

## PERANCANGAN STETOSKOP ELEKTRONIK DAN APLIKASI ANALISA SUARA JANTUNG DENGAN PENGOLAHAN SINYAL DIGITAL

Arya Adhi Nugraha<sup>1</sup>, Farida Arinic<sup>2</sup>, Mila Kusumawardani<sup>3</sup>  
Jaringan Telekomunikasi Digital, Teknik Elektro, Polinema  
[axxo\\_cyberman@yahoo.co.id](mailto:axxo_cyberman@yahoo.co.id)<sup>1</sup>

---

### Abstrak

Listen to the sound of the heart or cardiac auscultation can be referred to using a variety of tools, conventionally analog stethoscope be the best option in the auscultation of the heart. Several constraints often appear, among others, a weak pulse, the number of noise from the environment, and the auditory sensitivity of the paramedics who examined. Any other obstacle arises, when the sound of the heart cannot be stored for analysis or played back. Of course the above various obstacles hampered the process of diagnose patient's condition.

In this thesis and has implemented a stethoscope electronic application sound analysis in heart client-server. A stethoscope electronics will catch a heart and menghantarkannya to computer so that the computer can sound mendigitalisasi heart. The application will process, sound analysis heart store and display a heart condition and sound spectrum of the heart. Extraction habitude anything undertaken to gain special habitude from the heart to perform the process of decomposing paket wavelet and root mean square ( rms ) at the sound of the heart. From the data obtained, in different heart conditions, decomposition of wavelet package give value range min 6 up to a maximum of 23 is much larger and RMS only give minimal range 0.04 to 0.16 in band 0-125Hz of variations of the same types of heart conditions. Sample Data obtained from 5 persons recorded sound his heart and then analyzed with the same two methods. The Data obtained are more closer to the normal heart sound so it can be deduced from the 5 sample data used is the sound of the heart under normal conditions.

**Kata Kunci:** suara jantung, wavelet, rms.

---

### 1. Pendahuluan

Stetoskop merupakan peralatan medis yang cukup sederhana untuk menentukan kondisi pasien. Objek pengamatan stetoskop adalah suara jantung. Teknik ini biasa disebut auskultasi. Masalah yang timbul ketika menggunakan stetoskop adalah noise lingkungan, kepekaan telinga, frekuensi dan amplitudo yang rendah, dan pola suara yang relatif sama. Hal ini menyebabkan diagnosis cenderung sangat subjektif dan tergantung pada kepekaan telinga dan pengalaman seorang dokter. Salah satu kelemahan lain yang terjadi, data suara yang menjadi pedoman itu tidak pernah tersimpan sehingga tidak bisa didengarkan bersama-sama dengan dokter lain sebagai bahan diskusi.

Suara jantung memberikan gambaran tentang kondisi jantung seseorang. Pola suara yang terjadi biasanya dibandingkan dengan pola suara pada kondisi normal. Apabila terdapat perbedaan atau terdapat suara tambahan maka biasanya terjadi kelainan pada jantung. Pola suara abnormal ini bermacam-macam dan kadang kala mempunyai pola yang

sulit dibedakan secara manual. Untuk itu diperlukan suatu teknik pengolahan sinyal untuk membedakan suara yang satu dengan yang lain. Berbagai teknik pengolahan sinyal digital (PSD) telah diterapkan orang untuk mengenali tiap pola suara ini. Beberapa bekerja dalam domain waktu dan sebagian bekerja dalam domain frekuensi. *Root Mean Square*(RMS) adalah salah satu contoh pencirian sinyal dalam domain waktu, dan Dekomposisi Paket Wavelet merupakan cara yang sering digunakan dalam pemilahan frekuensi suara yang nantinya dapat mencirikan suatu sinyal suara.

Stetoskop elektronik dan penggunaan perangkat lunak dalam analisis suara dapat menjadi solusi dari masalah diatas. Suara jantung yang diperiksa dapat direkam, didengarkan kembali, atau diolah untuk dianalisa. Aplikasi analisa dibuat menggunakan Borland Delphi 7 dan Matlab sebagai pengolahan sinyal. Pengolahan sinyal suara jantung nantinya akan mendapatkan ciri dari suara yang diamati, sehingga dapat dilakukan klasifikasi pada suara yang dianalisa. Akan tetapi pada prinsipnya tidak dapat

menghilangkan peran dokter dalam menegakkan diagnosis.

## 2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan diatas maka rumusan masalahnya adalah sebagai berikut :

- Bagaimana membuat sistem yang terdiri dari stetoskop elektronik dan aplikasi yang mampu menampilkan pola suara jantung?
- Bagaimana memproses input suara agar dapat diperoleh pola suara jantung?
- Bagaimana menyimpan suara jantung dalam format digital?
- Bagaimana mengekstraksi ciri dari suara jantung dengan proses Dekomposisi Paket Wavelet(DPW) dan *Root Mean Square*(RMS)?
- Bagaimana mengirimkan hasil proses suara jantung melalui jaringan LAN(*Local Area Network*)?

## 3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Transduser suara yang digunakan hanya merespon frekuensi 20Hz – 20000Hz (*Type Elektret Condenser Microphone*).
- Objek penelitian adalah suara jantung manusia.
- Sistem dioperasikan dengan *hardware* pada PC(*Personal Computer*) atau Laptop dengan bantuan *Soundcard* yang terintegrasi.
- Kualitas *Soundcard* pada perangkat komputer akan mempengaruhi hasil yang didapat.
- Sistem dioperasikan di dalam ruangan yang kedap suara.
- Sistem dapat dijalankan secara *Client-Server* hanya pada Jaringan LAN(*Local Area Network*).

## 4. Tujuan Penelitian

Sedangkan tujuan dari dibuatnya sistem ini sendiri adalah sebagai berikut :

- Membuat rancangan sistem Stetoskop Elektronik dan software penampil sinyal yang terintegrasi dan dapat dijalankan secara *Client-Server*.
- Merancang proses pengambilan suara dari *device* dan memprosesnya sehingga dapat dilakukan penyimpanan file suara dalam format digital.
- Membuat aplikasi untuk menampilkan suara jantung dan data pendukung lainnya.

- Merancang sistem yang dapat mempermudah *paramedic* dalam memeriksa pasien dan menegakkan diagnosis.

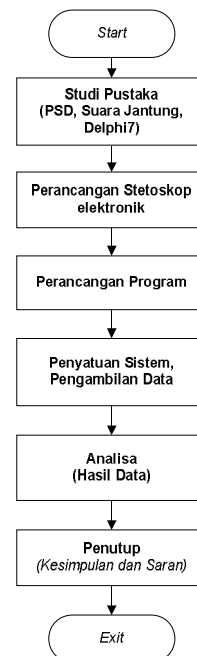
## 5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat dicapai dari pembuatan sistem ini adalah sebagai berikut:

- Aplikasi dapat digunakan di ruang dokter untuk membantu memeriksa pasien.
- Aplikasi *Client-Server* akan mempermudah pengiriman hasil pemeriksaan di banyak ruangan yang terhubung melalui jaringan LAN(*Local Area Network*).
- Paramedis dapat memeriksa dan menyimpan data hasil pemeriksaan pasien secara digital agar dapat dianalisa kembali di lain waktu.
- Penerapan ilmu pengolahan sinyal digital di bidang kedokteran diharapkan mampu bermanfaat secara langsung terhadap kehidupan manusia.

## 6. Tahapan Penelitian

Berikut dijelaskan tahapan penelitian yang dijelaskan dengan *flowchart*:



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Berdasarkan diagram alir yang telah digambarkan diatas, maka hal pertama yang dilakukan pada pembuatan sistem ini adalah

melakukan studi pustaka. Studi pustaka sendiri merupakan kegiatan mencari referensi dan data-data yang mungkin dibutuhkan dalam menunjang teori dasar pada setiap komponen atau metode yang ada di dalam tugas akhir ini. Studi pustaka dapat dicari melalui buku, majalah, atau *e-book* dan data digital yang bisa diperoleh dengan *browsing* di internet. Dalam tugas akhir ini sendiri studi pustaka yang akan dicari meliputi teori dasar pengolahan Sinyal Digital, Suara jantung, Elektrokardiogram, Bahasa Pemrograman Delphi 7 dan teori lain yang berhubungan. Langkah berikutnya adalah membuat alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini. Hal utama yang diperlukan adalah membuat stetoskop elektronik dan PC yang akan digunakan untuk menjalankan program. Setelah itu, kegiatan yang dilakukan secara berurutan adalah perancangan sistem, melakukan pengetesan sistem dengan cara simulasi, dan mengumpulkan data sekaligus menganalisisnya secara keseluruhan. Namun, jika hasil yang didapatkan tidak sesuai dengan yang diinginkan maka harus dilakukan pengecekan ulang untuk mencari kesalahan dari sistem tersebut sampai diperoleh hasil yang maksimal atau mendekati dari apa yang diinginkan sebelumnya.

## 7. Perancangan Sistem

Secara garis besar proses perancangan sistem dapat dibagi dalam dua proses utama yaitu proses pengambilan nilai sampling sinyal analog menjadi digital dan proses pengolahan sinyal hingga proses penggambaran sinyal dan pengiriman sinyal melalui jaringan *local area network* (LAN).

- a. Proses pengambilan nilai sampling sinyal analog.

Langkah pertama adalah mendapatkan suara jantung agar dapat di digitalisasi, stetoskop head akan di satukan dengan mic sebagai transduser agar sinyal suara dapat ditangkap dan diproses di komputer, setelah sinyal didapat, program harus mengambil nilai sampling dan menampilkan secara real time.

- b. Pengolahan sinyal digital

Pengolah sinyal digital digunakan untuk mengekstraksi ciri dari suara jantung yang akan dianalisa. Dengan menggunakan proses Dekomposisi Paket Wavelet, sinyal suara jantung akan dipecah menjadi beberapa subband frekuensi dan dihitung energy di tiap subband.

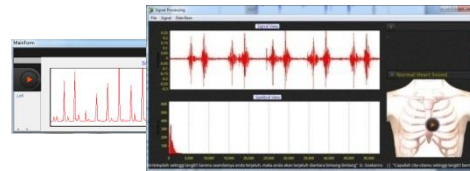
## 7.1 Pengujian Performance

Dalam penelitian ini beberapa poin pengujian yang akan dilakukan terhadap system yang telah dirancang sebagai berikut :

- a. System harus mampu menangkap suara jantung manusia, secara jelas dan dapat terbaca program.
- b. Program mampu menampilkan amplitudo suara yang didapat secara real-time.
- c. Program mampu menyimpan suara jantung sesuai dengan kebutuhan untuk analisa.
- d. Dengan menggunakan Dekomposisi Paket Wavelet dan Root Mean Square(RMS), program mampu mengenali suara jantung.
- e. Pengiriman data dilakukan pada jaringan *local area network* (LAN) menuju server.

## 8.1 Pengujian Stetoskop Elektronik

Stetoskop elektronik dibuat dengan menggabungkan stetoskop manual dengan mic, sehingga sinyal suara yang didapat di konversi menjadi sinyal listrik analog, dan selanjutnya, menjadi sinyal digital untuk diproses. Pengujian dilakukan secara langsung dengan mencoba mengambil suara jantung dari seseorang, dan amplitudo suara jantung dapat di tampilkan.



Gambar 2 : Pengujian Stetoskop Elektronik

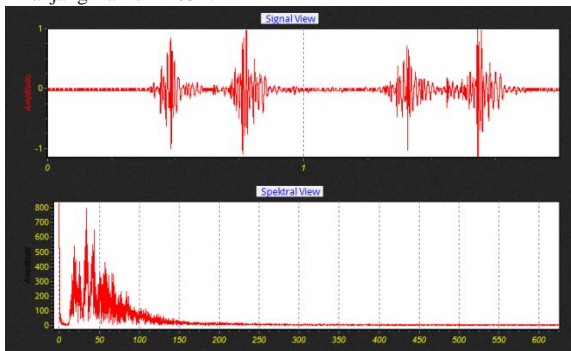
Setelah amplitudo dapat dilihat dengan baik, maka perekaman suara dapat dilakukan. Hasil rekaman dapat langsung dianalisa pada tiap tahapan pemrosesan sinyal yang dilakukan.

## 8.2 Pengujian Pengolah Digital

Pengujian dilakukan dengan menganalisa suara jantung Normal, Aortic Stenosis, Mitral Regurgitation, Aortic Regurgitation. Data diambil dari sumber Website yang menyediakan suara jantung sebagai referensi medis.

- Normal Heart Sound  
File suara jantung normal memiliki property data sebagai berikut;

Bagian Main Chunk  
 Header size : 44  
 Chunk ID : RIFF'  
 Chunk size : 105508  
 Format : WAVE'  
 Bagian Format Chunk  
 SubChunk ID : fmt '  
 SubChunk size : 16  
 Audio Format : -1  
 Num Channels : 1  
 Sample rate : 22255  
 Bytes rate : 22255  
 Bits per sample : 8  
 Bagian Data Chunk  
 SubChunk2 ID : data'  
 SubChunk2 Size : 13184  
 Data Length : 105472  
 PanjangFrame = 105472

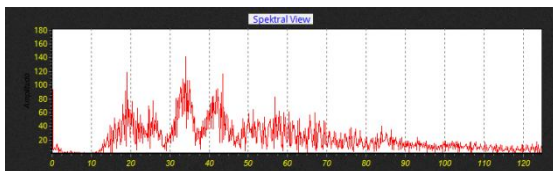


Gambar 3 : Tampilan Analisis Jantung Normal

Sebagai input diberikan suara jantung Normal, Gambar 3 merupakan tampilan suara jantung normal. Terlihat suara jantung normal memiliki energy tertinggi pada frekuensi 0-300Hz. Hasil perhitungan RMS memberikan hasil bahwa suara jantung normal yang dianalisa memiliki nilai RMS sebesar 0,15050.

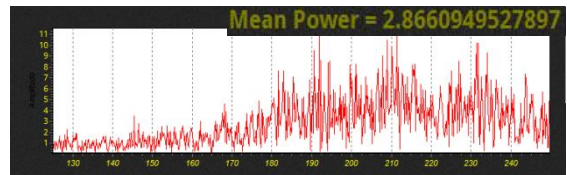
**0.150507104510719**

Proses dekomposisi paket wavelet yang dilakukan pada suara jantung normal, menghasilkan nilai sebagai berikut;



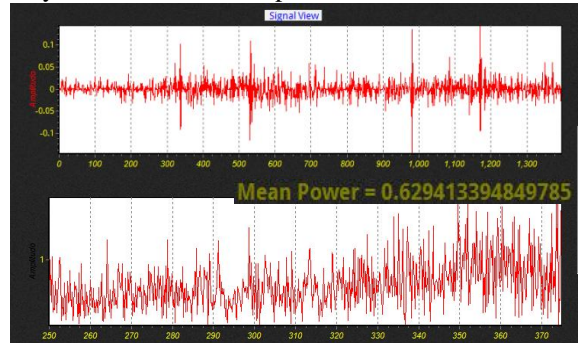
Gambar 4 : Sinyal dan Spektrum Subband AA5 0-125Hz

Pada Gambar 4 menunjukkan sinyal hasil dekomposisi paket wavelet(DPW) AA5 yang merupakan sinyal dengan frekuensi 0-125Hz. Sinyal tersebut memiliki power sebesar 22.691.



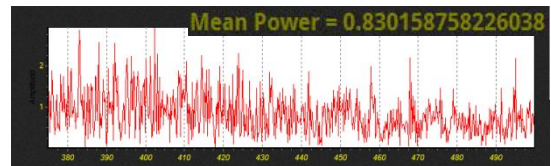
Gambar 5 : Sinyal dan Spektrum Subband DA5 125-250Hz

Pada Gambar 5 menunjukkan sinyal hasil dekomposisi paket wavelet(DPW) DA5 yang merupakan sinyal dengan frekuensi 125-250Hz. Sinyal tersebut memiliki power sebesar 2.866.



Gambar 6 : Sinyal dan Spektrum Subband AD5 250-375Hz

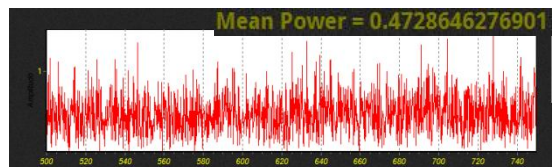
Pada Gambar 6 menunjukkan sinyal hasil dekomposisi paket wavelet(DPW) AD5 yang merupakan sinyal dengan frekuensi 250-375Hz. Sinyal tersebut memiliki power sebesar 0.6294.



Gambar 7 : Sinyal dan Spektrum Subband DD5 375-500Hz

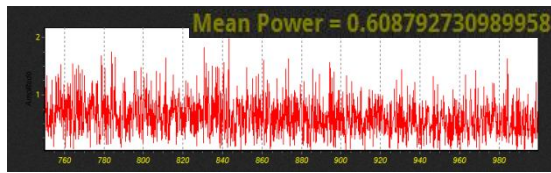
Pada Gambar 7 menunjukkan sinyal hasil dekomposisi paket wavelet(DPW) DD5 yang merupakan sinyal dengan frekuensi 375-500Hz. Sinyal tersebut memiliki power sebesar 0.83.

**Mean Power = 22.6910294263233**



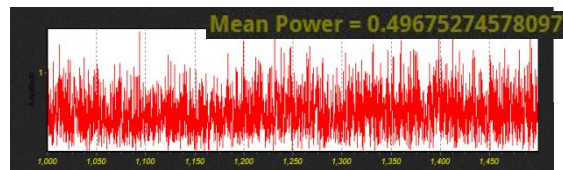
Gambar 8 : Sinyal dan Spektrum Subband AD4 500-750Hz

Pada Gambar 8 menunjukkan sinyal hasil dekomposisi paket wavelet(DPW) AD4 yang merupakan sinyal dengan frekuensi 500-750Hz. Sinyal tersebut memiliki power sebesar 0.472.



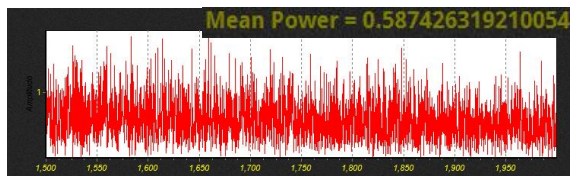
Gambar 9 : Sinyal dan Spektrum Subband DD4 750-1000Hz

Pada Gambar 9 menunjukkan sinyal hasil dekomposisi paket wavelet(DPW) DD4 yang merupakan sinyal dengan frekuensi 750-1000Hz. Sinyal tersebut memiliki power sebesar 0.608.



Gambar 10 : Sinyal dan Spektrum Subband AD3 1000-1500Hz

Pada Gambar 10 menunjukkan sinyal hasil dekomposisi paket wavelet(DPW) AD3 yang merupakan sinyal dengan frekuensi 1000-1500Hz. Sinyal tersebut memiliki power sebesar 0.496.



Gambar 11 : Sinyal dan Spektrum Subband DD3 1500-2000Hz

Pada Gambar 11 menunjukkan sinyal hasil dekomposisi paket wavelet(DPW) DD3 yang merupakan sinyal dengan frekuensi 1500-2000Hz. Sinyal tersebut memiliki power sebesar 0.5874.

Suara jantung yang dianalisa memiliki energy terbesar pada spectrum frekuensi 0-125Hz

Data dari 8 nilai power di tiap subband hasil dekomposisi paket wavelet akan menjadi input ciri dari suara jantung abnormal(Aortic Stenosis).

Pada table 1 akan ditunjukkan perbedaan ciri dari suara jantung yang berbeda kondisi. Data akan mempermudah analisa manual untuk kondisi jantung hasil perekaman, yang tidak diketahui kondisinya.

Tabel 1 Ekstraksi Ciri Suara Jantung

Kondisi Jantung	RMS	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
Normal	0.150	22.691	2.866	0.629	0.83	0.47	0.608	0.496	0.587
Aortic Stenosis	0.197	6.9	15.48	2.31	8.19	0.95	2.04	0.56	0.74
Mitral Stenosis	0.10	9.71	11.49	1.75	5.25	0.79	1.38	0.61	0.74
Aortic Regurgitation	0.14	5.82	11.48	2.51	0.81	2.08	2.08	0.35	0.50

Dari data pada table 5.1, menunjukkan bahwa proses ekstraksi ciri yang dilakukan dengan RMS, tidak

memberikan perbedaan yang signifikan, sehingga sulit untuk memilah suara jantung

### 8.3 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan kepada 5 orang sebagai sample, yang terdiri dari 3 wanita dan 2 laki-laki, suara jantung direkam dan diproses untuk mendapatkan hasil sinyal di tiap tahapan proses sinyal. Berikut rincian detail 2 sample sinyal yang telah diproses.

- Sample 1  
Header size : 44  
Chunk ID : RIFF'  
Chunk size : 646652  
Format : WAVE'  
SubChunk ID : fmt '  
SubChunk size : 16  
Audio Format : -1  
Num Channels : 1  
Sample rate : 44100  
Bytes rate : 88200  
Bits per sample : 16  
SubChunk2 ID : data'  
SubChunk2 Size : 80827  
Data Length : 646616



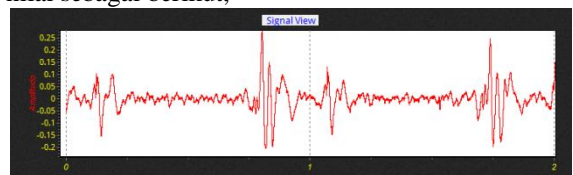
Gambar 12 : Sinyal dan Spektrum Suara Jantung Sample 1

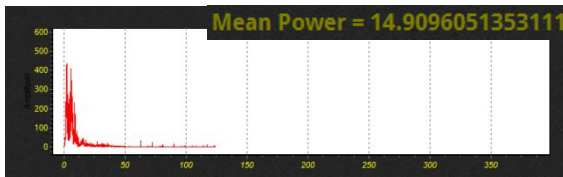
Sebagai input diberikan suara jantung sample, Gambar 12 merupakan tampilan suara jantung sample. Terlihat suara jantung Sample 1 memiliki energy tertinggi pada frekuensi 0-150Hz.

Hasil perhitungan RMS memberikan hasil bahwa suara jantung sample yang dianalisa memiliki nilai RMS sebesar 0.164211393.

**0.164211393498438**

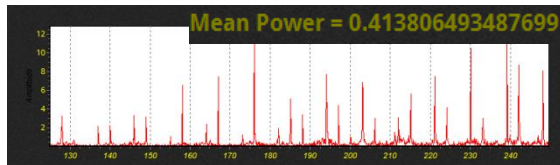
Proses dekomposisi paket wavelet yang dilakukan pada suara jantung sample, menghasilkan nilai sebagai berikut;





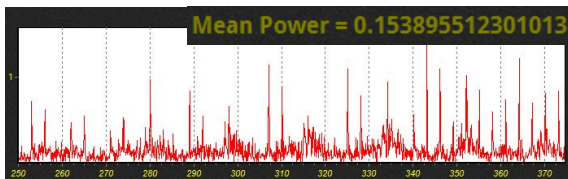
Gambar 13 : Sinyal dan Spektrum Subband AA5 0-125Hz

Pada Gambar 13 menunjukkan sinyal hasil dekomposisi paket wavelet(DPW) AA5 yang merupakan sinyal dengan frekuensi 0-125Hz. Sinyal tersebut memiliki power sebesar 14.90.



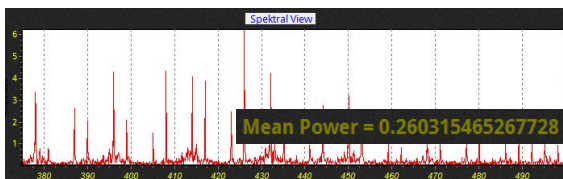
Gambar 14 : Sinyal dan Spektrum Subband DA5 125-250Hz

Pada Gambar 14 menunjukkan sinyal hasil dekomposisi paket wavelet(DPW) DA5 yang merupakan sinyal dengan frekuensi 125-250Hz. Sinyal tersebut memiliki power sebesar 0.41.



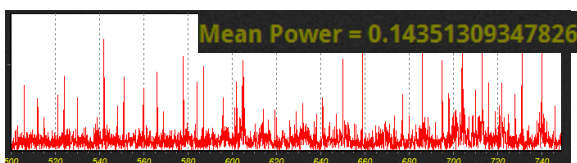
Gambar 15 : Sinyal dan Spektrum Subband AD5 250-375Hz

Pada Gambar 15 menunjukkan sinyal hasil dekomposisi paket wavelet(DPW) AD5 yang merupakan sinyal dengan frekuensi 250-375Hz. Sinyal tersebut memiliki power sebesar 0.15.



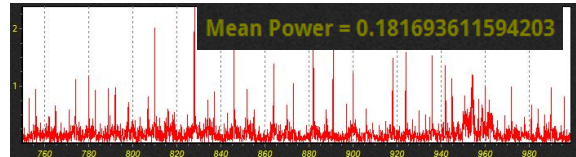
Gambar 16 : Sinyal dan Spektrum Subband DD5 375-500Hz

Pada Gambar 16 menunjukkan sinyal hasil dekomposisi paket wavelet(DPW) DD5 yang merupakan sinyal dengan frekuensi 375-500Hz. Sinyal tersebut memiliki power sebesar 0.26.



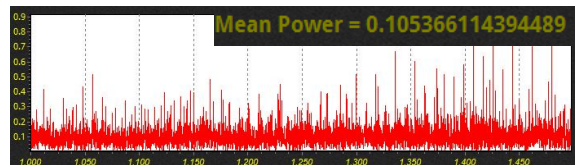
Gambar 17 : Sinyal dan Spektrum Subband AD4 500-750Hz

Pada Gambar 17 menunjukkan sinyal hasil dekomposisi paket wavelet(DPW) AD4 yang merupakan sinyal dengan frekuensi 500-750Hz. Sinyal tersebut memiliki power sebesar 0.14.



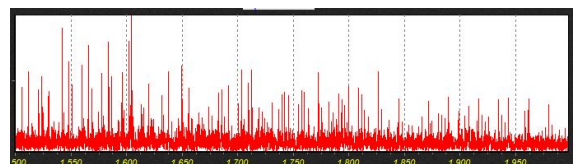
Gambar 18 : Sinyal dan Spektrum Subband DD4 750-1000Hz

Pada Gambar 18 menunjukkan sinyal hasil dekomposisi paket wavelet(DPW) DD4 yang merupakan sinyal dengan frekuensi 750-1000Hz. Sinyal tersebut memiliki power sebesar 0.18.



Gambar 19 : Sinyal dan Spektrum Subband AD3 1000-1500Hz

Pada Gambar 19 menunjukkan sinyal hasil dekomposisi paket wavelet(DPW) AD3 yang merupakan sinyal dengan frekuensi 1000-1500Hz. Sinyal tersebut memiliki power sebesar 0.105.



Gambar 20 : Sinyal dan Spektrum Subband DD3 1500-2000Hz

Pada Gambar 20 menunjukkan sinyal hasil dekomposisi paket wavelet(DPW) DD3 yang merupakan sinyal dengan frekuensi 1500Hz. Sinyal tersebut memiliki power sebesar 0.155.

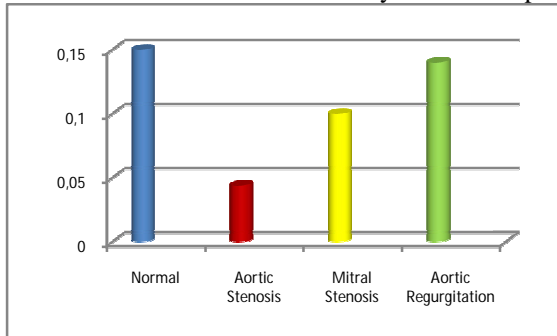
Suara jantung yang dianalisa memiliki energy terbesar pada spectrum frekuensi 0-125Hz. Namun hasil banyak dipengaruhi riak noise di setiap band, hal tersebut dapat mengindikasikan kesalahan penempatan titik stetoskop atau juga dapat menandakan tanda dari kesehatan sample yang diuji. Hasil Seluruh Data sample ditampilkan dalam table 2.

No. Sample	RMS	0-125	125-250	250-375	375-500	500-750	750-1000	1000-1500	1500-2000
1	0.164	14.9	0.41	0.15	0.2	0.143	0.181	0.105	0.15
2	0.285	30.20	0.86	0.36	0.55	0.29	0.42	0.28	0.33
3	0.14	15.9	0.4	0.2	0.15	0.024	0.1	0.03	0.15
4	0.26	13.4	0.5	0.23	0.31	0.031	0.31	0.02	0.15
5	0.134	29.4	0.6	0.14	0.21	0.014	0.11	0.01	0.16

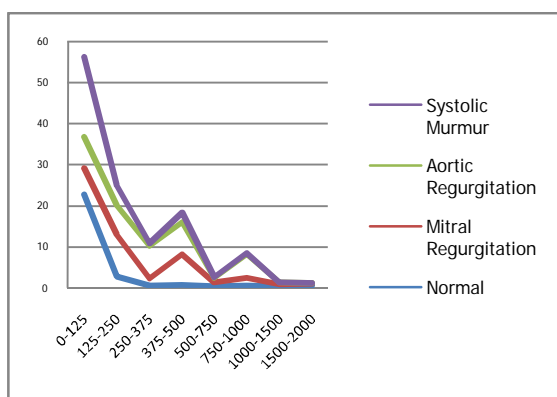
Tabel 2 Ekstraksi Ciri Sampel Suara Jantung

Dari data Tabel 2 tidak terdapat perbedaan yang mencolok sehingga sulit untuk menganalisa perbedaan dari masing-masing kondisi jantung.

Pada gambar 21 terlihat bahwa penggunaan RMS sebagai cara untuk mengekstraksi ciri dari suara jantung sangat rentan terhadap perubahan ritme dan durasi dari suara yang dianalisa, namun, apabila instrument pengambilan data dan variable lain yang terikat dapat disamakan, metode RMS dapat dilakukan. Pada gambar 22 metode wavelet sangat baik dalam mencirikan suara jantung, dikarenakan metode ini bekerja pada domain frekuensi, level dekomposisi akan berpengaruh terhadap ketelitian ciri dengan mengecilnya rentang frekuensi subband dan menambahnya variable input.



Gambar 21 : Grafik Nilai Hasil Root Mean Square(RMS)

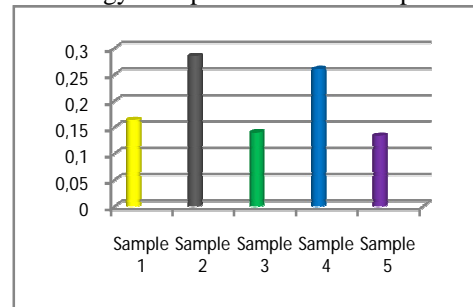


Gambar 22 : Grafik Nilai Hasil Dekomposisi Paket Wavelet

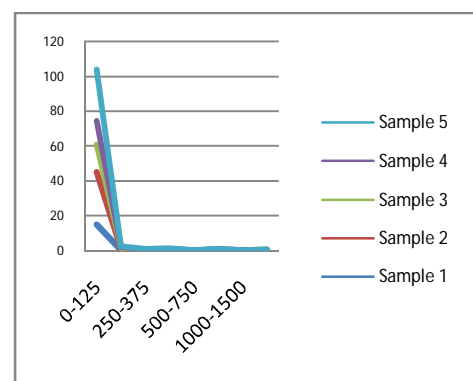
#### 8.4 Analisa Pengambilan Data

Dari Gambar 23 dan 24, data sample memiliki rentang nilai yang sempit, sehingga tidak tampak perbedaan yang mencolok. Pengambilan data dari sample seseorang yang mengidap kelainan

jantung akan memperkaya data dan menambah analisa dari sample, sehingga nantinya, proses klasifikasi dapat dilakukan dengan dari hasil nilai rata-rata energy di tiap subband data sample.



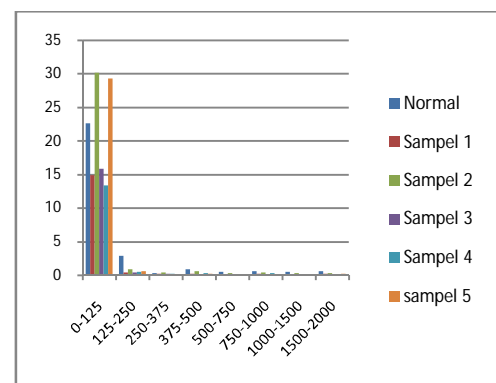
Gambar 23 : Grafik Nilai Hasil Root Mean Square(RMS)



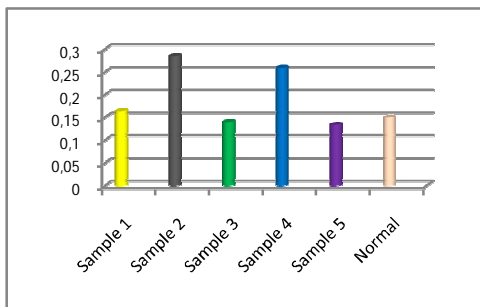
Gambar 24 : Grafik Nilai Hasil Dekomposisi Paket Wavelet

#### 8.5 Analisa Perbandingan Data

Data hasil pengambilan data dibandingkan data hasil suara jantung yang didapat dari sumber dengan metode RMS ditunjukkan pada gambar 5.45 dan dengan metode DPW ditunjukkan pada gambar 25.



Gambar 25 : Grafik Perbandingan Data Hasil Dekomposisi Paket Wavelet(DPW)



Gambar 26 : Grafik Perbandingan Data Hasil Root Mean Square(RMS)

Gambar 26 menunjukkan bahwa data yang didapat dari pengambilan data merupakan data jantung normal terlihat dari perbandingan nilai di tiap subband frekuensi. Sedangkan data yang diproses dengan metode RMS menunjukkan nilai yang variatif sehingga tidak dapat menjadi pembeda kondisi jantung dari data sampel.

### 9.1 Kesimpulan

Perancangan stetoskop elektronik dan aplikasi analisa suara jantung dengan pengolahan sinyal digital telah memenuhi tujuan yang telah dibuat dan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Telah direalisasikan Stetoskop elektronik yang mampu menangkap suara jantung melalui soundcard pada perangkat komputer. Stetoskop elektronik menggunakan *transducer* frekuensi 20Hz – 20000Hz (Type Elektret Condenser Microphone).
2. Perangkat yang dibuat didukung oleh perangkat lunak yang mampu merekam, menyimpan, dan menampilkan suara jantung. Perangkat lunak dibuat menggunakan Borland Delphi 7 yang dibantu dengan Matlab 7.8 sebagai pengolah sinyal.
3. Fasilitas yang disediakan oleh aplikasi adalah tersedianya database suara jantung dengan beberapa kondisi sebagai pembandingan manual.
4. Proses dekomposisi paket wavlet 5 level dapat mencirikan suatu suara jantung dengan 8 energi di tiap subband hasil dekomposisi.
5. Dari data yang didapat, dalam kondisi jantung yang berbeda, dekomposisi paket wavelet memberikan rentang nilai min 6 hingga maksimal 23 jauh lebih besar ketimbang RMS yang hanya memberikan rentang minimal 0.04 hingga 0.16 dalam band 0-125Hz dari variasi jenis kondisi jantung yang sama.
6. System berhasil untuk menangkap dan mengolah suara jantung, namun kurangnya data pendukung menjadi masalah dalam melihat efektifitas metode yang diterapkan pada system.
7. Analisa perbandingan data menunjukan bahwa data sampel lebih mendekati kondisi jantung normal.

### 9.2 Saran

Untuk pengembangan sistem selanjutnya ada beberapa point yang dapat menjadi titik yang harus diperhatikan;

1. Peningkatan proses klasifikasi baik linier maupun non-linier mampu mempermudah analisa dan kejelasan kemungkinan kondisi suara jantung.
2. Pengambilan data dari sample suara jantung abnormal, sehingga dapat menjadi data pembandingan, untuk melakukan proses penarikan kesimpulan kondisi jantung.
3. Penggunaan metode lain akan, menambah analisa dalam pemrosesan suara jantung sehingga nantinya didapat sebuah system yang mampu mengklasifikasi suara jantung dengan akurasi tinggi.
4. Penggunaan perangkat lain dalam analisa suara jantung dapat menjadi referensi tambahan untuk menegaskan diagnose kondisi jantung.

### Daftar Pustaka

- Li Tan, Jean Jiang, "Digital Signal Processing, Fundamental and Applications", Second Edition, Oxford, 2013.  
[http://www.pamz.com/Physical\\_Assessment/assessment.htm](http://www.pamz.com/Physical_Assessment/assessment.htm)  
<http://rale.ca/Links.htm>  
 C. Saritha, V. Sukanya, V.N.Arasimha Murthy, "ECG Signal Analysis using Wavelet Transforms", Bulg.J.Physics, Vol. 35, pp.68-77, 2008.  
 A. Ghodrati, S. Marinello, "Statistical Analysis of RR interval Irregularities for Detection of Atrial Fibrillation", IEEE Transactions on Computers in Cardiology, ISSN 0276-6574, Vol. 35, pp. 1057-1060, 2008.  
 M G. Tsipouras, D I Fotiadis, D Sideris, "Arrhythmia Classification using the RR-interval Duration Signal", IEEE Transactions on Computers in Cardiology, Vol. 29, 485-488, 2002.  
[www.physionet.org/physiobank/database/mitdb/](http://www.physionet.org/physiobank/database/mitdb/)  
 Mallat J, "A theory of multiresolution signal decomposition using the Wavelet Transformation", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 11, pp. 674-693, 1989.  
 Misiti, M. and Y., Oppenheim, G., Poggi, J. M.: MATLAB Wavelet toolbox user's guide, The Math-Works Inc. 1996  
 Daubechies, I.,: Ten Lectures on Wavelets. Society of Industrial and Applied Mathematics, Pennsylvania, 1992  
 Jan, J.,: Digital Signal Filtering, Analysis and Restoration. VUTUM Press, Technical University of Brno, 2000.  
 Walter Doberenz, Thomas Gewinnus, "Borland Delphi 7", Grundlagen, Profiwissen, Kochbuch, 2013.