

DOI: doi.org/10.21009/0305020103

## ANALISIS PERBANDINGAN SUARA NAFAS NORMAL DAN PENDERITA ASMA DENGAN METODE *FAST FOURIER TRANSFORM*

A. L. Nugrahadi<sup>1,\*</sup>, M. Delina<sup>1</sup>, R. Fahdiran<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jln. Rawamangun Muka No. 1 Rawamangun, Jakarta Timur 13220

\*Email: alfarezalazuardy@gmail.com

### Abstrak

Pendeteksian suara pernafasan dilakukan oleh dokter menggunakan stetoskop dimana tingkat keakuratannya bergantung pada kemampuan dokter tersebut berupa pendengaran, pengalaman, dan pengenalan pola suara pernafasan. Untuk mendapatkan data yang lebih akurat kami membuat sebuah perangkat lunak pengolahan sinyal suara untuk mendeteksi suara nafas normal dan abnormal (penderita asma berupa *wheezes*) berdasarkan nilai frekuensinya dengan menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT). Perangkat lunak yang telah dibuat menyajikan data dalam bentuk grafik frekuensi terhadap intersitas suara per 50 ms. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa frekuensi suara nafas normal memiliki frekuensi dominan ( $193.165 \pm 84.194$ ) Hz. Sedangkan suara nafas penderita asma memiliki frekuensi ( $303.500 \pm 107.219$ ) Hz.

**Kata Kunci:** *sinyal suara, frekuensi, Fast Fourier Transform*

### 1. Pendahuluan

Penyakit asma terjadi pada banyak orang di dunia, karena itu pendeteksian dan perawatan secara dini menjadi salah satu riset dalam bidang medis yang sangat penting. Penyakit asma dapat dideteksi dengan berbagai cara; melihat rekam medis, pemeriksaan fisik, pendeteksian dengan x-ray, dan juga auskultasi pernafasan. Diantara berbagai cara tersebut auskultasi sangat umum dilakukan karena mudah, murah, efisien, dan tidak berbahaya pada pasien. Namun auskultasi memiliki kekurangan berupa keakuratan data yang bergantung pada kemampuan dokter berupa pengalaman diagnosa, pendengaran dan kemampuan untuk mengenali pola suara tertentu.

Untuk dapat melakukan pendeteksian yang lebih akurat, digunakan metode analisis yang bersifat kuantitatif dan terkomputerisasi. Data hasil auskultasi akan direkam dan diolah dengan perangkat komputer, sehingga dapat digunakan untuk penggunaan jangka panjang. Data hasil auskultasi juga memiliki nilai dan karakteristik khusus sehingga dapat dibedakan satu sama lain. Pada penelitian ini digunakan metode *Fast Fourier Transform*.

#### Suara pernafasan

Suara pernafasan terdengar pada saat kita melakukan proses pernafasan, udara yang mengalir

mengalami turbulensi sehingga menimbulkan getaran dan menghasilkan suara. Suara pernafasan meliputi suara pada mulut, trakea, maupun suara paru-paru yang terdapat pada bagian sekitar dada.

Suara pernafasan dapat dikategorikan menjadi suara pernafasan normal dan suara pernafasan abnormal. Suara-suara tersebut memiliki karakteristik yang berbeda berdasarkan lokasi, intensitas, *pitch*, frekuensi maupun kontinuitasnya.

Suara pernafasan normal dapat terdengar pada dada seorang yang sehat memiliki puncak frekuensi pada frekuensi di bawah 100 Hz[1], yang bercampur dengan suara otot dan suara kardiovaskular, sehingga tidak mudah dibedakan.

Suara pernafasan abnormal dapat terdengar pada orang yang memiliki penyakit pernafasan. Suara tersebut terdengar berbeda dibandingkan suara pernafasan normal akibat adanya kelainan yang dapat meningkatkan atau mengurangi transmisi suara. Suara pernafasan abnormal memiliki rentang frekuensi antara 100 Hz hingga 2000 Hz bergantung dari jenis kelainannya[2].

#### *Wheezes*

*Wheezes* merupakan jenis suara pernafasan abnormal yang bersifat kontinu. Banyak studi telah dilakukan untuk mengetahui karakteristik *wheeze*. Komite *American Thoracic Society* mendefinisikan bahwa *wheeze* memiliki *pitch* tinggi dibandingkan suara pernafasan normal dan berfrekuensi dominan 400 Hz

atau lebih[3]. Wheezes memiliki durasi lebih dari 100 ms[3]. Pada penderita asma wheezes terjadi ketika aliran udara mengalir melalui saluran udara yang menyempit. Karena Wheezes memiliki nilai frekuensi yang ditetapkan sebelumnya, maka analisis pada domain frekuensi dapat dilakukan untuk mendeteksi adanya wheezes.

### Fast Fourier Transform

Memahami transformasi Fourier sangatlah penting dan berguna dalam analisis sinyal digital. Dalam transformasi Fourier suatu sinyal akan disajikan dalam domain waktu. Transformasi sinyal dari kawasan waktu ke kawasan frekuensi tersebut dirumuskan dengan:

$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot e^{-j\omega t} dt \quad (1)$$

$X(f)$  merupakan spektrum dengan domain frekuensi, sedangkan  $x(t)$  merupakan sinyal masukan dalam domain waktu.  $t$  adalah waktu,  $j$  adalah bilangan kompleks dan  $\omega$  merupakan  $2\pi f$ , dimana  $f$  adalah frekuensi.

Persamaan (1) merupakan persamaan transformasi Fourier kontinyu. Terdapat beberapa yang berbeda dari transformasi Fourier kontinyu yaitu transformasi Fourier waktu pendek dan transformasi Fourier diskrit. Transformasi Fourier diskrit sangat berguna pada perhitungan komputasi, dimana integral pada transformasi Fourier kontinyu harus digantikan dengan sumasi numerik. Salah satu algoritma dalam menghitung transformasi Fourier diskrit adalah Fast Fourier Transform (FFT). FFT dapat dituliskan dalam bentuk sinusoidal sebagai berikut:

$$x(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \sin \frac{2\pi kn}{N} + j \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cos \frac{2\pi kn}{N} \dots \quad (2)$$

Dimana  $x(n)$  adalah koefisien sinus dan cosinus pada  $\frac{2\pi kn}{N}$ ,  $k$  adalah indeks dari frekuensi pada frekuensi ke- $N$  dan  $n$  adalah indeks waktu.  $x(k)$  adalah nilai dari spektrum ke- $k$  (domain frekuensi).  $x(n)$  adalah nilai sinyal pada domain waktu.

## 2. Metodologi

### Akuisisi Data

Akuisisi data dilakukan dengan stetoskop elektronik. Didesain dengan mengambil bagian chestpiece dan tube dari stetoskop. Pada bagian ujung tube terhubung dengan mikrofon kondenser. Mikrofon kondenser dihubungkan dengan kabel ber-jack 3,5 mm yang kompatibel dengan perangkat komputer. Alat berkerja

dengan meletakkan chestpiece pada bagian tubuh yang akan diambil suaranya. Chestpiece menangkap sinyal akustik dari suara kemudian disalurkan melalui tube dan ditangkap oleh mikrofon agar dapat direkam dan diolah pada perangkat komputer.



Gambar 3. Alat pengakuisisian berupa stetoskop dengan mikrofon

Data yang dikumpulkan berupa sampel suara nafas normal dan sampel suara nafas penderita asma, dengan masing – masing berdurasi 10 sekon. Sampel suara disimpan dalam format .wav. Karena tidak semua data dapat diambil secara real, maka digunakan juga sampel suara dari repository[4].

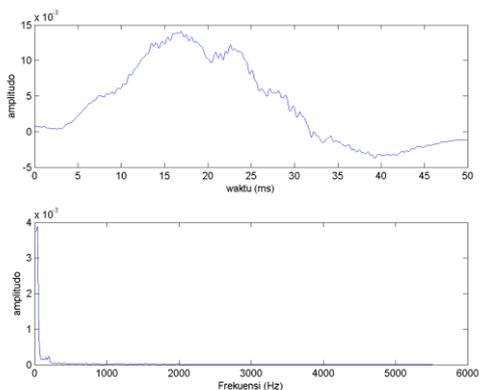
### Pengolahan Sinyal

Pengolahan yang dilakukan terbagi menjadi, pengolahan awal, FFT, dan ekstraksi ciri. Pengolahan awal berupa pemberian filter lowpass pada frekuensi 2000 Hz dan filter highpass pada frekuensi 100 Hz untuk menghilangkan suara jantung, suara otot-otot dan suara ambien. Pengolahan sinyal dilakukan pada frame kecil berukuran 50 ms dengan pergeseran antar frame adalah 20 ms.

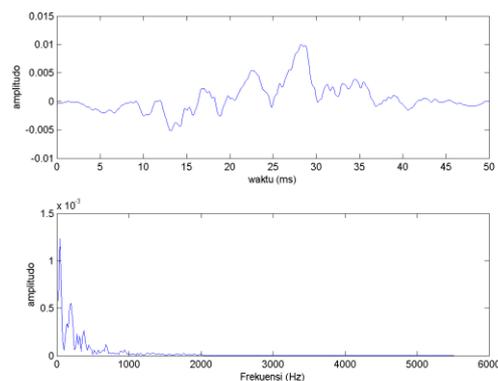
FFT dilakukan pada masing – masing frame. Hasil dari FFT ditampilkan dalam bentuk grafik. Ditampilkan juga frekuensi dominan dari masing-masing potongan suara.

## 3. Hasil dan Pembahasan

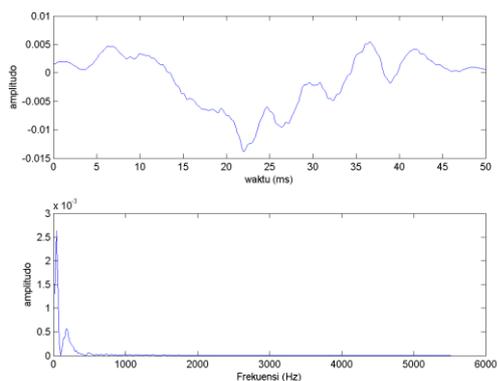
Dari masing-masing sampel suara didapatkan hasil berupa grafik frekuensi terhadap intensitas. Didapat 1177 potongan suara nafas normal, dan 322 potongan suara nafas wheezing. Plot grafik dihasilkan dari masing-masing potongan suara.



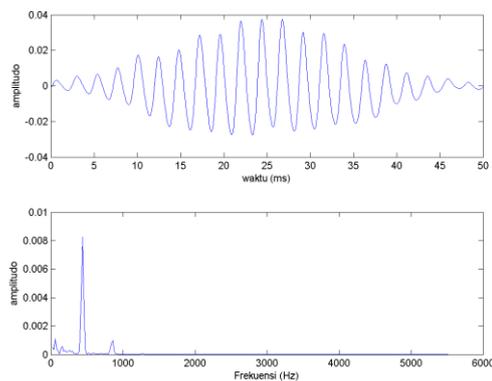
**Gambar 4.** Grafik waktu vs amplitudo dan frekuensi vs amplitudo dari potongan 50 ms suara nafas normal



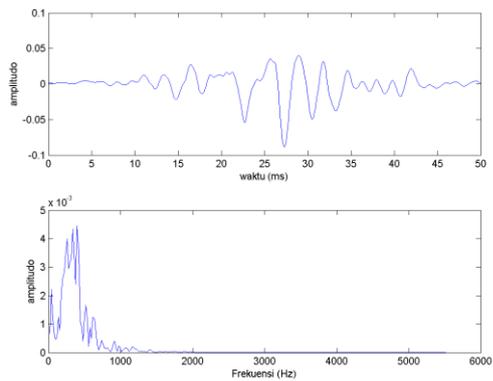
**Gambar 7.** Grafik waktu vs amplitudo dan frekuensi vs amplitudo dari potongan 50 ms suara nafas normal



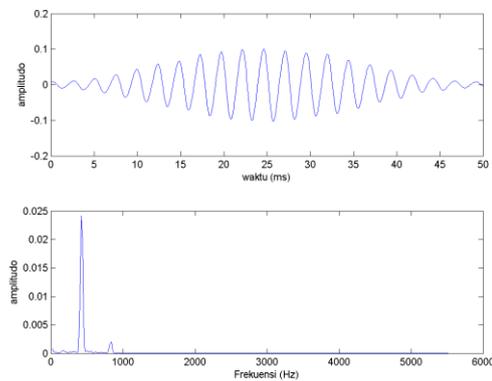
**Gambar 5.** Grafik waktu vs amplitudo dan frekuensi vs amplitudo dari potongan 50 ms suara nafas normal



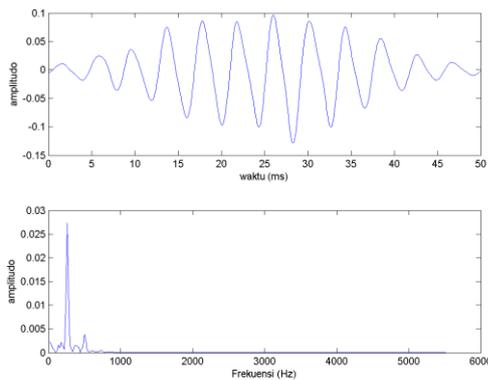
**Gambar 8.** Grafik waktu vs amplitudo dan frekuensi vs amplitudo dari potongan 50 ms suara *wheezing* pada penderita asma



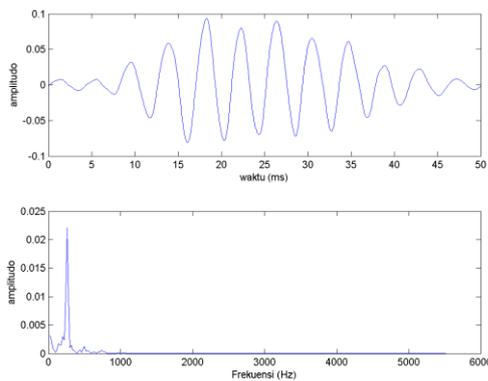
**Gambar 6.** Grafik waktu vs amplitudo dan frekuensi vs amplitudo dari potongan 50 ms suara nafas normal



**Gambar 9.** Grafik waktu vs amplitudo dan frekuensi vs amplitudo dari potongan 50 ms suara *wheezing* pada penderita asma



**Gambar 10.** Grafik waktu vs amplitudo dan frekuensi vs amplitudo dari potongan 50 ms suara *wheezing* pada penderita asma



**Gambar 11.** Grafik waktu vs amplitudo dan frekuensi vs amplitudo dari potongan 50 ms suara *wheezing* pada penderita asma

Gambar 4,5,6, dan 7 merupakan grafik waktu vs amplitudo dan frekuensi vs amplitudo dari potongan 50 ms suara nafas normal. Dari hasil yang didapat potongan suara nafas normal memiliki frekuensi dominan ( $193.165 \pm 84.194$ ) Hz dan memiliki rentang spektrum yang lebar. Terdapat nilai frekuensi dominan 400 Hz, namun potongan suara tersebut tidak digolongkan sebagai suara *wheezing* karena tidak berlangsung lebih dari 250 ms sesuai dengan karakteristik dari suara *wheezing* [2,3,5].

Gambar 8,9,10, dan 11 merupakan grafik waktu vs amplitudo dan frekuensi vs amplitudo dari potongan 50 ms suara *wheezing* pada penderita asma. Pada gambar 8 dan 9 potongan suara memiliki frekuensi dominan pada nilai sekitar 400 Hz, dan berlangsung selama lebih dari 100 ms. Potongan suara tersebut digolongkan sebagai suara *wheezing*. Dari hasil yang didapat potongan suara

nafas *wheezing* memiliki frekuensi dominan ( $303.500 \pm 107.219$ ) Hz.

Berdasarkan grafik waktu vs amplitudo, potongan suara nafas normal dan potongan suara nafas *wheezing* dapat terbedakan dimana gelombang suara *wheezing* berbentuk gelombang sinusoidal yang sesuai dengan ciri suara *wheezing* yaitu bersifat “musikal”[5].

#### 4. Kesimpulan

Suara nafas normal dan suara nafas penderita asma dapat dibedakan berdasarkan nilai frekuensi dominan yang didapatkan menggunakan metode *fast fourier transform*. Suara nafas normal frekuensi dominan yaitu ( $193.165 \pm 84.194$ ) Hz dan suara *wheezing* memiliki frekuensi dominan yaitu ( $303.500 \pm 107.219$ ) Hz.. Suara nafas normal dan suara nafas penderita asma juga dapat dibedakan berdasarkan visualisasi pada grafik.

#### Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang mendukung pelaksanaan dan penulisan makalah.

#### Daftar Acuan

- [1] Paterkamp, Kraman, and Wodicka, *Respiratory Sounds : Advances Beyond the Stethoscope*, American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 156 (1997).
- [2] A.R.A. Sovijärvi, L.P. Malmberg, G. Charbonneau, J. Vanderschoot, F. Dalmaso, C. Sacco, M. Rossi, J.E. Earis, Characteristics of breath sounds and adventitious respiratory sounds, *European Respiratory Review* 10 (2000), p. 591 – 598.
- [3] Meslier, Charbonneau & Racineux, *Wheezes*, *European Respiratory Journal* 8 (1995), p. 1942-1948.
- [4] R.A.L.E. Repository of Respiratory Sounds. [www.rale.ca](http://www.rale.ca) (2008).
- [5] P. Urvi & C. Ronald, *Computerized Respiratory Sound Analysis : An Exploration of Method*, (Departement of Physics CWRU School of Engineering, 2011).
- [6] Palaniappan Rajkumar, *Computer-based Respiratory Sound Analysis : A Systematic Review* (2013).