whale* 22 data, the data used is *.wav*. In the first step, the *Pre-Processing* process will be carried out, then the feature extraction process will be carried out using the *Discrete Wavelet Transform* type *mother wavelet Daubechies db4 wavelet* with level 5 decomposition and *Fast Fourier Transform*. Then we will find the fractal dimension value using the *Higuchi* method. After obtaining the fractal dimension, the data will be divided into *Training data* and *Testing data* using *k-cross validation* with *k* value experiments namely 2, 4, 8, and 10. After the data is divided the data will be classified using *K-Nearest Neighbor* with an experimental *K* value. namely 1, 3, 5 and 7. In this study, the highest accuracy value was 82.5% with $K_{max} = 50$, $k = 8$, and $K = 3$. Thus it can be concluded, the *Higuchi* and *K-Nearest Neighbor* methods can be used to classify members of the family *delphinidae*.

Keywords: *Delphinidae*, classification of member of family *delphinidae*, *Higuchi* fractal dimension, KNN

PENDAHULUAN

Cetacean merupakan salah satu jenis Ordo yang ada yang merupakan jenis mamalia air, dimana *Cetacean* sendiri terbagi ke dalam 2 subordo yakni

Mysticete (*Cetacean* yang memiliki baleen) dan *Ordontocetes* (*Cetacean* yang memiliki gigi). Salah satu keluarga pada *Cetacean* yakni *Delphinidae*. *Delphinidae* sendiri juga termasuk ke dalam subordo *odontocetes*. Setiap anggotanya keluarga *delphinidae* memiliki

karakteristik nya masing - masing baik secara fisik maupun sinyal suaranya (*range frequency* pada suara).

Cetacean merupakan hewan yang langka bahkan di Indonesia semua spesies *Cetacean* (termasuk *delphinidae*) merupakan hewan yang dilindungi, hal ini didasarkan pada undang - undang nomor 5 tahun 1990 dan undang - undang nomor 45 tahun 2009. Dengan jumlah yang tak begitu banyak karena kelangkaanya, akan sangat sulit untuk menemukan *delphinidae*, belum lagi habitatnya yang berada di dalam laut, akan sangat sulit mengklasifikasikannya jika hanya melihat nya dengan jarak yang jauh, dan bukan lah yang mudah juga jika ingin menangkapnya untuk dianalisis. Dengan menggunakan karakteristik pada sinyal suara yang dikeluarkan oleh *delphinidae* kita dapat mengklasifikasikannya secara matematis dengan menggunakan dimensi fraktal.

Analisis dimensi fraktal telah banyak digunakan dalam menganalisis serta mengklasifikasikan suara, salah satunya pada artikel "*Fractal dimension to classify the heart sound recordings with KNN and fuzzy c-mean clustering methods*". Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mencari dimensi fraktal, salah satu metode untuk mencari nilai dimensi fraktal pada suara adalah metode Higuchi, metode ini juga merupakan algoritma yang efisien dalam menentukan nilai dimensi fraktal. Nilai dimensi yang dihitung menggunakan Higuchi akan di klasifikasikan dengan menggunakan *K-Nearest Neighbor*, *K-Nearest Neighbor* sendiri merupakan algortima pengklasifikasian terbaik.

Sehingga dengan menggunakan metode - metode tersebut dapat diklasifikasikan anggota keluarga *delphinidae* secara matematis. Dari hasil yang diperoleh dimaksudkan agar dapat membantu memudahkan pengklasifikasian *delphinidae* serta memberi informasi kepada peneliti lainnya maupun khalayak umum.

KAJIAN TEORI

A. Keluarga *Delphinidae*

Cetacean merupakan sebutan umum untuk mamalia laut. Seperti mamalia pada umumnya, cetacean juga berreproduksi dengan cara melahirkan dan bernapas dengan paru - paru (Salim, 2011). *Odontocetes* (Cetacea bergigi) menghasilkan klicks broadband stereotip spesies dengan energi puncak 10 dan 200 kHz. Biasanya setiap spesies memiliki

spectrum ekologi yang khas (Reynolds dan Rommel, 1999:125). *Family Delphinidae* termasuk kedalam subordo *Odontocetes* dan Ordo *cetacean*. *Delphinidea* memiliki beberapa jenis spesies dimana masing - masing spesies mejmiliki *frequency range* yang berbeda - beda, beberapa contohnya yakni *Common Dolphin* (4-16 kHz), *Fraser's Dolphin* (7.6-13.4 kHz), *Killer Whale* (1.5-18 kHz), *Long-Finned Pilot Whale* (1-8 kHz) (Reynolds dan Rommel, 1999:126).



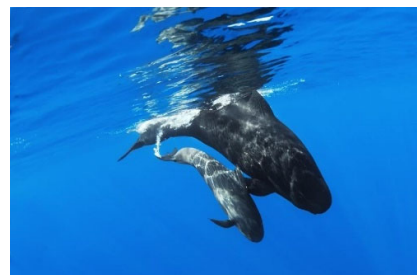
Gambar 1. *Common Dolphin*



Gambar 2. *Fraser's Dolphin*



Gambar 3. *Killer Whale*



Gambar 4. *Long-Finned Pilot Whale*

B. Transformasi *Wavelet*

Transformasi *Wavelet* adalah teknik untuk memproses sinyal, sinyal disini seperti citra dan

suara. Transformasi Wavelet memiliki karakter khusus dimana karakter ini sesuai untuk digunakan menganalisis sinyal, termasuk sinyal suara, sehingga dapat digunakan dalam proses ekstraksi ciri pada sistem pengenalan suara (Agustini, 2007). Jika dilihat dari nilai parameter dari dilatasi serta transformasinya, transformasi *wavelet* memiliki dua tipe yakni *Continue Wavelet Transform* (CWT) dan *Discrete Wavelet Transform* (DWT) (Juniati dan Wulandari, 2017)

C. DWT (*Discrete Wavelet Transform*)

Discrete Wavelet Transform (DWT) adalah proses mentransformasikan sinyal (sinyal yang ditransformasikan ini merupakan sinyal diskrit) dengan menggunakan 2 buah tapis, yakni *low pass filter* dan *high pass filter*, dimana sinyal tersebut akan diubah kedalam bentuk koefisien - koefisien wavelet. Sinyal yang dianalisis akan dilewatkan pada filter dengan frekuensi dan skala yang berbeda (Gumilar dan Suma'inna, 2013). Pada DWT sinyal satu dimensi akan dipisah menjadi dua bagian, yakni frekuensi tinggi dan frekuensi rendah (Rahman, 2013). Pemisahan ini disebut Dekomposisi (Ali dkk., 2017).

D. FFT (*Fast Fourier Transform*)

Fast fourier transform (FFT) merupakan metode pentransformasian sinyal menjadi sinyal frekuensi, dimana sinyal yang akan ditransformasikan yakni sinyal suara. Pentransformasian dapat pula diartikan proses perekaman pada suara akan disimpan kedalam bentuk digital yakni berupa gelombang *spectrum* suara, dimana gelombang ini berbasis frekuensi. Pada metode ini M buah titik pada Transformasi Fourier diskrit akan dipecah, yakni menjadi dua (M/2) titik transformasi, lalu dipecah lagi menjadi (M/4) titik, untuk selanjutnya satu kumpulan dari nilai - nilai jika terdapat M titik maka akan didapat $\frac{1}{2} \log M$ tingkat sampai mendapat satu titik (Adler dkk., 2013)

E. Geometri Fraktal

Geometri Fraktal merupakan cabang matematika yang mempelajari sifat - sifat dan perilaku serbagai jenis fraktal. (Romadiastri, 2013). Benoit Mandelbort merupakan matematikawan Prancis-Amerika yang memperkenalkan istilah Fraktal pertama kali pada tahun 1975 di buku edisi pertamanya yang berjudul "*Les Objets Fractals*" (Obyek - obyek Fraktal). Fraktal berasal Bahasa latin yakni "*fractus*" yang berarti "patahan". (Juniati dan Budayasa, 2016:3). Objek -

objek Faktal dapat memiliki dimensi pecahan (*Fractional dimension*) (Putra, 2009). Dimensi Fraktal adalah simplifikasi dari konsep dimensi Hausdorff yang biasa disebut kapasitas figur Geometri. Analisis himpunan pada ukuran skala yang berbeda menjadi ide dasar dari dimensi ini (Juniati dan Budayasa, 2016: 158)

F. Metode Higuchi

Suatu data deret waktu dapat dicari nilai dimensi fraktalnya, dan salah satu algoritma yang dapat digunakan yakni Algoritma *Higuchi*. (Juniati dkk., 2018). Algoritma ini lebih sederhana dan lebih cepat daripada pengukuran klasik lainnya. (Gomez dkk., 2009). Misal diketahui deret waktu satu dimensi $X = x[1], x[2], \dots, x[N]$. Algoritma untuk menghitung dimensi fraktal *Higuchi* dijelaskan sebagai berikut (Juniati dkk., 2018)

1. Diberikan deret waktu t , X_p^t ditentukan sebagai berikut:

$$X_p^t = \{x[p], x[p+t], \dots, x[p + \text{int}(\frac{N-p}{t})t]\} \quad (1)$$

Dimana t dan p adalah bilangan bulat, t menunjukkan interval waktu diskrit, sedangkan p menunjukkan waktu awal dengan $p = 1, 2, \dots, t$.

2. Panjang tiap deret waktu baru dapat ditentukan sebagai berikut:

$$L(p, t) = \frac{\left\{ \sum_{i=1}^{\text{int}(\frac{N-p}{t})} |x[p+it] - x[p+(i-1)t]| \right\} \frac{N-1}{\text{int}(\frac{N-p}{t})t}}{t} \quad (2)$$

Dimana N merupakan panjang deret waktu asli X , dan $|x[p+it] - x[p+(i-1)t]| = h_i$. Maka, $L(p,t)$ adalah bilangan normalisasi panjang segmen koordinat titik sejauh t , dimulai dari sampel hingga p , $x[p]$ dengan $p = 1, 2, \dots, t$.

3. Panjang kurva interval waktu t diperoleh dari membagi semua subseries $L(p,t)$ dengan t . Untuk $m = 1, 2, \dots, t$

$$L(t) = \frac{\sum_{p=1}^t L(p,t)}{t} \quad (3)$$

4. Sehingga, dimensi fraktal *Higuchi* didefinisikan sebagai kemiringan garis sesuai dengan $\{\ln(L(t)), \ln(1/k)\}$ diestimasi dengan menggunakan kuadrat linier yang paling sesuai. Dan hasilnya adalah dimensi fraktal Higuchi.

G. KNN (*K-Nearest Neighbor*)

Pada klasifikasi data mining, ada salah satu algoritma yang terbaik yakni *K-Nearest Neighbor* (KNN) (Indrayanti dkk., 2017). Cara kerja KNN yakni, pada data latih data yang akan dievaluasi akan

di cari jarak terdekatnya dengan k tetangga (*neighbor*) yang paling dekat. Data latih akan diproyeksikan kedalam ruang berdimensi banyak, dimana tiap dimensi ini merupakan presentasi dari fitur data. Ruang ini dibagi kedalam beberapa bagian, dan klasifikasi dari data latih akan menjadi dasar untuk pembagiannya. Kelas c menandai titik pada ruangan tersebut, kelas c adalah klasifikasi yang paling banyak ditemui pada k buah tetangga yang paling dekat dengan titik tersebut. Jarak tetangga biasanya dihitung menggunakan jarak Euclidean (Budianita dkk., 2015)

H. Cross Validation

Untuk menghitung nilai keakuratan dari sebuah hasil analisis dapat digunakan teknik validasi model *Cross validation*, dimana tekni ini akan memvalidasi data yang telah di praproses, data tersebut akan dibagi menjadi 2 bagian yakni data latih dan data uji, hal ini dilakukan untuk proses klasifikasi (Nasution dkk., 2019). Terdapat salah satu teknik pada *cross validation* yang berfungsi ini berfungsi untuk menghilangkan bias yang terdapat pada data yakni *k-fold cross validatio*. Teknik ini akan membagi data kedalam k set data, dalam pembagian ini data akan dibagi dengan ukuran yang sama. Dilakukan sebanyak k kali untuk pelatihan dan pengujian. Pada percobaan pertama, subset A1 digunakan sebagai data uji dan subset lainnya digunakan sebagai data latih, pada percobaan kedua subset A3, ..., Ak menjadi data latih dan A2 menjadi data uji, dan seterusnya (Tempola dkk., 2018)

METODE

A. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data yang digunakan merupakan data jenis .wav yang diperoleh dari <https://cis.who.edu/science/B/whalesounds/index.cfm>. Data yang digunakan merupakan suara dari Common Dolphin 18 data, Killer Whale 20 data, Fraser’s Dolphin 20 data, dan Long-Finned Pilot Whale 20 data.

B. Pre-processing

Pada proses ini akan dilakukan *Filter* dan *Normalisasi*. Pada tahap *Filter* akan dihilangkan *noise* pada data. Selanjutnya, tahap *Normalisasi* yang dengan mengubah interval amplitude menjadi -1 sampai 1, ini bertujuan agar tiap data memiliki interval amplitudo maksimum yang sama sehingga

proses ekstraksi ciri tidak dipengaruhi oleh perubahan amplitude. Pada tahap ini juga akan disamakan waktu pada tiap data. Pada proses ini dilakukan dengan menggunakan *software* Audacity.

C. Ekstraksi Ciri

Pada tahap ini dilakukan pada *software* Matlab R2012b dan akan dilakukan proses DWT dan FFT. Pada Proses DWT akan dilakukan dekomposisi *wavelet* 5 level dengan tipe *mother wavelet* Daubechies 4. Pada proses DWT akan dihasilkan sinyal dekomposisi setiap level komponen aproksimasi. Hasil dari DWT tersebut akan diproses ke tahap FFT dengan domain waktu dan frekuensi diubah ke domain frekuensi.

D. Metode Higuchi

Metode ini dilakukan dengan menggunakan *software* Matlab R2012b, dari hasil Ekstraksi Ciri akan di hitung dimensi fraktal dengan menggunakan Metode Higuchi. Disini akan ditentukan nilai *k-max* yakni 10, 16, 50 dan 60.

E. Proses Klasifikasi

Setelah diperoleh dimensi fraktalnya data akan dibagi menjadi data uji dan data latih, ini akan dilakukan dengan *k-fold cross validation* dengan nilai k yang merupakan nilai yang dapat membagi habis banyaknya data yang digunakan. Selanjutnya data yang telah bagi tersebut akan di klasifikasikan dengan menggunakan KNN. Pada proses ini dilakukan dengan *software* weka.

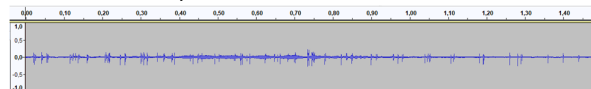
F. Akurasi

Setelah diklasifikasikan akan dihitung akurasi data yang telah dihitung.

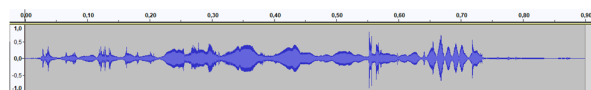
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini Sinyal suara akan dihilangkan *noise*, dinormalisasi, serta menyamakan waktu yang digunakan. berikut sinyal sebelum dan sesudah dilakukan *Pre-Processing*(Pada proses ini dilakukan sendiri oleh penulis dengan menggunakan *software* Audacity).

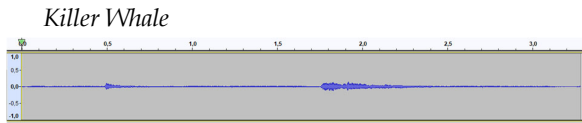
Common Dolphin



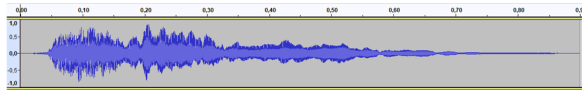
Gambar 5. Sinyal suara asli



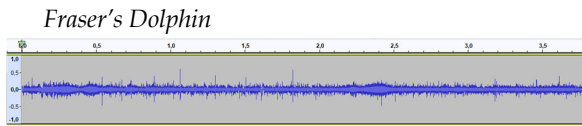
Gambar 6. Sinyal suara setelah *Pre-Processing*



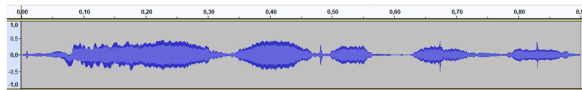
Gambar 7. Sinyal suara asli



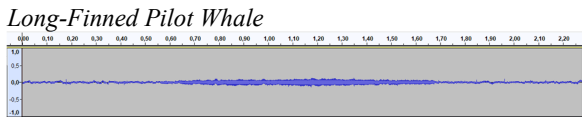
Gambar 8. Sinyal suara setelah *Pre-Processing*



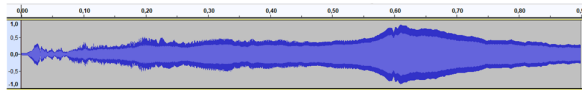
Gambar 9. Sinyal suara asli



Gambar 10. Sinyal suara setelah *Pre-Processing*



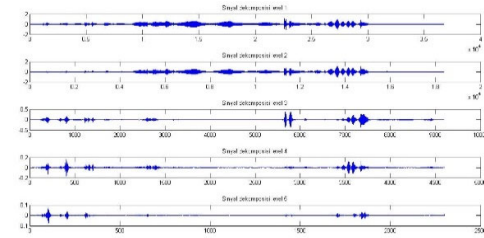
Gambar 11. Sinyal suara asli



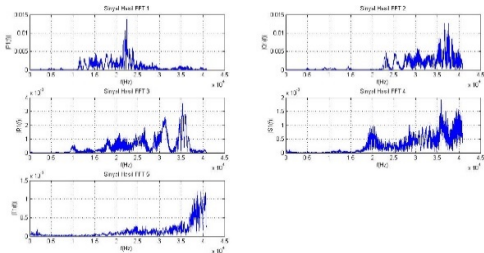
Gambar 12. Sinyal suara setelah *Pre-Processing*

Setelah itu dilakukan proses Ekstraksi Ciri dengan DWT level 5 dan FFT dengan hasil sebagai berikut.

Common Dolphin

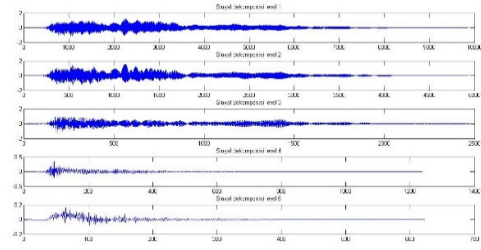


Gambar 13. Dekomposisi level 1-5

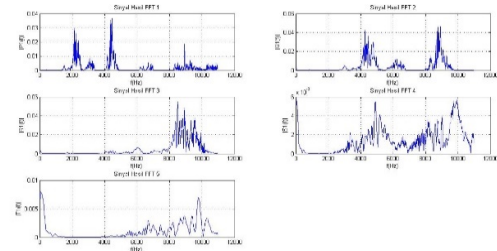


Gambar 14. FFT tiap level

Killer Whale

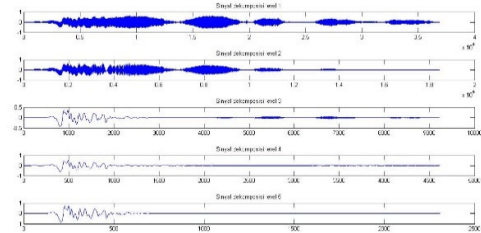


Gambar 15. Dekomposisi level 1-5

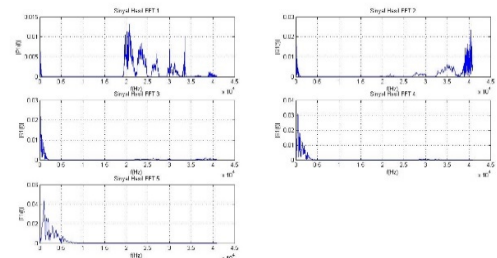


Gambar 16. FFT tiap level

Fraser's Dolphin

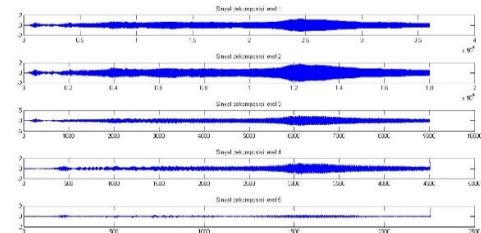


Gambar 17. Dekomposisi level 1-5

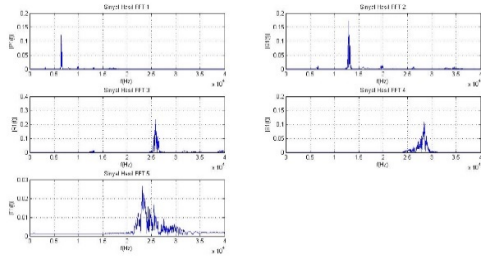


Gambar 18. FFT tiap level

Long-Finned Pilot Whale



Gambar 19. Dekomposisi level 1-5



Gambar 20. FFT tiap level

Kemudian akan dicari nilai Higuchi dengan nilai percobaan pada $K_{max} = 10, 16, 50, \text{ dan } 60$. Selanjutnya akan diklasifikasikan, dan untuk *k-fold cross validation* nilai k yang digunakan yakni 2, 4, 5, 8, dan 10. Untuk nilai K pada KNN digunakan 1, 3, 5, dan 7. Berikut merupakan hasil dari akurasi penelitian yang telah dilakukan.

Tabel 1. Hasil Akurasi Klasifikasi

Kmax	k-fold	KNN			
		1	3	5	7
10	2	40%	43,75%	50%	41,25%
	4	46,25%	48,75%	47,5%	46,25%
	5	42,5%	45%	47,5%	47,5%
	8	43,75%	47,5%	50%	48,75%
	10	41,25%	47,5%	51,25%	46,25%
16	2	45%	53,75%	50%	47,5%
	4	53,75%	65%	56,25%	56,25%
	5	58,75%	55%	55%	47,5%
	8	55%	63,75%	60%	55%
	10	57,5%	56,25%	53,75%	53,75%
50	2	73,75%	71,25%	68,75%	70%
	4	77,5%	78,75%	76,25%	75%
	5	75%	80%	76,25%	73,75%
	8	80%	82,5%	78,75%	75%
	10	77,5%	81,25%	77,5%	73,75%
60	2	67,5%	66,25%	65%	70%
	4	66,25%	70%	67,5%	62,5%
	5	66,25%	73,75	72,5%	68,75%
	8	65%	72,5%	71,25	65%
	10	68,75%	75%	73,75	67,5%

Dari table dapat nilai Akurasi tertinggi terdapat pada $K_{max} = 50, k\text{-fold cross validation} = 8$ dan KNN = 3 dengan nilai akurasi 82,5%. berikut merupakan detail dari hasil Akurasi tertinggi yakni,

Tabel 2. Detail Akurasi Tiap Kelas

TP Rate	FP Rate	Precision	F-Measure	Class
0.944	0.048	0.850	0.895	CD

0.950	0.017	0.950	0.950	KW
0.650	0.033	0.867	0.743	FD
0.773	0.138	0.680	0.723	LF
0.825	0.061	0.832	0.823	Rata-rata

Tabel 3. Convusion Matrix

CD	KW	FD	LF
17	0	0	1
0	19	1	0
0	0	13	7
3	1	1	17

Keterangan

CD : *Common Dolphin*

KW : *Killer Whale*

FD : *Fraser's Dolphin*

LF : *Long-Finned Pilot Whale*

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan hasil TP Rate (*True Positive Rate*), FP Rate (*False Positive Rate*), *Precision* dan *F-Measure*. Sedangkan pada Tabel 3 dapat digunakan untuk menganalisis akurasi atau performa algoritma dengan tiap kelas yang asli. TP Rate kelas *Common Dolphin* sebesar 0.944 atau 94,4 % yang memiliki arti jumlah data kelas *Common Dolphin* yang terklasifikasi dengan benar di kelas *Common Dolphin* sebesar 94,4% yaitu sebanyak 17 data. FP Rate kelas *Common Dolphin* sebesar 0.048 atau 4,8% yang berarti jumlah data pada kelas lain yakni *Killer Whale*, *Fraser's Dolphin*, dan *Long-Finned Pilot Whale* yang terklasifikasi pada kelas *Common Dolphin* sebesar 4,8% dimana terdapat 1 data dari kelas *Long-Finned Pilot Whale*. *Precision* kelas *Common Dolphin* sebesar 0.850 atau 85%. *F-Measure* kelas *Common Dolphin* sebesar 0.895 atau 89.5%. TP Rate kelas *Killer Whale* sebesar 0.950 atau 95 % yang memiliki arti jumlah data kelas *Killer Whale* yang terklasifikasi dengan benar di kelas *Killer Whale* sebesar 95% yaitu sebanyak 19 data. FP Rate kelas *Killer Whale* sebesar 0.017 atau 1,7% yang berarti jumlah data pada kelas lain yakni *Common Dolphin*, *Fraser's Dolphin*, dan *Long-Finned Pilot Whale* yang terklasifikasi pada kelas *Killer Whale* sebesar 1,7% dimana terdapat 1 data dari *Fraser's Dolphin*. *Precision* kelas *Killer Whale* sebesar 0.950 atau 95%. *F-Measure* kelas *Killer Whale* sebesar 0.950 atau 95%. TP Rate kelas *Fraser's Dolphin* sebesar 0.650 atau 65 % yang memiliki arti jumlah data kelas *Fraser's Dolphin* yang terklasifikasi dengan benar di kelas *Fraser's Dolphin* sebesar 65% yaitu sebanyak 13

data. FP Rate kelas *Fraser's Dolphin* sebesar 0.033 atau 3,3% yang berarti jumlah data pada kelas lain yakni *Common Dolphin*, *Killer Whale*, dan *Long-Finned Pilot Whale* yang terklasifikasi pada kelas *Fraser's Dolphin* sebesar 3,3% dimana terdapat 7 data dari *Long-Finned Pilot Whale*. Precision kelas *Fraser's Dolphin* sebesar 0.867 atau 86,7%. F-Measure kelas *Fraser's Dolphin* sebesar 0.743 atau 74,3%. TP Rate kelas *Long-Finned Pilot Whale* sebesar 0.773 atau 77,3 % yang memiliki arti jumlah data kelas *Long-Finned Pilot Whale* yang terklasifikasi dengan benar di kelas *Long-Finned Pilot Whale* sebesar 77,3% yaitu sebanyak 17 data. FP Rate kelas *Long-Finned Pilot Whale* sebesar 0.138 atau 13,8% yang berarti jumlah data pada kelas lain yakni *Common Dolphin*, *Killer Whale*, dan *Fraser's Dolphin* yang terklasifikasi pada kelas *Long-Finned Pilot Whale* sebesar 13,8% dimana terdapat 3 data dari *Common Dolphin*, 1 data dari *Killer Whale*, 1 data dari *Fraser's Dolphin*. Precision kelas *Long-Finned Pilot Whale* sebesar 0.680 atau 68%. F-Measure kelas *Long-Finned Pilot Whale* sebesar 0.723 atau 72,3%.

PENUTUP

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, Pengklasifikasi anggota keluarga *Delphinidae* yakni *Common Dolphin*, *Killer Whale*, *Fraser's Dolphin* dan *Long-Finned Pilot Whale* dapat disimpulkan bahwa kita dapat mengklasifikasikan anggota *Family Delphinidae* tersebut mendapat akurasi tertinggi dengan menggunakan DWT dengan dekomposisi *wavelet* level 5, FFT, metode Higuchi dengan $K_{max} = 50$, dan pembagian data *k-fold cross validation* = 8, serta KNN = 3 sehingga didapat nilai Akurasi klasifikasi sebesar 82,5%. Maka dapat disimpulkan, Dengan menggunakan Dimensi Fraktal dapat diklasifikasikan keluarga *Delphinidae* dengan metode Higuchi dan KNN secara matematis dengan akurasi sebesar 82,5%.

DAFTAR PUSTAKA

Agustini, Ketut. 2007. "BIOMETRIK SUARA DENGAN TRANSFORMASI WAVELET BERBASIS ORTHOGONAL DAUBENCHIES". GEMATEK JURNAL TEKNIK KOMPUTER. Vol. 9(2): hal 49-56.

Alder, John, Azhar, Muhammad dan Supatmi, Sri. 2013. "IDENIFIKASI SUARA DENGAN

MATLAB SEBAGAI APLIKASI JARINGAN SYARAF TIRUAN". TELEKONTRAN. Vol 1(1): hal 16-23.

- Ali, M. N., El-Dahshan, E. A., dan Yahia. A. H. 2017. "DENOSING OF HEART SOUND SIGNALS USING DISCRETE WAVELET TRANSFORM". Circuits Syst Signal Process. Vol 36(1): hal 4482-2297
- Budianita, E., Jasril dan Handayani, L. 2015. "IMPLEMENTASI PENGOLAHAN CITRA DAN KLASIFIKASI K-NEAREST NEIGHBOUR UNTUK MEMBANGUN APLIKASI PEMBEDA DAGING SAPI DAN BABI". Jurnal Sains, Teknologi dan Industri. Vol. 12(2): hal 242-247.
- Gumilar, Gugun dan Suma'inna. 2013. "IMPLEMENTASI TRANSFORMASI WAVELET DAUBECHIES PADA KOMPRESI CITRA DIGITAL". Jurnal CAUCHY. Vol. 2(4): hal 211-215.
- Gomez, C., Mediavilla, A., Hornero, R., Abasolo, D. dan Fernandez, A. 2009. "USE OF THE HIGUCHI'S FRACTAL DIMENSION FOR THE ANALYSIS OF MEG RECORDINGS FROM ALZHEIMER'S DISEASE PATIENTS". Medical Engineering & Physics. Vol. 31(3).
- Indrayanti, Sugianti, D., dan Al karomi, M. A. 2017. "OPTIMASI PARAMETER K PADA ALGORITMA K-NEAREST NEIGHBOUR UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT DIABETES MILITUS". Prosiding SNATIF. Vol 4(3): hal 823-829.
- Juniati, Dwi dan Budayasa, I Ketut. 2016. GEOMETRI FRAKTAL & APLIKASINYA. Surabaya: UNESA UNIVERSITAS PRESS.
- Juniati, D., Budayasa, K., Khotimah, C., dan Wardani, D. E. K. 2018. "FRACTAL DIMENSION TO CLASSIFY THE HEART SOUND RECORDINGS WITH KNN DAN FUZZY C-MEAN CLUSTERING METHODS". Journal of Physics Conference Series. Vol. 953(1).
- Juniati, Dwi dan Wulandari, Ika Nur. 2017. "PENERAPAN DIMENSI FRAKTAL UNTUK KLASIFIKASI LARAS PADA MUSIK GAMELAN". Jurnal Ilmiah Matematika. Vol. 3(6): hal 8-15.
- Nasution, D. A., Khotimah, H. H. dan Chamidah, N. 2019. "PERBANDINGAN NORMALISASI DATA UNTUK KLASIFIKASI WINE MENGGUNAKAN ALGORITMA K-NN". Journal of Computer Engineering System and Science. Vol. 4(1): hal 78-82.
- Putra, K. G. D. 2009. "SISTEM VERIVIKASI TELAPAK TANGAN DENGAN METODE DIMENSI FRAKTAL DAN LACUNARITY". TEKNOLOGI ELEKTRO. Vol. 8(2).

- Rahman, M. M. 2013. "A DWT, DCT AND SVD BASED WATERMARKING TECHNIQUE TO PROTECT THE IMAGE PIRACY". *International Journal of Managing Public Sector Information and Communication Technologies*. Vol. 4(2): hal 21-32
- Reynolds, J dan Rommel, S. 1999. *Biology of Marine Mammals*. Washington (DC): Smithsonian Institution Press.
- Romadiastri, Yulia. 2013. "BATIK FRAKTAL: PERKEMBANGAN APLIKASI GEOMETRI FRAKTAL". *DELTA*. Vol 1(2): hal 158-164
- Salim, Dafiuddin. 2011. "KONSERVASI MAMAILA LAUT (CETACEA) DI PERAIRAN LAUT SAWU NUSA TENGGARA TIMU". *Jurnal KELAUTAN*. Vol. 4(1):hal. 24-41.
- Tempola, F., Muhammad, M., dan Khairan, A. 2018. "PERBANDINGAN KLASIFIKASI ANTARA KNN DAN NAÏVE BAYES PADA PENENTUAN STATUS GUNUNG BERAPI DENGAN K-FOLD CROSS VALIDATION". *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. Vol. 5(5): hal 577-584.