

Klasifikasi Penyakit Paru Berdasar Suara Pernapasan Menggunakan Dimensi *Fraktal Higuchi* dan *K-Nearest Neighbor*

Devina Venezia Ariani¹, Dwi Juniati²

Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya^{1,2}

Email: devina.18014@mhs.unesa.ac.id¹, dwijuniati@unesa.ac.id²

Abstrak. Pernapasan merupakan proses menghirup dan menghembuskan udara dengan melibatkan pertukaran udara pada alveolus paru-paru. Beberapa gangguan atau penyakit yang menyerang organ sistem pernapasan atau paru antara lain Bronkitis, COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease), dan URTI (Upper Respiratory Tract Infection). Menentukan jenis penyakit yang diderita seseorang sangatlah penting untuk dapat menentukan jenis obat yang sesuai. Untuk membedakan jenis penyakit paru ini selain dengan menggunakan MRI atau hasil rontgen juga berdasar suara napas penderita. Penelitian ini bertujuan untuk melihat apakah metode penghitungan dimensi fraktal Higuchi dari suara pernapasan dan metode K-Nearest Neighbor (KNN) dapat digunakan untuk mendeteksi jenis penyakit paru. Metode yang digunakan adalah dengan mengklasifikasi suara pernapasan manusia dengan menganalisis ciri khas sinyal suaranya. Dalam penelitian ini, klasifikasi didasarkan untuk membedakan jenis penyakit paru bronkitis, COPD, URTI dari paru yang sehat berdasarkan nilai dimensi *Higuchi* dengan dekomposisi *wavelet 5 level* dengan *K-Nearest Neighbor* (KNN). Data yang digunakan sebanyak 117 data suara pernapasan berupa data wav yang terdiri atas 13 data penderita bronkitis, 64 data penderita COPD, 26 data suara napas orang sehat, dan 14 data penderita URTI. Metode yang digunakan adalah *Pre-Processing* yaitu menghilangkan *noise* dan menormalisasi data suara, kemudian menggunakan *Discrete Wavelet Transform* tipe *Mother Wavelet Daubechies db4* dengan dekomposisi *level 5* sebagai ekstraksi ciri, lalu mencari nilai dimensi fraktal dengan metode *Higuchi*. Setelah mendapatkan nilai dimensi fractal, data dibagi menjadi dua yaitu data *training* dan data *testing* menggunakan jarak *Euclidean* dan dianalisis menggunakan perbandingan data *training* dan data *testing* yaitu dari 1:9 hingga 9:1. Kemudian, data diklasifikasi menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* dengan nilai *k* percobaan yaitu 1, 2, 5, 8, 9, 10, dan 11 dan menggunakan nilai *k-max* 50 dan 60. Pada penelitian ini, diperoleh nilai akurasi tertinggi sebesar 83% dengan nilai *K-max* = 60, dengan perbandingan data *training* dan data *testing* yakni 9:1, dan nilai KNN untuk *k* = 1 dan 2. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa metode dimensi fraktal *Higuchi* dan *K-Neares Neighbor* dari suara pernapasan dapat digunakan untuk mengklasifikasi jenis penyakit paru pada manusia.

Kata Kunci: Penyakit paru, Dimensi Fraktal, Higuchi, KNN (K-Nearest Neighbor)

Abstract. Breathing is process of inhaling and exhaling air by involving the exchange of air in the alveoli of the lungs. Some disorders or diseases that attack the organs of the respiratory system include bronchitis, COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease), and URTI (Upper Respiratory Tract Infection). Determining the type of disease that a person suffers from is very important to be able to determine the appropriate type of drug. To distinguish this type of lung disease, in addition to using an MRI or X-ray results, it is also based on the patient's breath sounds. This study aims to see whether the Higuchi fractal dimension calculation method of respiratory sounds and the K-Nearest Neighbor (KNN) method can be used to detect types of lung disease. The method used is to classify the sound of human breathing by analyzing the characteristics of the sound signal. In this study, the classification was based on differentiating the type of lung disease bronchitis, COPD, URTI from healthy lungs based on the Higuchi dimension value with 5-level wavelet decomposition with K-Nearest Neighbor (KNN). The data used are 117 respiratory sounds data in the form of wav data consisting of 13 data for bronchitis sufferers, 64 data for COPD patients, 26 data for healthy people's breath sounds, and 14 data for URTI sufferers. The method used is Pre-Processing, which removes noise and normalizes voice data, then uses Discrete Wavelet Transform Mother Wavelet Daubechies db4 type with level 5 decomposition as feature extraction, then looks for fractal dimension values with Higuchi method. After getting the fractal dimension value, the data is divided into two, namely training data and testing data using the Euclidean distance and analyzed using a comparison of training data and testing data from 1:9 to 9:1. Then, the data were classified using the K-Nearest Neighbor method with experimental *k* values of 1, 2, 5, 8, 9, 10, and 11 and using *k-max* values of 50 and 60. In this study, the highest accuracy value was 83%. with a value of *K-max* = 60, with a comparison of training data and testing data that is 9:1, and the value of KNN for *k* = 1 and 2. Therefore, it can be concluded that the Higuchi and K-Neares Neighbor fractal dimension methods of breathing sounds can be used to classify types of lung disease in humans.

Keywords: Human's Breath, Fractal Dimension, Higuchi, KNN (K-Nearest Neighbor)

A. Pendahuluan

Pernapasan atau bernapas merupakan proses menghirup dan menghembuskan udara dengan melibatkan pertukaran udara pada alveolus paru-paru. Hidung, saluran pernapasan, dan paru-paru adalah organ-organ yang sangat penting pada sistem pernapasan manusia. Kondisi organ sistem pernapasan sangatlah mempengaruhi proses pernapasan, jika organ dalam keadaan sehat atau baik maka proses pernapasan akan lancar dan berjalan dengan baik, namun saat kondisi organ sistem pernapasan dalam keadaan sakit atau buruk maka jelas proses pernapasan menjadi terganggu. Beberapa penyakit organ sistem pernapasan atau paru berdampak sangat serius terhadap proses pernapasan dan berakibat fatal apabila tidak segera ditangani dengan tepat. Penderita akan kesulitan bernapas sehingga mengganggu aktivitas dan kekurangan oksigen dalam tubuh apabila tidak segera terdeteksi dapat menyebabkan kematian (Saputra, 2011). Beberapa penyakit yang menyerang organ pernapasan diantaranya COPD, Bronkitis, URTI. COPD atau Chronic Obstructive Pulmonary Disease biasa dikenal dengan PPOK (Penyakit Paru Obstruktif Kronis) merupakan peradangan atau infeksi yang terjadi di paru-paru yang akan terus berkembang dalam jangka panjang, dengan kata lain penyakit sulit untuk disembuhkan, merujuk pada penyakit paru-paru yang kronis. Karakteristik suara penderita COPD adalah suara mengi (suara yang keluar seperti siulan saat seseorang menarik atau menghembuskan napas) (Kim dkk, 2021). Bronkitis adalah penyakit atau peradangan yang menyerang bronkus (pipa saluran udara dari tenggorokan ke paru-paru) pada paru-paru, biasanya bronkitis rentan muncul pada perokok aktif. Karakteristik suara napas dari penderita bronkitis adalah pada saat seseorang menarik atau menghembuskan napas suara cenderung keras atau kencang dan akan berubah menjadi suara mengi saat bronkitis telah menjadi bronkitis akut. URTI atau Upper Respiratory Tract Infection biasa dikenal dengan infeksi saluran pernapasan atas merupakan penyakit yang disebabkan oleh infeksi akut yang melibatkan saluran pernapasan atas (yang dimulai dari hidung hingga laring bagian atas) diantaranya sakit tenggorokan, hidung tersumbat, sinusitis, radang tenggorokan, faringitis, dan berbagai macam penyakit yang menyerang organ pernapasan atas. Karakteristik suara napas penderita URTI adalah suara stridor (suara kasar atau serak yang keluar saat seseorang menarik atau menghembuskan napas) (Kim dkk, 2021). Suara pernapasan umumnya memiliki frekuensi 20 Hz hingga 1000 Hz, untuk suara pernapasan normal biasanya terjadi dibawah 500 Hz, sedangkan suara pernapasan abnormal akan terdengar diatas 500 Hz. Penentuan jenis penyakit yang tepat dan segera akan sangat membantu dalam menentukan jenis obat yang sesuai untuk pasien supaya segera sembuh. Mendeteksi penyakit atau gangguan pada paru, biasa dilakukan dengan bantuan dokter dari hasil foto *rontgen*, *CT-scan*, dan MRI. Akan tetapi, hal ini terkadang membutuhkan biaya yang tidak sedikit. Selain harganya mahal, keadaan masyarakat seperti lokasi yang jauh dari pusat kota, kekurangan tenaga ahli yang ada disekitar masyarakat juga menjadi pertimbangan melakukan pendeteksian sejak dini dengan metode lain. Pengolahan citra digital semakin berkembang lebih maju dari waktu ke waktu. Pengolahan citra digital juga bisa digunakan dalam berbagai bidang, diantaranya dalam bidang kesehatan. Dalam bidang kesehatan, pengolahan citra digital dapat digunakan untuk menganalisis gambar *rontgen* (Reni dan Rahmadi, 2016). Selain dalam menganalisis gambar *rontgen*, pengolahan citra digital bisa digunakan juga untuk menganalisis sinyal suara.

Fraktal merupakan cabang ilmu matematika yang tergolong baru yang mengaji tentang bentuk ketidakberaturan, dalam geometri inilah ide baru tentang dimensi yang bersifat pecahan dikemukakan (Juniati, 2016). Dimensi fraktal telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang. Pada penelitian sebelumnya, Dwi Juniati, dkk (2017), mengklasifikasi jenis penyakit jantung berdasar suara jantung menggunakan dimensi fraktal Higuchi dengan metode KNN serta *Clustering c-mean Fuzzy* dengan akurasi tertinggi sebesar 86%. Widyanti (2020) mengklasifikasi jenis tangisan bayi ke dalam kondisi lapar, sakit, ngantuk dengan menggunakan dimensi Higuchi. Wulandari (2017) menerapkan dimensi fraktal pada suara gamelan. Pamela

(2021) menggunakan dimensi Higuchi untuk mengklasifikasi jenis lumba-lumba berdasar suaranya. Gomez, dkk (2009) mengaplikasikan dimensi fraktal pada pasien Alzheimer. Syafria dkk (2014) menyatakan bahwa suara paru-paru dapat digunakan sebagai ekstraksi ciri.

Berdasar hasil penelitian di atas, maka analisis jenis penyakit paru berdasar dimensi fraktal Higuchi dan KNN perlu dilakukan untuk mendapatkan suatu metode lain dalam deteksi penyakit paru dengan memanfaatkan teori fraktal, dimana jika berhasil dengan akurasi tinggi maka dapat memberikan sumbangan dalam dunia kesehatan sebagai deteksi dini. Jenis penyakit paru dalam penelitian ini adalah bronkitis, COPD, dan URTI. Keberhasilan analisis suara dengan metode ini membawa harapan bahwa pengolahan citra suara ini bisa digunakan dalam mendeteksi penyakit paru secara dini dan dapat digunakan pada daerah yang kekurangan tenaga medis maupun alat kedokteran yang canggih sebelum dirujuk ke fasilitas kesehatan.

Dimensi Fraktal Higuchi

Algoritma *Higuchi* adalah salah satu algoritma dalam penghitungan dimensi dari data deret waktu. Dalam Juniati (2016), algoritma dimensi fraktal *Higuchi* dari data $X = x[1], x[2], \dots, x[N]$ dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. bentuk data deret waktu baru, X_z^t akan ditentukan sebagai berikut.

$$X_z^t = \left\{ x[z], x[z+t], \dots, x \left[z + \text{int} \left(\frac{N-z}{t} \right) t \right] \right\} \quad (1)$$

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

2. Menentukan panjang tiap deret waktu sebagai berikut.

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

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

3. Dengan membagi semua subseries $L(p, t)$ dengan t dapat memperoleh panjang kurva interval waktu (t). Untuk $m = 1, 2, \dots, t$.

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

4. Dimensi fraktal Higuchi didefinisikan sebagai kemiringan garis yang sesuai dengan $\{\ln(L(t)), \ln(1/t)\}$ dan diestimasi dengan menggunakan kuadrat linier yang paling sesuai.

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

Dan (D) hasilnya merupakan dimensi fraktal *Higuchi*.

Transformasi Wavelet

Transformasi Wavelet adalah salah satu teknik dalam pemrosesan pada sinyal. Sinyal yang dimaksud adalah citra dari suara. Fungsi transformasi yang memotong data kedalam komponen yang berbeda dan mempelajari masing-masing komponen secara otomatis dengan resolusi yang disesuaikan dengan skala masing-masing disebut Wavelet. Transformasi Wavelet memiliki karakter khusus yang sesuai digunakan dalam menganalisis sinyal, termasuk sinyal suara, sehingga dapat digunakan dalam proses ekstraksi ciri pada sistem pengenalan suara (Agustin, 2007). Transformasi ini terdiri dari dua tipe yakni Continue Wavelet Transform (CWT) dan

Discrete Wavelet Transform (DWT) jika melihat nilai parameter dari transformasi serta dilatasinya.

K-Nearest Neighbor (KNN)

Pada pengklasifikasian data, salah satu algoritma yang terbaik adalah K-Nearest Neighbor atau yang biasa disingkat KNN. KNN bekerja dengan cara mencari data terdekat pada data testing yang akan dievaluasi pada tetangga (neighbor) yang paling dekat. Kemudian, Data testing akan diproyeksikan kedalam dimensi ruang banyak, yang mana setiap dimensi mempresentasikan dari fitur-fitur data. Pembagian ruang dibagi kedalam beberapa bagian yakni data training, data testing, dan klasifikasi dari data testing akan menjadi dasar untuk pembagiannya. Langkah-langkah dalam menghitung K-Nearest Neighbor sebagai berikut: 1. Menentukan parameter k (jumlah tetangga terdekat). 2. Menghitung jarak Euclidean antara seluruh data testing dan seluruh data training. 3. Berdasarkan k-jarak minimum, digunakan untuk mengurutkan jarak dan menentukan tetangga terdekat berdasarkan. 4. Dapatkan kelas yang sesuai. 5. Menemukan jumlah kelas dari tetangga terdekat dan menetapkan kelas mayoritas sebagai kelas data yang akan dievaluasi.

B. Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini, data suara napas diambil dari website Kaggle.com dengan data jenis wav pada <https://www.kaggle.com/vbookshelf/respiratory-sound-database>. Data terdiri atas 13 data suara napas penderita bronkitis, 64 data suara napas penderita COPD, 26 data suara napas orang sehat, dan 14 data suara napas penderita URTI.

1. Pre-Processing

Pada Proses ini akan dilakukan pemotongan suara asli agar sama pada seluruh data yang akan digunakan. Kemudian dilakukan filterisasi, yaitu menghilangkan *noise* pada data suara dengan menggunakan *software* Audacity. Selanjutnya dilakukan normalisasi dengan menggunakan *software* Matlab R2014b yaitu interval amplitudo diubah menjadi -1 hingga 1, dengan tujuan agar interval amplitudo maksimum yang sama dimiliki oleh setiap data sehingga pada saat proses ekstraksi ciri tidak akan mempengaruhi amplitudonya.

2. Ekstraksi Ciri

Pada metode ini akan dilakukan proses *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dengan bantuan *software* Matlab R2014b. Proses DWT akan dilakukan dengan menggunakan dekomposisi *wavelet level 5* dengan *Mother Wavelet Daubechies 4db*.

3. Metode Higuchi

Pada metode *higuchi* dilakukan dengan bantuan *software* Matlab R2014b. Hasil ekstraksi ciri sebelumnya, Metode *Higuchi* akan digunakan untuk menghitung nilai dimensi fraktalnya. Penelitian ini telah ditentukan nilai *K-max* yaitu 50 dan 60.

4. Proses Klasifikasi

Pada tahap ini, klasifikasi dilakukan pada nilai-nilai dimensi fraktal metode Higuchi yang telah diperoleh dengan membagi data menjadi dua yaitu data training dan data testing dan dianalisis dengan menggunakan nilai perbandingan dari 1:9 sampai 9:1. Proses ini dilakukan dengan menggunakan *software* Python. Selanjutnya, data yang telah dibagi tersebut akan diklasifikasikan dengan metode *K-Nearest Neighbor*.

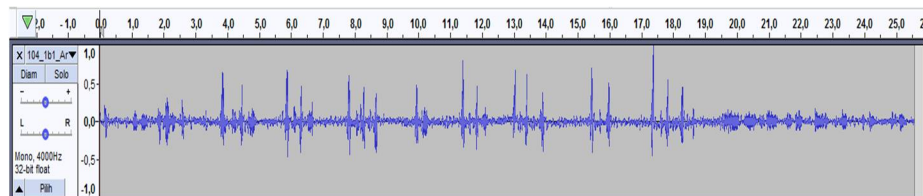
5. Akurasi

Tahap terakhir adalah untuk melihat tingkat keberhasilan metode adalah menentukan akurasi. Dari hasil klasifikasi pada metode *K-Nearest Neighbor*, selanjutnya dihitung nilai akurasi data hasil klasifikasi dengan rumus:

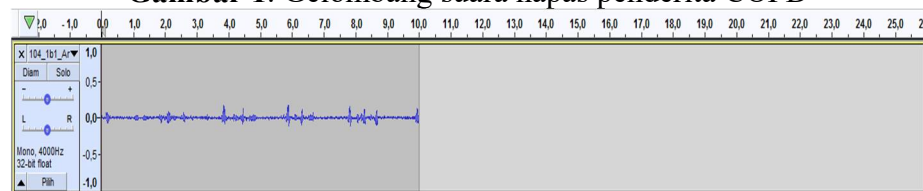
$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah data terprediksi benar}}{\text{jumlah data test}} \times 100\%$$

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

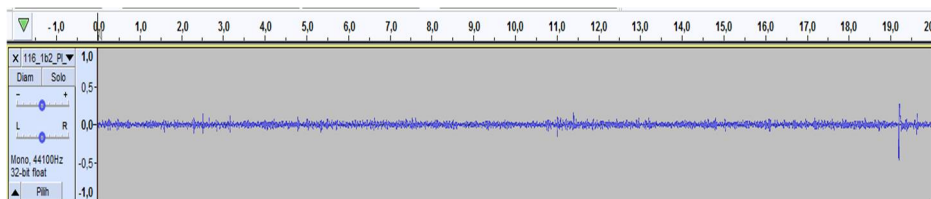
Pada penelitian ini, gelombang suara yang diperoleh dari sumber data disamakan waktu atau durasi dengan pemotongan durasi menjadi 10 detik pada seluruh data yang akan digunakan dan kemudian dihilangkan *noise* melalui proses *filterisasi*. Berikut diberikan contoh gambar sinyal asli sebelum pemotongan dan gambar sinyal setelah pemotongan dan dihilangkan noisena untuk tiap jenis penyakit paru.



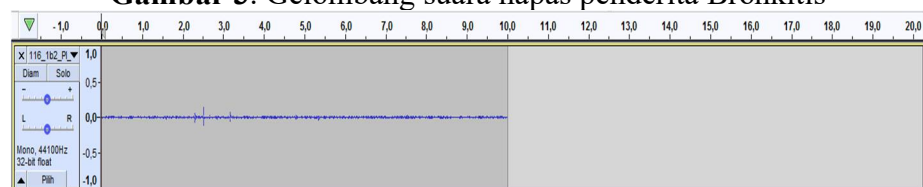
Gambar 1. Gelombang suara napas penderita COPD



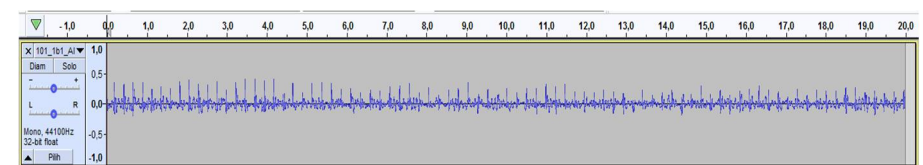
Gambar 2. Gelombang suara napas penderita COPD setelah filterisasi



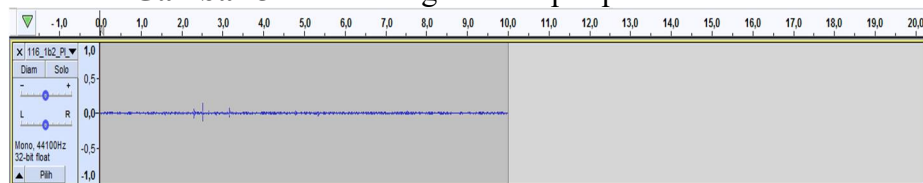
Gambar 3. Gelombang suara napas penderita Bronkitis



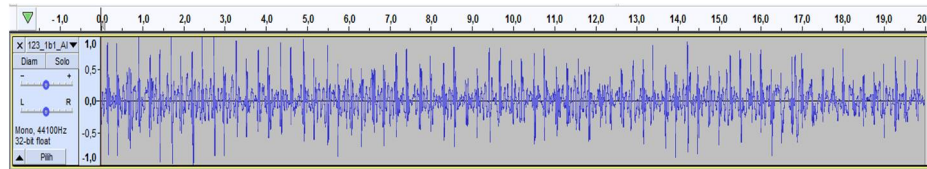
Gambar 4. Gelombang suara napas penderita Bronkitis setelah filterisasi



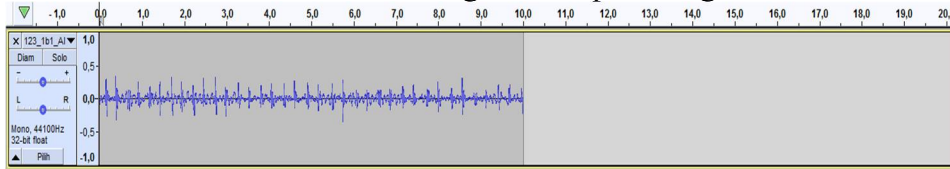
Gambar 5. Gelombang suara napas penderita URTI



Gambar 6. Gelombang suara napas penderita URTI setelah filterisasi

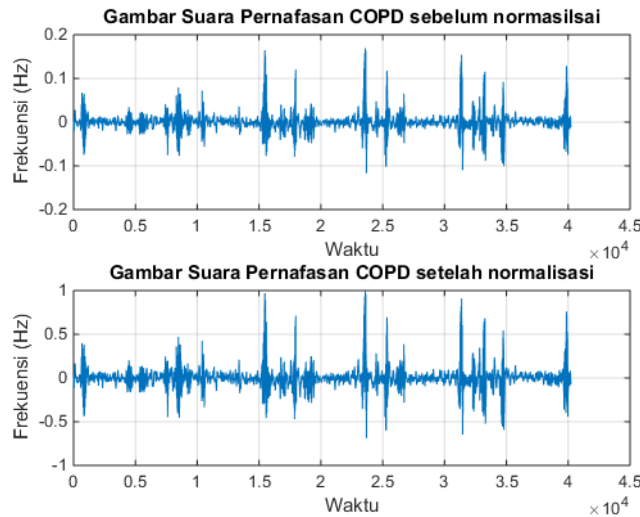


Gambar 7. Gelombang suara napas orang sehat

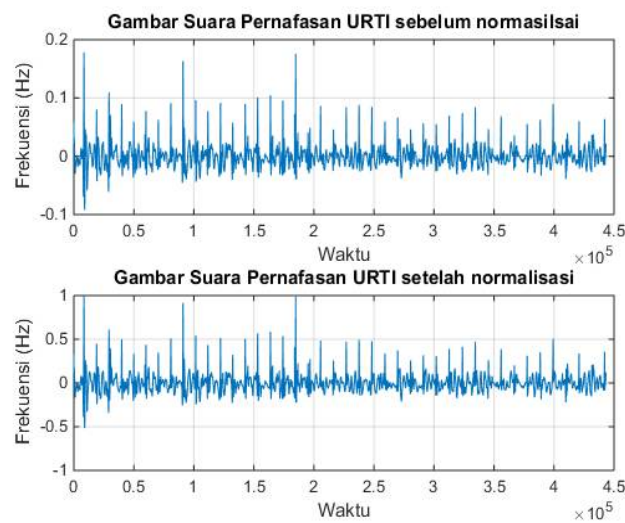


Gambar 8. Gelombang suara napas orang sehat setelah filterisasi

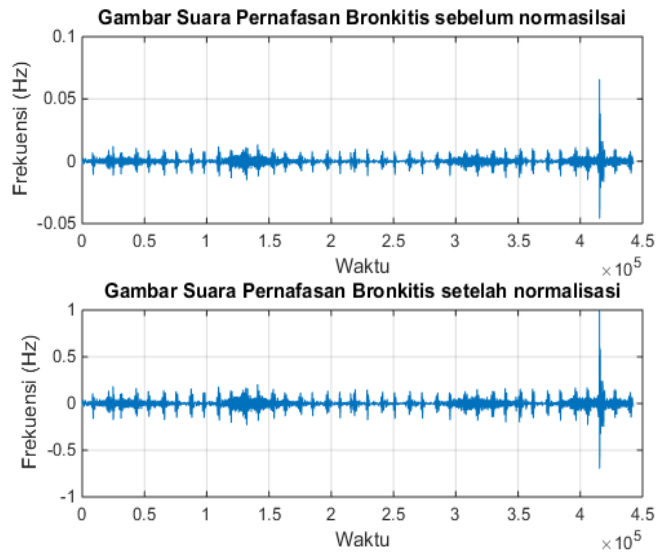
Selanjutnya data yang telah melalui proses filterisasi, dilakukan proses normalisasi untuk menyamakan amplitude dari -1 ke 1 dengan menggunakan *software* Matlab R2014b. Berikut diberikan contoh gambar sinyal suara pernafasan sebelum dan sesudah normalisasi untuk tiap jenis penyakit.



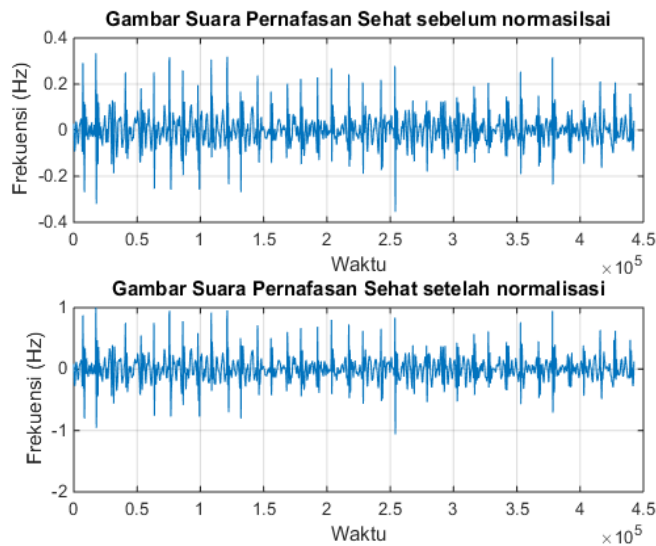
Gambar 9. Proses normalisasi suara napas penderita COPD



Gambar 10. Proses normalisasi suara napas penderita URTI

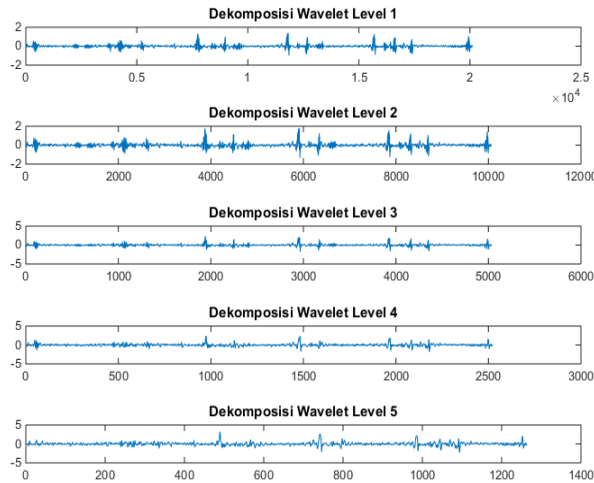


Gambar 11. Proses normalisasi suara napas penderita Bronkitis

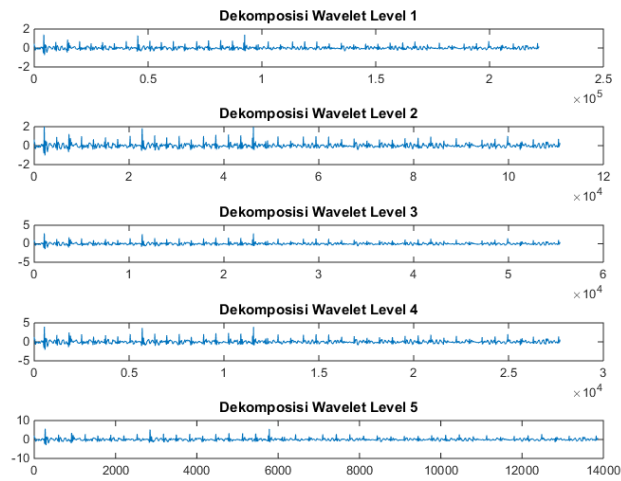


Gambar 12. Proses normalisasi suara napas orang sehat

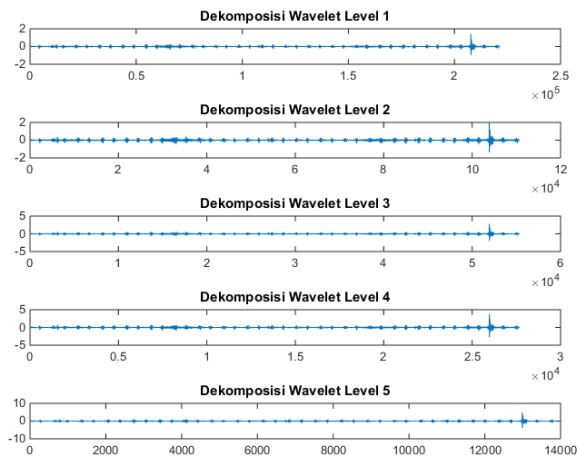
Setelah normalisasi dilakukan proses ekstraksi ciri untuk tiap sinyal dengan menggunakan *Discrete Wavelet Transform (DWT) 5 Level* dengan menggunakan *Mother Wavelet Daubechies 4db*. Berikut ini diberikan gambar contoh hasil dekomposisi untuk tiap jenis penyakit.



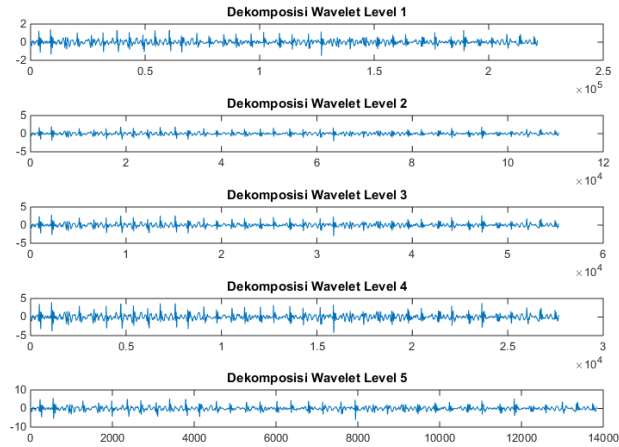
Gambar 13. Dekomposisi suara napas penderita COPD



Gambar 14. Dekomposisi suara napas penderita URTI



Gambar 15. Dekomposisi suara napas penderita Bronkitis



Gambar 16. Dekomposisi suara napas orang sehat

Langkah selanjutnya, dari hasil dekomposisi untuk tiap sinyal suara dilakukan penghitungan dimensi fraktalnya dengan menggunakan metode *Higuchi* dengan menggunakan nilai $K_{max} = 50$ dan 60 . Dari hasil dimensi fraktal *Higuchi*, data diklasifikasi dengan menggunakan perbandingan data *training* dan data *testing* yaitu dari 1:9 hingga 9:1 dan menggunakan metode KNN dengan nilai k yang digunakan adalah 1, 2, 5, 8, 9, 10, dan 11. Dari hasil klasifikasi dihitung akurasi hasil klasifikasinya. Berikut hasil dari cek akurasi dari seluruh proses klasifikasi yang telah dilakukan.

Tabel 1. Hasil Akurasi

Kmax	Training	Testing	KNN						
			1	2	5	8	9	10	11
50	0,1	0,9	38%	52%	24%	19%	20%	54%	9%
	0,2	0,8	50%	57%	53%	54%	54%	54%	56%
	0,3	0,7	56%	60%	67%	62%	62%	67%	67%
	0,4	0,6	53%	53%	60%	64%	64%	63%	63%
	0,5	0,5	54%	50%	64%	67%	67%	69%	69%
	0,6	0,4	57%	48%	63%	65%	65%	70%	70%
	0,7	0,3	58%	52%	61%	66%	66%	66%	69%
	0,8	0,2	54%	50%	62%	66%	70%	66%	70%
	0,9	0,1	75%	75%	60%	66%	66%	66%	66%
Kmax	Training	Testing	KNN						
			1	2	5	8	9	10	11
60	0,1	0,9	48%	50%	30%	20%	21%	36%	9%
	0,2	0,8	55%	58%	53%	48%	50%	50%	56%
	0,3	0,7	57%	58%	64%	63%	65%	65%	63%
	0,4	0,6	56%	53%	64%	61%	67%	66%	64%
	0,5	0,5	55%	52%	66%	66%	67%	64%	67%
	0,6	0,4	59%	51%	61%	63%	68%	68%	68%
	0,7	0,3	61%	55%	58%	61%	66%	66%	66%
	0,8	0,2	62%	62%	62%	58%	66%	66%	62%
	0,9	0,1	83%	83%	66%	66%	66%	66%	66%

Berdasar hasil pengecekan akurasi seperti yang ditampilkan pada Tabel 1 di atas dapat dilihat bahwa akurasi tertinggi terdapat pada $Kmax = 60$, dengan perbandingan pembagian data *training* dan data *testing* adalah 9:1, dan $k = 1$ dan 2 pada KNN dengan besar nilai akurasi 83%. Berikut akan dijelaskan contoh hasil penghitungan akurasi untuk $k = 1$ dan $k = 2$ pada $Kmax = 60$ dengan melihat hasil *presicion*, *recall*, *f1-score*, dan *support*. *Presicion* merupakan rasio data pada suatu kelompok yang terprediksi benar dengan data yang diprediksi benar pada kelompok tersebut. *Recall* merupakan rasio data pada suatu kelompok yang terprediksi benar dengan data sebenarnya. *f1-score* merupakan bobot rata-rata harmonik dari *precision* dan *recall*.

Tabel 2. Detail akurasi $k = 1$

Precision	Recall	f1-score	Support	
1	0,50	0,67	2	B
0,88	1	0,93	7	C
0,67	1	0,80	2	H
0	0	0	1	U

Tabel 3. *Convuissiuin Matrix* $k = 1$

B	C	H	U
1	1	0	0
0	7	0	0
0	0	2	0
0	0	1	0

Tabel 4. Detail akurasi $k = 2$

Precision	Recall	f1-score	Support	
1	0,5	0,67	2	B
0,78	1	0,88	7	C
1	1	1	2	H
0	0	0	1	U

Tabel 5. *Convuissiuin Matrix* $k = 2$

B	C	H	U
1	1	0	0
0	7	0	0
0	0	2	0
0	1	0	0

Keterangan:

B = Bronkitis

C = COPD

H = Sehat

U = URTI

Pada Tabel 2 dan Tabel 4 adalah hasil *presicion*, *recall*, *f1-score*, dan *support*. Sedangkan data pada Tabel 3 dan Tabel 5 digunakan untuk menganalisis akurasi setiap kelas aslinya. Berikut pebnjelasannya.

Pada $k = 1$, *Precision* kelompok Napas penderita bronkitis sebesar 1 atau 100% yang artinya jumlah data *testing* yang sesuai dengan data prediksi yaitu 1 data dan *recall* sebesar 0,50 atau 50% yang artinya jumlah data hasil *testing* yang terklasifikasi 50% dari 2 data terklasifikasi pada napas penderita Bronkitis yaitu 1 data dan 50% terklasifikasi pada selain napas penderita bronkitis yaitu 1 data pada kelompok napas penderita COPD. *Precision* kelompok Napas penderita COPD sebesar 0,88 atau 88% yang artinya jumlah data *testing* yang sesuai dengan

data prediksi yaitu 7 data pada kelompok napas penderita COPD dan 0,22 atau 22% yang artinya jumlah data *testing* yakni 1 data terklasifikasi pada selain kelompok napas penderita COPD yaitu kelompok napas penderita bronkitis dan *recall* sebesar 1 atau 100% yang artinya jumlah data hasil *testing* terklasifikasi 100% dari 7 data terklasifikasi pada napas penderita COPD yaitu 7 data. *Precision* kelompok Napas sehat sebesar 0,67 atau 67% yang artinya jumlah data *testing* yang sesuai dengan data prediksi yaitu 2 data pada kelompok sehat dan 0,33 atau 33% yang artinya jumlah data *testing* yakni 1 data terklasifikasi pada selain kelompok napas sehat yaitu kelompok napas penderita URTI dan *recall* sebesar 1 atau 100% yang artinya jumlah data hasil *testing* terklasifikasi 100% dari 2 data terklasifikasi pada kelompok napas sehat yaitu 2 data. *Precision* kelompok napas penderita URTI sebesar 0 atau 0% yang artinya jumlah data *testing* yang sesuai dengan data prediksi yaitu 0, dengan kata lain tidak ada data yang terklasifikasi dengan benar baik pada kelompok napas penderita URTI maupaun kelompok lainnya dan *recall* sebesar 0 atau 0% yang artinya jumlah data hasil *testing* terklasifikasi 0% dari 1 data terklasifikasi pada napas penderita URTI yaitu 0 data, dengan kata lain tidak ada data yang terklasifikasi dengan benar.

Kedua, pada $k = 2$, *Precision* kelompok Napas penderita bronkitis sebesar 1 atau 100% yang artinya jumlah data *testing* yang sesuai dengan data prediksi yaitu 1 data dan *recall* sebesar 0,50 atau 50% yang artinya jumlah data hasil *testing* yang terklasifikasi 50% dari 2 data terklasifikasi pada napas penderita Bronkitis yaitu 1 data dan 50% terklasifikasi pada selain napas penderita bronkitis yaitu 1 data pada kelompok napas penderita COPD. *Precision* kelompok Napas penderita COPD sebesar 0,78 atau 78% yang artinya jumlah data *testing* yang sesuai dengan data prediksi yaitu 7 data pada kelompok napas penderita COPD dan 0,22 atau 22% yang artinya jumlah data *testing* yakni 2 data terklasifikasi pada selain kelompok napas penderita COPD yaitu 1 data pada kelompok napas penderita bronkitis dan 1 data pada kelompok napas penderita URTI dan *recall* sebesar 1 atau 100% yang artinya jumlah data hasil *testing* terklasifikasi 100% dari 7 data terklasifikasi pada napas penderita COPD yaitu 7 data. *Precision* kelompok Napas sehat sebesar 1 atau 100% yang artinya jumlah data *testing* yang sesuai dengan data prediksi yaitu 2 data pada kelompok sehat dan *recall* sebesar 1 atau 100% yang artinya jumlah data hasil *testing* terklasifikasi 100% dari 2 data terklasifikasi pada kelompok napas sehat yaitu 2 data. *Precision* kelompok napas penderita URTI sebesar 0 atau 0% yang artinya jumlah data *testing* yang sesuai dengan data prediksi yaitu 0, dengan kata lain tidak ada data yang terklasifikasi dengan benar baik pada kelompok napas penderita URTI maupaun kelompok lainnya dan *recall* sebesar 0 atau 0% yang artinya jumlah data hasil *testing* terklasifikasi 0% dari 1 data terklasifikasi pada napas penderita URTI yaitu 0 data, dengan kata lain tidak ada data yang terklasifikasi dengan benar.

D. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, pengklasifikasian pada suara pernapasan paru-paru yaitu, suara napas penderita bronkitis, suara napas penderita COPD, suara napas sehat, dan suara napas penderita URTI dapat disimpulkan bahwa kita dapat mengklasifikasikan dengan akurasi tertinggi dengan menggunakan Dekomposisi *Wavele 5 Level*, metode *higuchi* dengan $K_{max} = 60$, dan dengan perbandingan data *training* dan data *testing* = 9:1, serta KNN = 1 dan 2 dengan bantuan *software* Audacity, Matlab R2014b, dan Python mendapatkan nilai akurasi tertinggi yaitu 83%. Maka dapat disimpulkan dimensi fraktal Higuchi dari suara napas dan KNN dapat digunakan untuk mengklasifikasi penyakit pernapasan atau paru pada manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, K. (2007). *Biometric Suara Dengan Transformasi Wavelet Berbasis Orthogonal Daubenchies*. GEMATEK JURNAL TEKNIK KOMPUTER. Vol. 9(2): hal 49-56.
- Gómez, C., Mediavilla, Á., Hornero, R., Abásolo, D., & Fernández, A. (2009). Use of the Higuchi ' s fractal dimension for the analysis of MEG recordings from Alzheimer ' s disease patients, *31*, 306–313.
- Juniati, D. dan Budayasa, I Ketut. (2016). *Geometri Fraktal & Aplikasinya*. SURABAYA: UNESA UNIVERSITAS PRESS
- Juniati, D., Khotimah, C., Budayasa, K., dan Wardani. (2017). *Fractal Dimension to Classify The Heart Sound Recordings With Knn And Fuzzy C-Mean Clustering Methods*. Jurnal of Physics Convergence Series. Vol. 953(1).
- Kim, Y., Hyon, Y., Jung, S.S. *et al.* (2021) Respiratory sound classification for crackles, wheezes, and rhonchi in the clinical field using deep learning. *Sci Rep* **11**, 17186.
- Pamela, Y., dan Juniati, D. (2021). *Klasifikasi Delphinidae (Lumba-Lumba) Dengan Dimensi Fraktal Menggunakan Metode Higuchi Dan Knn (K-Nearest Neighbor)*. MATHunesa, Jurnal Ilmiah Matematika. Vol.9(1).
- Reni Rahmadewi and Rahmadi Kurnia. (2016). Klasifikasi penyakit paru berdasarkan citra rontgen dengan metoda segmentasi sobel. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 5(1).
- Saputra, Andri., (2011). Sistem Pakar Identifikasi Penyakit Paru-Paru Pada Manusia Menggunakan Pemrograman Visual Basic 6.0., *Jurnal Fakultas Teknologi dan Informatika STIMIK PalCom Tech Palembang*.
- Syafria, F., Buono, A. dan Silalahi, B.P., (2014). Pengenalan Suara Paru-Paru dengan MFCC sebagai Ekstraksi Ciri dan Backpropagation sebagai Classifier, *Jurnal Ilmu Komputer Agri Informatika*, Vol. 3 No. 1. Hal 28-37.
- Widhyanti, Dyah and Juniati, D. (2020). *Classification Of Baby Cry Sound Using Higuchi's Fractal Dimension With K-Nearest Neighbor and Support Vector Machine*. *Jurnal of Physics Conference Series*. Vol 1747(1).
- Wulandari, I. N dan Juniati, D. (2017). *Penerapan Dimensi Fraktal Untuk Klasifikasi Laras Pada Music Gamelan*. *Jurnal Ilmiah Matematika*. Vol. 3(6): hal 8-15.