

# Identifikasi Sinyal Suara Paru Berdasarkan Power Spectra Density Metode Welch Untuk Deteksi Kelainan Parenkim Paru

Pramitra Joko R., Kemalasari,, Ardik Wijayanto  
Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya  
Kampus PENS-ITS Sukolilo, Surabaya

*Abstrak* - Salah satu cara yang digunakan dokter untuk mendiagnosa paru-paru adalah dengan mendengar suara paru dengan menggunakan stetoskop. Teknik ini dikenal dengan teknik auskultasi. Suara paru yang dihasilkan pada beberapa kasus penyakit paru menunjukkan adanya pola tertentu yang bisa dikenali. Secara umum, berdasarkan pitch, intensitas, lokasi, rasio inspirasi, dan ekspirasi, maka suara paru dibagi menjadi 3 kategori: suara normal, suara abnormal, dan suara tambahan. Pada Proyek Akhir ini akan dirancang suatu alat untuk mendengar suara paru-paru dengan menggunakan stetoskop dengan lebar 2 KHz dan microphone piezzo electric, kemudian sinyal dari mikrophone akan dikuatkan sebesar 220 kali. Filter yang digunakan adalah Low Pass Filter secara hardware sebesar 5 KHz menggunakan IC 4558. Lalu sinyal akan mengalami pemrosesan sinyal menggunakan metode Welch. Suara paru normal memiliki ciri frekuensi dibawah 2 KHz dengan spektrum sinyal sebesar 30 db/Hz sampai dengan 42 db/Hz. Suara paru yang memiliki kelainan parenkim paru memiliki spektrum dibawah 30 db/Hz. Spektrum sinyal lebih dari 42 db/Hz biasa disebut suara tambahan paru dan suara *Wheezing*. Manfaat dari proyek akhir ini adalah untuk memudahkan deteksi dan analisa suara paru berdasarkan suaranya dan sebagai alat bantu pendidikan di dunia kedokteran. Hasil yang didapat, dengan menggunakan alat ini, keakuratan identifikasi mencapai 95 %.

Kata kunci : Suara paru, *Fast Fourier Transform*, Metode Welch

Kata kunci : Suara paru, *Fast Fourier Transform*, Metode Welch

## I. PENDAHULUAN

Suara paru terjadi karena adanya turbulensi udara saat udara memasuki saluran pernafasan selama proses pernafasan. Salah satu cara yang digunakan dokter untuk mendiagnosa paru-paru adalah dengan mendengar suara paru dengan menggunakan stetoskop. Teknik ini dikenal dengan teknik auskultasi. Masalah yang timbul adalah suara paru menempati frekuensi yang cukup rendah sekitar 20 – 400 Hz [2], amplitudo yang rendah, masalah kebisingan, kepekaan telinga dan suara yang mirip dengan suara jantung. Hal ini menyebabkan salah pendengaran antara suara jantung dan suara paru. Selain itu, suara paru normal dengan suara paru abnormal hampir sama.

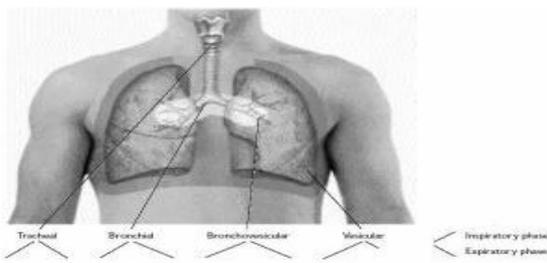
Suara paru tersebut membentuk suatu sinyal dengan pola tertentu. Untuk mengenali apakah paru-paru tersebut normal atau tidak normal, maka perlu adanya ciri dari sinyal suara

tersebut. Salah satu komponen yang dapat diambil dari sinyal suara paru tersebut adalah spektrum frekuensinya dengan cara mentransformasikan dari kawasan waktu ke kawasan frekwensi sehingga akan diperoleh sekumpulan informasi tentang frekuensi yang terkandung dalam sinyal tersebut. Dalam proyek akhir ini sinyal suara paru akan diwindowing lalu ditransformasi ke dalam domain frekuensi menggunakan FFT selanjutnya sinyal suara paru bisa dikenali ciri dari sinyal tersebut menggunakan PSD berbasis metode Welch, yang nantinya bisa digolongkan ke dalam kelompok paru-paru normal atau paru-paru abnormal.

## II. DASAR TEORI

### A. Letak Suara Paru

Suara pernafasan *tracheal* sangat nyaring dan *pitch*nya relatif tinggi. Inspirasi dan ekspirasi relatif sama panjang. Suara ini dapat didengar di atas trakea yang agak jarang dilakukan pada pemeriksaan rutin. 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. Suara vesikular juga bisa lebih lembut jika pasien lemah, tua, gemuk atau sangat berotot. 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 di semua bagian paru kecuali di manubrium, hal tersebut biasanya mengindikasikan terdapat daerah konsolidasi yang alveoly biasanya berisi udara tetapi berisi air. Terdapat suara pernafasan yang tingkat instensitas 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. Dengan suara bronchial, jika terdengar di semua bagian paru selain di bronchus utama, biasanya mengindikasikan daerah konsolidasi.



Gambar 1. Letak Suara paru Normal [1]

Selain itu masih terdapat suara paru tambahan yang muncul karena adanya kelainan pada paru-paru yang disebabkan oleh penyakit. Misalnya pleural rub, crackle, wheezing, grunting, dan ronchi. Suara tersebut masih harus dianalisis dengan hasil pemeriksaan lain misalnya palpasi, untuk memutuskan diagnosis penyakit paru-paru.

### B. Kelainan Parenkim Paru

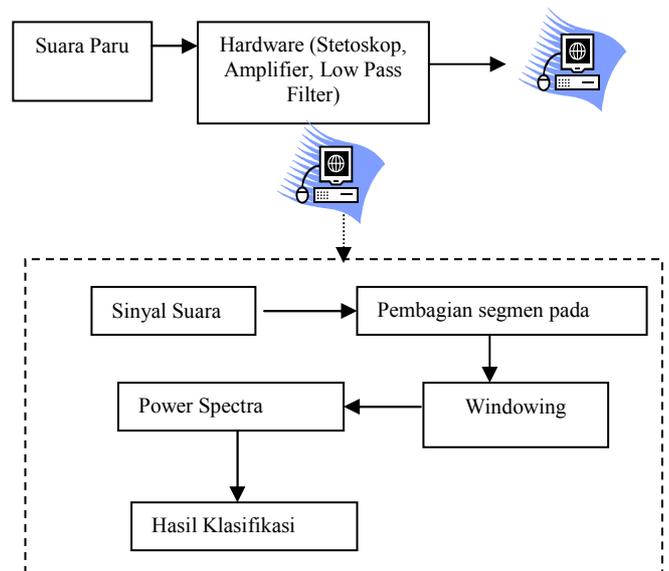
Parenkim Paru tersusun dari satuan fungsional paru yang disebut asinus. Asinus adalah bagian paru yang terletak distal dari bronkiolus terminalis, sakus alveolaris dan aveol lengkap dengan struktur penyagganya.

Kelainan parenkim paru diantaranya :

1. Konsolidasi, yaitu Alveoli terisi cairan atau sel.
2. Emfisema, yaitu Parenkim paru mengandung udara yang lebih banyak dari udara.
3. Kavitas, yaitu kerusakan jaringan paru sehingga terbentuk suatu rongga udara.
4. Atelektasis kompresi, yaitu Jaringan paru tertekan dari luar oleh massa (tumor), cairan, atau udara

## III. SISTEM DAN TEKNIK

Perancangan system pada proyek akhir ini dibagi 4 bagian, yaitu: hardware sebagai deteksi suara paru menggunakan stetoskop yang telah dimodifikasi dengan penambahan microphone kondensor serta sebagai filter suara paru yang dideteksi dengan menggunakan rangkaian Low Pass Filter. Bagian kedua adalah memasukkan hasil dari hardware ke PC untuk diolah. Bagian ketiga yaitu Signal Processing dengan mengubah domain sinyal suara paru menggunakan FFT. Bagian keempat adalah mencari ciri dari sinyal suara paru tersebut, menggunakan Power Spectra Density (PSD) berbasis metode Welch yang nantinya didapatkan ciri-ciri sinyal suara paru yang bisa digunakan untuk mengklasifikasi jenis sinyal suara paru tersebut dalam kelompok paru-paru normal atau abnormal.



Gambar 2 Gambaran Sistem

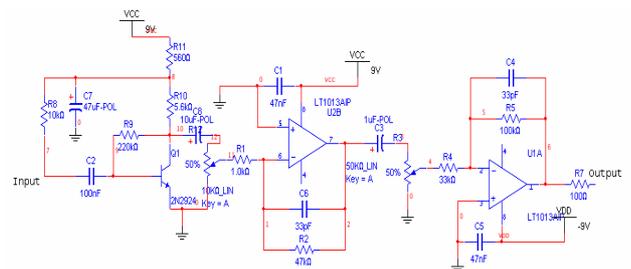
### A. Akuisisi Data

Pengambilan suara paru menggunakan stetoskop dan microphone. Agar microphone bisa mendengar suara paru, maka microphone dipasang pada *ear-piece* dari stetoskop. Dengan memotong bagian *ear-piece* dan memilih microphone yang kecil (sekitar 3mm) dan dimasukkan ke selang stetoskop.



Gambar 3 letak Microphone pada stetoskop

### B. Rangkaian Hardware



Gambar 4 Rangkaian Keseluruhan Sistem

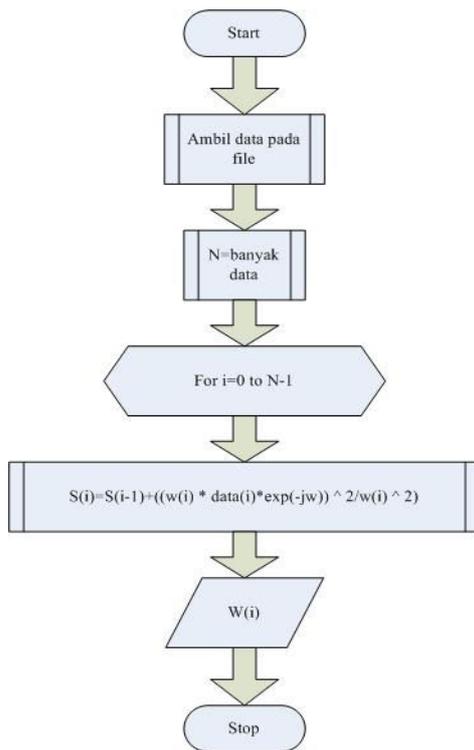
Pada bagian rangkaian penguat ini terdiri dari dua bagian yaitu *pre-amplifier* (pre-amp) dan penguatan dengan op-amp. Pada rangkaian pre-amp digunakan transistor sebagai komponen penguatnya. Besarnya penguatan yang terjadi pada rangkaian pre-amp ini adalah 10 kali. Fungsi dari rangkaian

ini adalah untuk menguatkan sinyal kecil yaitu sinyal suara yang ditangkap oleh mic kondensor yang *output*-nya sangat kecil.

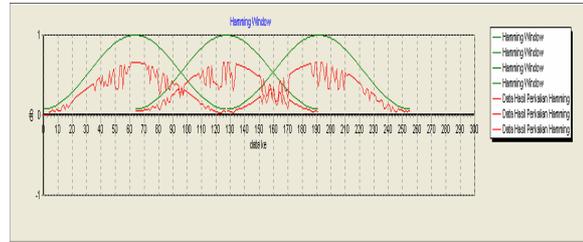
Pada rangkaian penguat dengan op-amp, op-amp yang digunakan adalah IC 4558 sedangkan untuk penguatannya, dilakukan dua tahap dimana *output* dari penguat pertama digunakan sebagai *input* penguat yang kedua. Untuk penguatan pertama adalah sebesar 47 kali dimana nilai ini ditentukan oleh perbandingan antara nilai R2 dan R1. Sedangkan untuk penguatan yang kedua adalah sebesar 1.2 kali, nilai ini ditentukan oleh besarnya nilai perbandingan antara nilai R4 dan R3. Jadi total seluruh penguatan yang terjadi termasuk pada rangkaian pre-amp adalah 56.4 kali. Dibuat sebanyak dua tahap penguatan dimaksudkan agar *output* yang kita dapat dari hasil penguatan pada op-amp dapat lebih baik. Gambar 4 merupakan rangkaian keseluruhan dari rangkaian penguatan dengan op-amp.

### C. Software

Pada penelitian ini software yang digunakan adalah Visual Basic. Dengan memasukkan rumus dan logika metode Welch sehingga akan bisa dicari ciri dari suatu sinyal. Yaitu sinyal suara paru orang normal dan orang yang memiliki kelainan parenkim paru.



Gambar 5 Flowchart Power Spectra Density



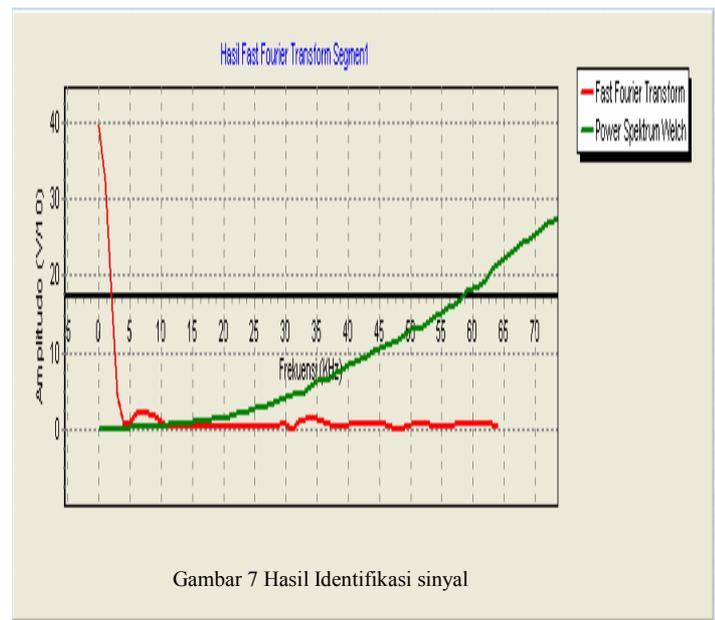
Gambar 6 Hasil Hamming Window

Sinyal suara akan dibagi menjadi beberapa segmen. Sinyal tersebut dicari Hamming Window-nya. Sinyal didapat melalui hasil perkalian data sinyal dengan koefisien hamming window yang dicari dengan rumus

$$w(n) = 0.042 - 0.5 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) + 0.08 \cos\left(\frac{4\pi n}{N-1}\right)$$

Setelah itu akan dicari ciri dari sinyal tersebut dengan mentransformasikan sinyal menggunakan *Fast Fourier Transform*, dan Power Spectrum Density Metode Welch dengan rumus

$$s(e^{jW}) = \frac{\frac{1}{n} \left| \sum_{i=1}^n w_i x_i e^{-jwi} \right|^2}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |w_i|^2}$$



Gambar 7 Hasil Identifikasi sinyal

## HASIL PENGUJIAN

Tabel 1 Respon rangkaian amplifier terhadap perubahan tegangan *input* dengan frekuensi 100Hz

Fin = 100 Hz	
Vin (mVp-p)	Vout (mVp-p)
20	800
30	1200
40	2000
50	2200
60	2800
70	3100
80	4000
90	4200
100	4400
200	8800
300	12000
400	Saturasi

Dari hasil data pengujian untuk respon rangkaian op-amp terhadap perubahan tegangan *input* dapat dianalisa bahwa, secara desain penguatan yang terjadi pada rangkaian adalah 56.4 kali pada saat pengujian penguatan yang terjadi hanya berkisar antara 40 sampai 50 kali. Hal ini dikarenakan toleransi dari komponen yang digunakan sehingga nilai dari rangkaian tidak sesuai dengan nilai yang tercantum.

Tabel 2 Ciri Sinyal suara orang paru normal dan tidak normal

Suara Paru Normal				
Pasien	Koefisien n 1	Koefisien 2	Koefisien 3	Rata-rata
1	39.784	42.897	42.260	41.677
2	35.455	37.4699	37.738	36.888
3	38.9952	42.9265	41.9607	41.294
4	37.4371	40.8147	41.1229	39.792
5	25.1474	29.801	24.6988	26.549
6	37.630	40.5865	41.693	39.9698
7	33.6263	33.6422	35.5713	34.2799
8	36.524	38.072	40.887	38.494
9	36.6419	37.9808	37.993	37.539
10	35.648	37.1246	38.9928	37.2551
Suara paru Abnormal				
11	24.9644	31.9703	22.8769	26.603
12	22.31677	25.477	25.26977	24.3545
13	20.6498	25.218	21.0679	22.3119

Dari 10 orang dengan paru normal yang diukur hanya 1 orang yang memiliki ciri sinyal seperti orang abnormal. Hal ini disebabkan Pada tabel di atas terdapat satu orang yang memiliki ciri sinyal suara sebesar 26.549 db/Hz. Hal ini dikarenakan faktor alat yang tidak tepat saat peletakkan stetoskop pada dada. Selain itu, dikarenakan ketebalan kulit seseorang yang tebal, sehingga suara paru terdengar sangat

kecil, seperti orang memiliki kelainan paru. Oleh karena itu selain diadakan auskultasi identifikasi juga dilakukan dengan foto rontgen dan pemeriksaan fisik.

## IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan perencanaan serta melakukan pengujian, dapat disimpulkan bahwa:

1. amplifier sampai pada op-am adalah sekitar 200 kali
2. IC yang digunakan tidak bisa menggunakan IC op-amp biasa. Karena frekuensi dari suara paru sangat kecil, mencapai 500 Hz dengan amplitude yang kecil sekitar 4mV. Oleh karena itu, menggunakan IC yang dapat meredam noise.
3. Penguatan yang terlalu besar mengakibatkan noise yang besar pula.
4. Pemilihan microphone juga sangat berpengaruh, karena microphone yang digunakan haruslah microphone yang sensitive yang dapat menangkap sinyal frekuensi rendah,
5. Sebelum melakukan perekaman sebaiknya melakukan kalibrasi pada alat.
6. Perekaman dilakukan pada tempat yang tidak terlalu ramai, karena bisa mempengaruhi sinyal suara yang masuk.
7. Nilai ciri sinyal suara yang memiliki paru normal adalah antara 30db sampai 42db, sedangkan orang yang memiliki kelainan paru memiliki ciri sinyal di bawah 30 db
8. Kelebihan metode Welch adalah metode ini lebih teliti, karena pada pembagian segmen sinyal, dilakukan *overlapping* sebesar 50%.

## V. DAFTAR PUSTAKA

1. Kaelin, Mark, "Auscultation: Listening to Determine Dysfunction". *Professionalization of Exercise Physiology online, An internationalelectronic journal for exercise physiologists*. ISSN 1099-5862, Vol4No8 August, 2001
2. Prawirohartono Slamet, 2007, *Sains Biologi 2 SMA*, Jakarta, Bumi Aksara
3. Rizal Ahmad dkk., *Pengenalan Suara paru Normal Menggunakan LPC dan Jaringan Syaraf Tiruan Back-Propagation*, Bandung.
4. Rizal Ahmad dkk., *Stetoskop Elektronik Sederhana Berbasis PC dengan Fasillitas Pengolahan Sinyal Digital untuk Auskultasi Jantung dan Paru*, Bandung.
5. Rahmad M., *Rangkaian Elektronika3*, Surabaya
6. Santoso Tri Budi, *Windowing dan Pengamatan Spektrum Frekuensi*, Surabaya.
7. Hariadi Slamet dkk., *Dasar-dasar Diagnostik Fisik Paru*, Surabaya.
8. Lehrer Steven, *Memahami Bunyi Paru*, Binapura Aksara, Tangerang
9. Hasballah Fajrillah, *Aplikasi Game dan Multimedia dengan VB*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta