

# PENGENALAN SUARA PARU MENGGUNAKAN SPEKTROGRAM DAN K-MEAN CLUSTERING

Achmad Rizal<sup>1</sup>, M Dicka Samudra<sup>2</sup>, Iwan Iwut T.A<sup>3</sup>, Vera Suryani<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Elektro dan Komunikasi, IT Telkom, Bandung

<sup>4</sup>Fakultas Informatika, IT Telkom, Bandung

Jl. Telekomunikasi no 1 Ters. Buah Batu, Bandung

Telp: (022)7564108 ext 2085, Fax: (022) 7565933

E-mail: [arz@sttelkom.ac.id](mailto:arz@sttelkom.ac.id)<sup>1</sup>, [dicka\\_spidey@yahoo.com](mailto:dicka_spidey@yahoo.com)<sup>3</sup>, [iww@sttelkom.ac.id](mailto:iww@sttelkom.ac.id)<sup>3</sup>,  
[vra@sttelkom.ac.id](mailto:vra@sttelkom.ac.id)<sup>4</sup>

---

## Abstrak

Suara paru atau suara pernafasan dihasilkan dari turbulensi udara saat melewati saluran pernafasan. Apabila ada kelainan atau gangguan pada saluran pernafasan atau pada paru-paru, maka akan dihasilkan suara yang berbeda dari suara paru normal. Dengan mengenali jenis suara paru yang terjadi dapat diketahui jenis kelainan atau gangguan yang terjadi pada paru-paru atau saluran pernafasan. Pada penelitian ini dirancang suatu sistem yang dapat mengenali suara paru secara otomatis dengan menggunakan metode spektrogram dan K-Mean clustering. Untuk enam (6) jenis suara paru yang diuji, metode yang diusulkan dapat mengenali 100%.

**Katakunci:** suara paru, spectrogram, k-mean clustering, auskultasi

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu cara yang digunakan dokter untuk mendiagnosa penyakit paru-paru adalah dengan mendengarkan suara paru-paru dengan menggunakan stetoskop. Teknik ini dikenal dengan teknik auskultasi. Suara paru-paru yang dihasilkan pada beberapa kasus penyakit parumenunjukkan adanya pola tertentu yang bisa dikenali. Pola suara ini dapat diambil sebagai bahan untuk mengambil diagnosa. Masalah yang timbul adalah suara jantung menempati frekuensi yang cukup rendah sekira 20 – 400 Hz, amplitudo yang rendah, masalah kebisingan lingkungan, kepekaan telinga dan pola suara yang mirip antara jenis suara jantung yang satu dengan yang lain. Karena faktor-faktor tersebut di atas kesalahan diagnosis bisa terjadi apabila prosedur auskultasi tidak dilakukan dengan benar. Beberapa teknik pengenalan suara paru telah dicoba pada penelitian sebelumnya [1,2]. Pada penelitian ini dilakukan pengenalan suara paru-paru normal menggunakan metode Spektrogram dan K-Mean clustering. Suara paru dibuat spektrogramnya kemudian dilakukan transformasi wavelet untuk mengambil ciri dari sinyal suara paru tersebut.

## 2. TEORI SUARA PARU

Suara paru-paru terjadi karena adanya turbulensi udara saat udara memasuki saluran pernafasan

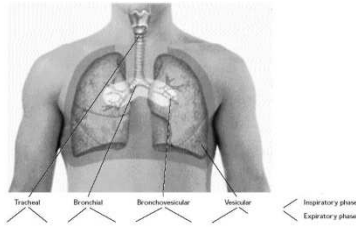
selama proses pernafasan. Turbulensi ini terjadi karena udara mengalir dari saluran udara yang lebih lebar ke saluran udara yang lebih sempit atau sebaliknya. Pada saat inspirasi, udara mengalir dari saluran udara yang lebih luas ke saluran udara yang lebih sempit sehingga turbulensi yang terjadi lebih kuat sedangkan pada saat ekspirasi terjadi sebaliknya. Ini menyebabkan pada saat inspirasi suara yang terdengar lebih keras. Secara umum suara paru-paru dibagi menjadi 3, suara normal, suara abnormal dan suara tambahan. Suara-suara tersebut dibagi dalam beberapa kategori berdasar *pitch*, intensitas, lokasi dan rasio inspirasi dan ekspirasi. Berikut akan dijelaskan beberapa jenis suara paru.

### 2.1 Suara Vesikular

Suara pernafasan vesikular merupakan suara pernafasan normal yang paling umum dan terdengar hampir di semua permukaan paru-paru. Suaranya lembut dan *pitch* rendah. Suara inspirasi lebih panjang dibanding suara ekspirasi. Suara vesikular bisa terdengar lebih kasar dan sebagian terdengar lebih panjang apabila ada ventilasi yang cepat dan dalam (misalnya setelah berolah raga) atau pada anak-anak yang memiliki dinding dada yang lebih tipis.

## 2.2 Suara Bronchial

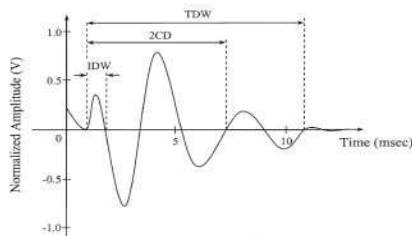
Suara *bronchial* sangat nyaring, *pitch* tinggi, dan suara terdengar dekat dengan stetoskop. Terdapat gap antara fasa inspirasi dan ekspirasi pada pernafasan, dan suara ekspirasi terdengar lebih lama dibanding suara inspirasi. Jika suara ini terdengar selain di manubrium, hal tersebut biasanya mengindikasikan terdapat daerah konsolidasi yang biasanya berisi udara tetapi berisi air. Terdapat suara pernafasan yang tingkat intensitas dan *pitch*-nya sedang. Inspirasi dan ekspirasinya sama panjang. Suara ini terdengar sangat baik di ICS ke-1 dan ke-2 dan di antara skapula.



Gambar 1. Lokasi Suara Paru-Paru Normal

## 2.3 Suara Crackles

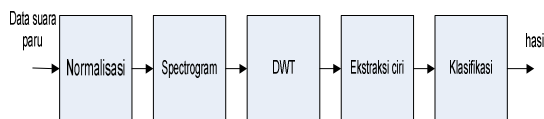
*Crackles* merupakan suara ledakan pendek, umumnya berkaitan dengan gangguan pada paru-paru seperti infeksi, pneumonia, oedema, dan lainnya. Gangguan tersebut umumnya timbul selama fase inspirasi akhir tidak sempurna, atau saat akhir ekspirasi yang tidak sempurna. *Crackles* secara umum diawali dengan adanya defleksi diikuti oleh gelombang sinus yang panjang dan teredam seperti gambar di bawah ini



Gambar 2. Suara Crackle

## 3. METODE PENELITIAN

Proses yang dilakukan dalam penelitian ini seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Blok Proses

## 3.1 Data Masukan

Data masukan berupa rekaman suara paru yang terdiri dari enam (6) jenis suara paru yaitu *Bronchial*, *Vesicular*, *Crackles*, *Grunting*, *Friction*, dan *Asthma* [6]. Data direkam dengan frekuensi sampling 8000 Hz, 8 bit dalam format \*.wav sepanjang 1 siklus pernafasan. Semua kelas data berjumlah 10 data.

## 3.2 Normalisasi

Pada proses normalisasi, magnitudo dari sinyal diseragamkan sehingga magnitudo maksimum = 1 dan dilakukan penghilangan komponen DC. Penghilangan komponen DC dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$S(i) = S(i) - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S(i) \quad (1)$$

Sedangkan normalisasi amplitude dilakukan dengan persamaan berikut :

$$S(i) = \frac{S(i)}{S_{\max}} \quad (2)$$

## 3.3 Short Time Fourier Transform (STFT)

Pada tahap selanjutnya dilakukan plotting spektrogram dari sinyal hasil normalisasi. Spektrogram yang sering disebut dengan *Short Time Fourier Transform* (STFT) dirumuskan sebagai berikut [7]:

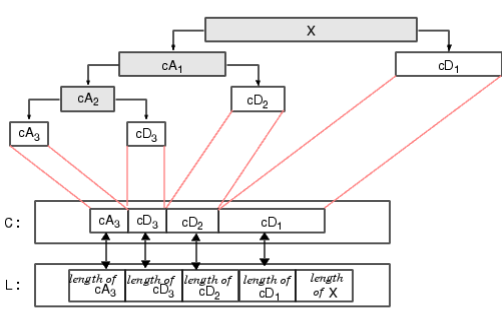
$$STFT(t, f) = \int x(\tau) h * (\tau - t) e^{-2\pi i f t} d\tau \quad (3)$$

STFT merupakan metode untuk menganalisis sinyal dalam domain waktu dan frekuensi, sehingga dapat diketahui frekuensi berapa saja yang terjadi pada satu waktu.

Secara sederhana STFT dapat direalisasikan dengan melakukan *framing*, *windowing*, dan FFT (*Fast Fourier Transform*). Pada penelitian ini, panjang frame yang digunakan 25 sampel dengan 20 sampel overlap. Window yang digunakan adalah window Keiser dan FFT 512 poin.

## 3.4 Transformasi Wavelet

Pada dekomposisi wavelet sinyal dibagi menjadi komponen aproksimasi dan detail. Komponen aproksimasi kemudian dibagi lagi menjadi komponen aproksimasi dan detail, begitu seterusnya sampai level yang diinginkan.

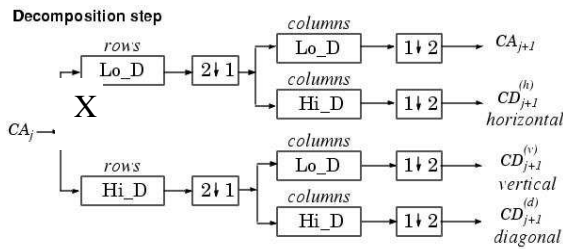


Gambar 4. Dekomposisi Wavelet

Secara matematis dekomposisi wavelet 3 tingkat dapat dituliskan :

$$\begin{aligned}
 X &= cA_1 + cD_1 \\
 &= cA_2 + cD_2 + cD_1 \\
 &= cA_3 + cD_3 + cD_2 + cD_1 \quad (4)
 \end{aligned}$$

Untuk proses pada sinyal dua dimensi dapat dilihat pada Gambar 5. Satu tingkat dekomposisi akan menghasilkan empat subband yaitu subband detail (HH), subband aproksimasi (LL), subband vertical (HL), dan subband horizontal (LH). Untuk level berikutnya maka subband LL akan didekomposisi lebih lanjut sehingga menghasilkan empat subband lagi. Jumlah subband yang terbentuk adalah jumlah subband =  $(2n-1)+4$ , dengan n adalah level dekomposisi.

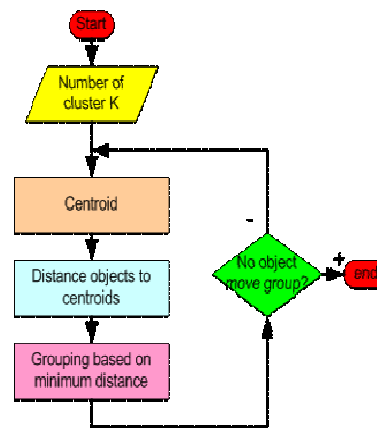


Gambar 5. Proses dekomposisi wavelet 2 dimensi

Pada penelitian ini dilakukan transformasi wavelet pada spektrogram menggunakan *mother wavelet Daubechies 2* sampai level 4 sehingga akan menghasilkan tiga belas (13) subband [3]. Energi dari tiap subband dijadikan ciri bagi tiap sinyal.

### 3.5 K-Mean Clustering

Setelah ekstraksi ciri dilakukan, langkah berikutnya adalah membuat cluster dari data masukan menggunakan metode *K-means clustering*. Metode ini membagi data masukan menjadi kluster-kluster dengan centroid masing-masing. Prinsip kerja dari metode ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Algoritma K-Mean Clustering

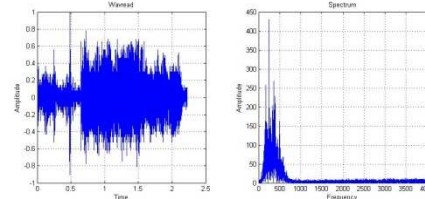
Untuk mengukur jarak antar data dengan centroid tiap kluster, digunakan beberapa metode untuk penelitian ini digunakan *Manhattan distance/city block metrik*. Misal diberikan  $m \times n$  data matriks X, dengan vector baris  $x_1, x_2, \dots, x_m$ , berbagai jarak antara vector  $x_r$  dan  $x_s$  didefinisikan sebagai berikut:

$$d_{rs} = \sum_{j=1}^n |x_{rj} - x_{sj}| \quad (5)$$

Karena terdapat enam (6) kelas data yang diujikan maka jumlah kluster yang dibentuk adalah enam dan diharapkan antar kelas data terpisah pada masing-masing kluster.

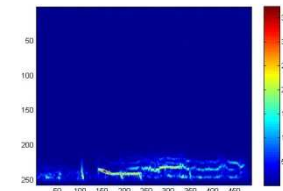
## 4. HASIL DAN DISKUSI

Contoh data masukan bagi penelitian ini seperti pada Gambar 7.



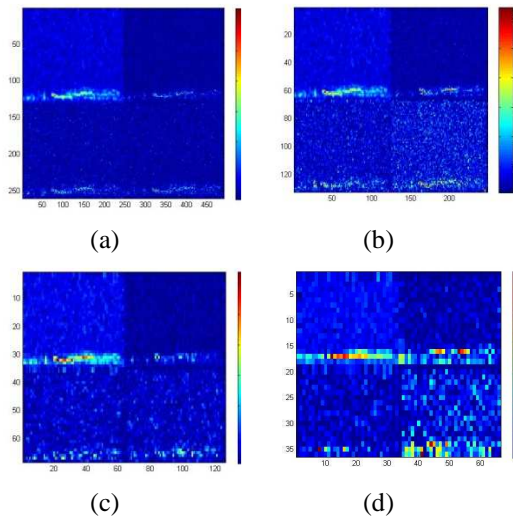
Gambar 7. Sinyal dan Spectral Suara Asma

Hasil dari spektrogram sinyal dapat di lihat pada Gambar 8.



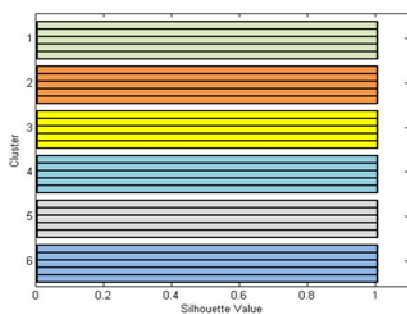
Gambar 8. Spektrogram Suara Asthma

Hasil transformasi wavelet seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil transformasi wavelet  
DWT level 1 (b) DWT level 2  
DWT level 3 (d) DWT level 4

Hasil clustering yang dilakukan dapat ditunjukkan jarak antar centroid dari enam (6) cluster yang terbentuk seperti pada Gambar 10. *Silhouette* memberikan gambaran jarak tiap titik terhadap titik di klaster yang sama dibandingkan terhadap titik di klaster yang lain. Nilai ini berkisar dari (+1) sampai (-1). Nilai (+1) berarti titik yang bersangkutan berjarak sangat jauh dari klaster yang lain, nilai 0 mengindikasikan bahwa titik yang bersangkutan berada di klaster sekarang maupun klaster yang lain. Sedangkan nilai (-1) menandakan bahwa titik yang bersangkutan berada pada klaster yang salah. Dari Gambar 10 dapat dilihat bahwa semua data bernilai 1. Hal ini berarti tiap data terpisah cukup jauh terhadap centroid cluster lain atau tiap data dikenali dengan baik oleh system.



Gambar 10. Silhouette K-means

Dari hasil pengujian secara keseluruhan didapat akurasi mencapai 100% untuk semua data uji. Dengan demikian algoritma yang diajukan cukup baik untuk pengenalan suara paru secara otomatis.

## 5. SIMPULAN

Pengenalan suara paru menggunakan spektrogram dan wavelet yang diujikan menghasilkan kinerja yang cukup baik. Akurasi yang didapat mencapai 100%. Kelemahan dari sistem yang diusulkan adalah sifatnya yang belum bisa real-time dan pemotongan data yang manual. Untuk itu perlu adanya perbaikan sehingga metode ini bisa dilakukan pada sinyal suara paru yang diambil pada pasien dengan segmentasi otomatis.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rizal, L Anggraeni, V Suryani, (2006) *Pengenalan Suara Paru-Paru Normal Menggunakan LPC dan Jaringan Syaraf Tiruan Back-Propagation*. Preceeding EECCIS 2006, Universitas Brawijaya, Malang.
- [2] A. Rizal, V. Suryani, (2007) *Aplikasi Pengolahan Sinyal Digital pada Analisis dan Pengenalan Suara Jantung dan Paru untuk Diagnosis Penyakit Jantung dan Paru Secara Otomatis*. Preceeding SITIA 2007, ITS, Surabaya
- [3] J. S. Walker, (1999) *Wavelet and Their Scientific Applications*, CRC Press,
- [4] L C Ludeman, (1987) "*Fundamentals of Digital Signal Processing*", New York State University
- [5] B. Santoso (2007) "*Data Mining Terapan dengan Matlab*", Graha Ilmu, Yogyakarta
- [6] 3M Us Littman, Heart & Lung Sounds, [Online](Updated November 2009)  
Tersedia di : [http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en\\_US/Littmann/stethoscope/education/heart-lung-sounds/](http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/Littmann/stethoscope/education/heart-lung-sounds/)  
[diakses pada November 2009]
- [7] \_\_\_\_\_, Spectrogram, [Online](updated 1 November 2009)  
Tersedia di : <http://en.wikipedia.org/wiki/Spectrogram>  
[diakses pada 1 November 2009]
- [8] \_\_\_\_\_, Discrete Fourier transform, [Online] (Updated September 2009)  
Tersedia di [http://en.wikipedia.org/wiki/Discrete\\_Fourier\\_transform](http://en.wikipedia.org/wiki/Discrete_Fourier_transform)  
[diakses pada 1 November 2009]